Islamic Azad University , Shiraz Branch
نشریه تحلیل مدارها، داده ها و سامانه ها
Journal of Circuits, Data and Systems Analysis
sanad.iau.ir/journal/jcdsa

کاربرد اینترنت اشیاء در سلامتی و تناسب اندام هوشمند

راضیه شیردل[۱*]، زهرا مقصودزاده سروستانی[۲]

۱- اداره اندازه‌شناسی اوزان و مقیاس‌ها، اداره کل استاندارد استان فارس، شیراز، ایران
rzshirdel@gmail.com
۲- گروه مهندسی برق، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
Za.maghsoodzadeh@iau.ac.ir

چکیده: مفهوم زندگی هوشمند با هدف بهینه‌سازی محیط اطراف برای سهولت استفاده و سهولت در نصب است. اینترنت اشیاء چهارمین مرحله در تکامل اینترنت با هدف دیجیتالی کردن جهان است. یک شهر هوشمند به ما امکان می‌دهد دستگاه‌ها را از راه‌دور نظارت، مدیریت و کنترل کنیم و همچنین اطلاعات عملی و بینش جدیدی را از جریان‌های عظیم داده‌های بلادرنگ تولید کنیم. یک شهر هوشمند از شش جزء تشکیل شده است که عبارتند از: خانه هوشمند، اقتصاد هوشمند، سالن‌های ورزشی هوشمند، اداره هوشمند، پردیس دانشگاهی هوشمند و حکمرانی هوشمند. هدف این مقاله ارائه و بررسی مختصر اجزای یک باشگاه هوشمند و نقش اینترنت اشیاء در سلامتی و تناسب اندام و مقایسه مقالات مرتبط درخصوص تجهیزات هوشمند در کمک به انجام این امر است.

واژه های کلیدی: اینترنت اشیاء، محیط هوشمند، تناسب اندام هوشمند

The application of Internet of Things in smart health and fitness

Razieh Shirdel[1*], Zahra Maghsoodzadeh Sarvestani[2]

[1] Metrology Department of Weights and Scales, General Department of Standards of Fars Province, Shiraz, Iran
rzshirdel@gmail.com
2 Department of Electrical Engineering, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
za.maghsoodzadeh@iau.ac.ir

Abstract:

The concept of smart living aims to optimize the surrounding environment for ease of use and ease of installation. The Internet of Things is the fourth stage in the evolution of the Internet with the aim of digitizing the world. A smart city allows us to remotely monitor, manage and control devices, as well as generate actionable information and new insights from massive streams of real-time data. A smart city consists of six components, which are: smart home, smart economy, smart sports halls, smart administration, smart university campus and smart governance. The purpose of this article is to provide a brief overview of the components of a smart gym and the role of the Internet of Things in health and fitness, and to compare related articles on smart equipment in helping to do this.

Keywords: Internet of Things, Smart environment, Smart Health and fitness.

نوع مقاله: مروری
تاریخ ارسال مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۳ تاریخ چاپ مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۲۵
DOI: 00.00000/0000

* نویسنده‌ی مسئول

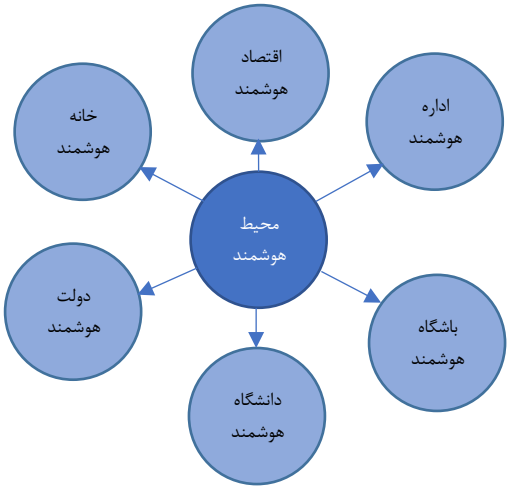
۱- مقدمه

اینترنت اشیاء[1] منجر به افزایش دسترسی و قابلیت استفاده دستگاه‌های اطراف ما می‌شود و روش بهتری برای زندگی با سیستم‌های اتوماسیون و تجزیه و تحلیل پیشرفته فراهم می کند. حوزه اینترنت اشیاء چشم‌انداز وسیع‌تری در مورد هوش مصنوعی، حسگرها، شبکه و پیام‌رسانی ابری به ما می‌دهد. محیطی که تمام ویژگی‌های ذکر شده را در برمی‌گیرد، ادعا می‌شود که یک محیط هوشمند است. اینترنت اشیاء به حوزه‌های مختلفی از جمله اتوماسیون خانگی، تولید، شبکه‌های خانه هوشمند، سیستم‌های امنیتی، مراقبت‌های بهداشتی، سیستم‌های حمل و نقل نظامی، مدیریت و تجزیه و تحلیل داده‌ها و حسگرها مرتبط است [۱]. اینترنت اشیاء راه را برای عصر جدیدی هموار می‌کند که در آن مردم و فناوری با هم در جهت تحول همکاری می‌کنند.

