هفتمین کنفرانس ملی مباحث نوین در کامپیوتر و فناوری اطلاعات
7th National Conference on Advanced Topics in Computer and Information Technology
۲ آذر ماه ۱۴۰۲

نقش هوش مصنوعی جهت بررسی رفتار سالمندان در خانه‌های هوشمند

مهران اسماعیلی

چکیده : با توجه به اینکه همراه با افزایش سن به طور طبیعی بیماری‌ها و ناتوانی‌های مختلف گریبان‌گیر افراد می‌شود لذا مراقبت بلندمدت از افراد سالمند به کاری وقت‌گیر و هزینه‌بر تبدیل شده است. یکی از کاربردهای خانه هوشمند تشخیص فعالیت‌هایی می‌باشد که توسط سالمندان درون خانه انجام می‌شود. بنابراین در این تحقیق بر آن شدیم تا با استفاده از مجموعه داده دانشگاه واشنگتن در ایالات متحده امریکا به تجزیه و تحلیل فعالیت افراد سالمند در خانه‌های هوشمند بوسیله شبکه عصبی پرسپترون بهینه شده توسط الگوریتم پروانه آتش پرداخته و فعالیت آنها را با دقت بالایی تشخیص دهیم. نتایج بدست آمده گویای آن است که روش پیشنهادی با دقت ۹۴.۱۱ درصد برای فعالیت ۴ و ۱، دقت ۱۰۰ درصد برای فعالیت‌های ۲ و ۳ همچنین دقت ۹۴.۱۲ برای فعالیت ۵، قادر به تشخیص فعالیت سالمندان در خانه هوشمند است.

کلمات کلیدی: فعالیت سالمندان- خانه هوشمند-تشخیص-الگوریتم پروانه آتش-شبکه عصبی پرسپترون

۱ – مقدمه

طی سال‌های اخیر با افزایش جمعیت افراد سالمند رو به رو می‌باشیم. با توجه به اینکه همراه با افزایش سن به طور طبیعی بیماری‌ها و ناتوانی‌های مختلف گریبان‌گیر افراد می‌شود لذا مراقبت بلندمدت از افراد سالمند به کاری وقت‌گیر و هزینه‌بر تبدیل شده است به نحوی که طی برآوردهای صورت گرفته تا سال ۲۰۵۰ کل هزینه‌های مربوط به مراقبت از سالمندان به یک تریلیون دلار خواهد رسید[۱]. باتوجه به اینکه سالمندان کم و بیش می‌توانند با ریسک بالا زندگی خود را به صورت مستقل ادامه دهند اما همواره به مراقبت‌های ویژه‌ای نیاز دارند که این کار به یک چالش در سراسر جهان تبدیل شده است؛ خانه‌های هوشمند که امروزه به پدیده‌ای معمول تبدیل شده یکی از بارزترین نمونه‌های محیط‌های هوشمند هستند که امروزه افراد بسیاری به دنبال دسترسی به این فناوری بوده و خواهان هوشمندسازی منازلشان می‌باشند[۲]. خانه‌های هوشمند از اهمیت زیادی برخوردار هستند زیرا قادرند نزدیکترین ارتباط را با انسان داشته باشند بنابراین خانه‌های هوشمند برای بیماران بویژه سالمندان برخی خدماتی مراقبتی مانند یادآوری مصرف دارو، نظارت بر علائم حیاتی، پیش‌بینی مسائل مربوط به سلامتی، اطلاع‌رسانی در مواقع اضطراری در صورت وقوع حادثه‌ای غیرمنتظره و غیره فراهم می‌آورند[۳]. افزایش ایمنی سالمندان ارتقاء کیفیت زندگی و کاهش احساس انزوا در واقع برخی از جنبه‌های یک خانه هوشمند می‌باشند که سبب کمک به سالمندان خواهد شد بنابراین می‌توان گفت خانه‌های هوشمند در کمک به افراد سالمند بسیار موثر و کارگشا می‌باشند[۴].

