مقاله پژوهشی

نگاهی عمیق به آینده ورزش با هوش مصنوعی، واقعیت مجازی، و تجسم داده‌ها برای بهبود تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشکاران

Doi: 10.30508/kdip.2024.451951.1100

محمد سعید کیانی[1]

۱- دانشجوی دکتری مدیریت ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۸
صفحه: ۳۵ - ۸

چکیده

در این روزها، با ظهور تکنولوژی‌هایی همچون هوش مصنوعی(AI)، واقعیت مجازی(VR)، واقعیت افزوده (AR) و تجسم داده‌ها (DV) ، شاهد تحولاتی بی‌سابقه در عرصه ورزش هستیم.این فناوری‌ها به بهبود تحلیل عملکرد ورزشی، جمع‌آوری داده‌ها به صورت خودکارو ایجاد محیط‌های آموزشی موثر بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری کمک می‌کنند. روش‌های سنتی تحلیل عملکرد ورزشی معمولاً بر اساس جمع‌آوری داده‌های دستی، مشاهدات ذهنی و استفاده از مدل‌های آماری محدود بود، اما با پیشرفت‌های اخیر در فناوری، این عمل به شیوه‌ای عینی و به‌روز تبدیل شده است. به عنوان مثال، هوش مصنوعی با ساده‌سازی جمع‌آوری داده‌ها، پردازش مجموعه داده‌های گسترده و خودکارسازی تحلیل ورزشی را متحول کرده است.واقعیت مجازی امکان تمرین در محیط‌های بسیار واقعی را فراهم می‌آورد و به ورزشکاران امکان مهارت‌های خود را در تنظیمات کنترل‌شده تمرین دادن می‌دهد، و واقعیت افزوده اطلاعات دیجیتالی را در محیط ورزشی واقعی ارائه می‌دهد و فرآیند برنامه‌ریزی تاکتیکی را تسهیل می‌کند. تکنیک‌های تجسم داده‌ها داده‌های پیچیده را به صورت تصویری نمایش می‌دهند و درک معیارهای عملکرد را بهبود می‌بخشند. این مقاله به بررسی پتانسیل این فناوری‌های نوظهور برای تغییر تحلیل عملکرد ورزشی، ارائه منابع ارزشمند به مربیان و ورزشکاران می‌پردازد. هدف این مقاله، افزایش عملکرد ورزشکاران، بهینه‌سازی استراتژی‌های تمرینی و بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری است. همچنین، چالش‌های موجود را شناسایی کرده و راه‌حل‌هایی برای ادغام این فناوری‌ها در روش‌های تحلیل ورزشی فعلی ارائه می‌دهد. بر اساس یافته های به دست امده میتوان تنیجه گرفت که داده‌های سریع‌تر به بینش‌های عملی تبدیل می‌شوند، رویدادهای تمرینی و رقابتی را می‌توان با سرعت بیشتری تنظیم کرد تا با اهداف خاص هماهنگ شوند. در این زمینه، از محیط های مختلف، از جمله دنیای مجازی و واقعیت مختلط، می‌توان برای ارائه استراتژی‌های آموزشی استفاده کرد و همچنین اطلاعات با کیفیت می‌توانند به بینش‌های ارزشمندی منجر شود و بینش‌های ارزشمند می‌توانند در دستیابی به اهداف کمک کند. این اهداف در درجه اول می‌توانند از طریق آموزش و بهبود عملکرد مورد توجه قرار گیرند، که نیازمند چرخه مداوم اندازه‌گیری و پردازش داده‌ها است.

کلمات کلیدی: فناوری‌های جدید، تحلیل عملکرد، مدیریت ورزشی، هوش مصنوعی، عصر تکنولوژی.

۱- مقدمه

امروز شاهد عصر بی‌سابقه‌ای از تحول دیجیتال در ورزش هستیم که با انقلاب‌های هوش مصنوعی (AI)، واقعیت مجازی (VR)، واقعیت افزوده (AR)، و تجسم داده‌ها (DV) انجام شده است. ادغام موثر این منابع قدرتمند در ورزش یک چالش هیجان‌انگیز است. هر ابزار راه حل‌ها و برنامه‌های منحصر به فردی را برای بازتعریف چشم‌انداز تحلیل عملکرد ورزشی ارائه می‌دهد (مکنزی و کوشیون[1]، ۲۰۱۳). از طریق این فناوری‌ها، می‌توانید تجزیه و تحلیل عملکرد را با خودکارسازی جمع‌آوری داده‌ها، پردازش مجموعه داده‌های وسیع، تفسیر عملکرد، ارائه محیط‌های آموزشی همه‌جانبه، ارائه بازخورد افزوده شده در زمان واقعی و افزایش فرآیند تصمیم‌گیری متحول کنید (راین و میمرت[2]، ۲۰۱۶).

تجزیه و تحلیل عملکرد یک عنصر حیاتی در علوم ورزشی است که نقشی اساسی در درک، تفسیر و در نهایت بهبود عملکرد یک ورزشکار ایفا می‌کند (کلفاس، فاستر و استریگو[3]، ۲۰۲۰). این به عنوان یک ابزار ضروری است که به ورزشکاران، مربیان و تحلیل‌گران ورزشی در اتخاذ تصمیمات استراتژیک و تاکتیکی آگاهانه کمک می‌کند که می‌تواند به طور قابل توجهی نتیجه رویدادهای ورزشی رقابتی را تغییر دهد (کریزکووا، توماسکووا، و تیرکولا[4]، ۲۰۲۱). به طور سنتی، فرآیند تجزیه و تحلیل عملکرد عمدتاً بر جمع‌آوری دستی داده‌ها و یا ورودی، تکنیک‌های مشاهده ذهنی و مدل‌های آماری استاندارد متکی است (کاست، اسویتینگ، بال و رابرتسون[5]، ۲۰۱۹) علیرغم اثربخشی ثابت شده آنها، این روش‌ها اغلب به زمان و تلاش قابل توجهی برای اجرا، تفسیر و به کارگیری نیاز دارند (سندز، کاواناگ، ماری، مک نیل، و جمنی[6]، ۲۰۱۷) جمع‌آوری دستی داده‌ها شامل مستندات دقیق از معیارهای عملکردی متعدد است که نه تنها به ساعات کاری گسترده نیاز دارد، بلکه به درک عمیق پارامترهای ورزشی خاص نیز نیاز دارد. در نتیجه، جمع‌آوری دستی داده‌ها مستعد سوگیری‌ها و مغایرت‌های مشاهده‌ای است که ممکن است به دلیل ذهنی بودن ذاتی مشاهدات انسانی ایجاد شود و منجر به تفسیر نادرست بالقوه داده‌های عملکرد شود (هیوز و فرانک[7]، ۲۰۰۴). به طور مشابه، در حالی که مدل‌های آماری به طور مؤثر برای رمزگشایی الگوها و اطلاع‌رسانی استراتژی‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند، معمولاً ماهیت پیچیده و پویای عملکرد ورزشی را بیش از حد ساده می‌کنند، و اغلب تنها متغیرهای محدودی را در نظر می‌گیرند و به اندازه کافی به جنبه‌های چند عاملی عملکرد ورزشی توجه نمی‌کنند (لمز و مک گری[8]، ۲۰۰۷). این محدودیت‌ها هنگام تلاش برای تجزیه و تحلیل عملکرد در زمان واقعی، که در آن پردازش و تفسیر سریع داده‌ها ضروری است، تقویت می‌شوند (بنیتس زاپانا[9]، ۲۰۲۴)، با این حال، پیشرفت‌های فن‌آوری در

1- Mackenzie, & Cushion
2- Rein, & Memmert
3- Clephas, Foster, Stergiou, & Katz
4- Krizkova, Tomaskova, & Tirkolaee
5- Cust, Sweeting, Ball, & Robertson
6- Sands, Kavanaugh, Murray, McNeal, & Jemni
7- Hughes, & Franks
8- Lames, & McGarry
9- Benites Zapana

علوم ورزشی منجر به تغییری دگرگون‌کننده در این رشته شده و عصری از تجزیه و تحلیل عملکرد پیشرفته، عینی و بلادرنگ را به وجود آورده است. ابزارهای اخیر هوش مصنوعی تخیل کاربران را جذب کرده و پذیرش تصاعدی این فناوری از هر نوآوری دیگری فراتر رفته است (چن و پیریز[1]، ۲۰۱۸). با توانایی هوش مصنوعی در ساده‌سازی جمع‌آوری داده‌ها، پردازش مجموعه داده‌های عظیم به سرعت و دقیق، ترکیب اطلاعات، پیش‌بینی نتایج و ایجاد دانش جدید، محیط‌های کاری و بازی را متحول می‌کند. امکانات بی‌نهایتی برای استفاده از هوش مصنوعی با نتایج آتی وجود دارد که قبلاً از طریق تجزیه و تحلیل سنتی انسانی غیرقابل دسترس بود (لی[2]، ۲۰۲۳). هوش مصنوعی؛ یک اصطلاح کلی برای بسیاری از فناوری‌های مختلف، مانند شبکه‌های عصبی، ترانسفورماتورهای مدل زبان بزرگ، و شبکه‌های انتشار، که در یافتن روابط ناشناخته قبلی در مجموعه داده‌ها و پیش‌بینی‌ها با دقت شگفت‌انگیزی مؤثر بوده‌اند، توانایی خودکارسازی فرآیندهای جمع‌آوری داده‌ها را دارد، خطای انسانی را کاهش داده و زمان جمع‌آوری اطلاعات را به شدت کاهش می‌دهد (نواتچکوف وباکا[3]، ۲۰۱۳). VR قابلیت ایجاد محیط‌های آموزشی بسیار واقع‌گرایانه و همه جانبه را معرفی می‌کند. این محیط‌ها شبیه‌سازی ساده نیستند. آنها معمولاً به عنوان پلتفرم‌هایی شناخته می‌شوند که شرایط دقیق یک بازی واقعی یا سناریوی تمرینی را تقلید می‌کنند. از این رو، VR به عنوان یک محیط غوطه‌ور شناخته می‌شود که فراتر از شبیه‌سازی صرف است (کوسیچ، کارل گرین، هولاش، کاتز[4]، ۲۰۲۳). پیشرفت فراتر از تقلید و به واقعیت نزدیک به ورزشکاران فرصتی منحصر به فرد برای آموزش و اصلاح مهارت‌های خود و به دست آوردن درک جامع از عملکرد خود در یک محیط کنترل شده را فراهم می‌کند (لیبرمن، کاتز، هوجز، بارتلت، مک کلنت، و فرانک[5]، ۲۰۰۲). تکمیل کننده تجربیات همه جانبه ارائه شده توسط VR، AR پیشرفت تکنولوژیکی دیگری را ارائه می‌دهد که مرز بین دنیای فیزیکی و دیجیتال را محو می‌کند (نویمان، و همکاران[6]، ۲۰۱۸).

AR می‌تواند اطلاعات دیجیتالی را روی محیط ورزشی دنیای واقعی پوشش دهد و به طور موثر یک پلتفرم تعاملی ایجاد کند که تجزیه و تحلیل عملکرد در زمان واقعی را ارائه می‌کند (لو نوری، پولمان، مالونی، و گورمن[7]، ۲۰۲۲). این فناوری می‌تواند برای تجزیه و تحلیل و ارائه بازخورد فوری در مورد تکنیک، موقعیت و حرکات ورزشکار مورد استفاده قرار گیرد و تنظیمات و اصلاحات فوری را ممکن می‌سازد (گرینهاو، باریت، تولسان، و ابت[8]، ۲۰۲۱). چنین مکانیزم‌های بازخورد فوری یادگیری سریع‌تر و تصحیح خطاها را تسهیل می‌کنند و در نهایت منجر به بهبود عملکرد می‌شوند. AR همچنین در برنامه‌ریزی تاکتیکی نویدبخش است. مربیان می‌توانند گرافیک دیجیتال را روی زمین بازی قرار دهند تا تاکتیک‌ها و ترکیب‌های پیچیده را برای بازیکنان توضیح دهند. این نمایش بصری می‌تواند درک و اجرای استراتژی‌ها را در بازیکنان افزایش دهد (پاستل، مارلوک، باندو، و ویت[9]، ۲۰۲۳). تکمیل توانایی‌های AI، VR، و AR، تکنیک‌های DV پویا تجزیه و تحلیل عملکرد جدیدی را به ارمغان می‌آورند. با تبدیل داده‌های پیچیده به نمایش‌های بصری قابل درک، این فناوری به مربیان، ورزشکاران و تحلیل‌گران اجازه می‌دهد تا به راحتی معیارهای عملکرد را تفسیر کرده و بر اساس آن عمل کنند (تورنتون، دلانی، داتیه، وداسکومب[10]، ۲۰۱۹). این ارتباطات افزایش یافته اطلاعات منجر به درک مؤثرتری از الگوهای عملکرد، روندها و زمینه‌های بهبود می‌شود و در نتیجه فرآیندهای تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر را تسهیل می‌کند (کنافلیک[11]، ۲۰۱۵).

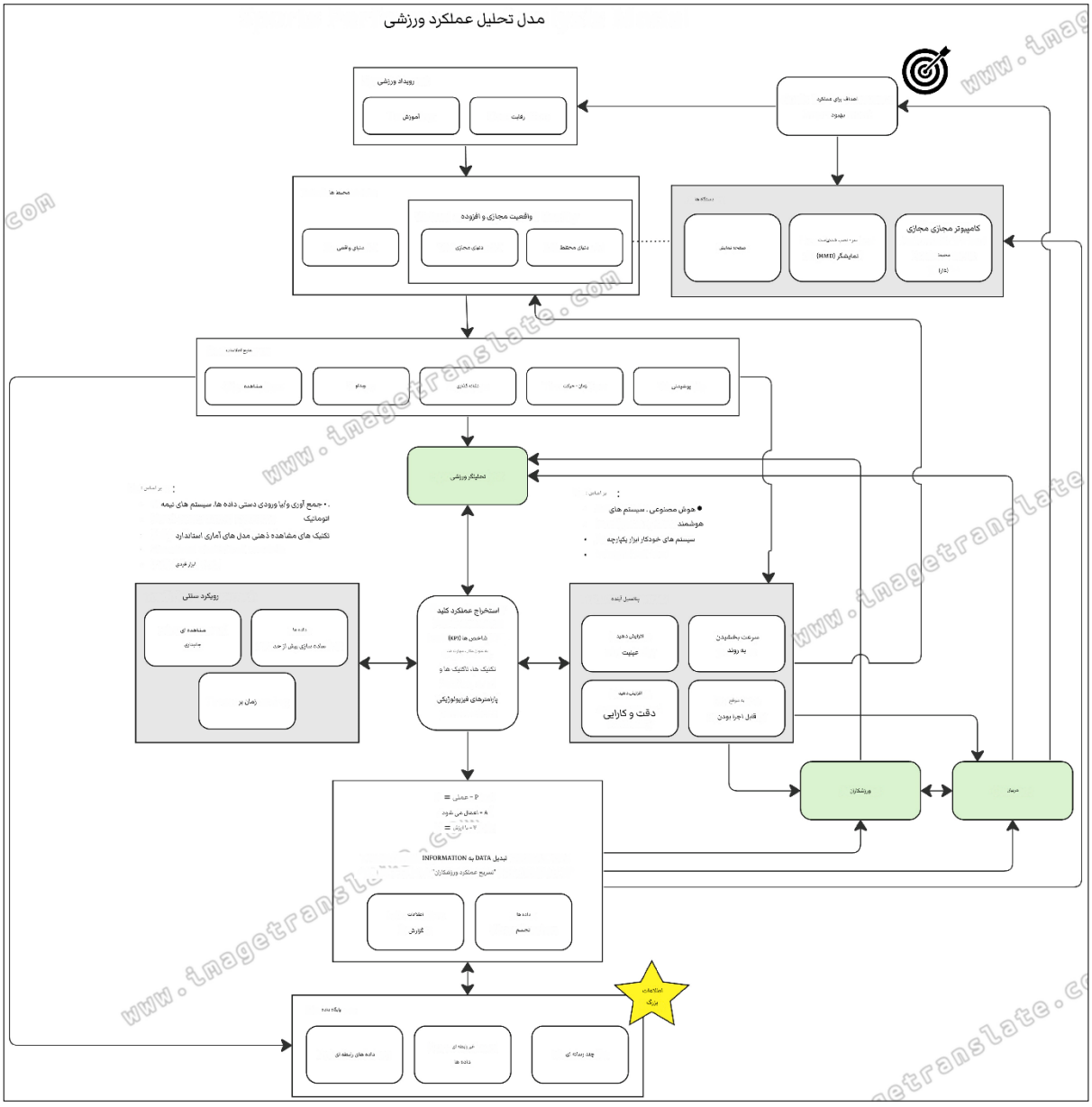
1- Chen, & Perez
2- Li
3- Novatchkov, & Baca
4- Cossich, Carlgren, Holash, & Katz
5- Liebermann, Katz, Hughes, Bartlett, McClements, & Franks
6- Neumann, & etal
7- Le Noury, Polman, Maloney, & Gorman
8- Greenhough, Barrett, Towlson, & Abt
9- Pastel, Marlok, Bandow, & Witte
10- Thornton, Delaney, Duthie, & Dascombe
11- Knaflic

در این مقاله، ما پتانسیل فناوری‌های نوظهور پیوسته، از جمله AR، VR، AI، و DV را بررسی می‌کنیم تا تجزیه و تحلیل عملکرد را در حوزه ورزش به طور قابل‌توجهی تغییر دهیم. این فناوری‌ها می‌توانند جمع‌آوری داده‌ها را خودکار کنند، محیط‌های آموزشی همه‌جانبه و واقعی را فراهم کنند، پردازش و تفسیر داده‌های عملکرد پیچیده را تسهیل کنند و به طور خلاقانه بازخورد دیجیتالی را در زمان واقعی ارائه دهند. هدف نهایی ارزیابی ظرفیت این فناوری‌ها برای ارائه منابع ارزشمند به مربیان و ورزشکاران، افزایش عملکرد ورزشکاران، بهینه‌سازی استراتژی‌های تمرینی و اطلاع‌رسانی درباره تصمیمات فیزیکی، فنی و تاکتیکی است. همچنین تحقیق حاضر به دنبال شناسایی چالش‌های احتمالی و راه‌حل‌های پیشنهادی برای ادغام این فناوری‌ها در شیوه‌های تحلیل عملکرد ورزشی فعلی است.

