



## تشخیص فعالیت در خانه‌های هوشمند با استفاده از الگوریتم سنجاقک

میساء شبیری نیا<sup>(۱)</sup>

meisa\_shobeiri@yahoo.com

حمیدرضا بیات<sup>(۲)</sup>

hamidrezabayat681@gmail.com

**چکیده:** با گذشت مدت زمان نسبتاً کمی که از پیدایش مفهوم خانه هوشمند می‌گذرد جنبه‌های بیشتری از کاربرد این تکنولوژی نسبتاً جدید مورد مطالعه قرار گرفته است از جمله پرتعدادترین نمونه‌های جنبه‌های کاربردی این تکنولوژی می‌توان به بحث سلامت در خانه‌های هوشمند اشاره کرد. در مطالعات انجام شده در این زمینه میزان تاثیر تکنولوژی خانه هوشمند بر سلامت ساکنین خانه و خصوصاً برای افراد سالمند مورد تحقیق و مطالعه قرار گرفته‌اند. با توجه به این موضوع که یکی از کاربردهای خانه هوشمند تشخیص فعالیت‌هایی می‌باشد که توسط سالمندان درون خانه انجام می‌شود لذا در این تحقیق بر آن شدیم تا با استفاده از مجموعه داده دانشگاه واشنگتن در ایالات متحده آمریکا به تجزیه و تحلیل فعالیت افراد سالمند در خانه‌های هوشمند با استفاده از شبکه عصبی بهبود یافته بوسیله الگوریتم سنجاقک پرداخته و فعالیت آنها را با دقت بالایی تشخیص دهیم. نتایج بدست آمده از اجرای روش پیشنهادی در نرم افزار شبیه‌سازی متلب گویای آن است که روش پیشنهادی با دقت ۹۵٫۷۸ درصد برای فعالیت ۱، دقت ۹۵٫۱۱ درصد برای فعالیت ۲، دقت ۹۷ درصد برای فعالیت ۳، دقت ۹۶٫۰۲ درصد برای فعالیت ۴ و دقت ۹۷٫۶۴ برای فعالیت ۵ قادر به تشخیص فعالیت سالمندان در خانه هوشمند می‌باشد. همچنین میزان دقت برای فعالیت‌های ۱ تا ۵ به ترتیب به میزان ۵٫۷ درصد، ۵ درصد، ۵ درصد، ۴٫۸ درصد و ۴٫۵ درصد بهبود داشته است. در نتیجه با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت روش پیشنهادی از عملکرد خوب و قابل قبولی جهت فعالیت افراد سالمند در خانه‌های هوشمند برخوردار می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** خانه هوشمند، فعالیت، الگوریتم سنجاقک، داده کاوی، تشخیص.

### ۱ - مقدمه

نمونه‌ای کوچک شده از یک مدل اینترنت اشیا جهانی دانست پس به عبارت بهتر می‌توان گفت که برقراری کامل اینترنت اشیا در خانه‌های هوشمند می‌تواند سرآغازی برای برقراری اینترنت اشیا جهانی باشد که در آن تمامی ابزارهای الکترونیکی قابلیت اتصال به اینترنت را داشته و از راه دور قابل کنترل می‌باشند. هوشمندسازی منازل از جهات بسیاری مورد توجه قرار دارد که قابلیت تشخیص فعالیت و شناسایی رفتار ساکنین خانه یکی از با اهمیت‌ترین موضوعات می‌باشد؛ تشخیص

خانه‌های هوشمند که امروزه به پدیده‌ای معمول تبدیل شده است یکی از بارزترین نمونه‌های محیط‌های هوشمند هستند که افراد بسیاری به دنبال دسترسی به این فناوری بوده و خواهان هوشمندسازی منازلشان می‌باشند. در بین کاربردهای مختلف اینترنت اشیا خانه هوشمند از اهمیت بیشتری برخوردار است زیرا می‌تواند نزدیکترین ارتباط را با انسان داشته باشد [۱]. به طور کلی یک خانه هوشمند را می‌توان