به گفته گارتنر[2]، تا پایان سال ۲۰۲۴، تعداد دستگاه‌های متصل به ۲۰ میلیارد خواهد رسید. از سوی دیگر همه‌گیری کووید ۱۹ و خانه‌نشینی اجباری مردم، منجر به تسریع این امر شد. با استفاده از این دستگاه‌ها، خدمات شهری هوشمند احتمالاً از مرز ۴۰۰ میلیارد دلار در سال عبور خواهد کرد [۲]. یک جامعه هوشمند[3] از شش جزء تشکیل شده است: خانه هوشمند[4]، اقتصاد هوشمند[5]، سالن‌های ورزشی هوشمند[6]، اداره هوشمند[7]، پردیس دانشگاهی هوشمند[8] و حکمرانی هوشمند[9] [۳]. شکل (۱) اجزای یک محیط هوشمند را نمایش می‌دهد.

۲- باشگاه هوشمند

امروزه مردم مایل هستند زمان قابل توجهی را در باشگاه‌های ورزشی صرف کنند و تنها هدفشان این است که تناسب اندام داشته باشند. تناسب اندام بخشی از زندگی نیست، بلکه یک روش زندگی است. با این حال، ممکن است انسان‌ها با فرورفتن در روزمرگی‌ها از سلامتی خود غافل شوند. دستگاه‌ها و فن‌آوری‌های مختلف اینترنت اشیاء را می‌توان برای آسان‌تر کردن تجربه ورزشکاران و صاحبان باشگاه‌ها پیاده‌سازی کرد. برای بررسی حرکت بدن و پیگیری تمرین، می‌توان از سنسورهای مختلفی استفاده کرد. یک سیستم ورود و خروج رکورد RIDF می‌تواند برای پیگیری افرادی که به ترتیب وارد و خارج شده‌اند مفید باشد. اعضای باشگاه را می‌توان با توجه به تعداد روزها یا مدت زمان صرف شده در باشگاه تغییر داد. همچنین می‌توان از فضای اطلاعات ابری برای ثبت اطلاعات هر فرد استفاده کرد. سیستم‌های مانیتورینگ پوشیدنی اغلب توسط کارمندان اداری برای نظارت بر ضربان قلب، تعداد قدم‌ها، کالری‌های سوزانده شده و سایر پارامترهای مرتبط با تناسب اندام استفاده می‌شوند.



شکل (۱): خلاصه اجزای یک محیط هوشمند

این دستگاه‌ها توسط ورزشکاران به عنوان بخشی از لباس یا لوازم جانبی پوشیده می‌شوند و مجهز به ریزپردازنده، حسگرها و یک واحد ارتباطی هستند. علاوه‌براین، اتصال را در یک شبکه شخصی، که معمولاً به آن PAN می‌گویند، ارائه می‌کند. تلفن هوشمند نقش اصلی را در ذخیره‌سازی و پردازش داده‌ها ایفا می‌کند و دستگاه‌های پوشیدنی را با اتصال همه‌جا به اینترنت توانمند می‌کند. استفاده از نشانگرهای زیستی در فعالیت‌های مرتبط با تناسب اندام، امکان اندازه‌گیری و کاربرد ویژگی‌های خاص را فراهم کرده و به عنوان شاخصی از فرآیندهای بیولوژیکی و بیماری‌زا، یا پاسخ به یک مواجهه یا مداخله خارجی خاص عمل می‌کند [۴]. در مرحله تعامل اجتماعی، ما دارای ویژگی‌های اجتماعی برنامه‌های تناسب اندام هستیم که می‌تواند بر تغییر رفتار سلامتی و تناسب اندام و دریافت حمایت توسط افراد دیگر در این شبکه‌های اجتماعی تأثیر بگذارد [۵]. در حال حاضر فعالیت بدنی راه خوبی برای بهبود مقاومت در برابر استرس روانی اجتماعی است. اخیراً گارمین مکانیسمی را برای اندازه‌گیری میزان استرس کاربران ساعت هوشمند با تعیین فاصله بین هر ضربان قلب معرفی کرده است [۶]. یکی از فناوری‌هایی که می‌تواند تناسب اندام هوشمند را برای مؤثرتر کردن کاربر تقویت کند، «Social-IOT» است که در واقع اتصال «دستگاه به دستگاه» است. فناوری «Social-IOT» اشتراک گذاری اطلاعات بین‌دستگاه‌های غیرانسانی مانند تلفن‌های هوشمند را فراهم می‌کند [۷]. این‌کار می‌تواند به سیستم کمک کند تا از تجربیات همه سیستم‌ها و دستگاه‌های متصل استفاده کند و داده‌ها و اطلاعات مفید را برای تصمیم‌گیری و پیش‌بینی بهتر برای ورزشکاران و شرکت‌کنندگان جمع‌آوری کند. از طرفی، قابلیت‌های حسگری به همراه الگوریتم‌های پیشرفته هوش مصنوعی قادر به اندازه‌گیری بسیاری از اعمال و رفتار افراد در طول فعالیت‌های روزانه‌شان هستند [۸].