۲- مبانی نظری

این بررسی روایی تحلیلی جامع از بافت تاریخی مختصر و تکامل تجزیه و تحلیل عملکرد در علوم ورزشی ارائه می‌کند و محاسن و محدودیت‌های روش‌های فعلی را برجسته می‌کند. این شامل بررسی مختصر و تعاریف همه موضوعات مرتبط است. سپس به بررسی پتانسیل تحول‌آفرین فناوری‌های نوظهور مانند؛ AR، VR، AI و DV پرداخته شد. پتانسیل هوش مصنوعی را برای جمع‌آوری و پردازش خودکار داده‌ها بررسی می‌کنید، به قابلیت‌های VR و AR در ایجاد محیط‌های آموزشی همه‌جانبه و تعاملی می‌پردازید، و قدرت DV را در ترجمه داده‌های پیچیده به اشکال بصری قابل هضم ارزیابی می‌کنید. مطمئناً، موضوعات گسترده هستند و ده‌ها دانش را در بر می‌گیرند و بررسی‌های جداگانه می‌توانند به صورت جداگانه انجام شود. بنابراین، رویکرد این تحقیق بر ارائه یک پس‌زمینه تاریخی همراه با وضعیت فعلی، به‌ویژه از منظر تحلیل عملکرد، و بررسی چگونگی ادغام این ابزارها در یک مدل نظری متمرکز است. تجزیه و تحلیل عملکرد در ورزش به فرآیند سیستماتیک ثبت، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌های عملکرد با هدف کلی افزایش عملکرد ورزشکاران یا تیم‌ها اشاره دارد (شکل شماره ۱)، (یانگ و لو[1]، ۲۰۲۲). این مستلزم مشاهده دقیق و تعیین کمیت شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) است که در روش‌های مختلف ورزشی، مانند؛ تعقیب فردی (مانند دوچرخه‌سواری پیست یا شنا)، ورزش‌های جمعی (مانند؛ فوتبال یا بسکتبال)، و فعالیت‌های استقامتی متفاوت است مانند؛ دوی ماراتن یا سه‌گانه). این KPIها طیف وسیعی از عناصر مانند؛ مهارت‌ها، تکنیک‌ها، تاکتیک‌ها و پارامترهای فیزیولوژیکی را در برمی‌گیرند که در طول جلسات آموزشی و رویدادهای رقابتی به دقت مورد بررسی قرار می‌گیرند (فرای و اوهلملن[2]، ۲۰۱۲). اگرچه هدف اولیه تجزیه و تحلیل عملکرد بهبود عملکرد است، اما نقش مهمی در پیشگیری از آسیب و پیش‌بینی عملکرد آینده دارد و در نتیجه به کشف استعدادها کمک می‌کند (پینو اورتگا، روجاس والورد، گومز کارمونا، و یرکو گونزالز[3]، ۲۰۲۱). برای دستیابی به این اهداف، تجزیه و تحلیل عملکرد از روش‌های مختلفی استفاده می‌کند، از جمله تجزیه و تحلیل مشاهده‌ای، تجزیه و تحلیل ویدیویی، تجزیه و تحلیل نشانه‌گذاری، تجزیه و تحلیل حرکت زمان، و تجزیه و تحلیل داده‌ها از دستگاه‌های (مرتق، ناقطون، مک رابرت، اوبایل، مورگانز، دراست، و ارسکین[4]، ۲۰۱۹)، هر یک از این تکنیک‌ها نقش منحصر به فرد خود را در کمک به بینش‌های ارزشمند در مورد عملکرد ورزشی دارند و می‌توان آنها را به صورت زیر تعریف کرد:

1- Yang, & Luo
2- Fry, & Ohlmann
3- Pino-Ortega, Rojas-Valverde, Gómez-Carmona, & Rico-González
4- Murtagh, Naughton, McRobert, O'Boyle, Morgans, Drust, & Erskine



شکل (۱): مدل تحلیل عملکرد

این مدل یک روش جامع برای ارزیابی عملکرد ورزشکار را به تصویر می‌کشد. داده‌ها که از رویدادهای ورزشی، مانند؛ جلسات تمرینی یا مسابقات رقابتی سرچشمه می‌گیرند، با استفاده از طیف وسیعی از ابزارها، از ضبط ویدیو گرفته تا ابزارهای پوشیدنی، مهار می‌شوند. از لحاظ تاریخی، تحلیل‌گران ورزشی به شدت به ورودی داده‌های دستی وابسته بودند. فرآیندی که اغلب کار فشرده و مشمول سوگیری‌های مشاهده‌ای بود. در چشم انداز مدرن، تمرکز به سمت استفاده از قدرت سیستم‌های یکپارچه و هوش مصنوعی تغییر می‌کند. این تکنیک‌های پیشرفته، افزایش عینیت، پردازش سریع داده‌ها و توانایی اعمال بینش در زمان واقعی را وعده می‌دهند. پس از جمع‌آوری، این داده‌ها با دقت تغییر می‌کنند تا بینش‌های عملی با هدف افزایش عملکرد ورزشکاران ایجاد شود. این بینش‌ها را می‌توان به صورت بصری یا در قالب گزارش نشان داد و به عنوان منابع ارزشمندی برای ورزشکاران و مربیان خدمت کرد. بخش پایگاه داده مدل بر سازگاری راه‌حل‌های ذخیره‌سازی داده‌ها، از پایگاه‌های داده رابطه‌ای ساختاریافته تا پلت‌فرم‌های چندرسانه‌ای متنوع تأکید می‌کند.

از محیط‌های مختلف، از جمله دنیای مجازی و مختلط، می‌توان برای جمع آوری داده‌ها و ارائه تغییرات تاکتیکی مبتنی بر داده یا استراتژی‌های آموزشی استفاده کرد.

تجزیه و تحلیل مشاهده‌ای: این به فرآیند روشمند جمع‌آوری، مستندسازی و ارزیابی داده‌ها با مشاهده مستقیم ورزشکاران یا رویدادهای ورزشی اشاره دارد. این شامل ناظران آموزش دیده است که با دقت جنبه‌های مختلف عملکرد ورزشی را ثبت می‌کنند. این رویکرد تحلیلی به عنوان پایه‌ای برای ارزیابی جامع نقاط قوت، ضعف و زمینه‌های بهبود ورزشکاران عمل می‌کند. می‌توان آن را فقط با استفاده از چشم غیرمسلح انجام داد و با داده‌های خارجی از منابع مختلف ضبط یا تکمیل کرد (هاپکینز[1]، ۱۹۹۱).

تجزیه و تحلیل ویدئویی: تکنیکی که از بازی ضبط شده یا فیلم تمرینی برای مطالعه و بررسی عملکرد ورزشکار یا رویکرد تاکتیکی یک تیم استفاده می‌کند. این امکان را برای تجزیه و تحلیل جنبه‌های مختلف مانند مهارت‌ها، تکنیک‌ها، حرکت بازیکن و تشکیل تیم فراهم می‌کند. استفاده از سرعت‌های مختلف ویدئو، از حرکت آهسته گرفته تا فریم به فریم، امکان بررسی دقیق هر عمل را فراهم می‌کند و بازخورد دقیقی را به ورزشکاران و مربیان ارائه می‌دهد (دی سالوو، گریگسان، اتکیسنون، ترادف، و دراست[2]، ۲۰۰۹).

تجزیه و تحلیل نمادین: این فرآیند سیستماتیک شامل ثبت و تجزیه و تحلیل رویدادهای مجازی است که در طول یک مسابقه یا جلسه تمرین رخ می‌دهد. هر رویداد یادداشت یا کدگذاری می‌شود تا ابزار کمی برای ثبت عملکرد ارائه شود. داده‌های جمع‌آوری‌شده یک رکورد عینی از عملکرد ارائه می‌دهند و می‌توانند بینش‌هایی در مورد اثربخشی تاکتیک‌ها، استراتژی‌ها و اقدامات فردی بازیکن ارائه دهند (رایت، اتکینز، و جونز[3]، ۲۰۱۱).

تجزیه و تحلیل زمان-حرکت: این روشی است که برای تعیین کمیت نیازهای بدنی یک ورزش، با ثبت و طبقه‌بندی تمام حرکات یک ورزشکار در طول یک مسابقه یا جلسه تمرینی استفاده می‌شود. بینشی در مورد مدت و شدت فعالیت‌های مختلف، فراوانی حرکات خاص و دوره‌های استراحت ارائه می‌دهد. اطلاعات جمع‌آوری شده می‌تواند برنامه‌های تمرینی و ریکاوری را راهنمایی کند و به ارزیابی عملکرد فیزیکی بازیکنان در طول مسابقه کمک کند (رامپینینی، امپللیزری، کاستانگ، کاتس، ویسولف[4]، ۲۰۰۹).

این ترکیب دقیق از فرآیندهای تجزیه و تحلیل عملکرد معمولاً توسط تحلیل‌گران ورزش انجام می‌شود که به عنوان آماردانان ورزشی نیز شناخته می‌شوند (کازال و فینچ[5]، ۲۰۱۷). این متخصصان داده‌های مربوط به رویدادهای ورزشی، تیم‌ها و ورزشکاران انفرادی را جمع‌آوری، سازماندهی، تفسیر و ارائه می‌کنند (نیکولز، جیمز، ولس و پرامر[6]، ۲۰۲۲). بینش‌های به دست آمده از تجزیه و تحلیل آنها در شکل دادن به قضاوت‌های آگاهانه در مورد عملکرد ورزشی، ابداع استراتژی‌ها و پیش‌بینی نتایج مفید است (رایت، ۲۰۱۲). با این حال، روش‌های تحلیل عملکرد سنتی با چالش‌هایی مانند پتانسیل سوگیری مشاهده‌ای، ساده‌سازی بیش از حد داده‌ها، فرآیندهای زمان‌بر جمع‌آوری داده‌ها و مشکلات در تجزیه و تحلیل عملکرد در زمان واقعی مواجه هستند.

(جدول ۱). این محدودیت‌ها بر نیاز به پیشرفت‌های فن‌آوری در این زمینه تأکید می‌کند، که می‌تواند عینیت، سرعت، دقت، کارایی و قابلیت کاربرد در زمان واقعی تحلیل عملکرد در ورزش را افزایش دهد.

1- Hopkins
2- Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, & Drust
3- Wright, Atkins, & Jones
4- Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts, & Wisløff
5- Casals, & Finch
6- Nicholls, James, Wells, & Parmar

جدول (۱): جوانب مثبت و منفی تحلیل عملکرد ورزشی فعلی (هورتون، استرگیو، فانگ و کاتز[1]، ۲۰۱۷)

روش کار	طرفداران (مثبت)	منفی
تحلیل مشاهده‌ای	داده‌های زمان واقعی نیازی به تکنولوژی نیست بینش رفتار و تاکتیک‌ها	ذهنی محدود به مشاهده بصری فقدان داده‌های کمی دقیق
تجزیه و تحلیل ویدئو	تجزیه و تحلیل دقیق و دقیق شواهد بصری از اقدامات و تکنیک‌ها تحلیل حرکت آهسته و فریم به فریم	به تجهیزات ویدئویی نیاز دارد زمان‌بر ممکن است همه داده‌های مرتبط را ضبط نکند
تحلیل نمادی	داده‌های کمی در مورد رویدادها و اقدامات خاص رکورد عینی عملکرد ردیابی الگوهای تاکتیکی و اقدامات بازیکن مفید است	کار فشرده محدود به رویدادهای یادداشت شده ممکن است به ابزار تخصصی نیاز داشته باشد
تحلیل زمان حرکت	نیازهای فیزیکی را کمیت می‌کند بینش در مورد حجم کار و خستگی ورزشکاران برای طراحی برنامه‌های آموزشی و ریکاوری مفید است	به تجهیزات و فناوری ردیابی نیاز دارد. تجزیه و تحلیل داده‌های پیچیده ممکن است تمام عوامل تأثیرگذار زمینه‌ای را در برنگیرد
تجزیه و تحلیل داده‌ها از پوشیدنی‌ها	داده‌های فیزیولوژیکی و بیومکانیکی در زمان واقعی نمای جامع سلامت و عملکرد بازیکن تصمیمات مبتنی بر داده در آموزش و استراتژی‌های بازی	به دستگاه‌های پوشیدنی نیاز دارد که می‌تواند گران باشد تفسیر داده‌ها ممکن است به دانش تخصصی نیاز داشته باشد نگرانی‌های حفظ حریم خصوصی مربوط به جمع‌آوری داده‌های ورزشکار

شناخت ارزش روش‌های سنتی تحلیل عملکرد به ما امکان می‌دهد تا پتانسیل تحول آفرین فناوری محاسبات در این زمینه را به طور کامل درک (هورتن و همکاران، ۲۰۱۷). عامل مهم دیگری که باید در نظر گرفت این است که، اگرچه خدمات و نرم‌افزارهای مختلف عملکرد ورزشی در دسترس تجاری ظاهر شده‌اند (مانند Sports CodeTM، DartfishTM، Kandle SnapperTM، OptaTM، ProzoneTM، Sports.VideoTM، FocusTM، در میان دیگران)، این ابزارها اغلب در ایزوله باقی می‌مانند. تجزیه و تحلیل آنها، نیاز روزافزون به ابزارهای ارزیابی یکپارچه و هماهنگ را برجسته می کند. محدودیت‌های روش‌های سنتی، تغییر به سمت استراتژی‌های پیشرفته‌تر، کارآمدتر و پیچیده‌تر را ضروری می‌سازد. با پیشرفت چشمگیر فناوری محاسبات، عصر جدیدی برای تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی آغاز شده است. توانایی رایانه‌ها برای پردازش سریع و دقیق داده‌های گسترده، که اکنون با مدل‌های یادگیری ماشین و هوش مصنوعی تکمیل شده است، پیشرفت قابل توجهی در این زمینه ارائه می‌کند.

