

非诚勿扰

سال سوم | شماره هشتم | بهار ۱۴۰۲

شاپای چاپی: ۳۶۰۷-۲۷۸۳

شاپای الکترونیکی: ۳۶۱۵-۲۷۸۳

صاحب امتیاز: مؤسسه آموزش عالی فردوس

مدیر مسئول: دکتر حمید طباطبایی

سردبیر: دکتر ابراهیم محمودزاده

جانشین سردبیر: دکتر سعیده باباجانی محمدی

مدیر داخلی: مهندس سکینه قاسمی

اعضای هیات تحریریه بین المللی

راجا عبدالله

استاد- گروه مهندسی کامپیوتر و سیستم های ارتباطی، دانشکده

مهندسی، دانشگاه پوترامالزی

محمد عثمان

استاد- بخش عمومی فناوری و شبکه، دانشگاه پوترامالزی

راجسواران لوگیس

استاد- رئیس مرکز تحلیل آسیا و اقیانوسیه، در دانشگاه فناوری و

نوآوری آسیا و اقیانوسیه.

بهمن مقیمی

استاد- دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه جرجیا در تفلیس

محمود مقومی

استاد- گروه مهندسی برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه مالایامالزی

مهرداد جلالی

دانشیار- مؤسسه فناوری کارلسروهه (KIT) آلمان.

اعضای هیات تحریریه (به ترتیب مرتبه علمی و حروف الفبا)

پیمان اخوان

استاد- دانشگاه صنعتی قم- رییس انجمن علمی مدیریت دانش

ایران

رضا حسنوی آتشی

استاد- دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه مالک اشتر، تهران، ایران

امیرمسعود رحمانی

استاد- دانشکده مکانیک، برق و کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی،

تهران، ایران

محمود رضایی رکن آبادی

استاد- عضو هیات امنای مؤسسه آموزش عالی فردوس و عضو

هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

ابراهیم محمودزاده

استاد- دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

علی معینی

استاد- دانشکده علوم مهندسی دانشگاه تهران، ایران

محمد مهرآیین

استاد- دانشکده علوم اداری و اقتصادی دانشگاه فردوسی مشهد،

ایران

امین جاجرمی

دانشیار- گروه مهندسی برق، دانشگاه بجنورد، ایران

جواد حمیدزاده

دانشیار- دانشکده کامپیوتر و فناوری اطلاعات دانشگاه صنعتی

سجاد، مشهد، ایران

عباسعلی رضایی

دانشیار- دانشگاه پیام نور مشهد، ایران

مرتضی فرجی

دانشیار- عضو هیات امنای مؤسسه آموزش عالی فردوس و عضو

هیات علمی دانشگاه دفاع ملی تهران

محمد حسین معطر

دانشیار- دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، ایران

سعیده باباجانی محمدی

استادیار- گروه مدیریت، مؤسسه آموزش عالی فردوس، مشهد،

ایران

علیرضا روحانی منش

استادیار- گروه مهندسی برق، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه

نیشابور، ایران

محمد هادی زاهدی

استادیار- دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی، تهران، ایران

سیدکاظم شگفته

استادیار- گروه مهندسی کامپیوتر، مؤسسه آموزش عالی شاندریز

مشهد، ایران

حمید طباطبایی

استادیار- گروه مهندسی کامپیوتر، واحد مشهد، دانشگاه آزاد

اسلامی، مشهد، ایران

مجتبی کفشان کاخی

استادیار- گروه آموزشی علم اطلاعات و دانش شناسی دانشگاه

فردوسی مشهد، ایران

عباس مهدی زاده

استادیار- گروه کامپیوتر، مؤسسه آموزش عالی فردوس، مشهد،

ایران

ویراستار فارسی: دکتر سعیده باباجانی محمدی

ویراستار انگلیسی: دکتر عباس مهدی زاده

طراحی جلد و سرلوحه: محمد محسن خضری

طراحی گرید و صفحه آرایی: نیما ملک زاده

کارشناس مجله: احد فانی ملکی

نشانی: ایران، مشهد، بلوار شهید کلاهدوز، شهید کلاهدوز ۳،

مؤسسه آموزش عالی فردوس

پایگاه اینترنتی: www.kdip.ir

تلفن: ۰۱۱-۳۷۱۳۸۰۵۱ داخلی ۷۰۳ و ۷۱۶، ۵-۳۷۲۹۱۱۱۴-۵۱

پست الکترونیکی: journal.kdip@gmail.com

لیتوگرافی: مجتمع چاپ ایران کهن

چاپ و صحافی: تهران خیابان مطهری، نرسیده به چهارراه سهروردی،

کوچه سنندج، پلاک ۶

تلفن: ۳۳۹۵۳۵۳۸

مقالات مندرج لزوماً دیدگاه فصلنامه فردوس اکتشاف و پردازش هوشمند دانش نیست و مسئولیت مقالات به عهده نویسندگان است.

استفاده از مطالب و تصاویر با ذکر مأخذ بلامانع است.

پروانه انتشار فصلنامه فردوس اکتشاف و پردازش هوشمند دانش به موجب ماده ۱۳ قانون مطبوعات مصوب ۱۳۶۴/۱۲/۲۸ مجلس شورای

اسلامی، از سوی اداره کل مطبوعات و فرهنگ و ارشاد اسلامی، طی شماره ۸۶۹۰ مورخ ۱۳۹۸/۱۰/۳ صادر شده است.

فهرست

سخن سردبیر

۷	بهبود تشخیص بیماری‌های قلبی- عروقی با استفاده از سیستم تصمیم‌یار هوشمند با رویکرد رایانش مه
۸	بررسی قواعد طراحی رابط کاربری گرافیکی برای طراحی اپلیکیشن‌های آموزشی ایران
۲۴	ارتباط فرهنگ سازمانی و مدیریت روابط با مشتریان با نقش میانجی کیفیت زندگی کاری کارکنان
۳۶	People's fatness and thinness detection using image processing and machine learning
۵۲	Performance evaluation of optimal feature selection-based machine learning for heart disease diagnosis
۶۴	توسعه منطق خودتطبیقی سیستم‌های خودتطبیق به کمک یادگیری تقویتی عمیق
۸۲	

دستورالعمل و راهنمای نویسندگان

● مجله «اکتشاف و پردازش هوشمند دانش» مقاله‌های منتشر نشده پژوهشی در زمینه تخصصی؛ مدیریت دانش، مدیریت فناوری، مدیریت اطلاعات را می‌پذیرد.

الف: ارسال مقاله

● جهت ارسال مقاله می‌توانید از طریق سامانه نشریه <https://www.kdip.ir> اقدام نمایید.

ب: روش نگارش

● متن مقاله بر روی فایل ساده با فرمت (A4) WORD براساس شیوه نامه فرهنگستان زبان و ادب فارسی با حروف خوانا و تیره تایپ شود. کلیه صفحات مقاله از جمله صفحاتی که شامل جداول، تصاویر و نمودارها هستند دارای قطع یکسان باشند. در متن مقاله تا حد امکان از نوشتن کلمات خارجی خودداری کلیه صفحات مقاله دارای شماره بوده و از ۲۰ صفحه تجاوز نکند.

● دقت شود که نشانه‌های نگارشی مانند؛ نقطه، ویرگول، علامت سوال، علامت تعجب و علامت نقل قول (،، ؟، !:) به کلمه قبل از خود می‌چسبند و از کلمه بعدی فاصله می‌گیرند. پرانتز، قلاب و گیومه به کلماتی که آن‌ها را در میان گرفته‌اند می‌چسبند و از کلمات قبلی یا بعدی یک فاصله دارند. فاصله بین کلمات بیش از یکی فاصله نباشد.

● برخی کلمات دارای چند جزء مختلف هستند که لازم است به صورت جدا از هم، اما در قالب یک کلمه، بیایند، مانند پیشوند، پسوند و علامت جمع (ها)، «می» مضارع و در این گونه موارد، نباید فاصله‌ای میان اجزاء کلمه باشد مثال «دست‌ها» (و نه «دست‌ها») یا «می‌شود» (و نه «می‌شود»). برای حذف فاصله بدون آن که دو حرف به هم بچسبند از کلیدهای مذکور را پشت سر هم به این ترتیب استفاده نمایید (Ctrl+ -).

ج: نحوه تهیه مقاله

● هر مقاله تخصصی بایستی تحت نرم افزار Word و دارای چکیده فارسی و لاتین با واژگان کلیدی، مقدمه، مبانی یا ادبیات موضوع و روش تحقیق، نتایج بحث، منابع مورد استفاده و یک خلاصه باشد و اصول زیر در آن رعایت شود:

۱- مشخصات نویسنده یا نویسندگان که شامل؛ نام و نام خانوادگی، سمت، محل خدمت، عنوان و درجه علمی، شماره تماس، پست الکترونیکی به فارسی و انگلیسی و تاریخ و محل انجام تحقیق می‌باشد، در یک فایل مجزا (از قسمت فایل های الحاقی یا مکمل) ارسال شود در ضمن معرفی نویسنده مسئول الزامی است.

۲- عنوان مقاله (حداکثر در ۱۲ کلمه) در وسط صفحه اول نوشته شود. اگر مقاله قسمتی از یک سری مقالات پی در پی باشد عنوان اصلی سری مقاله‌ها همراه عنوان هر قسمت و شماره ترتیب مقاله‌ها نیز ذکر گردد.

۳- چکیده در عین مختصر بودن باید محتوای مقاله را برساند. در چکیده از منابع، جداول، نمودارها و کلمات اختصاری مبهم استفاده نشود. چکیده از ۲۵۰ کلمه تجاوز نکند و تمام آن در یک پاراگراف نوشته شود.

۴- مقدمه شامل؛ اطلاعات مربوط به سابقه‌های موضوع، اهمیت تحقیق و مسأله مورد مطالعه می‌باشد.

۵- مبانی یا ادبیات موضوع، محتوای تحقیق را بر اساس منابع معتبر تبیین می‌کند.

۶- روش شناسی موضوع مورد پژوهش مشخص و روشن بیان گردد.

۷- شماره هر جدول در بالا و سمت راست آن نوشته شود. عنوان جدول گویای نتایج مندرج در آن باشد، شماره جدول در متن نیز به تناسب اشاره شود.

۸- نتایج و بحث را می‌توان به طور توأم و یا مجزا منظور کرد. بحث شامل تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده در ارتباط با تحقیق مورد نظر باشد.

۹- منابع مورد استفاده شامل جدیدترین اطلاعات در زمینه مورد نظر باشد. فهرست منابع به ترتیب حروف الفبایی؛ نام خانوادگی نویسندگان مقاله‌ها مرتب و شماره گذاری شود. وقتی از چند اثر مختلف یک نویسنده استفاده می‌شود ترتیب شماره گذاری این مقاله‌ها برحسب سال انتشار آنها از قدیم به جدید انجام گیرد. لازم به ذکر است کلیه منابع مورد استفاده در متن به فارسی تنظیم شده و در انتهای مقاله، ابتدا منابع فارسی به ترتیب حروف الفبایی و سپس منابع لاتین به ترتیب حروف الفبایی اشاره شود. روش منبع نویسی به صورت (APA) ای.پی.ای. باشد. لطفاً به مثال‌های زیر توجه شود.

مجلات و نشریات

نام خانوادگی، نام، (سال). عنوان مقاله، نام نشریه، (شماره جلد) شماره نشریه و صفحه‌ها.
Poh, K. W.; Yuen, P. H., & Erkkö, A. (2005). Entrepreneurship, innovation, and economic growth: evidence from GEM data. *Small Business Economics*, 24(3), 335-350.

کتاب

نام خانوادگی، نام، (سال انتشار). (عنوان کتاب)، (نام و نام خانوادگی مترجم)، نوبت چاپ، محل نشر: ناشر.
۱۰- چکیده انگلیسی بایستی برگردان کامل و دقیق چکیده فارسی و شامل عنوان اصلی مقاله و واژه‌های کلیدی تهیه شود.

۱۱- روش ارجاع نویسی مقالات درون‌متنی (APA) و داخل پرانتز است؛ نام خانوادگی نویسنده، سال انتشار اثر و شماره صفحه یا صفحاتی که مطلب از آن برداشته شده است، باید در متن ذکر شود (نام خانوادگی، سال، شماره صفحه). برای منابع فارسی (تألیف یا ترجمه) حتماً نام نگارنده به فارسی و سال انتشار اثر به شمسی نوشته شود و برای منابع لاتین حتماً نام به انگلیسی و سال به میلادی نوشته شود.

د: سایر موارد

- ۱۲- مسئولیت هر مقاله از نظر محتوای علمی و نظرات مطرح شده در متن آن، به عهده نویسنده و یا نویسندگان مسئول مقاله خواهد بود.
- ۱۳- تا قبل از پایان مراحل نهایی چاپ، در صورتی که مشخص گردد مقاله منتخب به هر شکلی در جای دیگری به چاپ رسیده است از انتشار آن جلوگیری خواهد شد.
- ۱۴- در صورتی که مقاله برای چاپ پذیرفته نشود در بخش بایگانی مجله محفوظ خواهد بود و به نویسنده برگردانده نخواهد شد.
- ۱۵- مقاله‌ها توسط هیأت تحریریه و با همکاری متخصصان داوری شده و در صورت تصویب بر طبق ضوابط خاص مجله به نوبت، چاپ خواهد شد.
- ۱۶- مجله در رد یا قبول جرح و تعدیل و ویراستاری ادبی مقاله‌ها اختیار تام دارد.
- ۱۷- به طور کلی به موارد زیر نیز توجه شود:

- در فایل اصلی مقاله اسم نویسنده یا نویسندگان ذکر نشود، مشخصات کامل نویسنده مسؤول و نویسندگان اعم از درجه علمی، تخصص، محل کار، آدرس پستی، الکترونیکی، شماره تماس و فاکس به صورت فارسی و لاتین در یک فایل مجزا و در فایل‌های الحاقی یا مکمل ارسال شود.
- تعداد صفحات مقاله از ۲۰ صفحه بیش‌تر نباشد.
- تعداد کلمات چکیده از ۲۵۰ کلمه تجاوز ننماید.
- مقاله در صفحه ۴۴ و با تنظیمات از هر طرف ۲ سانتی متر و فاصله بین خطوط در متن مقاله ۱ باشد.

- مقاله فقط با برنامه word ۲۰۰۳ یا ۲۰۰۷، فونت متن مقاله Nazanin b سایز (اندازه) ۱۲ و فونت منابع داخل متن Times New Roman سایز (اندازه) ۱۰ و منابع پایان متن Times New Roman سایز (اندازه) ۱۱ باشد.
- عنوان مقاله به لاتین فقط کلمه اول حرف اول آن به صورت حرف بزرگ باشد و مابقی کلمات با حروف کوچک آورده شود.
- تمام اجزای مقاله در یک فایل آورده شود مانند: چکیده فارسی، لاتین، منابع، جدول ها و ...
- جدول ها و نمودارها رنگی نباشند و از کلمات و عنوان فارسی استفاده شوند.
- در منابع پایان متن از گذاشتن گیومه («یا») خودداری شود.
- در منابعی که سه تا پنج نویسنده دارد برای اولین بار همه نویسندگان آورده می شود و برای بار دوم از واژه «همکاران» استفاده شود.
- اگر منبعی بیش از ۶ نفر نویسنده دارد از همان ابتدا از واژه «همکاران» استفاده شود.
- در منابع داخل و پایان متن با دو نویسنده، بین نام دو نویسنده از «و در متن و» در پایان متن» استفاده شود.
- در منابع پایان متن: در منابعی که برگرفته از مقالات می باشد نام مجله به صورت ایتالیک شود. منابعی که برگرفته از کتاب می باشد نام کتاب به صورت ایتالیک شود.
- در منابعی که از نام سازمان استفاده شده، در داخل متن برای اولین بار نام کامل آن سازمان ذکر شود و برای بار دوم نام اختصاری سازمان آورده شود.
- منابع آخر متن شماره گذاری باشد (به ترتیب شماره های منابع فارسی و لاتین پشت سر هم بیاید).
- در چکیده منبع دهی مرسوم نمی باشد.
- کلید واژه فارسی بعد از چکیده فارسی قرار بگیرد و کلید واژه لاتین بعد از چکیده لاتین.
- ابتدا چکیده و واژگان فارسی، سپس چکیده و واژگان لاتین بیاید.
- منابع داخل متن آورده شود و به صورت شماره گذاری در متن نباشد در منابع داخل متن لازم نیست سال در پرانتز دیگری قرار بگیرد نام نویسنده و سال و غیره فقط در یک پرانتز قرار بگیرد.
- منابع آخر متن، شماره گذاری نباشد و اول هر منبع تورفتگی داشته باشد.
- شایان ذکر است رعایت موارد فوق، جهت قرار دادن مقاله در فرمت اولیه این نشریه بوده و به معنای پذیرش مقاله نمی باشد.
- دریافت مقاله صرفا به صورت الکترونیکی از طریق سامانه نشریه امکان پذیر است.

تنظیم خلاصه (چکیده مبسوط)

- خلاصه مقاله (در پایان مقاله) یا به عبارت دیگر، چکیده مبسوط به این ترتیب تنظیم شود.
- تعداد واژگان بکاررفته بین ۷۰۰ تا ۸۵۰ واژه باشد.
- در چکیده مبسوط، نیازی به ارایه منبع درون متن نیست.
- تیتراهای این بخش شامل موارد زیر باشد:

INTRODUCTION

THEORETICAL FRAMEWORK

METHODOLOGY

RESULTS & DISCUSSION

CONCLUSIONS & SUGGESTIONS

Keywords:

References

سخن سردبیر

«بسمه تعالی»

پویایی فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی، حرفه‌ای و علمی جامعه را می‌توان در پویایی قلمروی حوزه‌های نشر آن رصد نمود. به طور معمول در زمینه‌های علمی، آموزشی و حرفه‌ای، جلوه‌های تولید علم و گسترش نشر را می‌توان در قلمرو انتشار مجله‌ها و کتاب‌های علمی مورد بررسی قرار داد. اینک که چهارمین شماره از نشریه «اکتشاف و پردازش هوشمند دانش» پیش روی مخاطبان و محققان و در معرض داوری ایشان است، بر خود لازم می‌دانیم از تلاش‌های مستمر مدیران، اعضای هیات علمی و دانشگاه‌هایانی که، موسسه آموزش عالی فردوس، رایاری نمودند، داورانی که مقالات رسیده را مورد ارزیابی و بررسی قرار دادند، و ارائه دهندگان مقاله به نشریه سپاسگزاری نماییم. این نشریه، با هدف ارائه مجموعه تحقیقات و فعالیت‌های علمی در حوزه‌های مدیریت و کامپیوتر، چهارمین شماره را تقدیم حضور اساتید و محققین می‌کند. هدف آن است تا با استفاده از پتانسیل‌های عظیم و ارتباط مستمر با صاحب‌نظران و اندیشمندان، و دریافت مقالات علمی و نظرات ایشان، امکان فضایی مناسب و باکیفیت را فراهم آورد. لذا پذیرای دریافت مقالات علمی و نظرات ارزشمند شما عزیزان هستیم، باشد که با تلاش و جدیتی خالصانه، در راستای رسالت علمی که بر عهده داریم، گامی اندک و موثر برداریم.

مقاله پژوهشی

بهبود تشخیص بیماری‌های قلبی - عروقی با استفاده از سیستم تصمیم‌یار هوشمند با رویکرد رایانش مه

Doi: 10.30508/kdip.2023.368618.1061

حجت آزادروش^۱ | حمید طباطبایی^۲

۱- گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، ایران، مشهد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۷/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۲

صفحه: ۰۰ - ۰۰

چکیده

بیشترین نوع بیماری‌های قلبی شامل؛ بیماری مادرزادی قلبی، نارسایی قلبی، کاردیومیوپاتی، بیماری روماتیسمی قلب، تنگی ریوی و بیماری عروق کرونر است. تشخیص بیماری‌های قلبی - عروقی از طریق علائم، یک چالش بزرگ در شرایط جهانی فعلی است. اگر به موقع تشخیص داده نشود، ممکن است عامل مرگ و میر شود. به دلیل دسترسی محدود پزشکان متخصص قلب به مناطق دورافتاده، یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری هوشمند با رویکرد رایانش مه می‌تواند به عنوان یک راهکار موثر در بهبود تشخیص بیماری‌های قلبی - عروقی استفاده شود. هدف این مقاله ارائه یک سیستم تصمیم‌یار هوشمند به منظور بهبود تشخیص بیماری‌های قلبی - عروقی بر اساس رایانش مه است. در ابتدا، اطلاعات و پرونده‌های پزشکی ۱۰۰ بیمار جمع‌آوری می‌شوند. سپس داده‌های ورودی، باید پاک‌سازی و نرمال‌سازی شوند، سپس بر اساس الگوریتم‌های استخراج ویژگی، ویژگی‌ها استخراج، انتخاب و وزن‌دهی می‌شوند. بعد از آن با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، داده‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که معیار دقت در روش‌های پیشنهادی بالاتر از مقاله پایه است. در روش پیشنهادی ممتیک - ژنتیک دقت ۹۳ درصد و در روش پیشنهادی گراف کاوی - ژنتیک دقت ۹۱ درصد و در مقاله پایه دقت ۸۶ درصد می‌باشد. روش‌های پیشنهادی توانسته سطح بیشتری را نسبت به مقاله پایه در منحنی ROC ارائه شده، پوشش دهد. در روش ممتیک - ژنتیک در نقطه صفر مقدار $TPR=۰.۳۸$ بوده و در روش گراف کاوی - ژنتیک در نقطه صفر مقدار $TPR=۰.۲$ است. در حالی که در مقاله پایه، TPR مقدار آن صفر در نظر گرفته شده است. همچنین روش ممتیک - ژنتیک سریع‌تر می‌تواند به مقدار یک در TPR برسد. نقطه‌ای که به مقدار ۱ رسیده است، ۴٪ می‌باشد، خطای میانگین مربعات روش‌های پیشنهادی عملکرد بهتری نسبت به مقاله پایه داشته و برای روش ترکیبی ممتیک - ژنتیک و گراف کاوی - ژنتیک مقادیر ۱۱ و ۱۵ درصد را به خود اختصاص داده است.

کلمات کلیدی: سیستم تصمیم‌یار هوشمند، رایانش مه، سیستم‌های اطلاعاتی، تشخیص بیماری قلبی - عروقی.

۱- مقدمه

بیماری‌های قلبی-عروقی اولین مشکلی است که برای دنیا وجود دارد. بیماری‌های قلبی-عروقی بیش از مرگ افراد در اولین حمله قلبی رخ می‌دهند. اما نه تنها برای حمله قلبی، مشکلاتی برای سرطان سینه، سرطان ریه و بطن وجود دارد. مصرف شیر، و غیره ضروری است که می‌تواند میزان شیوع بیماری‌های قلبی-عروقی را در هزاران نمونه از بین ببرد. در حال حاضر بیماری‌های قلبی-عروقی دلیل اصلی مرگ و میر در جهان است. در طول چند سال گذشته، انواع بیماری از قلب اتفاق می‌افتد. دلایل مختلفی وجود دارد که عامل خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی را افزایش می‌دهد. این بیماری بیشتر در مردان به دلیل عادت به سیگار کشیدن دیده می‌شود (علی، کریم و محمد، ۲۰۲۲). شواهد موجود در تغییر سبک زندگی مردم نشان می‌دهد که شیوع بیماری قلبی-عروقی در ایران رو به افزایش است. بیشترین نوع معمول از بیماری‌های قلبی؛ بیماری مادرزادی قلبی، نارسایی قلبی، فشارخون بالا، کاردیومیوپاتی، بیماری روماتیسمی قلب، تنگی ریوی و عروق کرونر بیماری عروق است. اگر عملکرد قلب به درستی انجام نشود و هر کدام از ناراحتی‌های قلبی بروز داده شود به بخش‌های دیگر بدن نیز تأثیر می‌گذارد و بنابراین لازم است که این بیماری سریع تشخیص داده شود (لیمام، زوهاری، و اوسالتی، ۲۰۲۲).

امروزه بسیاری از بیمارستان‌ها از سیستم مدیریت اطلاعات بیمارستان برای مدیریت داده‌های بیماران و یا بهداشت و درمان استفاده می‌کنند. این سیستم‌ها مقدار زیادی داده شامل اعداد، متون، نمودارها و عکس‌ها ایجاد

می‌کنند. متاسفانه این داده‌ها به ندرت در تصمیم‌گیری‌های کلینیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. سوالی که ذهن اکثر متخصصان این حوزه را به خود مشغول کرده این است که چگونه می‌توان داده‌ها را تبدیل به اطلاعات مفید نمود که کادر پزشکی را قادر به تصمیمات کلینیکی هوشمندانه نماید. از سوی دیگر، روش‌های داده‌کاوی روی داده‌ها به دنبال تایید آنچه از قبل وجود دارد، نیستند بلکه به دنبال مشخص کردن الگوهای از قبل شناخته نشده هستند. همچنین هزینه و عوارض جانبی روش‌های تشخیصی بیماری قلب سبب شد که محققان به دنبال روش‌های ارزان و با دقت بالا برای تشخیص این بیماری باشند (لینگ، وانگ، تان و لی، ۲۰۱۷). سیستم‌های تصمیم‌یار هوشمند، سیستم‌های اطلاعاتی هستند که با بکارگیری مدل‌ها، داده، اطلاعات و دانش جمع‌آوری شده، جهت یاری رساندن به مدیران جهت حل مسائل غیر ساخته و شبه ساخت یافته توسعه می‌یابند. برای انجام هر پروژه، تعریف متدولوژی خاص لازم است. برای تعریف متدولوژی خاص نیز باید به سراغ الگوهای فرآیند رفت تا مجموعه مفیدی از قطعات متدولوژی مختلف حاصل آید. این سیستم‌ها دارای قابلیت‌های تحلیلی پیشرفته‌ای هستند که به کاربران اجازه داده شده است تا از مدل‌های تصمیم‌گیری مختلفی برای تحلیل اطلاعات استفاده کنند. سیستم‌های هوشمند) سیستم خیره و شبکه‌ی عصبی (دارای ساختار، اجزا و قابلیت‌هایی هستند که در مجموع قابلیت تصمیم‌گیری را ارتقا می‌دهند. به همین دلیل، از آنها در موارد بسیاری در پزشکی استفاده شده است (پوگازندی و همکاران، ۲۰۱۷؛

- 1- Ali, Kareem, & Mohammed
- 2- Limam, Zouhair, & Oueslati
- 3- Ling, Wong, Tan, & Lee
- 4- Pughazendi etal

سومیا و سامیترا، ۲۰۱۲).

یکی از مزایای این سیستم‌ها، در نظر گرفتن راه‌حل‌های متنوع‌تر است. هوش مصنوعی به پزشک کمک می‌کند تا متغیرهای بیشتر و متنوع‌تری را در زمان تشخیص بیماری یا انتخاب درمان در نظر بگیرد. به عبارتی، با توجه به محدودیت یادآوری ذهن، پزشک ممکن است تمام متغیرهای لازم برای تصمیم‌گیری برای نمونه علائم یا نتایج آزمایش‌ها را در آن واحد در نظر نگیرد یا آن‌ها را فراموش کند یا در پی کسب اطلاعات در خصوص آن نباشد. اما از آنجا که روابط بین این متغیرها در زمان طراحی سیستم در آن لحاظ می‌گردد، بنابراین احتمال نادیده گرفتن برخی از این عوامل یا در نظر گرفتن تأثیر آنها کمتر یا بیشتر از حد معقول، کاهش می‌یابد. بنابراین با توجه به کیفیت تعریف این روابط، می‌توان انتظار داشت تا تصمیمات پزشکان دقیق‌تر شود (خمامی، رضوانیان، مبهدی و باقری، ۲۰۲۱؛ چن و همکاران، ۲۰۱۴). هدف مقاله حاضر این است که یک سیستم تصمیم‌یار هوشمند به منظور بهبود تشخیص بیماری‌های قلبی-عروقی مبتنی بر رایانش مه ارائه شود.

۲- مبانی نظری

کایا و همکارانش یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای پیش‌بینی خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی در بیماران هندی با استفاده از روش یادگیری ماشین پیشنهاد کردند. آنها از الگوریتم ژنتیکی برای تصمیم‌گیری در مورد الگوی اثر بالا و مقدار بهینه آنها استفاده کرده‌اند. همچنین از روش‌های نظری برای اجرای الگوریتم یادگیری ماشین استفاده شد (کایا، اوران و ارسلان، ۲۰۱۱). فلورنس و همکارانش برای تشخیص بیماری مادرزادی قلب، از یک طبقه‌بندی‌کننده مبتنی بر قانون فازی استفاده کردند که بیماری ساختاری و عملکردی قلب را تعیین می‌کند. آنها از روش رای‌گیری وزنی و روش تک برنده استفاده کرده‌اند.

نتیجه نشان داده است که روش رای‌گیری وزنی به طور کلی باعث افزایش دقت طبقه‌بندی بیماری مادرزادی قلب شده است (فلورنس، اما، آناپورانی، و ملاتھی، ۲۰۱۴).

آنوجی یک روش نورو-فازی لایه بردار برای پیش‌بینی در مورد وقوع بیماری قلبی عروق کرونر توسط نرم‌افزار متلب پیشنهاد کردند. اجرای رویکرد یکپارچه عصبی-فازی دارای خطای کم و عملکرد بالا در تجزیه و تحلیل نتیجه برای وقایع بیماری عروق کرونر ایجاد کرده است (آنوجی، ۲۰۱۲). امیرساراج و همکارش، یک سیستم متخصص فازی برای تشخیص بیماری قلبی پیشنهاد کردند. نویسندگان در این مقاله، چندین متغیر از جمله درد قفسه سینه، فشار خون، کلسترول، قند خون، حداکثر ضربان قلب، جنس الکتروکاردیوگرافی^۷، ورزش به عنوان ورودی وضعیت تشخیص بیمار استفاده شده است (امیرساراج و راجسوار، ۲۰۱۸). مالایم و همکارش، در کار خود از الگوریتم‌های مختلف برای پیش‌بینی بیماری از چندین ویژگی هدف استفاده کردند. آنها روش‌های پیش‌بینی حمله قلبی هوشمند و مؤثر را با استفاده از داده‌کاوی ارائه داده‌اند. برای پیش‌بینی حمله قلبی به طور قابل توجهی ۱۵ ویژگی ذکر شده است. علاوه بر این ۱۵ مورد ذکر شده در ادبیات پزشکی و سایر تکنیک‌های داده‌کاوی، به عنوان مثال، سری زمانی، خوشه‌بندی و قوانین انجمن را در بر می‌گیرد (مالایم و آلیبوغلو، ۲۰۱۶). مانوگرن و همکارانش از الگوریتم مبتنی بر یادگیری چند هسته‌ای با سیستم استنباطی عصبی-فازی برای تشخیص بیماری استفاده کردند. تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های مربوط به بیماری‌های قلبی حاکی از آن است که افراد در مجموعه سنی ۴۰-۶۰ سال باید از علائم بیماری قلبی آگاه باشند زیرا این مجموعه سن بیشتر خطرات بیماری قلبی را به همراه دارد. مردان نسبت به جنسیت زن خطرات بیشتری از بیماری قلبی دارند (مانوگرن، وارساراجان، و پریان، ۲۰۱۸). اما، یک سیستم پیش‌بینی حمله قلبی هوشمند و مؤثر را با

- 1- Sowmiya, & Sumitra
- 2- Khomami, Rezvanian, Meybodi, & Bagheri
- 3- Chen et al
- 4- Kaya, Oran, & Arslan
- 5- Florence, Amma, Annapoorani, & Malathi
- 6- Anooj
- 7- ECG
- 8- Amirtharaj, & Rajeswari
- 9- Mülâyim, & Alaybeyolu
- 10- Manogaran, Varatharajan, & Priyan

حذف ویژگی بازگشتی برای انتخاب ویژگی‌های مناسب از مجموعه داده‌های موجود استفاده شده است. علاوه بر این، برای پیش پردازش داده‌ها از تکنیک اقلیت مصنوعی و روش‌های اسکالر استاندارد استفاده شده است. در آخرین مرحله از توسعه سیستم ترکیبی پیشنهادی، نویسندگان از ماشین بردار پشتیبان، رگرسیون لجستیک، جنگل تصادفی و طبقه‌بندی‌کننده آداپوست استفاده کرده‌اند. مشخص شده است که این سیستم دقیق‌ترین نتایج را با طبقه‌بندی جنگل تصادفی ارائه کرده است. نتایج کار آنها دارای دقت ۸۶٫۶٪ می‌باشد که نسبت به برخی از سیستم‌های پیش‌بینی بیماری قلبی موجود در ادبیات پیشین بهتر است (رانی، کومار، احمد، و جاین^۵، ۲۰۲۱).

روش گراف کاوی

یکی از روش‌های گراف کاوی، روش حریمانه Kempe است. رویکرد حریمانه‌ی استفاده شده توسط Kempe با یافتن بهترین رأس برای فعالسازی با استفاده از روش جستجوی فراگیر شروع می‌شود. انجمن در گراف به عنوان مجموعه‌ای متراکم از گره‌های متصل بهم در نظر گرفته می‌شود که به صورت خلوت به سایر بخش‌های گراف متصل شده‌اند. به عبارت دیگر، یک انجمن در یک گراف متشکل از گروه‌های از گره‌هایی باشد که روابط بیشتری در داخل انجمن با هم دارند و روابط بسیار کم و خلوتی با سایر گروه‌ها در گراف دارند. هر گره رابه عنوان یک انجمن مقداردهی اولیه می‌کند و دو انجمن را با در نظر گرفتن بیشترین افزایش ماژولاریتی با کمترین کاهش ماژولاریتی ادغام می‌کند. این فرایند تا زمانی که تمام گره‌های شبکه متعلق به یک انجمن باشند، تکرار می‌شوند. این الگوریتم از معنای فیزیکی ماژولاریتی استفاده می‌کند، هرچه ماژولاریتی بیشتر باشد ساختار انجمن مربوطه بهتر است. در زیر شبه کد الگوریتم Kempe نشان داده شده است. یک رأس فعال می‌شود و سپس مدل انتشار به دفعات دلخواه به کار گرفته می‌شود. پس از آزمایش همه‌ی رؤوس، رأسی که تعداد بیشتری از رؤوس را فعال کرده باشد انتخاب می‌شود.

استفاده از داده‌کاوی و شبکه عصبی مصنوعی ارائه دادند. آنها از خوشه‌بندی K به معنی استخراج داده‌های مناسب برای حمله قلبی استفاده کردند. همچنین از الگوریتم MAFIA برای استخراج الگوهای مکرر استفاده کردند (آما^۱، ۲۰۱۲). پینتو و همکارانش برای توصیف آنتی بیوتیک‌هایی با مصرف محدود، یک آیدی اس^۲ مبتنی بر عامل تعریف کردند، این سیستم با داشتن انواع مختلفی از عامل‌ها کار می‌کند. این عامل‌ها، دستیاران آزمایشگاهی هستند که نتایج آزمایشگاه و متخصصان داروسازی رابه عهده می‌گیرند و با استفاده از دانش خود در مورد داروهای پزشکی و وضعیت فعلی، راهکارهای درمانی جایگزین را ارائه داده‌اند (پینتو، کابرال و گومز^۳، ۲۰۱۷).

آروی و همکارانش یک سیستم عامل تلفن همراه برای جمع‌آوری داده‌های پزشکی از بیمارستان‌های مختلف و سایر منابع داده استفاده کردند. یک سیستم تصمیم‌یار برای تشخیص پزشکی بیمار نشان داده شده است که بیمار داده‌های پزشکی خود را با پرسش‌نامه بر روی گوشی خود انجام می‌دهد. سپس سیستم تصمیم‌یار بر اساس داده‌های بدست آمده و آنالیز آن بیماری وی را تشخیص می‌دهد. همچنین این سیستم گزینه‌های مختلفی را در اختیار بیمار قرار می‌دهد که بیمار با توجه به نوع بیماری یا علائم آیکون‌های موجود را انتخاب می‌کند و سپس به پرسش‌های آن بخش پاسخ می‌دهد (آروی، پیرینی، و واس^۴، ۲۰۱۸).

رانی و همکارانش یک سیستم تصمیم‌یار هوشمند برای پیش‌بینی بیماری قلبی بر اساس یادگیری ماشین ارائه دادند. در این مقاله، نویسندگان یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌یار هوشمند ترکیبی را پیشنهاد کرده‌اند که می‌تواند به تشخیص زودهنگام بیماری قلبی-عروقی بر اساس پارامترهای بالینی بیمار کمک کند. نویسندگان از روش‌های چند متغیره مبتنی بر الگوریتم معادلات زنجیره‌ای برای رسیدگی به مفادیرگمشده استفاده کرده‌اند. یک الگوریتم انتخاب ویژگی ترکیبی از الگوریتم ژنتیک و

- 1- Amma
- 2- IDSS
- 3- Pinto, Cabral, & Gomes
- 4- Árvai, Perényi, & Vass
- 5- Rani, Kumar, Ahmed, & Jain

Algorithm 1 GeneralGreedy(G, k)

```

1: initialize  $S = \emptyset$  and  $N = 20000$ 
2: for  $i = 1$  to  $k$  do
3:   for each vertex  $v \in V \setminus S$  do
4:      $s_v = 0$ .
5:     for  $i = 1$  to  $N$  do
6:        $s_v += |RanCas(S \cup \{v\})|$ 
7:     end for
8:      $s_v = s_v / N$ 
9:   end for
10:   $S = S \cup \{\arg \max_{v \in V \setminus S} \{s_v\}\}$ 
11: end for
12: output  $S$ .

```

شكل (۲): شبه كد الگوریتیم Kempe (كایا و همكارانش، ۲۰۱۱)

در سیستم‌های بزرگ دارد.

روش ممیتک

الگوریتیم ممیتک، یک الگوریتیم مبتنی بر جمعیت است که برای مسایل بهینه‌سازی پیچیده و بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. ایده اصلی این الگوریتیم، به کارگیری یک روش جستجوی محلی در درون ساختار الگوریتیم ژنتیک برای بهبود کارایی فرایند تشدید هنگام جستجو است. در شكل شماره (۳)، شبه كد الگوریتیم ممیتک نشان داده شده است.

برمبنای شكل شماره (۲)، هر یک از رؤوس باقیمانده به این رأس اولیه اضافه می‌شود و دوباره شبیه‌سازی‌ها برای انتخاب بهترین رأس برای اضافه کردن به مجموعه رؤوس اولیه اجرامی‌شود. این فرآیند آنقدر تکرار می‌شود تا k رأس انتخاب شوند. در این روش می‌توان تعداد رؤوس اولیه دلخواه فعال را مشخص کرد. این روش از روش‌های دیگر ساده‌تر است زیرا تنها به گراف شبکه و تعداد دلخواه رؤوس تأثیرگذار به عنوان ورودی نیاز دارد. اما در این روش اجتماعات در نظر گرفته نشده‌اند و همچنین، این روش اگرچه کارایی مناسبی دارد، اما سرعت بسیار کمی به ویژه

Memetic Algorithm Template

```

Begin
  INITIALIZE population;
  EVALUATE each candidate;
  Repeat Until (TERMINIATION CONDITION) Do
    SELECT parents;
    RECOMBINE to produce offspring;
    MUTATE offspring;
    IMPROVE offspring via Local Search;
    EVALUATE offspring;
    SELECT individuals for next generation;
  endDo
End

```

شكل (۳): شبه كد الگوریتیم ممیتک (كایا و همكارانش، ۲۰۱۱)

از دو بخش عملگرهای الگوریتیم ژنتیک و جستجوی محلی ساخته شده است. جمعیت اولیه معمولاً بصورت تصادفی ساخته می‌شود و پروسه تکاملی بوسیله عملگرهای الگوریتیم ژنتیک مانند انتخاب، تقاطع و جهش انجام می‌گیرد. هر مشخصه شامل راه‌حلی با مقدار برآزش متناظر است که از تابع برآزش به دست می‌آید. از تابع برآزش برای

الگوریتیم پیشنهادی شامل دو استراتژی است که شامل زمان‌بندی داده‌ها بر پایه الگوریتیم ممیتک و طرح‌بیداری است. استراتژی اول داده‌های اضافی را بر پایه زمان‌بندی با الگوریتیم ممیتک غیر فعال می‌کند. سپس از طرح‌بیداری برای مدیریت بهینه‌سازی برای استخراج و آموزش داده‌ها در هر مرحله استفاده می‌شود. الگوریتیم ممیتکی

که در آن صورت کسر نشان دهنده تعداد داده‌های فعال موجود در پایگاه داده است. نسبت ابزار داده برای داده k ام به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$N_1^k = \frac{\sum_{g=1}^N lk, g}{N} \quad \text{فرمول (۳)}$$

الگوریتم ممتیک در ابتدا مجموع‌های از جواب‌های اولیه را رمزگذاری می‌کند. آنگاه این الگوریتم میزان مطلوبیت هر یک از جواب‌ها را بر اساس یک تابع برازندگی محاسبه کرده و با استفاده از عملگرهایی چون تقاطع و جهش، جواب‌های جدیدی را تولید می‌کند. در پایان، هر نسل روی مجموع‌های از جواب‌های آن نسل، یک جستجوی محلی با هدف تشدید فرایند جستجو انجام می‌شود تا کیفیت جواب‌های بهینه محلی افزایش یابد. در ادامه، شکل شماره (۴) شبه کد جستجوی محلی در الگوریتم ممتیک نشان داده شده است.

مشخص کردن بهینگی راه حل استفاده می‌شود. بعد از تکمیل عملیات از جستجوی محلی برای افزایش مقدار برزش استفاده می‌شود. با تکرار این عملیات جمعیت جدید از افراد برتر تولید می‌شود و نتایج حاصله به نقطه بهینه نزدیک خواهند شد.

الگوریتم ممتیک جهت تعیین مقدار بهینگی و نزدیک شدن به جواب نهایی در کروموزوم موجود در یک مسئله از تابع برازندگی استفاده می‌کند. ساختار برای تعیین بردار پوشش در کروموزوم k ام از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\bar{w}(k) = (lk, 1. \pi 1) \vee (lk, 2. \pi 2) \dots \vee (lk, N. \pi N)$$

می‌توان درصد پوشش یک کروموزوم را به صورت زیر محاسبه نمود:

$$\varepsilon^k = \frac{\|\bar{w}(k)\|^2}{M} \quad \text{فرمول (۲)}$$

```

Step 1: Input a population  $Pop_k = \{u_1, u_2, \dots, u_\rho\}_k$  to the local search unit.
Step 2: Let  $u_i$  be the  $i$ -th chromosome in  $Pop_k$ , and  $N$  be the length of  $u_i$ . According to the definition of allele  $\ell_{i,j}$ , we know that  $u_i$  is a binary string composed of  $\ell_{i,j}$ , where  $\forall i, 1 \leq j \leq N$ .
For  $i = 1$  to  $\rho$  do
  For  $j = 1$  to  $N$  do
    If the value of  $\ell_{i,j}$  is equal to one then
      Record the allele  $\ell_{i,j}$  in the array  $S_i$ .
    End
  End
End
Step 3: For  $y = 1$  to  $\rho$  do
  Let  $h$  be the length of  $S_y$ .
  For  $l = 1$  to  $h$  do
     $fitness1 = fit(u_y)$ ; //  $fit()$  is the fitness function.
    In  $u_y$ , let the allele  $c_{mp}$ , corresponding to the  $l$ th element in  $S_y$ , be zero.
     $fitness2 = fit(u_y)$ ; // Re-evaluate the fitness
    If  $fitness1 > fitness2$  then
      Let  $c_{mp}$  equal to one.
    End
  End
End
Step 4: Output the improved  $Pop_k$ .
    
```

شکل (۴): شبه کد جستجوی محلی در الگوریتم ممتیک (فلورنس و همکاران، ۲۰۱۴)

ماشین بردار پشتیبان

گفتیم که بعد از استخراج داده‌ها نیاز است که داده‌ها طبقه‌بندی شوند، برای این کار از یکی از روش‌های مطرح داده‌کاوی یعنی ماشین بردار پشتیبان استفاده شده است. قبل از تقسیم خطی، برای اینکه ماشین بتواند داده‌های با پیچیدگی بالا را دسته‌بندی کند داده‌ها به وسیله تابع ϕ به فضای با ابعاد خیلی بالاتر برده می‌شود.

جستجوی محلی به کارگرفته شده در الگوریتم ممتیک، می‌تواند ضعف روش‌های تکاملی همچون الگوریتم ژنتیک را در تشدید فرایند جستجو رفع کند. شرط توقف الگوریتم پیشنهادی این است که مقدار کروموزوم پس تعداد تکراری که بوسیله حد آستانه مشخص می‌شود تغییر نکند.

برای اینکه بتوان مساله ابعاد خیلی بالا با استفاده از این روش‌ها حل کرد از قضیه دوگانگی لاگرانژ برای تبدیل مساله مینیمم‌سازی مورد نظر به فرم دوگانگی آن که در آن به جای تابع پیچیده ϕ که ما را به فضایی با ابعاد بالا می‌برد، تابع ساده‌تری به نام تابع هسته که ضرب برداری تابع ϕ است، استفاده می‌شود. از توابع هسته مختلفی از جمله هسته‌های نمایی، چند جمله‌ای و سیگموئید می‌توان استفاده نمود. فرض شود مجموعه داده آموزشی D شامل n عضو در اختیار است که به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود.

فرمول (۴)

$$D = \{(x_i, y_i) | x_i \in R^P, y_i \in \{-1, 1\}\}_{i=1}^n$$

جایی که مقدار y_i برابر یک یا -۱ و هر X_i یک بردار حقیقی P بعدی است. هدف پیدا کردن ابر صفحه جداکننده با بیشترین فاصله از نقاط حاشیه‌ای است که نقاط $y_i = 1$ را از نقاط $y_i = -1$ جدا کند. هر ابر صفحه می‌تواند به صورت مجموعه‌ای از نقاط X که شرط در رابطه زیر را ارضا کند، تعریف شود:

فرمول (۵)

$$w \cdot x - b = 0$$

جایی که W بردار نرمال است، که به ابر صفحه عمود است. قرار است W, b را طوری انتخاب شود که بیشترین فاصله بین ابر صفحه‌های موازی که داده‌ها را از هم جدا می‌کنند، ایجاد شود. این ابر صفحه با استفاده از رابطه زیر تعریف می‌شود:

فرمول (۶)

$$\begin{aligned} w \cdot x - b &= 1 \\ w \cdot x - b &= -1 \end{aligned}$$

اگر داده‌های آموزشی جدایی پذیر خطی باشند، می‌توان دو ابر صفحه در حاشیه نقاط به طوری که هیچ نقطه مشترکی نداشته باشند، در نظر گرفت و سپس سعی شود، فاصله آنها را، ماکسیمم کرد. برای اینکه از ورود نقاط به حاشیه جلوگیری شود، شرایطی که در ادامه است، اضافه می‌شود:

فرمول (۷)

$$\begin{aligned} w \cdot x_i - b &\geq 1 & \text{for } x_i \\ w \cdot x_i - b &\leq -1 & \text{for } x_i \end{aligned}$$

این می‌تواند به صورت رابطه زیر نوشت:

فرمول (۸)

$$y_i (w \cdot x_i - b) \geq 1 \quad \text{for all } 1 \leq i \leq n$$

با کنار هم قرار دادن این دو یک مسئله بهینه‌سازی به دست می‌آید، که در رابطه زیر نشان داده شده است:

فرمول (۹)

$$\begin{aligned} & \text{Minimize } (in^{w,b}): ||W|| \\ & \text{Subject to } (for any } i = 1, \dots, n) \\ & y_i (w \cdot x_i - b) \geq 1 \end{aligned}$$

می‌توان رابطه بالا را با استفاده از ضرایب منفی لاگرانژ به صورت رابطه زیر بدست آورد.