[1] IOT: Internet of Things
[2] Gartner
[3] Smart Environment
[4] Smart Home
[5] Smart Economy
[6] Smart Gym
[7] Smart Office
[8] Smart Campus
[9] Smart Government

۳- چالش‌های موجود در حوزه تناسب اندام

ورزش و تناسب اندام نقش مهمی در زندگی افراد دارد. با این حال، در ورزش‌های مختلف، بیشتر اوقات رویکرد "خودت انجام بده" می‌تولند ناامن باشد. این امر به ویژه زمانی مشکل‌ساز است که تمرین‌کنندگان تصمیم می‌گیرند بهترین شیوه ها را دنبال نکنند و تمرینات تناسب اندام را به تنهایی انجام دهند. تحت این شرایط، آسیب رخ می‌دهد یا عملکرد تمرینی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، اکثر مردم دانش محدودی در مورد تمرینات تناسب اندام ایمن و کارآمد دارند و حفظ یک برنامه تمرینی میان‌مدت و بلندمدت هم نیاز به انگیزه و هم نظارت دارد. از آنجایی که آسیب‌های ورزشی یک مشکل رایج است، چندین مطالعه پزشکی در تلاش هستند تا راه‌حل‌هایی برای پیش‌بینی، پیشگیری و یا کاهش وقوع آنها بیابند. برخی از ابزارها برای سال‌ها در دسترس بوده و مورد استفاده قرار می‌گیرند، مانند ساق پا و محافظ مچ، و حتی انواع مختلف چسب ماهیچه‌ای و بسیاری دیگر از وسایل فیزیکی برای جلوگیری یا کاهش شدت آسیب‌ها مناسب هستند. مطالعات متعددی تلاش کرده‌اند تا مشکلات تناسب اندام را با جلوگیری از شایع‌ترین آسیب‌ها و در نتیجه اتلاف سرمایه و زمان بهبود بخشند؛ اما همچنان این چالش اصلی برای مقابله در این مسیر است.

۴- تناسب اندام هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء

مفاهیم و خدمات اینترنت اشیاء تأثیر قابل توجهی بر اکثر ورزش‌ها از جمله تناسب اندام دارند. تناسب اندام هوشمند کاربردهای مختلفی در ورزش‌هایی مانند فوتبال، اسکی و باله که دارای دوره پیش‌فصل (به عنوان بهترین زمان برای بهبود هوازی) هستند دارد. شباهت‌های زیادی بین تناسب اندام هوشمند و سایر ورزش‌های هوشمند وجود دارد. در تمرینات ورزشی هوشمند، برخی از عوامل خارجی (مانند انرژی جنبشی، قدرت متابولیک، شتاب، بارهای بدن و غیره) و همچنین برخی از عوامل داخلی (مانند جذب اکسیژن، ضربان قلب، بار مفصل، بار عضلانی و غیره) پتانسیل بالایی دارند. نظارت بر بار تمرینی و اثرات برنامه تمرینی بر بدن ورزشکار، برای ارائه برنامه تمرین در ورزش‌هایی مانند دوچرخه سواری موضوع دیگری است که دقیقاً در تناسب اندام هوشمند وجود دارد. با این حال، بین تناسب اندام هوشمند و سایر ورزش‌های هوشمند مانند والیبال، فوتبال یا بسکتبال تفاوت‌هایی وجود دارد. این تفاوت‌ها به دلیل ماهیت ورزش است؛ به عنوان مثال در والیبال برخی ویژگی‌ها مانند زمان واکنش، دقت در توپ، آگاهی از موقعیت و غیره در نظر گرفته می‌شود و قدرت پرش در فوتبال یا زاویه و سرعت شوت عامل مهمی در بسکتبال است. اما این عوامل دارای اهمیت کمتری در تناسب اندام هوشمند هستند. در وزنه‌های بارگذاری شده تناسب اندام هوشمند، زمان اجرای برنامه تمرینی برای انجام یک عمل (مانند حرکت دادن دمبل یا هالتر) و نظارت بر زاویه حرکت دست‌ها و پاها مهم است [۸].

۵- اجزای یک سیستم هوشمند مناسب باشگاه

معماری مرجع یک سیستم هوشمند مناسب باشگاه در شکل (۲) نشان داده شده است. این سیستم عمدتاً از بخش های زیر تشکیل شده است:

(۱) دستگاه تناسب اندام[1]: دستگاه‌های تناسب اندام زیادی در باشگاه وجود دارد. این دستگاه‌ها با اتصال چند سنسور اصلاح می‌شوند. به عنوان مثال، یک سنسور فاصله در دستگاه کشش اضافه می‌شود تا فاصله کشش اندازه‌گیری شود. سپس کار با کشیدن تمرین را می‌توان محاسبه کرد.

(۲) سنسور[2]: سنسورها در دستگاه‌های تناسب اندام برای اندازه‌گیری حجم کار کاربران استفاده می‌شوند. به طور کلی برای جلوگیری از مشکل اتصال کابل، از سنسورهای بی‌سیم روی دستگاه‌ها استفاده می‌شود. نوع سنسور به دستگاه بستگی دارد.

(۳) دستگاه پوشیدنی[3]: دستگاه‌های پوشیدنی برای ثبت تمرین‌های روزانه مانند ضربان قلب در زمان واقعی، تعداد قدم‌های برداشته شده در راه رفتن و غیره استفاده می‌شوند. دستگاه پوشیدنی عمدتاً برای ثبت داده‌های فعالیت زمانی که کاربر در باشگاه بدنسازی نیست استفاده می‌شود. با جمع‌آوری این داده‌ها، سیستم‌ها می‌توانند تجزیه و تحلیل دقیق‌تری برای وضعیت سلامتی کاربر انجام دهند.