ارزیابی کامپیوتر و تحلیل عملکرد در ورزش

رشد تصاعدی تحلیل عملکرد محاسباتی ذاتاً با پذیرش گسترده رایانه های شخصی (PC) در اواخر دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ مرتبط است. در این دوره، ماشین‌ها به طور فزاینده‌ای کاربرپسند و مقرون به صرفه شدند، علاوه بر این که قابلیت‌های گسترده‌تری داشتند. معرفی رابط کاربری گرافیکی (GUI) تعامل انسان و کامپیوتر را متحول کرد (اولاسویرتا، دایما، شیری پور، جان، و کارنبور[2]، ۲۰۲۰). رشد سریع اینترنت در دهه ۱۹۹۰ و توسعه لپ‌تاپ‌های کارآمدتر و قابل حمل بیشتر به پذیرش گسترده رایانه‌های شخصی دامن زد (گلونیاک[3]، ۱۹۹۷). در اوایل دهه ۲۰۰۰، رایانه های شخصی به یک ویژگی رایج در خانه‌ها، مدارس

1- Horton, Stergiou, Fung, & Katz
2- Oulasvirta, Dayama, Shiripour, John, & Karrenbauer
3- Glowniak

و محل کار در سراسر جهان تبدیل شده بود. در طول این سال ها، قدرت پردازش و قابلیت‌های ذخیره‌سازی به طور تصاعدی رشد کرده است، همراه با کوچک سازی و قابل حمل بودن دستگاه‌ها (برنت وراپاپروت[1]، ۲۰۰۱). انقلاب پس از رایانه‌های شخصی - که انقلاب اینترنت اشیا (IOT) نیز نامیده می‌شود، نشان‌دهنده تغییر دور از رایانه‌های شخصی رومیزی و لپ‌تاپ سنتی به سمت دستگاه‌های محاسباتی سیار، راحت‌تر و کاربرپسندتر، مانند تلفن‌های هوشمند، تبلت‌ها و دستگاه‌های پوشیدنی است (راس، هیل، چن، ژوزف، کالر، و بریور[2]، ۲۰۰۲).

به دلیل افزایش اتصال به اینترنت بی‌سیم و گسترش سرویس‌های مبتنی برابر، که دستگاه‌ها را قادر می‌سازد همیشه متصل باشند و به کاربران امکان می‌دهد تقریباً از هر کجا به داده‌ها و برنامه‌های خود دسترسی داشته باشند، اتصال هرگز پیچیده‌تر از این نبوده است (میکی، پیسنو، و داروکس[3]، ۲۰۰۳). توسعه واسط‌های برنامه‌نویسی برنامه کاربردی وب (API) به برنامه‌های نرم‌افزاری مختلف اجازه داده است که با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و داده‌ها را بدون نیاز به کاربر نهایی یا توسعه دهندگان برای درک نحوه عملکرد سیستم دیگر به اشتراک بگذارند (کو و همکاران[4]، ۲۰۱۱). این فرآیند توسعه را ساده کرده است، زیرا برنامه‌نویسان می‌توانند از API ها برای استفاده از قابلیت‌های ارائه شده توسط سایر اجزای نرم‌افزار بدون نیاز به درک کد آن اجزا استفاده کنند. علاوه بر این، ظهور بسته‌های آماری (مانند SPSS، R)، بسته‌های DV (مانند R's ggplot۲)، و زبان‌های کامپیوتری همه منظوره (مانند Python) قدرت زیادی به تحلیل‌گران ورزشی داده است و امکان توسعه مدل‌های آماری استاندارد را فراهم کرده است.

تکثیر فناوری‌های نوآورانه گاهی اوقات بسیار زیاد است و ممکن است کاربران بالقوه را سردرگم کند (پارک و ژانگ[5]، ۲۰۲۲). قابلیت‌های جمع‌آوری داده‌ها و حجم داده‌های جمع‌آوری‌شده فراتر از مهارت‌های تفسیر انسانی رشد کرده‌اند و اغلب به روش‌های دیگر تحلیل مانند محاسبات توزیع‌شده، محاسبات موازی، ابر محاسبات و محیط‌های سیستم مجازی نیاز دارند. اصطلاح «داده‌های بزرگ» برای تعریف مجموعه داده‌های بسیار بزرگ و پیچیده‌ای ابداع شد که برنامه‌های کاربردی پردازش داده سنتی قادر به مدیریت آن نیستند. داده های بزرگ نه تنها به حجم داده‌ها، بلکه به تنوع، سرعت و صحت آنها نیز اشاره دارد (پاسفیلد و هاپکر[6]، ۲۰۱۷). اکنون، تحلیل‌گران ورزشی به داده‌های پیچیده و چندرسانه‌ای دسترسی دارند که می‌تواند بینش جامعی در مورد عملکرد یک ورزشکار ارائه دهد، و فرصتی برای تجزیه و تحلیل و تفسیر عملکرد سریع‌تر و با عمق بیشتر فراهم می‌کند (مورگولف، آزار، و لیدور[7]، ۲۰۱۸). با این حال، این افزایش در پیچیدگی و حجم داده‌ها نیز چالش‌هایی را ایجاد کرده است. مقیاس مطلق داده‌ها به این معنی است که روش‌های تحلیل سنتی، به عنوان مثال، مدل‌های خطی، آمار ساده، یا مربی تماشای نوار ویدئویی؛ دیگر کافی نیستند. عصر Big Data به فن‌آوری‌ها و روش‌های نوآورانه نیاز دارد تا به طور موثر از پتانسیل عملکرد ورزشی کشف نشده، استفاده شود (ایسیچه‌ای و همکاران[8]، ۲۰۲۲). هر یک از این فناوری‌ها کاربردهای منحصربه‌فردی را ارائه می‌دهند که پتانسیل بازتعریف چشم‌انداز تحلیل عملکرد ورزشی و غلبه بر چالش‌های ناشی از عصر داده‌های بزرگ را دارند (واتانابه، شاپیرو و درایر[9]، ۲۰۲۱).

هوش مصنوعی (AI) در تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی

هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم کامپیوتر است که بر توسعه سیستم‌هایی متمرکز است که می‌توانند وظایفی شبیه به هوش انسانی را اجرا کنند (موثوکریشنان، مالکی،

1- Berndt, & Rappaport
2- Ross, Hill, Chen, Joseph, Culler, & Brewer
3- Makki, Pissinou, & Daroux,
4- Ko, & etal
5- Park, & Zhang
6- Passfield, & Hopker
7- Morgulev, Azar, & Lidor
8- Isichei & etal
9- Watanabe, Shapiro, & Drayer

اوینس، رینهلد، فرقانی و فرقانی[1]، ۲۰۲۰). این وظایف شامل یادگیری از تجربیات، درک زبان طبیعی، تجزیه و تحلیل ویدئو، شناخت الگوها، حل مسائل و تصمیم‌گیری است. اگرچه رونق هوش مصنوعی امروزی شاهد توسعه مدل‌های جدیدی است که روزانه برای طیف وسیعی از وظایف توسعه می‌یابد، مفهوم هوش مصنوعی جدید نیست. شالوده نظری یک ماشین «تفکر» را می‌توان در دهه‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ جستجو کرد. مک کالوچ و پیتس[2] (۱۹۴۳) با الهام از نورون‌های بیولوژیکی، نورون مک کالوخ پیتس را پیشنهاد کردند، یک مدل محاسباتی که عملکرد یک نورون بیولوژیکی را به ورودی‌های متعدد و یک خروجی ساده می‌کند. در دهه ۱۹۵۰، آلن تورینگ، دانشمند پیشگام کامپیوتر، مفهوم ماشینی با قابلیت تقلید از هوش انسان را مطرح کرد (تورینگ[3]، ۱۹۸۰). که نقطه عطف مهمی در توسعه هوش مصنوعی بود. این امر توسط مک کارتی و همکاران بیشتر پیش رفت، و این نظریه را مطرح کرد که هر جنبه‌ای از یادگیری یا هوش را می‌توان آنقدر دقیق تعریف کرد که یک ماشین بتواند آن را شبیه‌سازی کند، که تولد هوش مصنوعی به عنوان یک میدان در نظر گرفته می‌شود. متعاقبا، روزنبلات[4] (۱۹۵۸) Perceptron را پیشنهاد کرد که به عنوان اولین شکل شبکه عصبی است که قادر به یادگیری از ورودی های آن است. علیرغم این معیارهای اولیه تکامل، پیشرفت در توسعه شبکه‌های عصبی مدرن کند بود. این تا حد زیادی به دلیل محدودیت‌های محاسباتی و کمبود داده‌ها بود که منجر به دوره‌هایی به نام «زمستان هوش مصنوعی» شد که با کاهش بودجه و علاقه به تحقیقات هوش مصنوعی مشخص می‌شود (راسل و نورویگ[5]، ۲۰۱۶). جریان در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ با معرفی پس انتشار توسط جفری هینتون و سپس ظهور یادگیری عمیق در دهه‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ تغییر کرد. این پیشرفت‌ها با ایجاد شبکه‌های عصبی قدرتمندی که امروز می‌بینیم به اوج خود رسیده‌اند و به «زمستان هوش مصنوعی» پایان می‌دهند و تحقیقات هوش مصنوعی را به خط مقدم نوآوری‌های فناوری سوق می‌دهند. در چارچوب یادگیری ماشینی، سیستم‌های هوش مصنوعی مدرن می‌توانند حجم وسیعی از داده‌ها را پردازش کنند، الگوهای پیچیده را شناسایی کنند و عملکرد سیستم را بدون نیاز به برنامه‌نویسی صریح افزایش دهند (جانیش[6]، ۲۰۲۱). یادگیری عمیق، زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشینی، شبکه‌های عصبی مصنوعی را به کار می‌گیرد که برای تقلید از عملکرد مغز انسان طراحی شده‌اند. سرانجام، در دهه ۲۰۲۰، تکثیر مدل‌های با ظرفیت بالا، مانند ترانسفورماتور پیش‌آموزشی مولد (GPT)، موتوری که به ChatGPT جان می‌بخشد، دوران جدیدی را در چشم‌انداز هوش مصنوعی نوید داد (براون و همکاران[7]، ۲۰۲۰).

این مدل‌های در مقیاس بزرگ، ظرفیت بی‌سابقه‌ای برای تولید متن‌های انسان‌مانند را نشان می‌دهند و فناوری هوش مصنوعی را برای عموم و نه فقط دانشمندان رایانه قابل دسترس‌تر و قابل استفاده‌تر می‌کنند. موفقیت این مدل‌ها باعث ایجاد فضای رقابتی در میان شرکت‌های فناوری پیشرو شده است که هر کدام برای توسعه و استقرار پیشرفته‌ترین فناوری‌های هوش مصنوعی رقابت می‌کنند. این رقابت نه تنها باعث پیشرفت فناوری می شود، بلکه به محبوبیت برنامه‌های هوش مصنوعی در زندگی روزمره نیز کمک می‌کند.

چگونه هوش مصنوعی می‌تواند به تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی کمک کند

هوش مصنوعی تغییرات عمیقی را در بخش‌های مختلف، از جمله مراقبت‌های بهداشتی، خودرو، خرده‌فروشی، مالی و سرگرمی ایجاد کرده است (جیانگ و همکاران[8]، ۲۰۱۷). جای تعجب نیست که تحلیل عملکرد ورزشی نیز عمیقاً

1- Muthukrishnan, Maleki, Ovens, Reinhold, Forghani, & Forghani
2- McCulloch, & Pitts,
3- Turing
4- Rosenblatt
5- Russell, & Norvig
6- Janiesch
7- Brown & etal
8- Jiang& etal

تحت تأثیر قرار گرفته است (پلاکیاس و همکاران[1]، ۲۰۲۳). کاربردهای هوش مصنوعی در تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی گسترده و متنوع است و روش‌های سنتی را در جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها تغییر می‌دهد. فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی یک تغییر کارآمد از روش‌های دستی و مستعد تعصب به جمع‌آوری دقیق داده‌ها در مقیاس بزرگ را ارائه می‌دهند. با این حال، ارزش هوش مصنوعی فراتر از جمع‌آوری داده‌ها است. نقطه قوت دیگر در پردازش و تفسیر داده‌ها نهفته است (سورنتینو و همکاران[2]، ۲۰۰۵). تکنیک‌های مدرن جمع‌آوری داده‌ها اغلب حجم عظیمی از داده‌ها را تولید می‌کنند که فراتر از توانایی‌های انسان برای رسیدگی و هضم است. هوش مصنوعی این چالش را با خودکارسازی تجزیه و تحلیل داده‌ها، مشابه داده کاوی، شناسایی الگوها و روندهایی که ممکن است نادیده گرفته شوند، برطرف می‌کند (رادفورد و همکاران[3]، ۲۰۱۹). این فرآیند تحلیلی نه تنها حجم داده‌ها را کاهش می‌دهد، بلکه می‌تواند الگوهای پنهان را نیز آشکار کند و بینش‌های ارزشمندی را برای بهبود عملکرد و برنامه‌ریزی استراتژی ارائه دهد. علاوه بر این، ظرفیت یادگیری هوش مصنوعی از داده‌های گذشته به طور قابل توجهی توانایی‌های پیش‌بینی آن را تقویت می‌کند و در طول زمان تفاسیر روشن‌تری را به دست می‌دهد.

برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی این پتانسیل را دارند که روش‌های سنتی تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی را افزایش دهند. تجزیه و تحلیل ویدیو را قادر می‌سازد تا سریع‌تر، دقیق‌تر و جامع‌تر شود، و جایگزین بررسی‌های دستی وقت‌گیر و بالقوه جانبدارانه شود (گودلاو[4]، ۲۰۱۸). از طریق الگوریتم‌های یادگیری ماشین، بینایی رایانه می‌تواند بازیکنان و اشیاء را شناسایی و ردیابی کند، حرکات را تجزیه و تحلیل کند و اطلاعات بی‌درنگ استخراج کند (لکون، بینگو، و هینتون[5]، ۲۰۱۵).

این تکنیک‌ها درک دقیقی از حرکات بازیکن، تشکیل تیم و تاکتیک‌ها ارائه می‌دهند که به طور قابل توجهی برنامه‌ریزی استراتژیک را غنی می‌کند. این الگوریتم‌ها همچنین می‌توانند الگوهایی را در بازی تیم مقابل تشخیص دهند و بینش‌های ارزشمندی را برای برنامه‌ریزی استراتژی رقابتی ارائه دهند که روش‌های سنتی متکی به تحلیل ذهنی انسانی، ممکن است آن‌ها را درک نکنند. هوش مصنوعی همچنین می‌تواند برای تشخیص حرکات ورزشی خاص استفاده شود (لکون و همکاران، ۲۰۱۵) که می‌تواند برای پیاده‌سازی سیستم‌های نیمه اتوماتیک و اتوماتیک مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، قابلیت‌های بینایی کامپیوتر به پیشگیری از آسیب و توان‌بخشی، تجزیه و تحلیل بیومکانیک حرکت بازیکن، شناسایی الگوهای بالقوه مضر و پیشنهاد تغییرات تکنیک یا تنظیمات رژیم آموزشی گسترش می‌یابد (لوپز-والنسیانو، و همکاران[6]، ۲۰۱۸). تکنیک‌های بینایی کامپیوتری مبتنی بر هوش مصنوعی به طور قابل‌توجهی دامنه و عمق تجزیه و تحلیل عملکرد در ورزش را گسترش می‌دهند، برنامه‌ریزی استراتژیک دقیق را ترویج می‌کنند، ایمنی بازیکنان را افزایش می‌دهند و عملکرد کلی تیم را بهبود می‌بخشند.