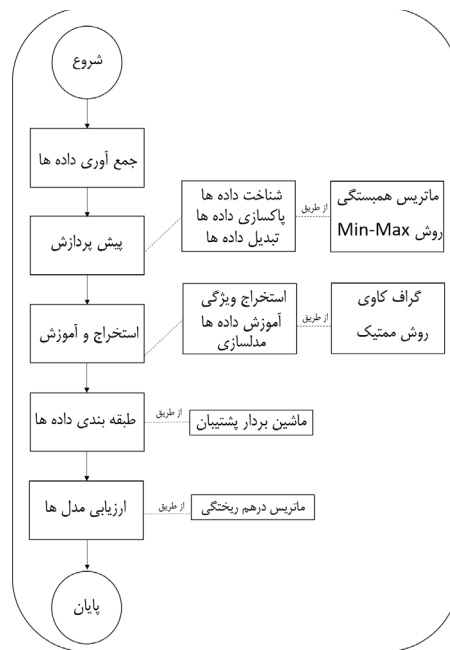
فرمول (۱۰)

$$\text{Min}_{W,b,a} \{ \frac{1}{2} ||W\} ||^2 - \sum_{i=1}^n a_i [y_i (W \cdot X_i - b) - 1] \}$$

۳- روش تحقیق

داده‌ها استخراج شده و آموزش ببیند تا یک مدل درستی برای تشخیص و تعیین ارتباط بین بیماری‌ها ایجاد شود. برای این منظور از دوروش گراف کاوی و روش ممتیک به صورت جدا استفاده شده است. یعنی یکبار داده‌ها به وسیله روش‌های گراف کاوی استخراج و آموزش می‌بینند، یکبار هم با استفاده از الگوریتم ممتیک. هر دو الگوریتم از روش‌های مطرح در این زمینه هستند و برای اینکه بتوانیم در این پژوهش بهترین مدل را ارائه کنیم لازم است از دو روش برای مقایسه باهم استفاده کنیم. و در قسمت ارزیابی می‌توان این دوروش را از لحاظ دقت و پیچیدگی‌های زمانی مقایسه کرد. در ادامه شکل شماره (۵)، روش تحقیق نشان داده شده است.

در ابتدا داده‌ها از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری می‌شود. این داده‌ها شامل اطلاعات و پرونده پزشکی ۱۰۰ نفر از بیماران می‌باشد. سپس داده‌های ورودی، ابتدا باید پاکسازی و نرمالسازی شوند و سپس بر اساس الگوریتم‌ها استخراج ویژگی، ویژگی‌ها انتخاب می‌شوند و به آن‌ها وزن داده می‌شود. در مرحله پیش پردازش داده‌ها سه گام اساسی شامل شناخت داده‌ها، پاکسازی داده‌ها و تبدیل داده‌ها انجام می‌شود. برای شناخت داده‌ها و پاکسازی داده‌ها از ماتریس همبستگی و برای تبدیل داده‌ها از الگوریتم Min-Max استفاده شده است. بعد از پیش‌پردازش داده‌ها و آماده‌سازی آنها نیاز است که



شکل (۵): نمودار کلی روش تحقیق

پیچیده اهمیت بسیاری دارد. از این رو تشخیص انجمن درگراف و همچنین بررسی ساختار انجمن درگراف بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. روش دوم، استفاده از الگوریتم ممتیک است. این روش یک الگوریتم مبتنی بر جمعیت است که برای مسایل بهینه‌سازی پیچیده و بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ایده اصلی این الگوریتم، به کارگیری یک روش جستجوی محلی در درون ساختار الگوریتم ژنتیک برای

همانطور که گفته شد برای استخراج و آموزش داده‌ها از دوروش گراف کاوی و ممتیک به صورت جداگانه استفاده خواهیم کرد. درگراف کاوی مبحث تشخیص انجمن نقش اساسی و مهم در بسیاری از حوزه‌ها مانند جامعه‌شناسی، زیست‌شناسی و علوم کامپیوتر ایفا می‌کند. مبحث تشخیص انجمن در شبکه و گراف‌ها از لحاظ تئوری و رفتاری برای تجزیه و تحلیل توپولوژی شبکه، همچنین برای تجزیه و تحلیل عملکرد و پیش‌بینی رفتار در شبکه‌های

نیاز از مدل‌های بدست آمده مورد ارزیابی و سنجش قرار بگیرند، برای این منظور از ماتریس درهم ریختگی استفاده می‌شود. این ماتریس ابزار مفیدی برای تحلیل چگونگی عملکرد روش در طراحی مدل در تشخیص داده‌ها یا مشاهدات دسته‌های مختلف است. حالت ایده آل این است که بیشتر داده‌های مرتبط با مشاهدات روی قطر اصلی ماتریس قرار گرفته باشند و مابقی مقادیر ماتریس صفر یا نزدیک صفر باشند.

شرایط آزمایش

در ابتدا داده‌ها از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری می‌شود. این داده‌ها شامل اطلاعات و پرونده پزشکی ۱۰۰ نفر از بیماران می‌باشد. در ادامه شکل شماره (۶) برخی از رکوردهای پایگاه داده افراد نشان داده شده است.

بهبود کارایی فرایند تشدید هنگام جستجو است. بعد از استخراج و آموزش داده‌ها نوبت به طبقه‌بندی داده‌ها می‌رسد. برای این منظور از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان استفاده شده است. علت انتخاب ماشین بردار پشتیبان دقت بالای آن در طبقه‌بندی داده‌ها و دور بودن از پیچیدگی محاسباتی است. ماشین بردار پشتیبان، یک طبقه‌بندی کننده است. با توجه به داده‌های آموزشی دارای برجسب (یادگیری نظارت شده)، الگوریتم یک صفحه نمایش بهینه را ارائه می‌دهد که نمونه‌های جدیدی را طبقه‌بندی می‌کند. هدف از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، یافتن یک داده‌ها و دسته‌بندی آن‌ها در فضای N بعدی از ویژگی‌ها است. مبنای کاری دسته‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان دسته‌بندی خطی داده‌ها است. و در تقسیم خطی داده‌ها سعی می‌شود خطی انتخاب گردد که حاشیه اطمینان بیشتری داشته باشد. بعد از طبقه‌بندی داده‌های

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Age	Marital_St	Gender	Weight_C	Cholesterol	Stress_Ma	Trait_Anxi	2nd_Heart_Attack
2	60	2	0	1	150	1	50	Yes
3	69	2	1	1	170	0	60	Yes
4	52	1	0	0	174	1	35	No
5	66	2	1	1	169	0	60	Yes
6	70	3	0	1	237	0	65	Yes
7	52	1	0	0	174	1	35	No
8	58	2	1	0	140	0	45	No
9	59	2	1	0	143	0	45	Yes
10	60	2	0	0	139	0	45	No
11	51	1	1	0	174	1	40	No
12	52	1	0	0	189	1	65	No
13	70	2	1	1	147	1	50	Yes
14	52	2	1	2	160	0	40	Yes
15	74	3	1	2	178	0	75	Yes
16	64	2	1	2	236	1	80	Yes
17	69	2	0	1	146	1	50	Yes
18	58	2	0	0	141	0	45	No
19	68	1	0	0	172	0	60	No
20	66	1	0	0	172	0	60	No
21	63	0	1	1	138	1	50	No
22	50	1	1	0	174	1	40	No
23	60	2	0	1	146	1	50	Yes
24	70	2	1	1	238	0	60	Yes
25	54	1	0	0	172	1	35	No
26	75	1	0	2	178	0	75	Yes
27	72	3	0	1	236	0	65	Yes
28	59	1	1	2	202	0	70	Yes
29	60	2	1	0	140	0	45	No

شکل (۶): تعدادی از رکوردهای پایگاه داده تهیه شده

۴- یافته‌های تحقیق

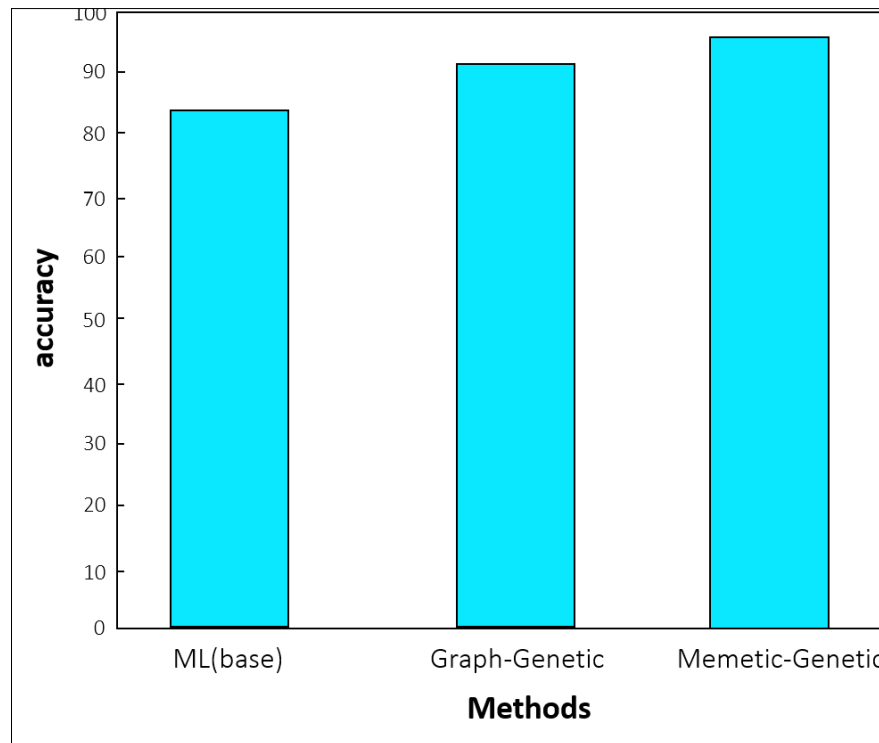
ادامه در رابطه ۱۱ دقت بدست آمده است.

$$\text{accuracy} = \frac{TP + TN}{(TP + FN + FP + TN)} \quad (11) \text{ فرمول}$$

در رابطه بالا، TP^1 مقادیر مثبت حقیقی، TN^2 مقادیر منفی حقیقی، FN^3 مقادیر منفی کاذب و FP^4 مقادیر مثبت کاذب را نشان می‌دهند.

بدست آوردن دقت تشخیص

دقت طبقه‌بندی کننده به معنی درصد تشخیص صحیح تصاویر اثرانگشت واقعی از جعلی می‌باشد که حاصل تقسیم تعداد تشخیص درست بر کل نمونه‌ها می‌باشد که با ضرب این عدد در ۱۰۰، درصد دقت بدست می‌آید. در



نمودار (۱): مقایسه نتایج حاصل از معیار دقت الگوریتم‌های پیشنهادی و مقاله پایه

بدست آوردن منحنی ROC

منحنی ROC یک منحنی است که در آن محور Y را TPR و محور X را FPR تشکیل داده است. این منحنی یکی از مهمترین معیارهای ارزیابی عملکرد مدل‌های طبقه‌بندی شده یا چند لایه می‌باشد. این معیار مناسب، می‌تواند به اندازه‌گیری مدل‌ها در آستانه‌های مختلف بپردازد.

همان‌طور که در نمودار شماره (۱) نشان داده شده است، معیار دقت در روش‌های پیشنهادی بالاتر از مقاله پایه است. در روش پیشنهادی ممتیک-ژنتیک دارای دقت ۹۳ درصد و در روش پیشنهادی گراف کاوی-ژنتیک دارای دقت ۹۱ درصد و در مقاله پایه دارای دقت ۸۶ درصد می‌باشد.

- 1- True positive
- 2- True Negative
- 3- false Negative
- 4- false positive

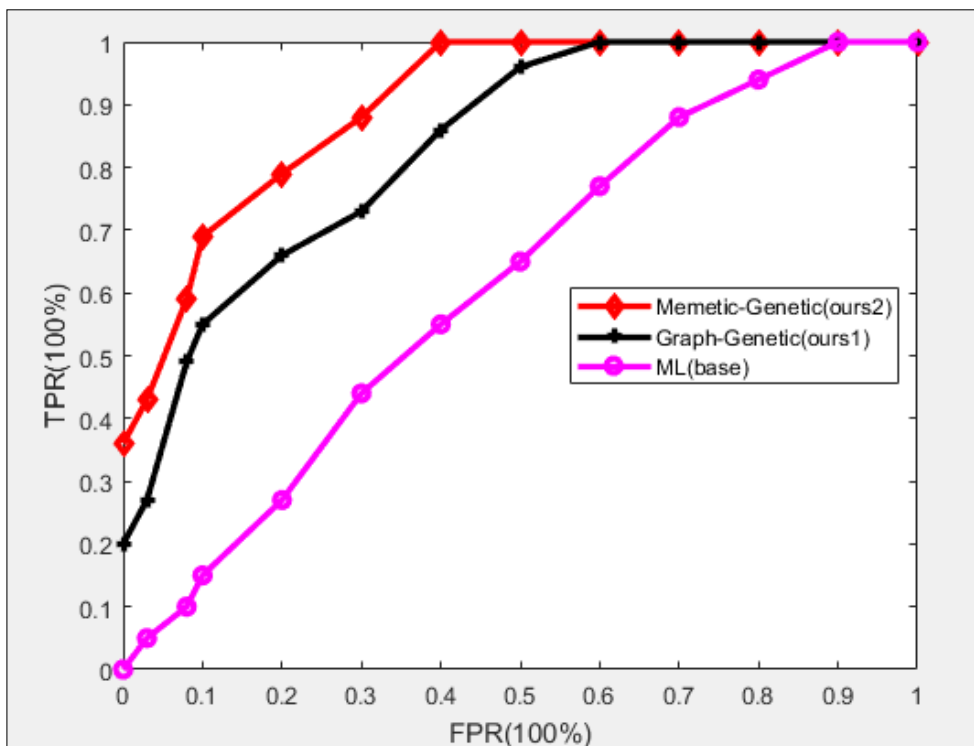
مثبت پیش بینی می شوند. در حالی که TN نشان می دهد که کلاس های منفی، منفی پیش بینی می شوند. معیار نرخ مثبت حقیقی^۲ نسبت شناسایی نمونه های واقعی به همه موارد مثبت را نشان می دهد. که از رابطه زیر بدست می آید:

$$TPR = \frac{TP}{(TP + FN)} \quad (13)$$

معیار نرخ مثبت کاذب، نشان دهنده نسبت شناسایی نمونه های مثبت کاذب (تخصیص منابع) به تمام موارد منفی است. که از رابطه (۱۲) بدست می آید.

$$FPR = \frac{FP}{(FP + TN)} \quad (12)$$

FP نشان می دهد که کلاس های مثبت و منفی، کلاس های



نمودار (۲): مقایسه نتایج حاصل از منحنی ROC الگوریتم های پیشنهادی و مقاله پایه

ژنتیک برابر با ۰٫۲ است. در مقابل، در مقاله پایه، TPR در نقطه صفر برابر با صفر است. این نتایج نشان می دهد که روش های پیشنهادی در تشخیص صحیح بیماری ها در مرحله اولیه بهبود یافته اند.

۲- سرعت دستیابی به TPR: روش ممتیک- ژنتیک به سرعت توانسته به مقدار ۱ در TPR برسد. نقطه ای که به

در نمودار شماره (۲)، ROC را مشاهده می دهد. همانطور که از نمودار پیدا است، روش های پیشنهادی با دلایل زیر توانسته اند سطح بیشتری را نسبت به مقاله پایه فراهم کنند:

۱- ارزیابی در نقطه صفر: در نقطه صفر، مقدار TPR برای روش ممتیک- ژنتیک برابر با ۰٫۳۸ و برای روش گراف کاوی-

1- false positive rate (FPR)
2- true positive rate (TPR)

معیار MAE^۱

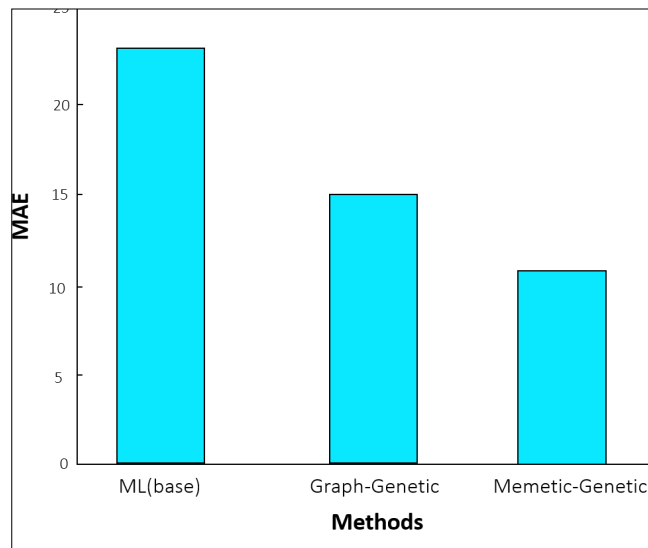
خطای میانگین روشی برای برآورد میزان خطاست که در واقع تفاوت بین مقادیر تخمینی و آنچه تخمین زده شده،

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \tilde{Y}_i)^2$$

است. برای بدست
مجموعه یا n داده ه

مقدار مربع خطای هر داده را $(Y_i - \tilde{Y}_i)^2$ محاسبه می‌کند.

مقدار ارسیده است، در این روش ۴ است. این نتیجه نشان می‌دهد که روش ممتیک-ژنتیک بهبود قابل توجهی در تشخیص صحیح بیماری‌ها در مراحل پیشرفته نشان داده است. از این رو، با توجه به دلایل فوق، روش‌های پیشنهادی در مقایسه با روش پایه، نتایج بهتری در تشخیص و تعیین ارتباط بین بیماری‌ها به ارمغان آورده‌اند.



نمودار (۳): مقایسه خطای میانگین مربعات الگوریتم‌های پیشنهادی و مقاله پایه

این داده‌ها شامل اطلاعات و پرونده پزشکی ۱۰۰ نفر از بیماران می‌باشد. سپس این داده‌ها با استفاده از دو شبیه‌ساز متلب و ویژال استودیو شبیه‌سازی شدند. روش پیشنهادی با استفاده از معیارهای دقت، منحنی ROC و خطای میانگین مربعات با مقاله پایه مورد مقایسه قرار گرفته است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که معیار دقت در روش‌های پیشنهادی بالاتر از مقاله پایه است. در روش پیشنهادی ممتیک-ژنتیک دارای دقت ۹۳٪ و در روش پیشنهادی گراف کاوی-ژنتیک دارای دقت ۹۱٪ و در مقاله پایه دارای دقت ۸۶٪ می‌باشد. روش‌های پیشنهادی توانسته

همانطور که از نمودار ۳ مشخص است، خطای میانگین مربعات روش پیشنهادی بهبود قابل توجهی نسبت به مقاله پایه نشان داده است. با استفاده از روش ممتیک-ژنتیک و گراف کاوی-ژنتیک، خطای میانگین مربعات به ترتیب ۱۱ و ۱۵ درصد کاهش یافته است، که این نشان می‌دهد دقت و صحت روش‌های پیشنهادی در تشخیص بیماری‌های قلبی-عروقی بهبود یافته است.

۵- نتیجه‌گیری

در ابتدا داده‌ها از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری می‌شود.

1- Mean Absolute Error

داشته و برای روش ترکیبی ممیک-ژنتیک و گراف کاوی-ژنتیک مقادیر ۱۱ و ۱۵ درصد را به خود اختصاص داده است. روش‌های ممیک و ژنتیک هر دو از روش‌های فراابتکاری بودند، لذا توانسته‌اند در ترکیب باهم عملکرد بهتری داشته باشند. به عنوان پیشنهادات آینده می‌توان ترکیبی از سایر روش‌های فراابتکاری چون الگوریتم گرگ خاکستری نیز بهره گرفت.

سطح بیشتری را نسبت به مقاله پایه در منحنی ROC ارائه شده پوشش دهد. در روش ممیک-ژنتیک در نقطه صفر مقدار $TPR=۰.۳۸$ بوده و در روش گراف کاوی-ژنتیک در نقطه صفر مقدار $TPR=۰.۲$ است. در حالیکه در مقاله پایه TPR مقدار صفر گرفته است. همچنین در روش ممیک-ژنتیک سریع‌تر توانسته به مقدار یک در TPR برسد. نقطه‌ای که به مقدار ۱ رسیده است، ۰.۴ می‌باشد. خطای میانگین مربعات روش‌های پیشنهادی عملکرد بهتری نسبت به مقاله پایه

منابع:

- 1-Ali, O. M. A., Kareem, S. W., & Mohammed, A. S. (2022, February). Evaluation of electrocardiogram signals classification using CNN, SVM, and LSTM algorithm: A review. In *2022 8th International Engineering Conference on Sustainable Technology and Development (IEC)* (pp. 185-191). IEEE.
- 2-Amirtharaj, P., & Rajeswari, K. (2018). Prediction of risk score for heart disease in india using machine intelligence. *University Journal of Surgery and Surgical Specialities*, 4(4).
- 3-Amma, N. B. (2012, February). Cardiovascular disease prediction system using genetic algorithm and neural network. In *2012 international conference on computing, communication and applications* (pp. 1-5). IEEE.
- 4-Anooj, P. K. (2012). Clinical decision support system: Risk level prediction of heart disease using weighted fuzzy rules. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 24(1), 27-40.
- 5-Árvai, L., Perényi, D., & Vass, D. (2018, May). Organisational life assistant: How an IT system can help for the ageing society. In *2018 19th International Carpathian Control Conference (ICCC)* (pp. 395-399). IEEE.
- 6-Chen, C. P., Mukhopadhyay, S. C., Chuang, C. L., Lin, T. S., Liao, M. S., Wang, Y. C., & Jiang, J. A. (2014). A hybrid memetic framework for coverage optimization in wireless sensor networks. *IEEE transactions on cybernetics*, 45(10), 2309-2322.
- 7-Florence, S., Amma, N. B., Annapoorani, G., & Malathi, K. (2014). Predicting the risk of heart attacks using neural network and decision tree. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 2(11), 7025-7030.
- 8-Kaya, E., Oran, B., & Arslan, A. (2011). A diagnostic fuzzy rule-based system for congenital heart

- disease. *International Journal of Biomedical and Biological Engineering*, 5(6), 232-235.
- 9-Khomami, M. M. D., Rezvianian, A., Meybodi, M. R., & Bagheri, A. (2021). CFIN: A community-based algorithm for finding influential nodes in complex social networks. *The Journal of Supercomputing*, 77, 2207-2236.
- 10-Limam, H., Zouhair, A., & Oueslati, W. (2022). A New Hybrid Multiclass Approach Based on KNN and SVM. *Journal of Information & Knowledge Management*, 21(04), 2250061.
- 11-Ling, T. H. Y., Wong, L. J., Tan, J. E. H., & Lee, C. K. (2015, February). XBee wireless blood pressure monitoring system with microsoft visual studio computer interfacing. In *2015 6th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation* (pp. 5-9). IEEE.
- 12-Manogaran, G., Varatharajan, R., & Priyan, M. K. (2018). Hybrid recommendation system for heart disease diagnosis based on multiple kernel learning with adaptive neuro-fuzzy inference system. *Multimedia tools and applications*, 77, 4379-4399.
- 13-Mülayim, N., & Alaybeyolu, A. (2016, November). Designing of an expert system based on firefly algorithm for diagnosis of Heart Disease. In *2016 20th National Biomedical Engineering Meeting (BIYOMUT)* (pp. 1-4). IEEE.
- 14-Pinto, S., Cabral, J., & Gomes, T. (2017, March). We-care: An IoT-based health care system for elderly people. In *2017 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)* (pp. 1378-1383). IEEE.
- 15-Pughazendi, N., Sathishkumar, R., Balaji, S., Sathyavenkateshwaren, S., Chander, S. S., & Surendar, V. (2017, August). Heart attack and alcohol detection sensor monitoring in smart transportation system using Internet of Things. In *2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)* (pp. 881-888). IEEE.
- 16-Rani, P., Kumar, R., Ahmed, N. M. S., & Jain, A. (2021). A decision support system for heart disease prediction based upon machine learning. *Journal of Reliable Intelligent Environments*, 7(3), 263-275.
- 17-Sowmiya, C., & Sumitra, P. (2017, March). Analytical study of heart disease diagnosis using classification techniques. In *2017 IEEE international conference on intelligent techniques in control, optimization and signal processing (INCOS)* (pp. 1-5). IEEE.

©Authors, Published by Journal of Intelligent Knowledge Exploration and Processing. This is an open-access paper distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



مقاله پژوهشی

بررسی قواعد طراحی رابط کاربری گرافیکی برای طراحی اپلیکیشن های آموزشی ایرانی

Doi: 10.30508/kdip.2023.384664.1064

آذین طاهری^۱ | تورج فشنکی (نویسنده مسئول)^۲

۱- کارشناسی ارشد ارتباط تصویری، گروه هنر، دانشکده عمران هنر و معماری- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه هنر دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شبستر، مدرس مدعو علوم و تحقیقات، گروه هنر، دانشکده عمران هنر و معماری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۲

صفحه: ۰۰ - ۰۰

چکیده

وسایل آموزش الکترونیکی باید بر اساس روان شناسی فراگیران توسعه یابد. مطالعات زیادی در مورد ماهیت یادگیری و عوامل موثر بر آن انجام شده است. یکی از موارد روانشناختی که باید مورد توجه قرار گیرد، رابط کاربری در آموزش الکترونیکی است، زیرا رابط کاربری (UI) نقطه تعامل کاربر و بدنه آموزشی است. امکان استفاده از یک اپلیکیشن و آسانی یادگیری استفاده از آن، مسائلی هستند که تحت تاثیر رابط کاربری می باشند. اگر چنین همبستگی ناموفق باشد، ممکن است اهداف آموزش محقق نشود، حتی اگر محتوای آموزشی به خوبی انتخاب شده باشد و کاربر مایل به یادگیری باشد. به همین دلیل، موضوعات اصلی در همبستگی موفق، که باید در طراحی رابط کاربری برای آموزش الکترونیکی و اپلیکیشن های آموزشی مورد توجه قرار گیرد، در کانون این مطالعه قرار دارد. هدف از پژوهش حاضر بررسی قواعد طراحی رابط کاربری گرافیکی برای طراحی اپلیکیشن های آموزشی ایرانی می باشد. در این مطالعه به بررسی صد اپلیکیشن آموزشی منتشر شده در فروشگاه گوگل با امتیاز بین ۴ تا ۵ پرداخته شده است. اپلیکیشن ها از نظر سیستم طراحی، فونت، رنگ های اصلی، آیکون ها و دیگر موارد بررسی شده اند. همچنین پرسشنامه ای جهت آگاهی از میزان اهمیت هر کدام از این موارد از نظر مخاطبان طراحی شد و بین ۱۶۹ نفر پخش شده و نتایج نیز با استفاده از اس. پی. اس. اس. تحلیل و بررسی شده است. نتایج نشان داد که اپلیکیشن های موفق از سبک طراحی، فونت، رنگ و آیکون های مشابهی استفاده می کنند که می توان از آن ها به عنوان یک الگوی مناسب بهره برد.

واژگان کلیدی: رابط کاربری، طراحی رابط کاربری گرافیکی، اپلیکیشن، یادگیری سیار، اپلیکیشن آموزشی

۱- مقدمه

سپرده شود.

سمرقندی^۱ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای با عنوان «طراحی رابط کاربری و ارزیابی اپلیکیشن‌های موبایلی» بیان می‌کند که در نظر گرفتن نیاز مشتریان در طراحی رابط کاربری باعث بهبود برنامه‌های ارزشمندتر و برآورده کننده‌تر در طراحی رابط کاربری و همچنین ارزیابی برنامه‌های تلفن همراه می‌شود. به همین دلایل لازم است که طراحان گرافیک هنگام طراحی نمونه‌های اولیه برای برنامه‌های تلفن همراه برای پروژه‌های خود، نیازهای مختلف و قابلیت استفاده رابط‌های کاربری را در نظر بگیرند.

مکرم سوئی و مبروکا کوچان^۲ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای با عنوان «تأثیر نقص‌های زیبایی شناختی بر قابلیت نگهداری رابط‌های کاربر گرافیکی موبایل: یک مطالعه تجربی» بیان کردند که با تکامل گوشی‌های هوشمند، اپلیکیشن‌های موبایل (برنامه‌ها) به یکی از ارکان بازار نرم‌افزار تبدیل می‌شوند. این بررسی‌ها نشان داد که وجود نقص‌های زیبایی شناسی بر فرکانس تغییر کلاس و تغییر اندازه تأثیر می‌گذارد.

پیناری کورپرونک و لاجانا رمینگونگ^۳ (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای با عنوان «فاکتورهای حمایت کننده از طراحی رابط کاربری اپلیکیشن‌های موبایلی دولت» بیان می‌کنند که در توسعه برنامه‌های موبایلی دولت قابلیت یادگیری از اهمیت بیشتری برخوردار است بنابراین توسعه دهنده باید طراحی رابط کاربری را در پاسخ به نیازهای شهروندانی که انتظار یادگیری آسان از برنامه را دارند، در نظر بگیرد. توسعه دهندگان می‌توانند از عواملی استفاده کنند که در این مطالعه به عنوان دستورالعملی برای طراحی رابط

با افزایش کاربران تلفن همراه و کاربردهای آن هر روز به تعداد نرم‌افزارها و اپلیکیشن‌های موبایلی اضافه می‌شود. علاوه بر بازی‌ها، اپلیکیشن‌های مورد استفاده برای ارتباطات مجازی، برنامه‌ریزی، خلاقیت، تدوین، ویرایش فیلم و عکس، و برنامه‌های آموزشی اپلیکیشن‌هایی هستند که گروه‌های مختلفی از مردم از آنها استفاده می‌کنند و بیشترین کاربرد را دارند. در بین این دسته‌بندی‌ها اپلیکیشن‌های آموزشی به دلیل زمان استفاده و سن کاربران اهمیت زیادی دارند. از طرف دیگر استفاده از اینترنت و خدمات آنلاین هر روز در حال افزایش است. تقریباً هیچ شرکت و مکان آموزشی در دنیا حتی در کشورهای در حال توسعه وجود ندارد که از اینترنت استفاده نکنند. بسیاری از کشورهای پیشرفته آموزش‌های مجازی و آنلاین را جزئی از برنامه آموزشی خود قرار داده‌اند و با استفاده از این امکانات می‌توانند به دانشجویانی در سراسر دنیا بدون نیاز به حضور در کلاس‌ها و مکان‌های مشخص آموزش دهند. ارتقا سطح آموزش و پژوهش با استفاده از پلتفرم‌های آنلاین بسیار قابل توجه است.

در سال‌های گذشته طراحی رابط کاربری و ظاهر نرم‌افزارها، اپلیکیشن‌ها و سایت‌ها به عهده برنامه نویسانی بود که می‌توانستند با اجرای کدهایی به ظاهر مورد نظر خود برسند. اما مهندسانی که این طراحی‌ها را انجام می‌دادند دانش چندانی در رابطه با معنا و مفهوم طراحی انجام شده نداشتند، بنابراین پس از سال‌ها تجربه به این نتیجه رسیدند که ظاهر برنامه‌های نوشته شده اهمیت زیادی دارد و باید به متخصصین طراحی گرافیک

1- Najwa Samargandi

2- Makram Soui, Mabrouka Chouchane

3- Pinnaree Kureerung, Lachana Ramingwong

کاربر مجموعه‌ای از نشانه‌ها و عناصر گرافیکی بر روی یک نرم‌افزار است که در آن کاربر با به کارگیری این عناصر به راحتی با نرم‌افزار تعامل برقرار می‌کند. امروزه به دلیل استفاده زیاد انسان از رایانه و سایر محصولات دیجیتالی، پیشرفت چشمگیری در این زمینه به وجود آمده است. تحقیق حاضر برای پی بردن به استانداردهای قابل اجرا در طراحی رابط کاربری اپلیکیشن‌های آموزشی انجام می‌شود؛ چرا که آموزش در جامعه امروز امری بسیار مهم است و باید به همه‌ی ابزارهایی که در این زمینه کاربرد دارند، توجه ویژه شود. ظاهر اپلیکیشن‌های آموزشی، اولین برخورد مخاطب با محتوای ارائه شده می‌باشد؛ بنابراین تاثیر به سزایی در میزان رضایت کاربران و افزایش مخاطبان دارد. تاکنون تحقیقاتی در این رابطه انجام شده است، اما از لحاظ گرافیکی به رابط کاربری این نوع اپلیکیشن توجه ویژه‌ای نشده است. در بسیاری از کشورهای پیشرفته اخیرا با پی بردن به نقش دانش گرافیک در طراحی رابط کاربری از متخصصان این حوزه برای داشتن ظاهری زیبا و در عین حال مبتنی بر دانش روز دنیا استفاده می‌کنند. بر این اساس هدف از پژوهش حاضر بررسی قواعد طراحی رابط کاربری گرافیکی برای طراحی اپلیکیشن‌های آموزشی ایرانی می‌باشد.

۲- مبانی نظری

طراحی رابط کاربری

در اصطلاحات میکروسافت رابط کاربری^۱، نقطه‌ای است که در آن، میان دو چیز اتصال برقرار می‌شود تا آنها بتوانند با هم کار کنند. همچنین بیان شده است که قسمتی از نرم‌افزار است که یک برنامه را قادر می‌سازد، تا با یک کاربر یا برنامه دیگر مانند؛ سیستم عامل یا سخت‌افزار کار کند. رابط کاربری می‌تواند رابط، یک خط دستور، منو، یا رابط گرافیکی باشد. هر چیزی یک سیگنال احساسی می‌فرستد، حتی وقتی که هدف طراح برانگیختن احساس نیست. افرادی که یک وبسایت رامی بینند، شخصیتش را استنباط نموده و احساس آن را تجربه می‌کنند. رابط کاربری،

کاربری برای پشتیبانی از انتشار اطلاعات و طرح رابط کاربری برنامه موبایلی دولت تعریف شده است.

خان کلیم لاله و دونسولا سوشمیتا^۱ (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با عنوان «تاثیر عناصر طراحی بر تجربه کاربری از افراد مسن» بیان می‌کنند که با تغییر عناصر طراحی و رابط کاربری بهبود تجربه کاربری را در استفاده افراد سالمند از اپلیکیشن‌های مورد بررسی مشاهده کردند.

اریک جی نیلسون^۲ (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای با عنوان «الگوهای طراحی برای رابط کاربری اپلیکیشن‌های موبایلی» بیان می‌کند که در این مقاله مجموعه‌ای ساختار یافته از الگوهای طراحی رابط کاربری برای برنامه‌های کاربردی موبایل ارائه کرده‌اند. این ساختار به عنوان یک شاخص ارزشمند است و یک نمای کلی از مشکلات طراحی برای رابط‌های کاربری تلفن همراه ارائه می‌دهد. در نهایت، مزایا و معایب استفاده از مجموعه الگوها برای مستندسازی دانش طراحی را مورد بحث قرار داده‌اند.

طراحی رابط کاربری زیرمجموعه‌ای از رشته‌ای با عنوان تعامل انسان- کامپیوتر است. تعامل انسان و کامپیوتر یک مطالعه، برنامه‌ریزی و طراحی از چگونگی کار انسان و کامپیوتر با هم است که منجر به برآورده شدن انتظارات افراد به بهترین راه می‌شود. طراحان HCI (تعامل انسان- کامپیوتر) باید به موارد زیادی توجه کنند: چیزی که مردم می‌خواهند و انتظار دارند، محدودیت‌های فیزیکی و مهارتی که با آن رو به رو هستند، چگونگی عملکرد سیستم‌های پردازش اطلاعات و دریافتی‌ها و چیزهایی از نظر مردم جذاب و لذت بخش هستند. طراحان همچنین باید ویژگی‌های فنی و محدودیت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری را نیز در نظر بگیرند. رابط کاربری بخشی از کامپیوتر و نرم‌افزار است که مردم می‌توانند آن را ببینند، بشنوند، لمس کنند، با آن صحبت کنند و همچنین آن را بفهمند و هدایت کنند. رابط کاربری یکی از مهم‌ترین بخش‌های یک برنامه است که نوع بصری آن را گرافیک رابط کاربری می‌نامند. بنابراین طراحان گرافیک رابط کاربری می‌بایست نیازهای کاربر را درک کرده و از عناصری استفاده نمایند که دسترسی به آن‌ها و فهمشان برای کاربر آسان باشد. رابط گرافیکی

1- Khan Kalimullah, Donthula Sushmitha

2- Erik G Nilsson

3- User Interface

و افزایش فشار روانی کاربر می‌شود. می‌توان رابط کاربر را یک رسانه دو طرفه دانست که بین یک انسان هوشمند و یک ماشین برنامه ریزی شده ارتباط برقرار می‌کند؛ یعنی به وسیله ابزارهایی مثل: صفحه کلید، ماوس و میکروفون پیام کاربر را گرفته و به ماشین داده و به کمک متن نوشتاری، تصویر و صوت نتایج را به کاربر باز می‌گرداند. بر این اساس می‌توان کاربرد رابط کاربر را در آسان‌سازی استفاده کاربران از اطلاعات مندرج در نرم افزار خلاصه کرد. به همین دلیل، رابط کاربر باید به گونه ای طراحی شود که نه تنها کاربران متخصص، بلکه عموم کاربران بتوانند از آن استفاده کنند (مجد، ۱۳۸۳).

سبک‌های طراحی رابط کاربری اپلیکیشن: فلت دیزاین

فلت دیزاین یا به عبارتی طراحی تخت و یکپارچه به نوعی از دیزاین گفته می‌شود که در آن خبری از عکس‌های رنگارنگ، سایه‌ها، بافت‌های مختلف، سه بعدی سازی و استفاده از جلوه‌های بصری آماده نیست و همه المان‌های موجود در طرح تک بعدی و در مواردی دو بعدی هستند، رنگ‌ها به صورت یکپارچه استفاده شده و یک نوع تمیزی و یک دست بودن را می‌توان در طرح مشاهده کرد. در فلت دیزاین بیشتر از اشکال هندسی و خطوط صاف استفاده می‌شود. رنگ آمیزی طرح نیز باید هوشمندانه صورت پذیرد. از برترین مزایای طراحی فلت، مشخص بودن لبه‌های خطوط موجود در طرح و همنشینی بسیار زیبای این نوع طراحی در کنار فونت‌ها می‌باشد. به خصوص اگر ست رنگی مناسب استفاده شود. برای طراحی تخت، نرم افزارهای زیادی وجود دارد، اما نرم‌افزاری که گوگل نیز آن را پیشنهاد می‌کند، ادوبی ایلاستریتور و ادوبی میوز می‌باشد و می‌بایست سعی گردد پروژه‌ها را در نرم‌افزارهای برداری طراحی کرده و خروجی مناسب و وکتور از طراحی تهیه گردد. به طور مثال برای طراحان وب فرمت SVG و برای طراحی‌های چاپی PDF جزء فرمت‌های رایج می‌باشد (بلوچ، ۱۹۹۵).

رابط میان انسان و دستگاه است که امکان استفاده از دستگاه را برای انسان فراهم می‌کند. رابط کاربری یا واسط کاربری بخش بصری یک ابزار است که کاربر مستقیم با آن سرو کار دارد. در بحث فن آوری اطلاعات به هر چیزی که واسط تعامل کاربر با صفحه نمایش شود، رابط کاربری گفته می‌شود.

رابط کاربری بخشی از پایگاه اطلاعاتی است که کاربر به تعامل با آن می‌پردازد، بنابراین تاثیر ذهنی و عینی فراوانی بر کاربر می‌گذارد و سبب می‌شود که کاربر می‌تواند از پایگاه اطلاعاتی، شناخت درستی به دست آورد و به نحو شایسته از آن استفاده کند. از این رو توجه به ویژگی‌های آن در زمان طراحی لازم و ضروری است، زیرا یک رابط کاربر مناسب باعث می‌شود کاربران مسیر خود را در پایگاه‌های اطلاعاتی بهتر بشناسند و تاثیر به سزایی در عملکرد کاربران خواهد داشت. در واقع، در فرایند بازایی، رابط کاربری تنها پل ارتباطی است که کاربر را با نظام‌های بازایی اطلاعات مرتبط می‌کند. کاربران در بعضی از پایگاه‌ها به علت ضعف شاخص رابط کاربری (به عنوان مثال قابلیت جستجوی مناسب) در پایگاه اطلاعاتی، به اطلاعات مناسب خود نمی‌رسند. توجه به ضرورت و وجود عناصر و ویژگی‌هایی در طراحی سایت‌ها به منظور بهره‌گیری هر چه موثرتر از پایگاه‌های اطلاعاتی، امری لازم و ضروری محسوب می‌شود (امتی و علیپور، ۱۳۹۵). رابط کاربر در حقیقت بخشی از نرم‌افزار یا به عبارتی محیطی است در نظام‌های رایانه‌ای اعم از پایگاه‌ها، نرم‌افزارها، سایت‌ها و مانند این‌ها که میان ماشین و کاربر تعامل ایجاد می‌کند.

رابط کاربری تاثیر ذهنی زیادی بر کاربر می‌گذارد و در واقع فکر و اندیشه طراحان آن را به کاربر منتقل می‌کند. همین تاثیر عاملی است که کاربر از پایگاه اطلاعاتی شناخت درستی پیدا کند و به نحوی شایسته از آن بهره‌برد. یک رابط کاربر خوب باعث می‌شود تا سایت استفاده‌کنندگان زیادی را به خود جذب کند و آنها را در حین استفاده و یا در مراحل بعدی از دست ندهد. در زمینه رابط‌های کاربری نیز لازم است این نکته را در نظر داشته باشیم که طراحی رابط ضعیف منجر به اشتباه کاری، سردرگمی، دستپاچی

متریال دیزاین^۱

متریال دیزاین بیش از حد به سیستم‌گرید و انیمیشن اهمیت می‌دهد و عمق و سایه‌ها برای المان‌های طراحی شده بسیار مهم است. شاید بتوان گفت نسخه به روز شده طراحی تخت باشد، اما خیلی زیباتر با انیمیشن‌ها و ترانزیشن‌های بسیار زیبا و در عین حال پیچیده. گوگل ادعا دارد که زبان جدید طراحی متریال دیزاین، الهام گرفته از مرکب و کاغذ است. یکی از طراحان مشهور جهان به نام "ماتیاس دوریت" می‌گوید همان گونه که اجسام در دنیای واقعی قابل حس هستند و طول و عرض و ارتفاع دارند در این نوع طراحی دیجیتال هم باید همین حس‌ها را منتقل کرد. (قاریان، هدایتی، صالحی، و شیخی نارانی، ۱۴۰۰)

سکیومورفیسم^۲

سکیومورفیسم یکی از سبک‌های طراحی گرافیک است که سعی می‌کند دنیای واقعی را به تصویر بکشد و آبجکت مورد نظر در دنیای واقعی را به همان شکل عیناً تصویر نماید و نقطه مقابل طراحی تخت است و باعث می‌شود اشیا همان گونه که در ذهن مخاطب هستند نمایان شوند. طراحی سکیومورفیسم از زمان پیدایش کامپیوتر و موبایل کم‌کم خود را نشان داد. به عنوان مثال، اپل در اولین ورژن‌های iOS به شدت از طراحی سکیومورفیسم استفاده کرد (دکمه‌های واقعی براق، عکس‌های با حاشیه‌های سفید، درست شبیه به آنچه در دنیای واقعی بود). استفاده از سکیومورفیسم در طراحی iOS برای کسانی که تا به حال سابقه استفاده از گوشی‌های لمسی را نداشتند به شدت هوشمندانه بود. چون کاربر به راحتی می‌توانست دکمه‌ها و تصاویر و کلا آبجکت‌ها را از هم تشخیص دهد (لاویه و ترکتینسکی^۳، ۲۰۰۴).

بازی سازی در طراحی رابط کاربری

گیمیفیکیشن یک تکنیک طراحی پیچیده است که نیازمند استفاده از مکانیک‌های مختلف بازی با اشاره به عناصر رابط کاربری تعاملی است. وظیفه اصلی طراحانی که

از گیمیفیکیشن استفاده می‌کنند، تبدیل محصول به طور کامل به یک بازی نیست. به همین دلیل، مکانیک‌های مؤثر بازی که معمولاً در طراحی استفاده می‌شوند، متمایز شده‌اند. از عناصر اصلی بازی سازی در طراحی رابط کاربری می‌توان به ایجاد چالش، امتیازدهی، نشان‌ها و برچسب‌ها، فهرست بازیکنان رتبه بندی شده، مسیر بازی و محدودیت اشاره کرد (بامانیس و همکاران^۴، ۲۰۲۳).

۳- روش تحقیق

از نظر هدف، این تحقیق هم در دسته بنیادی و هم در دسته کاربردی قرار می‌گیرد. چرا که در آن به بررسی و توسعه دانش کاربردی در حیطه نظری پرداخته شده است، به طوری که امکان استفاده عملی از دانش تولید شده بوجود می‌آید، از طرفی می‌توان گفت، تحقیق حاضر از نوع تحقیقات کاربردی نیز به شمار می‌رود که به منظور حل سریع مسائل، مشکلات و اتخاذ تدابیر لازم انجام شده است. از نظر شیوه جمع‌آوری داده‌ها، این تحقیق توصیفی-پیمایشی است. در این تحقیق برای بررسی اپلیکیشن‌های آموزشی از نظر ویژگی‌هایی مانند؛ سبک طراحی، رنگ، فونت، ترکیب بندی و...، تعداد صد اپلیکیشن آموزشی که در فروشگاه اپلیکیشن گوگل (Play Store)، عرضه می‌شدند و امتیاز آن‌ها (که بیان‌گر شاخص رضایت آنهاست) بین ۴ تا ۵ بود، انتخاب و نصب شدند. زمینه آموزشی این اپلیکیشن‌ها به طور تصادفی و متفاوت انتخاب شد، در بررسی‌های انجام شده فاقد اهمیت بود. اپلیکیشن‌ها بعد از نصب از لحاظ تعداد دانلود، سبک طراحی، ترکیب بندی، رنگ‌های غالب، فونت‌های به کار برده شده، نوع آیکون‌ها، وجود موشن گرافیک، دارا بودن تصویر و مدل آموزشی به روش توصیفی مورد بررسی قرار گرفتند، نتایج این بررسی‌ها در جدول‌ها و نمودارهایی با همین عناوین، دسته بندی شدند. در ادامه برای آگاهی از میزان اهمیت هر کدام از موارد، مورد بررسی، از نظر کاربران اپلیکیشن‌های آموزشی، به جمع‌آوری اطلاعات به روش پیمایشی پرداخته شد. یک پرسشنامه با ۹ سوال که

- 1-Material Design
- 2- Skeuomorphism
- 3- Lavie, Tractinsky
- 4-Bumanis

طراحی شده‌اند، با خطی مورد بررسی قرار گرفتند. هر اپلیکیشن با توجه به صفحات اصلی آن بررسی شد و نتایج در جدول‌هایی که در ادامه می‌بینید، دسته‌بندی شدند.

همچنین جهت بررسی میزان اهمیت ویژگی‌های مورد بررسی اپلیکیشن‌های آموزشی ۳۰۰ نفر از افرادی که از هر اپلیکیشن آموزشی جهت آموزش مباحث مختلف استفاده نموده‌اند، به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شد. که با توجه به فرمول کوکران ۱۶۹ نفر از آنها نمونه آماری این تحقیق بودند. پاسخ دهندگان به این پرسشنامه زبان‌آموزان بین ۱۳ تا ۵۴ سال (گروه سنی نوجوان، جوان و بزرگسال) بودند که در ترم تابستان ۱۴۰۱ در آموزشگاه زبان اندیشه مشغول به تحصیل بودند. داده‌ها به روش کیفی تجزیه و تحلیل خواهند شد. به منظور تجزیه و تحلیل در بخش کیفی با استفاده از تکنیک‌های تحلیل مفاهیم به عنوان واحد تحلیل در سطوح متن کل پاراگراف، عبارت و جملات به کدگذاری و تحلیل مضمون و بررسی اهداف پرداخته شده است.