### ۳- خانه‌های هوشمند

انجمن سازندگان خانه‌های آمریکایی اولین نسخه خانه‌های هوشمند را در سال ۱۹۸۴ اعلام کرد، بر طبق تعریف انجمن خانه‌های هوشمند، خانه هوشمند مجموعه‌ای از تکنولوژی‌ها و سرویس‌ها در شبکه‌ای خانگی برای بهبود کیفیت زندگی است؛ این شبکه هوشمند شامل امکانات ارتباطی، سرگرمی، امنیت، آسایشی و اطلاعاتی و سرویس‌هایی برای افراد معلول و سالمند است که استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا در خانه‌های هوشمند می‌تواند به کمک سال‌های پیری بیایند. اشیا می‌توانند با هم تبادل داده داشته باشند و با نرم‌افزارهایی که در یک ابر مجازی کار می‌کنند در ارتباط باشند؛ این ابزارها قادرند مثل سنسورهای رفتاری کنند که هر آنچه را دور و بر ما اتفاق می‌افتد زیر نظر داشته و سالمندان قادرند بوسیله آنها از خودشان مراقبت کنند. طبق آمار ۷۵ تا ۸۰ درصد بودجه حوزه سلامت صرف بیماری‌های مزمن نظیر دیابت، بیماری‌های قلبی، آسم و آلزایمر می‌شود بنابراین می‌توان این بیماری‌ها را به آسانی از محیط خانه کنترل و درمان کرد. از جمله راهکارهای خانه‌های هوشمند جهت مراقبت از سالمندان عبارت است از:

#### الف-مراقبت با سنسورهای مادون قرمز

- چگونگی نظارت بر فعالیت‌های روزانه
- اجزای سیستم نظارت مبتنی بر مادون قرمز
- سنسور جریان آب و نحوه فعالیت آن
- حسگر حرکتی و نحوه فعالیت آن

#### ب-شبکه‌های مبتنی بر سنسور FBG برای افراد سالمند

#### ج- مراقبت با شبکه‌های حسگر بی‌سیم

### ۴- هوش مصنوعی و سطوح مختلف آن

خیلی از افراد هنوز هم با شنیدن واژه هوش مصنوعی به ربات‌ها فکر

فعالیت روزمره در خانه‌های هوشمند کاربردهای بسیاری دارد که یکی از مهمترین کاربردهای آن را می‌توان در زمینه سلامت ساکنین خانه معرفی نمود. سلامت افراد می‌تواند به طور مستقیم تحت تاثیر نحوه فعالیت‌های فیزیکی انجام شده در طی روز مدت و تعداد آنها باشد [۲]. علاوه بر این تغییر ناگهانی در روند انجام فعالیت‌های روزمره افراد می‌تواند نشانه‌ای از یک موقعیت بحرانی باشد که با تشخیص زود هنگام می‌توان از پدید آمدن آسیب‌های جدی‌تر جلوگیری نمود، از آنجا که رفتارهای انسانی در خانه معمولاً تغییر می‌کنند شناسایی الگوهای رفتاری ساکنین خانه نیاز به فرآیندی طولانی خواهد داشت [۳].

### ۲- کارهای پیشین

در سال ۲۰۲۰ یان و همکاران جهت شناسایی فعالیت افراد در خانه‌های هوشمند و در زمان واقعی و با استفاده از بستر اینترنت اشیا یک روش مبتنی بر کشف دانش ارایه دادند [۴]. در سال ۲۰۱۹ سوکر و همکاران با هدف تکامل و انطباق خودکار مدل‌های فعالیت بر اساس ویژگی‌های کاربران از یک روش جایگزین با ترکیب استدلال دانش محور با استدلال داده محور استفاده کردند [۵]. در سال ۲۰۱۹ ونکاتش و همکاران چارچوبی را ارائه دادند که با تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از سیستم نظارت بر محیط زیست (EMS) و سیستم شناسایی موقعیت‌های شخصی (PPDS) و با استفاده از الگوریتم‌های AdaBoost، SVM و PNN یک روش تشخیص فعالیت دقت محور را پیشنهاد نمودند. در سال ۲۰۱۹ رئیس زاده و همکاران یک روش کشف الگو برای تشخیص فعالیت‌های زندگی روزمره در خانه‌های هوشمند پیشنهاد کردند [۶]. در سال ۲۰۱۹ Grewal و همکاران یک چارچوب یکپارچه برای استخراج الگوهای رفتاری کاربر از داده‌های کنتور برق موجود در خانه هوشمند ارائه دادند [۷]. در سال ۲۰۱۸ Paudel و همکاران از تکنیک‌های داده کاوی و یادگیری ماشین جهت تشخیص وضعیت سلامتی ساکنین خانه‌های هوشمند استفاده کردند [۸].