۲– خانه‌های هوشمند

انجمن سازندگان خانه‌های آمریکایی اولین نسخه خانه‌های هوشمند را در سال ۱۹۸۴ اعلام کرد، برطبق 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 سنسورهایی رفتار کنند که هر آنچه را دور و بر ما اتفاق می‌افتد زیر نظر داشته و سالمندان قادرند بوسیله آنها از خودشان مراقبت کنند. این

ابزارها می‌توانند اطلاعات را پردازش و متناسب با آن عمل نمایند مثلا می‌توانند درجه حرارت را کنترل، درها را قفل، پنجره‌ها را باز و بسته و به افراد یادآوری کنند که داروهایشان را مصرف کنند و یا آنها را تشویق کنند که فعال‌تر باشند و کمی راه بروند. 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.

۳– راهکارهای خانه‌های هوشمند برای مراقبت از سالمندان

۳-۱ مراقبت با سنسورهای مادون قرمز

یک سیستم نظارت مبتنی بر سنسور، وضعیت سلامت یک فرد سالخورده را براساس فعالیت‌های زندگی روزمره خود و پیش‌بینی شرایط اضطراری به یک مرکز پرستاری محلی بدون تعامل کاربر اطلاع می‌دهد؛ روشی برای تشخیص زودهنگام شرایط اضطراری سیستم‌های نظارت است که از سنسورهای موقعیت استفاده می‌کند از شناخته شده‌ترین سنسورهای موقعیت، سنسورهای مادون قرمز هستند که در اتاق نشیمن، اتاق خواب، راهروها، و غیره استفاده می‌شوند. اطلاعات موقعیتی برای فرد همانطور که شخص در خانه حرکت می‌کند از تشخیص گرمای بدن وی به دست می‌آید. الگوهای رفتاری روزمره مانند عادت‌های خانگی، حرکات آنها، فرکانس استفاده از اتاق نشیمن و زمان استفاده از اتاق نشیمن از اطلاعات موقعیت افراد ایجاد می‌شود[۵].

۳-۲ شبکه‌های مبتنی بر سنسور FBG برای افراد سالمند

دستگاه‌های بی‌سیم نظارت بیمار، در راه‌اندازی آسان بوده و می‌توانند با ارسال اطلاعات جمع‌آوری شده به کامپیوتر مرکزی یا از طریق شبکه نوری به یک دستگاه ذخیره‌سازی مبتنی بر ابر به نفع بیمار باشند. یکی از کاربردهای عملی نظارت بر علائم حیاتی افراد سالمند و ناتوانی است که به تازگی از بیمارستان مرخص شده و نیاز به زمان برای بهبود در محیطی خارج از بیمارستان دارند؛ اطلاعات مربوط به علائم حیاتی بوسیله دستگاه اندازه‌گیری شده و از طریق شبکه فیبر نوری برای بازبینی بوسیله سازمان ارائه دهنده خدمات بهداشتی از خانه فرستاده می‌شود. نمونه‌هایی از شبکه‌های مبتنی بر FBG[1] شامل سیستم مراقبت تخت هوشمند برای نظارت بر حرکات فرد و سنسور FBG برای رابط کاربری ماشین-انسان برای کاربردهای توان‌بخشی و بیومکانیک مانند تخت‌های پزشکی و صندلی چرخدار می‌باشد.