در بخش کمی جهت تجزیه و تحلیل داده‌های خام و بررسی میزان رضایت از سبک طراحی اپلیکیشن از پرسشنامه استفاده خواهد شد. سپس داده‌ها وارد نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. شده و سپس با استفاده از آمار توصیفی و میزان رضایت از سبک طراحی اپلیکیشن قرار می‌گیرد. همچنین جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از آمار توصیفی و آمار استنباطی استفاده می‌شود. آمار توصیفی، تنظیم و طبقه‌بندی داده‌ها، نمایش ترسیمی و محاسبه مقادیری از قبیل؛ نما، میانگین، میانه و... می‌باشد که حاکی از مشخصات یکایک اعضای جامعه مورد بحث است. در آمار توصیفی اطلاعات حاصل از یک گروه، همان گروه را توصیف می‌کند و اطلاعات به دست آمده به دسته‌جات مشابه تعمیم داده نمی‌شود. در آمار استنباطی، میزان رضایت از سبک طراحی شده برای اپلیکیشن استفاده شده است.

۴- یافته‌های تحقیق

جهت بررسی تحقیق حاضر ۱۰۰ اپلیکیشن آموزشی که امتیاز رضایت از آنها در پلی استور ۴ تا ۵ می‌باشد، انتخاب شده‌اند. همه ی اپلیکیشن‌ها از play store انتخاب شده

هر کدام به میزان اهمیت موارد ذکر شده اشاره داشت، طراحی گردید.

روش نمونه‌گیری در تحقیق حاضر در بخش کیفی صورت روش هدفمند می‌باشد. لذا جهت بخش کیفی ۱۰۰ اپلیکیشن آموزشی با توجه به حجم محدود جامعه آماری کلیه اپلیکیشن‌ها به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شده است. روش نمونه‌گیری در بخش کمی جهت بررسی میزان اهمیت ویژگی‌های اپلیکیشن‌ها از نظر کاربران به صورت تصادفی ساده در نظر گرفته شده است. حجم نمونه در تحقیق حاضر با استفاده از روش تعیین حجم نمونه کوکران ۱۶۹ نفر از کاربران که حداقل از یک اپلیکیشن آموزشی استفاده نموده‌اند، در نظر گرفته شده است.

جهت بررسی روایی سؤالات مصاحبه (بخش کیفی) و پرسشنامه از نظرات استاد متخصص و همچنین صاحب‌نظران استفاده شد. در این تحقیق برای برآورد اعتبار پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ استفاده شده است. برای به دست آوردن ضریب اعتبار پرسشنامه، ابتدا از طریق پیش‌آزمون ۵۰ پرسشنامه بین یک نمونه تصادفی توزیع شده و سپس با استفاده از رایانه و نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۴۶ محاسبه شده است. نتایج و داده‌های به دست آمده در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. تحلیل و آنالیز و در جداول و نمودارهای مناسب ارائه شدند.

اپلیکیشن‌های انتخاب شده برای بررسی نصب شدند و اطلاعات هر اپلیکیشن با توجه به رابط کاربری آن بررسی شد. برای بررسی سبک و زبان طراحی رابط کاربری موارد کلی و جامع مانند سه بعدی یا دو بعدی بودن اپلیکیشن مورد بررسی قرار گرفت. برای ترکیب بندی به گوشه گرد یا تیز و نوع چینش مطالب توجه شد. با توجه به اینکه با اسکرول می‌توان به صفحات بعدی اپلیکیشن دسترسی پیدا کرد یا با حرکت به سمت چپ و راست و مدل اسلایدی، اپلیکیشن‌ها دسته‌بندی شدند. در رابطه با ترکیب رنگی هر اپلیکیشن، رنگ‌هایی که بیشترین استفاده را در صفحات اصلی و منو داشتند، مورد نظر قرار گرفت. فونت‌های اصلی هر اپلیکیشن مطابق با خانواده فونتی که برای آنها تعریف شده است، در جدول مشخصات اپلیکیشن‌ها نوشته شد. آیکون‌ها از این نظر که توپر

است تا اپلیکیشن‌های ایرانی شانس برابری با اپلیکیشن‌های خارجی از نظر تعداد دانلود داشته باشند. اپلیکیشن‌ها برای سنین مختلف می‌باشد و زمینه آموزشی آنها نیز متفاوت در نظر گرفته شده است.

جدول (۱): توزیع فراوانی و درصد دانلود			
درصد	فراوانی		دانلود
۱	۱	+۱۰K	
۱	۱	+۵۰K	
۶	۶	+۱۰۰K	
۱۵	۱۵	+۵۰۰K	
۳۷	۳۷	+۱M	
۱۱	۱۱	+۵M	
۲۴	۲۴	+۱۰M	
۳	۳	+۵۰M	
۲	۲	+۱۰۰M	
۱۰۰	۱۰۰	جمع	

همانطور که در جدول شماره (۱) نشان داده شده است، از میان اپلیکیشن‌های مورد بررسی، ۱ مورد (۱ درصد) دارای دانلود +۱۰K، ۱ مورد (۱ درصد) دارای دانلود +۵۰K، ۶ عدد (۶ درصد) دارای دانلود +۱۰۰K، ۱۵ عدد (۱۵ درصد) دارای دانلود +۵۰۰K، ۳۷ عدد (۳۷ درصد) دارای دانلود +۱M، ۱۱ عدد (۱۱ درصد) دارای دانلود +۵M، ۲۴ عدد (۲۴ درصد) دارای دانلود +۱۰M، ۳ عدد (۳ درصد) دارای دانلود +۵۰M و ۲ عدد (۲ درصد) دارای دانلود +۱۰۰M می‌باشد.

جدول (۲): توزیع فراوانی و درصد امتیاز			
درصد	فراوانی		امتیاز
۳	۳	۴	
۱	۱	۴/۱	
۵	۵	۴/۲	
۶	۶	۴/۳	
۴۴	۴۴	۴/۴	
۱۳	۱۳	۴/۵	
۱۲	۱۲	۴/۶	
۷	۷	۴/۷	
۴	۴	۴/۸	
۵	۵	۴/۹	
۱۰۰	۱۰۰	جمع	

همانطور که در جدول شماره (۲) نشان داده شده است، از میان اپلیکیشن‌های مورد بررسی، بالاترین درصد مربوط به امتیاز ۴/۴ با فراوانی ۴۴ و کمترین آن مربوط به ۴/۱ با فراوانی یک می‌باشد.

جدول (۳): توزیع فراوانی و درصد سبک طراحی اپلیکیشن‌ها			
درصد	فراوانی		
۳۴	۳۴	سیستم طراحی فلت	سبک طراحی
۵	۵	سیستم طراحی فلت/ متریال دیزاین	
۴۷	۴۷	سیستم طراحی متریال دیزاین	
۱۴	۱۴	سیستم طراحی سکیومورفیسم	
۱۰۰	۱۰۰	جمع	

همانطور که در جدول شماره (۳) نشان داده شده است، از میان اپلیکیشن‌های مورد بررسی، ۳۴ عدد (۳۴ درصد) دارای سبک flat design، ۵ عدد (۵ درصد) دارای سبک Flat design/ Material design، ۴۷ عدد (۴۷ درصد) دارای سبک طراحی Material design و ۱۴ عدد (۱۴ درصد) دارای سبک Neomorphism design می‌باشد.

جدول ۴. توزیع فراوانی و درصد رنگ اپلیکیشن‌ها			
درصد	فراوانی		
۶۶	۶۶	سفید	رنگ
۲۵	۲۵	سیاه	
۶۴	۶۴	آبی	
۳۰	۳۰	سبز	
۱۱	۱۱	قرمز	
۱۱	۱۱	زرد	
۴۷	۴۷	توسی	
۲۰	۲۰	بنفش	
۱۶	۱۶	نارنجی	
۲	۲	سرخابی	
۲	۲	صورتی	
۲	۲	کرم	
۱	۱	رنگارنگ	

همانطور که در جدول شماره (۴) نشان داده شده است، از میان اپلیکیشن‌های مورد بررسی، رنگ‌های سفید، آبی و توسی دارای بیشترین فراوانی به ترتیب با مقادیر ۶۶، ۶۴ و ۴۷ بوده‌اند.

جدول (۵): توزیع فراوانی و درصد ترکیب بندی اپلیکیشن‌ها

درصد	فراوانی		
۶۶	۶۶	اسکرول/ گوشه گرد	ترکیب بندی
۱۱	۱۱	اسکرول/ گوشه تیز	
۸	۸	اسلایدی/ گوشه گرد	
۲	۲	اسلایدی/ گوشه تیز	
۱۰	۱۰	اسکرول/ اسلاید/ گوشه گرد	
۱	۱	اسکرول/ اسلاید/ گوشه تیز	
۱	۱	اسکرول/ گوشه گرد/ گوشه تیز	
۱۰۰	۱۰۰	جمع	

جدول (۶): توزیع فراوانی و درصد دارا بودن تصویر اپلیکیشن‌ها

درصد	فراوانی		
۵۷	۵۷	دارد	تصویر
۴۳	۴۳	ندارد	
۱۰۰	۱۰۰	جمع	

جدول (۷): توزیع فراوانی و درصد آیکون

درصد	فراوانی		
۳۷	۳۷	توپر	آیکون
۱۶	۱۶	توپر/ خطی	
۴۵	۴۵	خطی	
۲	۲	ندارد	
۱۰۰	۱۰۰	جمع	

جدول (۸): فراوانی فونت‌ها در اپلیکیشن‌ها

درصد	فراوانی	فونت
۹۱	۹۱	Sans Serif
۳۱	۳۱	Roboto
۴۹	۴۹	Helvetica/ Helvetica Neue
۱	۱	Plus Jakarta Sans
۳	۳	Fira Sans
۵۴	۵۴	Arial
۳	۳	Lato/ Lato web
۹	۹	Noto Sans
۱	۱	SF pro Display
۱	۱	Skolar latin
۱	۱	Sofia pro
۱	۱	Rubika
۱	۱	GT Walsheim pro
۲	۲	Sego UI
۵	۵	Iran Sans
۵	۵	Open Sans
۳	۳	Liberation Sans
۵	۵	Tahoma
۱	۱	Milliard
۲	۲	Proxima Soft/ Nova
۱	۱	Free sans
۱	۱	Avenir Next
۱	۱	QuickSand
۱	۱	Barlow
۱	۱	Verdana
۱	۱	Source Sans pro
۳	۳	Montserrat/ one Monserrat
۱	۱	Microsoft Yahei
۱	۱	Simsun
۱	۱	Iran yekan
۱	۱	Dana
۴	۴	Ubuntu
۱	۱	Sohne
۱	۱	GT America
۳	۳	Oxygen/ Oxygen Sans
۱	۱	Akkurat
۱	۱	Inter
۱	۱	Gotham
۱	۱	Droid
۳	۳	Cantarell
۱	۱	Effra
۱	۱	Titillium Web
۱	۱	Museo Sans
۱	۱	Trebuchet
۱	۱	DinRound pro
۱	۱	ST heiti
۱	۱	Studio Fixen sans
۱	۱	Times New Roman
۱	۱	Serif
۱	۱	Corbel
۱	۱	TT Norms pro
۱	۱	DM Sans

همانطور که در جدول شماره (۸) نشان داده شده است، از میان اپلیکیشن‌های مورد بررسی، ۹۱ مورد (۱۱ درصد) دارای فونت Sans Serif و ۳۱ عدد (۳۱ درصد) دارای فونت Roboto، ۴۹ عدد (۴۹ درصد) دارای فونت Helvetica/ Helvetica Neue، ۵۴ عدد (۵۴ درصد) دارای فونت Arial، ۹ عدد (۹ درصد) دارای فونت Noto Sans، ۵ عدد (۵ درصد) دارای فونت Iran Sans، ۵ عدد (۵ درصد) دارای فونت Open Sans، ۵ عدد (۵ درصد) دارای فونت Tahoma، ۵ عدد (۵ درصد) دارای فونت Libberation می‌باشند. تکرار باقی فونت‌ها از ۵ درصد کمتر است.

جهت بررسی میزان اهمیت معیارها از نظر کاربران از آماره‌تی استفاده شده است که نتایج آن در جدول شماره (۱۰) گزارش شده است.

جدول (۹): بررسی میزان رضایت						
ارزش تست = ۳						
سطح اطمینان ۹۵٪		اختلاف میانگین	سطح معناداری	درجه آزادی	t	
حد بالا	حد پایین					
۰/۷۱۵۹	۰/۲۹۰۰	۰/۵۰۲۹۶	۰/۰۰۰	۱۶۸	۴/۶۶۳	سبک طراحی
۱/۲۵۱۲	۰/۹۳۸۱	۱/۰۹۴۶۷	۰/۰۰۰	۱۶۸	۱۳/۸۰۶	رنگ
۰/۴۸۱۰	۰/۰۹۷۹	۰/۲۸۹۹۴	۰/۰۰۳	۱۶۸	۲/۹۸۰	فونت
۰/۹۳۹۸	۰/۵۹۸۶	۰/۷۶۹۲۳	۰/۰۰۰	۱۶۸	۸/۹۰۲	ترکیب بندی
۰/۴۴۵۳	۰/۱۷۰۱	۰/۳۰۷۶۹	۰/۰۰۰	۱۶۸	۴/۴۱۳	تصویر
۰/۵۲۱۲	۰/۰۰۰۷	۰/۳۶۰۹۵	۰/۰۰۰	۱۶۸	۴/۴۴۸	آیکون
۰/۴۴۱۲	۰/۰۹۱۳	۰/۲۶۶۲۷	۰/۰۰۳	۱۶۸	۳/۰۰۴	دانلود
۰/۳۲۶۰	۰/۰۲۹۰	۰/۱۷۷۵۱	۰/۰۱۹	۱۶۸	۲/۳۶۰	مدل
۱/۰۹۶۶	۰/۷۰۲۲	۰/۸۹۹۴۱	۰/۰۰۰	۱۶۸	۹/۰۰۴	موشن

همانطور که در جدول شماره (۹) مشاهده می‌کنید، مقدار سطح معناداری برای معیارهای مختلف اپلیکیشن‌های مورد بررسی کمتر از ۵٪ است؛ بنابراین می‌توان گفت، هر یک از معیارهای فوق در میزان رضایت از اپلیکیشن‌ها، دارای اهمیت می‌باشد، هر یک از معیارهای فوق دارای اهمیت و نقش معناداری می‌باشد.

جدول (۱۰): اولویت‌بندی معیارهای اپلیکیشن مورد بررسی	
میانگین رتبه	معیار
۵/۰۹	سبک طراحی
۶/۳۰	رنگ
۴/۵۴	فونت
۵/۵۸	ترکیب‌بندی
۴/۴۲	تصویر
۴/۷۲	آیکن
۴/۳۷	تعداد دانلود
۴/۱۶	مدل
۵/۸۲	موشن

با توجه به جدول شماره (۱۰)، مهم‌ترین معیار در اپلیکیشن‌ها، رنگ اپلیکیشن به علت داشتن میانگین رتبه بالاتر بوده و کم‌اهمیت‌ترین آنها، مدل‌شان، می‌باشد.

۵- نتیجه‌گیری

گفت در اپلیکیشن سبک طراحی، به عنوان یک سبک مهم شناخته می‌شود. همچنین از میان رنگ‌ها برای اپلیکیشن‌ها، رنگ‌های سفید، آبی و توسی به عنوان رنگ‌های موثر می‌باشند. بر حسب ترکیب‌بندی از میان ترکیب‌های ممکن برای اپلیکیشن‌ها، ترکیب‌بندی مربوط به حالت اسکرول/گوشه‌گرد می‌تواند به عنوان یک ترکیب‌بندی مناسب در طراحی اپلیکیشن در نظر گرفته شود. همچنین وجود تصویر مناسب در اپلیکیشن دارای اهمیت بسزایی می‌باشد. بر حسب نوع آیکن، آیکن‌های خطی را می‌توان آیکن‌هایی تاثیرگذار و دارای اهمیت در نظر گرفت. اگرچه تعداد کمی از اپلیکیشن‌ها دارای موشن می‌باشند ولی وجود موشن نقش بسزایی در جذب کاربر دارد. همچنین با توجه به نتایج می‌توان گفت اپلیکیشن‌هایی که به تدریس یک موضوع خاص می‌پردازند نسبت به دیگر اپلیکیشن‌های آموزشی طرفداران بیشتری دارند. فونت‌های سبک مانند Sans Serif، Arial و Iran Sans در طراحی اپلیکیشن‌ها اهمیت بیشتری دارند. به طور کلی می‌توان گفت اپلیکیشن‌هایی

در دنیای تکنولوژی؛ زمان، اهمیت زیادی برای انسان دارد. آموزش آنلاین می‌تواند زمان‌های مرده را برای ما قابل استفاده کند. علاوه بر این برای یادگیری بسیاری از علوم لازم نیست وقت زیادی را برای رسیدن به یک مرکز آموزشی در ترافیک بگذرانیم و یا به دلیل نبود آموزشی خاص در شهر و محل زندگی خود از یادگیری آن صرف نظر کنیم. نرم‌افزارهای موبایلی این امکان را برای ما فراهم می‌کنند که در هر زمان، و در هر مکان از یادگیری مبحث مورد علاقه‌مان لذت ببریم.

با بررسی‌های انجام شده به این نتیجه رسیدیم که ساختن و ارائه یک اپلیکیشن آموزشی به نیروهای متخصص برای تولید محتوای مناسب، برنامه‌نویسی و طراحی رابط کاربری گرافیکی نیاز دارد. اهمیت رابط کاربری مناسب و حرفه‌ای برای مارویشن شد و پی بردیم که ظاهر یک اپلیکیشن می‌تواند باعث موفقیت یا عدم موفقیت یک پروژه شود. با تحلیل داده‌های حاصل، به طور کلی می‌توان

می‌باشد. همچنین وجود تصویر مناسب در اپلیکیشن دارای اهمیت بسزایی می‌باشد. بر حسب نوع آیکون، آیکون‌های خطی را می‌تواند آیکون‌هایی تاثیرگذار و دارای اهمیت در نظر گرفت. چنانچه اپلیکیشن دارای موشن باشد، می‌توان گفت که موشن نقش بسزایی در جذب کاربر دارد. همچنین نوع آموزش اپلیکیشن نقش مهمی در جذب کاربر دارد، با توجه به نتایج می‌توان گفت مدل T (اپلیکیشن‌هایی که یک مبحث را تدریس می‌کنند) به عنوان یک مدل تاثیرگذار می‌باشد.

باید توجه داشت که نتایج تحقیق حاضر به قلمرو زمانی و مکانی دیگر قابل تعمیم نیست. بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، پیشنهاد می‌شود در اپلیکیشن‌های آموزشی همواره رنگ بندی و ترکیب آن در نظر گرفت شود. همچنین پیشنهاد می‌شود در طراحی اپلیکیشن‌های آموزشی همواره محتوای تولیدی و مدل ارائه، با توجه به کارایی بیشتر و نیاز کاربر در نظر گرفته شود. به طور کلی در این بررسی مشخص شد اپلیکیشن‌هایی که دارای تعداد دانلود و امتیاز بیشتری هستند، معمولاً از یک ویژگی‌های مشخص و مشابه در طراحی رابط کاربری بهره‌مند شده‌اند.

که رابط کاربری حساب شده و منظمی دارند، و استفاده از آنها به واسطه رابط کاربری مناسب، تجربه کاربری بهتری برای مخاطب به همراه دارد، از استقبال بیشتری برخوردارند. با توجه به تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌توان گفت سبک و سیستم طراحی متریال دیزاین بیشتری کاربرد را بین اپلیکیشن‌های محبوب آموزشی دارد. بنابراین سبکی مناسب برای طراحی رابط کاربری این نوع اپلیکیشن می‌باشد. همچنین ترکیب بندی اسکروولی و گوشه‌های گرد، آیکون‌های خطی، وجود تصویر و موشن باعث جذب مخاطب می‌شوند. نوع آموزش نیز اگر تدریس یک موضوع به طور کامل باشد مخاطب بیشتری خواهد داشت.

رنگ‌های زیادی در طراحی رابط کاربری اپلیکیشن‌های آموزشی استفاده می‌شود که رنگ‌های آبی و سفید و توسی بیشترین تکرار را در صد اپلیکیشن بررسی شده داشتند. همچنین فونت‌های خانواده Sans Serif، Aria، Helvetica در بین فونت‌های انگلیسی و فونت Iran Sans در بین فونت‌های فارسی بیشترین کاربرد را در طراحی رابط کاربری اپلیکیشن‌های آموزشی داشتند.

به طور کلی می‌توان گفت در اپلیکیشن سبک طراحی متریال دیزاین، به عنوان یک سبک مهم جهت طراحی

منابع

- ۱- امتی، الهه؛ علیپور، اکرم. (۱۳۹۵). عناصر مهم در طراحی رابط کاربری، قابلیت استفاده و مسایل فنی پایگاه داده‌ها طی سال‌های ۹۳ تا ۹۵. *مجله اطلاع‌رسانی پزشکی نوین*، ۲(۲).
- ۲- مجد، سید محمد. (۱۳۸۳). کتابداری و آرشیو و نسخه پژوهی. *ره‌آورد نو*، ۷.
- ۳- قاریان، صدیقه؛ هدایتی، صالحه سادات؛ شیخی نارانی، هانیه. (۱۴۰۰). تحلیل سبک‌های طراحی رابط کاربری در اپلیکیشن‌های فرهنگی ایرانی (کتابخوانی). *اكتشاف و پردازش هوشمند دانش* (۲).
- 4-Bloch, P. H. (1995). Seeking the ideal form: Product design and consumer response. *Journal of marketing*, 59(3), 16-29.
- 5-Bumanis, N., Kviesis, A., Tjukova, A., Arhipova, I., Paura, L., & Vitols, G. (2023). Smart Poultry Management Platform with Egg Production Forecast Capabilities. *Procedia Computer Science*, 217, 339-347.
- 6-Kalimullah, K., & Sushmitha, D. (2017). Influence of Design Elements in Mobile Applications on User Experience of Elderly people. *Procedia Computer Science*, Volume 113, 2017, 352-359
- 7-Lavie, T., & Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. *International journal of human-computer studies*, 60(3), 269-298.
- 8-Makram, S., & Mabrouka, C. (2021). *On the Impact of Aesthetic Defects on the Maintainability of Mobile Graphical User Interfaces: An Empirical Study*. *Information Systems Frontiers*. 24. 10.1007/s10796-020-10100-w.
- 9-Nilsson, E. G. (2008). *Designing Patterns for User Interface for Mobile Applications*. Sintef ICT.
- 10-Pinnaree, K., & Lachana, R. (2019). Factors Supporting User Interface Design of Mobile Government Application. *Association for Computing Machinery*.
- 11-Samargandi, N. (2021). User Interface Design & Evaluation of Mobile Applications. *IJCSNS*.

©Authors, Published by Journal of Intelligent Knowledge Exploration and Processing. This is an open-access paper distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



مقاله پژوهشی

ارتباط فرهنگ سازمانی و مدیریت روابط با مشتریان با نقش میانجی کیفیت زندگی کاری کارکنان

Doi: 10.30508/kdip.2023.401015.1073

مهدی غضنفری^۱ | امیر شمس (نویسنده مسئول)^۲ | هدی جان نثار احمدی^۳

۱- کارشناسی ارشد، گروه گروه مدیریت، واحد تربیت جام، دانشگاه آزاد اسلامی، تربیت جام، ایران

۲- استادیار، گروه حسابداری، واحد تربیت جام، دانشگاه آزاد اسلامی، تربیت جام، ایران

۳- استادیار، گروه مدیریت، واحد تربیت جام، دانشگاه آزاد اسلامی، تربیت جام، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۶

صفحه: ۰۰ - ۰۰

چکیده

تحقیق حاضر به بررسی رابطه فرهنگ سازمانی با کیفیت زندگی کاری و مدیریت روابط با مشتری در بین کارکنان سازمان تامین اجتماعی می‌پردازد، که در نوع خود جدید می‌باشد. در این تحقیق از مدل رابینز برای اندازه‌گیری فرهنگ سازمان و مدل والتون برای کیفیت کاری و مدل سین و همکاران برای مدیریت روابط با مشتریان استفاده شد. جامعه آماری تحقیق شامل کارکنان سازمان تامین اجتماعی خراسان رضوی در شعب هفتگانه مشهد است که تعداد آنها ۷۵۰ نفر و برای حجم نمونه تحقیق با توجه به جدول مورگان ۲۵۴ نفر در نظر گرفته شد. ابزار گردآوری پرسشنامه استاندارد بوده که از روایی لازم برخوردار و پایایی آن با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ محاسبه گردید که نشان از همسانی درونی پرسشنامه‌ها است. نتایج بدست آمده بر اساس آزمون مدل معادلات ساختاری حاکی از وجود رابطه معنادار و مثبت بین فرهنگ سازمانی با مدیریت روابط با مشتریان و کیفیت زندگی کاری و همچنین رابطه معنادار و مثبت کیفیت زندگی کاری با مدیریت روابط با مشتریان بود. علاوه بر این نتایج نشان داد که کیفیت زندگی کاری رابطه رفاه ذهنی سهامداران و مدیریت روابط با مشتریان را میانجی‌گری می‌کند.

واژگان کلیدی: فرهنگ سازمانی، کیفیت زندگی کاری، مدیریت روابط با مشتریان

۱- مقدمه

فرهنگ یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر مدیریت در سازمان است که نادیده گرفتن آن عدم انسجام داخلی و عدم انطباق بیرونی را به دنبال خواهد داشت. ضرورت توجه به فرهنگ تا جایی است که صاحب نظران بر این باورند که اگر قرار است در یک سازمان تغییرات اساسی و موثر به وجود آید، ابتدا فرهنگ آن سازمان باید دستخوش تغییر شود. بنابراین فرهنگ سازمانی موجب بالا رفتن تعهد فرد به سازمان و تداوم رویه در رفتار می‌شود (اردو، ۱۴۰۱). همان طور که یک فرد از یک سری ویژگی‌هایی برخوردار است که او را از سایر دوستان خود متمایز می‌سازد، سازمان‌ها نیز از ویژگی‌های خاصی برخوردار هستند که به این ویژگی‌ها، فرهنگ سازمان گفته می‌شود. این ویژگی‌ها در هر سازمان متفاوت است. فرهنگ سازمان برای توصیف ادراکات و عقاید مشترک و انتظارات اشخاص در سازمان‌ها به کار می‌رود. امروزه دانشمندان معتقدند عامل اصلی که به شکل‌دهی و تقویت عوامل مؤثر بر نظام‌های مختلف سازمانی حکمفرماست، فرهنگ سازمانی بوده و بیان می‌دارند؛ وظیفه اصلی مدیریت، هدایت و شکل‌دهی ارزش‌های اساسی و فرهنگ سازمانی است (باشکوه، بیگی فیروزی، ۱۴۰۰).

افرادی که در یک سازمان با هم کار می‌کنند، دارای اعتقادات، باورها، ارزش‌ها و هنجارهای مشترکی هستند که در مجموع فرهنگ آن سازمان را شکل می‌دهند. فرهنگ در تعامل با سازمان، بینش‌ها، کارمایه‌ها و سرزندگی‌هایی را پدید می‌آورد که گاهی جای خود را درون نظم و ترتیب سازمان باز می‌کنند. تمام سیستم‌های سازمانی از جمله؛

ساختار و رفتار، تحت تأثیر فرهنگ حاکم بر سازمان هستند. از این رو برای فرهنگ تعاریف متعددی آورده شده است. بنابراین در یک سازمان، فرهنگ سازمانی یک متغیر اصلی به حساب می‌آید و عواملی همچون میزان آزادی عمل و استقلال، نوع ساختار، شیوه پرداخت پاداش صمیمیت و حمایت‌های مدیران که به طور کلی ویژگی‌های مختلف فرهنگ سازمانی است، باعث تغییر الگوی رفتار سازمان و کارکنان می‌گردد (هاموند و همکاران، ۲۰۲۳).

کیفیت زندگی کاری نمایان‌کننده نوعی فرهنگ سازمانی و شیوه مدیریت است که کارکنان براساس آن احساس مالکیت، خودکفایی و عزت نفس می‌کنند. برنامه کیفیت زندگی کاری شامل؛ هرگونه بهبود در فرهنگ سازمانی است که حامی رشد و تعالی کارکنان در سازمان باشد. کیفیت زندگی در اندیشه دورکهایم، معلول مکانیسم‌های معین و عوامل اجتماعی مشخص می‌باشند. والتون در الگوی خود برای کیفیت زندگی کاری هشت شاخص را در نظر گرفته که عبارتند از: پرداخت منصفانه و کافی، محیط‌های کاری ایمن و بهداشتی، تأمین فرصت رشد و امنیت مداوم، قانون‌گرایی در سازمان، وابستگی اجتماعی در زندگی کاری، فضای کلی زندگی، وحدت و انسجام اجتماعی و توسعه قابلیت‌های انسانی (شهادت، ۲۰۲۲). همچنین کیفیت زندگی کاری به معنی تصور ذهنی و برداشت کارکنان یک سازمان از مطلوبیت فیزیکی و روانی محیط کار و شرایط کار خود است. یکی از آفت‌های مهم سازمانی، بی‌توجهی به کیفیت زندگی کاری کارکنان سازمان می‌باشد. این بی‌توجهی، اثربخشی و کارایی سازمان را به شدت کاهش می‌دهد. کیفیت زندگی

- 1- Hammond etal
- 2- Shehadeh

خدمت به مشتریان به کار می‌رود. سازمان‌ها با استفاده از CRM می‌توانند چرخه فروش را کوتاه‌تر و وفاداری مشتری به ایجاد روابط نزدیک‌تر و درآمد را افزایش دهند. سیستم مدیریت روابط با مشتری می‌تواند کمک کند تا مشتریان موجود حفظ شوند و مشتریان جدیدی جذب شوند. سازمان‌ها برخی روش‌هایی را شامل؛ مدیریت ارتباط با مشتری، تحلیل ارزش مشتری، استراتژی سازمانی و ساز و کارهای خدماتی که کارایی ارتباطات مشتری را بهبود می‌دهد، به کار می‌برند. مدیریت روابط با مشتری استراتژی برای کسب مشتریان جدید و نگهداشتن آنها است. مدیریت ارتباط با مشتری عملیاتی شامل تمام فعالیت‌های مرتبط با مشتریان بی‌واسطه همچون شرکت‌ها می‌باشد. CRM بخشی از استراتژی یک سازمان جهت شناسایی مشتریان، راضی نگه داشتن آنها و تبدیل آنها به مشتری دائمی می‌باشد. همچنین این سیستم، در راستای مدیریت ارتباطات مشتری با سازمان و به منظور به حداکثر رساندن ارزش هر مشتری، سازمان را یاری می‌نماید (غریبی و اخلاصی اسکویی، ۱۳۹۱). امروزه سازمان‌ها در دوران اقتصاد مشتری مدار فعالیت می‌کنند که در این دوران، مشتری حاکم واقعی بازار است. مدیریت روابط با مشتری استراتژی کسب و کاری است جهت بهینه‌سازی سوددهی، درآمدزایی و رضایت مشتری که براساس ساماندهی ارائه خدمات براساس نیازهای مشتری، بالابردن سطح رضایت مشتریان مطابق اصول مشتری محوری و پیاده سازی فرایندهای مشتری محوری طراحی می‌شود. گانتر؛ فرهنگ کاربردی سازمان، را به عنوان یکی از مهم‌ترین دلایل شکست CRM در سازمان‌ها دانسته است.

به طور کلی فرهنگ در سازمان، نقش‌های گوناگونی ایفا می‌کند و تعیین کننده مرز فکری و ارزشی سازمان است و موجب پایداری سازمان به عنوان یک سیستم اجتماعی می‌شود و بالاخره فرهنگ یک عامل قوی کنترل در سازمان است. همچنین امروزه در سازمان‌ها توجه به منابع انسانی از ابعاد مختلف منظر قرار گرفته است. آموزش و ارتقاء سطح توانایی‌ها و مهارت‌ها، کیفیت زندگی کاری، حفظ انگیزش و اخلاق کاری، مدیریت روابط با مشتری،

کاری که به عنوان یکی از رویکردهای بهبود عملکرد و از جمله عناصر مهم و کلیدی فرهنگ تعالی به شمار می‌رود، رویکردی است که موجب همسویی کارکنان و سازمان می‌شود (بزاز جزایری، و پرداختچی، ۱۳۸۶). کیفیت زندگی کاری عبارت از عکس‌العمل کارکنان نسبت به کار، به ویژه پیامدهای فردی آن در ارضای شغلی و سلامت روحی است (ریاز، جمال، و لطیفی، ۲۰۱۹)

امروزه، مدیریت ارتباط با مشتریان از کلیدی‌ترین نکات درک خواسته‌ها، نیازها و اولویت‌های آن‌ها و کسب مزیت رقابتی برای سازمان است. از طرفی سازمان‌ها با نیاز فزاینده به اطلاعات و دانش تحلیلی درباره مشتریان، بازار رقبا، محیط سازمانی و سایر عوامل موثر بر کسب و کار مواجه هستند که باعث توجه به هوش تجاری به عنوان راه‌حلی برای پاسخ به این نیاز شده است (آسایش و بالو، ۱۴۰۱). مدیریت روابط با مشتریان (CRM) به عنوان یک فرآیند، متشکل از نظارت بر مشتری، جمع‌آوری داده‌ای مناسب، مدیریت و ارزشیابی داده‌ها و نهایتاً ایجاد مزیت واقعی از اطلاعات استخراج شده در تعاملات آنان است (باقریان، یزدانی، یزدانی، ۲۰۱۸). مدیریت روابط با مشتریان یا (CRM) نیز تلاش سازمانی در جهت به دست آوردن و حفظ مشتری است. مدیریت روابط با مشتری می‌داند که مشتریان هسته اصلی یک کسب و کار بوده و موفقیت هر شرکت یا سازمان به مدیریت موثر روابط با آنان وابسته است. مدیریت روابط با مشتریان بر ساختن روابط بلند مدت و با ثبات که بر ارزش مشتری و سازمان می‌افزاید تمرکز می‌نماید. مدیریت روابط با مشتری یک نوع استراتژی است که برای کسب آگاهی بیشتر در مورد نیازها و رفتار مشتریان و رابطه بیشتر با آنان استفاده می‌شود. روابط خوب با مشتری رمز موفقیت در هر کسب و کار و همچنین در شرکت‌ها و سازمان‌ها است. به عبارت دیگر روشی است جهت شناسایی مشتریان و راضی نگه داشتن و تبدیل آنها به مشتریان همیشگی است. (رحیمیان، و نجفی، ۲۰۱۵). مدیریت روابط با مشتری به همه فرآیندها و فناوری‌هایی گفته می‌شود که در شرکت‌ها و سازمان‌ها برای شناسایی، ترغیب، گسترش، حفظ و ارائه

1- Riaz, Jamal, & Latif
2- Bagherian, Yazdani, & Yazdani
3- Rahimiyan, & Najafi

مبحث نو و مهم در مدیریت مبذول داشته و در شناسایی نقش و اهمیت آن نظریه‌ها و تحقیقات زیادی را به وجود آورده و در حل مسائل و مشکلات مدیریت به کار گرفته‌اند. با بررسی که توسط گروهی از اندیشمندان علم مدیریت به عمل آمده فرهنگ سازمانی به‌عنوان یکی از مؤثرترین عوامل پیشرفت سازمانها شناخته شده است. به‌طوری‌که بسیاری از پژوهشگران معتقدند که یکی از دلایل موفقیت ژاپن در صنعت و مدیریت توجه آنها به فرهنگ سازمانی است. فرهنگ سازمانی به‌عنوان مجموعه‌ای از باورها و ارزشهای مشترک بر رفتار و اندیشه اعضای سازمان اثر می‌گذارد و می‌توان نقطه شروعی برای حرکت و پویایی و پایداری در راه پیشرفت به شمار آید. فرهنگ سازمانی از اساسی‌ترین زمینه‌های تغییر و تحول در سازمان است نظر به اینکه برنامه‌های جدید تحول بیشتر به تحول بنیادی سازمانی نگاه می‌کند از این رو هدف این برنامه‌ها تغییر و تحول فرهنگ سازمان به‌عنوان زیربنا به‌بستر تحول است. برای روشن شدن مفهوم فرهنگ سازمانی ابتدا به معنی فرهنگ پرداخته شده است.

فرهنگ عبارت است از ارزش‌هایی که اعضای يك گروه معین دارند، هنجارهایی که از آن پیروی می‌کنند، و کالاهای مادی که تولید می‌کنند. فرهنگ را می‌توان به لحاظ مفهومی از جامعه متمایز کرد، اما ارتباط بسیار نزدیکی بین این مفاهیم وجود دارد. فرهنگ به شیوه زندگی اعضای يك جامعه معین، عادات و رسوم آنها، همراه با کالاهای مادی که تولید می‌کنند، مربوط است (گیدنز، ۲۰۰۴). فرهنگ الگویی از مفروضات مشترک است که گروه فرامی‌گیرد، به طوری که مشکلات انطباق‌پذیری خارجی و هماهنگی داخلی گروه را حل می‌کند، و به سبب عملکرد و تأثیر مثبت، معتبر دانسته می‌شود و از این جهت به مثابه روش صحیح ادراک، تفکر و احساس در خصوص آن مشکلات گروه، به اعضای جدید آموزش و یاد داده می‌شود (شاین، ۲۰۰۴). فرهنگ به منزله یک مفهوم، سابقه مشخص و طولانی دارد، افراد عادی این مفهوم را به مثابه کلمه‌ای برای نشان دادن فرهیختگی مورد استفاده

رضایت شغلی، ارتقاء و شیوه‌های پاداش‌دهی و موارد مشابه آن به موضوع‌های مهم و جاری تبدیل شده است. از طرف دیگر نیل به زندگی شغلی با کیفیت، مستلزم کوشش‌هایی منظم از سوی سازمان است که به کارکنان فرصت‌های بیشتر برای تأثیرگذاری بر کارشان و تشریح مساعی در اثربخشی کل سازمان می‌دهد. به این ترتیب هر سازمانی با بهره‌وری و کارایی مطلوب و موثر در جستجوی راه‌هایی است تا کارکنان را به درجه‌ای از توانایی برساند که هوشمندی خود را به کارگیرند. این امر به وسیله کیفیت زندگی کاری مناسب یعنی مشارکت و سهیم کردن بیشتر کارکنان در فرایند تصمیم‌گیری صورت می‌گیرد. کیفیت زندگی کاری، نمایانگر نوعی فرهنگ سازمان یا شیوه‌های مدیریت است که کارکنان براساس آن احساس مالکیت خودگردان، مسئولیت و عزت نفس می‌کنند. لذا هدف از تحقیق حاضر تعیین رابطه فرهنگ سازمانی و کیفیت زندگی کاری با مدیریت روابط با مشتریان خواهد بود.

۲- مبانی نظری

فرهنگ سازمانی

امروزه صاحب‌نظران مدیریت و مدیران اجرایی بر اهمیت و نقش بسزای فرهنگ سازمانی در راستای تحقق اهداف و پیشبرد امور سازمان‌ها واقف بوده؛ بنابراین، درصد شناسایی و نیز چگونگی به کارگیری روش‌هایی مفید جهت تقویت جنبه‌های مثبت آن هستند. به طور کلی می‌توان گفت، یکی از مشکلاتی که بر سر راه مدیران سازمان‌ها برای شناخت ابعاد فرهنگی وجود دارد، انتخاب چارچوب مفهومی یا مدلی جامع، درست و عمیق از فرهنگ سازمانی است (زارعی و همکاران، ۱۳۹۰). فرهنگ سازمانی موضوعی است که به تازگی در دانش مدیریت و در قلمرو رفتار سازمانی راه یافته است. فرهنگ سازمانی دارای اهمیت روزافزونی شده و یکی از مباحث اصلی و کانونی مدیریت را تشکیل داده است. جمعیت‌شناسان، جامعه‌شناسان و اخیراً روان‌شناسان و حتی اقتصاددانان توجه خاصی به این

1- Giddens

2- Shine

می‌کنند، بلکه آن شخصیت‌ها، ارزش‌ها، و علایق این افراد در طول زمان است، که سازمان را آن گونه که هست، می‌سازند. فرهنگ سازمانی به وسیله ارزش‌های مشترک بین اعضای سازمان، مسیر سازمان را مشخص، رفتار روزانه کارکنان را هدایت و به تنظیم اولویت‌ها و برنامه ریزی در سازمان می‌پردازد (شعبانی، ۱۳۹۱).

کیفیت زندگی کاری

کیفیت زندگی کاری از مباحثی است که در نیم قرن گذشته از جوانب مختلف مورد بحث و بررسی قرار گرفته است و هنوز هم در مورد مصادیق آن اختلاف نظرهای بسیاری وجود دارد. این در حالی است که در برخی موارد بسیاری از موضوعات در برهه‌هایی از زمان اهمیت خاصی پیدا می‌کنند و نیاز به استفاده کارآمدتر از آنها بیش از پیش احساس می‌شود (شعبانی، ۱۳۹۱). کیفیت زندگی کاری^۵ فرایندی است که به وسیله آن همه اعضای سازمان از راه مجاری باز و متناسبی که برای این مقصود ایجاد شده، در تصمیماتی که بر شغل‌شان و به خصوص بر محیط کارشان به طور کلی اثر می‌گذارد و به نوعی دخالت می‌یابند. در نتیجه مشارکت و رضایت شغلی آنها از کار بیشتر می‌شود و فشار عصبی ناشی از کار برایشان کاهش می‌یابد. کیفیت زندگی کاری یکی از خواست‌گاه‌های مهم توسعه سازمانی است که توسعه سازمانی ترکیب تکامل یافته‌ای از علم و هنر است که هم زمینه تخصصی عملکرد اجتماعی و هم قلمرویی از بررسی و کاوش علمی را تشکیل می‌دهد.

کیفیت زندگی کاری ابتدا در اروپا و طی دهه (۱۹۵۴-۱۹۵۰) ابداع شد و براساس تحقیقات ایریک تریست^۶ و همکارانش در دانشکده تاوستا^۷ مربوط به روابط انسانی در لندن که هم بعد انسانی و هم بعد فنی سازمان‌ها را بررسی کردند و چگونگی روابط بین آنها را ارزیابی نمودند، باعث به وجود آمدن سیستم‌های تکنیکی - اجتماعی (سوسیوتکنیکال) مربوط به طراحی شغلی گردیدند. اصطلاح کیفیت زندگی

قرار داده‌اند. صاحب‌نظران گوناگون، تعاریف متفاوتی از فرهنگ را بیان می‌کنند. برای نمونه ساترلند^۱ و وودوارد^۲ اشاره می‌کنند که فرهنگ شامل؛ هر آن چیزی است که بتوان از منبعی به منبع دیگر منتقل شود، یعنی همان میراث اجتماعی و کلیت جامعه‌ای که شامل؛ دانش، دین، هنر، اخلاقیات، قانون، فنون ابزارسازی و کاربرد آن‌ها و روش فرارساندن آن‌ها بیان می‌شود. هم چنین شاپین^۳ در تعریف فرهنگ می‌گوید: فرهنگ الگویی از مفروضات مشترک است که گروه فرامی‌گیرد به طوری که مشکلات انطباق‌پذیری خارجی و هماهنگی داخلی آن را حل می‌کند و به سبب عملکرد و تاثیر خویش معتبر دانسته می‌شود و از این جهت به مثابه روش صحیح ادراک در خصوص آن مشکلات به اعضای جدید گروه آموزش یاد داده می‌شود (شاپین، ۲۰۰۴). در سازمان‌هایی که از آن به عنوان مجموعه‌های انسانی یاد شد دارای رفتارهایی هستند که این رفتارها، رفتارهای غالب در سازمان است و به عنوان فرهنگ سازمانی از آن یاد می‌شود.

در فرهنگ لغات وبستر، فرهنگ را به عنوان مجموعه‌ای از رفتارهای پیچیده انسانی که شامل؛ افکار، گفتار، اعمال و آثار هنری است و بر توانایی انسان برای یادگیری و انتقال دانش به نسل دیگر اطلاق می‌شود، تعریف شده است. نکته‌ای که از این تعریف استنباط می‌شود این است که در سازمان‌ها فرهنگ سازمانی به عنوان يك؛ سیستم اطلاعاتی، برای حفظ و انتقال آگاهی، اعتقادات، تصورات و رفتارهای انجام کار عمل می‌کند. از دیدگاه دیگر، فرهنگ شامل؛ تمام طرح‌هایی است که به طور سنتی و تاریخی به اشکال مشخص و یا نامشخص، منطقی و یا غیرمنطقی حاکم بر زندگی بشر به حیات خود ادامه داده و در هر برهه زمانی راهنمای رفتار انسان بوده است. اشنایدر^۴ (۱۹۹۶) معتقد است، افراد يك سازمان باید فرهنگ آن سازمان را تعریف کنند. به این معنی که، افراد (کارکنان)، بازیگرانی نیستند که نقش‌ها را در يك فرهنگ استقرار یافته پر

- 1- Sutherland
- 2- Woodward
- 3- Shine
- 4- Schneider
- 5- Quality of Work Life=QWL
- 6- Eric Trist
- 7- Tavistock Institute

از تجارت، خلق مشتری است. مشتری تعیین می‌کند. تجارت چیست. آنچه مشتری می‌خرد و آنچه ارزش در نظر می‌گیرد تعیین‌کننده است. مشتری پایه و اساس تجارت است و باعث ادامه حیات آن می‌شود و تنها اوست که اشتغال ایجاد می‌کند. با توجه به اهمیت مشتری در سازمان‌های عصر حاضر و رقابتی شدن بازار، هیچ سازمان و مؤسسه‌ای نیست که بدون توجه به مشتریان بتواند به حیات خود ادامه دهد. دیمیتریادیس و استیونس^۴ الگو CRM DIE برای طراحی، اجرا و ارزیابی CRM و بر مبنای تحلیل فواصل^۵ را ارائه دادند. در این تحقیق ابتدا عوامل مؤثر بر CRM به دو قسمت داخلی و خارجی تقسیم شده و رابطه بین آنها تعیین می‌گردد. سپس از طریق تحلیل فواصل بین عوامل اثرگذار، نظام مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. عوامل داخلی و خارجی عبارتند از: الف- عوامل خارجی: چشم انداز CRM، محیط سازمانی، یکپارچگی کانال‌های متفاوت، کارکنان و مدیریت، فناوری ب- عوامل خارجی: ارتباطات مورد انتظار و ارتباطات درک شده (ریچارد و جونز^۶، ۲۰۰۸). با توجه به تعاریف ذکر شده، مدیریت روابط با مشتری فرآیند طراحی یک سازمان پیرامون مشتریان می‌باشد که در سطح عملیاتی، توسعه نرم‌افزارهای کاربردی فروش، بازاریابی و ادغام آنها را بررسی می‌کند و در سطح دیگر نحوه ایجاد و حفظ ارتباطات بلندمدت، چگونگی تدوین استراتژی‌ها و سیاست‌های نیل به آن را در نظر دارد.