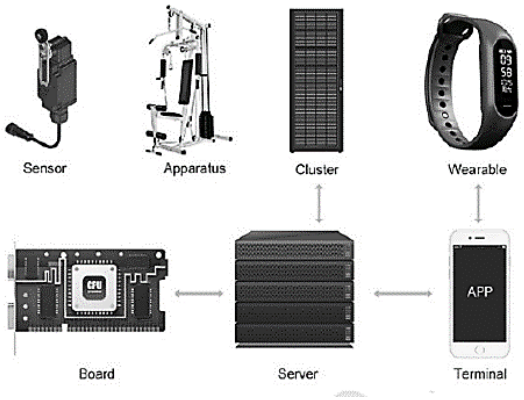
(۴) برد توسعه[4]: برد توسعه برای دریافت داده‌های جمع‌آوری شده از حسگرها استفاده می‌شود. این برد معمولاً دارای یک صفحه نمایش لمسی است که کاربران می توانند با برنامه‌ها کار کنند و درخواست‌های مختلف بدهند. اپلیکیشن نصب شده در برد توسعه، مشابه ترمینال موبایل است و عمدتاً برای انتقال داده بین سنسورها و سرور استفاده می‌شود. در همین حال، برای کاربرانی که از ترمینال موبایل استفاده نمی‌کنند، یک وسیله جایگزین است.

(۵) سرور[5]: بخش میانی سیستم شامل یک سرور است که برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های ارسالی از سنسورها و ترمینال استفاده می‌شود. همچنین، رابط‌های برنامه کاربردی وب (API) را برای ترمینال برای فراخوانی فراهم می‌کند.

(۶) خوشه محاسباتی[6]: خوشه محاسباتی برای انجام وظایف محاسباتی بالا استفاده می‌شود. این گره‌های محاسباتی توسط سرور سیستم ارسال می‌شوند.

(۷) پایانه سیار[7]: ترمینال اطلاعات تمرین یا تناسب اندام را توسط برنامه نشان می‌دهد. این برنامه بر روی پلتفرم IOS یا اندروید اجرا می‌شود [۹].

[1] Fitness Apparatus
[2] Sensor
[3] Wearable Device
[4] Development Board
[5] System Server
[6] Computing Cluster
[7] Mobile Terminal



شکل (۲): معماری مرجع سیستم هوشمند

جدول (۱): معیارهای واجد شرایط بودن

معیارهای حذف	معیارهای ورود
کاربردهای پوشیدنی و اینترنت اشیاء در سایر فعالیت‌های انسانی غیر مرتبط با ارزیابی تناسب اندام یا نظارت بر سلامت در ورزشکاران (به عنوان مثال، نظارت بر مراقبت‌های بهداشتی، نظارت بر رفاه غیر مرتبط با ورزش، جمعیت‌های بالینی، دستگاه‌های پزشکی)	کاربردهای پوشیدنی و اینترنت اشیاء در ارزیابی تناسب اندام (به عنوان مثال، ارزیابی سطح قلبی تنفسی، وضعیت عصبی عضلانی، تعادل، سرعت و تغییر جهت، توده بدن یا ترکیب بدن) نظارت بر سلامت در ورزشکاران یا ورزش ها (به عنوان مثال، ضربان قلب، کیفیت خواب)

۶- عوامل موثر بر مطالعه سیستماتیک

روش‌های مورد استفاده در این مطالعه در ادامه بیان شده است.

۶-۱- معیارهای واجد شرایط بودن

پروتکل جستجو به طور مستقل برای شناسایی مطالعات مرتبط، که شامل ارزیابی عنوان، چکیده و فهرست مرجع هر مطالعه بود، انجام شد. معیارهای ورود و خروج در جدول (۱) ارائه شده است. علاوه بر این، نسخه‌های کامل مقالات موجود در مطالعه به منظور شناسایی و در نتیجه حذف مقالاتی که معیارهای انتخاب را برآورده نمی‌کنند، با جزئیات بازنگری شدند. جستجوی تکمیلی در فهرست منابع مقالات ارائه شده برای بازیابی مطالعات مرتبط اضافی انجام شد و خطاهای احتمالی برای مقالات ارائه شده نیز در نظر گرفته شده است.

۶-۲- منابع اطلاعاتی و جستجو

با جستجوی پایگاه‌های داده الکترونیکی WOS، CCC، DIIDW، KJD، MEDLINE، RSCI، SCIELO، IEEE-Xplore، SPORT- Discus،PubMed، کاکرین[1] کلمات کلیدی و مترادف‌ها در ترکیب‌های مختلفی در عنوان، چکیده یا کلمات کلیدی وارد شدند که از آن جمله می‌توان به ورزش یا فعالیت بدنی، شبکه بی‌سیم حسگر بدن (WBSN)، ساعت هوشمند، لباس یا کفش دارای ردیاب، واحد اندازه‌گیری اینرسی (IMU)، میکروالکترومکانیک، شتاب‌سنج، ژیروسکوپ، فشارسنج، اینترنت اشیاء، و عملکرد، حرکت، رفتار، تناسب اندام، کاردیو، هوازی قدرتی، عصبی عضلانی یا سرعتی، تغییر جهت یا ضربان قلب اشاره کرد.