<sup>3</sup> Personalized Positions Detection System

<sup>4</sup> Probabilistic Neural Networks

<sup>1</sup> Support Vector Machine

<sup>2</sup> Environment Monitoring System



انجام داده‌اند. باتوجه به مجموعه داده موردنظر در این تحقیق پیش‌پردازش شامل نرمال‌سازی داده‌ها می‌باشد. برای این منظور در این مقاله برای نرمالیزه کردن داده‌ها از روش نرمالیزاسیون آماری  $\max - \min$  در بازه  $[1,0]$  که از رابطه ۱ تبعیت می‌کند استفاده کردیم:

$$X_{\text{norm}} = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (1)$$

که  $X$  مقدار داده مورد نظر جهت نرمال شدن،  $\min(x)$  کمینه بردار ورودی  $x$ ،  $\max(x)$  بیشینه بردار ورودی  $x$  و  $X_{\text{norm}}$  مقدار نرمال شده  $x$  می‌باشد.

در گام بعدی جهت ارزیابی داده‌ها با استفاده از روش هولد‌اوت<sup>۶</sup> به دو مجموعه داده‌های آموزشی<sup>۷</sup> و مجموعه داده آزمایشی<sup>۸</sup> تقسیم می‌شوند؛ بدین ترتیب که بصورت تصادفی ۷۰ درصد از داده‌ها برای مجموعه آموزشی جهت آموزش روش پیشنهادی و ۳۰ درصد باقی مانده برای مجموعه آزمایشی جهت ارزیابی روش پیشنهادی انتخاب می‌شوند. پس از تقسیم‌بندی داده‌ها، شبکه عصبی با داده‌های آموزشی، مورد آموزش قرار گرفته و خطای طبقه‌بندی داده‌ها پس از یک بار آموزش شبکه عصبی پیشنهادی، مورد محاسبه قرار می‌گیرد. سپس با انتشار خطای بدست آمده به لایه‌های قبلی، وزن‌های شبکه از ابتدا بروزرسانی شده و با مقادیر جدید مجدداً شبکه عصبی آموزش می‌بیند. این فرآیند تا زمانی که به شرط خاتمه برسیم تکرار می‌شود. در واقع هدف از آموزش شبکه عصبی مصنوعی جستجوی بهترین اوزان شبکه عصبی مصنوعی با کمترین میانگین مربعات خطای شبکه عصبی مصنوعی است که در این مقاله قصد داریم با انتخاب بهینه اوزان و آستانه‌ها توسط الگوریتم بهینه‌سازی سنجاچک این مقدار خطا را کاهش و زوج برداری بهینه اوزان و آستانه یا  $[w, b]$  را توسط الگوریتم بهینه‌سازی سنجاچک محاسبه کنیم.

در روش پیشنهادی برای کمینه نمودن میزان خطای تشخیص، شبکه عصبی مصنوعی را در قالب یک عضو جمعیت الگوریتم بهینه‌سازی سنجاچک کدگذاری می‌کنیم. با کدینگ شبکه عصبی مصنوعی بصورت

می‌کنند و تصور می‌کنند که منظور از هوش مصنوعی همان ربات‌های بی‌احساسی هستند که برای انجام راحت‌تر کارها طراحی شده‌اند و قرار است در آینده جای انسان‌ها را بگیرند. مسئول این نوع تفکر به احتمال زیاد فیلم‌های علمی و تخیلی است اما واقعیت با آنچه که تصور می‌شود تفاوت دارد. هوش مصنوعی که به طور مخفف آن را AI<sup>۵</sup> نیز می‌نامند در واقع تکنولوژی‌ای است که به نحوی قابلیت تفکر دارد. البته این قابلیت تفکر با چیزی که ما به عنوان تفکر انسانی می‌شناسیم تا حد زیادی تفاوت دارد اما در حقیقت سعی دارد تا از آن تقلید کند [۹]. یک سیستم هوش مصنوعی براساس آنچه که از دنیای بیرون درک می‌کند و می‌تواند به آن پاسخ دهد، دارای سه سطح می‌باشد. هوش مصنوعی محدود، عمومی و سوپر هوش مصنوعی که در شکل (۱) نشان داده شده است [۱۰].