آسایش و بالو (۱۴۰۱) به بررسی تاثیر استقرار هوش تجاری و انعطاف‌پذیری بر موفقیت سازمان با نقش میانجی‌گری مدیریت ارتباط با مشتریان پرداختند. جامعه آماری این تحقیق شامل؛ کلیه کارکنان سازمان بنادر کشور می‌باشند که تعداد آنها ۶۰۰ نفر است. برای تعیین حجم نمونه آماری از جدول مورگان استفاده شد و بدین ترتیب تعداد ۲۳۴ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. داده‌های موردنیاز پژوهش از طریق پرسشنامه استاندارد که به روش تصادفی سیستماتیک در بین نمونه آماری توزیع شده است، گردآوری شد و با استفاده از روش

کاری، برای دامنه وسیعی از فعالیت‌های تحول سازمان به کار برده شده و به نظر می‌رسد عناصر مشترک برنامه‌ها یا فعالیت‌ها، همان طوری که گودمن^۱ اشاره می‌کند، تلاش برای بازسازی ابعاد چندگانه سازمان و تشکیل يك ساز و کار، که تغییرات را در طی زمان معرفی و حفظ می‌کند، باشد (فرنچ، اچ بل^۲، ۲۰۰۳).

مدیریت روابط با مشتری

در دنیای تجاری به شدت رقابتی امروز، مدیریت ارتباط با مشتری می‌تواند به عنوان راه‌حل نهایی هم برای مشتری و هم برای سازمان مطرح شود. در مدیریت روابط با مشتری، مشتریان را به عنوان اجزاء خارجی در نظر نمی‌گیرند بلکه آنها را به عنوان عضو داخلی تجارت در نظر گرفته و هدف ایجاد یک رابطه‌ی بلند مدت با آنها می‌باشد. بنابراین تماس زیاد با مشتری، تعهد و ارائه خدمت از خصیصه‌های ضروری مدیریت روابط با مشتری می‌باشد. مدیریت روابط با مشتری یک پروسه‌ی مداوم شناسایی و خلق ارزش جدی با هر مشتری و سپس به اشتراک گذاشتن منفعت حاصل از آن در سراسر عمر شرکت است. استقرار سیستم مدیریت روابط با مشتری در سازمان نیازمند صرف هزینه و زمان نسبتاً زیادی است. از سوی دیگر نرخ شکست پروژه‌های مدیریت روابط با مشتری بالا است. بنابراین سنجش زمینه‌های آمادگی سازمان جهت استفاده از سیستم مدیریت روابط با مشتری ضروری است. در این پژوهش کوشش بر این است تا میان آمادگی شرکت جهت پذیرش مدیریت ارتباط با مشتری از طریق شناسایی و ارزیابی بسترهای مدیریت روابط با مشتری در سازمان مورد سنجش قرار گیرد. مدیریت روابط با مشتری به عنوان یک فرآیند، متشکل از نظارت بر مشتری، جمع‌آوری داده‌ای مناسب، مدیریت و ارزشیابی داده‌ها و نهایتاً ایجاد مزیت واقعی از اطلاعات استخراج شده در تعاملات آنان است (هدایت نظری، دهدشتی شاهرخ^۳، ۲۰۱۸).

به اعتقاد بونتیس و همکاران در سال (۲۰۱۱) هدف

- 1- Goodman
- 2- French & Bell
- 3- Hedayat Nazari, & Dehdashti Shahrokh
- 4- Dymytryadys and Stevens
- 5- GapAnalysis
- 6- Richards, & Jones

جهانی بیمه‌های داخلی با تهدیدات رقباى خارجی نیز مواجه می‌شوند. با توجه به تنوع فعالیت و حجم عملیات سازمان تامین اجتماعی چه به لحاظ جغرافیایی و چه به لحاظ پوشش بیمه‌ای، کسب رضایت چنین جمعیت قابل توجهی در کشور ممکن نیست مگر با استفاده از نظام کارآمد مدیریت منابع انسانی. بخشی (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای با عنوان: رابطه بین کیفیت زندگی کاری و مدیریت ارتباط با مشتری در شرکت کشت و صنعت مغان به این نتیجه رسید که: از دیدگاه کارکنان شرکت تمام مولفه‌های کیفیت زندگی کاری به جز یکپارچگی و انسجام اجتماعی و فضای کلی زندگی کارکنان با میزان مدیریت ارتباط با مشتری رابطه معنی‌دار و مستقیمی داشت. به این معنی که هر چه میزان کیفیت زندگی کارکنان بهتر باشد، مدیریت ارتباط با مشتری در شرکت کشت و صنعت مغان به طرف مثبت سیر می‌کند.

بای و قنبرپور نصرتی (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر مدیریت ارتباط با مشتری بر پیامدهای رفتاری مشتریان در ادارات ورزش و جوانان استان گلستان پرداختند. جامعه آماری پژوهش کلیه کارکنان ادارات ورزش و جوانان استان گلستان بودند که ۱۳۲ نفر از کارکنان به صورت تصادفی به عنوان نمونه آماری تحقیق انتخاب شدند. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه مدیریت ارتباط با مشتری هانگ کیت و همکاران (۲۰۰۵)، پرسشنامه رضایت مشتری استرینگ فلو و همکاران (۲۰۰۴) و پرسشنامه قصد بازگشت مشتری هونگ کیت و همکاران (۲۰۰۴) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و شناسایی اثرات متغیرهای تحقیق از مدل سازی معادلات ساختاری توسط نرم افزار اسمارت پی. ال. اس. استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که سازمان‌دهی مدیریت ارتباط با مشتری، مدیریت دانش و مدیریت ارتباط با مشتری مبتنی بر فناوری بر رضایت مشتری تأثیر معناداری دارد، اما تأثیر تمرکز بر مشتری کلیدی بر رضایت مشتریان دفاتر ورزش و جوانان معنی‌دار نبود. همچنین یافته دیگری نشان داد که تمرکز بر مشتری کلیدی، سازماندهی مدیریت ارتباط با مشتری و مدیریت ارتباط با مشتری بر اساس فناوری تأثیر قابل توجهی بر تمایل مشتریان دفاتر ورزش و جوانان به بازگشت دارد. اما تأثیر مدیریت دانش بر تمایل به بازگشت مشتریان ادارات

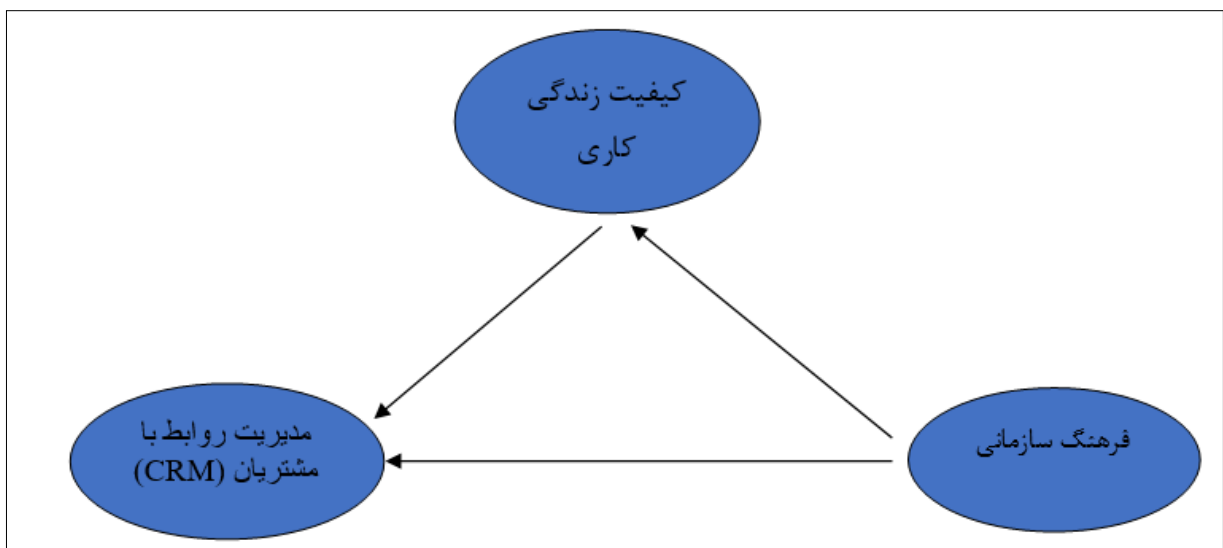
مدل‌یابی معادلات ساختاری و نرم‌افزار آموس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که شایستگی هوش تجاری و همچنین ابعاد آن شامل؛ شایستگی فرهنگی و شایستگی فنی و همچنین انعطاف‌پذیری بر مدیریت ارتباط با مشتری تأثیر مثبت و معناداری دارد. باصولی و دوستی ایرانی (۱۳۹۹) در تحقیقی با عنوان بررسی ارتباط فرهنگ سازمانی و مدیریت ارتباط با مشتری در صنعت هتل‌داری به این نتیجه رسیدند: فرهنگ سازمانی در هتل بر مدیریت ارتباط با مشتری تأثیر مستقیم دارد. با بهبود فرهنگ سازمانی به ترتیب این عوامل در مدیریت ارتباط با مشتری بهبود می‌یابد: مدیریت دانش، سازماندهی فرایندها، تمرکز بر مشتریان اصلی و فناوری‌های مدرن. به عبارت دیگر، با اتخاذ راهکارهای فوق، به ترتیب این موارد در خصوص مدیریت ارتباط با مشتری در هتل بهبود می‌یابد: برقراری ارتباط دوسویه با مشتری، شناخت نیازهای مشتری و در نتیجه پاسخگویی بهتر به مشتریان، بهبود بازاریابی و فروش، مشتری‌گرایی، کشف نیازهای مشتریان اصلی و سفارشی کردن خدمات برای آنان و تغییر خدمات برای رفع نیازهای مشتریان اصلی و در نهایت در دسترس بودن اطلاعات مشتریان و بهبود امور مربوط به فناوری‌ها. شفیعی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی تحت عنوان: تأثیر مدیریت ارتباط با مشتری بر بهبود فرآیندهای داخلی، رضایت مشتریان و سودآوری، نتایج این پژوهش ضمن شناسایی مهم‌ترین عوامل موثر داخلی و خارجی، نشان داد که اجرای اثربخش مدیریت ارتباط با مشتری بر بهبود فرآیندهای داخلی سازمان، سودآوری و رضایت مشتریان تأثیر مثبت دارد. مدیریت ارتباط با مشتری به سازمان‌ها در برقراری یک ارتباط سازنده با مشتریان و همچنین حفظ آنها کمک می‌نماید. لذا اجرای موفقیت سیستم مدیریت ارتباط با مشتری، جزء ضروریات سازمان‌های امروزی محسوب می‌شود. این مساله در سازمان تامین اجتماعی نیز از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. امروزه مشتریان حق انتخاب‌های زیادی را برای خود می‌بینند و با تغییر قیمت بیمه، به راحتی بیمه‌گر خود را به شرکت بیمه‌ای رقیب تغییر می‌دهند. بر این اساس رقابت داخلی در بخش بیمه‌های اجتماعی و درمانی در حال افزایش است. به علاوه با پیوستن به سازمان تجارت

شرکت تأثیر مثبت و معنی‌داری بر وفاداری مشتری دارد. علاوه بر این، رضایت مشتری تا حدی واسطه ارتباط بین مدیریت ارتباط با مشتری، شهرت شرکت و وفاداری مشتری است. با توجه به مبانی نظری ارائه شده، فرضیه‌ها و مدل مفهومی به شرح شکل شماره (۱) خواهد بود.

فرضیه‌های پژوهش

- ۱- فرهنگ سازمانی با مدیریت روابط با مشتریان رابطه دارد.
- ۲- فرهنگ سازمانی با کیفیت زندگی کاری رابطه دارد.
- ۳- کیفیت زندگی کاری با مدیریت روابط با مشتریان رابطه دارد.
- ۴- کیفیت زندگی کاری رابطه رفاه ذهنی سهامداران و مدیریت روابط با مشتریان نقش رامیانجی می‌کند.

ورزش و جوانان معنی‌دار نبود. خان و همکاران^۱ (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر مدیریت ارتباط با مشتری و شهرت شرکت بر وفاداری مشتری: نقش واسطه‌ای رضایت مشتری پرداختند. برای دستیابی به هدف اصلی مطالعه، داده‌ها از شرکت‌های ثبت‌شده در اسلام‌آباد و راولپندی جمع‌آوری شد و توسط سازمان توسعه شرکت‌های کوچک و متوسط تأیید شد. از پرسشنامه‌های ساختاریافته استفاده شد و در مجموع ۳۴۵ پرسشنامه بین مدیران ارشد توزیع شد و ۲۱۷ پاسخ دریافت شد. پس از حذف آن دسته از پاسخ‌هایی که گم شده بودند و به درستی تکمیل نشده بودند، ۱۸۱ پاسخ باقی‌مانده برای تجزیه و تحلیل نهایی استفاده شد. برای آزمون فرضیه‌ها از آموس استفاده شد. از این رو، یافته‌های ما نشان می‌دهد که مدیریت ارتباط با مشتری و شهرت



شکل (۱): مدل مفهومی تحقیق

کلیه افرادی می‌باشد که در شعب هفت‌گانه اداره کل تامین اجتماعی خراسان رضوی مشغول به کار هستند. تعداد آنها، ۷۵۰ نفر می‌باشند که ۲۵۴ نفر به صورت تصادفی جهت توزیع پرسشنامه انتخاب شدند. در بخش آمار توصیفی با استفاده از نمودارهای ستونی، جدول‌های فراوانی، و میانگین، خطای معیار و سایر آماره‌ها به توصیف داده‌ها پرداخته شد و در بخش آمار استنباطی از روش مدل‌یابی معادلات ساختاری به منظور پاسخ به

۳- روش تحقیق

تحقیق حاضر، از نظر هدف کاربردی، و از نظر نحوه گردآوری اطلاعات توصیفی از نوع همبستگی می‌باشد. با توجه به اینکه از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری برای آزمون فرضیه‌ها استفاده شده است، در میان تحقیقات همبستگی، این تحقیق از نوع تحلیل ماتریس همبستگی یا کواریانس می‌باشد. جامعه آماری این تحقیق کارکنان سازمان تامین اجتماعی خراسان رضوی است که شامل؛

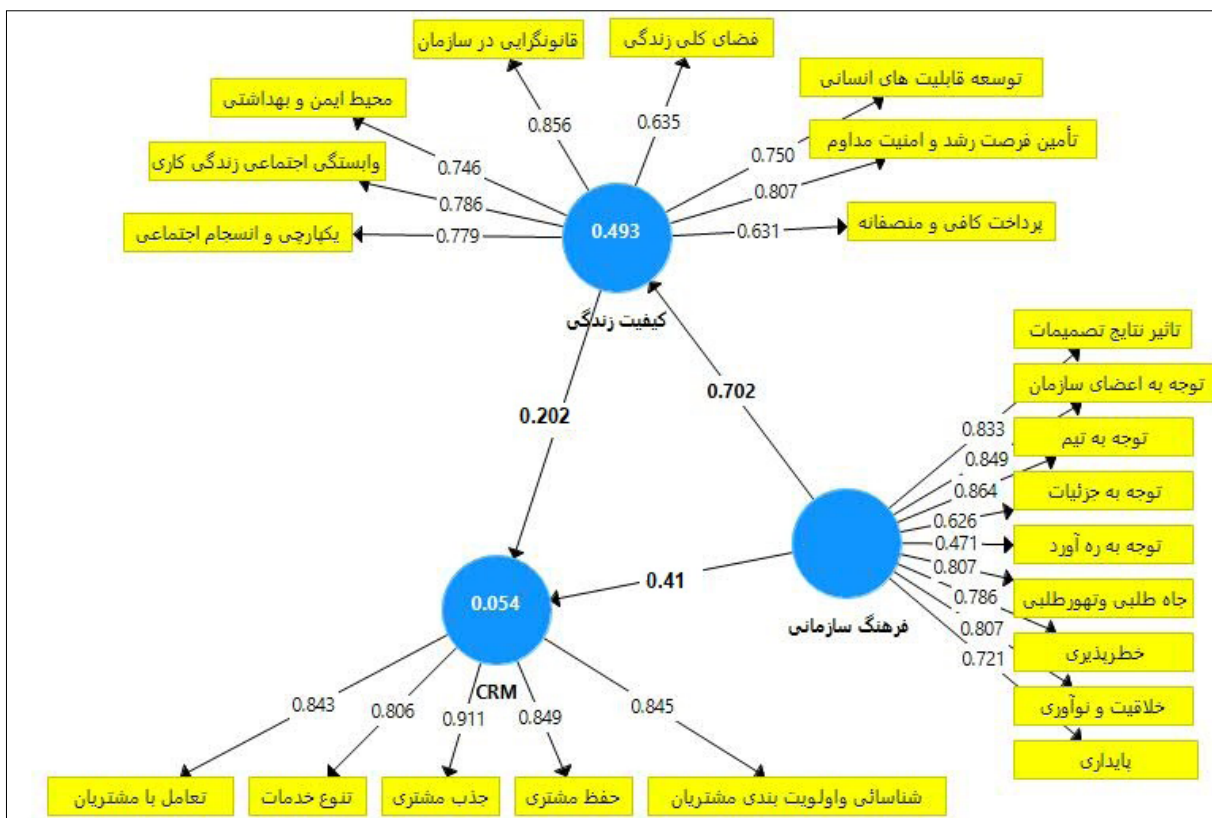
فرضیه‌های تحقیق استفاده شد. لذا، نتایج آماری به کمک نرم افزارهای اس.پی.اس.اس. و اسمارت پی.ال.اس. مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در جدول شماره (۱) سوال‌ها و ابعاد پرسشنامه تحقیق نشان داده شده است.

جدول (۱): سوالات و ابعاد پرسشنامه		
شماره سوالات	ابعاد	مفاهیم
از سوال ۹ تا ۱۰	سنجش خلاقیت و نوآوری	فرهنگ سازمانی
از سوال ۱۰ تا ۱۶	سنجش خطرپذیری	
از سوال ۱۷ تا ۲۰	سنجش توجه به جزئیات	
از سوال ۲۱ تا ۲۴	سنجش توجه به ره آورد	
از سوال ۲۵ تا ۳۰	سنجش توجه به اعضای سازمان	
از سوال ۳۱ تا ۳۵	سنجش تاثیر نتایج تصمیمات بر کارکنان	
از سوال ۳۶ تا ۴۶	سنجش توجه به تیم	
از سوال ۴۷ تا ۵۲	سنجش جاه طلبی و تهورطلبی	
از سوال ۵۳ تا ۵۶	سنجش پایداری	
سوالات ۱ تا ۳۲	ارزیابی کارکنان از ابعاد مختلف (پرداخت کافی و منصفانه، محیط ایمن و بهداشتی، تامین فرصت رشد و امنیت مداوم، قانونگرایی در سازمان، قابلیت های انسانی، یکپارچگی و انسجام اجتماعی، فضای کلی زندگی، وابستگی اجتماعی زندگی کاری)	کیفیت زندگی کاری کارکنان
از سوال ۱ تا ۷	شناسائی و اولویت بندی مشتریان	مدیریت روابط با مشتریان (CRM)
از سوال ۸ تا ۱۵	جذب مشتری	
از سوال ۱۶ تا ۲۰	تعامل با مشتریان	
از سوال ۲۱ تا ۲۶	تنوع خدمات	
از سوال ۲۷ تا ۳۰	حفظ مشتری	

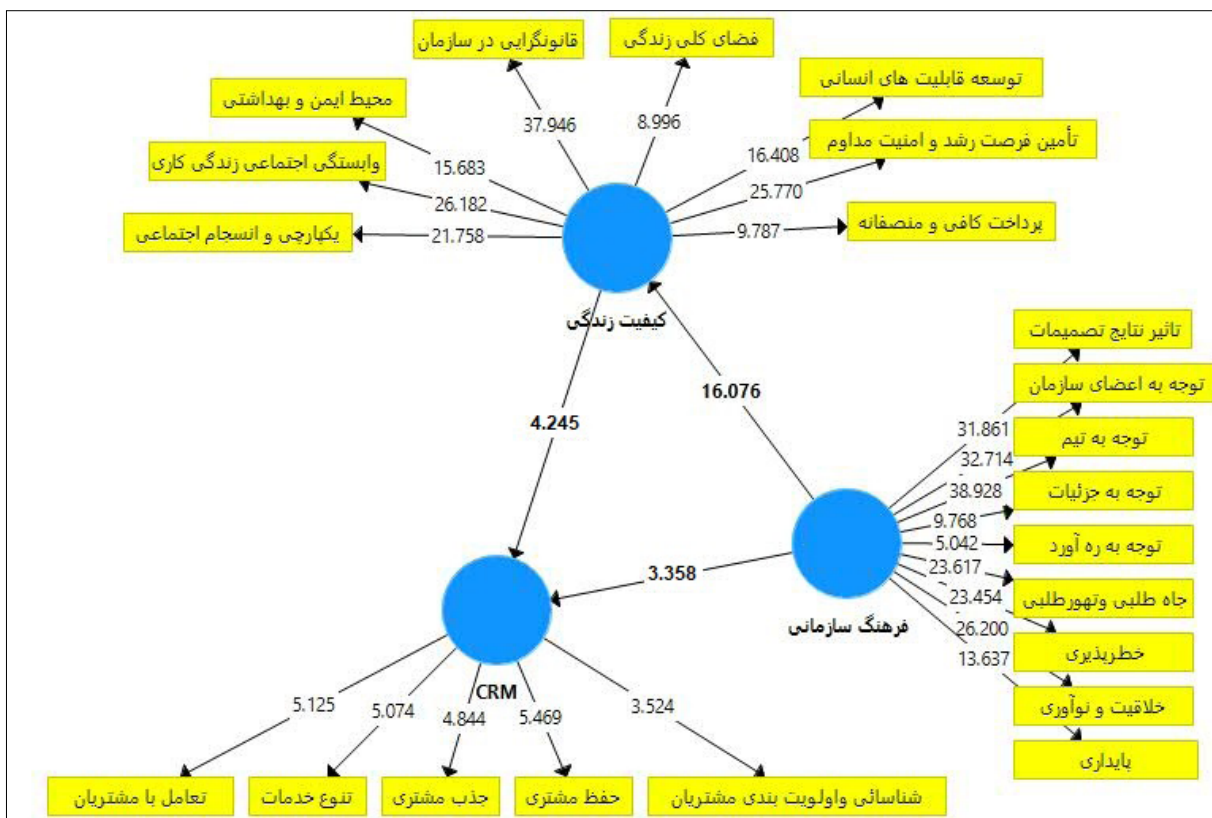
۴- یافته‌های تحقیق

دیگر متغیری که بارعاملی بزرگتری داشته باشد سهم بیشتری در اندازه گیری سازه مربوطه دارد و متغیری که بارعاملی کمتری داشته باشد، سهم کمتری را دارد و دسته ی دوم روابط بین متغیرهای پنهان و پنهان هستند که تحت عنوان ضرایب مسیر نام برده می شوند و برای آزمون فرضیات استفاده می شوند. تمامی ضرایب با استفاده از آماره t آزمون می گردند. این آماره (t -value) زمانی معنادار می باشد که مقدار قدر مطلق آن بیشتر از ۱/۹۶ باشد.

نمودارهای شماره (۱) و (۲)، مدل تحقیق می باشد. ضرایب موجود در این نمودارها به دو دسته تقسیم می شوند. دسته ی اول روابط بین متغیرهای پنهان (بیضی) و متغیرهای آشکار (مستطیل) می باشند که این روابط را اصطلاحاً بارهای عاملی گویند با توجه به بارهای عاملی می توان گفت سهم کدام متغیر در اندازه گیری سازه مربوطه بیشتر است و سهم کدام متغیر کمتر. به بیان



نمودار (۱): ضرایب مسیر مدل پژوهش

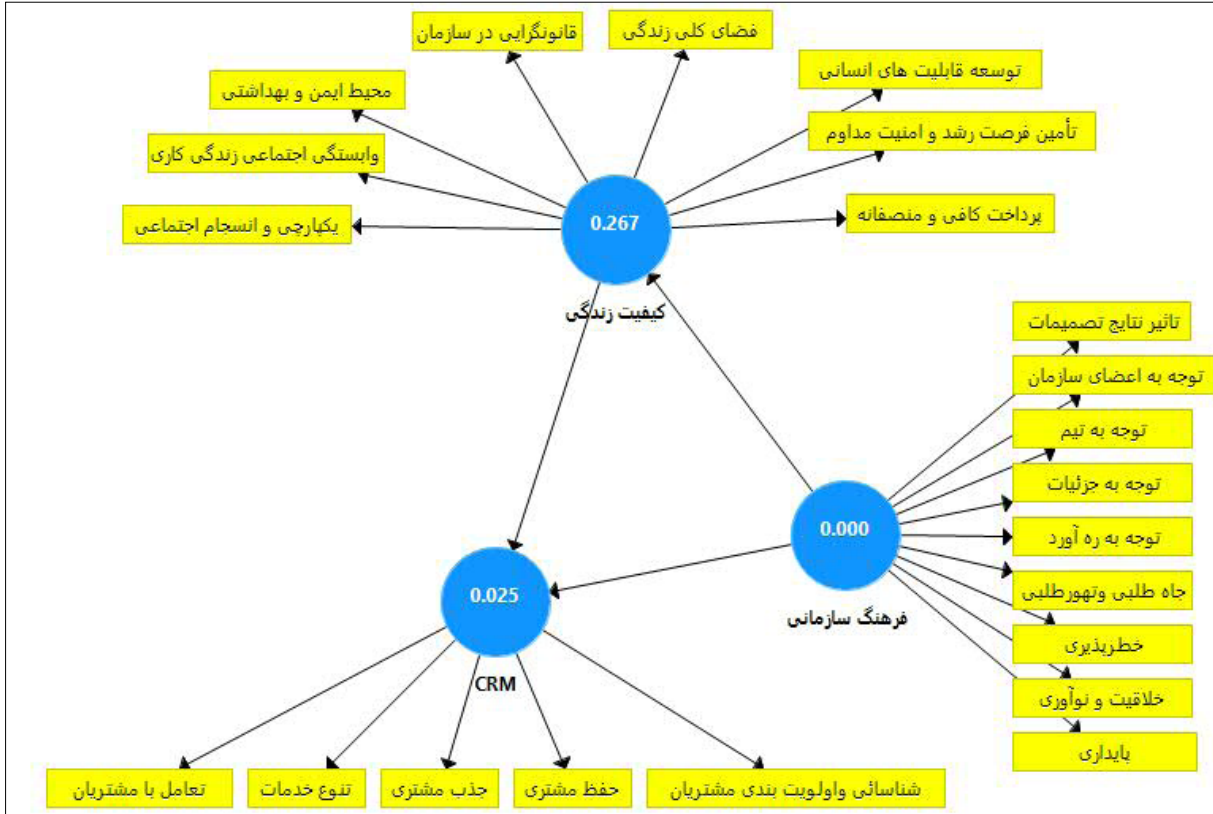


نمودار (۲): معناداری ضرایب مسیر مدل پژوهش

بررسی کیفیت مدل

نشان دهنده اعتبار مدل می باشد. همان طور که در شکل زیر مشاهده می کنید، در مدل تحقیق حاضر این اعداد مثبت می باشند. که در شکل شماره (۳) نشان می دهد.

این شاخص $(Q^2 = 1 - SSE/SSO)$ کیفیت اعتبار اشتراک مدل معادلات ساختاری را نشان می دهد و اعداد مثبت



شکل (۳): بررسی اعتبار حشو یا افزونگی مدل

دهنده اعتبار مناسب ابزارهای اندازه گیری است و مقدار مناسب آن باید بیشتر از ۰٫۵ باشد و در این تحقیق، این اعداد بیشتر از ۰٫۵ است. توضیحات در جدول شماره (۲) بیان شده است.

بررسی اعتبار ترکیبی هر یک از سازه ها: اعدادی که در ستون پایایی مرکب نوشته شده اعتبار ترکیبی سازه ها را نشان می دهد که مقدار بیشتر از ۰٫۷ آن قابل قبول است و در این تحقیق این اعداد به جز رضایت مشتری بیشتر از ۰٫۷ است. اعدادی که در ستون (AVE) نوشته شده نشان

جدول (۲): بررسی اعتبار ترکیبی هر یک از سازه ها

میانگین واریانس استخراج شده AVE	پایایی مرکب	rho_A	آلفا کرونباخ	
۰٫۵۷۹	۰٫۹۲۴	۰٫۹۲۴	۰٫۹۰۶	فرهنگ سازمانی
۰٫۷۲۵	۰٫۹۲۹	۰٫۹۱۶	۰٫۹۱۱	CRM
۰٫۵۶۶	۰٫۹۱۲	۰٫۹۰۴	۰٫۸۸۹	کیفیت زندگی کاری کارکنان

خطای اندازه‌گیری را در متغیرهایی که چندین بعد دارند، در نظر بگیرد (بیانز و لنگ فیلد اسمیت، ۲۰۰۳). در مدل معادله‌های ساختاری از یک طرف میزان انطباق داده‌های تحقیق و مدل مفهومی آن بررسی خواهد شد که آیا از برازش مناسب برخوردار است و از طرف دیگر معناداری روابط در این مدل برازش یافته آزمون می‌شود. براساس نتایج حاصل از مدل ساختاری در جدول شماره (۳) به بررسی فرضیات پرداخته شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد تمام فرضیه‌ها تایید شدند، زیرا مقدار t بیشتر از ۱/۹۶ است.

برای آزمون فرضیات اول تا سوم پژوهش از مدل معادله‌های ساختاری استفاده شد. این روش، شیوه‌ای جامع برای ارزیابی و بهبود مدل‌های تئوریک محسوب می‌شود (اندرسون و گرینگ، ۱۹۸۸). هدف این مدل توضیح الگوهای میان مجموعه‌ای از متغیرهای پنهان می‌باشد که هرکدام توسط یک یا چند متغیر مشاهده شده، سنجیده می‌شوند (دیلمان توپولوس، ۱۹۹۴). مزیت این روش نسبت به رگرسیون چندگانه و تحلیل مسیر این است که اولاً؛ این مدل توانایی سنجش چندین رابطه را به طور همزمان دارد و ثانیاً؛ این مدل می‌تواند اثر

جدول (۳): نتایج آزمون فرضیه‌ها			
نتیجه	کمیت t	برآورد استاندارد	فرضیه
تایید	۱۶/۰۷۶	۰/۷۰۲	فرضیه اول: فرهنگ سازمانی بر کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارد.
تایید	۴/۲۴۵	۰/۲۰۲	فرضیه دوم: کیفیت زندگی بر مدیریت روابط با مشتریان تأثیر می‌گذارد.
تایید	۳/۳۵۸	۰/۴۱۰	فرضیه سوم: فرهنگ سازمانی بر مدیریت روابط با مشتریان تأثیر می‌گذارد.
تایید	۱۴/۴۵۷	۰/۱۴۱	فرضیه چهارم: فرهنگ سازمانی بر مدیریت روابط با مشتریان از طریق میانجیگری کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارد.

۵- نتیجه‌گیری

و عملکرد کارکنان سازمان را به سمت شکست می‌برد، گزینش نیروی انسانی متخصص و باتجربه بر حسب شایسته‌سالاری که می‌توان به نیروهای بالفعل موفق‌ها و بالقوه موفق‌ها اشاره کرد که از عناصر مهم فرهنگ سازمانی محسوب می‌شود، با توجه به وجود فرهنگ خوب یا بد در سازمان به نحوی مدیریت و نظارت و کنترل که مثل یک قیچی دو لبه عمل می‌کند، مربوط می‌شود، اگر یکی از لبه‌های قیچی خوب عمل نکند در نظارت و کنترل مدیریت ضعف وجود دارد، بنابراین نقش این ضعف تأثیرات منفی قابل توجه در ساختار سازمانی خواهد گذاشت. یعنی باید به جایگاه، احترام به کارکنان و تأمین نیازهای مالی آنها توجه کرد که از وظایف مدیریتی شمرده شده است. هر سازمانی برای تقویت فرهنگ درون سازمانی خود به یک سری ابزارها و منابع در آمد برای تأمین هزینه‌های جاری

فرهنگ سازمانی بستری مناسب جهت زمینه سازی برای ایجاد برنامه‌ریزی و اجرای استراتژی متناسب با سیاست‌های سازمانی می‌باشد، فرهنگ سازمانی متشکل شده از انجام کلی فعالیت‌هایی که برای تحقق اهداف سازمان صورت می‌گیرد، تعامل بین کارکنان، باورها، ارزش‌ها، اعتقادات، نگرش‌ها و رضایت و امنیت شغلی، تجاری سازی و کسب درآمد است. در واقع اگر ما فرهنگ را هدایت و کنترل نکنیم، فرهنگ ما را هدایت می‌کند، فرهنگ سازمانی، می‌تواند با ایجاد انگیزه در سرمایه‌های انسانی باعث شکوفایی خلاقیت‌ها، نوآوری در کارکنان شود، چون سرمایه‌های انسانی به حق سرمایه‌های اصلی یک سازمان هستند و باعث تحقق اهداف و پیشرفت سازمان و بر عکس در صورت کاهش انگیزه

متغیرهای محیط کاری است و فرآورده ارزیابی کاری شخص از شغل خود می باشد. نیل به زندگی کاری با کیفیت، مستلزم کوشش‌هایی منظم از سوی سازمان است که به کارکنان فرصت‌های بیشتر برای تأثیرگذاری بر کارشان و تشریک مساعی در اثربخشی کل سازمان می دهد. به این ترتیب هر سازمانی با بهره‌وری و کارایی مطلوب و مؤثر، در جستجوی راه‌هایی است تا کارکنان را به درجه‌ای از توانایی برساند، که هوشمندی خود را بکار گیرند. این امر به وسیله کیفیت زندگی کاری مناسب یعنی مشارکت و سهیم کردن بیشتر کارکنان در فرایند تصمیم‌گیری صورت می گیرد. بالا بردن کارایی و بهره‌وری کارکنان سازمان‌ها امری است که همانند دیگر منابع نیروی انسانی جامعه نیازمند برخورداری آنان از سلامت روانی و جسمانی، نشاط و آرامش می باشد. داشتن چنین ویژگی‌هایی در گرو داشتن زندگی سالم و پرتحرک و استفاده بهینه از ایام و اوقات فراغت در جهت تأمین سلامت عمومی میسر است. لذا سازمان‌هایی که علاقه‌مند به بهبود کیفیت زندگی کاری مطلوب هستند، می‌کوشند تا احساس طراوت، پویایی و نشاط را در کارکنان ایجاد کنند. در سال‌های اخیر برنامه‌های کیفیت زندگی کاری نقش اساسی و مهمی در افزایش بهره‌وری نیروی انسانی و سازمان‌ها و شرکت‌های بزرگ بر عهده داشته است. برنامه‌های استراتژیک ارتقای کیفیت زندگی کاری منابع انسانی در سازمان‌ها یک رویکرد درون‌گرا و گسترده می باشد. این بدین معنی است که نیروی انسانی کارآمد نقش محوری در تحول سازمان ایفا می کند. نتایج تحلیل‌های انجام گرفته در این بخش از تحقیق نشان می دهد. که شاخص‌های ذیل به ترتیب در کیفیت زندگی کاری کارکنان نقش به‌سزایی دارند: توسعه قابلیت‌های انسانی، تأمین فرصت رشد و امنیت مداوم، پرداخت کافی و منصفانه، فضای کلی زندگی، قانون‌گرایی در سازمان، محیط ایمن و بهداشتی، وابستگی اجتماعی و زندگی کاری، یکپارچگی و انسجام اجتماعی

نتایج مربوط به مدیریت روابط با مشتریان (CRM)

مدیریت روابط با مشتریان یک سیستم یکپارچه است که در جهت برنامه‌ریزی، زمان‌بندی و کنترل فعالیت‌های قبل و بعد از فروش سازمان به کار می‌رود و هدف آن به

نیاز دارد که با استفاده از محصولات تولیدی اعم از محتوای اخبار، روزنامه‌ها، نشریات و پذیرش آگهی در راستای رقابت در بازار داخلی و جهانی کسب سود و درآمذزایی می‌کند، تا بتواند همان هزینه‌های جاری سازمان که اعم از پرداخت حقوق مکفی و جلب رضایت کارکنان که به دنبال رضایت شغلی به تقویت فرهنگ سازمانی منجر شده که زمینه‌ساز شکوفایی استعدادها و خلاقیت‌ها در راستای سیاست سازمان است و به روزرسانی ابزارهای تبلیغات و اطلاع‌رسانی، مطرح شدن در بازارهای جهانی و برندسازی سازمان و استفاده از ابزارهای دیجیتالی و آموزش‌های مورد نیاز با علم به روز دنیا جهت صنعتی کردن سازمان خود پیش رود. سازمان‌های رسانه‌ای برای تحولات و پیشرفت باید از درون تغییر کنند که همان فرهنگ قالب است که در رابطه با همین مطلب يك مثال که می‌گوید: تخم مرغ اگر با نیروی بیرونی بشکند، پایان زندگیست؛ ولی اگر با نیروی داخلی بشکند، آغاز زندگیست. همیشه تغییرات از درون شکل می‌گیرد، در واقع درون خود را بشکن تا شخصیت جدیدت متولد شود. با توجه به اینکه فرهنگ يك سازمان نمایان‌گر شخصیت و هویت خود هست، بنابراین بایستی در فرهنگ‌سازی و ارتقای فرهنگ سازمان خود با ورود به دنیای نوین ارتباطات الکترونیکی همیشه يك قدم از تغییر جلو و حرکت به سمت تحول باشیم و آرمان‌گرایانه با فرهنگی قوی فعالیت خود ادامه دهیم. نتایج تحلیل‌های انجام گرفته در این تحقیق در مورد بخش فرهنگ سازمانی نشان می‌دهد، مولفه‌های ذیل به ترتیب در فرهنگ سازمانی نقش به‌سزایی دارند: تأثیر نتایج تصمیمات، توجه به اعضای سازمان، توجه به تیم، توجه به جزئیات، توجه به ره‌آورد، جاه‌طلبی و تهورطلبی، خطرپذیری، خلاقیت و نوآوری، پایداری.

نتایج مربوط به کیفیت زندگی کاری کارکنان

امروزه در مدیریت معاصر مفهوم کیفیت زندگی کاری به موضوع اجتماعی عمده‌ای در سراسر دنیا مبدل شده است. طرفداران نظریه کیفیت زندگی کاری در جستجوی نظام‌های جدید برای کمک به کارکنان هستند تا آنها بتوانند بین زندگی کاری و زندگی شخصی خود تعادل برقرار کنند. کیفیت زندگی کاری مسأله‌ای پیچیده و مرکب از

۱- با توجه به اینکه مشتریان، کارکنان، رهبری، فرهنگ سازمانی، استراتژی و ساختار عوامل اصلی مورد نیاز برای اجرای CRM بوده، به منظور اجرای یک استراتژی CRM موثر در بازارهای رقابتی، شرکت باید طبق مدل ارائه شده در مقاله یک تیم متخصص مجهز به مهارت‌های فنی و کسب و کار که به ایجاد استانداردهای بالای خدمات‌رسانی به مشتری می‌انجامد، تشکیل دهد.

۲- تدوین برنامه جامع و مدیریت استراتژیک برای شروع و اتمام به موقع پروژه اجرای استراتژی CRM ضروری است. این کار مانع از به حاشیه رفتن تیم پروژه شده و باعث هماهنگی زیرسیستم‌ها و جلوگیری از تحمیل هزینه‌های مضاعف در آینده می‌شود.

۳- برای جلوگیری از اشتباهات استراتژیک و تاکتیکی (فردی و فرایندی) لازم است در کلیه مراحل اجرا اقدامات کنترلی و نظارتی در خصوص عملکرد اعضای تیم و پیشرفت مراحل اجرا به عمل آید.

۴- بررسی مولفه‌های مدل اجرای استراتژی CRM (فکری، اجتماعی و فناوری اطلاعات) می‌تواند با مشخص نمودن نقاط ضعف سازمان در خصوص هر کدام از مولفه‌ها، زمینه تقویت آن‌ها را فراهم نماید.

۵- پایه و اساس هر استراتژی، اطلاعات و تکنولوژی می‌باشد. بنابراین سازمان‌ها باید اطمینان حاصل نمایند که اطلاعات مهم و مناسب به منظور برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری موثر و کارآمد در زمان مناسب به افراد مناسب می‌رسد. برای انجام چنین کاری، سازمان‌ها می‌توانند استانداردی برای جلب رضایت مشتری ایجاد نمایند.

۶- لازم است واحدهای مختلف سازمان برای اجرا و پیاده‌سازی مطلوب استراتژی CRM تعامل نزدیکی با هم داشته باشند.

۷- ساختار سازمانی، عوامل انسانی و فرهنگ می‌توانند اجرای استراتژی CRM استراتژی را تحت تاثیر قرار دهند، نوع افراد و انگیزه‌های آنها، زمینه مهارت‌های مورد نیاز برای حمایت از مزایای رقابتی پایدار را فراهم می‌کند. فرهنگ سازمانی که شامل؛ ارزش‌های مشترک، هنجارهای رفتاری و نمادها و فعالیت‌های نمادین است، باید با ساختار سازمانی و عوامل انسانی سازگار باشد...

دست آوردن و حفظ بلندمدت مشتریان و ارزش‌گذاری برای آنها و همچنین توانمند ساختن مشتریان جهت تعامل با بنگاه‌ها، شرکت‌ها و سازمان‌ها از طریق ابزارهای متعددی چون؛ وب، تلفن، فکس، ایمیل و غیره دریافت خدمات می‌باشد. برنامه‌های کاربردی CRM می‌تواند برای پشتیبانی از کل فرایندهای مشتری مدار در سازمان‌ها، در هر اندازه و سطحی شامل؛ بازاریابی، فروش و خدمات مشتری استفاده شود. امروزه به منظور حفظ قدرت رقابتی در بازار، همه سازمان‌ها به دنبال راهی برای توسعه، حفظ و نگهداری، پایداری، دقت و مجموعه به هنگامی از مشتری، محصول، اطلاعات و خدمات در طول مدت بازاریابی و فروش، خدمات، پشتیبانی واحدهای توسعه محصول که بر CRM می‌باشند که بر بخشی از استراتژی یک سازمان جهت شناسایی CRM مشتریان، راضی نگه داشتن آنها و تبدیل آنها به مشتری در راستای مدیریت روابط دائمی می‌باشد. همچنین مشتری با شرکت و به منظور به حداکثر رساندن ارزش هر تسهیل در CRM مشتری، سازمان را یاری می‌کند. وظیفه اصلی برقراری ارتباط مشتری با سازمان (به هر صورتی که مشتری تمایل دارد) بدون محدودیت زمانی، مکانی و ملیتی می‌باشد به نحوی که مشتری احساس کند، با سازمان واحدی در تماس است که وی را می‌شناسد و نیازهای وی را به سرعت و با آسان‌ترین روش ارتباطی مرتفع می‌کند. CRM نوعی استراتژی بازاریابی است که هدف آن صرفاً به بالا بردن معاملات که در حقیقت بالا بردن سوددهی به طور مقطعی می‌باشد، محدود نمی‌گردد، بلکه سعی دارد به دیدگاهی منحصر به فرد و یکپارچه از مشتری با یک راه حل مشتری‌مدارانه دست یابد، که باعث بالا رفتن رضایت مشتری و افزایش سود شرکت در بلندمدت می‌باشد. اگر نحوه مدیریت ارتباط با مشتری بهبود یابد، نتیجه آن افزایش بهره‌وری، رضایت مشتری و عملکرد بهتر نسبت به رقبا است. با این حال شرکت‌ها باید از به عنوان یک راه حل مقابله با فشارهای CRM نگرستن به رقابتی اجتناب کنند. چون مدیریت ارتباط با مشتری طرحی است، که باید به صورت یک استراتژی سازمانی به آن نگریسته شود. با مرور ادبیات، مفاهیم و اصول مدیریت روابط با مشتری می‌توان توصیه‌های سیاستی زیر را برای اجرای موفقیت‌آمیز استراتژی CRM ارائه نمود:

در سازمان باید فرهنگ سازی مناسبی در سازمان صورت پذیرد و در سازمان بسترهای مناسب فرهنگی جهت پیاده سازی مدیریت روابط با مشتری فراهم گردد. نتایج تحلیل‌های انجام گرفته در این تحقیق در این خصوص نشان می‌دهد مولفه‌های ذیل به ترتیب در اجرای فرایند مدیریت روابط با مشتریان، نقش به‌سزایی دارند: که از جمله آنها می‌توان به شناسائی و اولویت بندی مشتریان، حفظ مشتری، جذب مشتری، تعامل با مشتریان، اشاره نمود.

باشکوه، محمد؛ بیگی فیروزی، الله یار؛ (۱۴۰۰). تأثیر هوش فرهنگی کارکنان بر فرهنگ سازمانی بیمارستان، مجله اخلاق پزشکی، ۱۵(۴۶)، ۱-۱۳.

۸- سیستم ارتباط با مشتری بر سازمان‌ها مزایایی از قبیل: اجرای استراتژی، کاهش هزینه‌های اداری، افزایش اثربخشی رقابت‌های بازاریابی در بازارهای سنتی و الکترونیکی، افزایش پاسخگویی به مشتری و افزایش زمان عرضه محصول به مشتری را دربردارد.

از آنجایی که مدیریت روابط با مشتری به عنوان یک ضرورت استراتژیک برای تمامی سازمان‌ها می‌باشد. و اجرای مؤثر آن می‌تواند سبب افزایش رضایت مشتری، وفاداری و جذب آنها شود. از طرفی چون فرهنگ سازمانی یک متغیر محیطی است که به میزان متفاوت بر تمام اعضای سازمان اثر می‌گذارد و از این رو درک درست از این ساختار برای اداره سازمان و کار مؤثر حائز اهمیت است، لذا به نظر می‌رسد که برای اجرای موفقیت آمیز این راهبرد

منابع

- ۱- اردو، فاطمه، (۱۴۰۱). فراترکیب سطوح فرهنگ سازمانی؛ جستاری برای فرهنگ شایستگی محور دانشگاه، فصلنامه علمی پژوهشی راهبرد فرهنگ.
- ۲- الهی، شعبان، (۱۳۹۱). مدیریت ارتباط با مشتری، تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی.
- ۳- آسایش، فرزاد؛ بالو، رضا. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر استقرار هوش تجاری و انعطاف پذیری بر موفقیت سازمان با نقش میانجی‌گری مدیریت ارتباط با مشتریان SSM، مطالعات میان رشته‌ای مدیریت بازاریابی، ۱۱(۱)، ۱۷۱-۱۵۴.
- ۴- باشکوه، محمد؛ بیگی فیروزی، الله یار؛ (۱۴۰۰). تأثیر هوش فرهنگی کارکنان بر فرهنگ سازمانی بیمارستان، مجله اخلاق پزشکی، ۱۵(۴۶)، ۱-۱۳.
- ۵- باتل، فرانسیس؛ ترنبول، جان؛ (۱۳۹۵). مدیریت ارتباط با مشتریان (ترجمه: کامبیز حیدرزاده)، تهران: نشر سیتة.
- ۶- باصولی، مهدی؛ دوستی ایرانی، مهناز؛ (۱۳۹۹). بررسی ارتباط فرهنگ سازمانی و مدیریت ارتباط با مشتری در صنعت هتلداری، فصلنامه علمی - پژوهشی گردشگری و توسعه، ۹(۳).
- ۷- بخشی دیزینی، فرشته؛ (۱۳۹۷). رابطه بین کیفیت زندگی کاری و مدیریت ارتباط با مشتری در سازمان - مطالعه موردی شرکت کشت و صنعت مغان، کنفرانس ملی چشم‌اندازهای نوین در حسابداری، مدیریت و کارآفرینی، تهران.
- ۸- بزاز جزایری، سید احمد؛ پرداختچی، محمدحسن، (۱۳۸۶). تدوین مدل ارزیابی کیفیت زندگی کاری کارکنان در سازمانها، فصلنامه علوم مدیریت ایران، ۲(۵).
- ۹- رایبیز، استیفن، (۱۳۹۲). مدیریت رفتار سازمانی، (ترجمه: علی پارساییان و سید محمد اعرابی)، تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- ۱۰- سیاحی، علی اکبر، (۱۳۷۷). کیفیت زندگی کاری، نشریه اقتصاد کار و جامعه، ۲۹.
- ۱۱- شاین، ادگار، اچ. (۲۰۰۴). فرهنگ سازمانی، (ترجمه: ابراهیم محبوب)، تهران: فرا.
- ۱۲- غریبی، پریسا؛ اخلاصی اسکویی، علیرضا؛ (۱۳۹۱). راهکارهای جلب رضایت مشتری یا ارباب رجوع در سازمان تامین اجتماعی، نشریه فروغ تدبیر، ۷۵.