۶-۳- استخراج داده‌ها

با استفاده از دستورالعمل کاکرین، داده ها استخراج گردیدند [۱۰]. همچنین با مطالعه مقالات، معیارهای ورود و یا خروج، مورد بررسی قرار گرفتند.

۶-۴- اقلام داده

در تجزیه و تحلیل انجام شده بر روی مقالات انتخابی، داده‌های زیر استخراج شد: نوع طرح مطالعه، تعداد شرکت کنندگان (N)، گروه سنی (میانگین ± انحراف معیار)، جنس (مرد، زن یا هر دو)، پروتکل آزمایشی و نوع ورزش، ویژگی‌های دستگاه پوشیدنی (حسگرها، محرک‌ها، میکروکنترلر، پردازنده، توپولوژی شبکه)، ویژگی‌های ابزارهای نرم‌افزاری (نرم‌افزار، الگوریتم‌های ML، مکانیسم‌های هوش مصنوعی).

۶-۵- ارزیابی روش شناختی

ارزیابی STROBE برای ارزیابی سوگیری روش شناختی مقالات واجد شرایط با پیروی از انطباق O'Reilly و همکاران، اعمال شد [۱۱]. هر یک از مقالات شامل ده مورد امتیازدهی شد. هر مطالعه با پیروی از O'Reilly و همکاران از نظر کیفی رتبه‌بندی شد. روش شناسی [۱۱] بدین صورت است: از ۰ تا ۶ امتیاز، مطالعه در معرض خطر سوگیری (کیفیت پایین) و از ۷ تا ۱۰ امتیاز، مطالعه با خطر کم سوگیری (کیفیت بالا) در نظر گرفته‌شد.

۷- مطالعه مقالات موجود و بررسی نتایج

پس از بررسی مطالعات مراجع [۱۲-۱۸]، اطلاعات مربوط به ابزارهای پوشیدنی، دستگاه اینترنت اشیاء (حسگرها، پردازنده‌ها، حافظه و غیره)، نرم‌افزار(های) مورد استفاده، الگوریتم‌های یادگیری ماشین و در نهایت روش ارزیابی تناسب اندام مورد استفاده در هر مطالعه، از میان دستگاه‌های ارائه‌شده، مشاهده شد که یکی از دستگاه‌هایی که بیشترین مطالعه را داشت، مچبند بود. نتایج در جدول (۲) آورده شده است.

[1] Cochrane

جدول (۲): نتایج مطالعه

مقاله مورد مطالعه	نوع وسیله	کاربرد	نتیجه‌گیری‌های اصلی	نوع بار
Barricelli2020 [12]	مچ‌بند	نظارت بر ورزشکاران	ارائه پیش‌بینی‌های قابل اعتماد مربوط به شرایط دوقلو و آسان‌تر کردن بهینه‌سازی فرآیند تمرین	دیجیتال
Munoz-Organero 2019 [13]	مچ‌بند	تشخیص فعالیت‌های انسانی	نتایج ارائه شده با اعتبارسنجی متقاطع بهتر عمل می‌کند. تشخیص فعالیت انسانی ممکن است به شناسایی حرکت در آینده و بهبود درک کیفیت حرکت کمک کند.	خارجی
Qi2019 [14]	مچ‌بند بند سینه	شمارش تکرار و تشخیص تمرین	رویکرد پیشنهادی امکان طبقه‌بندی ۱۹ فعالیت بدن‌سازی را با دقت خوبی فراهم می‌کند. این ممکن است به ردیابی ورزش و کمک به طراحی تمرینات فردی برای افراد کمک کند، در حالی که بار تحمیل شده را شناسایی می‌کند.	خارجی
Xia2020 [15]	مچ‌بند	تشخیص ورزش راکت	این مچ‌بند امکان تشخیص حرکات راکت را با دقت خوبی فراهم می‌کرد که به کمّی کردن کیفیت و کمیت حرکات در طول تمرین و سناریوهای مسابقه کمک می‌کند.	خارجی
Xiao2020 [16]	مچ‌بند دستبند	پایش ضربان قلب	این دستگاه پوشیدنی به تشخیص زودهنگام شرایط هشدار مربوط به وضعیت سلامت بازیکنان کمک می‌کند.	داخلی
Zhao2020 [17]	نامشخص	پایش وضعیت فیزیولوژیکی	مچ‌بند امکان تشخیص حرکات راکت را با دقت خوبی فراهم می‌کرد که به کمّی کردن کیفیت و کمیت حرکات در طول تمرین و سناریوهای مسابقه کمک می‌کند.	خارجی
Zou2020 [18]	دستکش	نظارت به‌موقع بر ورزشکاران	مربی مجازی امکان تشخیص ۱۵ مجموعه برنامه آموزشی و همچنین تشخیص رفتارهای غیر استاندارد را فراهم وبهبود طراحی آموزشی کمک می‌کند	خارجی

۸- بحث

هدف این بررسی سیستماتیک، شناسایی و خلاصه کردن مطالعاتی بود که کاربرد دستگاه‌های پوشیدنی و اینترنت اشیاء را برای ارزیابی تناسب اندام مورد بررسی قرار داده‌اند. به طور کلی، یازده نوع دستگاه قابل پوشیدن اینترنت اشیاء مجزا برای ارزیابی تناسب اندام ارزیابی شده که بیشترین مورداستفاده از مچ بند است. بحث بر اساس چهار معیار خواهد بود:

الف. سنجش: مناسب بودن حسگرهای مورد استفاده برای به‌دست آوردن نشانگرهای زیستی.