هوش مصنوعی دارای پتانسیل قابل توجهی برای ساده کردن تجزیه و تحلیل نمادها است و کارایی و دقت آن را با خودکار کردن فرآیند پیچیده تشخیص و حاشیه نویسی رویدادهای گسسته افزایش می دهد. به عنوان مثال، الگوریتم‌های یادگیری ماشین و بینایی کامپیوتری می‌توانند به‌طور دقیق نمونه‌هایی از اقدامات خاص را شناسایی و یادداشت کنند (نایک، هاشمی، و بوکده[7]، ۲۰۲۲). مانند کمک در فوتبال، پرتاب بسکتبال، یا تکنیک‌های شنا (وانگ ولی[8]، ۲۰۲۲). علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند حجم وسیعی از داده‌ها را مدیریت و بررسی کند و بینش جامعی را در مورد اثربخشی تاکتیک‌ها، استراتژی‌ها و اقدامات بازیکن ارائه دهد. به عنوان مثال، هوش

1- Plakias & etal
2- Sorrentino & etal
3- Radford & etal
4- Goodfellow
5- LeCun, Bengio, & Hinton
6- López-Valenciano & etal
7- Naik, Hashmi, & Bokde
8- Wang, & Li

مصنوعی می‌تواند هزاران ساعت از فیلم بازی را برای تعیین میزان موفقیت یک استراتژی یا تاکتیک خاص تجزیه و تحلیل کند (پای، چانگلیائو، و لین[1]، ۲۰۱۷). به طور مشابه، هوش مصنوعی این پتانسیل را دارد که تجزیه و تحلیل حرکت زمان را متحول کند و آن را کارآمدتر و پیش بینی کند، در نتیجه تبدیل به ابزار بسیار مؤثرتری برای ارزیابی عملکرد فیزیکی بازیکنان می‌شود. الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند حرکات ورزشکاران را در طول بازی تجزیه و تحلیل کنند، بینش‌های بی‌درنگ در مورد مصرف انرژی آن‌ها ارائه دهند، و سطوح خستگی را پیش‌بینی کنند که منجر به استراتژی‌های بهتر تعویض بازیکن می‌شود. در نهایت، نقش هوش مصنوعی در تجزیه و تحلیل داده‌های دستگاه‌های پوشیدنی متحول‌کننده بوده و تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی در زمان واقعی، پیش‌بینی‌کننده و شخصی‌سازی شده را ارائه می‌دهد. برای مثال، دستگاه‌های پوشیدنی همراه با هوش مصنوعی می‌توانند ضربان قلب، سرعت و سطح اکسیژن ورزشکار را در زمان واقعی ردیابی کنند، خطرات بالقوه سلامتی را بر اساس داده‌های گذشته پیش‌بینی کنند، و برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی‌شده را برای بهینه‌سازی عملکرد و بازیابی پیشنهاد دهند (سشادری و همکاران[2]، ۲۰۱۹). به این ترتیب، هوش مصنوعی جهشی بی‌سابقه در زمینه علوم ورزشی ارائه می‌دهد. بینش هوش مصنوعی صرفاً نظری نیست. آنها کاربردهای عملی در سناریوهای دنیای واقعی دارند، بر استراتژی‌های میدانی تأثیر می‌گذارند و به یک نیروی دگرگون کننده در بخش ورزش تبدیل می‌شوند (کیم پی، گرانز، و میمرت[3]، ۲۰۱۵). قابلیت‌های پیش‌بینی هوش مصنوعی نقشی اساسی در پیشگیری از آسیب بازی می‌کند، با الگوریتم‌هایی که داده‌های دستگاه‌های پوشیدنی را ارزیابی می‌کنند تا خطرات احتمالی آسیب را پیش‌بینی کنند و اصلاحات آموزشی مناسب را توصیه کنند (کلودینو و همکاران[4]، ۲۰۱۹). در طول سال‌ها، ادغام فناوری هوش مصنوعی در تجزیه و تحلیل ورزشی منجر به افزایش تعداد محصولاتی شده است که راه‌حل‌های مختلف را ارائه می‌دهند. به عنوان مثال می‌توان به سیستم‌های مبتنی بر GPS، ابزارهای تجزیه و تحلیل ویدئو، و راه‌حل‌های ردیابی حرکت مانند مواردی که توسط Catapult SportsTM، STATSportsTM، HudlTM، Second SpectrumTM، ShotTrackerTM و KINEXONTM ارائه می‌شود، اشاره کرد. این نوآوری‌ها به طور قابل توجهی گزینه‌های موجود برای مربیان، ورزشکاران و تحلیل‌گران را در پیگیری بهبود عملکرد مبتنی بر داده‌ها گسترش داده است.

در ادامه نکات اصلی فهرست شده، که هوش مصنوعی می‌تواند تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی فعلی را تغییر دهد:

- **جمع آوری داده‌ها:** هوش مصنوعی روش های سنتی جمع آوری داده‌ها را به فرآیندهای دقیق و در مقیاس بزرگ تبدیل می کند و سوگیری دستی را کاهش می‌دهد.
- **تجزیه و تحلیل داده‌های پیشرفته:** هوش مصنوعی تجزیه و تحلیل داده‌ها را خودکار می‌کند، الگوها و روندهای پنهان را در مجموعه داده‌های بزرگ برای بهبود عملکرد و برنامه‌ریزی استراتژی شناسایی می‌کند.
- **تجزیه و تحلیل ویدیوی پیشرفته:** تجزیه و تحلیل ویدیویی مبتنی بر هوش مصنوعی سریع‌تر، دقیق‌تر و جامع‌تر از بررسی‌های دستی است و بینش‌هایی را در مورد حرکات بازیکن، تشکیل تیم و تاکتیک‌ها ارائه می‌دهد.
- **تجزیه و تحلیل نماد:** هوش مصنوعی تجزیه و تحلیل نمادها را با خودکار کردن تشخیص و حاشیه نویسی اقدامات خاص ساده می کند و کارایی و دقت را بهبود می بخشد .
- **تجزیه و تحلیل زمان حرکت:** هوش مصنوعی با ارائه بینش در زمان واقعی در مورد مصرف انرژی و سطوح خستگی ورزشکاران، تجزیه و تحلیل حرکت زمان را متحول می کند، که منجر به استراتژی های بهتر تعویض بازیکن می‌شود.
- **تجزیه و تحلیل داده‌های دستگاه‌های پوشیدنی:** هوش مصنوعی داده‌های بی‌درنگ دستگاه‌های

1- Pai, ChangLiao, & Lin
2- Seshadri & etal
3- Kempe, Grunz, & Memmert
4- Claudino & etal

پوشیدنی را تجزیه و تحلیل می‌کند، خطرات بالقوه سلامتی را پیش‌بینی می‌کند و برنامه‌های آموزشی شخصی‌شده را پیشنهاد می‌کند.

- **پیشگیری از آسیب:** هوش مصنوعی در بینایی کامپیوتر، بیومکانیک بازیکن را تجزیه و تحلیل می‌کند، الگوهای مضر را شناسایی می‌کند و تغییرات تکنیکی را پیشنهاد می‌کند و ایمنی بازیکن را افزایش می‌دهد.

واقعیت مجازی (VR) و واقعیت افزوده (AR) در تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی

VR یک فناوری است که کاربران را در محیط‌های کامپیوتری غوطه‌ور می‌کند، از مرزهای واقعیت فیزیکی فراتر می‌رود و تجارب و تعامل کاربران از جمله نشانه‌های بصری، شنیداری و لامسه را افزایش می‌دهد (راوشنابل، فلیکس، هینسچ، شهاب، و آلت[1]، ۲۰۲۲). این سیستم شامل دسته های مختلف سیستم، از جمله سیستم های غیر غوطه ور، نیمه غوطه ور، و سیستم های کاملاً غوطه ور است. از سوی دیگر، AR را می توان به عنوان تلفیقی پویا از مجازی و واقعی تعریف کرد که به طور یکپارچه موجودیت های مجازی را در محیط های دنیای واقعی در زمان واقعی یکپارچه می کند و کاربران را قادر می سازد با هر دو دامنه تعامل داشته باشند (میلگرام، تاکمورا، آتسومی، و کیشینو[2]، ۱۹۹۵).

مفهوم واقعیت مجازی به دهه ۱۹۶۰ بازمی گردد، زمانی که مورتون هیلیگ، فیلمبردار آمریکایی، Sensorama را ایجاد کرد - یک وسیله مکانیکی با هدف ارائه یک تجربه چندحسی از طریق تصاویر سه بعدی استریوسکوپی، صداها، بوها و حتی ارتعاشات (گوتیرز[3]، ۲۰۲۳). در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰، ایوان ساترلند چیزی را توسعه داد که اغلب اولین سیستم نمایشگر واقعی روی سر (HMD) به نام «شمشیر داموکلس» نامیده می‌شود. با این حال، تا دهه‌های ۱۹۸۰-۱۹۹۰ بود که فناوری VR با پیشرفت‌هایی در گرافیک کامپیوتری، فناوری نمایشگر و دستگاه‌های تعاملی شکل ملموس‌تری به خود گرفت. در واقع، اصطلاح "واقعیت مجازی" تنها در دهه ۱۹۹۰ توسط لنیر[4] (۱۹۹۲) ابداع شد. همچنین، در دهه ۱۹۹۰، سیستم‌های محیط مجازی خودکار کامپیوتری (CAVE) معرفی شدند که یک محیط کاملاً فراگیر را ارائه می‌کردند (کروز نیارا، ساندین، دیفانتی، کنیون، و هارت[5]، ۱۹۹۲). این فناوری کاربران را قادر می‌سازد تا محیط‌های سه‌بعدی تولید شده توسط رایانه را در یک مکعب بزرگ که توسط چندین صفحه نمایش تشکیل شده است، کاملاً تجربه کرده و با آن‌ها تعامل داشته باشند. همانطور که کاربران به طور فیزیکی وارد این مکعب طرح ریزی می شوند، کاملاً توسط محیط مجازی احاطه می شوند و حس طبیعی و واقعی تری از بودن پیدا می کنند (بیدو، و همکاران[6]، ۲۰۱۸). به طور مشابه، مفهوم AR به دهه ۱۹۵۰ برمی گردد، با این اصطلاح که توسط تیم کودل و دیوید میزل در سال ۱۹۹۰ ابداع شد (بریمن[7]، ۲۰۱۲). سیستم‌های واقعیت افزوده می‌توانند سیستم‌های ویدیویی شفاف و مبتنی بر مانیتور روی سر نصب شوند (درگان، بانسال، کومار، میتال، و کومار[8]، ۲۰۲۳). در حالی که برخی تفاوت های مفهومی بین VR و AR وجود دارد، هر دو فناوری یک هدف مشترک دارند: افزایش تجربیات کاربر با گسترش امکانات فراتر از دنیای فیزیکی از طریق تعاملات یکپارچه و هماهنگ (آزوما[9]، ۱۹۹۷). در واقع، برخی استدلال می‌کنند که هر دو باید توسط یک چارچوب جامع تحت عنوان «XR» محصور شوند، جایی که X به عنوان یک مکان‌دار برای هر واقعیت عمل می‌کند. بدیهی است که توسعه هر دو VR و AR بر یک رابطه ذاتی با فناوری‌های نوظهور متکی است. در نتیجه، استفاده گسترده از این فناوری‌ها به در دسترس بودن تجاری دستگاه‌های مرتبط بستگی دارد. در دهه‌های اخیر، پیشرفت قابل‌توجهی در چشم‌انداز واقعیت مجازی و واقعیت افزوده صورت گرفته

1- Rauschnabel, Felix, Hinsch, Shahab, & Alt
2- Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino
3- Gutierrez
4- Lanier
5- Cruz-Neira, Sandin, DeFanti, Kenyon, & Hart
6- Bideau & etal
7- Berryman
8- Dargan, Bansal, Kumar, Mittal, & Kumar
9- Azuma

است که منجر به ایجاد انواع دستگاه‌هایی با سطوح مختلف غوطه‌وری و عملکرد شده است.
(جدول ۲). از تلاش‌های پیشگام SEGA VR و Google Glass گرفته تا HoloLens جدیدتر مایکروسافت و Meta Quest ۲ & ۳ و Apple Vision Pro اخیراً معرفی شده، این دستگاه‌ها این قدرت را دارند که نحوه درک و تعامل ما با فضای مجازی و واقعی را تغییر دهند. جهان، راه را برای کاربردهای نوآورانه در زمینه‌هایی مانند؛ پزشکی و فیزیوتراپی تولید، سرگرمی، ورزش و آموزش هموار می‌کند (تاناکا و همکاران[1]، ۲۰۱۲).

جدول (۲): مجازی و واقعیت افزوده تجاری در سال‌های اخیر

واقعیت افزوده (AR)		واقعیت مجازی (VR)	
Google Glass[2] (۲۰۱۳)	دستگاه AR پوشیدنی با نمایش‌گر روی سر دسترسی بدون دست به اطلاعات دیجیتال تعامل با عناصر مجازی در دنیای واقعی	Google Cardboard (۲۰۱۴)	نمایش‌گر واقعیت مجازی ارزان قیمت ساخته شده از مقوا برای استفاده با گوشی‌های هوشمند طراحی شده
هولولنز مایکروسافت[3] (۲۰۱۶)	تصاویر هولوگرافیک تعاملی را پوشش می‌دهد بهره وری و همکاری را افزایش می‌دهد	Zeiss VR One (۲۰۱۴)	هدست های واقعیت مجازی برای کاربردهای مختلف طراحی شدند اپتیک با کیفیت و طراحی ارگونومیک
Magic Leap One (۲۰۱۸)	سیستم AR که اشیاء مجازی را روی هم قرار می دهد میدان دید و تعامل بهبود یافته است	Samsung Gear VR (۲۰۱۵)	هدست واقعیت مجازی با همکاری Oculus ساخته شده است برای گوشی‌های هوشمند سامسونگ طراحی شد
مایکروسافت هولولنز (۲۰۱۹)	نسخه ارتقا یافته با ویژگی های بهبود یافته تهیه غذا برای برنامه های کاربردی و خلاقانه	Oculus Rift (۲۰۱۶)	هدست VR با ارائه تجربیات همهجانبه حرکات سر و دست را دنبال می کند به طور عمده روی بازی تمرکز کنید
Apple Vison PRO (۲۰۲۳)	ترکیبی از AR و VR صرفا ردیابی دستی	HTC Vive (۲۰۱۶)	غوطه وری با کیفیت بالا با ردیابی حرکت کنترل کننده‌های حسگر حرکت برای تعامل
		پلی استیشن وی آر (۲۰۱۶)	هدست واقعیت مجازی برای کنسول‌های بازی پلی استیشن آوردن VR به مخاطبان گیمینگ بیشتر
		Oculus Quest (۲۰۱۹)	هدست VR مستقل بدون نیاز به سنسور خارجی یا کامپیوتر
		Valve Index (۲۰۱۹)	سیستم واقعیت مجازی پیشرفته با ردیابی دقیق کنترلرهای ردیابی انگشت و تصاویر با کیفیت
		Meta ۲ Quest (۲۰۲۰)	هدست VR مستقل بدون نیاز به سنسور خارجی یا کامپیوتر از Oculus Quest ارتقا دهید
		Apple Vison PRO (۲۰۲۳)	ترکیبی از AR و VR صرفا ردیابی دستی

1- Tanaka, & etal

۲- گوگل گلس (در برخی منابع فارسی عینک گوگل) (به انگلیسی: Google Glass) یا پروژه عینک (به انگلیسی: Project Glass) یک برنامه تحقیقاتی است که مربوط به تولید اولیه ساخت و نمایش یک نمایشگر سربند سربند (نمایشگر سربند-mounted) است. و توسط شرکت گوگل پشتیبانی می‌شود. اگر چه چنین نمایشگرهایی برای افزوده‌ها، ایده‌های جدید هستند، اما توجه رسانه‌ها را به خود جلب می‌کند.

3- Microsoft HoloLens

بدیهی است که تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی نیز از توسعه و همگرایی VR و AR سود می برد و قلمرو جدیدی از امکانات را برای افزایش آموزش، توسعه مهارت‌ها و عملکرد کلی ورزشی باز می‌کند (میچالسکی، اسزپاک، و لوتسچر[1]، ۲۰۱۹).

چگونه VR و AR می‌توانند به تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی کمک کنند

فن‌آوری‌های واقعیت مجازی و واقعیت افزوده نویدبخش انقلابی در مربیگری، آموزش و تحلیل عملکرد ورزشی هستند. این فناوری‌ها در حال تغییر روش‌های سنتی (پانچوک، کلوسمان، هادلو[2]، ۲۰۱۸). با تمرکز اولیه بر مربیگری، آموزش و ارتقای مهارت هستند (میچالسکی و همکاران، ۲۰۱۹).