- 13-Andrade, S. (2003). Using "Customer Relationship Management Strategies", *Applied Clinical Trials*.
- 14-Bagherian, M. S., Yazdani, M. H., & Yazdani, N. (2018). The Impact of the Quality of the online Service Provider Websites on the Brand loyalty. *کنفرانس بین المللی علوم و مهندسی*.
- 15-Chen, I.J. & Popovich K. (2003). Understanding "customer relationship management: People, process and technology". *Business Process Management Journal*, 9(5), pp.672-688.
- 16-Hammond, M., Owusu, N. O., Nunoo, E. K., Boampong, G., Osman, A., Panin, A., ... & Essen, B. (2023). How quality of work-life influence employee job satisfaction in a gas processing plant in Ghana. *Discover Sustainability*, 4(1), 10.
- 17-Hedayat Nazari, F., & Dehdashti Shahrokh, Z. (2018). Antecedents and outcomes of customer experience in iran online retailing. *Public Management Researches*, 11(41), 313-336.
- 18-Khan, R. U., Salamzadeh, Y., Iqbal, Q., & Yang, S. (2022). The impact of customer relationship management and company reputation on customer loyalty: The mediating role of customer satisfaction. *Journal of Relationship Marketing*, 21(1), 1-26.
- 19-Rahimiyan, H., & Najafi, A. (2015). An Investigation of the Relationship between Quality of Work Life and Middle Managers' Performance in Iran National Gas Company. *The Journal of Productivity Management*, 9(4 (35)), 83-110.
- 20-Reinartz, W., Kraft, M. & Hoyer, W. D. (2004). "The customer relationship management process: Its measurement and impact on
- 21-Riaz, M. K., Jamal, W., & Latif, K. F. (2019). Moderating Role of Intrinsic Motivation on the Relationship of Work-Family Conflict and Job. *Business & Economic Review*, 11(3), 161-180.
- 22-Richards, K. A., & Jones, E. (2008). Customer relationship management: Finding value drivers. *Industrial marketing management*, 37(2), 120-130.
- 23-Shehadeh, H. K. (2022). Impact of Telework Strategy on Quality of Work Life during COVID-19 Pandemic" A Case Study of Orange Jordanian Telecommunication Company". *International Journal for Quality Assurance*, 5(2).
- 24-Xu, X., Zhao, P., Hayes, R., Le, N., & Dormann, C. (2023). Revisit the causal inference between organizational commitment and job satisfaction: A meta-analysis disentangling its sources of inconsistencies. *Journal of Applied Psychology*.
- 25-Yonggui, W., Hinge, Po.Lo. Renyong, C., and yongheng, Y. (2004): "An integrated framework for customer value and customer relationship-management performance", *Managing Service Quality*, No2/3.

©Authors, Published by Journal of Intelligent Knowledge Exploration and Processing. This is an open-access paper distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Research Article

People's fatness and thinness detection using image processing and machine learning

Doi: 10.30508/kdip.2023.397538.1069

Ahmad Mosapour^{1*}, Adel Mohammadi Johendizi², Mohammad Mirzaee³, Mohammad Hasanvand⁴

Abstract

One of the most important priorities in developed countries is the use of machine decision-making instead of a human. One of the areas that need this field is health. For this purpose, determining the obesity and thinness of people can be very useful in studying and examining the health status of a society and adopting health system policies. Images of people as a database of research have been prepared from several different environments where the distance between the camera and the person is the same in all of them. Then, the background of the image is removed using background subtraction. Image features that include image morphological characteristics are extracted from the image and are classified into two categories to perform classification operations. The people were divided into three categories: fat, medium, and thin. The images are noised using the Gaussian low pass filter method with different frequencies filtered using two methods of salt and pepper noise and Gaussian noise. In a normal image, the highest accuracy is related to the SVM method with an accuracy of 97.1%, and the lowest is related to the MLP, Bayesian and KNN algorithms, respectively. The results of this paper showed that with the proposed method, in addition to being able to classify the people of a society in terms of obesity and thinness, a higher accuracy was achieved than most of the methods that have been presented so far. According to the solutions and results of this research, by increasing the images of people, in addition to increasing the accuracy, it will reach a more practical level.

Keywords: Classification, Image Processing, machine learning, SVM, Thin, Fat

1-Msc, Faculty of Electrical Engineering, Islamic Azad University- North Tehran Branch, Tehran, Iran.

2-Assistant Prof , Faculty of Electrical Engineering, Islamic Azad University- North Tehran Branch, Tehran, Iran.

3-Assistant Prof ,Faculty of Electrical Engineering, Islamic Azad University- North Tehran Branch, Tehran, Iran.

4-Msc, Faculty of Computer Engineering, University of Mohagegh Ardebili, Ardebil, Iran.

1- Introduction

Image processing has become one of the most important sciences of interest to mankind, which has produced tremendous progress in many fields in various ways; in such a way that it has found wide applications in other sciences such as medical sciences, technical and engineering sciences, industrial sciences, basic sciences, etc. and has improved the efficiency, progress, and updating of that science. Image processing has many applications such as shape recognition, image texture recognition, image type, etc. With the rapid development of image processing science and machine learning in theoretical and practical fields, it can be said that the only suitable alternative for decisions based on human vision is the mentioned items. Because the presence of humans in some situations, places, and times, in addition to the cost of human resources, maybe life and financial risks for humans, making decisions with a machine can be a good alternative for this issue. Therefore, in this paper, it is attempted to use image processing-based methods to diagnose the obesity and thinness of a sample of the population without human intervention. Because issues related to the health of humanity are considered one of the issues and problems of every society, attention, and monitoring of health indicators is an important issue for the governance and institutions that are responsible for health, considering that health is closely related to the condition of obesity or thinness of any society. Therefore, measuring, monitoring, and preventing obesity in society leads to the prevention of physical injuries of the people of that society and as a result, a healthier society will be formed physically and even mentally. In the field of monitoring the obesity of people in a society, if human resources for necessary studies sample the samples of society, naturally, in addition to the exorbitant cost and time, this process is faced with serious human errors. Therefore, it is necessary to use a system without human intervention to sample society. Using image processing and machine learning in this field can be a suitable alternative to sampling instead of human labor; in such a way that by using different algorithms of artificial intelligence, training is done once and their results are used for years with the least error,

the least cost and the least time. In this paper, we have provided some examples of different people and by using image processing and machine learning, they are divided into three categories: obese, medium, and thin. Finally, by monitoring a society, it is possible to formulate general policies in the field of physical and mental health of the people of that society and prevent the creation of a health crisis in that society. One of the most important public problems that human society is currently dealing with is the problem of obesity and being overweight. The world health organization defines obesity as excessive accumulation of fat or abnormal fat that may harm health. In simple terms, obesity is the result of eating too much and moving too little (Chen, 2015). Obesity is a chronic disorder involving a complex number of environmental, cultural, psychosocial, metabolic, and genetic factors. The prevalence of overweight and obesity in adults and children has reached an alarming level. This trend has been continuously increasing during the prevalence of overweight and obesity and has not stopped (Kim, Kim, Kim, Lee, & Jung, 2018). Therefore, it is impossible to discuss weight loss in society and create physical health in them without monitoring people and estimating their health levels. One of the most important levels of health of individuals as mentioned is the topic of obesity. For this reason, monitoring and measuring the level of obesity in a society is essential to formulate the general policies of a government in the field of health. Monitoring people in society for practical studies for developing the system of letters and policies of the health sector needs accuracy, speed, high quality, and low cost. For this reason, the use of methods based on the use of labor for mentioned reasons is outdated and impractical. For this purpose, the use of machine-based methods, especially artificial intelligence methods, can achieve the goals of accuracy, speed, high quality, and low cost. At the same time, these methods have characteristics such as tirelessness, constant monitoring, low maintenance cost, no need for labor, and high accuracy, which increase the need to use them. Image processing is a method of converting an image digitally and doing some work on it, to get an improved image or extract some useful information from it, which is used in

stages such as classification, etc. Many concepts such as computer vision, image processing, machine learning, and others concepts have many similarities together, so there is no precise definition for these concepts, and cannot bind them to a specific area. However, here we will try to demarcate these concepts to some extent and express the actions related to these areas in simple language.

The main goals of this paper are as follows:

- Providing the approach suggested
- Machine learning and image processing modelling.
- Body size identification with high accuracy

This paper is structured as follow in the second part, we examined related works, in the third part, we discussed the suggested approach, in the fourth part, we acquired the proposed method's findings, and finally in the fifth part, we have a conclusion.

2- Literature Review

Machine learning is a developing subset of computing algorithms that aims to imitate human intelligence through environmental learning. In the brand-new era of "big data," they are regarded as the workhorse. Various fields, including pattern recognition, computer vision, spacecraft engineering, finance, entertainment, and computational biology, as well as biological and medical applications, have effectively used machine learning techniques (El Naqa, I., & Murphy, 2015). As reported in (Moharamkhani, Yahyaei Feriz Hendi, Bandar, Izadkhasti, & Sirwan Raza, 2022) Moharamkhani et al. proposed a new approach for intrusion detection in cloud computing environments using a combination of the Firefly Algorithm and Random Forest. Hasanvand et al. (Hasanvand, Nooshyar, Moharamkhani, & Selyari, 2023) proposed a different approach that focuses on identifying vehicles using machine learning and image processing techniques. Used in (Gavari Bami, H., Moharamkhani, Zadmehr, Najafpoor, & Shokouhifar, 2022) Gavari Bami et al. to accurately identify attacks.

Harty et al (2020) proposed a novel method for estimating body fat using machine learning and 3-dimensional optical imaging. The study involved collecting data from 131 participants

to develop a predictive model that could accurately estimate body fat percentage based on measurements of body shape and size taken with an optical scanner. The results showed that the machine learning model was able to predict body fat percentage with a high level of accuracy, indicating the potential usefulness of this technology in clinical settings for assessing obesity and related health risks. Ahn et al, (2018) compared different clustering methods for classifying obesity. The study used data from 349 participants, including body mass index (BMI) and other health-related measures, and applied four clustering algorithms to identify distinct groups based on these variables. The results showed that the K-means algorithm performed the best in terms of accuracy and consistency, while the hierarchical clustering method produced more variable results. The authors suggest that the K-means algorithm may be useful for identifying subgroups of obese individuals with different health risks and treatment needs. Uçar et al, (2020) discussed the use of hybrid machine learning algorithms for estimating body fat percentage. The study used data from 200 participants, including measurements of body mass index (BMI), waist circumference, and skinfold thickness, and applied several different machine learning algorithms to predict body fat percentage. The results showed that the hybrid algorithm, which combined the random forest and artificial neural network models, performed the best in terms of accuracy compared to other individual algorithms. The authors suggest that this approach may be useful for accurately estimating body fat percentage in clinical settings and could potentially improve the diagnosis and treatment of obesity-related conditions.

Ferenci et al (2018) explored the use of artificial neural networks to predict body fat percentage using anthropometric and laboratory measurements. The study used data from 160 participants, including measurements of BMI, waist circumference, and various blood tests, and trained an artificial neural network model to predict body fat percentage based on these inputs. The results showed that the model achieved a high degree of accuracy, with a correlation coefficient of 0.94 between predicted and actual body fat

percentage values. The authors suggest that this approach may have clinical utility in predicting obesity-related health risks and monitoring changes in body composition over time. Chatterjee Gerdes, & Martinez, (2022) highlight that the prevalence of obesity has increased significantly worldwide, leading to several health risks such as cardiovascular disease, diabetes, and cancer. In this context, identifying the factors contributing to obesity and overweight can help develop effective preventive measures. They conclude that machine learning models offer a promising approach to identify risk factors associated with obesity and overweight, and they can be useful in developing personalized interventions for individuals at high risk for obesity-related health problems. Akman et al, (2022) discussed the use of photoplethysmography (PPG) signals and machine learning algorithms for determining body fat percentage in individuals, based on gender. The research was conducted on a sample

population of both men and women and resulted in a reliable model for predicting body fat percentage using PPG signals. This finding can provide a non-invasive and cost-effective method for monitoring body composition in clinical settings.

Hussain Cavus, & Sekeroglu, (2020) proposed a hybrid machine learning model for predicting body fat percentage. The model combines support vector regression with emotional artificial neural networks to improve the accuracy of predictions. The study involved collecting data on body fat percentage, age, height, weight, and gender from 200 participants. The proposed model was trained and tested using this data, and it was found to outperform conventional machine learning models in terms of prediction accuracy. They suggested that this hybrid model has potential for use in clinical settings for accurately predicting body fat percentage. The published works in this topic will next be compared in Table 1.

Table (1): Comparison of already published works.

Ref	Technic	Accuracy	Precision	F1-score	Recall
Harty etal (2020)	Machine learning and 3-dimensional optical imaging	-	-	-	-
Ahn etal (2018)	Fuzzy rule-based system (FRBS)	P	-	-	-
Uçar etal (2021)	Using hybrid machine learning algorithms	P	-	-	-
Ferenci & Kovacs (2018)	SVM	-	-	-	-
Chatterjee etal (2020)	Machine learning	P	-	-	-
Akman etal (2022)	Photoplethysmography Signal Using Machine Learning Algorithm	-	-	-	-
Hussain etal (2021)	Support Vector Regression and Emotional Artificial Neural Networks	-	-	-	-
Proposed SVM	Using image processing and machine learning	P	P	P	P

3- Method

The first step is to select the images, which after being prepared actions are applied to them. Then

the features of each image are extracted, which mainly include measurements. After that, the training and testing phase begins until the result is obtained.

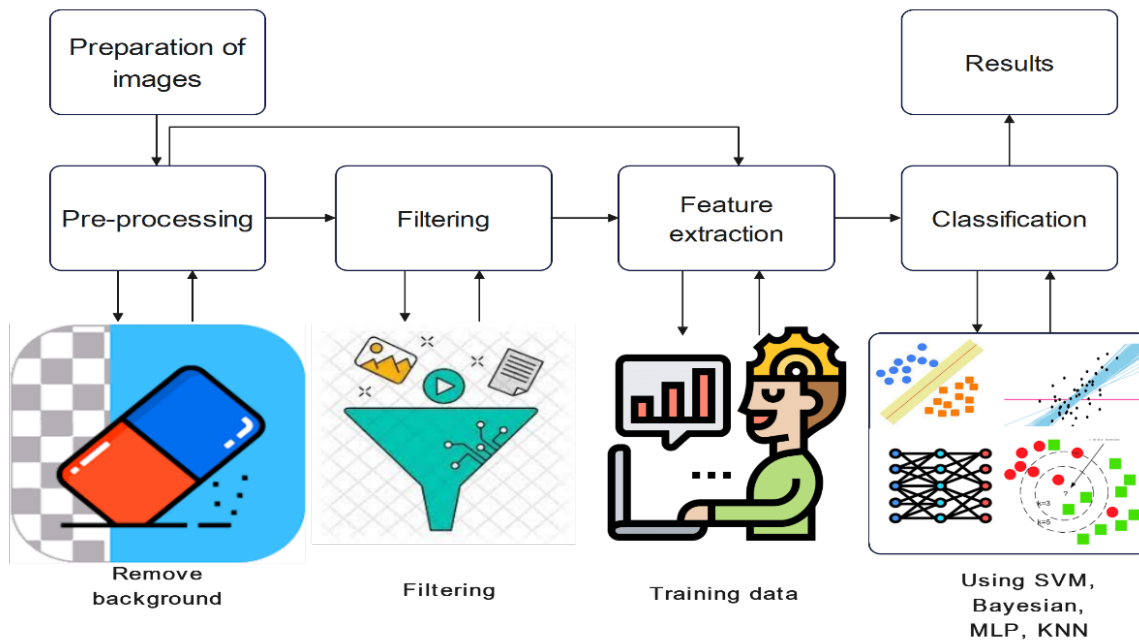


Fig (1): Diagram of image classification steps using machine learning.

Preparing images

Images were prepared using a model camera (Canon13mp) in the free medium without any measures in terms of light and a completely natural and dynamic environment. These images were taken from the same distance (190 cm) from the camera to the person and the angle of the camera to the person is in the

same direction. These images are provided in different environments, which will of course increase the level of design verification. Examples of images in each of the three discussed classes (including fat, thin, and medium) have been prepared. As shown in Figure 2.



Fig (1): Diagram of image classification steps using machine learning.

Pre-processing

To find features from images and finally categorize them, a series of pre-processing should be done on the images.

Removing the background

Because the distance and angle of the camera to the person are the same in all the images, the background of the images can be easily removed by using background subtraction, and only the image of the person is kept for the next steps. Such a way that first the background image without a person is prepared and the image is brought to binary mode using a thresholding operation and the same operation is performed for the image with the person. Then, by subtracting two images, the resulting image is an image containing a binary person and, of course, some bubbles, and by using area filtering, the bubbles are all removed and the resulting image is the person's image. Now, by adding the original image of the individual with the binary image of the individual obtained in the previous step, the background is separated. Subtraction also means that each pixel of the original image is subtracted

from the corresponding pixel in the background image, and if the result of the image is more than a certain value, then the image is not the background, and if it is less than that, it is the background (Liu, Chen, & Li, 2009)

$$D(x, y) = |f_p(x, y) - f_f(x, y)|$$

$$D(x, y) = |f_p(x, y) - f_f(x, y)| \quad (1)$$

$$mask(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } D(x, y) \leq T & \text{background} \\ 0 & \text{if } D(x, y) \geq T & \text{foreground} \end{cases}$$

$$mask(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } D(x, y) \leq T & \text{background} \\ 0 & \text{if } D(x, y) \geq T & \text{foreground} \end{cases} \quad (2)$$

f_p is the background image and f_f is the main image. The value of T is different in color images, but here, since the images are binary, the value of T can be set to greater than one. The operation of removing small holes (bubbles) is also done in such a way that it removes all areas smaller than the smallest possible area that is related to individual pride. Examples of images after background removal are shown in Fig 3.



Fig. (3): Examples of images after removing the background.

In addition to normal images, filtered and noisy images are also studied and investigated. To prepare the filtered image, they have been degraded using a low-pass Gaussian filter with different frequency radius. To create noise, the images were degraded in two stages using salt

pepper noise with different densities and Gaussian noise with different frequency radius. Fig 4 illustrates an example of damaged photos with salt pepper noise, Gaussian noise, and a Gaussian filter.

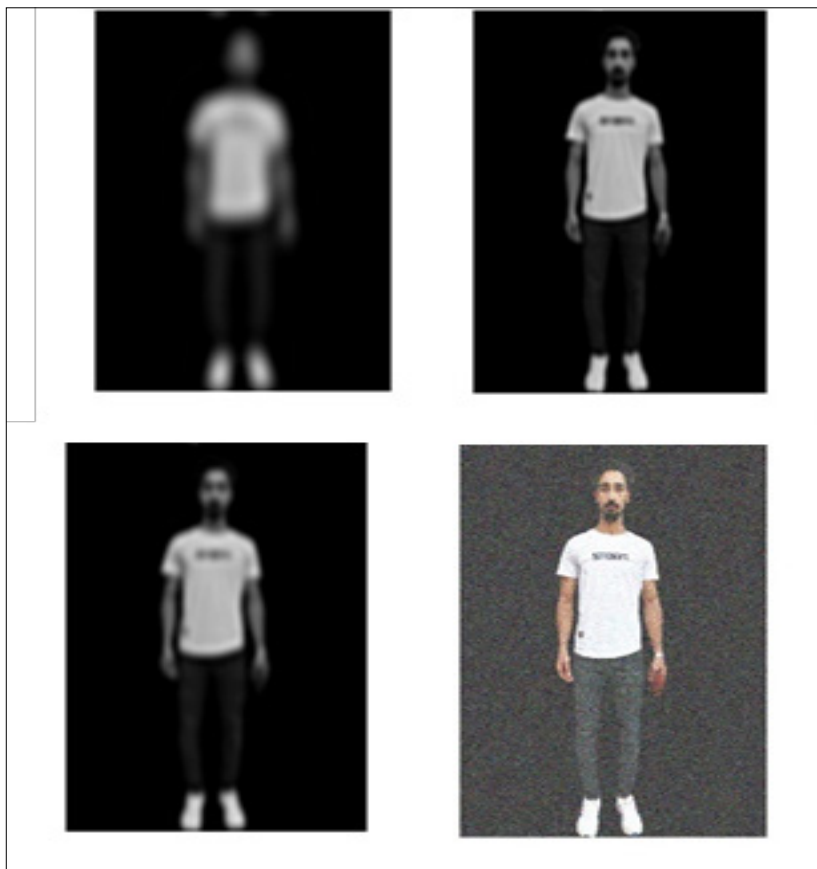


Fig. (4): An example of degraded images with salt pepper noise, Gaussian noise, and Gaussian filter.

After the individual is separated from the whole image, the main operation of classifying individuals by type should be done. For classification, the features are extracted first, and then the classification is done using the features obtained from the feature extraction.

Filtering

The filtered and noisy photos are also analyzed in addition to the regular ones. They were destroyed by using low pass Gaussian filters with various frequency beams to create filtered images. In order to explore the effects of the suggested technique on these photos, images are destroyed in two phases utilizing salt-and-pepper noise with various densities as well as Gaussian noise with various frequency rays.

Feature extraction

In this stage, features should be extracted from images related to people to use these features to categorize. In this research, it is tried to use features that are more related to the measurement of length. These features include:

1. Person's height
2. Waist width
3. Thigh width
4. Shoulder width
5. The area occupied by the person in the image
6. The length of the main diameter of the person
7. The length of the minor diameter of the person

The important thing about these features is that all the sizes in the MATLAB program are measured in pixels. To measure the above characteristics, pre-processing should be applied to the images, the result of which is to find the exact location of the person in the image.

On the other hand, for the calculations of the above features, first, the image is converted to binary mode and then its edges are found by the Sobel edge detection algorithm. After that, by using a suitable filter, the process of broadening and enlarging the edge lines begins, and then with thresholding and again the process of broadening, a normal image with a specific plaque is obtained. Threshold values for the thresholding operation

and the amount of broadening are obtained by trial and error. By the SCW segmentation algorithm and by the analysis algorithm, the connected components of the connection points are found. Finally, by applying the area filter,

the areas above and below the normal level are removed and the final image contains the person in the actual position of the person. Fig 5 from the right to the left shows the steps of doing the work on a person:

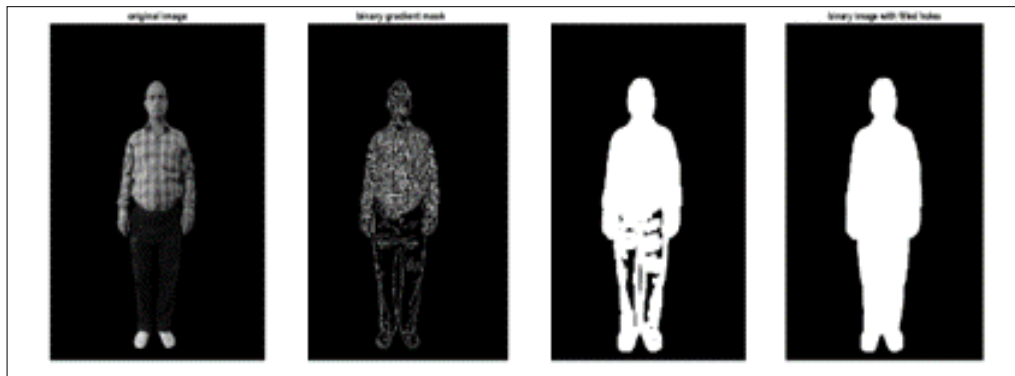


Fig. (5): Steps to extract the exact location of the plaque from a person's image.

After the measurement has been done to determine features, the classification of images is based on the features found.

4- Research Findings

In this dissertation, an evolutionary developmental trajectory is proposed to determine the condition of obesity in images. The main hypothesis of this research was to be able to recognize a person's obesity status independently of human intuition. According to the pictures taken in terms of completely natural memory, results were obtained which will be discussed below. For this purpose, the sizes were used as the characteristics of each image, and classifying them finally led to the determination of the person's obesity status. This algorithm was implemented in different modes that yielded significant results. Before dealing with the results, the type of their graphs will be

discussed.

The results of the support vector machine on the raw images

At first, this proposed algorithm was applied to the set of raw images, which includes three classes (fat, thin, and medium). Eight features were considered for each image.

Raw images are images taken directly by the camera and not operational on them. These data were obtained using the process described in the previous chapter. For each class, six samples are considered. The confusion matrix for all classes is depicted in Fig 6.

The numbers inside each square of the main diameter indicate the correct assignment of the classes and the numbers inside the non-diameter squares indicate the wrong assignment of the classes.

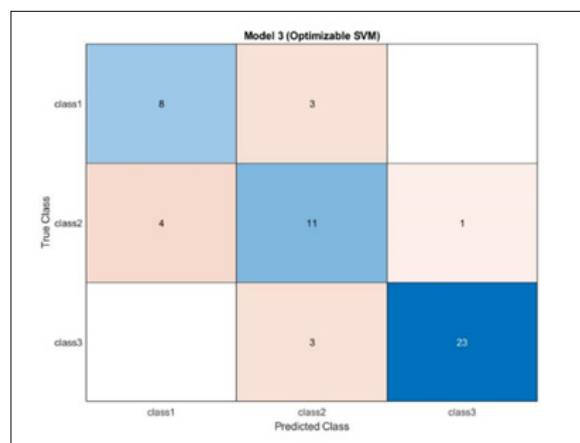


Fig. (6): Confusion matrix related to all classes.

Results of classification of support vector machine on filtered images

The proposed algorithm was applied to the set of filtered images, which includes three classes (fat, thin, and medium). Eight features, such as raw images, were considered for each image. Filtered

images are images that have been degraded using a low-pass Gaussian filter with radius of 1000, 500, and 100. Six samples are considered for each class.

Fig 7 illustrates the confusion diagram for the filtered images.

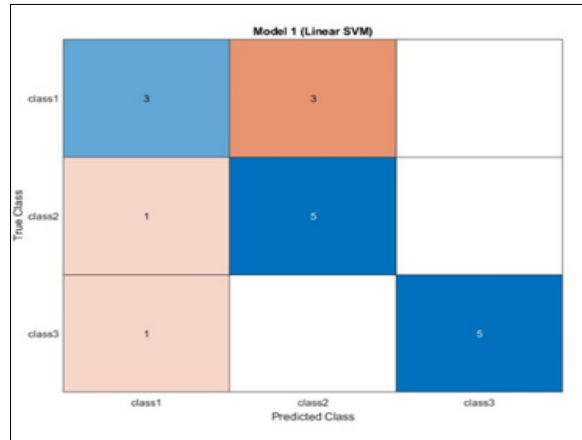


Fig. (7): Confusion diagram related to filtered images.

The results of support vector machine classification on noisy

To check the accuracy of the proposed method, as this method was applied to filtered images, it was also applied to noisy images. For this

purpose, the images have been destroyed using salt and pepper noise as well as Gaussian noise. Fig 8 describes the confusion diagram for noisy images.

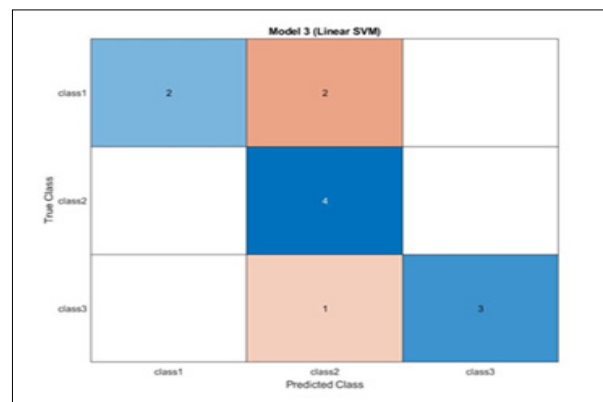


Fig. (8): Confusion diagram related to noisy images.

5- Conclusion

Our research has used machine learning as a classifier. On the other hand, in this research, a Gaussian low-pass filter with different radius and pepper-salt and Gaussian noise has also

been applied to the images, the results of which show the high efficiency of this research. The raw images are filtered using the Gaussian method (with available frequency radius) in Table 2:

Table.(2): The amount of frequency radius applied to the images to filter the images.

The frequency radius's number	The frequency radius's value
frequency radius 1	1000
frequency radius 2	500
frequency radius 3	200
frequency radius 4	100

In addition, the raw images are noised using two methods of Gaussian noise (with different variances) and pepper and salt noise (with

different densities). Table 3 shows the values of salt pepper and Gaussian noises:

Table. (3): The amount and type of noise applied to the images to make the images noisy.

Noise type/noise amount	Noise amount (density or variance)		Unit
Pepper and salt noise	0.1	0.5	Density
Gaussian noise	650	5800	Variance

Table 4 shows the comparison of the proposed solution on normal, filtered, and noisy images with support vector machine learning (Cortes, & Vapnik, 1995), Bayesian (Ruggeri, Kenett, & Falcin, 2007), Multilayer Perceptron neural

network (Rosenblatt, 1962., Rumelhart, Hinton, & Williams, 1985) and k-nearest neighbor (Altman, 1992., Hall, Park, & Samworth, 2008)

Table.(4): Comparison of accuracy on normal, filtered, and noisy images with two machine-learning methods.

Images type/class type	Proposed SVM	Bayesian	MLP	KNN
Normal images	97.1	90.9	92.9	88.6
Filtered images	78.6	77.7	74.3	74.28
Noisy images	82.9	66.7	82.9	82.7

Table 4 shows that the SVM machine learning method has performed better than the other three methods in terms of classification in the 8-feature space. As we see, the SVM method brings high accuracy for raw and noisy images, whereas the KNN algorithm performs well for filtered images. Most successful categorizations occurred in classes 1 and 3, because class 2, which corresponds

to average people, is generally close to one of categories 1 or 3. Table 5 compares the performance metrics for various classification techniques. The Proposed SVM algorithm achieved the highest scores in three out of four metrics, making it the best performing algorithm overall. The Bayesian and MLP algorithms showed similar performance across various metrics, while the KNN algorithm

performed the worst across all four metrics. Table 5 provides valuable insights into the performance of different machine learning algorithms and can

help in selecting the best algorithm for a given task based on its specific requirements.

Table (5): Comparison of the proposed method (SVM) with other efficient methods.

Algorithms	Accuracy	F1-score	Precision	Recall
Proposed SVM	97.1	98.23	98.74	95.63
Bayesian	90.9	89.61	91.83	88.49
MLP	92.9	91.84	91.52	91.33
KNN	88.6	88.21	87.7	89.48

According to the application of classification, increasing the accuracy of classification in this field can be considered. On the other hand, the ease of performing those methods in terms of science can be discussed. For this reason, in this research, in addition to using the scientific methods of the subcategory of machine learning, some work was also done to increase the final accuracy level of the classification. For this purpose, the images were prepared in a dynamic environment and then the background was separated by subtracting the background. The desired features, which include eight items, were extracted from the resulting images. Finally, as mentioned, the final accuracy of our proposed method with the SVM algorithm was 97.1%, which has relatively higher accuracy.

There are a number of potential future research projects that might be taken into consideration based on the findings and outcomes of this study. First, more research into the application of computer decision-making in many industries,

particularly in healthcare, can be investigated. This study focused on categorizing patients according to their obesity and leanness, but machine decision-making may also be successfully used in other healthcare settings. Second, adding additional photographs of people to the database and undertaking in-depth research could improve accuracy. Although a database of photographs from various environments was employed in this study, more images and the inclusion of images from various populations could perhaps boost the classification system's accuracy. Third, looking into different techniques for image processing noise reduction can also be taken into consideration. There may be alternative ways or combinations of techniques that could produce better results than the Gaussian low pass filter method used in this study with two noise filtering methods. At last it is possible to investigate the potential advantages of this classification technique for creating health policies and advancing public health. This study showed the value of categorizing people according to their obesity and thinness status, but more research is needed to determine how to utilize this data to develop efficient health policies and programmer to deal with these problems.

References

- 1-Ahn, S. H., Wang, C., Shin, G. W., Park, D., Kang, Y. H., Joibi, J. C., & Yun, M. H. (2018, December). Comparison of clustering methods for obesity classification. In *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 1821-1825). IEEE.
- 2-Akman, M., Uçar, M. K., Uçar, Z., Uçar, K., Baraklı, B., & Bozkurt, M. R. (2022). Determination of body fat percentage by gender based with photoplethysmography signal using machine learning

- algorithm. *IRBM*, 43(3), 169-186.
- 3-Altman, N. S. (1992). An introduction to kernel and nearest-neighbor nonparametric regression. *The American Statistician*, 46(3), 175-185.
- 4-Chatterjee, A., Gerdes, M. W., & Martinez, S. G. (2020). Identification of risk factors associated with obesity and overweight—a machine learning overview. *Sensors*, 20(9), 2734.
- 5-Chen, H. L. (2015). The scope and impact of obesity in Vermont—strategies for change. *Preventive Medicine*, 80, 44-46.
- 6-Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine learning*, 20, 273-297.
- 7-El Naqa, I., & Murphy, M. J. (2015). *What is machine learning?* (pp. 3-11). Springer International Publishing.
- 8-Ferenci, T., & Kovacs, L. (2018). Predicting body fat percentage from anthropometric and laboratory measurements using artificial neural networks. *Applied Soft Computing*, 67, 834-839.
- 9-Gavari Bami, H., Moharamkhani, E., Zadmehr, B., Najafpoor, V., & Shokouhifar, M. (2022). Detection of zeroday attacks in computer networks using combined classification. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 34(27), e7312.
- 10-Hall, P., Park, B. U., & Samworth, R. J. (2008). Choice of neighbor order in nearest-neighbor classification.
- 11-Hasanvand, M., Nooshyar, M., Moharamkhani, E., & Selyari, A. (2023, April). Machine Learning Methodology for Identifying Vehicles Using Image Processing. In *Artificial Intelligence and Applications* (Vol. 1, No. 3, pp. 170-178).
- 12-Harty, P. S., Sieglinger, B., Heymsfield, S. B., Shepherd, J. A., Bruner, D., Stratton, M. T., & Tinsley, G. M. (2020). Novel body fat estimation using machine learning and 3-dimensional optical imaging. *European journal of clinical nutrition*, 74(5), 842-845.
- 13-Hussain, S. A., Cavus, N., & Sekeroglu, B. (2021). Hybrid machine learning model for body fat percentage prediction based on support vector regression and emotional artificial neural networks. *Applied Sciences*, 11(21), 9797.
- 14-Kim, O., Kim, M. S., Kim, J., Lee, J. E., & Jung, H. (2018). Binge eating disorder and depressive symptoms among females of child-bearing age: the Korea Nurses' Health Study. *BMC psychiatry*, 18(1), 1-8.
- 15-Liu, Z., Chen, Y., & Li, Z. (2009, March). Camshift-based real-time multiple vehicle tracking for visual traffic surveillance. In *2009 WRI World Congress on Computer Science and Information Engineering* (Vol. 5, pp. 477-482). IEEE.
- 16-Moharamkhani, E., Yahyaei Feriz Hendi, M., Bandar, E., Izadkhasti, A., & Sirwan Raza, R. (2022). Intrusion detection system based firefly algorithm random forest for cloud computing. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 34(24), e7220.
- 17-Rosenblatt, F. (1962). *Principles of neurodynamics: Perceptrons and the theory of brain mechanisms* (Vol. 55). Washington, DC: Spartan books.
- 18-Ruggeri, F., Kenett, R., & Faltin, F. W. (2007). Encyclopedia of statistics in quality and reliability. (*No Title*).
- 19-Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1985). Learning internal representations by error propagation.
- 20-Uçar, M. K., Ucar, Z., Köksal, F., & Daldal, N. (2021). Estimation of body fat percentage using hybrid machine learning algorithms. *Measurement*, 167, 108173.

©Authors, Published by Journal of Intelligent Knowledge Exploration and Processing. This is an open-access paper distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Research Article

Performance evaluation of optimal feature selection-based machine learning for heart disease diagnosis

Doi: 10.30508/kdip.2023.400967.1072

Mohamad Hasanvand^{1*}, Arezu Selyari², Hamideh Jashn³, Zeinab Ghaseminejad⁴, Mahdi Nooshyar⁵

Abstract

Today, heart disease is one of the main causes of morbidity and mortality. Since the initial and early diagnosis of this disease is very important and vital and the usual methods used in the medical industry need to spend a lot of time and money to diagnose this disease, accurate prediction of this disease has become a challenge. According to the huge amount of hospital data, which is added to its volume every day, the importance of data mining, which is one of the important techniques for discovering knowledge and hidden patterns, is increasing. Many studies have been done based on data mining to predict heart disease; according to their solution, each one pursues goals such as increasing speed, increasing accuracy, reducing the volume of calculations, and error coefficient. This research aims to increase the reliability and accuracy of heart disease diagnosis using the feature selection technique by meta-heuristic algorithms to extract useful features and to reduce the computational burden, and we use machine-learning algorithms to evaluate the proposed method. Based on the obtained results, the proposed system diagnoses people suffering from cardiovascular disease with relatively high accuracy and precision.

Keywords: Machine Learning; Feature Selection; Heart Patients; Meta-heuristic; Data Mining.

1- Msc, Faculty of Computer Engineering, University of Mohagegh Ardebili, Ardebil, Iran.

2- Msc, Faculty of Computer Engineering, Islamic Azad University, Gorgan Branch, Iran.

3- MSc, Faculty of Computer Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Khuzestan, Iran.

4- MSc, Faculty of Computer Engineering, Vali-e-Asr University, Rafsanhan, Iran.

5- Assistant Prof, Faculty of Computer Engineering, University of Mohagegh Ardebili, Ardebil, Iran.

1- Introduction

Healthcare is one of the most important issues that have been considered by data mining experts in recent years. One of the important challenges of medical organizations is the quality of their services against the affordable cost for the users of these services. The quality of services depends on the correct diagnosis and prescription of correct treatment and poor clinical decisions can result in undesirable results, which may have unexpected outcomes. The quality of services includes proper identification of the disease and its effective treatment. Poor clinical decisions can lead to serious and unacceptable consequences, as well as hospitals should minimize the cost of clinical trials. By using computer-based decision-making systems and information, this can be achieved (Koh, & Tan, 2011). All over the world, heart disease is the leading cause of mortality in men and women, and more than half of the deaths occur in men. One out of four people has heart disease and dies in the United States. In the United States, more than 610,000 Americans are affected by heart disease and lose their lives every year (Masethe, & Masethe, 2014). It is necessary to use computer technology to help physicians diagnose heart disease with greater speed and accuracy. Equipping medical science with smart tools in the diagnosis and treatment of diseases can reduce doctors' mistakes and loss of life and money. Because correctly predicting people's disease status is very important. In terms of information, medical environments are rich environments. Estimates show that a special hospital for acute diseases produces five terabytes of data per year. In front of this massive amount of information, we are facing the poverty of knowledge. There is a huge amount of data in medical systems; This is an important advantage to being able to increase the quality of services provided in the field of health and treatment to a very desirable level by extracting the knowledge hidden in the heart of this information using data mining techniques and applying this knowledge in carrying out processes. In this regard, the field of heart disease is of double importance due to the sensitivity of its health in the continuation of human life, and the improvement of diagnoses and treatments in this field can save many

human lives (Ramakrishnan, Hanauer, & Keller, 2010). Data mining is the process of discovering knowledge such as associations, patterns, anomalies, significant changes and structures, from a large amount of information stored in a database or other information repositories (Dey, Singh, J., & Singh, N, 2016). In other words, data mining is a process that analyzes a set of data to find the relationships in them. Data mining is a way to summarize the data, which in addition to making it easier to understand the data, provides the possibility of using the knowledge in the data (Mukhopadhyay, Maulik, Bandyopadhyay, & Coello, 2013). Therefore, data mining is used to overcome this problem and obtain useful relationships between risk factors in diseases with regard to the prevalence and their contribution to human mortality (Masethe, & Masethe, 2014).

The innovation of our work can be summarized as follows: We implemented a comprehensive four-phase approach for diagnosing and evaluating heart patients. In the second phase, we employed three powerful meta heuristic algorithms, namely Grey Wolf Optimizer (GWO), Particle Swarm Optimization (PSO) and Genetic Algorithm (GA), to effectively select relevant features. In the third phase, we utilized various machine learning algorithms to evaluate the performance of our proposed method.

The main goals of this paper are as follows:

- Examining existing studies in the diagnosis of heart disease
- Introducing the proposed approach
- Modeling using machine learning and meta-heuristics
- The outcomes of the evaluation

The following is the paper's continuation: In the second section, we examined at related works. The proposed method was introduced in the third section. The results have been assessed in the fourth section and then, in the fifth section, we have a conclusion.

2- Literature Review

Machine learning is a developing subset of computing algorithms that aims to imitate human intelligence through environmental learning. In the brand-new era of "big data," they are regarded as the workhorse. Various fields,

including pattern recognition, computer vision, spacecraft engineering, finance, entertainment, and computational biology, as well as biological and medical applications, have effectively used machine learning techniques (El Naqa, & Murphy, 2015). As reported in (Moharamkhani, Yahyaei Feriz Hendi, Bandar, Izadkhasti, & Sirwan Raza, 2022) Moharamkhani et al. proposed a new approach for intrusion detection in cloud computing environments using a combination of the Firefly Algorithm and Random Forest. Hasanvand, Nooshiyar, Moharamkhani, & Selyari (2023) proposed a different approach that focuses on identifying vehicles using machine learning and image processing techniques. Used in (Gavari Bami, Moharamkhani, Zadmehr, Najafpoor, & Shokouhifar, 2022) Gavari Bami et al. to accurately identify attacks.

Anbarasi, Anupriya, & Iyengar (2010) in advanced prediction of heart diseases by selecting a subset of genetic algorithm features using genetic algorithm, they predicted coronary artery disease. Using the genetic algorithm, they reduced the number of features from 13 to six and performed their processing with six features that had a greater impact on disease diagnosis. After that, they used three classifiers such as Naive Bayes, classification by clustering and decision tree to predict the diagnosis of patients with the same accuracy as before reducing the number of features. The observations showed that the decision tree data extraction technique is relatively faster and better than the other two data-mining methods after combining the feature subset selection with the time of building the model.

According to the Bhatla, & Jyoti, (2012), the proposed strategy can increase diagnosis accuracy and reduce errors in medical decision-making. They give an outline of related research on heart disease detection and explain how data mining and fuzzy logic approaches were applied to the problem. The report contains experimental results that demonstrate the efficacy of their proposed approach. Overall, the findings indicate that data mining and fuzzy logic can be valuable techniques for improving heart disease diagnosis.

Shouman, Turner, & Stocker, (2011), have presented a model to increase the accuracy of the

decision tree classification method in the diagnosis of patients with coronary arteries, which by applying various types of decision trees on the data set and using the majority voting technique, they achieved an accuracy of 84.1 and showed that this model has better accuracy compared to Bagging methods and J48 decision tree.

Cardiovascular disorders are a primary cause of death worldwide, according to Subbalakshmi, G., Ramesh, K., & Rao, M. C. (2011), and early identification is crucial in reducing mortality rates. They propose a system that uses patient data and the Naive Bayes algorithm to estimate a patient's risk of acquiring heart disease. The study contains a full discussion of the Naive Bayes algorithm and its application to the prediction of heart disease. They also give experimental results that demonstrate the efficacy of their proposed method. Overall, the research indicates that the suggested decision support system has the potential to help medical practitioners make accurate diagnoses and improve patient outcomes.

Bashir, Qamar, Khan, & Javed, (2014), have proposed a clinical decision support system for heart disease diagnosis. First, five simple Bayesian classification methods, decision tree based on Gini index, decision tree based on information gain, learner based on memory and support vector machine are applied on the data set; the final result of diagnosis is obtained by applying the majority vote on the results of these five classes. The application of this system on several datasets of heart disease, in the best case, has an accuracy of 90.3, which has higher accuracy than the new ones.

Negahbani, Joulazadeh, Marateb, & Mansourian, (2015), have proposed a combined system of automatic CAD diagnosis using the fuzzy Means-K clustering method, which has an accuracy of 87% in correct diagnosis. This method uses a statistical selection method of features in order to reduce the number of features and select the most important ones. Considering that the types of features are of different numerical and nominal types, the generalized Minkowski distance criterion is used to calculate the distance between samples.

Koluksa, Haclar, Ku, Bakr-Güngör, Aral, & Güngör, (2019), tried to improve the method of

diagnosing coronary artery disease by classifying algorithms and new features of method selection. In this study, a set of different classification algorithms along with a new combined feature selection method was proposed for the diagnosis of coronary heart disease; KNN, Naive Bayes, Random Forest, Bagging and MLP algorithms were used based on the selection of different features that included one to several features in different datasets. Finally, the SVM algorithm with 81.84% accuracy in the UCI data set and the Z-Alizadehsani data set and the SVM algorithm with 87.12% accuracy were able to diagnose coronary heart disease patients and performed better than other algorithms.

Kalaiarasi, Maheswari, Selvi, Yogitha, & Devadas, (2022), found it a mistake for clinicians to prove the diagnosis of coronary artery disease in an individual, as it requires long periods of experience and extraordinary clinical tests to be conducted. At present, data mining classification calculations, such as decision tree, naive Bayes, and random forest are used to develop a framework of expectations for predicting the chance of coronary artery disease. The main objective of this paper is to identify the best suitable feature calculation to obtain the maximum accuracy when the normal and odd person order are completed. The results have been done using the coronary artery disease benchmark data from the artificial intelligence archive; it showed that random forest calculation performed the best with 81% accuracy compared to different calculation methods for predicting coronary artery disease.

Aliyar Vellameeran, & Brindha, (2022), proposed a novel type of deep belief network (DBN) for diagnosing heart disease using IoT wearable medical devices and optimal feature selection. The study's primary goal was to train

the DBN model by examining and choosing the most crucial features from a sizable dataset. The proposed method showed promising results in accurately diagnosing cardiac illness when tested using real data collected from wearable medical devices connected to the Internet of Things.

Shorewala (2021), investigated the use of ensemble techniques in the early identification of coronary heart disease. The purpose of the study was to evaluate various models and algorithms, including decision tree, random forest, support vector machine, k-nearest neighbor, and neural network models, in order to determine the most effective technique for early disease diagnosis. The results showed that multi-algorithm ensemble techniques led to the highest degree of disease prediction accuracy.

Latha, & Jeeva, (2019), investigated the efficacy of several machine learning algorithms such as support vector machines, decision trees, and random forests. They compared the various approaches with an ensemble approach that combined these models. The outcomes demonstrated that in terms of prediction accuracy, sensitivity, and specificity, the ensemble technique performed better than the individual algorithms. The study also stressed how crucial feature choice is to improving model accuracy.

Waigi, Choudhary, Fulzele, & Mishra, (2020), used a variety of algorithms to assess a dataset comprising multiple medical indicators of patients with and without heart disease, including decision trees, random forests, and support vector machines. The results showed that the suggested machine learning algorithms could predict the risk of heart disease successfully and precisely.

Next, in table 1, we have discussed the advantages and disadvantages of the existing works.

Table (1): An overview of existing works.

Ref	Main objectives	Advantages	Disadvantages
Anbarasi etal (2010)	-Improve heart disease prediction accuracy by selecting feature subsets based on genetic algorithms.	-Increased prediction accuracy -Decreased computing complexity -Identification of a smaller collection of important features	-The requirement for suitable parameter tuning and the potential of overfitting the data

Table (1): An overview of existing works.