۳-۳ مراقبت با شبکه‌های حسگر بی‌سیم

یک شبکه حسگر بی‌سیم براساس سیستم مانیتورینگ خانه هوشمند برای افراد سالخورده جهت نظارت بر سلامت آنها و فراهم آوردن زندگی سالم و امن می‌باشد، این شبکه سنسور بی‌سیم حسگرهای مختلفی را برای شناسایی رویدادهای خاص قرار داده و با قرار دادن سنسورهای پوشاننده در دور کمر فرد، ارزش سنسور محاسبه و ارزیابی می‌شود. سنسورهای دما، فشار و ضربان قلب برای تعیین پارامترهای سلامت فرد مورد استفاده قرار می‌گیرد، حسگرهای تماسی برای اینکه درب باز است یا بسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم تشخیص سقوط از یک واحد درونی شامل یک شتاب سنج سه جزئی و یک ژیروسکوپ برای تلفیق داده‌های کارامد تشکیل شده است؛ الگوریتم تشخیص سقوط برای نظارت بر فعالیت افراد مسن و تعیین اینکه آیا سقوط اتفاق افتاده است یا خیر مورد استفاده قرار می‌گیرد[۶].

۴– هوش مصنوعی

هوش مصنوعی که به طور مخفف آن را 2AI 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[۷]. هنوز تعریف دقیقی که تمامی دانشمندان بر روی آن توافق داشته باشند از هوش مصنوعی ارائه نشده ولی اکثر تعریف‌ها را می‌توان بصورت زیر دسته‌بندی کرد:

۱. مانند انسان فکر می‌کند
۲. منطقی فکر می‌کند
۳. مانند انسان عمل می‌کند
٤. منطقی عمل می‌کند

دو تعریف اول مربوط به فرآیندهای تفکر و استدلال است، در حالی دو تعریف دیگر با رفتار سر و کار دارند. در تعریف ساده‌ای هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم رایانه است که هدف اصلی آن تولید ماشین‌های هوشمندی است که توانایی انجام وظایفی که نیازمند به هوش انسانی است را داشته باشد. هوش مصنوعی در حقیقت نوعی شبیه‌سازی هوش

[1] Fibre Bragg Grating
[2] Artificial intelligence

انسانی برای کامپیوتر است و منظور از هوش مصنوعی در واقع ماشینی است که به گونه‌ای برنامه‌نویسی شده که همانند انسان فکر کند و توانایی تقلید از رفتار انسان را داشته باشد. این تعریف می‌تواند به تمامی ماشین‌هایی اطلاق شود که بگونه‌ای همانند ذهن انسان عمل می‌کنند و می‌توانند کارهایی مانند حل مسئله و یادگیری داشته باشند. اساس هوش مصنوعی آن است که هوش انسان و طریق کار آن به‌گونه‌ای تعریف شود که یک ماشین بتواند آن را به راحتی اجرا کند و وظایفی که بر آن محول می‌شود را به درستی اجرا کند. هدف هوش مصنوعی در حقیقت بر سه پایه استوار است[۸] :

۱. یادگیری

۲. استدلال

۳. درک

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 [۹].



شکل (۱) سطوح هوش مصنوعی

هوش مصنوعی محدود (ضعیف) جایی است که ما در حال حاضر در آن قرار داریم و هوش مصنوعی عمومی آینده ای 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.