با استفاده از VR و AR، متخصصان ورزش می‌توانند محیط‌های همه جانبه‌ای ایجاد کنند که عملکرد ورزشکاران را به روش‌های مختلف بهینه می‌کند (فاور، لیمبال، بیدیو، و کولپا[3]، ۲۰۲۰). اینها شامل؛ بهبود پویایی تیم، اصلاح مهارت‌های فردی و به حداقل رساندن خطرات آسیب از طریق مدل‌های پیشگیرانه و توانبخشی است (پیج، بیمیر، ترمپ[4]، ۲۰۱۹). این فناوری‌ها به‌عنوان ابزارهای آموزشی ارزشمندی عمل می‌کنند که به اصلاح استراتژی، توسعه تاکتیک‌ها و تمرین پاسخ‌گویی در زمان واقعی در محیط‌های به‌دقت کنترل‌شده اجازه می‌دهند (تاچر، ایوانو، زروای و میلز[5]، ۲۰۲۰).

در واقع، VR می‌تواند محیط‌هایی را برای به چالش کشیدن آموزش با دستکاری محدودیت‌ها در موقعیت‌های پیچیده و پویا بازسازی کند، بنابراین سناریوهای قابل تکرار خاصی ایجاد می‌کند (پراوست و فاکت[6]، ۲۰۲۳). از سوی دیگر، AR می‌تواند اطلاعات بلادرنگ را برای ورزشکاران فراهم کند و به عنوان کمک مربی عمل کند. همچنین مزایایی را برای مربیان و بازیکنان به طور یکسان ارائه می‌دهد (ساوان و همکاران[7]، ۲۰۲۰). ورزشکاران با دریافت بازخورد بلادرنگ و داده‌های عملکردی که مستقیماً در میدان دیدشان نمایش داده می‌شوند، سود می‌برند و به آنها قدرت می‌دهد تا در طول جلسات تمرین تنظیمات را در حین پرواز انجام دهند. در همین حال، مربیان از قابلیت‌های AR برای تشریح استراتژی‌های بازی، تجسم نشانگرها و خطوط مجازی استفاده می‌کنند که بینش‌هایی در مورد موقعیت‌یابی و تاکتیک‌ها ارائه می‌دهند. حتی برای تماشاگران، AR با همپوشانی پخش زنده با گرافیک و آمار پویا، تجربه تماشا را غنی‌تر می‌کند و بینش عمیق‌تری از بازی ارائه می‌دهد (گوبرت[8]، ۲۰۲۰). هر دو واقعیت مجازی و واقعیت افزوده می‌توانند تجربه‌های همه‌جانبه‌ای را ارائه دهند و ورزشکاران را به تنظیمات شبیه‌سازی‌شده به‌دقت، مانند عرصه‌های مجازی یا پیکربندی‌های تمرینی کنترل‌شده منتقل کنند. این را می‌توان با استفاده از سطوح و تنظیمات مختلف، از استفاده از VR ۳۶۰ درجه، فیلم‌های ویدئویی در دنیای واقعی از یک محیط خاص که از قبل ضبط شده است، تا VR متحرک، تصاویر رندر شده توسط کامپیوتر که مطابق با کاربران تغییر می‌کند، به دست آورد. اقدامات (فورتس و همکاران[9]، ۲۰۲۱). در دومی، محیط‌ها می‌توانند به طور پیچیده ورودی‌های حسی و احساسات فیزیکی را تکرار کنند، و به ورزشکاران این امکان را می‌دهند که توانایی‌ها و فرآیندهای تصمیم‌گیری خود را به گونه‌ای تنظیم کنند که بازخورد آنی را فراهم کند و بهبود مهارت را ارتقا دهد (وود و همکاران[10]، ۲۰۲۱). این تعامل پویا بین دنیای ورزش و قلمرو مجازی، راه بی‌سابقه‌ای را برای یادگیری و پیشرفت ایجاد می‌کند و با این حال، اثربخشی فناوری VR در ورزش تحت تأثیر عوامل بی‌شماری است که کاربرد آن را در سناریوهای دنیای واقعی تعیین می‌کنند. این عوامل، از زمان واکنش

1- Michalski, Szpak, & Loetscher
2- Panchuk, Klusemann, & Hadlow
3- Faure, Limballe, Bideau, & Kulpa
4- Pagé, Bernier, & Trempe
5- Thatcher, Ivanov, Szerovay, & Mills
6- Provost, & Fawcett,
7- Sawan & etal
8- Goebert
9- Fortes & etal
10- Wood & etal

و پیش‌بینی گرفته تا سطح تخصص و زمینه محیطی، باید به طور روشمند اندازه‌گیری و درک شوند تا پتانسیل آموزش مجازی به حداکثر برسد. تأثیر متقابل این متغیرها نقش اساسی در شکل دادن به نحوه واکنش ورزشکاران به رویدادهای متنوع ارائه شده در سناریوهای مجازی دارد (تاناکا[1]، ۲۰۱۷). در حالی که امیدوارکننده است، ذکر این نکته مهم است که آموزش واقعیت مجازی برای تمرین در همه ورزش‌ها مفید یا کاربردی نیست. به عنوان مثال، ورزش‌های آبی مانند شنا را نمی‌توان در محیط‌های مجازی آموزش داد. وضعیت فعلی فناوری همچنین شبیه‌سازی آموزش مهارت‌ها را با تکیه بر بازخورد لمسی بسیار دقیق و تعاملات چند نفره چالش برانگیز می‌کند. محدودیت‌های فنی و هزینه‌های مرتبط با ایجاد محیط‌های آموزشی مجازی، مانع مهمی برای جذب در تمرینات ورزشی VR است. علاوه بر این، پذیرش فناوری توسط مربیان به نظر بزرگ‌ترین مانع است (دوکینگ، هالمبرگ، و اسپرلیچ[2]، ۲۰۱۸). علاوه بر این، انتقال مهارت از دنیای مجازی به دنیای واقعی هنوز مورد بحث است، و یک پایگاه شواهد کوچک از استفاده از آن در افزایش عملکرد ورزشی حمایت می‌کند و با این حال، بحث در مورد استفاده از VR در تنظیمات توانبخشی اخیراً به طور قابل توجهی رشد کرده است که نشان می‌دهد که محیط‌های مجازی می‌توانند از این منظر مفید باشند (اندرسون، گراسمان، ماتجکا، و فیزماری[3]، ۲۰۱۳).

هنگام در نظر گرفتن پتانسیل AR در ورزش، یک راه جالب ظاهر می‌شود، در حالی که VR اغلب ورزشکاران را به محیط‌های کاملا مجازی منتقل می‌کند، AR با قرار دادن اطلاعات دیجیتال بر روی محیط فیزیکی، دنیای واقعی را بهبود می‌بخشد، این فناوری می‌تواند برای ارائه داده‌ها، آمار و نشانه‌های بصری در زمان واقعی به طور مستقیم در میدان دید ورزشکار مورد استفاده قرار گیرد. تصور کنید یک بازیکن فوتبال در حین حضور در زمین، بینش‌های تاکتیکی فوری دریافت می‌کند یا دوچرخه‌سوارانی که معیارهای عملکرد مهمی را روی عینک‌هایش نشان می‌دهند. AR این پتانسیل را دارد که به ورزشکاران دسترسی فوری به اطلاعات ارزشمند، افزایش تصمیم‌گیری و عملکرد کلی را ارائه دهد (چن و همکاران[4]، ۲۰۲۱). در حالی که کاربردهای واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در ورزش عمدتاً بر تمرینات بدنی متمرکز شده است، حوزه ناشناخته وسیعی با پتانسیل قابل توجهی در مهار این فناوری‌ها برای پرورش آگاهی شناختی و آمادگی روانی نهفته است. با تجسم داده‌های عملکرد و ایجاد سناریوهای شبیه‌سازی شده، ورزشکاران می‌توانند درک شناختی خود را از ورزش تقویت کنند، مهارت‌های تصمیم‌گیری خود را تقویت کنند و استقامت ذهنی را برای موقعیت‌های پرفشار توسعه دهند. این قلمرو ناشناخته، مرز امیدوارکننده‌ای برای توسعه ورزشکاران مبتنی بر فناوری است و شکاف بین قدرت فیزیکی و هوش ذهنی را پر می‌کند (لنوری، باسزارد، رید، و فاروو[5]، ۲۰۲۱). در ادامه نکات اصلی را که در آن VR و AR می‌توانند تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی فعلی را تغییر دهند فهرست شده است.

- **ایجاد محیط‌های آموزشی و مربی‌گری فراگیر:** فناوری‌های واقعیت مجازی و واقعیت افزوده، ورزشکاران را در سناریوهای تمرینی واقع‌بینانه غوطه‌ور می‌کنند و بازخورد مربی‌گری را در زمان واقعی ارائه می‌دهند.
- **توسعه مهارت و استراتژی:** این فناوری‌ها سناریوهای تعاملی و قابل تکراری را ارائه می‌کنند که مهارت‌های ورزشکاران را به چالش می‌کشد و بهبود می‌بخشد. همچنین برای تجسم سناریوهای بازی، موقعیت‌یابی و تاکتیک‌ها به صورت جامع و تعاملی باشد.
- **ارائه بینش تاکتیکی:** AR اطلاعات دیجیتال را بر روی محیط فیزیکی قرار می دهد و به ورزشکاران در تصمیم‌گیری استراتژیک در طول بازی کمک می‌کند.
- **ارائه بازخورد ورزشکاران در زمان واقعی:** ورزشکاران بازخورد فوری و داده‌های عملکرد را در میدان دید خود دریافت نموده و امکان تنظیم در طول تمرین را فراهم می‌کند.
- **تسهیل تصمیم‌گیری مبتنی بر داده:** مربیان و ورزشکاران می‌توانند با دسترسی به معیارهای عملکرد

1- Tanaka
2- Düking, Holmberg, & Sperlich
3- Anderson, Grossman, Matejka, & Fitzmauric
4- Chen & etal
5- Le Noury, Buszard, Reid, & Farrow

جامع و بینش‌های تاکتیکی تصمیمات آگاهانه بگیرند.

- **پشتیبانی از توانبخشی:** VR و AR را می‌توان برای کمک به پیشگیری از آسیب و توانبخشی استفاده کرد.
- **پرکردن شکاف بین آمادگی جسمانی و ذهنی:** VR و AR آگاهی شناختی و آمادگی روانی را توسعه می‌دهند و تمرینات بدنی را برای موقعیت‌های پرفشار تکمیل می‌کنند.
- **تجسم داده‌های عملکرد:** واقعیت مجازی و واقعیت افزوده به ورزشکاران کمک می‌کنند تا داده‌های عملکرد را بهتر درک کنند، تصمیم‌گیری و دقت ذهنی آن‌ها را افزایش می‌دهد.
- **غنی‌سازی تجربه‌های تماشاگر:** AR با همپوشانی پخش زنده با گرافیک و آمار پویا، تجربه تماشای تماشاگران را افزایش می‌دهد و بینش عمیق‌تری از بازی ارائه می‌دهد.

تجسم داده‌ها (DV) در تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی

یک تصویر ارزش هزار کلمه است: DV یک فرآیند چندوجهی است که شامل نمایش داده ها و اطلاعات از طریق عناصر بصری مانند؛ نمودارها و نقشه‌ها می‌شود (ایسیچه‌ای، ۲۰۲۲). هدف این رویکرد ترجمه مجموعه داده‌های پیچیده به قالب‌های قابل دسترسی بصری است، در نتیجه درک و استخراج بینش را تسهیل می‌کند. یک DV خوب فراتر از استفاده از گرافیک است. این تلاشی برای بازنمایی و هضم داده‌های پیچیده به شکلی است که به راحتی قابل درک است، که اغلب تنها به یک نگاه نیاز دارد و در عین حال یک روایت کامل برای رویداد ارائه شده، تولید می‌کند (نیمفیوس و جوردان[1]، ۲۰۲۰). درست مانند یک داستان نویس ماهر، DV یک داستان مفصل ایجاد می‌کند و توجه بیننده را به بینش‌های معنی‌دار هدایت می‌کند. DV به ظرفیت ذاتی انسان برای تشخیص الگوها و روابط از محرک‌های بصری متکی است (برتامینی و مکین[2]، ۲۰۱۴). بنابراین، DV به عنوان یک ابزار سازنده برای انتقال اطلاعات مبتنی بر داده ظاهر می‌شود. در واقع، DV اولین گام در طول فرآیند تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی، انجام خلاصه‌سازی مجموعه داده‌ها، کشف الگوها، و شناسایی روندها یا ناهنجاری‌ها است (پرین و همکاران[3]، ۲۰۱۸). درک ویژگی‌های اصلی داده ها، مانند توزیع آنها، روابط بین متغیرها، نقاط دورافتاده بالقوه، و ایجاد فرضیه، قبل از ادامه تحلیل یا مدل‌سازی آماری رسمی مفید است.

ویلیام پلیفر- یک مهندس و اقتصاددان سیاسی اسکاتلندی- اغلب به عنوان «پدر تجسم داده‌ها» در نظر گرفته می‌شود. او چندین مفهوم اساسی را در گرافیک آماری، از جمله؛ نمودار خطی، نمودار میله‌ای و نمودار دایره‌ای، در اواخر دهه ۱۸۰۰ معرفی و زمینه را ایجاد کرد. برای تکنیک‌های اولیه DV که امروزه به طور گسترده استفاده می‌کنید (اسپنس[4]، ۲۰۰۶).

پیشرفت‌ها در فن‌آوری کامپیوتر، تکنیک‌های DV را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داده است، و امکان ایجاد نمایش‌های بصری پیچیده‌تر و تعاملی‌تر، و امکان کاوش و درک عمیق‌تر مجموعه داده‌های پیچیده را فراهم می‌کند (پرین و همکاران، ۲۰۱۸). امروزه، مجموعه متنوعی از تکنیک‌های تجسم وجود دارد (همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است)، هر کدام دارای ویژگی‌های متمایزی هستند که آنها را برای برجسته کردن جنبه‌های مختلف مجموعه داده مناسب می‌سازد. DV قدرتمند را می‌توان با استفاده از محصولات مستقل (مانند: Tableau، Power BI، و Google Data Studio) یا با استفاده از بسته‌های برنامه‌نویسی مختلف برای فناوری‌های مختلف (به عنوان مثال، D۳.js، matplotlib، Seaborn، Plotly، ggplot۲، R Shiny) ایجاد کرد (هیر و شاندرمان[5]، ۲۰۱۲).

علاوه بر آن، این تکنیک‌ها را می‌توان برای ایجاد داشبوردهای جامع ترکیب کرد - رابط‌های تعاملی که بینش‌های تلفیقی را ارائه می‌دهند، امکان نظارت بر معیارهای بی‌درنگ و تصمیم‌گیری آگاهانه در حوزه‌های مختلف و اینفوگرافیک‌ها را فراهم می‌آورند و اطلاعات پیچیده را به گرافیک‌های بصری جذاب متراکم می‌کنند و به درک آسان آن کمک می‌کنند. روایت‌های داده محور در حالی که داشبوردها نماهای پویا از تغییر داده ها را ارائه

1- Nimphius, & Jordan
2- Bertamini, & Makin
3- Perin & etal
4- Spence
5- Heer, & Shneiderman

می‌دهند، اینفوگرافیک‌ها اطلاعات ثابت را به تصاویری جذاب تقطیر می‌کنند (وینوئه[1]، ۲۰۲۰).

چگونه DV می‌تواند به روش سنتی تحلیل عملکرد ورزشی کمک کند

DV می‌تواند داده‌های پیچیده را با ارائه آن‌ها در تصاویر بصری قابل درک ساده کند (دو یوان[2]، ۲۰۲۱). هدف اصلی آن استخراج بینش‌های ارزشمند از مجموعه داده‌ها، تجهیز مربیان، ورزشکاران و تحلیل‌گران به ابزارهایی برای تصمیم‌گیری آگاهانه بر اساس الگوهای داده‌ها و روندها است (پوخارل و ژوو[3]، ۲۰۱۸). در حالی که آمارهای سنتی برای به تصویر کشیدن پیچیدگی‌های عملکرد ورزشی تلاش می‌کردند، تجسم‌هایی مانند؛ نقشه‌های حرارتی، نمودارهای پراکندگی و مسیرهای حرکت، بینش‌های پنهان را آشکار کرده‌اند (تانی، هانگ، و کاواگوو[4]، ۲۰۱۴). به عنوان مثال، نقشه‌های حرارتی حرکات ورزشکار را در زمین به وضوح نشان می‌دهد و مربیان را قادر می‌سازد، تاکتیک‌ها و استراتژی‌های موقعیت‌یابی را شناسایی کنند.