Shouman etal (2011)	-The study's major objective is to provide a decision tree-based model that can help clinicians effectively diagnose cardiac problems in patients.	-Because decision trees are simple to comprehend and use, they are a useful tool for clinicians of all levels of experience. -Based on easily available clinical data, the model can deliver reliable diagnoses.	-Decision trees have the potential to oversimplify complex medical issues and overlook essential details. -The quality of the input data, which may contain errors or inconsistencies, may have an impact on the model's accuracy.
Subbalakshmi etal (2011)	-The study's major goal was to create a heart disease prediction system based on the naïve Bayes algorithm and examine its usefulness in providing clinicians with decision support.	-The naïve Bayes algorithm used in the heart disease prediction system is fast and accurate. -The system uses a simple and easy-to-understand user interface.	-The study was conducted on a relatively small dataset and may not be representative of larger populations. -The system only considers a limited set of factors for heart disease prediction and may not be comprehensive enough for a full diagnosis.
Bhatla, & Jyoti, (2012)	-To develop a novel approach for heart disease diagnosis using data mining and fuzzy logic. -To evaluate the effectiveness of the proposed approach in diagnosing heart disease. -To compare the proposed approach to other diagnostic methods and demonstrate its superiority.	-The method analyzes a variety of parameters such as age, gender, blood pressure, and cholesterol levels, making it a thorough diagnostic tool. -When compared to standard diagnostic procedures, the use of fuzzy logic allows for more flexible decision-making.	-The study does not provide information on the number or demographics of participants, which could impact the generalizability of the results. -The study does not compare the proposed approach to other diagnostic methods, so its efficacy relative to other approaches is unknown.
Bashir etal (2014)	-The study's primary objective is to develop the MV5 clinical decision support system for predicting heart disease using a majority vote based classifier ensemble.	-MV5 achieved high accuracy levels in predicting heart disease, which can help healthcare professionals make more informed decisions about patient care. -The model is based on an ensemble approach, which combines the strengths of multiple classifiers to improve overall prediction performance. -The authors used a large and diverse dataset to train and test their model, which enhances its generalizability to different populations.	-The study did not compare the performance of MV5 with other existing heart disease prediction models, which limits the ability to determine whether it outperforms them. -The paper did not discuss the interpretability of the model or how the predictions were obtained, which may be important for gaining trust from healthcare professionals and patients. -The study was conducted using data from a single hospital, which may limit the generalizability of the findings to other healthcare settings or populations.

Table (1): An overview of existing works.

Negahbani etal (2015)	-The study's major objective was to develop a new approach for identifying coronary artery disease using supervised fuzzy c-means and differential search algorithm-based generalized Minkowski metrics. The study intended to increase diagnosis accuracy while maintaining computational performance.	-The proposed method is able to accurately diagnose coronary artery disease. -The use of supervised fuzzy c-means with differential search algorithm-based generalized Minkowski metrics improves the accuracy of the diagnosis. -The proposed method is computationally efficient.	-The study has a relatively small sample size, which may affect the generalizability of the results. -The proposed method requires expert knowledge in both fuzzy clustering and differential search algorithms, which may limit its applicability to non-expert users.
Koluksa etal (2019)	The study's primary objective was to provide a novel way for identifying coronary heart disease using classification algorithms and a new feature selection methodology. The study's goal was to enhance diagnosis accuracy with a smaller collection of features and to determine the most essential criteria in the diagnosis of coronary heart disease.	-Using classification algorithms and a novel feature selection methodology, the suggested method may accurately diagnose coronary heart disease. -The application of feature selection aids in the identification of the most relevant characteristics in the diagnosis of coronary heart disease, which can aid in treatment decisions. -The proposed method is computationally efficient and has clinical relevance.	-The study had a limited sample size, which may limit the generalizability of the findings. -Because the suggested feature selection methodology necessitates expert knowledge in both data mining and medicine, it may be inapplicable to non-expert users.
Latha, & Jeeva (2019)	-This study developed an improved model for identifying high-risk individuals for personalized health care.	-Ensemble classification techniques enhance heart disease risk prediction accuracy by combining multiple classifiers, resulting in more reliable and precise predictions. - Robustness	-Complex Implementation -Computational Resources
Waigi, Choudhary, Fulzele, & Mishra, (2020)	-Applying advanced machine learning algorithms to predict the risk of heart disease. -Evaluating the effectiveness and accuracy of the proposed model in comparison to traditional risk assessment methods.	-Advanced machine learning algorithms predict heart disease risk, outperforming traditional risk assessment methods by considering complex interactions.	-Data limitations impact predictive model effectiveness; sample size and representativeness may affect training and testing.
Shorewala (2021)	-This study proposed ensemble technique for early detection of coronary heart disease, improving accuracy and efficiency using multiple classifiers and machine learning.	-Ensemble technique improves coronary heart disease diagnosis accuracy by combining classifier predictions. -Paper focused on early detection of coronary heart disease for improved patient outcomes and reduced complications.	-Ensemble techniques require significant computational resources, impacting resource-constrained environments and large datasets. -Complexity

Table (1): An overview of existing works.

Aliyar Vellameeran etal (2022)	-The paper proposed a new Deep Belief Network for optimal feature selection in IoT wearable medical devices, improving heart disease diagnosis accuracy and efficiency.	-Improved Accuracy -Incorporation of IoT Wearable Devices	-Limited Generalizability: -Model Complexity and Computational Cost
Kalaiarasi etal (2022)	-To present a data mining approach for detecting cardiac disease. -Using real-world data, assess the performance of the proposed approach. -To examine the efficacy of various data mining algorithms for detecting heart disease.	-The proposed method employs a variety of data mining techniques, including Decision Tree (DT), Random Forest (RF), Nave Bayes (NB), and K-Nearest Neighbor (KNN), to improve the accuracy of the results. -The study uses real-world evidence to evaluate the performance of the proposed approach, making the conclusions more credible and applicable in practice.	-The research does not contrast the proposed approach to other known methods for detecting cardiac disease, making it difficult to determine its superiority over other ways. -The study does not give information on the demographic features of the participants, which may impair the findings' generalizability.

3- Method

Figure 1 depicts the proposed approach, which is separated into four steps.

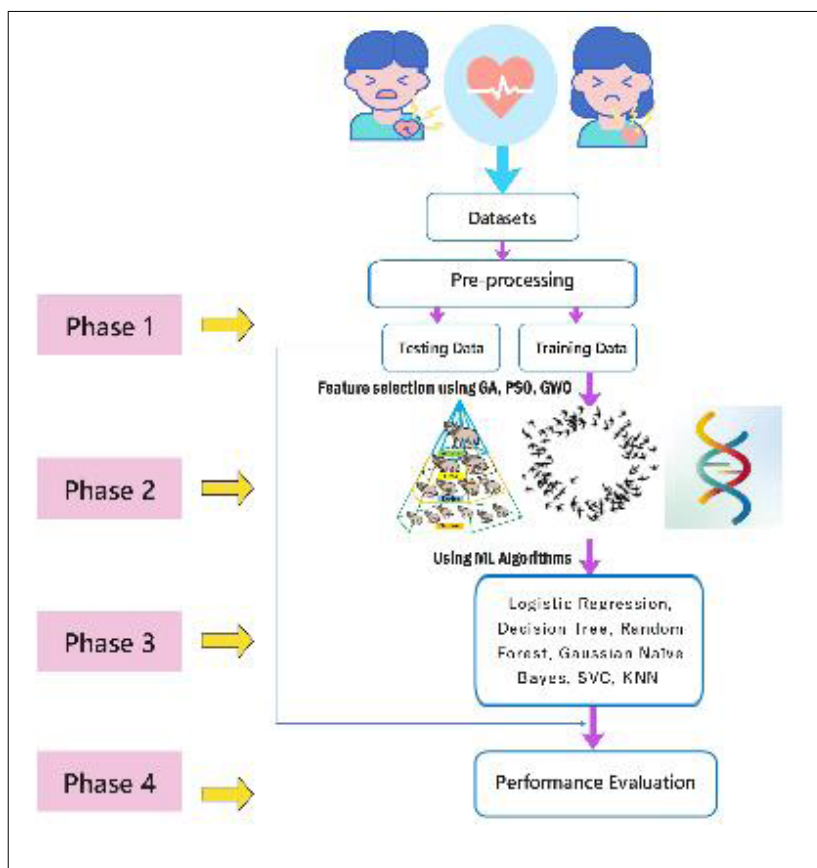
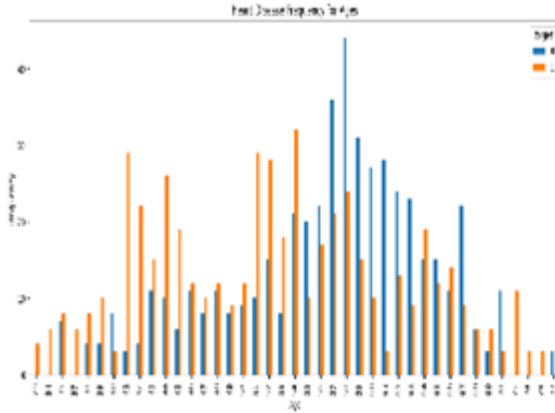


Figure (1): Flowchart of the proposed approach

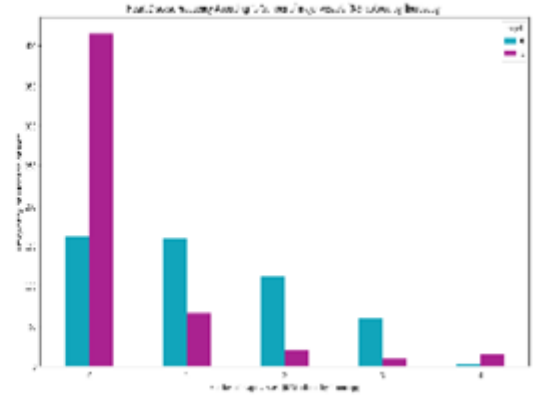
Phase 1 (Data preprocessing)

Data preprocessing is the first step, and we try to identify noisy, missing and inconsistent data. At this stage, we will test and train data with 80 and 20 percent. The dataset was 1025 people with 13 characteristics including age, gender, type of

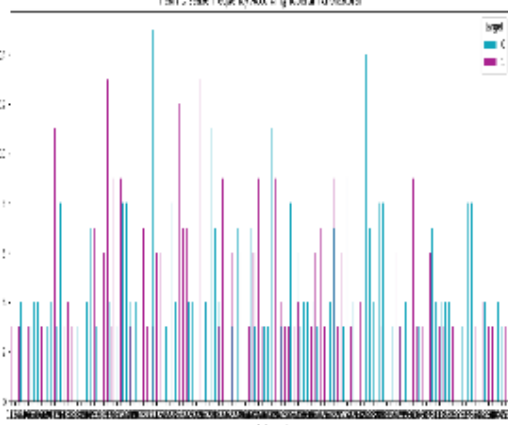
pain in the chest, blood pressure, fasting blood glucose, etc (Oliullah, Barros, & Whaiduzzaman, 2023). Before choosing the features, we show all the significant characteristics of heart patients in figure number 2.



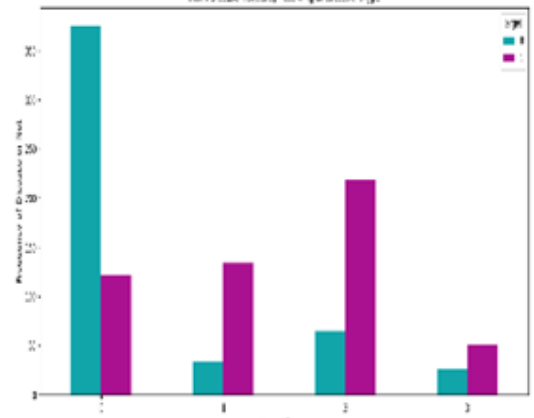
a. Age



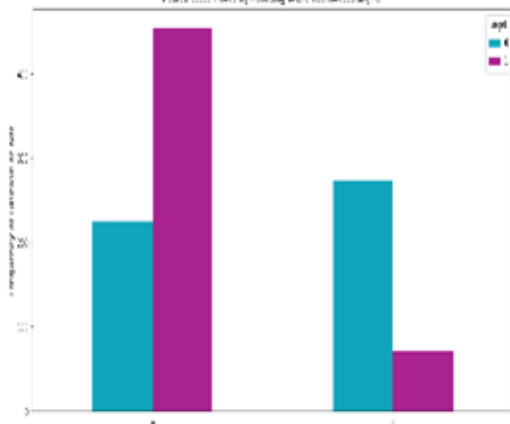
b. Ca



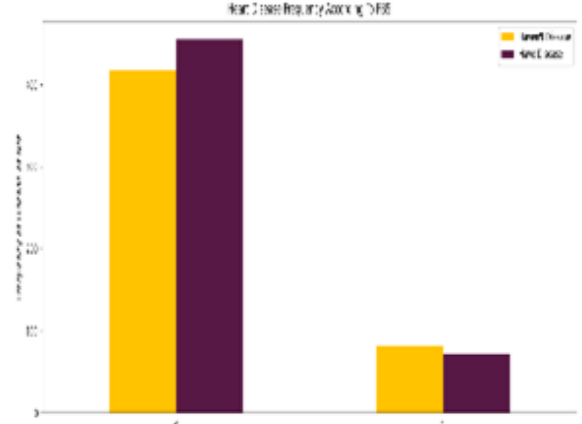
c. Chol



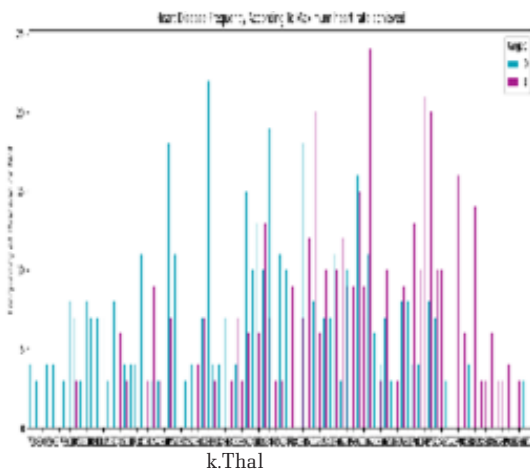
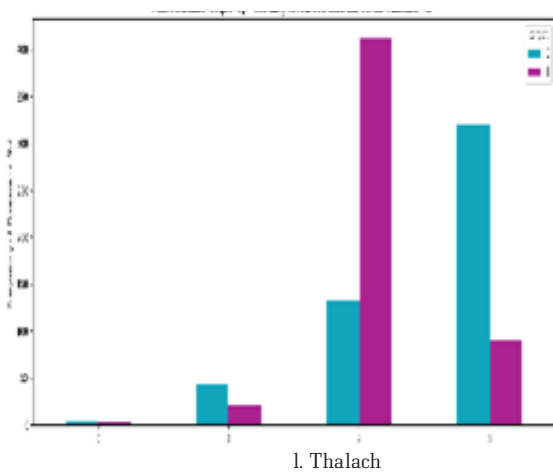
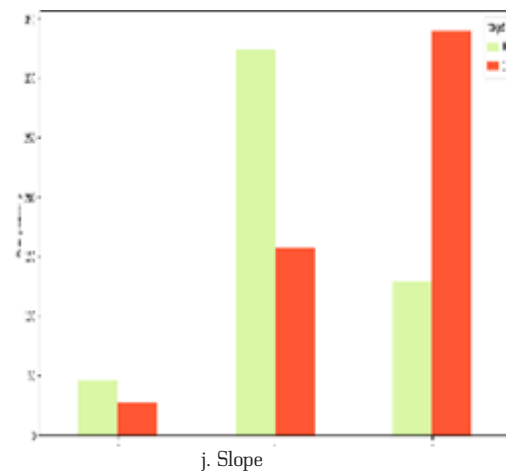
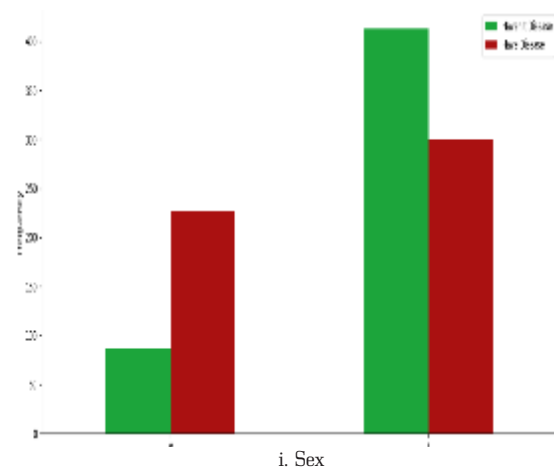
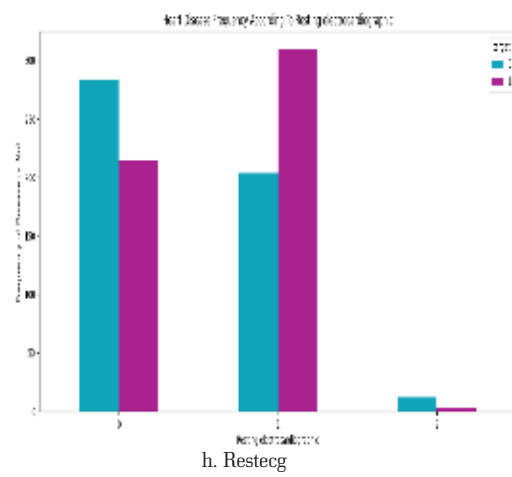
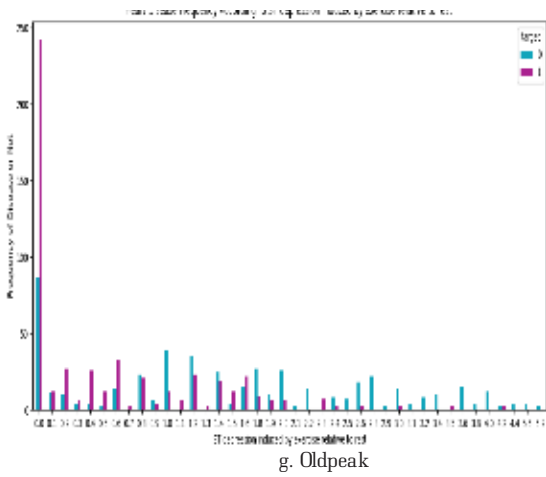
d. Cp

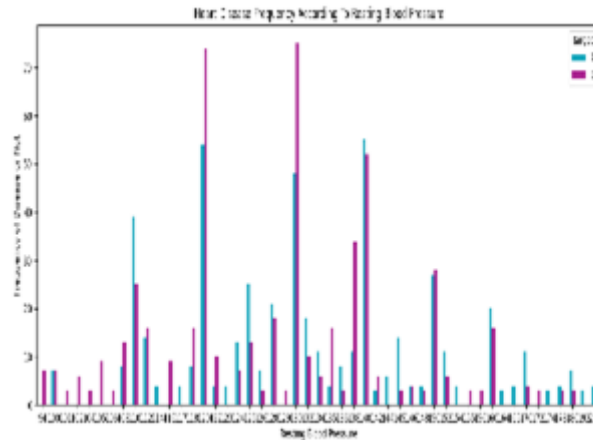


e. Exang



f. Fbs





m.Trestbps

Figure (2): 13 Features before selection

phase 2 (Feature selection)

Using meta-heuristic algorithms such as PSO with three thresholds (0.3, 0.4, and 0.5) and GWO and GA algorithms, we have selected features on the desired data (Kennedy, & Eberhart, 1995., Mirjalili, Mirjalili, & Lewis, 2014., Mitchell, 1998).

Phase 3 (Modeling with machine-learning

algorithms)

Our proposed modeling method is using machine-learning algorithms such as Logistic Regression, Decision Tree, Random Forest, Gaussian Naïve Bayes, SVC, and KNN.

Evaluation criteria

$$Recall = \frac{TP}{FN + TP} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (3)$$

$$F_Value = \frac{2 * Precision * recall}{Precision + recall} \quad (4)$$

$$DR = \frac{TP}{TP + FN} \quad (5)$$

■ The most important aspect to take into account when assessing a classification algorithm's effectiveness is accuracy.

■ The most important factor in determining how good a classification algorithm is precision, which displays what proportion of the entire set of test records is correctly categorized.

■ As you can recall, it shows the proportion of

valid data that is accurately tagged.

■ The f-value measure is the harmonic average of recall or precision.

■ Additionally, the DR criterion considers the proportion of anomalous samples that the IDS discovered out of all of the test set's samples that were abnormal.

Phase 4 (Performance evaluation)

In this stage, we assess our results and the output graphs' accuracy, precision, recall, and f-value.

4- Research Findings

In this section, we assess our suggested approach,

for which we have separated the output from each of the three meta-heuristic methods. The 13 features that were utilized to create the dataset are first presented in table 2.

Table 2. Display of the dataset for heart disease utilized in this research.

Feature name	Description	Type	Values
Age	Age of the patients	Numeric	Years
Ca	Number of major vessels	Numeric	04-
Chol	Serum cholesterol	Numeric	mg/dl
Cp	Chest pain type	Numeric	Male=1; Female=0
Exang	Exercise induced angina	Numeric	Yes=1; NO=0
Fbs	Fasting blood sugar	Numeric	mg/dl
Oldpeak	ST depression induced by exercise relative to rest	Numeric	06.2-
Restecg	Resting electrocardiographic	Numeric	0,1,2
Sex	Gender of patients	Numeric	M,F
Slope	the slope of the peak exercise ST segment	Numeric	0,1,2
Thal	Normal; Fixed defect; Reversible defect	Numeric	0,1,2,3
Thalach	Maximum heart rate achieved	Numeric	71202-
Trestbps	Resting blood pressure	Numeric	94200-

We have summarized a list of the simulation parameters for meta-heuristic algorithms in Table 3.

Table (3): Simulation parameters

Parameter	value
Number of nodes	100
Number of iteration	100

The outcomes of the GA

Each row of the table represents a separate algorithm, while the columns relate to several algorithm evaluation measures.

The name of the algorithm being evaluated is listed in the first column, which includes Logistic Regression, Decision Tree, Random Forest, Gaussian Nave Bayes, SVC (Support Vector Classifier), and KNN (K-Nearest Neighbors).

The accuracy score for each algorithm is shown in the second column. Accuracy is calculated as the ratio of correct predictions to total predictions

and measures how often the algorithm successfully predicts the class label.

The F1-value, which is a measure of the balance between precision and recall, is given in the third column. F1-score combines precision and recall into a single statistic and allows you to compare the performance of classifiers with different trade-offs between accuracy and recall.

The precision and recall scores are shown in the fourth and fifth columns, respectively. Precision evaluates how many predicted positive occurrences were actually positive, whereas recall

indicates how many actual positive cases were properly predicted by the model.

The output results of feature selection using a GA algorithm are displayed in Table 4 in this section. The Decision Tree and Random Forest algorithms had the greatest accuracy scores (98%), according to the results in the table, suggesting that they accurately predicted outcomes for a significant portion of the dataset's data points. It is crucial to keep in mind, though, that these algorithms can be prone to overfitting the data, which could prevent them from generalizing successfully to fresh, untested data.

With a precision score of 100 percent and an

accuracy score of 95.1%, the KNN algorithm also did well. When the data is organized into distinct clusters or groups, this technique performs quite well.

Although having varying precision and recall scores, the Logistic Regression, Gaussian Naive Bayes, and SVC algorithms all had relatively good accuracy scores (ranging from 79.5% to 87.3%) and F1-values. These algorithms could be beneficial for various datasets or applications.

In general, while choosing a machine learning algorithm for a specific task, it is crucial to take into account variables like interpretability, computational efficiency, and generalizability.

Table 4. Comparing the outputs of ML algorithms with GA feature selection.

Algorithms	Accuracy	F1-value	Precision	Recall
Logistic Regression	82.4	83.5	82	85
Decision Tree	98	98.2	96.4	100
Random Forest	98	98.2	96.4	100
Gaussian Naive Bayes	79.5	80.2	81	79.4
SVC	87.3	88.6	83.5	94.4
KNN	95.1	95.1	100	90.7

The outcomes of the GWO

The output results of feature selection using a GWO algorithm are displayed in Table 5 in this section. With an accuracy of 92.2%, F1-value of 92.4%, precision of 94.2%, and recall of 90.7%, the Decision Tree method did the best. With an accuracy of 91.7%, F1-value of 91.9%, precision of 93.3%, and recall of 90.7%, Random Forest performed well as well.

A decent performance was achieved by Logistic Regression, SVC, and KNN, with accuracy ranging

from 82% to 83.8% and F1-values from 81.8% to 90%. Of all methods, Gaussian Naive Bayes performed the worst, with an accuracy of 80.5%, an F1-value of 81.8%, a precision of 79.6%, and a recall of 84.1%.

In conclusion, the study's Decision Tree and Random Forest algorithms outperformed the others, while Logistic Regression, SVC, and KNN did only moderately well. The performance of Gaussian Naive Bayes was the worst of all the algorithms.

Table (5): Comparing the outputs of ML algorithms with GWO feature selection.

Algorithms	Accuracy	F1-value	Precision	Recall
Logistic Regression	82	81.8	86.5	77.6
Decision Tree	92.2	92.4	94.2	90.7
Random Forest	91.7	91.9	93.3	90.7
Gaussian Naive Bayes	80.5	81.8	79.6	84.1
SVC	83.4	83.8	85.4	82.2
KNN	89.8	90	91.3	88.8

The outcomes of the PSO 0.3

Table 6 in this section shows the output results of feature selection using a PSO 0.3 algorithm. The performance of the Decision Tree and Random Forest algorithms is flawless, with 100% F1-value, precision, and recall ratings. This can mean that the model has been overfit to the training data, so it's critical to validate the model on a different test set to make sure it generalizes properly.

SVC outperforms the other three algorithms in terms of accuracy, F1-value, precision, and recall, with a score of 86.8%, 88.1%, 83%, and 93.5% respectively. KNN also performs well, with 99% accuracy, 99.1% F1 value, 100% precision,

and 98.1% recall.

When compared to the other algorithms, Logistic Regression and Gaussian Naive Bayes perform worse, with accuracy ranging from 81.5% to 82.7% and F1-values from 80% to 82.9%. Nonetheless, Logistic Regression has a lower recall score (85%) than Gaussian Naive Bayes (86%).

In conclusion, SVC and KNN perform better than Decision Tree and Random Forest, which appear to have overfitted to the training data. Both Gaussian Naive Bayes and Logistic Regression perform poorly, although Gaussian Naive Bayes outperforms Logistic Regression in terms of recall.

Table 6. Comparing the outputs of ML algorithms with PSO 0.3 feature selection.

Algorithms	Accuracy	F1-value	Precision	Recall
Logistic Regression	81.5	82.7	80.5	85
Decision Tree	100	100	100	100
Random Forest	100	100	100	100
Gaussian Naive Bayes	81.5	82.9	80	86
SVC	86.8	88.1	83	93.5
KNN	99	99.1	100	98.1

The outcomes of the PSO 0.4

Table 7 in this section shows the output results of feature selection using a PSO 0.4 algorithm. Both the Random Forest and Decision Tree algorithms received perfect scores for each of the four measures, demonstrating that they were both able to accurately categorize every instance in the dataset without making any mistakes. Perfect scores, however, may be a sign of overfitting, which could lead to subpar performance on fresh, untested data.

The Logistic Regression algorithm classified a sizable percentage of the instances in the dataset correctly, but there was still space for improvement. Its accuracy score was 80.5%, and its F1-value was 82.1%. It may have more false negatives than false positives since its precision score (78.6%) is slightly lower than its recall score (86%).

The accuracy score and F1-value for the Gaussian Naive Bayes algorithm were both 79%

and 81.1%, respectively. Also, it had a recall score of 86% and a precision score of 76.7%, indicating a potential problem with false positives.

The SVC algorithm had a good F1-value of 85.6% and the greatest recall score (91.6%). Although it has space for growth, especially in terms of reducing false positives, its accuracy score (83.9%) and precision score (80.3%) indicate that it has room for progress.

A high accuracy score of 97.1% and an F1-value of 97.1% were attained by the KNN algorithm. Although it had a recall score of 94.4% and a precision score of 100%, this means that it may have more false negatives than false positives.

Overall, even though the Decision Tree and Random Forest algorithms got faultless marks, overfitting should be taken into account. Although the other algorithms performed largely satisfactorily, there is still potential for improvement with regard to lowering false positives or false negatives.

Table (7): Comparing the outputs of ML algorithms with PSO 0.4 feature selection.

Algorithms	Accuracy	F1-value	Precision	Recall
Logistic Regression	80.5	82.1	78.6	86
Decision Tree	100	100	100	100
Random Forest	100	100	100	100
Gaussian Naïve Bayes	79	81.1	76.7	86
SVC	83.9	85.6	80.3	91.6
KNN	97.1	97.1	100	94.4

The outcomes of the PSO 0.5

Table 8 in this section shows the output results of feature selection using a PSO 0.5 algorithm. With perfect scores across all four measures, the Decision Tree and Random Forest algorithms were able to accurately categorize every instance in the dataset without making any mistakes. Perfect scores, however, can point to overfitting, as was already indicated.

With an accuracy score of 78.5% and an F1-value of 82.2%, the Logistic Regression algorithm was able to accurately categorize a sizable part of the dataset's instances, but there was still space for improvement. It may have more false negatives than false positives because its precision score (77.4%) is slightly lower than its recall score (83.2%).

The accuracy score and F1-value for the Gaussian Naive Bayes algorithm were 79.5% and 79.8%, respectively. It may have more false positives than false negatives because its precision

score (82.2%) is greater than recall score (77.6%).

The accuracy score for the SVC method was 81%, the F1-value was 83%, the precision score was 77.9%, and the recall score was 88.8%. Despite having a high recall score, it suggests that there can be more false negatives than false positives. It may also have more false positives than false negatives, according to its precision score.

The accuracy score and F1-value for the KNN algorithm were 93.2% and 93%, respectively. Its recall score (86.9%) is lower than those of the other algorithms assessed in this table, even if its precision score was 100%, suggesting that it may have more false negatives than false positives.

Ultimately, the Random Forest and Decision Tree algorithms outperformed all others, scoring 100 percent on every criterion. Although the other algorithms performed largely satisfactorily, there is still potential for improvement with regard to lowering false positives or false negatives.

Table (8): Comparing the outputs of ML algorithms with PSO 0.5 feature selection.

Algorithms	Accuracy	F1-value	Precision	Recall
Logistic Regression	78.5	82.2	77.4	83.2
Decision Tree	100	100	100	100
Random Forest	100	100	100	100
Gaussian Naïve Bayes	79.5	79.8	82.2	77.6
SVC	81	83	77.9	88.8
KNN	93.2	93	100	86.9

5- Conclusion

In recognition of the fact that heart disease is one of the most prevalent illnesses and a leading cause of mortality, researchers in this area have recently proposed a number of strategies and algorithms.

In this paper, we sought to use machine learning algorithms to diagnose patients with great precision and accuracy. The detection rate of our suggested approach is then demonstrated in Figures 3-7.

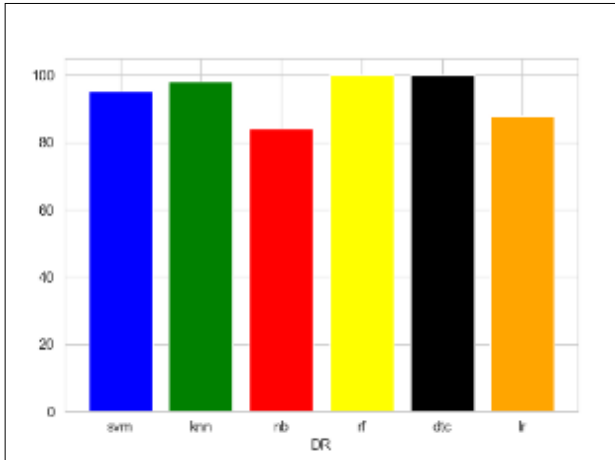


Figure (3): Detection rate with GA

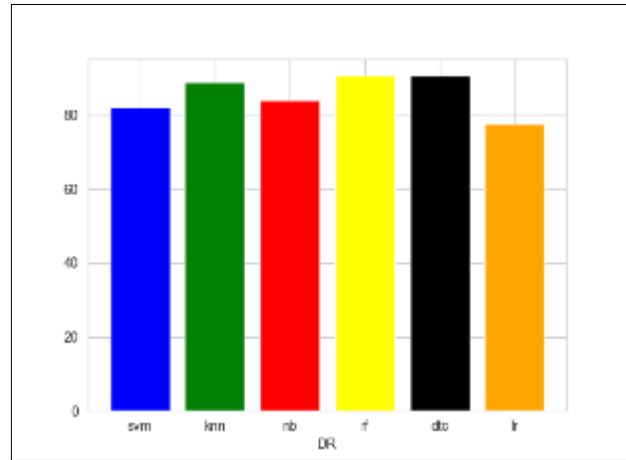


Figure (4): Detection rate with GWO

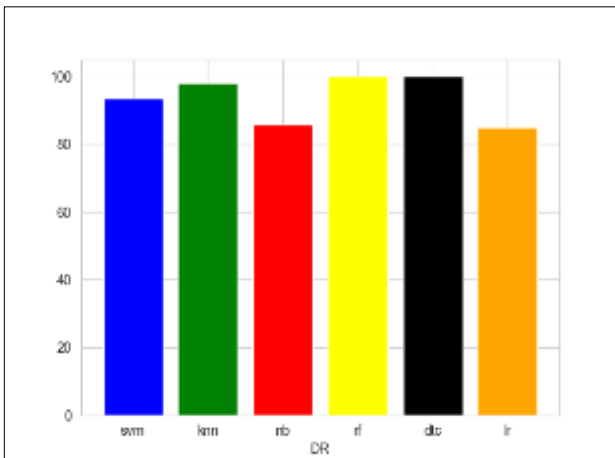


Figure (5): Detection rate with PSO 0.3

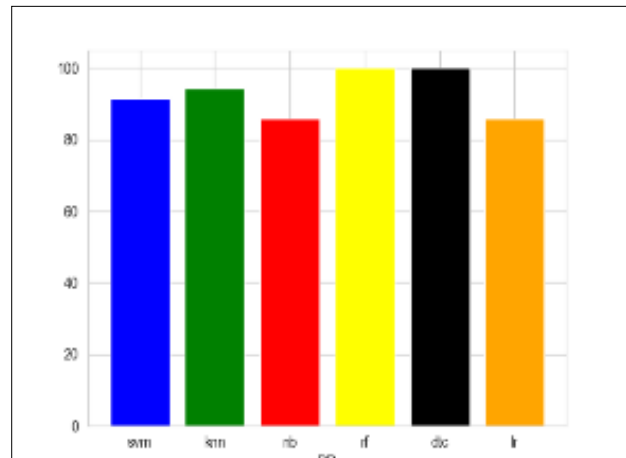


Figure (6): Detection rate with PSO 0.4

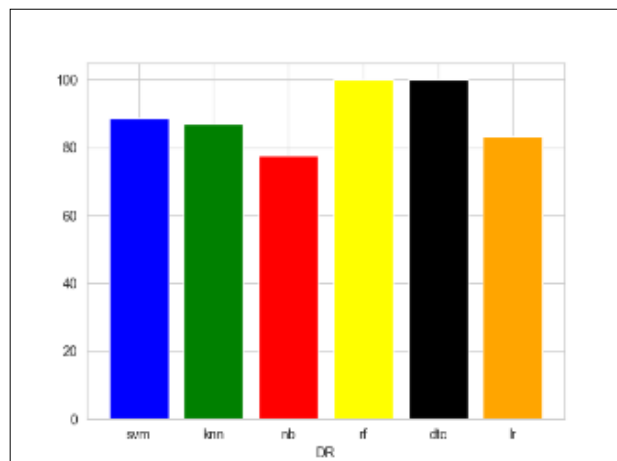


Figure (7): Detection rate with PSO 0.5.

Diagnosing the disease is the most important and the first step in the treatment process. One of the most widely used methods in the diagnosis of a disease is to create rules based on which a person is classified into one of two classes, sick or healthy. In fact, by having a set of data that includes the signs and characteristics of the patient and healthy individuals, the diagnosis procedure is accelerated. In addition, the science

of data mining in medicine is very much appreciated by those interested and attracted by scholars of this field due to its unique function. In this research, by using this science and using meta-heuristic algorithms in the feature selection section, and using machine-learning algorithms in the modeling section, we were able to present a method that can detect heart diseases with high accuracy.

References

- 1-Koh, H. C., & Tan, G. (2011). Data mining applications in healthcare. *Journal of healthcare information management*, 19(2), 65.
- 2-Masethe, H. D., & Masethe, M. A. (2014, October). Prediction of heart disease using classification algorithms. In *Proceedings of the world Congress on Engineering and computer Science* (Vol. 2, No. 1, pp. 25-29).
- 3-Ramakrishnan, N., Hanauer, D., & Keller, B. (2010). Mining electronic health records. *Computer*, 43(10), 77-81.
- 4-Dey, A., Singh, J., & Singh, N. (2016). Analysis of supervised machine learning algorithms for heart disease prediction with reduced number of attributes using principal component analysis. *International Journal of Computer Applications*, 140(2), 27-31.
- 5-Mukhopadhyay, A., Maulik, U., Bandyopadhyay, S., & Coello, C. A. C. (2013). A survey of multiobjective evolutionary algorithms for data mining: Part I. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 18(1), 4-19.
- 6-El Naqa, I., & Murphy, M. J. (2015). *What is machine learning?* (pp. 3-11). Springer International Publishing.
- 7-Moharamkhani, E., Yahyaei Feriz Hendi, M., Bandar, E., Izadkhasti, A., & Sirwan Raza, R. (2022). Intrusion detection system based firefly algorithm random forest for cloud computing. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 34(24), e7220.
- 8-Hasanvand, M., Nooshyar, M., Moharamkhani, E., & Selyari, A. (2023, April). Machine Learning Methodology for Identifying Vehicles Using Image Processing. In *Artificial Intelligence and Applications* (Vol. 1, No. 3, pp. 170-178).
- 9-Gavari Bami, H., Moharamkhani, E., Zadmehr, B., Najafpoor, V., & Shokouhifar, M. (2022). Detection of zeroday attacks in computer networks using combined classification. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 34(27), e7312.
- 10-Anbarasi, M., Anupriya, E., & Iyengar, N. C. S. N. (2010). Enhanced prediction of heart disease with feature subset selection using genetic algorithm. *International Journal of Engineering Science and*

- Technology*, 2(10), 5370-5376.
- 11-Bhatla, N., & Jyoti, K. (2012). A Novel Approach for heart disease diagnosis using Data Mining and Fuzzy logic. *International Journal of Computer Applications*, 54(17).
- 12-Shouman, M., Turner, T., & Stocker, R. (2011). Using Decision Tree for Diagnosing Heart Disease Patients. *AusDM*, 11, 23-30.
- 13-Subbalakshmi, G., Ramesh, K., & Rao, M. C. (2011). Decision support in heart disease prediction system using naive bayes. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSSE)*, 2(2), 170-176.
- 14-Bashir, S., Qamar, U., Khan, F. H., & Javed, M. Y. (2014). MV5: a clinical decision support framework for heart disease prediction using majority vote based classifier ensemble. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 39, 7771-7783.
- 15-Negahbani, M., Joulazadeh, S., Marateb, H. R., & Mansourian, M. (2015). Coronary artery disease diagnosis using supervised fuzzy c-means with differential search algorithm-based generalized Minkowski metrics. *Peertechz Journal of Biomedical Engineering*, 1(1), 006-014.
- 16-Koluksa, B., Haclar, H., Ku, M., Bakr-Güngör, B., Aral, A., & Güngör, V. Ç. (2019). Diagnosis of coronary heart disease via classification algorithms and a new feature selection methodology. *International Journal of Data Mining Science*, 1(1), 8-15.
- 17-Kalaiarasi, G., Maheswari, M., Selvi, M., Yogitha, R., & Devadas, P. (2022). Detection of Heart Disease Using Data Mining. In *Biologically Inspired Techniques in Many Criteria Decision Making: Proceedings of BITMDM 2021* (pp. 627-637). Singapore: Springer Nature Singapore.
- 18-Aliyar Vellameeran, F., & Brindha, T. (2022). A new variant of deep belief network assisted with optimal feature selection for heart disease diagnosis using IoT wearable medical devices. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 25(4), 387-411.
- 19-Shorewala, V. (2021). Early detection of coronary heart disease using ensemble techniques. *Informatics in Medicine Unlocked*, 26, 100655.
- 20-Latha, C. B. C., & Jeeva, S. C. (2019). Improving the accuracy of prediction of heart disease risk based on ensemble classification techniques. *Informatics in Medicine Unlocked*, 16, 100203.
- 21-Waigi, D., Choudhary, D. S., Fulzele, D. P., & Mishra, D. (2020). Predicting the risk of heart disease using advanced machine learning approach. *Eur. J. Mol. Clin. Med*, 7(7), 1638-1645.
- 22-Oliullah, K., Barros, A., & Whaiduzzaman, M. (2023, May). Analyzing the Effectiveness of Several Machine Learning Methods for Heart Attack Prediction. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Trends in Computational and Cognitive Engineering: TCCE 2022* (pp. 225-236). Singapore: Springer Nature Singapore.
- 23-Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995, November). Particle swarm optimization. In *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks* (Vol. 4, pp. 1942-1948). IEEE.
- 24-Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey wolf optimizer. *Advances in engineering software*, 69, 46-61.
- 25-Mitchell, M. (1998). *An introduction to genetic algorithms*. MIT press.

©Authors, Published by Journal of Intelligent Knowledge Exploration and Processing. This is an open-access paper distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



مقاله پژوهشی

توسعه منطق خودتطبیقی سیستم‌های خودتطبیق به کمک یادگیری تقویتی عمیق

Doi: 10.30508/kdip.2023.383007.1060

کاظم نیک فرجام^۱

۱- مری و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۷/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷

صفحه: ۰۰ - ۰۰

چکیده

یک سیستم خودتطبیق می‌تواند ساختار و رفتار خود را در زمان اجرا، بر اساس درکش از محیط و از خودش و نیازمندی‌هایش، اصلاح کند. یکی از عناصر کلیدی در توسعه این سیستم‌ها، منطق خودتطبیقی آن است که زمان و نحوه تطبیق سیستم را رمزگذاری می‌کند. هنگام توسعه منطق تطبیق، مهندسان با چالش عدم قطعیت زمان طراحی مواجه هستند. برای تعریف زمان تطبیق سیستم، باید تمام حالات محیطی بالقوه را پیش‌بینی کنند. پیش‌بینی تمام تغییرات محیطی بالقوه اغلب به دلیل اطلاعات ناقص در زمان طراحی، غیرممکن است. یادگیری تقویتی برخط، با یادگیری اثربخشی عملیات تطبیق، از طریق تعامل سیستم با محیط در زمان اجرا، مشکل عدم قطعیت زمان طراحی را برطرف، و توسعه منطق خودتطبیقی را به طور خودکار درمی‌آورد. عناصر یادگیری تقویتی، در حلقه MAPE-K سیستم‌های خودتطبیق ادغام می‌شود. روش‌های یادگیری تقویتی برخط موجود در سیستم‌های خودتطبیق، دانش آموخته شده را در قالب تابع ارزش نمایش می‌دهند و دو نقص دارند که درجه خودکارسازی و توسعه را محدود می‌کند: نیازمند تنظیم دقیق نرخ اکتشاف به صورت دستی هستند. از سوی دیگر برای تقویت توسعه‌پذیری، ممکن است نیاز به کمی‌سازی حالت‌های محیط به صورت دستی باشد. در این مقاله برای خودکارسازی فعالیت‌های فوق از یادگیری تقویتی عمیق، استفاده شد. در این یادگیری، دانش در قالب یک شبکه عصبی، در وزن‌های شبکه عصبی پنهان است. نتایج آزمایش‌ها، از سرعت همگرایی بالای یادگیری حکایت دارد.

واژگان کلیدی: یادگیری تقویتی عمیق، عدم قطعیت، منطق خود تطبیق، سیستم خودتطبیق.

۱- مقدمه

خودتطبیقی، باعث تسهیل در توسعه سیستم شده و سیستم را قادر می‌سازد، نیازمندی‌های کیفی خود را در محیط‌های پویا حفظ کند و در زمان اجرا به شکلی انعطاف‌پذیری عمل نماید (اشوف و زیسمن، ۲۰۱۱؛ صالحی و تحویل‌داری، ۲۰۰۸). سیستم خودتطبیق می‌تواند ساختار، پارامترها و رفتار خود را در زمان اجرا بر اساس درک خود از محیط، و از خود و نیازمندی‌هایش، تغییر دهد.

به عنوان مثال یک فروشگاه وب برخط خودتطبیق را در نظر بگیرید که مهندسان حفظ کارایی سیستم را به عنوان هدف یادگیری بیان کرده‌اند. بنابراین باید کارایی سیستم تحت بارهای کاری^۱ در حال تغییر در زمان اجرا، حفظ شود. سیستم در مواجهه با افزایش ناگهانی بارکاری، به صورت برخط، با غیرفعال کردن ویژگی‌های اختیاری، خود را با شرایط جدید بوجود آمده، تطبیق می‌دهد. یادگیری تقویتی برخط، عملیات توسعه منطق خودتطبیقی (که قبلاً دستی توسط مهندس انجام می‌شود)، را به طور خودکار انجام می‌دهد. به عنوان مثال؛ موتور توصیه سیستم را که یک ویژگی اختیاری است، در هنگام بارکاری زیاد (درخواست‌های زیاد کاربران)، غیرفعال می‌کند، تا منابع کمتری استفاده شده و بتواند به همه درخواست‌های کاربران با حداقل تاخیر پاسخ دهد (کلین و ماگو، ۲۰۱۴). عدم قطعیت زمان طراحی یک چالش مهم در توسعه یک سیستم خودتطبیق است. تعریف اینکه چگونه سیستم باید هنگام مواجهه با یک وضعیت محیطی جدید سازگار شود، نیازمند درک تأثیر دقیق عملیات تطبیقی است و احتمال دارد، در زمان طراحی شناخته شده، نباشد. یکی از روش‌های نوظهور برای رسیدگی به عدم قطعیت زمان طراحی در سیستم‌های

خودتطبیق، استفاده از یادگیری تقویتی برخط است (آمویی، صالحی و تحویل‌داری، ۲۰۰۸؛ مصطفی و ژانگ، ۲۰۱۳؛ عرب نژاد، ۲۰۱۷). با استفاده از این نوع یادگیری، سیستم خودتطبیق می‌تواند از داده‌های عملیاتی واقعی و نتایج بازخوردی که فقط در زمان اجرا در دسترس است، بیاموزد.

برای توسعه سیستم خودتطبیق، مهندسان باید منطق خودتطبیقی را طوری توسعه دهند که زمان و نحوه تطبیق سیستم را به شکل مناسبی نمایش دهد. برای مثال، مهندسان، ممکن است قوانینی به شکل (رویداد-شرایط-عمل) تعریف نموده، همچنین تعیین کند در پاسخ به یک تغییر محیطی، معین کدام عمل تطبیقی اجرا شود. توسعه منطق خودتطبیق مستلزم درک درستی از شرایط سیستم و محیط آن دارد و اینکه عملیات تطبیق بر کیفیت سیستم چه تأثیری می‌گذارند (پلیتو و همکاران، ۲۰۱۴؛ چن و باشمن، ۲۰۱۷). نگرانی مهم دیگر، پیش‌بینی تغییرات بالقوه محیطی بوده که سیستم ممکن است در زمان اجرا با آن مواجه شود. باید تعریف شود که چگونه سیستم می‌تواند خود را در پاسخ به این تغییرات محیطی تطبیق دهد. با این حال، به دلیل عدم قطعیت‌های موجود در محیط و سیستم در حین اجرا، پیش‌بینی تمام تغییرات محیطی بالقوه در زمان طراحی در بیشتر موارد غیرممکن است (رامیرز و جانسون، ۲۰۱۲). علاوه بر این، در حالی که اثر عملیات تطبیق بر روی سیستم ممکن است شناخته شده باشد، اما پیش‌بینی دقیق اثر عملیات تطبیق به دلیل ساده کردن فرضیات ساخته شده در زمان طراحی دشوار است (جمشیدی و کامارا، ۲۰۱۹).