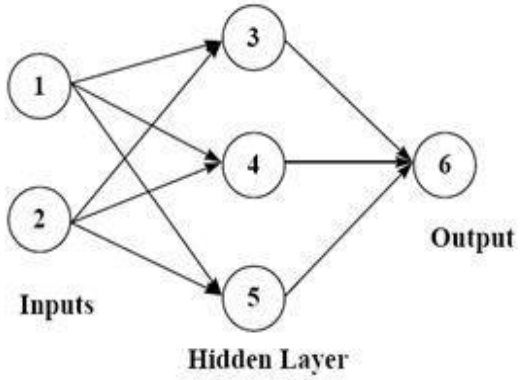
۵- شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی که امروزه در کاربردهای فراوانی ارزش بالای خود را نشان داده‌اند براساس مدل بیولوژیک مغز انسان به وجود آمده‌اند، شبکه عصبی مصنوعی که در واقع یکی از مهمترین زیرشاخه‌های هوش مصنوعی است در واقع نمونه برداری ساده‌ای از سیستم عصبی انسان است که در قالب یک مدل ریاضی طراحی شده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای ویژگی‌هایی می‌باشند که آنها را در برخی از کاربردها مانند تخمین توابع، پیش‌بینی، تشخیص الگو، کنترل، رباتیک و به طور کلی در هرجا که نیاز به یادگیری یک نگاشت خطی و یا غیر خطی باشد برتر نشان می‌دهد؛ از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به قابلیت یادگیری، قابلیت تعمیم، پردازش موازی و مقاوم بودن اشاره کرد لذا تنوع مدل‌های شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های یادگیری آنها امکان کاربردهای مختلفی را برای آنها فراهم کرده است. هر شبکه عصبی مصنوعی مشتمل بر مجموعه‌ای از اجزاء کوچک به نام نرون است که هر نرون به نرون‌های دیگر از طریق یک رابطه جهت‌دار که داری وزن مختص بخود است متصل می‌شود؛ وزن این ارتباطات نشان دهنده اطلاعات مورد نیاز شبکه برای حل مسئله است. در شبکه‌های عصبی مصنوعی مفروضات زیر مورد توجه می‌باشد[۱۰]:

- فرایند پردازش اطلاعات در واحدهای ساده‌ای به نام نرون صورت می‌گیرد که این نرون‌ها نمونه‌های بسیار ساده از نرون‌های مغزی هستند.
- اطلاعات در مسیرهای ارتباطی بین نرون‌ها رد و بدل می‌شوند که هر کدام از خطوط ارتباطی بین نرون‌ها دارای وزن مشخصی هستند.
- هر نرون از یک تابع عملیاتی استفاده می‌کند تا با اعمال آن روی ورودی نرون خروجی مشخصی ایجاد کند.

شبکه‌های عصبی را می‌توان در موارد گوناگونی از جمله ذخیره کردن و بازبینی داده‌ها، گروه‌بندی شکل‌ها، انجام یک نگاشت کلی از یک مجموعه ورودی به یک مجموعه خروجی، گروه‌بندی و طبقه‌بندی داده‌های مشابه، بهینه‌سازی و پیش‌بینی استفاده نمود. شبکه‌های عصبی مانند رگرسیون ابزاری برای تقریب توابع و یافتن ارتباط میان متغیرهای مستقل و وابسته هستند؛ مهمترین تفاوت میان شبکه‌های عصبی و رویکردهای سنتی آماری در تقریب توابع آنها است که شبکه‌های عصبی بر خلاف روش‌های سنتی آماری هیچ پیش‌فرضی در مورد توزیع و یا خواص آماری داده‌ها به عمل نمی‌آورند و از این نظر می‌توانند در عمل کارآیی زیادی داشته باشند ضمن آنکه این شبکه‌ها در زمره رویکردهای غیرخطی در تدوین مدل‌ها قرار دارند و از این منظر نیز در مواجهه با داده‌هایی که پیچیده و غیر خطی هستند با دقت بیشتری می‌توانند آنها را در قالب یک مدل مشخص بیان نمایند. شبکه عصبی توسط الگوی ارتباطی بین لایه‌های مختلف شبکه، تعداد نرون‌ها، تعداد لایه‌ها،

الگوریتم یادگیری و تابع عملیاتی نرون شناسایی و تعریف می‌شود اما یک قانون کلی درباره اندازه استاندارد این مؤلفه‌ها برای هر شبکه و در هر کاربردی وجود ندارد. در شکل (۲) یک شبکه عصبی مصنوعی نمایش داده شده است.