ب. پردازش: ظرفیت محاسباتی و تأثیر آن بر استقلال دستگاه.

ج. ارتباطات: پروتکل‌های ارتباطی و تأثیر آنها بر استقلال و امنیت و حریم خصوصی دستگاه.

د. کاربرد: قابلیت کاربرد فناوری پوشیدنی اینترنت اشیاء برای ارزیابی تناسب‌اندام.

به طور معمول، دستگاه‌های پوشیدنی و اینترنت اشیاء توسط ورزشکاران به شکل لباس یا لوازم جانبی دیگر که شامل حسگرها، ریزپردازنده و یک واحد ارتباطی است که امکان اتصال با تلفن هوشمند یا ارائه‌دهنده خدمات شخص ثالث را فراهم می‌کند که برای اندازه کوچک، طراحی شده است. CPU قدرتمند برای پردازش متناوب (یعنی پردازش سریع داده با بازگشت سریع به حالت خواب عمیق) با مصرف کم و ارتباطات کم مصرف برای قابلیت همکاری همه جا حاضر طراحی شده است. در چنین معماری‌هایی، گوشی‌های هوشمند نه تنها برای ذخیره‌سازی و پردازش داده‌ها، بلکه برای عملکرد به‌عنوان یک دروازه، نقش اصلی را ایفا می‌کنند و دستگاه‌های پوشیدنی را با اتصال همه‌جا به اینترنت قدرتمند می‌کنند.

با توجه به معیار "الف"، مناسب بودن حسگرهای مورد استفاده برای کسب نشانگرهای زیستی، با تمرکز بر کوچک‌سازی در سطح مدار مجتمع (IC) که شامل طراحی سیستم روی تراشه (SOC) است. از آنجایی که پوشیدنی‌ها به صورت فیزیکی به بدن ورزشکار متصل می‌شوند، برداشتن سیم‌ها می‌تواند با توجه به کاربرد چنین سیستم‌هایی در یک سناریوی واقعی ارزش زیادی داشته باشد. بنابراین، طراحی IC های خاص که فناوری‌های حسگر را یکپارچه می‌کند باید شامل یک بخش آنالوگ برای رابط حسگر، یک CPU قدرتمند برای پردازش متناوب و یک رادیو کم‌قدرت برای ارتباطات متناوب باشد. برای دستیابی به قابلیت اطمینان بیشتر، فن‌آوری‌های حسگر باید بر بهبود نسبت سیگنال به نویز و حساسیت متمرکز شوند؛ که ممکن است از سازندگان IC امکانات جدیدی مانند رویکردهای جدید بسته‌بندی SOC IC با هدف دستیابی به دستگاه‌های پوشیدنی قابل اعتمادتر و قوی‌تر را طلب کند [۸].

با توجه به معیار "ب"، کاهش مصرف انرژی کلی فناوری‌های پوشیدنی اینترنت اشیاء بسیار مهم است. با این حال با بررسی آثار ارزیابی شده، مشاهده گردید که اکثر آنها هنوز در مرحله نمونه اولیه هستند. علاوه بر این، همگرایی به سمت طراحی مدارهای مجتمع ویژه (ASIC) به کاهش مصرف انرژی کلی کمک می‌کند و در عین حال یکپارچه‌سازی و کوچک‌سازی، راه را برای دستگاه‌های پوشیدنی و اینترنت اشیاء کمتر تهاجمی در ورزش هموار می‌کند. علاوه بر این، و در نتیجه، هزینه کلی چنین دستگاه هایی کاهش می‌یابد، زیرا تولید در مقیاس بزرگ باعث کاهش هزینه کلی تولید می‌شود.

با توجه به معیار "ج"، اکثر آثار مورد بررسی از استانداردهای ارتباطی استفاده می‌کنند که برای کار در شبکه‌های محلی (LAN) بااستفاده از پروتکل‌های[ZigBee۸] یا در یک شبکه شخصی (PAN) با استفاده از پروتکل های ارتباطی بلوتوث [۱۶-۱۴] و بلوتوث کم انرژی (BLE) و فقط یک کار از شبکه گسترده (WAN) استفاده می

کند [۱۶]. از پروتکل‌های مورد بررسی، تنها پروتکل‌های ZigBee و BLE برای عملکرد کم مصرف طراحی شده‌اند. عامل مهم دیگری که در این مطالعه مورد ارزیابی قرار نگرفت، تأخیر ارتباطی بود که به شدت وابسته به فناوری ارتباطات اتخاذ شده مورد استفاده است، زیرا هیچ یک از آثار مورد بررسی به این موضوع نپرداختند. در مورد امنیت، Wi-Fi از رمزگذاری ۲۵۶ بیتی استفاده می‌کند، در حالی که بلوتوث و BLE فقط از رمزگذاری ۱۲۸ بیتی استفاده می‌کنند، که سطح امنیتی رایجی است که برنامه‌های کاربردی استاندارد به آن نیاز دارند. با این حال برای سطح امنیت بالاتر، باید با حریم خصوصی معادل بی‌سیم (WEP) و دسترسی محافظت شده از Wi-Fi (WPA2-AES) در نظر گرفته شود، که ارتباطات را به‌طور آشکار ایمن‌تر می‌کند [۲۱].