یادگیری ماشین علم طراحی ماشین‌هایی است که با استفاده از داده‌هایی که به آن‌ها داده می‌شود (نمونه‌ها) و

1- Work load

بر تصميم‌گيري سيستم خودتطبيق تاثير مي‌گذارند. به عنوان مثال، يادگيرنده‌اي كه در حين اجرا مصرف انرژي باتري‌ها، مصرف CPU .. را پيش بيني مي‌كند.

● به روز نگه داشتن مدل‌هاي زمان اجرا^{۱۱}: پشتيباني از سيستم با به روز نگه داشتن مدل‌هاي زمان اجرا. به عنوان مثال به روز نگه داشتن مدل كارايي و مدل قابليت اطمينان سيستم خودتطبيق.

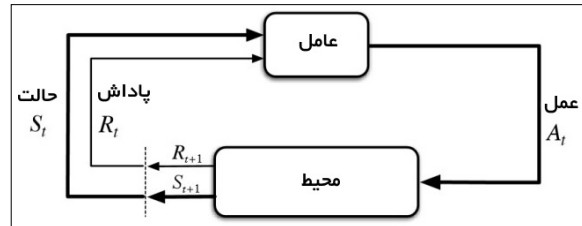
● کاهش فضاهاي تطبيق بزرگ^{۱۲}: پشتيباني از سيستم با کاهش تعداد زيادي از گزینه‌هاي تطبيق (فضاي تطبيق بزرگ) به طوري كه سيستم بتواند سريعتر تصميمات تطبيقي كارآمدتري اتخاذ كند. مثلاً استفاده از يك يادگيرنده براي پيش بيني ويژگي‌هاي كيفي گزینه‌هاي تطبيق براي انتخاب گزینه‌هاي مناسب و تسريع در تجزيه و تحليل سيستم.

● تشخيص و پيش بيني ناهنجاري‌ها^{۱۳}: شناسايي يا پيش بيني ناهنجاري‌ها در رفتار سيستم يا محيط آن كه مربوط به تطبيق است. مثلاً، يك يادگيرنده جريان غيرعادي ترافيك را در يك سيستم مديريت ترافيك خودتطبيق تشخيص مي‌دهد و تهديدات سايري را در يك شبكه ارتباطي شناسايي مي‌كند.

● جمع‌آوري دانش قبلي كه در دسترس نيست^{۱۴}: جمع آوري دانش اوليه ناشناخته زمان اجرا براي پشتيباني از تطبيق. مثلاً يادگيرنده يك مدل براي محاسبه سودمندی پيكربندي‌هاي مختلف سيستم (بعد از انجام عمليات تطبيق) مي‌سازد يا يادگيرنده‌اي كه سياست‌هاي مديريتي را بدون هيچ دانش قبلي شناسايي مي‌كند.

● همچنين يادگيري ماشين در سيستم‌هاي خودتطبيق اهداف زير را دنبال مي‌كند (غيبی امید و همكاران، ۲۰۲۱)

تجربيات خودشان عمل كنند، بدون آنكه همه اقدامات با بهره‌گيري از برنامه‌نويسي به آن‌ها ديكته شود. الگوريتم‌هاي يادگيري ماشين سه دسته: يادگيري با نظارت^۱، يادگيري نظارت نشده^۲ و يادگيري تقويتي^۳ است.



شكل (۱): عناصر يك مساله يادگيري تقويتي (ساتن، ۲۰۰۰)

در شكل شماره (۱)، عناصر مساله يادگيري ارايه شده است، كه شامل: محيط^۴؛ جهان فزيكي عامل؛ حالت^۵؛ موقعيت كنوني عامل؛ پاداش^۶؛ بازخورد از محيط؛ سياست^۷؛ روشي براي نگاهت حالت عامل به عمل و ارزش^۸؛ پاداش آينده كه عامل با اقدام به يك عمل در يك حالت خاص به آن دست مي‌يابد.

تاكنون يادگيري ماشين در سيستم‌هاي خودتطبيق در موارد زير استفاده شده است (غيبی امید، دني، ونيز، و كوین، ۲۰۲۱).

● به روزرسانی و تغيير قوانين و سياست‌هاي تطبيق^۹: به روزرسانی يا تغيير قوانين تطبيق براي پشتيباني از سيستم در هنگام مواجهه با شرايط عملياتي متغير. به طور مثال، سيستم توسط يك يادگيرنده تقويتي به طور مداوم مورد بررسي قرار مي‌گيرد، تا سياست‌هاي تطبيقي را براي مقابله با حجم كاري در حال تغيير در سيستم به روز كند.

● پيش بيني و تجزيه و تحليل استفاده از منابع^{۱۰}: بررسي وضعيت منابعي كه توسط سيستم استفاده مي‌شوند و

- 1- Supervised learning.
- 2- Unsupervised learning.
- 3- Reinforcement Learning.
- 4- Environment
- 5- State
- 6- Reward
- 7- Policy
- 8- Value
- 9- Update/Change adaptation rules/policies
- 10- Predict/Analyze resource usage
- 11- Keep runtime models up-to-date
- 12- Reduce large adaptation space
- 13- Detect/Predict anomalies
- 14- Collect unavailable prior knowledge

آن هنوز محدود مانده است. یکی از موانع پیاده‌سازی این نوع یادگیری، لزوم و تکیه این روش برای جستجوی اطلاعات (اکتشاف^۲) در محیط است. برای حل مساله یادگیری تقویتی، باید یک مساله مهم‌تر یعنی؛ توازن بین جست‌وجو (اکتشاف) و استخراج (بهره‌برداری) را مورد بررسی قرار داد. جست‌وجو (اکتشاف)، به معنای یافتن اطلاعات بیشتر درباره محیط و استخراج، به معنای بهره‌برداری از اطلاعات شناخته شده قبلی برای پیشینه‌سازی پاداش است.

هدف عامل یادگیرنده تقویتی پیشینه‌سازی پاداش انباره‌ای (تجمعی) است. بنابراین به نظر می‌رسد، بهتر باشد از اطلاعات شناخته شده قبلی بهره‌برداری کنیم، تا مجموع پاداش‌ها افزایش یابد. با این حال می‌توان در یک تله افتاد، ممکن است اطلاعات ناشناخته‌ای در محیط وجود داشته باشند، که پاداش بسیار بالایی دارند. اما تاکنون استخراج نشده‌اند. مهندسان باید قوانینی را تعیین کنند تا به برقراری توازن و مدیریت این دو مساله کمک کند. از طرفی یادگیری تقویتی تمرکز زیادی روی کارایی زنده سیستم دارد، و زمان برای اکتشاف محدود است. به این دلیل هم نیازمند پیدا کردن یک تعادل مناسب بین اکتشاف چیزهای جدید و بهره‌برداری از دانش اندوخته شده داریم. به این کار موازنه اکتشاف و استخراج^۸ گفته می‌شود. مشکل اصلی اکتشاف این است که تعداد حالات، ممکن است بسیار زیاد یا حتی نامتناهی باشد. از طرفی ممکن است تعداد خروجی‌ها بسیار زیاد و متنوع باشند که در این حالت نیازمند نمونه برداری بسیار گسترده‌ای برای تخمین خروجی نهایی سیستم هستیم. بنابراین در مسئله یادگیری تقویتی، نیازمند یک راهکار هوشمندانه برای اکتشاف هستیم. تصمیم‌گیری‌های تصادفی بدون استفاده از یک توزیع احتمال برآورد شده، معمولاً کارایی بسیار ضعیفی دارد. در دنیای واقعی، کار آسانی نیست که به طور پیوسته، بهترین عملیات

۱- بهبود ویژگی‌های کیفی سیستم؛ بهینه‌سازی و حفظ ویژگی‌های کیفی سیستم خودتطبیق در حین اجرا. مثلاً پایین نگه داشتن زمان پاسخ و بالا نگه داشتن قابلیت اطمینان سیستم خودتطبیق تحت تغییر بارکاری^۱ و وقوع رویدادهای غیرمنتظره.

۲- حفظ تعادل بین ویژگی‌های کیفی سیستم و منابع^۳: به طور مثال، نگهداری تأخیر در یک محدوده مشخص و در عین حال حداقل استفاده از منبع محاسباتی مورد نیاز (مانند CPU) برای دستیابی به آن تأخیر.

۳- تعادل بین ویژگی‌های کیفی سیستم و هزینه^۴: به طور مثال، پایین نگه داشتن نرخ شکست یک گردش کار مبتنی بر سرویس زیر یک آستانه مشخص در حالی که هزینه (عملیاتی، مالی و ...) استفاده از خدمات به حداقل برسد.

۴- بهبود در تخصیص منابع سیستم^۵: بهبود (بهینه‌سازی، مدیریت و ...) در تخصیص منابع سیستم. به عنوان مثال، مدیریت استفاده از CPU و حافظه سیستم تحت بارهای کاری نامشخص زمان اجرا در سیستم خودتطبیق.

۵- دفاع در برابر تهدیدات سایبری^۶: خودکارسازی دفاع سایبری در سیستم خودتطبیق با شناسایی و مدیریت تهدیدات (از قبیل؛ نفوذها، ناهنجاری‌ها و غیره).

یادگیری تقویتی برخط می‌تواند اثربخشی عملیات تطبیق را از طریق تعامل با محیط بیاموزد، سیستم به طور خودکار منطق خود تطبیقی را به کمک یادگیری تقویتی در زمان اجرا یاد می‌گیرد و نیازی به تنظیم دستی توسط مهندس ندارد. به جای اینکه مهندسان مجبور باشند منطق خودتطبیقی، و مسئله یادگیری را به شکلی اعلانی، برحسب اهداف یادگیری که سیستم باید به آن دست یابد؛ بیان کنند. سیستم به طور خودکار با کمک یادگیری تقویتی برخط این عملیات را می‌آموزد.

با وجود پتانسیل‌های یادگیری تقویتی، پیاده‌سازی آن می‌تواند دشوار باشد و به همین علت کاربردهای

- 1- Improve quality
- 2- Work Load
- 3- Balance qualities with resources
- 4- Balance qualities with cost
- 5- Improve resource allocation
- 6- Protect against cyber threats
- 7- Explore
- 8- Exploration vs Exploitation trade-off

خودتطبيق (برنامه وب خودتطبيق) نشان می‌دهد.

۲- مبانی نظری

همانطور که ذکر شد، یادگیری تقویتی به صورت موثر کمک می‌کند تا مهندسی منطق خودتطبيقی سیستم، به طور خودکار انجام شود. به طور کلی، یادگیری تقویتی از طریق تعاملات عامل با محیط خود، اثربخشی اقدامات عامل را می‌آموزد (ساتن و بارتو، ۲۰۱۸).

در این نوع یادگیری عامل در مرحله زمانی t ، عملی را در حالت محیطی S_t انجام می‌دهد. در نتیجه، حالت سیستم در مرحله زمانی $t+1$ به S_{t+1} تبدیل می‌شود و عامل برای اجرای عمل، پاداش r_{t+1} را دریافت می‌کند. هدف یادگیری تقویتی، بهینه‌سازی پاداش‌های تجمعی است. هنگام بکارگیری یادگیری تقویتی برای سیستم‌های خودتطبيق، «عمل» به معنای عمل تطبیقی مشخص (مانند اصلاح ساختار، پارامترها یا رفتار سیستم)، و «عامل» نقش منطق خودتطبيقی را بر عهده می‌گیرد. محیط، سیستمی که در زمان اجرا باید تطبیق داده شود را شامل می‌شود.

بطور کلی سه رویکرد به یادگیری تقویتی وجود دارد:

الف) رویکرد ارزش محور: در این رویکرد، هدف بهینه‌سازی تابع ارزش است. تابع ارزش، تابعی است که پاداش بیشینه آینده را مشخص می‌کند که عامل در هر حالت دریافت می‌کند. ارزش هر حالت برابر است با ارزش کل پاداشی که عامل می‌تواند انتظار داشته باشد در آینده با آغاز از آن حالت جمع‌آوری کند. عامل از این تابع ارزش برای انتخاب آنکه کدام حالت در هر گام انتخاب شود، استفاده می‌کند. عامل حالتی با بیشترین ارزش را انتخاب می‌کند.

ب) رویکرد سیاست محور: در یادگیری تقویتی سیاست محور، هدف، بهینه‌سازی تابع سیاست بدون استفاده از تابع ارزش است. سیاست، چیزی است که رفتار عامل را در یک زمان داده شده، تعیین می‌کند. عامل یک تابع سیاست را می‌آموزد. این امر به او کمک می‌کند تا هر حالت را به بهترین عمل ممکن نگاشت کند. دو دسته سیاست وجود دارد. سیاست قطعی که برای یک

انتخاب و انجام شوند؛ چراکه محیط پیوسته در حال تغییر است. یکی دیگر از مشکلاتی که سر راه یادگیری تقویتی وجود دارد، زمان و منابع محاسباتی که لازم است تا اطمینان حاصل کنیم، یادگیری به درستی انجام شده است. هر چه محیط بزرگ‌تر باشد، به زمان و منابع بیشتری برای فرآیند آموزش الگوریتم نیاز است.

روش‌های یادگیری تقویتی برخط موجود برای توسعه سیستم‌های خودتطبيقی اغلب از جدول جستجو برای نشان دادن دانش آموخته شده، استفاده می‌کنند. لذا مهندسان سیستم را ملزم می‌کنند تا به صورت دستی حالات محیط را (برای توسعه پذیری در صورتی که محیط دارای تعداد حالت‌های زیادی است)، کمی‌سازی (گسسته‌سازی) کنند. این فعالیت دستی ممکن است گران و به طور بالقوه غیرقابل اعتماد باشد (جمشیدی و کامار، ۲۰۱۹). ایده اصلی در این مقاله این است که فعالیت‌های دستی فوق‌الذکر به طور خودکار با استفاده از یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست^۱ (یا خط‌مشی)، به عنوان یک نوع متفاوت از یادگیری تقویتی برای توسعه سیستم‌های خودتطبيق انجام شوند (نچمن و نوروزی، ۲۰۱۷؛ ساتن، ۲۰۰۰). همچنین موازنه بین اکتشاف و استخراج به طور خودکار در سیستم انجام شود. در یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست، به جای جدول، برای نگهداری دانش آموخته شده، از یک شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده و به کمک یک یادگیرنده تقویتی مبتنی بر سیاست دانش در حین اجرا و گام به گام آموخته شده و در قالب وزن‌های شبکه عصبی نمایش می‌یابد (نوروزی و نچمن، ۲۰۱۷). رویکرد پیشنهادی از لحاظ مفهومی، رسمی و فنی، یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست را در مدل مرجع سیستم‌های خودتطبيق شناخته شده، ادغام و یکپارچه می‌کند. این کار، استفاده از یادگیری تقویتی برخط را برای توسعه سیستم‌های خودتطبيق ساده می‌کند، زیرا نیاز به کمی کردن حالت‌های محیطی به صورت دستی ندارد. همچنین نیاز به تنظیم دقیق نرخ اکتشاف به طور دستی نیست. در این مقاله امکان‌سنجی و کاربرد یادگیری تقویتی برخط مبتنی بر سیاست را، روی یک سیستم اطلاعاتی

1- Policy based Reinforcement Learning

2- Value based

3- Policy based

۲۰۱۴؛ مصطفی و ژانگ (۲۰۱۴).

دوم اینکه، اندازه جدول جستجو مستقیماً به تعداد حالت‌های محیطی که باید ذخیره شوند، بستگی دارد و اندازه جدول با افزایش تعداد متغیرهای حالت به طور تصاعدی افزایش می‌یابد. و جهت نگهداری، نیازمند حافظه بالایی است. در نتیجه، راه حل جدولی از مقیاس پذیری ضعیفی رنج می‌برد. فرآیند یادگیری برای اینکه بتواند به طور مؤثر یاد بگیرد، باید برای همه ورودی‌های جدول، تمام داده‌های لازم را جمع‌آوری کند (کلین ماگو، ۲۰۱۴؛ مصطفی و ژانگ، ۲۰۱۴).

یک روش متداول برای حل این محدودیت‌ها، کمی‌سازی حالت‌های محیطی پیوسته با تعریف تعداد کمی از حالت‌های محیطی گسسته است. این کمی‌سازی یک فعالیت دستی است که باید توسط مهندس سیستم انجام شود. بنابراین ممکن است گران و به طور بالقوه غیرقابل اعتماد (خطای انسانی) باشد. همان طور که در مطالب قبلی اشاره شد، یادگیری تقویتی در حین اجرا و به صورت تدریجی میزان اثربخشی اقدامات عامل را از طریق تعامل عامل با محیط یاد می‌گیرد و بدین ترتیب منطق خودتطبیقی سیستم به طور خودکار حین اجرا ساخته می‌شود (ساتن و بارتو، ۲۰۱۸).

حالت‌های محیطی می‌تواند به صورت درشت دانه^۳، یا خیلی ریزدانه^۴ کمی‌سازی شوند، و ممکن است به دلیل اندازه بسیار بزرگ جدول جستجو منجر به مقیاس پذیری ضعیف شود. دانستن وسعت فضای حالت به این معنی است که توسعه دهندگان در زمان طراحی می‌توانند تمام تغییرات محیطی بالقوه‌ای که سیستم ممکن است در زمان اجرا با آن مواجه شود، را پیش‌بینی کنند. از طرفی نیز احتمال دارد، وسعت فضای حالات (یعنی مجموعه همه حالات‌ها)، به دلیل عدم قطعیت در زمان طراحی، ناشناخته بماند. از این رو تعیین کران‌های پایین و بالای حالت‌های گسسته امکان‌پذیر نیست.

حالت داده شده همیشه عمل مشابهی را باز می‌گرداند. و سیاست تصادفی که برای هر یک از اعمال یک توزیع احتمالی در نظر می‌گیرد. همان طور که مشهود است، سیاست مستقیماً بهترین عمل برای هر حالت را بیان می‌کند.

ج) رویکرد مدل محور: در یادگیری تقویتی مدل محور، ابتدا محیط مدل می‌شود. این یعنی مدلی از رفتار محیط ساخته می‌شود. مساله مهم در این رویکرد نیاز به مدلی متفاوت برای ارائه هر محیط است.

رویکردهای موجود که از یادگیری تقویتی برای ساخت سیستم‌های خودتطبیق استفاده می‌کنند، اکثراً از یادگیری تقویتی مبتنی بر ارزش (یا مقدار) استفاده می‌کنند. یادگیری تقویتی مبتنی بر مقدار، از یک تابع مقدار برای نمایش دانش آموخته شده، استفاده می‌کند. همیشه عملی که بالاترین ارزش را در یک حالت معین دارد، انتخاب می‌شود. دو نوع مشهور یادگیری تقویتی مبتنی بر مقدار عبارتند از Q-Learning و SARSA که این دو الگوریتم در نحوه به روزرسانی تابع ارزش متفاوت هستند (ساتن و بارتو، ۲۰۱۸). اما رویکردهای یادگیری تقویتی موجود برای سیستم‌های خودتطبیق از دو روش مختلف برای نمایش تابع ارزش (مقدار) استفاده می‌کنند، که در ادامه توضیح داده شده است.

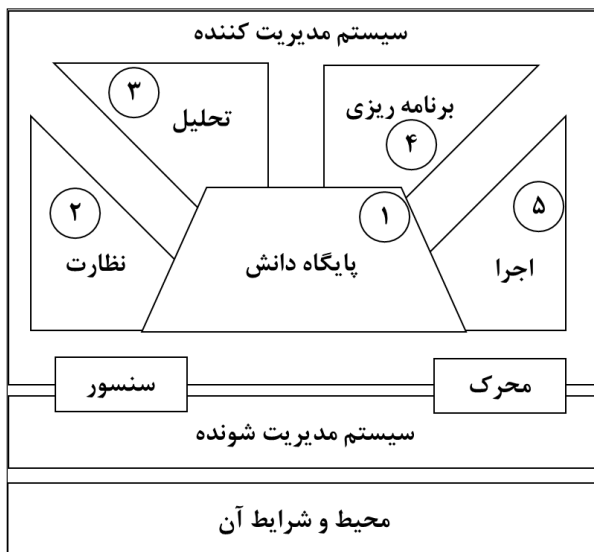
روش اول: تابع ارزش در قالب جدول جستجو^۱

اغلب رویکردهای موجود، مقادیر تابع ارزش را در یک جدول جستجو، ذخیره می‌کنند. اگر چه راه حل جدولی پیاده‌سازی ساده‌ای داشته و به خوبی قابل درک است (کلین و ماگو، ۲۰۱۴)، اما دو محدودیت کلیدی دارد. اول، به دلیل ماهیت گسسته جدول جستجو، تکنیک‌های حل جدولی به فضاهای حالت و عمل گسسته محدود می‌شوند و نمی‌توانند با فضاهای حالت و عمل پیوسته کنار بیایند. این بدان معنی است که حالات محیطی باید قابل شمارش باشند و نمی‌توانند توسط متغیرهای پیوسته (با ارزش واقعی) نمایش داده شوند (کلین و ماگو،

- 1- Model based
- 2- Value Function as Lookup Table
- 3- Coarse-grained
- 4- Fine-grained

حلقه بازخورد سیستم خودتطبيق استفاده می‌شود.

رویکرد یادگیری تقویتی برخط مبتنی بر سیاست رویکرد پیشنهادی، مطابق شکل شماره (۲)، یادگیری تقویتی را در مدل MAPE-K^۴ که یک مدل مرجع شناخته شده برای سیستم‌های خودتطبيق^۵ است، ادغام می‌کند. (فیلو و پورتر، ۲۰۱۷؛ لموس و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل (۲): مدل MAPE-K برای سیستم خودتطبيق (آمویی و همکاران، ۲۰۰۸)

همان طور که در شکل شماره (۲) نشان داده شده، این مدل، ساختار مفهومی یک سیستم خودتطبيق را به دو عنصر اصلی تقسیم می‌کند: منطق سیستم (یا سیستم مدیریت شونده^۶) و منطق خودتطبيق (یا سیستم مدیریت کننده^۷). منطق خودتطبيقی به چهار فعالیت مفهومی اصلی تقسیم شده: (نظارت یا مانیتور)، تحلیل، برنامه‌ریزی و اجرا) که از یک پایگاه دانش مشترک استفاده می‌کنند. پایگاه دانش شامل؛ اطلاعات مربوط به سیستم مدیریت شده و محیط آن است (مانند؛ مدل‌های زمان اجرای کد شده). این چهار فعالیت شامل؛ نظارت بر

روش دوم: تقریب زدن تابع ارزش^۱

یک رویکرد جایگزین برای جلوگیری از کمی‌سازی فضای حالت، تقریب زدن تابع مقدار است. به عنوان مثال، با استفاده از تکنیک‌های خطی و غیرخطی (مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی). این روش امکان مقابله با فضای حالت بزرگ را با تعمیم وضعیت‌های نادیده فراهم می‌کند. با وجود چنین تقریبی، یادگیری تقویتی مبتنی بر مقدار همچنان با معضل بهره‌برداری- اکتشاف مواجه است (ساتن و بارتو، ۲۰۱۸). برای بهینه‌سازی پاداش‌ها، عملیاتی انتخاب می‌شوند که اثربخشی خود را قبلاً نشان داده و درون پایگاه دانش ذخیره شده‌اند (بهره‌برداری) در عین حال، برای کشف چنین عملیاتی در وهله اول، باید عملیاتی را انتخاب کرد که قبلاً انتخاب نشده‌اند (اکتشاف). یک راه حل معمول برای معضل اکتشاف- بهره‌برداری، روش حریصانه^۲ است. این روش در طول فرآیند یادگیری، حریصانه به طور تصادفی یک عمل را با احتمال افسیلنی (خیلی کم) انتخاب و کاوش می‌کند. چالش مهندس سیستم، تنظیم دقیق تعادل بین نرخ بهره‌برداری و نرخ اکتشاف به منظور اطمینان از همگرایی فرآیند یادگیری است (عرب نژاد و جمشیدی، ۲۰۱۷). به عنوان مثال، مهندس ممکن است مکانیزمی را اجرا کند که در طول زمان اجرا مقدار افسیلن کاهش یافته و در نتیجه میزان اکتشاف کاهش یابد تا همگرایی را تسهیل کند. با این حال، در یادگیری برخط، چالش این است که چه زمانی و چگونه می‌توان دوباره این مقدار را در محیط‌های غیرثابت^۳، (یعنی محیط‌هایی که پویا هستند و در آن نتایج عملیات تطبیقی در طول زمان تغییر می‌کند)، افزایش داد؟ (ساتن و بارتو، ۲۰۱۸). بنابراین درجه خودکارسازی رویکردهای موجود محدود است. مهندس سیستم مجبور است این تنظیمات را دستی انجام دهد که به کار و تلاش زیادی نیاز داشته و به دلیل قطعیت در زمان طراحی، انجام آنها دشوار است. برای غلبه بر این چالش‌ها از یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست در مدل

- 1- Value function Approximation.
- 2- e-Greedy
- 3- Non-stationary
- 4- Monitor-Analys-Planning-Execute-Knowledge
- 5- SelfAdaptive Systems
- 6- Maneged system
- 7- Maneging system

منطق سیستم و محیط از طریق حس‌گرها، تجزیه و تحلیل داده‌های نظارت شده در مرحله قبل برای تعیین نیاز به تطبیق سیستم، برنامه‌ریزی عملیات تطبیق، و در نهایت اجرای عملیات تطبیقی از طریق محرک‌ها^۱، که در نهایت باعث اصلاح منطق سیستم در زمان اجرا، می‌شود. ایده اساسی پشت یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست، بهینه‌سازی سیاست انتخاب عملیات تصادفی پارامتری شده^۳ است (ناچمن و نوروزی، ۲۰۱۲؛ ساتن ۲۰۰۰). سیاست انتخاب عمل، وضعیت‌ها را به یک توزیع احتمال در فضای عملیات (یعنی مجموعه عملیات تطبیقی ممکن) نگاشت می‌کند.

بدین ترتیب عملیات با نمونه‌گیری از این توزیع احتمال انتخاب می‌شوند. همچنین از یک چرخه یادگیری با تعداد دفعات معین از قبل تعیین شده، برای به روزرسانی سیاست استفاده می‌شود. در پایان هر چرخه یادگیری، وضعیت و پاداش‌های دریافتی، بروز می‌شوند، طوری که توزیع احتمال حاصل به سمتی تغییر کند، که احتمال انتخاب عملیاتی را افزایش می‌دهد که منجر به پاداش تجمعی بالاتری می‌شوند. بیشتر مقالات موجود که از یادگیری تقویتی در سیستم‌های خودتطبیق استفاده می‌کنند، از یادگیری تقویتی مبتنی بر مقدار استفاده کرده‌اند. در این قسمت به چگونگی تعریف تابع مقدار یا همان تابع ارزش در کارهای گذشته می‌پردازیم. (آمویی و همکاران، ۲۰۰۸) از الگوریتم SARSA برای یادگیری عملیات تطبیقی مؤثر در یک برنامه وب خودتطبیق و از تابع مقدار در قالب جدول جستجو استفاده کردند. آنها با تعریف تنها دو مقدار برای هر یک از متغیرهای حالت، حالت‌های محیط را به طور بنیادی کمی می‌کنند. بدین منظور، از مقادیر آستانه‌ای تعریف شده توسط کارشناسان حوزه استفاده می‌شود. هوانگ و همکاران از Q-Learning برای بهینه‌سازی پویای تخصیص منابع در فرآیندهای تجاری استفاده کردند (کپارت و چیس، ۲۰۰۳) علاوه بر بهینه‌سازی تخصیص منابع برای یک نمونه فرآیند، آنها با در نظر گرفتن هزینه‌های منابع سراسری هنگام به روزرسانی جدول ارزش،

بهینه‌سازی را در بین نمونه‌های فرآیند توزیع می‌کنند. دوتریل و همکاران از Q-Learning برای مدیریت منابع ابری خودمختار (دوتریل و همکاران، ۲۰۱۱) استفاده کردند. آنها فرض می‌کنند که کران بالایی برای متغیرهای حالت وجود دارد. بو و همکاران از Q-Learning برای پیکربندی خودکار ماشین‌های مجازی ابری و برنامه‌های کاربردی استفاده کردند (بو، رایو و اپکسو، ۲۰۱۳) برای تسهیل مقیاس‌پذیری، سه حالت برای گسسته‌سازی تعریف می‌کنند، که نشان دهنده بازه‌های بالا، متوسط و پایین متغیر حالت مربوطه است. عرب نژاد و همکارانش از Q-Learning فازی و SARSA برای ایجاد ابری با خاصیت خودمقیاسی استفاده می‌کند (عرب نژاد و همکاران، ۲۰۱۷) حالات محیطی کمی‌سازی می‌شوند و در نتیجه به مجموعه‌های کوچکی از حالت‌های بیان شده در منطق فازی محدود می‌شوند. مزیت منطق فازی این است که بسیاری از حالت‌ها را می‌توان تنها با چند حالت فازی نشان داد. با این حال، رویکرد آنها هنوز نیازمند شناسایی عناصر فازی «گسسته» در مجموعه فازی است که یادگیری تقویتی بر اساس آن عمل می‌کند. کاپوروسو و همکاران پیشنهاد استفاده از یادگیری تقویتی مبتنی بر ارزش را برای مونتاز خدمات چند عاملی می‌دهند (کاپوروسو و آنجلو، ۲۰۱۶). عامل‌ها اطلاعات نظارت بر وضعیت را به اشتراک می‌گذارند و از نمایش جدولی تابع مقدار استفاده می‌کند. سیلواندر پیشنهاد استفاده از Q-Learning با تقریب تابعی از طریق یک شبکه عصبی عمیق^۴ برای بهینه‌سازی فرآیندهای تجاری دارد (سیلواندر، ۲۰۱۹). همه این رویکردها از الگوریتم حریصانه برای مکانیزم اکتشاف استفاده می‌کنند که نیاز به تنظیم دقیق نرخ اکتشاف به صورت دستی دارد. در مقابل، یادگیری ما نیازی به کنترل صریح نرخ اکتشاف ندارد، کاوش به طور خودکار از طریق انتخاب عملیات احتمالاتی انجام می‌شود.

مروری مفهومی بر معماری روش پیشنهادی

شکل شماره (۳)، معماری مفهومی رویکرد پیشنهادی را نشان داده و مشخص می‌کند، چگونه عناصر یادگیری

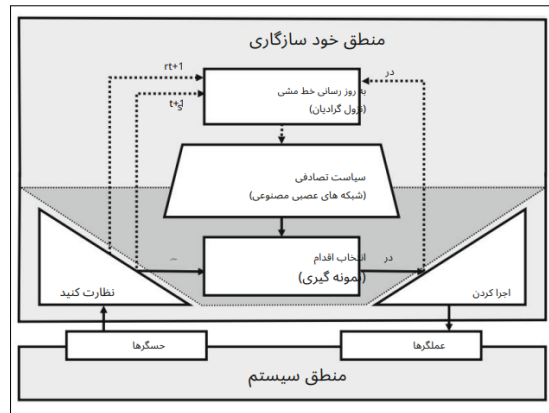
1- Sensors

2- Effectors

3- Parametrized stochastic action selection policy

4- Deep Network Learning

تقویتی مبتنی بر سیاست در حلقه $MAPE-k$ ادغام می‌شوند. ناحیه خاکستری تیره رنگ شکل شماره (۳) نشان می‌دهد، که انتخاب عمل یادگیری تقویتی، جای فعالیت تحلیل و برنامه‌ریزی از فعالیت‌های $MAPE-k$ را می‌گیرد. همچنین سیاست تصادفی آموخته شده نقش پایگاه دانش سیستم خودتطبیق را بر عهده دارد.



شکل (۳): معماری مفهومی رویکرد یادگیری مبتنی بر سیاست

در زمان اجرا، منطق خودتطبیق (سیستم مدیریت کننده) از این سیاست برای انتخاب (از طریق نمونه گیری) یک عمل تطبیق، بر اساس وضعیت فعلی تعیین شده توسط فعالیت نظارت استفاده می‌کند. انتخاب عملیات، تعیین می‌کند آیا نیازی به اجرا (با توجه به وضعیت فعلی) و برنامه‌ریزی (یعنی انتخاب) عملیات تطبیقی مربوطه است یا خیر؟ تابع به روزرسانی سیاست، از دنباله عملیات، وضعیت‌ها و پاداش‌ها برای به روزرسانی سیاست استفاده می‌کند. در این رویکرد، به روزرسانی سیاست از طریق روش‌های گرادیان نزولی (ساتن، ۲۰۱۸؛ ساتن آلسدر، ۲۰۰۰) انجام شده، و سیاست، در قالب یک شبکه عصبی مصنوعی نشان داده می‌شود.

در معماری پیشنهادی، پاداش‌ها توسط فرآیند نظارت محاسبه می‌شود، زیرا این فرآیند به تمام داده‌های جمع آوری شده از حسگرهای سیستم و محیط دسترسی دارد.

فرمول بندی رویکرد:

مسائل یادگیری تقویتی معمولاً در قالب فرآیند تصمیم مارکوف^۱ $MDP=(S,A,T,R)$ فرمول بندی می‌شوند که با یک

چهارتایی تعریف می‌شود:

مجموعه S : فضای حالات سیستم و محیط که توسط مولفه نظارت و از طریق حسگرها قابل مشاهده است (مثل میزان بار کاری محیط یا کارایی سیستم).

مجموعه A : مجموعه فضای عملیات تطبیقی ممکن را نشان می‌دهد. عملیات تطبیقی ممکن که می‌توان با استفاده از محرک‌های سیستم تطبیقی انجام داد. به عنوان مثال، فعال یا غیر فعال کردن ویژگی خاصی از سیستم. مجموعه T : تابع احتمال انتقال به حالت بعدی بشرطی که در زمان t در حالت خاصی باشیم و عمل خاصی را انجام دهیم، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$T: S \times A \times S \rightarrow [0,1] = \Pr(S_{t+1} | S_t, a_t) \quad \text{رابطه ۱}$$

تابع پاداش R مشخص کننده پاداش عددی که سیستم در هر حالت که قرار گرفت از محیط دریافت می‌کند.

$$R: S \rightarrow \mathbb{R}^+ \quad \text{رابطه ۲}$$

تابع پاداش همچنین بیانگر هدف یادگیری است که باید بدست آید، مثلاً در مورد سیستم وب خودتطبیق حفظ نیازمندی‌های کیفی سیستم (به طور مثال، کارایی سیستم نباید زیر یک آستانه معینی قرار بگیرد) است. یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست، به کمک فرآیند تصمیم مارکوف راه حلی در قالب یک سیاست تصادفی پارامتری شده پیدا می‌کند.

$$\Pi \theta(a|s) = \Pr(a|s) \quad \Pi \theta: S \times A \rightarrow [0,1] \rightarrow \quad \text{رابطه ۳}$$

احتمال انجام عمل تطبیقی a در حالت S را مشخص می‌کند. پارامترهای سیاست یادگیری (وزن‌های شبکه عصبی مصنوعی) به صورت بردار زیر نشان داده می‌شود. $\theta \in \mathbb{R}^+$ رابطه ۴

با توجه به عدم قطعیت‌ها، در زمان طراحی، فرض می‌کنیم که S, A, R و در زمان طراحی می‌دانیم، اما T را نمی‌دانیم. به طور دقیق‌تر، حتی اگر حالت‌های دقیق سیستم را ندانیم و نتوانیم فضای حالات را تشکیل دهیم، متغیرهای حالت را می‌دانیم. به طور مثال حتی اگر بارکاری دقیق یک برنامه وب را ندانیم (شاید حتی میزان حداکثر بارکاری را هم ندانیم) اما می‌توانیم یک متغیر برای نمایش حالت بارکاری مثل w به شکل عددی مثبت صحیح تعریف کنیم.

معمولاً فرض می‌کنیم که T تابع انتقال را به دلیل عدم

1- Markov decision process
2- Reward function

از دوشبکه عصبی استفاده می‌کند، یکی وظیفه عامل (بازیگر) و دیگری محاسبه پاداش‌ها (منتقد) را انجام می‌دهد.

هدف مورد استفاده برای بهینه‌سازی شبکه عصبی با رابطه ۵ از احتمال انجام عمل تحت سیاست فعلی تقسیم بر احتمال انجام عمل تحت سیاست قبلی استفاده می‌کند.

$$r(\theta) = \frac{\prod_{\theta(at|st)} / \prod_{\theta_{old}(at|st)}}{5}$$

این $r(\theta)$ زمانی بزرگ‌تر از ۱ خواهد بود که احتمال این عمل برای سیاست فعلی بیشتر از سیاست قدیمی باشد. زمانی که احتمال این عمل برای سیاست فعلی کمتر از سیاست قبلی باشد، بین ۰ و ۱ خواهد بود. برخلاف روش‌های گرادینان سیاست، PPO امکان می‌دهد توسط چند عامل یادگیرنده به طور موازی چندین دوره از شیب صعود را روی نمونه‌های مشاهده شده، اجرا کنیم؛ بدون اینکه به روزرسانی‌های سیاست بسیار مخربی ایجاد شود. این ویژگی این امکان را می‌دهد که اطلاعات بیشتری از محیط جمع آوری کرد و ناکارآمدی نمونه را کاهش داد. الگوریتم PPO با استفاده از یک تابع برش^۳ از به روزرسانی سیاست‌های خیلی بزرگ جلوگیری می‌کند. به روزرسانی سیاست‌های خیلی بزرگ ممکن است، به این معنی باشد که یادگیری تقویتی جواب بهینه سراسری را از دست داده و در یک بهینه محلی، گیر کرده است. برای نمایش مدل‌های بازیگر - منتقد، این الگوریتم از یک شبکه پرسپترون چند لایه با دو لایه پنهان ۶۴ نورونی استفاده می‌کند (تعداد نرون‌ها در لایه ورودی و خروجی شبکه به تعداد متغیرهای عملیات و حالت سیستم بستگی دارد).

قطعیت زمان طراحی (چگونگی تأثیر تطبیق بر کیفیت سیستم) نمی‌دانیم. به عنوان مثال، ممکن است درک دقیقی از نحوه عملکرد پیکربندی‌های مختلف سیستم تحت بارهای کاری مختلف نداشته باشیم.

برای انتخاب یک الگوریتم یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست، دونکته اصلی را در نظر می‌گیریم. ابتدا، همان طور که فرض می‌کنیم تابع انتقال T را نمی‌دانیم، باید از یک نوع یادگیری بدون مدل برای یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست استفاده کنیم. دوم، برای تسهیل یادگیری بر خط، به الگوریتمی نیاز داریم که به طور مداوم سیاست را بدون انتظار برای نتیجه نهایی، (یعنی بدون انتظار برای رسیدن به حالت پایانی) به روز کند. الگوریتم‌های منتقد-بازیگر یک نوع الگوریتم بدون مدل از الگوریتم‌های یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست هستند که در آن دانش به طور مداوم بدون انتظار برای نتیجه نهایی به روزرسانی می‌شود. در این مقاله از بهینه‌سازی سیاست تقریبی^۲ PPO به عنوان الگوریتم منتقد-بازیگر استفاده می‌کنیم (اسچالمن و همکاران، ۲۰۱۷؛ وینز و ایگلسیا، ۲۰۱۵).

الگوریتم بهینه‌سازی سیاست پروگزیمال (PPO) از محبوب‌ترین الگوریتم‌های یادگیری تقویتی توسط تیم OpenAI در سال ۲۰۱۷ معرفی شد. این الگوریتم به جمع‌آوری دسته کوچکی از تجربیات در تعامل با محیط پرداخته و از آن دسته برای به روزرسانی سیاست تصمیم‌گیری استفاده می‌کند. الگوریتم PPO به جای تخصیص مقادیر به جفت‌های حالت-عمل، فضای سیاست‌ها را جستجو می‌کند. همچنین با محدود کردن تغییری که در سیاست خود در هر مرحله ایجاد می‌کند، به ثبات آموزش و بهینه‌سازی شبکه عصبی کمک می‌کند. رایج‌ترین پیاده‌سازی PPO از طریق مدل عامل منتقد است که

Algorithm 1 PPO, Actor-Critic Style	
1	for iteration=1, 2, ... do
2	for actor=1, 2, ..., N do
3	Run policy $\pi_{\theta_{old}}$ in environment for T timesteps
4	Compute advantage estimates $\hat{A}_1, \dots, \hat{A}_T$
5	end for
6	Optimize surrogate L wrt θ , with K epochs and minibatch size $M \leq NT$
7	$\theta_{old} \leftarrow \theta$
8	end for

شکل شماره (۴): شبه کد الگوریتم PPO سبک عامل منتقد (اسچالمن و همکاران، ۲۰۱۷)

- 1- Actor-Critic.
- 2- Proximal Policy Optimization
- 3- Clipping

پياده سازي و ارزايي تجربي

برای نشان دادن امکان سنجی و کاربرد یادگیری پیشنهادی، دامنه آزمایش‌ها این است که تحلیل کنیم، آیا سیستم قادر به یادگیری و بهبود منطق خودتطبیقی در زمان اجرا است یا خیر؟ در این مرحله یک تحلیل مقایسه‌ای با رویکردهای یادگیری تقویتی مبتنی بر مقدار انجام ندادیم، چنین مقایسه‌ای فراتر از محدوده مقاله فعلی می‌باشد. چنین مقایسه‌ای نیازمند تغییر و تحلیل دقیق طیف وسیعی از پارامترها برای رویکرد مبتنی بر مقدار است، از جمله تنظیم نرخ اکتشاف، و همچنین سطوح و اشکال مختلف گسسته‌سازی فضای حالت. به ویژه، باید مراقب بود که مقایسه ناعادلانه‌ای انجام نشود. مقایسه ممکن است به شدت تحت تأثیر گسسته‌سازی یا به اصطلاح کوانتیزاسیون انتخابی قرار گیرد. گسسته‌سازی بسیار ریزدانه، ممکن است به این معنی باشد که یادگیری مبتنی بر ارزش همگرایی بسیار کندی خواهد داشت. از طرفی گسسته‌سازی خیلی درشت ممکن است به این معنی باشد که یادگیری مبتنی بر ارزش قادر به تمایز و تفکیک بین حالت‌های مختلف سیستم نیست و در نتیجه نمی‌تواند پاداش‌های تجمعی را بهینه کند. برای آزمایش از یک سیستم وب خودتطبیق حراجی برخط RUBIS-Brownout استفاده می‌کنیم (کلین و ماگیو، ۲۰۱۴). هنگامی که کاربر، مورد خاصی را از بین کالاهای حراجی درخواست می‌کند، موتور توصیه برنامه، لیستی از موارد توصیه شده را بر اساس حراجی‌های گذشته به کاربر ارائه می‌دهد. با

توجه به نیاز موتور توصیه به منابع مختلف جهت راهنمایی و توصیه به کاربر، RUBIS Brownout باید بین دو نیازمندی کیفی موازنه برقرار کند: به حداکثر رساندن تجربه کاربر با ارائه توصیه‌های بیشتر، و در عین حال به حداقل رساندن تأخیر ملاحظه شده توسط کاربران.

بنابراین، نیاز به استفاده از موتور توصیه‌رامی توان با تنظیم یک متغیر بنام متغیر تنظیم تطبیق (دیمر) در محدوده $[0, 1]$ که نشان دهنده احتمال فعال شدن موتور توصیه به ازای هر درخواست است، تطبیق داد. بنابراین، مقدار کم این متغیر روی هر دو نیازمندی کیفی تأثیر می‌گذارد. نرخ بالای توصیه، تجربه کاربر را افزایش می‌دهد، اما در عین حال برای اجرای این توصیه و راهنمایی، نیاز به منابع، افزایش یافته و در نتیجه ممکن است تأخیر را افزایش دهد و زمان انتظار کاربر برای پاسخ گرفتن به درخواست‌هایش زیاد شود، باعث نارضایتی کاربر گردد. همان طور که در جدول شماره (۱) نشان داده شده، مساله یادگیری را در قالب فرآیند تصمیم مارکوف MDP تعریف می‌کنیم. تابع پاداش^۱ را به گونه‌ای تعریف می‌کنیم، که الگوریتم یادگیری تعادل و موازنه خوبی بین تأخیر کم و نرخ‌های توصیه بالا پیدا کند. تابع پاداش طوری تعریف شده که پاداش بیشتر، بهتر باشد. هدف سیستم به حداکثر رساندن پاداش تجمعی است. فرض می‌کنیم که رضایت کاربر برای تأخیرهای بالاتر از آستانه λ_{max} (که اینجا ۱۰ میلی ثانیه در نظر گرفته شده) کاهش می‌یابد، بنابراین تأخیرهای بالاتر از λ_{max} جریمه می‌شوند.