شکل (۲) یک شبکه عصبی مصنوعی [۱۰]

وظیفه شبکه‌های عصبی یادگیری است که به دو صورت نظارت شده و غیرنظارت شده انجام می‌شود. یادگیری غیر نظارت شده [۳] پیشنهادی برای انتخاب بهتر ندارد اما در یادگیری نظارت شده[۴] یک ناظر وجود دارد که بهترین عمل در هر وضعیت را آگاه است و توصیه‌هایی برای تصحیح شیوه عملکرد ارائه می‌دهد. شبکه عصبی معمولا شامل سه لایه ورودی، پنهان و خروجی می‌باشد؛ لایه ورودی، ورودی‌ها را دریافت کرده و برحسب قدرت ارتباطش با لایه بعد سیگنال ورودی را به لایه بعد می‌فرستد، لایه میانی یا لایه پنهان که تعداد لایه‌ها و تعداد نورون‌های آن دلخواه است باید با دقت انتخاب شوند تا خروجی مناسب را به ما بدهند اما لایه خروجی شامل گروه دیگری از نورون‌ها است که از طریق خروجی‌های خود جهان خارج را می‌سازند. بنابراین یک شبکه عصبی را می‌توان به عنوان یک گراف وزن‌دار جهت‌دار در نظر گرفت که نورون‌ها به عنوان گره‌ها بوده و یال‌های جهت‌دار نشان دهنده ارتباط بین نورون‌ها هستند[۱۱،۱۲].

۶– الگوریتم پروانه

پروانه‌ها از جمله حشراتی هستند که قادرند باهم از طریق موارد شیمیایی که به آنها فرومون گفته می‌شود ارتباط برقرار نمایند، پروانه‌ها مانند شکل (۳) به انگیزه‌های مختلف نظیر یافتن جفت یا غذا در هوا فرومون آزاد نموده تا سایر پروانه‌ها را به سمت خود جذب نمایند و بطور معمول سعی می‌کنند به سمت منبعی از فرومن‌ها حرکت نمایند که بیشترین مقدار فرومون در آن ناحیه انتشار یافته است[۱۳].



شکل (۳) (a)یک پروانه. (b) جست و جوی غذا. (c) جفت‌گیری پروانه در میان گل‌ها [۱۳]

الگوریتم بهینه‌سازی پروانه یک الگوریتم فرابتکاری گروهی است که از رفتار پروانه‌ها در انتشار فرومون شیمیایی و جذب آنها توسط سایر پروانه‌ها الگوبرداری شده است. در این الگوریتم هر پروانه یک راه‌حل مساله است و براساس شایستگی خود می‌تواند مقداری فرومون در هوا منتشر نماید. در الگوریتم بهینه‌سازی پروانه یک پروانه می‌تواند دو نوع حرکت زیر را انجام بدهد[۱۳].

- با یک احتمال تصادفی به سمت بیشترین مقدار فرومون موجود در فضای مساله حرکت نماید که توسط شایسته‌ترین پروانه منتشر می‌شود و در واقع نوعی حرکت جستجوی محلی پیرامون جواب بهینه در این حالت انجام می‌شود.
- یک پروانه در جمعیت دو پروانه را تصادفی انتخاب نموده و به سمت فرومون آن پروانه‌ها جذب می‌شود و در واقع نوعی حرکت جستجوی سراسری در این حالت انجام می‌شود.

۷ – 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. آنها از اطلاعات حسگرهای مختلف خانه که می‌توانند برای تشخیص فعالیت افراد استفاده شود با استفاده از مکانیزم یادگیری یک روش کارآمد ارایه نمودند به گونه‌ای که در روش پیشنهادی آنها یادگیری با روش احتمالی طبقه‌بندی فعالیت‌ها ترکیب شده تا بتوان فعالیت‌ها را با دقت بیشتری شناسایی نمود. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که