شکل ۱: سطوح هوش مصنوعی

هوش مصنوعی محدود (ضعیف) جایی است که ما در حال حاضر در آن قرار داریم و هوش مصنوعی عمومی آینده‌ای است که می‌خواهیم به آن برویم و سوپر هوش مصنوعی آینده‌ای است که برای هوش مصنوعی می‌بینیم که حاصل تکامل و هوشمند شدن هوش مصنوعی است.

## ۵- روش پیشنهادی

در روش پیشنهادی از مجموعه داده دانشگاه واشنگتن در ایالات متحده آمریکا مرتبط با خانه‌های هوشمند مربوط به پروژه CASAS استفاده خواهیم کرد که شامل ۵ فعالیت برقرار کردن تماس تلفنی، شستن دست‌ها، پختن غذا، غذا خوردن و شستن ظرف می‌باشد حاوی اطلاعات مربوط به فعالیت‌های ۲۴ فرد است که هریک از آنها هر ۵ فعالیت را

<sup>7</sup> Train

<sup>8</sup> Test

<sup>5</sup> Artificial intelligence

<sup>6</sup> Holdout



$$Specificity = \frac{TN}{FP+TN} \times 100 \quad (4)$$

#### ۷- نتایج بدست آمده

باتوجه به معیارهای مورد بررسی نتایج بدست آمده برای داده‌های آموزشی براساس درصد در جدول ۱ بیان گردیده است.

جدول ۱: نتایج بدست آمده

	ویژگی	حساسیت	دقت
فعالیت ۱	۹۲,۳	۹۴,۵۴	۹۵,۷۸
فعالیت ۲	۹۵,۵	۹۴	۹۵,۱۱
فعالیت ۳	۹۶,۰۲	۹۵,۹۸	۹۷
فعالیت ۴	۹۷,۱۳	۹۶	۹۶,۰۲
فعالیت ۵	۹۶,۵۷	۹۶,۷۹	۹۷,۶۴

با توجه به نتایج بدست آمده از پیاده‌سازی روش پیشنهادی مشاهده می‌کنیم از عملکرد خوبی در تشخیص فعالیت در خانه هوشمند برخوردار است.

#### ۸- نتیجه گیری

خانه‌های هوشمند که یکی از کاربردهای اینترنت اشیا می‌باشند امروزه مورد توجه محققین زیادی قرار گرفته و از این رو افراد زیادی به فعالیت در این حوزه پرداخته و راهکارهایی را برای بهبود عملکرد خانه‌های هوشمند ارائه می‌دهند. در سال‌های اخیر محققان تلاش‌های بسیاری در جهت تشخیص فعالیت افراد سالمند در خانه‌های هوشمند انجام داده‌اند که در این راستا نیز تحقیقاتی در زمینه استفاده از الگوریتم هوش مصنوعی صورت گرفته است. لذا در این تحقیق بر آن شدیم تا با استفاده از مجموعه داده دانشگاه واشنگتن در ایالات متحده آمریکا به تجزیه و تحلیل فعالیت افراد سالمند در خانه‌های هوشمند با استفاده از شبکه عصبی بهبود یافته بوسیله الگوریتم سنجاک و فعالیت آنها را

برداری از اوزان و آستانه‌ها و در قالب یک عضو از جمعیت الگوریتم بهینه‌سازی سنجاک می‌توان مطابق با مراحل زیر شبکه عصبی مصنوعی را با اوزان و آستانه‌های بهینه و با حداقل خطای تشخیص استخراج نمود:

در مرحله اول ابتدا تعدادی شبکه عصبی مصنوعی را بصورت برداری از اوزان و آستانه‌ها کدگذاری و هر بردار [w,b] را به عنوان عضوی از جمعیت الگوریتم بهینه‌سازی سنجاک در نظر می‌گیریم.

در مرحله دوم شبکه‌های عصبی مصنوعی یا اعضای جمعیت الگوریتم بهینه‌سازی سنجاک بصورت تصادفی با اوزان و آستانه‌هایی در بازه مثبت و منفی یک مقداردهی می‌شوند.

در مرحله سوم هر شبکه عصبی مصنوعی یا معادل آن اعضای جمعیت الگوریتم بهینه‌سازی سنجاک بر اساس تابع خطای بدست آمده‌شان مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و میزان شایستگی آنها محاسبه می‌شود.