جدول (۱): یادگیری تقویتی برخط در برنامه وب خود تطبیق

State $St=(Ut, \alpha t, \lambda t)$	$Ut \in \mathbb{N}^+$ $\alpha t \in [0, 1]$ $\lambda t \in \mathbb{R}^+$	تعداد درخواست‌های کاربر در لحظه t نرخ توصیه در زمان t تأخیر در زمان t
Action $\alpha t \in A$	$A = \delta \in [0, 1]$	متغیر تطبیقی (دیمر)
Reward $r(t) = \alpha t * f(\lambda t)$	$A t \in [0, 1]$ $\lambda t \in \mathbb{R}^+$ $f(\lambda t) = 1$ if $\lambda t < \lambda_{max}$ $f(\lambda t) = 0$ if $\lambda t > 2 * \lambda_{max}$ else $f(\lambda t) = - \lambda t / \lambda_{max} + 2$	$\lambda_{max} = 10 \text{ ms}$

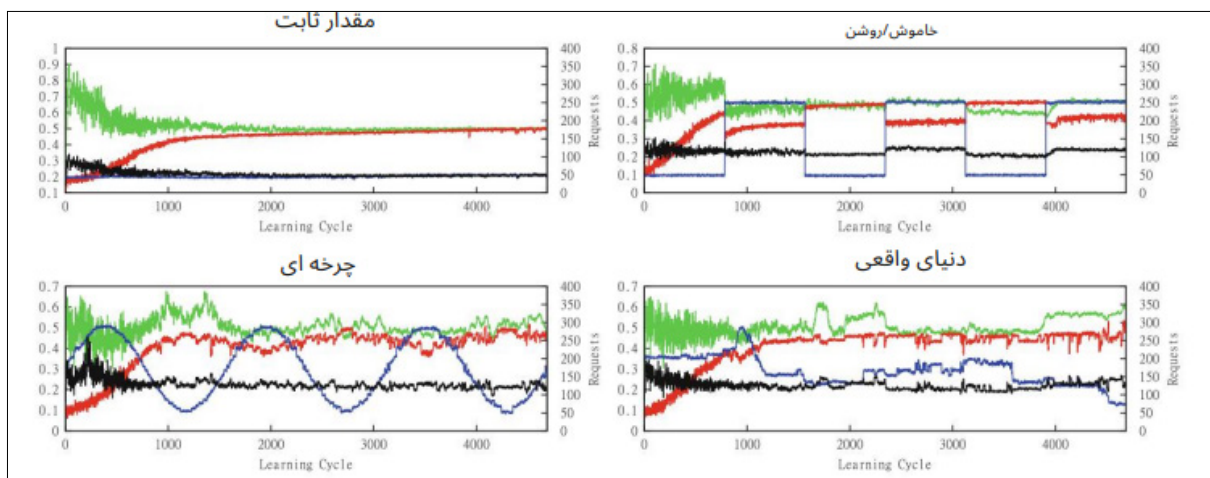
1- Dimmer value

2- Reward Function

مطابق جدول شماره (۱)، حالت سیستم به صورت سه‌گانه‌ای شامل تعداد درخواست‌های کاربر، نرخ توصیه و میزان تاخیر در لحظه t تعریف می‌شود. نرخ توصیه همان مقدار متغیر تطبیق است که نسبت عکس با تاخیر دارد. اگر تاخیر در سیستم افزایش یابد، باید نرخ توصیه را کم کنیم و برعکس. بنابراین مقدار پاداش در هر لحظه بر اساس این دو ویژگی که اهداف تطبیقی سیستم است، تعیین می‌شود. مقدار پاداش در زمان t برابر با حاصل ضرب مقدار متغیر تطبیق که همان نرخ توصیه است (عددی بین صفر و یک)، در تابعی از تاخیر سیستم در زمان t است. اگر تاخیر سیستم زیر ده میلی ثانیه (آستانه تحمل تاخیر) باشد، پاداش دریافتی در زمان t برابر است با مقدار متغیر تطبیق یا همان نرخ توصیه و چنانچه تاخیر بالاتر از ۲۰ میلی ثانیه باشد، پاداش دریافتی از محیط صفر است (زیرا خروجی تابع تاخیر صفر است). چنانچه تاخیر از ده به سمت بیست میلی ثانیه حرکت کند میزان پاداش هم به صورت خطی کم می‌شود. یادگیرنده در چرخه سیستم خود تطبیقی یاد می‌گیرد، که در دراز مدت از این حالات (تاخیر بالای ده میلی ثانیه) پرهیز کند. هدف یادگیرنده‌ی تقویتی پیشینه‌کردن پاداش تجمعی است. جهت پیاده‌سازی

مطابق جدول شماره (۱)، حالت سیستم به صورت سه‌گانه‌ای شامل تعداد درخواست‌های کاربر، نرخ توصیه و میزان تاخیر در لحظه t تعریف می‌شود. نرخ توصیه همان مقدار متغیر تطبیق است که نسبت عکس با تاخیر دارد. اگر تاخیر در سیستم افزایش یابد، باید نرخ توصیه را کم کنیم و برعکس. بنابراین مقدار پاداش در هر لحظه بر اساس این دو ویژگی که اهداف تطبیقی سیستم است، تعیین می‌شود. مقدار پاداش در زمان t برابر با حاصل ضرب مقدار متغیر تطبیق که همان نرخ توصیه است (عددی بین صفر و یک)، در تابعی از تاخیر سیستم در زمان t است. اگر تاخیر سیستم زیر ده میلی ثانیه (آستانه تحمل تاخیر) باشد، پاداش دریافتی در زمان t برابر است با مقدار متغیر تطبیق یا همان نرخ توصیه و چنانچه تاخیر بالاتر از ۲۰ میلی ثانیه باشد، پاداش دریافتی از محیط صفر است (زیرا خروجی تابع تاخیر صفر است). چنانچه تاخیر از ده به سمت بیست میلی ثانیه حرکت کند میزان پاداش هم به صورت خطی کم می‌شود. یادگیرنده در چرخه سیستم خود تطبیقی یاد می‌گیرد، که در دراز مدت از این حالات (تاخیر بالای ده میلی ثانیه) پرهیز کند. هدف یادگیرنده‌ی تقویتی پیشینه‌کردن پاداش تجمعی است. جهت پیاده‌سازی

شکل شماره (۵)، نتایج را برای انواع الگوهای بار کاری نشان می‌دهد. الگوی چرخه‌ای، الگوی (خاموش / روشن)، الگوی دنیای واقعی و الگوی ثابت.



شکل (۵): رفتار یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر سیاست در سیستم وب خود تطبیق (رنگ بارکاری=سیاه تاخیر=سیاه متغیر تطبیق یادگیرنده=سبز پاداش=قرمز)

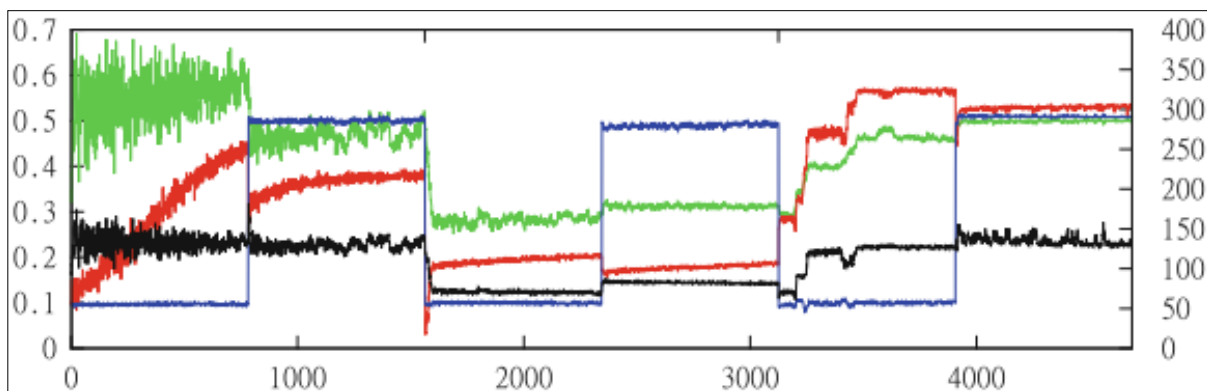
- 1- Constant workload pattern
- 2- On/Off workload pattern
- 3- Cyclic workload pattern

مشاهدات سراسری از سیستم، بسیار با الگوی بارکاری خاموش / روشن قابل مقایسه است، با این تفاوت که میانگین پاداش آهسته‌تر افزایش و کاهش می‌یابد، زیرا بارکاری به آرامی تغییر می‌کند. برای بارکاری دنیای واقعی، الگوریتم می‌تواند از حالت‌های تجربه شده قبلی بیاموزد و با تنظیم مقدار کم برای متغیر تطبیق، پاداش را تقریباً در همان سطح نگه دارد، حتی اگر بارکاری در طول زمان تغییر کند. مزیت مهم این یادگیری این است که اگر بار کاری مشابه‌ای، دوباره تکرار شود، این رویکرد قادر است به سرعت عملیات تطبیقی موثر را پیدا کند.

شکل شماره (۶) نشان می‌دهد چگونه این نوع یادگیری به طور خودکار در محیط‌های غیر ثابت^۱ عمل می‌کند. پس از چرخه یادگیری ۱۵۶۲ (رانش^۲ اول)، منابع محاسباتی ماشین را به نصف کاهش دادیم. این بدان معنی است که برای همان مقدار کم دیمر، سیستم تأخیر بیشتری را تجربه می‌کند، زیرا منابع محاسباتی کمتری در دسترس است. الگوریتم یاد می‌گیرد، مقدار متغیر تطبیق (دیمر) را به گونه‌ای کاهش دهد که آستانه تأخیر (تاخیر از ۱۰ میلی ثانیه بیشتر نشود) نقض نشود. پس از چرخه یادگیری ۳۱۲۵ (رانش دوم) منابع را یک و نیم برابر افزایش دادیم. مجدداً مقدار متغیر تطبیق (دیمر) بر این اساس تنظیم می‌شوند. این نوع یادگیری قادر است ویژگی غیرایستایی محیط را بدون انجام فرآیند نظارت صریح، تغییرات در منابع محاسباتی و بدون تغییر صریح نرخ اکتشاف، یاد بگیرد.

نتایج نشان می‌دهد که چگونه این نوع یادگیری تقویتی عامل منتقد مبتنی بر سیاست، سیستم را قادر می‌سازد تا به مرور زمان خود را تطبیق دهد. سیستم به طور خودکار متغیر تنظیمی برای تطبیق (دیمر) را، بسته به نوع الگوی بارکاری، تنظیم می‌کند، و در نتیجه تعادل بین تاخیر و افزایش تجربه کاربر با نرخ توصیه و پیشنهادات بیشتر ایجاد می‌کند (که در افزایش پاداش‌های تجمعی قابل مشاهده است). در ابتدای فرآیند یادگیری، مقدار کم متغیر تنظیم، واریانس بالایی را برای همه الگوهای بارکاری نشان می‌دهد، اما پس از مدتی واریانس عملیات تطبیق به وضوح کمتر می‌شود.

برای الگوی بارکاری ثابت، پاداش پس از حدود ۱۹۵۰ چرخه یادگیری به مقدار ۴۷ صدم همگرا شده و مقدار متغیر تطبیق در حدود نیم، تثبیت می‌شود و این حالت منجر به بالاترین نرخ توصیه بدون نقض آستانه تأخیر می‌شود. برای الگوی بارکاری خاموش / روشن، پاداش در طول زمان برای تنظیمات خاموش و همچنین روشن، افزایش می‌یابد. از تکرار دوم به بعد می‌توان همگرایی را مشاهده کرد. هنگام مقایسه یادگیری، برای دوره‌های خاموش و روشن به طور جداگانه، می‌توان مشاهده کرد که یادگیری تقویتی می‌تواند از دانش کسب شده در مورد بارهای کاری مشابه در طول زمان استفاده مجدد کند. الگوی بارکاری چرخه‌ای، مشابه بارکاری خاموش / روشن، نشان می‌دهد، چگونه یادگیری تقویتی می‌تواند به کمک پایگاه دانش از قبل به دست آمده تعمیم و گسترش یابد.



شکل (۶): رفتار الگوریتم یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر سیاست بر خط در محیط غیر ثابت (آبی = بارکاری، سیاه = تأخیر، سبز = متغیر تطبیق دیمر، قرمز = پاداش)

- 1- Non_Stationary
- 2- Drift 1

تهدیدات

برای مشاهده اینکه آیا یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست نتایج مورد انتظار را برآورده می‌کند یا خیر، از یک شبکه پرسپترون چند لایه به عنوان یک شبکه عصبی ساده برای نشان دادن سیاست استفاده کردیم. برای حل مشکل کمی‌سازی خوب فضای حالات و تنظیم مناسب نرخ اکتشاف، از تنظیمات پیش فرض برای فرآیندهای شبکه استفاده شد. همچنین، به دلیل ماهیت تصادفی، هر یک از آزمایش‌ها را چندین بار تکرار کردیم، تا اثرات تصادفی بودن را کاهش دهیم. یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست، می‌تواند فضای عمل بزرگی را در حین یادگیری برخط کنترل کند، مشروط بر اینکه فضای عملیات پیوسته باشد. با این حال، بر روی مجموعه‌ای از عملیات غیرپیوسته، یعنی گسسته، کار نمی‌کند. بنابراین نمی‌تواند به عملیاتی که قبلاً دیده نشده بودند، گسترش و تعمیم یابد. به طور معمول، سیستم‌های اطلاعاتی خودتطبیقی دارای فضاهای عملیاتی گسسته بزرگی هستند، مانند سیستم‌های خودتطبیق مبتنی بر ویژگی یا مبتنی بر معماری. به عنوان مثالی از سیستم خودتطبیق مبتنی بر ویژگی با فضای گسسته بزرگ، سیستمی را در نظر بگیرید که ۱۰ ویژگی اختیاری دارد. این ویژگی‌ها، می‌توانند به صورت پویا حین اجرا فعال و غیرفعال شوند. بنابراین فضای تطبیق سیستم یک فضای گسسته شامل ۱۰۲۴ عملیات تطبیقی است (یعنی دو به توان ده). این ۱۰۲۴ عملیات تطبیقی را نمی‌توان به عنوان یک متغیر پیوسته نشان داد. در این حالت، یک راه حل می‌تواند، جای‌گذاری عملیات گسسته در یک فضای پیوسته و استفاده از جستجوی نزدیک‌ترین همسایه برای یافتن نزدیک‌ترین عملیات گسسته باشد (دالاس، ایوان، سانگ و کوپینگ، ۲۰۱۵). عملکرد یادگیری ماشین تا حدود زیادی به مقدار داده موجود برای یادگیری بستگی دارد. هنگامی که از یادگیری تقویتی برای سیستم‌های خودتطبیقی استفاده می‌شود، ممکن است به چرخه‌های یادگیری زیادی نیاز باشد تا فرآیند یادگیری همگرا شود (مصطفی و ژانگ، ۲۰۱۴).

در آزمایش‌های انجام شده، یادگیری حدوداً به ۲۰۰۰ چرخه یادگیری (با داده‌های ۲۵۶۰۰۰ مرحله زمانی) برای همگرایی نیاز داشت. تا وقتی یادگیری تقویتی همگرا

نشود، سیستم به احتمال زیاد تطبیق‌های ناکارآمدی را اجرا می‌کند، زیرا هنوز مشاهدات کافی وجود ندارد. تطبیق‌های ناکارآمدی ممکن است منجر به اثرات منفی شود، زیرا در یک سیستم زنده اجرا می‌شوند (فیلپو و پورتر ۲۰۱۷). برای سرعت بخشیدن به همگرایی، یافتن برآوردهای اولیه خوب برای دانش آموخته شده (ساتن و بارتو، ۲۰۱۸؛ دو تریل ملخوف، ۲۰۱۱) یا انجام یادگیری برون خط از طریق شبیه‌سازی سیستم، می‌تواند استفاده شود (تزار، جانگ، داس و بنانی، ۲۰۰۷). در عین حال، یادگیری تقویتی برخط ممکن است برای سیستم‌هایی که در محیطی کار می‌کنند تا اثرات آزمایش و خطا یادگیری تقویتی، قابل تحمل نباشد (به عنوان مثال، اگر عملیات تطبیقی به محیط آسیب برساند)، قابل استفاده نباشد.

۳- نتیجه‌گیری

یادگیری تقویتی مبتنی بر ارزش در سیستم‌های خودتطبیق بکار گرفته می‌شدند این مقاله به معرفی و ارزیابی یادگیری تقویتی برخط مبتنی بر سیاست برای تسهیل در مهندسی سیستم‌های خودتطبیقی پرداخت. برای تسهیل یادگیری برخط تقویتی، به الگوریتمی نیاز است که بتواند به طور مداوم، سیاست را بدون انتظار برای نتیجه نهایی، یعنی بدون انتظار برای رسیدن به حالت پایانی، به روز کند. الگوریتم‌های منتقد بازیگر یک نوع بدون مدل از الگوریتم‌های یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست هستند که در آن دانش به طور مداوم بدون انتظار برای نتیجه نهایی به روزرسانی می‌شود. این نوع یادگیرنده را در مدل چرخه بازخورد سیستم‌های خودتطبیق ترکیب شده که نقش تحلیلی را برای سیستم ایفا می‌کند. با توجه به تنوع داده‌ها در انواع الگوهای بار کاری (که لازمه هر الگوریتم تقویتی، حجم و تنوع داده‌های زیاد در حالات مختلف است)، می‌توان به دقت بالایی در تطبیق سیستم نسبت به رویکردهای مبتنی بر ارزش رسید. با طراحی یک تابع پاداش خوب که تمام ویژگی‌های هدف را دربردارد، توازن بالایی بین نرخ توصیه (بر اساس حجم درخواست‌ها) و میزان تاخیر برقرار کرد. رویکرد پیشنهادی این مقاله می‌تواند فضای عملیات بزرگ پیوسته را در حین یادگیری برخط کنترل کند (چون از شبکه عصبی به

آینده، این رویکرد می‌تواند برای مدیریت فضاهاى عملیاتی گسسته بزرگ گسترش خواهد یافت. تا انواع بیشتری از سیستم‌هاى خودتطبیق را به تصویر کشید.

جای راه جدولی بهره می‌برد). این رویکرد نه به حالت‌هاى محیطی گسسته شده به صورت دستی نیاز دارد، و نه به صورت دستی نیاز به تعیین نرخ اکتشاف مناسب همانند الگوریتم یادگیری تقویتی ارزش‌محور دارد. به عنوان کار

منابع

- Amoui, M., Salehie, M., Mirarab, S., & Tahvildari, L. (2008, March). Adaptive action selection in autonomic software using reinforcement learning. In *Fourth International Conference on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS'08)* (pp. 175-181). IEEE.
- Arabnejad, H., Pahl, C., Jamshidi, P., & Estrada, G. (2017, May). A comparison of reinforcement learning techniques for fuzzy cloud auto-scaling. In *2017 17th IEEE/ACM international symposium on cluster, cloud and grid computing (CCGRID)* (pp. 64-73). IEEE.
- Aschoff, R., & Zisman, A. (2011). QoS-driven proactive adaptation of service composition. In *Service-Oriented Computing: 9th International Conference, ICSOC 2011, Paphos, Cyprus, December 5-8, 2011 Proceedings 9* (pp. 421-435). Springer Berlin Heidelberg.
- Barrett, E., Howley, E., & Duggan, J. (2013). Applying reinforcement learning towards automating resource allocation and application scalability in the cloud. *Concurrency and computation: practice and experience*, 25(12), 1656-1674.
- Bu, X., Rao, J., & Xu, C. Z. (2012). Coordinated self-configuration of virtual machines and appliances using a model-free learning approach. *IEEE transactions on parallel and distributed systems*, 24(4), 681-690.
- Caporuscio, M., D'Angelo, M., Grassi, V., & Mirandola, R. (2016). Reinforcement learning techniques for decentralized self-adaptive service assembly. In *Service-Oriented and Cloud Computing: 5th IFIP WG 2.14 European Conference, ESOC 2016, Vienna, Austria, September 5-7, 2016, Proceedings 5* (pp. 53-68). Springer International Publishing.
- Chen, T., & Bahsoon, R. (2016). Self-adaptive and online qos modeling for cloud-based software services. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 43(5), 453-475.
- D'Ippolito, N., Braberman, V., Kramer, J., Magee, J., Sykes, D., & Uchitel, S. (2014, May). Hope for the best, prepare for the worst: multi-tier control for adaptive systems. In *Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering* (pp. 688-699).
- Dulac-Arnold, G., Evans, R., van Hasselt, H., Sunehag, P., Lillicrap, T., Hunt, J., ... & Coppin, B. (2015). Deep reinforcement learning in large discrete action spaces. *arXiv preprint arXiv:1512.07679*.
- Dutreilh, X., Kirgizov, S., Melekhova, O., Malenfant, J., Rivierre, N., & Truck, I. (2011, May). Using

- reinforcement learning for autonomic resource allocation in clouds: towards a fully automated workflow. In *ICAS 2011, The Seventh International Conference on Autonomic and Autonomous Systems* (pp. 67-74).
- Filho, R. R., & Porter, B. (2017). Defining emergent software using continuous self-assembly, perception, and learning. *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems (TAAS)*, 12(3), 1-25.
- Jamshidi, P., Cámara, J., Schmerl, B., Käestner, C., & Garlan, D. (2019, May). Machine learning meets quantitative planning: Enabling self-adaptation in autonomous robots. In *2019 IEEE/ACM 14th International Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems (SEAMS)* (pp. 39-50). IEEE.
- Gheibi, O., Weyns, D., & Quin, F. (2021). Applying machine learning in self-adaptive systems: A systematic literature review. *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems (TAAS)*, 15(3), 1-37.
- Kephart, J. O., & Chess, D. M. (2003). The vision of autonomic computing. *Computer*, 36(1), 41-50.
- Klein, C., Maggio, M., Árzén, K. E., & Hernández-Rodríguez, F. (2014, May). Brownout: Building more robust cloud applications. In *Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering* (pp. 700-711).
- De Lemos, R., Giese, H., Müller, H. A., Shaw, M., Andersson, J., Litoiu, M., ... & Wuttke, J. (2013). Software engineering for self-adaptive systems: A second research roadmap. In *Software Engineering for Self-Adaptive Systems II: International Seminar, Dagstuhl Castle, Germany, October 24-29, 2010 Revised Selected and Invited Papers* (pp. 1-32). Springer Berlin Heidelberg.
- Lorido-Botran, T., Miguel-Alonso, J., & Lozano, J. A. (2014). A review of auto-scaling techniques for elastic applications in cloud environments. *Journal of grid computing*, 12, 559-592.
- Mann, Z. Á. (2017). Resource optimization across the cloud stack. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 29(1), 169-182.
- Moustafa, A., & Zhang, M. (2014, June). Learning efficient compositions for QoS-aware service provisioning. In *2014 IEEE International Conference on Web Services* (pp. 185-192). IEEE.
- Nachum, O., Norouzi, M., Xu, K., & Schuurmans, D. (2017). Bridging the gap between value and policy based reinforcement learning. *Advances in neural information processing systems*, 30.
- Ramirez, A. J., Jensen, A. C., & Cheng, B. H. (2012, June). A taxonomy of uncertainty for dynamically adaptive systems. In *2012 7th International Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems (SEAMS)* (pp. 99-108). IEEE.
- Salehie, M., & Tahvildari, L. (2009). Self-adaptive software: Landscape and research challenges. *ACM transactions on autonomous and adaptive systems (TAAS)*, 4(2), 1-42.
- Schulman, J., Wolski, F., Dhariwal, P., Radford, A., & Klimov, O. (2017). Proximal policy optimization algorithms. *arXiv preprint arXiv:1707.06347*.
- Silvander, J. (2019). Business process optimization with reinforcement learning. In *Business Modeling and Software Design: 9th International Symposium, BMSD 2019, Lisbon, Portugal, July 1-3, 2019, Proceedings 9* (pp. 203-212). Springer International Publishing.
- Sutton, R. S., McAllester, D., Singh, S., & Mansour, Y. (1999). Policy gradient methods for reinforcement learning with function approximation. *Advances in neural information processing systems*, 12.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT press.
- Tesauro, G., Jong, N. K., Das, R., & Bennani, M. N. (2007). On the use of hybrid reinforcement learning for autonomic resource allocation. *Cluster Computing*, 10, 287-299.
- Iglesia, D. G. D. L., & Weyns, D. (2015). MAPE-K formal templates to rigorously design behaviors for self-adaptive systems. *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems (TAAS)*, 10(3), 1-31.

©Authors, Published by Journal of Intelligent Knowledge Exploration and Processing. This is an open-access paper distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



autonomously acquires self-adaptive logic with the assistance of reinforcement learning during operation, eliminating the need for manual adjustments by engineers. Rather than engineers manually defining self-adaptive logic and learning objectives, the system can automatically learn this process through online reinforcement learning.

Current online reinforcement learning methods for developing self-adaptive systems frequently utilize lookup tables to depict acquired knowledge. Consequently, system engineers must manually evaluate the state of the environment, which can be costly and potentially inconsistent.

2- Theoretical Foundations

As previously discussed, reinforcement learning is a valuable tool for automating the self-adaptive logic engineering of a system. It involves the process of an agent learning the effectiveness of its actions by interacting with its environment. There are three main approaches to reinforcement learning:

A) Value-based approach: This approach focuses on optimizing the value function, which determines the future maximum reward the agent can receive in each state. The value of a state is calculated based on the total reward the agent can expect to gain in the future from that state. The agent uses this value function to make decisions on which states to choose, ultimately selecting the state with the highest value.

B) In a policy-based approach, the objective is to enhance the policy function without relying on the value function. The policy is responsible for guiding the actions of the agent in real-time. Through learning a policy function, the agent can effectively map out the most optimal action for each state. There are two distinct types of policies: deterministic policies, which consistently return the same action for a specific state, and stochastic policies, which involve a probability distribution for each action. Essentially, the policy directly dictates the most advantageous course of action in any given situation.

C) Model-based reinforcement learning involves first creating a model of the environment, which captures its behavior. A separate model is needed

for each environment in this approach.

Many current approaches to building self-adaptive systems through reinforcement learning primarily utilize value-based reinforcement learning. This method uses a value function to convey learned knowledge, with the action with the highest value in a given state being selected.

3- Conclusion

Value-based reinforcement learning techniques were utilized in self-adaptive systems. This study introduced and assessed policy-based online reinforcement learning methods to facilitate the development of self-adaptive systems. To support online reinforcement learning, an algorithm that can continuously update policies without needing to wait for final results is essential. Actor-critic algorithms, a type of model-free policy-based reinforcement learning, allow for knowledge to be continuously updated without waiting for outcomes. These algorithms are integrated into the feedback loop model of self-adaptive systems, serving an analytical role. Due to the diverse data found in various workload patterns, a requirement for any reinforcement algorithm, utilizing a large volume and variety of data in different scenarios can lead to higher accuracy in adapting the system compared to value-based approaches.

By creating a well-designed reward function that captures all aspects of the target, a balance can be struck between recommendation rates (based on request volume) and delay rates. The proposed approach outlined in this paper can efficiently manage large continuous operational spaces during online learning by utilizing neural networks instead of tabular methods. This approach eliminates the need for manually discretizing environmental states or determining exploration rates as in traditional value-based reinforcement learning algorithms. Moving forward, this approach has the potential to be expanded to handle large discrete operational spaces and illustrate a broader range of self-adaptive system types.

Keywords: Deep Reinforcement Learning, Uncertainty, Self-Adaptive Logic, Self-Adaptive System.

Research Article

Development of Self-Adaptive Logic of Self-Adaptive Systems Using Deep Reinforcement Learning

Doi: 10.30508/kdip.2023.383007.1060

Kazem Nikfarjam¹

Abstract

1- Introduction

Self-adaptation plays a vital role in system development by allowing the system to maintain quality standards in changing environments and operate flexibly during execution. A self-adaptive system can adjust its structure, parameters, and behavior in real time based on its understanding of the environment, itself, and its requirements. Online reinforcement learning automates the development of self-adaptive logic, a process that was previously manual for engineers. For instance, it can deactivate optional features like the system recommendation engine during peak workload to optimize resource usage and ensure minimal delay in responding to user requests. Managing design time uncertainty poses a significant challenge in creating a self-adaptive system. Utilizing this form of learning, the self-adaptive system can gain knowledge from actual operational data and feedback received during system runtime. Engineers are required to create self-adaptive logic that clearly outlines how and when the system adjusts accordingly. Machine learning involves the creation of machines that can make decisions based on data provided to them, as well as their own experiences, without the need for explicit programming instructions for every action. Three main types of machine learning algorithms exist; supervised learning, unsupervised learning, and reinforcement learning. Online reinforcement learning allows the system to learn the effectiveness of adaptive actions through real-time interaction with the environment. This system

1- Lecturer and Faculty Member, Islamic Azad University, Birjand Branch, Birjand, Iran.

2- Literature Review

Machine learning is a developing subset of computing algorithms that aims to imitate human intelligence through environmental learning. In the brand-new era of "big data," they are regarded as the workhorse. Various fields, including pattern recognition, computer vision, spacecraft engineering, finance, entertainment, and computational biology, as well as biological and medical applications, have effectively used machine learning techniques in advanced prediction of heart diseases by selecting a subset of genetic algorithm features using genetic algorithm, they predicted coronary artery disease. Using the genetic algorithm, they reduced the number of features from 13 to six and performed their processing with six features that had a greater impact on disease diagnosis. After that, they used three classifiers such as Naive Bayes, classification by clustering and decision tree to predict the diagnosis of patients with the same accuracy as before reducing the number of features. The observations showed that the decision tree data extraction technique is relatively faster and better than the other two data-mining methods after combining the feature subset selection with the time of building the model.

Strategy can increase diagnosis accuracy and reduce errors in medical decision-making. They give an outline of related research on heart disease detection and explain how data mining and fuzzy logic approaches were applied to the problem. The report contains experimental results that demonstrate the efficacy of their proposed approach. Overall, the findings indicate that data mining and fuzzy logic can be valuable techniques for improving heart disease diagnosis.

3- Methodology

Phase 1 (Data preprocessing): Data preprocessing

is the first step, and we try to identify noisy, missing, and inconsistent data. At this stage, we will test and train data with 80 and 20 percent. The dataset was 1025 people with 13 characteristics including age, gender, type of pain in the chest, blood pressure, and fasting blood glucose.

Phase 2 (Feature selection): Using meta-heuristic algorithms such as PSO with three thresholds (0.3, 0.4, and 0.5) and GWO and GA algorithms, we have selected features on the desired data.

Phase 3 (Modeling with machine-learning algorithms): Our proposed modeling method uses machine-learning algorithms such as Logistic Regression, Decision Tree, Random Forest, Gaussian Naïve Bayes, SVC, and KNN.

Phase 4 (Performance evaluation): In this stage, we assess our results and the output graphs' accuracy, precision, recall, and f-value.

4- Conclusion

Diagnosing the disease is the most important and the first step in the treatment process. One of the most widely used methods in the diagnosis of a disease is to create rules based on which a person is classified into one of two classes, sick or healthy. In fact, by having a set of data that includes the signs and characteristics of the patient and healthy individuals, the diagnosis procedure is accelerated. In addition, the science of data mining in medicine is very much appreciated by those interested and attracted by scholars of this field due to its unique function. In this research, by using this science and using meta-heuristic algorithms in the feature selection section, and using machine-learning algorithms in the modeling section, we were able to present a method that can detect heart diseases with high accuracy.

Keywords: Machine Learning; Feature Selection; Heart Patients; Meta-heuristic; Data Mining.

Research Article

Performance Evaluation of Optimal Feature Selection-Based Machine Learning for Heart Disease Diagnosis

Doi: 10.30508/kdip.2023.400967.1072

Mohamad Hasanvand¹ | Arezu Selyari² | Hamideh Jashn³ | Zeinab Ghaseminejad⁴ | Mahdi Nooshyar⁵

Abstract

1- Introduction

Healthcare is one of the most important issues that have been considered by data mining experts in recent years. One of the important challenges of medical organizations is the quality of their services against the affordable cost for the users of these services. The quality of services depends on the correct diagnosis and prescription of correct treatment and poor clinical decisions can result in undesirable results, which may have unexpected outcomes. The quality of services includes proper identification of the disease and its effective treatment. Poor clinical decisions can lead to serious and unacceptable consequences, as well as hospitals should minimize the cost of clinical trials. By using computer-based decision-making systems and information, this can be achieved. All over the world, heart disease is the leading cause of mortality in men and women, and more than half of the deaths occur in men. There is a huge amount of data in medical systems; This is an important advantage to being able to increase the quality of services provided in the field of health and treatment to a very desirable level by extracting the knowledge hidden in the heart of this information using data mining techniques and applying this knowledge in carrying out processes. In this regard, the field of heart disease is of double importance due to the sensitivity of its health in the continuation of human life, and the improvement of diagnoses and treatments in this field can save many human lives.

1- Msc, Faculty of Computer Engineering, University of Mohagegh Ardebili, Ardebil, Iran. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

2- MSc, Faculty of Computer Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Khuzestan, Iran.

3- MSc, Faculty of Computer Engineering, Vali-e-Asr University, Rafsanhan, Iran.

4- MSc, Faculty of Computer Engineering, Vali-e-Asr University, Rafsanhan, Iran.

5- Assistant Professor, Faculty of Computer Engineering, University of Mohagegh Ardebili, Ardebil, Iran.

prevention of physical injuries of the people of that society and as a result, a healthier society will be formed physically and even mentally. In the field of monitoring the obesity of people in a society, if human resources for necessary studies sample the samples of society, naturally, in addition to the exorbitant cost and time, this process is faced with serious human errors. Therefore, it is necessary to use a system without human intervention to sample society.

2- Literature Review

Machine learning is a developing subset of computing algorithms that aims to imitate human intelligence through environmental learning. In the brand-new era of "big data," they are regarded as the workhorse. Various fields, including pattern recognition, computer vision, spacecraft engineering, finance, entertainment, and computational biology, as well as biological and medical applications, have effectively used machine learning techniques. As reported Moharamkhani et al. proposed a new approach for intrusion detection in cloud computing environments using a combination of the Firefly Algorithm and Random Forest. Hasanvand et al. proposed a different approach that focuses on identifying vehicles using machine learning and image processing techniques. Used in Gavari Bami et al. to accurately identify attacks.

Harty et al (2020) proposed a novel method for estimating body fat using machine learning and 3-dimensional optical imaging. The study involved collecting data from 131 participants to develop a predictive model that could accurately estimate body fat percentage based on measurements of body shape and size taken with an optical scanner. The results showed that the machine learning

model was able to predict body fat percentage with a high level of accuracy, indicating the potential usefulness of this technology in clinical settings for assessing obesity and related health risks.

3- Methodology

The first step is to select the images, which after being prepared actions are applied to them. Then the features of each image are extracted, which mainly include measurements. After that, the training and testing phase begins until the result is obtained.

4- Conclusion

Our research has used machine learning as a classifier. On the other hand, in this research, a Gaussian low-pass filter with different radius and pepper-salt and Gaussian noise has also been applied to the images, the results of which show the high efficiency of this research. The raw images are filtered using the Gaussian method. According to the application of classification, increasing the accuracy of classification in this field can be considered. On the other hand, the ease of performing those methods in terms of science can be discussed. For this reason, in this research, in addition to using the scientific methods of the subcategory of machine learning, some work was also done to increase the final accuracy level of the classification. For this purpose, the images were prepared in a dynamic environment and then the background was separated by subtracting the background. The desired features, which include eight items, were extracted from the resulting images. Finally, as mentioned, the final accuracy of our proposed method with the SVM algorithm was 97.1%, which is a relatively higher accuracy.

Keywords: Classification, Image Processing, Machine Learning, SVM.

People's fatness and thinness detection using image processing and machine learning

Doi: 10.30508/kdip.2023.397538.1069

Ahmad Mosapour¹ | Adel Mohammadi Johendizi² | Mohammad Mirzaee³ | Mohammad Hasanvand⁴

Abstract

1- Introduction

Image processing has become one of the most important sciences of interest to mankind, which has produced tremendous progress in many fields in various ways; in such a way that it has found wide applications in other sciences such as medical sciences, technical and engineering sciences, industrial sciences, basic sciences, etc. and has improved the efficiency, progress, and updating of that science. Image processing has many applications such as shape recognition, image texture recognition, image type, etc. With the rapid development of image processing science and machine learning in theoretical and practical fields, it can be said that the only suitable alternative for decisions based on human vision is the mentioned items. Because of the presence of humans in some situations, places, and times, in addition to the cost of human resources, maybe life and financial risks for humans, making decisions with a machine can be a good alternative for this issue. Therefore, in this paper, it is attempted to use image processing-based methods to diagnose the obesity and thinness of a sample of the population without human intervention. Because issues related to the health of humanity are considered one of the issues and problems of every society, attention, and monitoring of health indicators is an important issue for the governance and institutions that are responsible for health, considering that health is closely related to the condition of obesity or thinness of any society. Therefore, measuring, monitoring, and preventing obesity in society leads to the

1- Msc, Faculty of Electrical Engineering, Islamic Azad University- North Tehran Branch, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Faculty of Electrical Engineering, Islamic Azad University- North Tehran Branch, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Faculty of Electrical Engineering, Islamic Azad University- North Tehran Branch, Tehran, Iran.

4- Msc, Faculty of Computer Engineering, University of Mohagegh Ardebili, Ardebil, Iran.

is the component within software that facilitates communication between a program and its users or other programs, such as the operating system or hardware. The user interface can take various forms, including interfaces, command lines, menus, or graphical interfaces.

It is important to note that every aspect of a user interface, whether intentional or unintentional, conveys an emotional signal. People interacting with a website, for example, develop a perception of its personality and experience its overall feel. The user interface serves as the bridge between humans and devices, enabling users to effectively utilize the device. It represents the visual aspect of a tool with which the user directly engages.

In the realm of information technology, any component that functions as an intermediary between the user and the screen falls under the umbrella term of a user interface. Given its crucial role in user interaction, the user interface significantly influences the user's mental and objective experience, enabling them to acquire accurate knowledge from the database and utilize it appropriately.

Therefore, it is important to consider the features of the user interface during the design process, as an effective user interface can greatly enhance user navigation within databases and ultimately improve user performance. The user interface serves as the primary communication tool between users and the data recovery systems during the retrieval process. Inadequate features in the user interface, such as limited search capabilities, may hinder users from accessing necessary information within certain databases. It is crucial to prioritize the inclusion of essential elements and features in website design to optimize database utilization. The user interface acts as a vital component of software, facilitating interaction between

users and various computer systems, including databases, software applications, and websites.

3- Research Methodology

This research falls into both basic and applied categories based on its purpose. The data collection method utilized is a descriptive survey. One hundred educational applications available in the Google Play Store, with satisfaction scores ranging between 4 and 5, were chosen and installed to analyze their design elements such as style, color, font, and composition, among others.

4- Conclusion

In the field of technology, time is a valuable resource for individuals. Online education offers a convenient way to utilize idle time effectively. It eliminates the need to commute to a physical educational center and allows individuals to access a variety of subjects regardless of their location. Mobile applications provide flexibility for learning anytime, anywhere.

Data analysis indicates that the Material Design style and design system are commonly utilized in popular educational applications. This style is recommended for designing user interfaces in this category, as it incorporates scrolling, rounded corners, linear icons, images, and motion to engage users. Delivering comprehensive subject matter can also attract a wider audience.

The user interface design of educational applications often incorporates a variety of colors, with blue, white, and gray being among the most frequently used in the reviewed applications. In terms of fonts, Sans Serif, Arial, Helvetica, and Iran Sans are popular choices for English and Persian languages, respectively, in educational app interfaces

Keywords: User Interface, Graphic User Interface Design, Application, Mobile Learning, Educational Application.

Exploring the correlation between Organizational Culture and Customer Relationship Management, with a focus on the mediating impact of Employees' Quality of Work Life

Doi: 10.30508/kdip.2023.401015.1073

Mahdi Ghazanfari¹ | Amir Shams (Corresponding Author)² | Hoda Jannesar Ahmadi³

Abstract

1- Introduction

With the rise in mobile phone usage and the proliferation of applications, the mobile software industry is experiencing continuous growth. Besides entertainment, applications for virtual communication, organization, creativity, video and photo editing, and educational purposes are widely utilized by various demographics. Among these categories, educational applications play a crucial role, given their widespread use across different age groups. Traditionally, the responsibility of designing the user interface and overall appearance of software, applications, and websites fell on programmers who primarily focused on coding to achieve the desired outcome. However, it became evident over time that engineers lacked a deep understanding of design principles, prompting a shift towards involving graphic design experts to enhance the visual aesthetics of these products. Current research is being conducted to identify best practices in designing the user interface of educational applications, recognizing the significance of education in today's society and the need for effective tools in this field. The visual presentation of educational applications serves as the initial point of contact for users, significantly influencing user satisfaction and audience engagement.

2- Theoretical Foundations

In the realm of Microsoft terminology, a user interface serves as the connection point between different components, facilitating seamless interaction and collaboration. It

1- Master's degree, Management Department, Torbat Jam Branch, Islamic Azad University, Torbat Jam, Iran

2- Assistant Professor, Accounting Department, Torbat Jam Branch, Islamic Azad University, Torbat Jam, Iran

3- Assistant Professor, Management Department, Torbat Jam Branch, Islamic Azad University, Torbat Jam, Iran

is the component within software that facilitates communication between a program and its users or other programs, such as the operating system or hardware. The user interface can take various forms, including interfaces, command lines, menus, or graphical interfaces.

It is important to note that every aspect of a user interface, whether intentional or unintentional, conveys an emotional signal. People interacting with a website, for example, develop a perception of its personality and experience its overall feel. The user interface serves as the bridge between humans and devices, enabling users to effectively utilize the device. It represents the visual aspect of a tool with which the user directly engages.

In the realm of information technology, any component that functions as an intermediary between the user and the screen falls under the umbrella term of a user interface. Given its crucial role in user interaction, the user interface significantly influences the user's mental and objective experience, enabling them to acquire accurate knowledge from the database and utilize it appropriately.

Therefore, it is important to consider the features of the user interface during the design process, as an effective user interface can greatly enhance user navigation within databases and ultimately improve user performance. The user interface serves as the primary communication tool between users and the data recovery systems during the retrieval process. Inadequate features in the user interface, such as limited search capabilities, may hinder users from accessing necessary information within certain databases. It is crucial to prioritize the inclusion of essential elements and features in website design to optimize database utilization. The user interface acts as a vital component of software, facilitating interaction between

users and various computer systems, including databases, software applications, and websites.

3- Research Methodology

This research falls into both basic and applied categories based on its purpose. The data collection method utilized is a descriptive survey. One hundred educational applications available in the Google Play Store, with satisfaction scores ranging between 4 and 5, were chosen and installed to analyze their design elements such as style, color, font, and composition, among others.

4- Conclusion

In the field of technology, time is a valuable resource for individuals. Online education offers a convenient way to utilize idle time effectively. It eliminates the need to commute to a physical educational center and allows individuals to access a variety of subjects regardless of their location. Mobile applications provide flexibility for learning anytime, anywhere.

Data analysis indicates that the Material Design style and design system are commonly utilized in popular educational applications. This style is recommended for designing user interfaces in this category, as it incorporates scrolling, rounded corners, linear icons, images, and motion to engage users. Delivering comprehensive subject matter can also attract a wider audience.

The user interface design of educational applications often incorporates a variety of colors, with blue, white, and gray being among the most frequently used in the reviewed applications. In terms of fonts, Sans Serif, Arial, Helvetica, and Iran Sans are popular choices for English and Persian languages, respectively, in educational app interfaces

Keywords: User Interface, Graphic User Interface Design, Application, Mobile Learning, Educational Application.

Research Article

Examining Graphic User Interface Design Rules for Designing Iranian Educational Applications

Doi: 10.30508/kdip.2023.384664.1064

Azin Taheri¹ | Tooraj Fashandaki (Corresponding Author)²

Abstract

1- Introduction

With the rise in mobile phone usage and the proliferation of applications, the mobile software industry is experiencing continuous growth. Besides entertainment, applications for virtual communication, organization, creativity, video and photo editing, and educational purposes are widely utilized by various demographics. Among these categories, educational applications play a crucial role, given their widespread use across different age groups. Traditionally, the responsibility of designing the user interface and overall appearance of software, applications, and websites fell on programmers who primarily focused on coding to achieve the desired outcome. However, it became evident over time that engineers lacked a deep understanding of design principles, prompting a shift towards involving graphic design experts to enhance the visual aesthetics of these products. Current research is being conducted to identify best practices in designing the user interface of educational applications, recognizing the significance of education in today's society and the need for effective tools in this field. The visual presentation of educational applications serves as the initial point of contact for users, significantly influencing user satisfaction and audience engagement.

2- Theoretical Foundations

In the realm of Microsoft terminology, a user interface serves as the connection point between different components, facilitating seamless interaction and collaboration. It

1-Master of Visual Communication, Art Department, Faculty of Civil Engineering, Art and Architecture - Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor of, Art Department, Islamic Azad University, Shabestar Branch, Visiting Professor of Science and Research, Art Department, Faculty of Civil Engineering, Art and Architecture, Iran.

showing improved classification accuracy for congenital heart disease. In addition, researchers have proposed a layered neuron-fuzzy method to predict the occurrence of coronary heart disease using MATLAB software. Implementing this integrated neuro-fuzzy approach has resulted in low error rates and high performance in outcome analysis for coronary artery disease events.

3- Research Methodology

Initially, data is collected through a structured questionnaire from a sample of 100 patients, including medical records. The data undergoes a rigorous process of cleaning and normalization, followed by feature extraction algorithms to select and weigh the relevant features. Data preprocessing involves three key steps: data recognition, cleaning, and conversion. The correlation matrix is utilized for data recognition and cleaning, while the Min-Max algorithm is employed for data conversion.

Subsequently, the preprocessed data is utilized to build a diagnostic model and establish relationships between diseases. Graph mining and memetic algorithm are separately utilized for data extraction and training. Both algorithms are recognized in the field, and utilizing both allows for a thorough comparison to determine the best model. In the evaluation phase, the accuracy and time complexity of the two methods are compared to ascertain the most effective approach.

4- Conclusion

Initially, data is gathered through a survey questionnaire containing information and

medical records of 100 patients. Subsequently, this data was analyzed using MATLAB and Visual Studio simulators. The effectiveness of the proposed method was evaluated against a standard reference through accuracy criteria, ROC curve, and mean squared error. The results of the study indicate that the proposed methods outperformed the standard reference. Specifically, the genetic-memetic method achieved an accuracy of 93%, while the graph mining-genetic method achieved 91%, compared to the 86% accuracy of the standard reference. The proposed methods also exhibited superior coverage in the ROC curve analysis. In terms of TPR values, the memetic-genetic method reached $TPR=0.38$, and the graph mining-genetic method reached $TPR=0.2$ at the zero point, whereas the standard reference had $TPR=0$ at that point. Additionally, the memetic-genetic method reached $TPR=1$ at the point of 0.4 more quickly than the other methods. The mean squared error of the proposed methods was also lower compared to the standard reference, with values of 11% and 15% for the combined memetic-genetic and graph mining-genetic methods, respectively. Given that both memetic and genetic methods are meta-heuristic approaches, their combination yielded improved performance. For future research, incorporating other meta-heuristic methods such as the gray wolf optimization algorithm could be considered.

Keywords: Intelligent Decision Support System, Fog Computing, Information Systems, Diagnosis of Cardiovascular Diseases.

Research Article

Improving the Diagnosis of Cardiovascular Diseases Using an Intelligent Decision Support System with Fog Computing Approach

Doi: 10.30508/kdip.2023.368618.1061

Hojjat Azadravesh¹ | Hamid Tabatabaee²

Abstract

1- Introduction

Cardiovascular diseases are a significant global health concern, surpassing deaths caused by a first heart attack. In addition to heart attacks, these diseases also pose risks for breast, lung, and ventricular cancer. Consuming dairy products, among other preventive measures, can help reduce the prevalence of cardiovascular diseases. Currently, cardiovascular diseases are the leading cause of mortality worldwide. Factors such as smoking contribute to the increased risk of heart disease, particularly among men. Lifestyle changes are evident in the rising incidence of cardiovascular disease in Iran. Common types of heart disease include congenital heart disease, heart failure, hypertension, cardiomyopathy, rheumatic heart disease, pulmonary stenosis, coronary artery disease, and vascular disease. Prompt diagnosis is crucial, as heart issues can have cascading effects on other bodily systems.

2- Theoretical Foundations

Kaya and their team have developed a decision support system utilizing machine learning to predict cardiovascular disease risk in Indian patients. They employed a genetic algorithm to determine the optimal pattern of high effect and value. Theoretical methods were utilized to implement the machine learning algorithm. Florence and their colleagues utilized a fuzzy rule-based classifier to diagnose congenital heart disease, determining both structural and functional issues. The weighted voting method and single winner method were employed, with the weighted voting method

1-2- Computer Engineering Department, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad, Iran

In His Name

Editor-in-Chief's Message

The social, economic, and scientific dynamics of a society are reflected in the territorial dynamics of its publishing sectors. In the fields of science, education, and business, the impact of scientific research and the expansion of publications can be observed through the publication of scientific journals and books. As we present the 8th issue of **"Intelligent Knowledge Exploration and Processing"** we would like to take this opportunity to acknowledge the continuous efforts of the esteemed professors who supported **Ferdows Institute of Higher Education**, the reviewers who evaluated and scientifically assessed the submitted articles, and the authors who contributed their work. This journal aims to compile research and scientific activities in the fields of management and computer science, and we are pleased to present this 8th issue to our esteemed professors and researchers. Our goal is to create a quality platform that leverages our considerable resources and fosters ongoing communication with experts and thought leaders while encouraging the submission of scientific articles and insights. We warmly invite the contributions and valuable perspectives of respected researchers. It is our hope that, through our sincere dedication and diligence, we can make meaningful progress in our scientific endeavors.



Contents

Editor-in-Chief's Message	3
Improving the Diagnosis of Cardiovascular Diseases Using an Intelligent Decision Support System with Fog Computing Approach	4
Examining Graphic User Interface Design Rules for Designing Iranian Educational Applications	6
Exploring the correlation between Organizational Culture and Customer Relationship Management, with a focus on the mediating impact of Employees' Quality of Work Life	8
People's fatness and thinness detection using image processing and machine learning	10
Performance Evaluation of Optimal Feature Selection-Based Machine Learning for Heart Disease Diagnosis	12
Development of Self-Adaptive Logic of Self-Adaptive Systems Using Deep Reinforcement Learning	14