DV از داده‌های عددی فراتر می‌رود تا روایت‌های فریبنده را ببافد. با آماده‌سازی و مدل‌سازی دقیق داده‌ها، تصاویری را ایجاد می‌کند که به بازیکنان، مربیان، مقامات، تحلیل‌گران و طرفداران درک عمیق‌تر و همه‌جانبه‌تری از بازی و عملکرد می‌دهد. همانطور که توسط پرین و همکاران توضیح داده شده است (بازول و ساپه[5]، ۲۰۱۶). انواع مختلفی از داده‌ها را می‌توان جمع‌آوری کرد، از جمله داده‌های باکس امتیاز، داده‌های ردیابی، و متا داده، که هر کدام روایت‌های جدیدی را برای کاوش عمیق، مانند؛ کالبد شکافی داده‌های ردیابی، نمایش رویدادها، مسیرها، و دیدگاه‌های بازیکن ارائه می‌دهند، و غنی‌سازی بیشتر آنها با اطلاعات خاص و نمایش‌های گرافیکی است. نمونه‌های قابل توجه گستردگی داده‌های جمع‌آوری‌شده را نشان می‌دهند، از جمله نماهای دادگاه، توالی رویدادهای زمانی، الگوهای شلیک بازیکن، و تحلیل متنی بازی به بازی (لیو، ۲۰۲۳). اساس DV قدرتمند در داده‌های ورزشی اولیه نهفته است - معدن طلایی که از ابزارهای پوشیدنی، سیستم‌های ردیابی و ضبط‌های ویدیویی منشأ می‌گیرد. این داده‌ها موقعیت‌های بازیکن، سرعت، ضربان قلب، مسافت طی شده، تلاش برای شوت و موارد دیگر را دربرمی‌گیرد. برای ایجاد DV موثر، داده‌های خام باید تحت تمیز کردن و سازماندهی دقیق قرار گیرند تا از دقت و نمایش بصری معنادار اطمینان حاصل شود. متعاقبا، تکنیک‌های مختلف DV برای انتقال بینش‌های خاص، وارد بازی می‌شوند. برای مثال، داده‌های ردیابی فوتبال به نقشه‌های حرارتی تبدیل می‌شوند که موقعیت‌های بازیکن را به وضوح نشان می‌دهند، با کدگذاری رنگی که سطوح فعالیت را آشکار می‌کند. سرعت اسپرینت، دقت شلیک و سطوح استقامت از طریق نمودارهای پراکنده، نمودارهای خطی و نمودارهای میله‌ای ظاهر می‌شوند. این تجسم‌ها مربیان را قادر می‌سازد تا عملکرد بازیکن و تکامل آن را در طول زمان درک کنند.DV همچنین از داده‌های تاریخی برای ایجاد خطوط روند استفاده می‌کند و به تیم‌ها اجازه می‌دهد نقاط قوت، ضعف و زمینه‌های بهبود را شناسایی کنند. با مقایسه داده‌های گذشته و حال، مربیان و تحلیل‌گران بینش عمیقی در مورد تیم‌ها و بازیکنان فردی به دست می آورند. آمارهای بی‌درنگ ارائه‌شده در داشبوردهای پویا، تصمیم‌گیری بهتر در طول بازی‌ها را تسهیل می‌کند. علاوه بر این، بر اساس روندهای تاریخی، عملکرد فردی بازیکنان، و داده‌های فعلی تیم، پیش‌بینی‌هایی در مورد عملکرد کلی، مشارکت بازیکنان و انتخاب تیم انجام می‌شود.

در ادامه نکات اصلی فهرست شده که DV می‌تواند تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی فعلی را تغییر دهد:

- **تفسیر ساده داده‌ها:** DV داده‌های عملکرد پیچیده را ساده می کند و آن را قابل درک‌تر می‌کند.
- **بینش ارزشمند:** به استخراج بینش‌های ارزشمند از مجموعه داده‌های گسترده کمک می‌کند و امکان تصمیم‌گیری مبتنی بر داده در ورزش را فراهم می‌کند.

1- Vinué
2- Du Yuan
3- Pokharel, & Zhu
4- Tani, Huang, & Kawagoe
5- Basole, & Saupe

- **تجزیه و تحلیل تاکتیکی:** نقشه‌های حرارتی، مسیرهای حرکتی و سایر تجسم‌ها، مربیان را قادر می‌سازد تا حرکات، تاکتیک‌ها و استراتژی‌های موقعیت‌یابی بازیکنان را به طور موثر تجزیه و تحلیل کنند.
- **قدرت روایی:** DV فراتر از اعداد است و روایت‌های بصری ایجاد می‌کند که مربیان، ورزشکاران و تحلیل‌گران را قادر می‌سازد تا بینش‌های عمیق‌تری را کشف کنند.
- **تصمیم‌گیری در زمان واقعی:** داشبوردهای پویا با آمار بی‌درنگ به مربیان و تحلیل‌گران کمک می‌کنند تا در طول بازی‌ها تصمیم‌های بهتری بگیرند و از پخش داده‌محور سود ببرند.
- **روندهای داده‌های تاریخی:** DV به شناسایی روندهای تاریخی، نقاط قوت و ضعف کمک می‌کند، به تیم‌ها در برنامه‌ریزی استراتژیک و انتخاب بازیکن کمک می‌کند.
- **تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده:** DV می‌تواند پیش‌بینی‌های مربوط به عملکرد کلی، مشارکت بازیکنان فردی و انتخاب‌های تیمی را بر اساس داده‌های تاریخی و فعلی فعال کند.

۳- یافته‌های تحقیق

هدف اصلی این مقاله بررسی نقش محوری فناوری‌های نوظهور مستمر مانند: AR، VR، AI و DV در بهبود تحلیل عملکرد ورزشی بود. این فناوری‌ها در طول سه دهه گذشته توسعه گسترده‌ای را تجربه کرده‌اند، به ویژه در زمینه‌های تکنیک‌های علوم کامپیوتر، کوچک‌سازی و قدرت پردازش (براون و همکاران، ۲۰۲۰). پیشرفت‌های فن‌آوری تحلیل عملکرد ورزشی را به روش‌های مختلفی از جمله جمع‌آوری داده‌ها، پردازش و گزارش‌دهی تحت تأثیر قرار داده است. علاوه بر این، به دلیل در دسترس بودن دستگاه‌های اندازه‌گیری جدید (مانند دوربین‌های با وضوح بالاتر و حس‌گرهای پوشیدنی)، (رایت، ۲۰۲۳). حجم، تنوع و سرعت داده‌ها نیز افزایش یافته است. عصر Big Data چالش‌های هیجان‌انگیزی را برای تحلیل‌گران ورزشی ارائه می‌کند که یکی از موانع اصلی پردازش داده‌های چندرسانه‌ای گسترده و تبدیل آنها به اطلاعات کاربردی، کاربردی و ارزشمند است. در نهایت، این اطلاعات است که به ذینفعان مختلف از جمله ورزشکاران، مربیان، نمایندگان و رسانه‌ها اطلاع رسانی خواهد شد. (براون و همکاران، ۲۰۲۰). اطلاعات با کیفیت می‌تواند به بینش‌های ارزشمندی منجر شود و بینش‌های ارزشمند می‌تواند در دستیابی به اهداف کمک کند. این اهداف در درجه اول می‌توانند از طریق آموزش و بهبود عملکرد مورد توجه قرار گیرند، که نیازمند چرخه مداوم اندازه‌گیری و پردازش داده‌ها است (بنسون، کلامورت، بوسنجاک، و فربر[1]، ۲۰۱۸). بنابراین، با ادامه گسترش مرزهای فناوری، درک اینکه چگونه این ابزارهای فردی از مربیان حمایت می‌کنند و عملکرد ورزشی را افزایش می‌دهند، بسیار مهم است. هنگامی که به صورت هم‌افزایی استفاده می‌شوند، پتانسیل بی‌نظیری برای بهینه‌سازی عملکرد و تصمیم‌گیری ایجاد می‌کنند. وادار کردن مربیان و ورزشکاران به استفاده از نوآوری‌ها ممکن است سخت‌ترین چالش پیش روی تحلیل‌گران عملکرد باشد.

ارتباط متقابل AR، VR، AI و DV یک پلتفرم جامع برای تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی ایجاد می‌کند. هوش مصنوعی به عنوان ستون فقرات جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌های پیشرفته، ویدیوی پیشرفته، و راندمان تجزیه و تحلیل داده‌های نمادین، حرکت زمانی و پوشیدنی (هندریکس و همکاران[2]، ۲۰۲۰). عمل می‌کند. ابزارهای قدرتمند هوش مصنوعی را می‌توان برای پیش‌بینی و پیشگیری از آسیب، توانمندسازی کار تحلیل‌گران با افزایش سرعت پردازش و ارائه تجزیه و تحلیل پیش‌بینی کننده و بازخورد بلادرنگ استفاده کرد. از سوی دیگر، VR و AR، تجربیات آموزشی و مربی‌گری همه جانبه و همچنین تلفیق داده‌ها را در زمان واقعی ارائه می‌دهند (گرینگر، ویسبرگ، استرجیو، و کاتز[3]، ۲۰۲۰). با استفاده صحیح، VR و AR می‌توانند مهارت‌ها و استراتژی‌ها را افزایش دهند، بینش‌های تاکتیکی ارائه دهند، تصمیم‌های مبتنی بر داده را تسهیل کنند، و از توانبخشی و آموزش ذهنی پشتیبانی کنند. در نهایت، تکنیک‌های DV داده‌ها را ساده می‌کنند و منجر به بینش و تحلیل تاکتیکی می‌شوند. آنها قدرت

1- Benson, Clermont, Bošnjak, & Ferber
2- Hendricks & etal
3- Grainger,Weisberg, Stergiou, & Katz

روایت را افزایش می‌دهند، که هنگام ترجمه داده‌ها به اطلاعات برای تصمیم‌گیری های بلادرنگ و پیش‌بینی‌های تاریخی بسیار مهم است.

در حالی که این فناوری‌ها به‌طور جداگانه به حوزه تحلیل عملکرد ورزشی کمک می‌کنند، قدرت واقعی آن‌ها زمانی آشکار می‌شود که به‌صورت هم‌افزایی و یکپارچه استفاده شوند. در واقع، AR، VR، AI و DV به طور طبیعی با هم تعامل دارند و یک ادغام ذاتی را تشکیل می‌دهند که می‌تواند به یک چارچوب صریح ترجمه شود. پیشنهاد می‌شود، هوش مصنوعی نقش اصلی را بر عهده بگیرد و به عنوان مرکز مدیریت جامع داده‌ها، شامل؛ جمع‌آوری، پردازش، مدل‌سازی و ذخیره‌سازی عمل کند. در نهایت، مدل‌ها و سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند وظایف مختلفی را در مدل عملکرد ورزشی پیشنهادی انجام دهند. توانایی پرداختن به یک کار خاص به ابزارها و مدل‌های موجود برای تجزیه و تحلیل بستگی دارد. با این حال، حداقل از نظر تئوری، تقریباً هر کاری را می‌توان با توجه به زمان و منابع کافی اجرا کرد. خبر دلگرم کننده این است که نیازی به تسلط بر تمام تکنیک‌ها نیست. API ها را می‌توان برای مدیریت انواع داده‌ها به کار برد. شرکت‌ها می‌توانند در وظایف مختلف و مدالیته‌های ورزشی تخصص داشته باشند و APIها را به عنوان یک سرویس ارائه دهند که به نفع تحلیل‌گران و مؤسسات ورزشی است. تأکید می‌شود که هوش مصنوعی این پتانسیل را دارد که هر نوع تحلیل ویدیویی را بهبود بخشد. از لحاظ تاریخی، تجزیه و تحلیل ویدئو یک کار عظیم و زمان‌بر بوده است. مدل‌های هوش مصنوعی آموزش‌دیده مناسب می‌توانند الگوهای حرکتی را به‌اندازه یک انسان مؤثر شناسایی و تجزیه و تحلیل کنند و در میزان قابل توجهی از ساعات کاری صرفه‌جویی کنند (اشتراوس، اسپارکس، و پینار[1]، ۲۰۱۹).

در مورد واقعیت مجازی و واقعیت افزوده، اگرچه آنها عمدتاً برای اهداف آموزشی استفاده شدند، اما به عنوان منابع داده نیز عمل می‌کنند. مدل‌های هوش مصنوعی می‌توانند در زمان واقعی با محیط‌های مجازی برای تغییر رندر یا ارائه بازخورد فوری تعامل داشته باشند. از این نظر، مؤلفه‌های هوش مصنوعی تعاملات را هماهنگ می‌کنند، اشیاء را در فضای مجازی ردیابی می‌کنند، نتایج برخورد را پیش‌بینی می‌کنند و فرآیندهای تصمیم‌گیری هوشمند را هدایت می‌کنند. سیستم هوش مصنوعی با به‌روزرسانی مستمر موقعیت‌های اشیا، تجزیه و تحلیل برخوردها، انتخاب‌های آگاهانه و هماهنگ کردن نشانه‌های صوتی و تصویری، بستر تجربه پیچیده XR را تشکیل می‌دهد (پونز و همکاران[2]، ۲۰۱۹). سناریویی را در نظر بگیرید که در آن یک بازیکن فوتبال در حال تمرین ضربات آزاد است. هر دو VR و AR را می‌توان اعمال کرد. از VR می‌توان برای تشخیص محیط مانند ویدیوهای ۳۶۰ درجه یا شبیه‌سازی استفاده کرد. شبیه‌سازی ممکن است شامل یک مدل پیشرفت برای رسیدگی به چالش‌های منحصر به فرد ورزشکار یا شبیه‌سازی مسابقات آتی باشد. در ضمن می‌توان از AR در این زمینه استفاده کرد. دستگاه‌های HMD see-through را می‌توان در طول تمرین ورزشکاران استفاده کرد. AR می‌تواند اهداف و بازخورد داده‌ها را ارائه دهد، از جمله سرعت توپ، نقشه‌های حرارتی بخش هدف و بهترین ورزش‌ها برای هدف‌گیری. راه حل‌های تجاری (به جدول ۲ مراجعه کنید) می‌توانند به عنوان بستری برای ارائه آن برنامه‌ها استفاده شوند. همچنین، AR می‌تواند به همپوشانی اطلاعات گرافیکی بر روی فیلم واقعی کمک کند، به عنوان یک ابزار مربی‌گری/بحث استفاده می‌شود و سپس داستان سرایی را نیز بهبود می‌بخشد.

در نهایت، در این اکوسیستم، تکنیک‌های DV نقش مهمی در ساده‌سازی داده‌های پیچیده بازی می‌کنند. حتی افراد غیر فنی نیز عبارت «یک عکس ارزش هزار کلمه را دارد» را می‌دانند. بینایی یکی از قدرتمندترین حواس انسان است و باید از آن برای به کارگیری بازنمایی بهتر از اعداد استفاده کرد (پرزدنووک و همکاران، ۲۰۱۸). هوش مصنوعی می‌تواند DV های از پیش برنامه‌ریزی شده ایجاد کند (جدول ۳ را ببینید) که تحلیل‌گران می‌توانند بینش را بررسی کنند. در نهایت، اگر تکنیک‌های رندر سه‌بعدی و پوشش شیء DV را در نظر بگیریم، VR و AR به DV متکی هستند. DV اطلاعات خام را به بینش‌های عملی تبدیل

1- Strauss, Sparks, & Pienaar
2- Pons & etal

می‌کند و تجزیه و تحلیل تاکتیکی را تسهیل می‌کند. قدرت روایی منحصر به فرد DV هنگام ترجمه داده‌ها به اطلاعات عملی برای تصمیم‌گیری در زمان واقعی و پیش‌بینی‌های عملکرد تاریخی بسیار ارزشمند می‌شود. در واقع، تکنیک‌های تجسم از وظایف تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی پشتیبانی می‌کنند. نمودارها و نمودارها به محققان امکان می‌دهند متغیرهای معنی‌دار، مناطق متراکم، همبستگی‌ها، الگوها، داده‌های از دست رفته و موارد پرت را شناسایی کنند (آدامز و همکاران[1]، ۲۰۲۰).