با توجه به معیار "د"، در میان مطالعات بررسی شده که نتایج را برای ارزیابی تناسب اندام گزارش کرده‌اند، دو دسته اصلی شناسایی شده است: (۱) پایش وضعیت فیزیولوژیکی با دو اثر [۱۷،۱۶] و (۲) شناسایی فعالیت ردیابی با پنج اثر [۱۲-۱۵، ۱۸].

۹- محدودیت‌های مطالعه، تحقیقات آینده و پیامدهای عملی

اکثر کارهای مورد بررسی در این بررسی سیستماتیک با در نظر گرفتن کاربرد نظارت بر وضعیت فیزیولوژیکی و شناسایی ردیابی فعالیت برای ارزیابی تناسب اندام انجام شده است. تمرکز این بررسی سیستماتیک، ارزیابی کاربرد فناوری‌های پوشیدنی و اینترنت اشیاء برای چنین برنامه‌هایی از نظر سخت‌افزار، نرم‌افزار و مکانیزم‌های پردازشی، مانند یادگیری ماشینی یا سایر ابزارهای مرتبط است. با این حال، استفاده فعلی از فناوری‌های پوشیدنی و اینترنت اشیاء در ورزش برای نظارت بر حجم فعالیت ورزشکاران هنوز در حال توسعه است. نیاز به کسب اطلاعات بیشتر و با کیفیت بهتر در مورد فعالیتهای ورزشکاران، هنوز توسط جامعه پژوهشی برآورده نشده است؛ که می تواند با این واقعیت توجیه شود که بیشتر مطالعات مورد بررسی در این مقاله هنوز نمونه اولیه هستند. اینه نشان می‌دهد که پیشرفت چنین فناوری‌هایی هنوز پایین است. علاوه بر این، افزایش یادگیری ماشینی در ورزش می‌تواند کاربرد فن‌آوری‌های پوشیدنی و اینترنت اشیاء را به میزان قابل توجهی بهبود بخشد و به هموار کردن راه برای گام بعدی به سمت تجزیه و تحلیل تناسب اندام پیش‌بینی‌کننده کمک کند [۲۲].

علاوه بر این، پیشرفت‌های جدید در الکترونیک انعطاف‌پذیر و ساخت IC، توسعه ابزارهای پوشیدنی و دستگاه‌های اینترنت اشیاء را متحول کرده است. با این حال، هنوز محدودیت‌هایی در ارتباط با اندازه‌گیری چندین نشانگر زیستی وجود دارد که با محدودیت‌های ارائه شده نه تنها در سطح پیاده‌سازی حسگر فیزیکی، بلکه در سطح محاسبات لبه‌ای سیستم، به چالش کشیده می‌شوند، یعنی نیاز به پیاده‌سازی‌های سبک‌وزن یادگیری ماشین برای تجزیه و تحلیل داده‌های موثر در حاشیه، غیرمتمرکز است. موضوع مهم دیگری که باید به آن پرداخته شود مربوط به خودمختاری چنین دستگاه‌هایی است. به عنوان مثال، کاهش مصرف انرژی دستگاه برای دستیابی به سطح بالاتر و پیشی گرفتن از مرحله نمونه اولیه بسیار مهم است.

۱۰- نتیجه‌گیری

امروزه سیستم‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء به طور چشم‌گیری در حال گسترش هستند. از طرفی به دلیل مسائلی چون شغل‌های اداری و یا بیماری‌های همه‌گیر مانند کووید-۱۹، یکجانشینی طولانی‌مدت پیش می‌آید. سلامتی و تناسب اندام از نکات مهم در حفظ سلامت روح و بدن است؛ اما افراد به دلیل مشغله‌های فراوان کاری ممکن است از آن غافل شوند. وجود تجهیزات هوشمند و باشگاه هوشمند کمک می‌کند تا افراد بتوانند حرکات ورزشی را به طور صحیح انجام دهند. فناوری‌های پوشیدنی و اینترنت اشیاء در ورزش برای نظارت بر پیشرفت چنین فناوری‌هایی هنوز ضعیف است، که در نهایت پذیرش آن توسط جامعه ورزشی را محدود می‌کند. از سوی دیگر، نظارت بر وضعیت فیزیولوژیکی، شناسایی و ردیابی فعالیت، امکانات جدیدی را در مورد ارزیابی تناسب اندام باز می‌کند. این بررسی به ما این نکته را گوشزد می‌کند که پیشرفت‌های آینده باید تکنیک‌های یادگیری ماشینی را برای تعیین روابط بین آن متغیرها و تعیین اهداف تمرینی بهینه و فردی برای ورزشکاران تفریحی و حرفه‌ای اضافه کند و به آنها کمک کند تا روند تمرین را با شرایط فردی و عوامل محیطی نظارت و تنظیم کنند.

مراجع

[1] Moser, K., Harder, J., & Koo, S. G. (2014, October). Internet of things in home automation and energy efficient smart home technologies. In *2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* (pp. 1260-1265). IEEE.