[3] Unsupervised Learning

[4] Supervised Learning

این روش۲۰ درصد از روش‌های سنتی فعلی برای تخمین فعالیت افراد در خانه‌های هوشمند دقیق‌تر می‌باشد[۱۴]. 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. بدین منظور در مرحله اول، استدلال دانش محور برای استنباط مدل فعالیت اولیه را ارائه دادند. سپس این مدل با استفاده از تکنیک‌های داده محور آموزش داده شد تا یک مدل فعالیت پویا ایجاد کند که عملکرد متفاوت کاربران را یاد می‌گیرد. این رویکرد با استفاده از یک مجموعه داده در دسترس عموم ارزیابی شد و نتایج تجربی نشان داد که مدل فعالیت آموزش دیده نسبت به مدل فعالیت اولیه بطور قابل توجهی میزان شناخت بالاتری دارد [۱۵]. 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(EMS5) و سیستم شناسایی موقعیت‌های شخصی(PPDS٦) و با استفاده از الگوریتم‌های AdaBoost.7 SVM و 8PNN یک روش تشخیص فعالیت دقت محور را پیشنهاد نمودند. در روش پیشنهادی جهت بهبود عملکرد تشخیص فعالیت جهانی از تئوری-Dempster Shafer (DST) استفاده شده است. نتایج بدست آمده از پیاده‌سازی روش پیشنهادی با استفاده از داده‌های دنیای واقعی بدست آمده از منبع یادگیری ماشین UCIنشان داد که چارچوب تشخیص فعالیت پیشنهادی از لحاظ قابلیت اطمینان، کارآیی و صحت از رویکردهای محتوا/موقعیت آگاهی از عملکرد خوبی برخوردار است[۱۶]. در سال ۲۰۱۹ رئیس زاده و همکاران یک روش کشف الگو برای تشخیص فعالیت‌های زندگی روزمره در خانه‌های هوشمند پیشنهاد کردند. پس از تبدیل داده سنسورها به توالی از رویدادها، الگوهای با فرکانس رخداد بالا و پرتکرار با استفاده از الگوریتم‌های استخراج الگوهای ترتیبی مبتنی بر پیشوند(PrefixSpan)، و بزرگترین زیردنباله مشترک(LCS) استخراج شد سپس مدلی جهت تشخیص فعالیت و پیش‌بینی رخدادهای آینده فعالیت‌ها ارائه شد. نتایج بدست آمده بر روی مجموعه داده‌های CASAS و MIT بیانگر دقت بین ۸۰ درصد تا ۹۵ درصد روش ارائه شده می‌باشد[۱۷]. در سال ۲۰۱۹ Grewal و همکاران یک چارچوب یکپارچه برای استخراج الگوهای رفتاری کاربر از داده‌های کنتور برق موجود در خانه هوشمند ارائه دادند. آنها در روش پیشنهادی خود از الگوریتم‌های SVM، Naïve Bayes ، Reptree، MLP، J48 و KNN برای تقسیم فعالیت‌ها به فعالیت‌های عادی زندگی روزمره استفاده نمودند. نتایج بدست آمده بیانگر آن است که اعمال الگوریتم خوشه‌بندی k-mean بر روی فعالیت‌های طبقه‌بندی شده و به دست آوردن نمره ناهنجاری از طریق الگوریتم Local Outlier Factor(LOF) می‌توان رفتارهای ناهنجار را پیش‌بینی کرد[۱۸].