در مرحله چهارم شبکه‌های عصبی مصنوعی یا معادل آن یعنی اعضای جمعیت الگوریتم بهینه‌سازی سنجاک، پس از اینکه تحت تأثیر جستجوی سراسری و محلی الگوریتم مورد نظر قرار گرفتند، اوزان و آستانه آنها بروزرسانی می‌گردد.

در مرحله پنجم از میان شبکه‌های عصبی مصنوعی یا معادل آن یعنی اعضای جمعیت الگوریتم بهینه‌سازی سنجاک، شایسته‌ترین عضو یا شبکه عصبی‌ای که دارای حداقل مقدار خطای طبقه‌بندی بود را انتخاب کرده و از آن برای تشخیص فعالیت در خانه‌های هوشمند استفاده می‌کنیم.

#### ۶- معیارهای ارزیابی روش پیشنهادی

در این تحقیق برای سنجش و ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی براساس ماتریس درهم‌ریختگی از معیارهای دقت، حساسیت،<sup>۱</sup> ویژگی<sup>۱</sup> طبق روابط ۲ تا ۴ استفاده می‌شود:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100 \quad (2)$$

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \times 100 \quad (3)$$

<sup>1</sup> Specificity

<sup>9</sup> Accuracy

<sup>1</sup> Sensitivity



Intelligence, 1-14.

- [7] Grewal, A., Kaur, M., & Park, J. H. (2019). A unified framework for behaviour monitoring and abnormality detection for smart home. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2019.
- [8] Paudel, R., Dunn, K., Eberle, W., & Chaung, D. (2018, May). Cognitive Health Prediction on the Elderly Using Sensor Data in Smart Homes. In *The Thirty-First International Flairs Conference*
- [9] Kelnar, D. (2017). *The fourth industrial revolution: a primer on Artificial Intelligence*.
- [10] De Oliveira, A. P., & Braga, H. F. T. (2020). Artificial Intelligence: Learning and Limitations. *Journal: Wseas Transactions On Advances In Engineering Education*, 80-86.

با دقت بالایی تشخیص دهیم. نتایج بدست آمده گویای آن است که روش پیشنهادی با دقت ۹۵,۷۸ درصد برای فعالیت ۱، دقت ۹۵,۱۱ درصد برای فعالیت ۲، دقت ۹۷ درصد برای فعالیت ۳، دقت ۹۶,۰۲ درصد برای فعالیت ۴ و دقت ۹۷,۶۴ برای فعالیت ۵ قادر به تشخیص فعالیت سالمندان در خانه هوشمند می‌باشد. همچنین میزان دقت برای فعالیت‌های ۱ تا ۵ به ترتیب به میزان ۵,۷ درصد، ۵ درصد، ۵ درصد، ۴,۸ درصد و ۴,۵ درصد بهبود داشته است. در نتیجه با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت روش پیشنهادی از عملکرد خوب و قابل قبولی برخوردار می‌باشد.

#### مراجع

- [1] Gaba, G. S., Kumar, G., Monga, H., Kim, T. H., & Kumar, P. (2020). Robust and lightweight mutual authentication scheme in distributed smart environments. *IEEE Access*, 8, 69722-69733.
- [2] P. Kumar, A. Braeken, A. Gurtov, J. Iinatti, and P. H. Ha, "Anonymous secure framework in connected smart home environments," *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 12, pp. 968-979, 2017.
- [3] Poh, G. S., Gope, P., & Ning, J. (2019). PrivHome: Privacy-preserving authenticated communication in smart home environment. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 18(3), 1095-1107.
- [4] S. Yan, K.-J. Lin, X. Zheng, and W. Zhang, "Using Latent Knowledge to Improve Real-Time Activity Recognition for Smart IoT," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 32(3), 574-587, 2020.
- [5] A. Sukor, A. Syafiq, A. Zakaria, N. A. Rahim, L. M. Kamarudin, R. Setchi, *et al.*, "A hybrid approach of knowledge-driven and data-driven reasoning for activity recognition in smart homes," *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, pp. 1-12, 2019.
- [6] Raeiszadeh, M., Tahayori, H., & Visconti, A. (2019). Discovering varying patterns of Normal and interleaved ADLs in smart homes. *Applied*