فن‌آوری‌های مدرن تجسم‌ها را زنده می‌کنند و آنها را تعاملی و با نرم‌افزار تجاری مستقل یا راه‌حل‌های تخصصی توسعه‌یافته از طریق برنامه‌نویسی تقویت می‌کنند. هر دو رویکرد گزینه صادرات گزارش‌هایی را ارائه می‌دهند که می‌توانند توسط مربیان، که نیازی به درک پردازش آماری داده‌ها ندارند، اما می‌توانند بر هضم اطلاعات ارائه‌شده در آن گزارش‌ها تمرکز کنند، به آن دسترسی داشته باشند. از آنجایی که تجسم‌ها تعاملی هستند، مربیان می‌توانند متغیرها را برای به روزرسانی تجسم‌ها دستکاری کنند و بینش‌های جدید را بر اساس داده‌ها کشف کنند. به عنوان مثال، یک سیستم مبتنی بر وب را برای تجسم تعاملی بازی های بسکتبال نشان داد. لاگه و همکاران برای داده های بیسبال و تنیس روی میز توانایی برقراری ارتباط موثر بین کادر مربیگری و تحلیل‌گران هنگام تعیین رویکرد تحلیل عملکرد حیاتی است (لاگه و همکاران[2]، ۲۰۱۶).

یک تحلیل‌گر نیازی به تسلط بر همه فن‌آوری‌ها ندارد. با این حال، آنها باید مهارت فنی و مهارت‌های تحلیلی، سازگاری و ارتباط قوی را نشان دهند. مانند هر فناوری نوظهوری، موافقان و مخالفانی وجود خواهند داشت. در مورد محیط فن‌آوری توصیف شده برای مربی‌گری، ممکن است تعجب کنید که دقیقاً نقش مربی چیست. آیا پیشرفت‌های تکنولوژیکی نیاز به مربی را از بین برده است؟ آیا می‌توان از همه این فن‌آوری‌ها به طور همزمان استفاده کرد و اگر چنین است، چه مزیتی دارد؟ آیا بهینه‌سازی عملکرد هدف نهایی واقعی ورزش است؟ برای پاسخ به برخی از این سؤالات، می‌توان به اتحادیه اروپا و توجه آنها به استفاده قانونی از هوش مصنوعی در ورزش مراجعه کرد (اورلاندو[3]، ۲۰۲۲). در حالی که این رویکرد عمدتاً بر استفاده از داده‌های شخصی متمرکز است، اما با استفاده از هوش مصنوعی در تضاد با حقوق ورزشکاران برای تعیین مشخصات، تصمیم‌گیری و «ارزیابی عملکرد و رفتار افراد» مواجه می‌شود (مارچتی، و کازوناتو[4]، ۲۰۲۱). همچنین نکته قانونی مفهوم تخصیص مسئولیت در مواردی است که مشکلی در فناوری رخ می‌دهد، مانند اضافه بار آموزشی و استفاده نادرست از نرم‌افزار. اینها همچنین باید قبل از اجرای کامل راه حل‌های فن‌آورانه برای افزایش عملکرد در ورزش در نظر گرفته شوند.

جدول ۳. تعریف‌ها و مثال‌های تجسم داده‌ها

نوع	تعریف	کاربرد
نمودار میله‌ای	در آن میله‌های مستطیلی نشان‌دهنده نقاط داده است که اغلب برای مقایسه مقوله‌ها یا مقادیر مختلف استفاده می‌شود	برای مقایسه سرعت بازیکنان یا رقبای مختلف
نمودار خطی	نقاط داده را به عنوان نشان‌گرهایی که با خطوط متصل شدند نشان می‌دهد. برای نمایش روندها در طول زمان یا داده‌های مداوم مفید است	برای به تصویر کشیدن دقت یک تنیس باز در چندین مسابقه
نمودار دایره‌ای	به برش‌هایی تقسیم می‌شود که هر یک بخشی از کل را نشان می‌دهد و برای نمایش نسبت‌ها مناسب است	برای نشان دادن درصد تلاش‌های بازیکن در طول یک مسابقه بسکتبال از موقعیتهای مختلف در زمین

1- Adams & etal
2- Lage & etal
3- Orlando
4- Marchetti, & Casonato

جدول ۳. تعریف‌ها و مثال‌های تجسم داده‌ها

نوع	تعریف	کاربرد
طرح پراکنده	نموداری با نقاطی که نقاط داده منفرد را روی دو محور نشان می‌دهد، برای نشان دادن رابطه بین دو متغیر مفید است	برای نشان دادن رابطه بین مسافت طی شده یک بازیکن فوتبال و ضربان قلب آنها در طول مسابقه
هیستوگرام	توزیع یک مجموعه داده پیوسته را در بین‌ها یا فواصل زمانی نشان می‌دهد که برای درک توزیع فرکانس داده‌ها استفاده می‌شود	برای نشان دادن تعداد دفعات دور در جلسه تمرین شناگر
نمودار مساحتی	شبیه به نمودار خطی اما با ناحیه زیر پر شده است، مناسب برای نمایش داده‌های تجمعی یا مقادیر انباشته	برای نشان دادن حجم کار داخلی یک ورزشکار در طول دوره تمرین (یک ماه)
باکس پلات (قطعه جعبه و سبیل)	یک نمایش گرافیکی از آمار خلاصه داده‌ها، از جمله میانه، چارک، و نقاط پرت، که بینش‌هایی در مورد گسترش داده‌ها ارائه می‌دهد	برای خلاصه‌کردن دقت سرویس بازیکن والیبال. Boxplot یافتن نقاط پرت را آسان‌تر می‌کند
نقشه حرارت	نمایش ماتریسی مانند داده‌ها با استفاده از رنگ‌ها برای نشان دادن مقادیر، برای تجسم روابط در جدول مفید است	برجسته کردن مناطقی که بازیکن بیشترین زمان را در آنجا سپری می‌کند و موقعیت‌های ترجیحی آنها را در زمین نشان می‌دهد
نمودار رادار (نمودار عنکبوتی)	نموداری با محورهای متعدد که از یک نقطه مرکزی تابش می‌کنند، برای مقایسه متغیرهای متعدد در مقیاس‌های مختلف مفید است	مقایسه چابکی، سرعت، استقامت و قدرت اندام تحتانی ورزشکاران مختلف دو و میدانی. نقاط قوت و ضعف هر ورزشکار را در این زمینه‌ها نشان دهد
نمودار حباب	مانند یک نمودار پراکنده، اما با ابعاد اندازه اضافی که با اندازه نقاط داده نشان داده می‌شود	سن، قد و وزن بازیکنان بسکتبال را در نمودار حبابی ترسیم کنید. اندازه هر حباب می‌تواند نشان دهنده دقایق بازی یک بازیکن در بازی‌های اخیر باشد
نمودار گانت	نوعی نمودار میله‌ای که در مدیریت پروژه برای نشان دادن زمان و مدت زمان وظایف یا رویدادها استفاده می‌شود	تشریح برنامه تمرینی یک ورزشکار سه گانه که برای یک مسابقه آماده می‌شود. مراحل تمرین شنا، دوچرخه‌سواری و دویدن را که منتهی به رویداد است، به تصویر می‌کشد
نمودار پارتو	ترکیبی از نمودار میله‌ای و نمودار خطی که برای اولویت‌بندی مهم‌ترین عوامل در یک مجموعه داده استفاده می‌شود	از نمودار پارتو برای اولویت بندی انواع آسیب های رخ داده در یک تیم فوتبال استفاده کنید. این نمودار می‌تواند به شناسایی شایع‌ترین آسیب‌هایی که برای بهبود ایمنی بازیکنان باید پرداخته شوند، کمک کند
نمودار سانکی	نمایش بصری جریان بین متغیرهای مختلف که اغلب برای نشان دادن جریان انرژی یا مواد استفاده می‌شود	جریان مالکیت توپ را بین بازیکنان در یک بازی بسکتبال با استفاده از نمودار سانکی نشان دهید. این نمودار می تواند مسیرهایی را که توپ از طریق آنها در طول بازی های مختلف حرکت می کند نشان دهد
نقشه درختی	نمودار سلسله مراتبی که داده‌ها را به صورت مستطیل‌های تو در تو نشان می‌دهد که برای نمایش ساختارهای داده سلسله مراتبی مفید است	نشان دادن نسبت بازیکنان در هر دسته از موقعیت‌ها، مانند مهاجمان، عقب‌ها و نیمه‌های اسکرام.
ابر کلمه	یک نمایش تصویری از داده‌های متنی، که در آن کلمات بر اساس فراوانی آنها در مجموعه داده اندازه می‌شوند.	ابر می‌تواند عبارت‌های متداول ذکر شده را برجسته کند و احساسات و افکار بازیکنان در مورد مسابقه را منعکس کند.

بر اساس مشاهدات این مطالعه، یک مدل تحلیل عملکرد را پیشنهاد می‌کنیم که تمام فن‌آوری‌های مورد بحث در این مقاله را در بر می‌گیرد. این مدل نظری می‌تواند به تجسم مسیر پیچیده داده‌ها در بخش‌های مختلف و نحوه تبدیل آنها به اطلاعات ارزشمند کمک کند و به تعریف اهداف برای بهبود عملکرد کمک کند. می‌توانیم مشاهده کنیم که چگونه استفاده از فن‌آوری‌های جدید می‌تواند ارتباطات و سرعت ارتباط را با همه نهادهای درگیر در فرآیند (به عنوان مثال، ورزشکاران، مربیان، تحلیل‌گران) افزایش دهد. این امر پتانسیل آینده را برای طراحی سیستم‌های هوشمند جدید برای مدالیته‌های مختلف برجسته می‌کند.

۴- نتیجه‌گیری

آینده تحلیل عملکرد ورزشی که با ادغام AR، VR، AI و DV پشتیبانی می‌شود، نویدبخش است. در حالی که پیشرفت قابل توجهی حاصل شده است، سفر تازه شروع شده است. با ادامه تحقیقات، همکاری و نوآوری، اوج عملکرد ورزشی مبتنی بر داده‌محور و از نظر فناوری پیشرفته در افق است. با تکیه بر مفاهیمی که بحث کردیم، یک مدل تحلیل عملکرد یکپارچه (شکل ۱) را پیشنهاد می‌کنیم که نه تنها تکنیک‌های ارزیابی داده‌های سنتی را در بر می‌گیرد، بلکه برای ترکیب فن‌آوری‌های متنوعی که در اینجا بررسی کرده‌ایم، گسترش می‌یابد. این مدل هدف اصلی تجزیه و تحلیل عملکرد را حفظ می کند: افزایش عملکرد ورزشکاران. با این حال، با جزئیات جریان یکپارچه داده‌ها در مراحل مختلف این فرآیند، بیشتر پیش می‌رود. علاوه بر این، بر نقش محوری تحلیل‌گران ورزشی به عنوان نقطه هم‌گرایی برای پردازش داده‌ها تأکید می‌کند. شایان ذکر است که تحلیل‌گر نقش اصلی را در استخراج شاخص‌های کلیدی عملکرد ایفا می‌کند، مفهومی که برای هر دو رویکرد سنتی و نوظهور قابل استفاده است. همانطور که قبلا ذکر شد، روش‌های سنتی دارای اعتبار تاریخی و نقاط قوت خاص هستند، اما بدون محدودیت نیستند. از تغییر به سمت اتخاذ تکنیک‌های جدید که از هوش مصنوعی، سیستم‌های هوشمند، اتوماسیون و ابزارهای یکپارچه می‌کنند، دفاع می‌کنیم استفاده. تحلیل‌گران باید این ظرفیت را داشته باشند که از راه‌حل‌های تجاری در دسترس استفاده کنند و در صورت نیاز، برنامه‌های کامپیوتری سفارشی را توسعه دهند. سرمایه‌گذاری منابع برای ایجاد یک تیم تحلیل‌گر ماهر متشکل از برنامه نویسان، دانشمندان داده و کارشناسان مدیریت پایگاه داده می‌تواند یک مزیت رقابتی برای تیم‌های ورزشی ایجاد کند. با این حال، تاکید بر این نکته ضروری است که یک تیم تحلیل‌گر پیچیده‌تر نباید با گزارش‌های پیچیده‌تر برابری کند. هدف کلی باید ثابت بماند: تبدیل داده‌ها به اطلاعات قابل اجرا. این اطلاعات باید در تسریع عملکرد ورزشکاران مفید باشد و به عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری آگاهانه توسط مربیان و ورزشکاران باشد. داده‌های سریع‌تر به بینش‌های عملی تبدیل می‌شوند، رویدادهای تمرینی و رقابتی را می‌توان با سرعت بیشتری تنظیم کرد تا با اهداف خاص هماهنگ شوند. در این زمینه، از محیط‌های مختلف، از جمله دنیای مجازی و واقعیت مختلط، می‌توان برای ارائه استراتژی‌های آموزشی استفاده کرد. متخصصان را تشویق می‌کنیم که از این مدل به عنوان نقطه شروعی برای ایجاد راه‌حل‌های جدید و انجام مطالعات در زمینه عملکرد ورزشی استفاده کنند.

منابع:

5-Adams, K., Kiefer, A., Panchuk, D., Hunter, A., MacPherson, R., & Spratford, W. (2020). From the field of play to the laboratory: recreating the demands of competition with augmented reality simulated sport. *Journal of Sports Sciences*, *38*(5), 486-493.
6-Anderson, F., Grossman, T., Matejka, J., & Fitzmaurice, G. (2013, October). YouMove: enhancing movement training with an augmented reality mirror. In *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology* (pp. 311-320).
7-Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, *6*(4), 355-385.
8-Basole, R. C., & Saupe, D. (2016). Sports data visualization [Guest editors' introduction]. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *36*(5), 24-26.
9-Benson, L. C., Clermont, C. A., Bošnjak, E., & Ferber, R. (2018). The use of wearable devices for walking and running gait analysis outside of the lab: A systematic review. *Gait & posture*, *63*, 124-138.
10-Berndt, E. R., & Rappaport, N. J. (2001). Price and quality of desktop and mobile personal computers: A quarter-century historical overview. *American Economic Review*, *91*(2), 268-273.
11-Berryman, D. R. (2012). Augmented reality: a review. *Medical reference services quarterly*, *31*(2), 212-218.
12-Bertamini, M., & Makin, A. D. (2014). Brain activity in response to visual symmetry. *Symmetry*, *6*(4), 975-996.
13-Bideau, B., Kulpa, R., Vignais, N., Brault, S., Multon, F., & Craig, C. (2009). Using virtual reality to analyze sports performance. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *30*(2), 14-21.
14-Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, *33*, 1877-1901.
15-Casals, M., & Finch, C. F. (2017). Sports Biostatistician: a critical member of all sports science and medicine teams for injury prevention. *Injury prevention*, *23*(6), 423-427.
16-Marchetti, B., & Casonato, C. (2021). Prime osservazioni sulla proposta di Regolamento dell'Unione europea in materia di intelligenza artificiale. *BioLaw journal*, *2021*(3), 415-437.
17-Chen, Y., & Perez, Y. (2018). Business model design: lessons learned from Tesla Motors. *Towards a sustainable economy: Paradoxes and trends in energy and transportation*, 53-69.
18-Chen, Z., Ye, S., Chu, X., Xia, H., Zhang, H., Qu, H., & Wu, Y. (2021). Augmenting sports videos with viscommentator. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, *28*(1), 824-834.
19-Claudino, J. G., Capanema, D. D. O., de Souza, T. V., Serrão, J. C., Machado Pereira, A. C., & Nassis, G. P. (2019). Current approaches to the use of artificial intelligence for injury risk assessment and performance prediction in team sports: a systematic review. *Sports medicine-open*, *5*, 1-12.