[2] Alva, A. S., Dinesh, A. S., & Chavan, C. P. (2022, December). IOT for Enabling Smart environment system. In *2022 International Conference on Smart Generation Computing, Communication and Networking (SMART GENCON)* (pp. 1-6). IEEE

[3] Wang, M., Zhang, G., Zhang, C., Zhang, J., & Li, C. (2013, June). An IOT-based appliance control system for smart homes. In *2013 fourth international conference on intelligent control and information processing (ICICIP)* (pp. 744-747). IEEE.

[4] Yang, H., Lee, W., & Lee, H. (2018). IOT smart home adoption: the importance of proper level automation. *Journal of Sensors*, *2018*.

[5] Passos J, Lopes SI, Clemente FM, Moreira PM, Rico-González M, Bezerra P, Rodrigues LP. Wearables and Internet of Things (IOT) Technologies for Fitness Assessment: A Systematic Review. *Sensors (Basel)*. 2021 Aug 11;21(16):5418. doi: 10.3390/s21165418. PMID: 34450860; PMCID: PMC8400146.

[6] E.T. Luhanga, A.A.E. Hippocrate, H. Suwa, Y. Arakawa, K. Yasumoto, Identifying and evaluating user

requirements for smartphone group fitness applications, *IEEE Access* 6 (2018) 3256–3269

[7] T. Wyss, M. Boesch, L. Roos, C. Tschopp, K.M. Frei, H. Annen, R. La Marca, Aerobic fitness level affects cardiovascular and salivary alpha amylase responses to acute psychosocial stress, *Sports* Med.-Open 2 (1) (2016) 1–11.

[8] H. Lee, J. Kwon, Survey and analysis of information sharing in social IOT, in: 2015 *8th IEEE International Conference on Disaster Recovery and Business Continuity* (DRBC), 2015, pp. 179–184

[9] Farrokhi, A., Farahbakhsh, R., Rezazadeh, J., & Minerva, R. (2021). Application of Internet of Things and artificial intelligence for smart fitness: A survey. *Computer Networks*, *189*, 107859.

[10] Cochrane Consumers & Communication Review Group. Data Extraction Template for Included Studies. Available online: https:// cccrg.cochrane.org/sites/cccrg.cochrane.org/files/public/upoads/det_2015_revised_final_june_20_2016_nov_29_revised.doc (accessed on 10 August 2021).

[11] O'Reilly, M., Caulfield, B., Ward, T., Johnston, W., & Doherty, C. (2018). Wearable inertial sensor systems for lower limb exercise detection and evaluation: a systematic review. *Sports Medicine*, *48*, 1221-1246.

[12] Barricelli, B. R., Casiraghi, E., Gliozzo, J., Petrini, A., & Valtolina, S. (2020). Human digital twin for fitness management. *IEEE Access*, *8*, 26637-26664.

[13] Mario, M. O. (2018). Human activity recognition based on single sensor square HV acceleration images and convolutional neural networks. *IEEE Sensors Journal*, *19*(4), 1487-1498.

[14] Qi, J., Yang, P., Hanneghan, M., Tang, S., & Zhou, B. (2018). A hybrid hierarchical framework for gym physical activity recognition and measurement using wearable sensors. *IEEE Internet of Things Journal*, *6*(2), 1384-1393.

[15] Xia, K., Wang, H., Xu, M., Li, Z., He, S., & Tang, Y. (2020). Racquet sports recognition using a hybrid clustering model learned from integrated wearable sensor. *Sensors*, *20*(6), 1638.

[16] Xiao, N., Yu, W., & Han, X. (2020). Wearable heart rate monitoring intelligent sports bracelet based on Internet of things. *Measurement*, *164*, 108102.

[17] Zhao, Y. X., Hsieh, Y. Z., Lin, S. S., Pan, C. J., & Nan, C. W. (2020). Design of an IOT-Based Mountaineering Team Management Device Using Kalman Filter Algorithm. *Journal of Internet Technology*, *21*(7), 2085-2093.

[18] Zou, Y., Wang, D., Hong, S., Ruby, R., Zhang, D., & Wu, K. (2020). A low-cost smart glove system for real-time fitness coaching. *IEEE Internet of Things Journal*, *7*(8), 7377-7391.

[19] Singh, S., Kozłowski, M., García-López, I., Jiang, Z., & Rodriguez-Villegas, E. (2021). Proof of concept of a novel neck-situated wearable PPG system for continuous physiological monitoring. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, *70*, 1-9.

[20] Wei, Y., Cao, Q., Hargrove, L., & Gu, J. (2020, July). A Wearable Bio-signal Processing System with Ultra-low-power SoC and Collaborative Neural Network Classifier for Low Dimensional Data Communication. In *2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)* (pp. 4002-4007). IEEE.

[21] Ammar, M., Russello, G., & Crispo, B. (2018). Internet of Things: A survey on the security of IOT frameworks. *Journal of Information Security and Applications*, *38*, 8-27.

[22] Passos, J., Lopes, S. I., Clemente, F. M., Moreira, P. M., Rico-González, M., Bezerra, P., & Rodrigues, L. P. (2021). Wearables and Internet of Things (IOT) technologies for fitness assessment: a systematic review. *Sensors*, *21*(16), 5418.

COPYRIGHTS
©2024 by the authors. Published by the Islamic Azad University Shiraz Branch. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0