20-Clephas, C., Foster, M., Stergiou, P., & Katz, L. (2020). Performance analysis of the flip turn in swimming: The relationship between pressures and performance times.
21-Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., DeFanti, T. A., Kenyon, R. V., & Hart, J. C. (1992). The CAVE: Audio visual experience automatic virtual environment. *Communications of the ACM*, *35*(6), 64-73.
22-Cust, E. E., Sweeting, A. J., Ball, K., & Robertson, S. (2019). Machine and deep learning for sport-specific movement recognition: A systematic review of model development and performance. *Journal of sports sciences*, *37*(5), 568-600.
23-Dargan, S., Bansal, S., Kumar, M., Mittal, A., & Kumar, K. (2023). Augmented reality: A comprehensive review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, *30*(2), 1057-1080.
24-Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International journal of sports medicine*, *30*(03), 205-212.
25-Du, M., & Yuan, X. (2021). A survey of competitive sports data visualization and visual analysis. *Journal of Visualization*, *24*, 47-67.
26-Düking, P., Holmberg, H. C., & Sperlich, B. (2018). The potential usefulness of virtual reality systems for athletes: a short SWOT analysis. *Frontiers in Physiology*, *9*, 128.
27-Faure, C., Limballe, A., Bideau, B., & Kulpa, R. (2020). Virtual reality to assess and train team ball sports performance: A scoping review. *Journal of sports Sciences*, *38*(2), 192-205.
28-Fortes, L. S., Almeida, S. S., Praça, G. M., Nascimento-Júnior, J. R., Lima-Junior, D., Barbosa, B. T., & Ferreira, M. E. (2021). Virtual reality promotes greater improvements than video-stimulation screen on perceptual-cognitive skills in young soccer athletes. *Human Movement Science*, *79*, 102856.
29-Fry, M. J., & Ohlmann, J. W. (2012). Introduction to the special issue on analytics in sports, part II: Sports scheduling applications. *Interfaces*, *42*(3), 229-231.
30-Glowniak, J. (1997). The Internet as an information source for geriatricians. *Drugs & aging*, *10*, 169-173.
31-Goebert, C. (2020). Augmented reality in sport marketing: Uses and directions. *Sports Innovation Journal*, *1*, 134-151.
32-Goodfellow, Y.; Bengio, Y.; Courville, A. Deep Learning; The MIT Press: Cambridge, MA, USA, 2018.
33-Grainger, M., Weisberg, A., Stergiou, P., & Katz, L. (2020). Comparison of two methods in the estimation of vertical jump height.
34-Greenhough, B., Barrett, S., Towlson, C., & Abt, G. (2021). Perceptions of professional soccer coaches, support staff and players toward virtual reality and the factors that modify their intention to use it. *PloS one*, *16*(12), e0261378.
35-Gutierrez, N. (2023). The ballad of morton heilig: on VR's mythic past. *JCMS: Journal of Cinema and Media Studies*, *62*(3), 86-106.
36-Heer, J., & Shneiderman, B. (2012). Interactive dynamics for visual analysis: A taxonomy of tools that support the fluent and flexible use of visualizations. *Queue*, *10*(2), 30-55.
37-Hendricks, S., Till, K., Den Hollander, S., Savage, T. N., Roberts, S. P., Tierney, G., ... & Jones, B. (2020). Consensus on a video analysis framework of descriptors and definitions by the Rugby Union Video Analysis Consensus group. *British journal of sports medicine*, *54*(10), 566-572.
38-Hopkins, W. G. (1991). Quantification of training in competitive sports: methods and applications. *Sports medicine*, *12*, 161-183.
39-Horton, J. F., Stergiou, P. R. O., Fung, T. S., & Katz, L. (2017). Comparison of Polar M600 optical heart rate and ECG heart rate during exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *49*(12), 2600-2607.
40-Hughes, M., & Franks, I. M. (2004). Notational analysis—a review of the literature. *Notational analysis of sport*, 71-116.
41-Isichei, B. C., Leung, C. K., Nguyen, L. T., Morrow, L. B., Ngo, A. T., Pham, T. D., & Cuzzocrea, A. (2022, March). Sports data management, mining, and visualization. In *International Conference on Advanced Information Networking and Applications* (pp. 141-153). Cham: Springer International Publishing.

42-Janiesch, K. (2021). C., Zschech, P., & Heinrich,". *Machine learning and deep learning," Electron. Mark*, *31*(3), 685-695.
43-Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., ... & Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and vascular neurology*, *2*(4).
44-Cossich, V. R., Carlgren, D., Holash, R. J., & Katz, L. (2023). Technological breakthroughs in sport: Current practice and future potential of artificial intelligence, virtual reality, augmented reality, and modern data visualization in performance analysis. *Applied Sciences*, *13*(23), 12965.
45-Kempe, M., Grunz, A., & Memmert, D. (2015). Detecting tactical patterns in basketball: comparison of merge self-organising maps and dynamic controlled neural networks. *European journal of sport science*, *15*(4), 249-255.
46-Knaflic, C. N. (2015). *Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals*. John Wiley & Sons.
47-Ko, A. J., Abraham, R., Beckwith, L., Blackwell, A., Burnett, M., Erwig, M., ... & Wiedenbeck, S. (2011). The state of the art in end-user software engineering. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, *43*(3), 1-44.
48-Krizkova, S., Tomaskova, H., & Tirkolaee, E. B. (2021). Sport performance analysis with a focus on racket sports: A review. *Applied Sciences*, *11*(19), 9212.
49-Lage, M., Ono, J. P., Cervone, D., Chiang, J., Dietrich, C., & Silva, C. T. (2016). Statcast dashboard: Exploration of spatiotemporal baseball data. *IEEE computer graphics and applications*, *36*(5), 28-37.
50-Lames, M., & McGarry, T. (2007). On the search for reliable performance indicators in game sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *7*(1), 62-79.
51-Lanier, J. (1992). Virtual reality: The promise of the future. *Interactive Learning International*, *8*(4), 275-279.
52-Le Noury, P., Buszard, T., Reid, M., & Farrow, D. (2021). Examining the representativeness of a virtual reality environment for simulation of tennis performance. *Journal of Sports Sciences*, *39*(4), 412-420.
53-Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A narrative review of the current state of extended reality technology and how it can be utilised in sport. *Sports Medicine*, *52*(7), 1473-1489.
54-LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, *521*(7553), 436-444.
55-Li, L. (2023). Summary of the Research Status of Artificial Intelligence in sports performance analysis of athletes. *Open Access Library Journal*, *10*(8), 1-7.
56-Benites Zapana, P. R. (2024). Programa de habilidades sociales para la mejora de la adaptación frente a conductas de riesgo de los estudiantes de IESTP Manuel Núñez Butrón de Juliaca, año 2019.
57-Liebermann, D. G., Katz, L., Hughes, M. D., Bartlett, R. M., McClements, J., & Franks, I. M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of sports sciences*, *20*(10), 755-769.
58-Liu, A.; Mahapatra, R.P.; Mayuri, A.V.R. Hybrid Design for Sports Data Visualization Using AI and Big Data Analytics. Complex Intell. Syst. 2023, 9, 2969-2980
59-López-Valenciano, A., Ayala, F., Puerta, J. M., Croix, M. D. S., Vera-García, F., Hernández-Sánchez, S., ... & Myer, G. (2018). A preventive model for muscle injuries: a novel approach based on learning algorithms. *Medicine and science in sports and exercise*, *50*(5), 915.
60-Mackenzie, R., & Cushion, C. (2013). Performance analysis in football: A critical review and implications for future research. *Journal of sports sciences*, *31*(6), 639-676.
61-Makki, S. A. M., Pissinou, N., & Daroux, P. (2003). Mobile and wireless Internet access. *Computer Communications*, *26*(7), 734-746.
62-McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, *5*, 115-133.
63-Michalski, S. C., Szpak, A., & Loetscher, T. (2019). Using virtual environments to improve real-world motor skills in sports: a systematic review. *Frontiers in psychology*, *10*, 2159.

64-Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995, December). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Telemanipulator and telepresence technologies* (Vol. 2351, pp. 282-292). Spie.
65-Morgulev, E., Azar, O. H., & Lidor, R. (2018). Sports analytics and the big-data era. *International Journal of Data Science and Analytics*, *5*, 213-222.
66-Murtagh, C. F., Naughton, R. J., McRobert, A. P., O'Boyle, A., Morgans, R., Drust, B., & Erskine, R. M. (2019). A coding system to quantify powerful actions in soccer match play: a pilot study. *Research quarterly for exercise and sport*, *90*(2), 234-243.
67-Muthukrishnan, N., Maleki, F., Ovens, K., Reinhold, C., Forghani, B., & Forghani, R. (2020). Brief history of artificial intelligence. *Neuroimaging Clinics of North America*, *30*(4), 393-399.
68-Naik, B. T., Hashmi, M. F., & Bokde, N. D. (2022). A comprehensive review of computer vision in sports: Open issues, future trends and research directions. *Applied Sciences*, *12*(9), 4429.
69-Neumann, D. L., Moffitt, R. L., Thomas, P. R., Loveday, K., Watling, D. P., Lombard, C. L., ... & Tremeer, M. A. (2018). A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. *Virtual Reality*, *22*, 183-198.
70-Nicholls, S. B., James, N., Wells, J., & Parmar, N. (2022). Performance analysis practice within Olympic and Paralympic sports: A comparison of coach and analyst experiences. *International journal of performance analysis in sport*, *22*(3), 343-351.
71-Nimphius, S., & Jordan, M. J. (2020). Show me the data, Jerry! Data visualization and transparency. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *15*(10), 1353-1355.
72-Novatchkov, H., & Baca, A. (2013). Artificial intelligence in sports on the example of weight training. *Journal of sports science & medicine*, *12*(1), 27.
73-Orlando, A. (2022, July). AI for Sport in the EU Legal Framework. In *2022 IEEE International Workshop on Sport, Technology and Research (STAR)* (pp. 100-105). IEEE.
74-Oulasvirta, A., Dayama, N. R., Shiripour, M., John, M., & Karrenbauer, A. (2020). Combinatorial optimization of graphical user interface designs. *Proceedings of the IEEE*, *108*(3), 434-464.
75-Pagé, C., Bernier, P. M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of sports sciences*, *37*(21), 2403-2410.
76-Pai, P. F., ChangLiao, L. H., & Lin, K. P. (2017). Analyzing basketball games by a support vector machines with decision tree model. *Neural Computing and Applications*, *28*, 4159-4167.
77-Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in psychology*, *9*, 2315.
78-Park, H. J., & Zhang, Y. (2022). Technology readiness and technology paradox of unmanned convenience store users. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *65*, 102523.
79-Passfield, L., & Hopker, J. G. (2017). A mine of information: can sports analytics provide wisdom from your data?. *International journal of sports physiology and performance*, *12*(7), 851-855.
80-Pastel, S., Marlok, J., Bandow, N., & Witte, K. (2023). Application of eye-tracking systems integrated into immersive virtual reality and possible transfer to the sports sector-A systematic review. *Multimedia Tools and Applications*, *82*(3), 4181-4208.
81-Perin, C., Vuillemot, R., Stolper, C. D., Stasko, J. T., Wood, J., & Carpendale, S. (2018, June). State of the art of sports data visualization. In *Computer Graphics Forum* (Vol. 37, No. 3, pp. 663-686).
82-Pino-Ortega, J., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D., & Rico-González, M. (2021). Training design, performance analysis, and talent identification—A systematic review about the most relevant variables through the principal component analysis in Soccer, Basketball, and Rugby. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(5), 2642.
83-Pokharel, S., & Zhu, Y. (2018). Analysis and visualization of sports performance anxiety in tennis matches. In *Advances in Visual Computing: 13th International Symposium, ISVC 2018, Las Vegas, NV, USA, November 19-21, 2018, Proceedings 13* (pp. 407-419). Springer International Publishing.

84-Pons, E., García-Calvo, T., Resta, R., Blanco, H., López del Campo, R., Díaz García, J., & Pulido, J. J. (2019). A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during official soccer matches: Agreement between systems. *PloS one*, *14*(8), e0220729.
85-Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking*. " O'Reilly Media, Inc.".
86-Przednowek, K., Krzeszowski, T., Przednowek, K. H., & Lenik, P. (2018). A system for analysing the basketball free throw trajectory based on particle swarm optimization. *Applied Sciences*, *8*(11), 2090.
87-Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). Language models are unsupervised multitask learners. *OpenAI blog*, *1*(8), 9.
88-Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of science and medicine in sport*, *12*(1), 227-233.
89-Rauschnabel, P. A., Felix, R., Hinsch, C., Shahab, H., & Alt, F. (2022). What is XR? Towards a framework for augmented and virtual reality. *Computers in human behavior*, *133*, 107289.
90-Rein, R., & Memmert, D. (2016). Big data and tactical analysis in elite soccer: future challenges and opportunities for sports science. *SpringerPlus*, *5*, 1-13.
91-Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological review*, *65*(6), 386.
92-Ross, S. J., Hill, J. L., Chen, M. Y., Joseph, A. D., Culler, D. E., & Brewer, E. A. (2002). A composable framework for secure multi-modal access to Internet services from post-PC devices. *Mobile Networks and Applications*, *7*, 389-406.
93-Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Pearson.
94-Sands, W. A., Kavanaugh, A. A., Murray, S. R., McNeal, J. R., & Jemni, M. (2017). Modern techniques and technologies applied to training and performance monitoring. *International journal of sports physiology and performance*, *12*(s2), S2-63.
95-Sawan, N., Eltweri, A., De Lucia, C., Pio Leonardo Cavaliere, L., Faccia, A., & Roxana Moteanu, N. (2020, December). Mixed and augmented reality applications in the sport industry. In *Proceedings of the 2020 2nd International Conference on E-Business and E-commerce Engineering* (pp. 55-59).
96-Seshadri, D. R., Li, R. T., Voos, J. E., Rowbottom, J. R., Alfes, C. M., Zorman, C. A., & Drummond, C. K. (2019). Wearable sensors for monitoring the internal and external workload of the athlete. *NPJ digital medicine*, *2*(1), 71.
97-Sorrentino, R. M., Levy, R., Katz, L., & Peng, X. (2005). Virtual visualization: Preparation for the olympic games long-track speed skating. *International Journal of Computer Science in Sport*, *4*, 40.
98-Spence, I. (2006, August). William Playfair and the psychology of graphs. In *Proceedings of the American Statistical Association, Section on Statistical Graphics* (pp. 2426-2436).
99-Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019). The use of GPS analysis to quantify the internal and external match demands of semi-elite level female soccer players during a tournament. *Journal of sports science & medicine*, *18*(1), 73.
100-Tanaka, K. (2017, March). 3D action reconstruction using virtual player to assist karate training. In *2017 IEEE Virtual Reality (VR)* (pp. 395-396). IEEE.
101-Tanaka, K., Parker, J. R., Baradoy, G., Sheehan, D., Holash, J. R., & Katz, L. (2012). A comparison of exergaming interfaces for use in rehabilitation programs and research. *Loading...*, *6*(9).
102-Tani, T., Huang, H. H., & Kawagoe, K. (2014). Sports play visualization system using trajectory mining method. *Procedia Technology*, *18*, 100-103.
103-Thatcher, B., Ivanov, G., Szerovay, M., & Mills, G. (2020). Virtual reality technology in football coaching: barriers and opportunities. *International Sport Coaching Journal*, *8*(2), 234-243.
104-Thornton, H. R., Delaney, J. A., Duthie, G. M., & Dascombe, B. J. (2019). Developing athlete monitoring systems in team sports: data analysis and visualization. *International journal of sports physiology and performance*, *14*(6), 698-705.

105-Turing, A. M. (1980). Computing Machinery and Intelligence. *Creative Computing*, *6*(1), 44-53.
106-Vinué, G. (2020). A web application for interactive visualization of European basketball data. *big data*, *8*(1), 70-86.
107-Wang, T., & Li, T. (2022). Deep LearningBased Football Player Detection in Videos. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2022*(1), 3540642.
108-Watanabe, N. M., Shapiro, S., & Drayer, J. (2021). Big data and analytics in sport management. *Journal ofSportManagement*, *35*(3), 197-202.
109-Wood, G., Wright, D. J., Harris, D., Pal, A., Franklin, Z. C., & Vine, S. J. (2021). Testing the construct validity of a soccer-specific virtual reality simulator using novice, academy, and professional soccer players. *Virtual Reality*, *25*, 43-51.
110-Wright, C., Atkins, S., & Jones, B. (2012). An analysis of elite coaches' engagement with performance analysis services (match, notational analysis and technique analysis). *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *12*(2), 436-451.
111-Yang, H., & Luo, C. (2022). [Retracted] Accuracy Analysis of Sports Performance Prediction Based on BP Neural Network Intelligent Algorithm. *Security and Communication Networks*, *2022*(1), 4198920.
112-Plakias, S., Moustakidis, S., Kokkotis, C., Papalexi, M., Tsatalas, T., Giakas, G., & Tsaopoulos, D. (2023). Identifying soccer players' playing styles: a systematic review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, *8*(3), 104.

©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/).