۸– شرح روش پیشنهادی

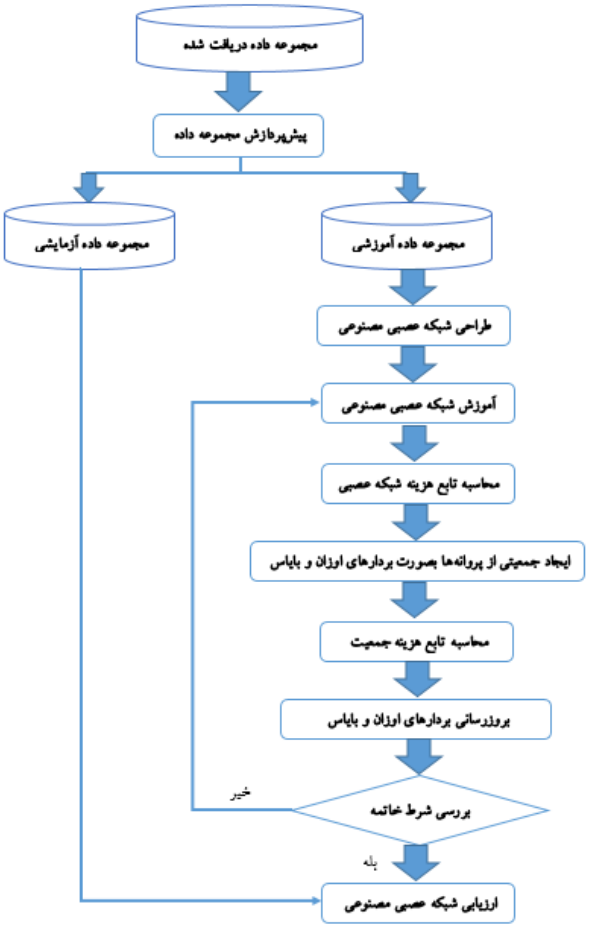
یکی از چالش‌های مهم و مطرح در حوزه اینترنت اشیاء و خانه‌های هوشمند تشخیص فعالیت افراد در این خانه‌ها است که می‌توان به کمک مجموعه‌ای از حسگرها که بر روی بدن افراد قرار دارد وضعیت آنها را به درستی تشخیص داد. روش پیشنهادی که در این پژوهش برای تحلیل رفتار افراد در خانه‌های هوشمند در نظر گرفته شده است شامل شبکه عصبی مصنوعی[۹] می‌باشد؛ در روش پیشنهادی اطلاعات و داده‌های خانه هوشمند دریافت شده سپس در ادامه شبکه عصبی مصنوعی برای کاهش یافتن خطای پیش‌بینی و طبقه‌بندی از الگوریتم فرابتکاری[۱۰] بهینه‌سازی پروانه[۱۱] در ترکیب با شبکه عصبی مصنوعی استفاده می‌نماید. الگوریتم بهینه‌سازی پروانه از دقت بیشتری نسبت به الگوریتم‌های رایجی مانند ژنتیک و ازدحام ذرات برخوردار است و از طرفی روابط آن ساده بوده و پیچیدگی بالایی ندارد لذا در این پژوهش از این الگوریتم برای کمینه نمودن خطای شبکه عصبی مصنوعی در تشخیص فعالیت‌های خانه هوشمند استفاده خواهیم نمود که بدین منظور اوزان و بایاس آن را توسط الگوریتم بهینه‌سازی پروانه انتخاب و بهینه خواهیم نمود.

در روش پیشنهادی از مجموعه داده دانشگاه واشنگتن در ایالات متحده امریکا مرتبط با خانه‌های هوشمند مربوط به پروژه CASAS استفاده خواهیم کرد که فعالیت‌های مختلفی برای آن در نظر گرفته شده است. این مجموعه داده شامل مجموعه داده‌های مختلف در زمینه فعالیت افراد در خانه‌های هوشمند است.این مجموعه داده قسمتی از پروژه CASAS[12] است که شامل ۵ فعالیت برقرار کردن تماس تلفنی، شستن

[5] Support Vector Machine
[6] Environment Monitoring System
[7] Personalized Positions Detection System
[8] Probabilistic Neural Networks

[9] Artificial neural network
[10] Metaheuristic algorithm
[11] Butterfly optimization algorithm
[12] Casas, “smart-home,http://casas.wsu.edu/smart-homes” ,2019

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 انجام داده‌اند. مراحل روند روش پیشنهادی در شکل (۴) قابل مشاهده می‌باشد.



شکل (۴) مراحل روند روش پیشنهادی

تشخیص فعالیت خانه هوشمند یک مسئله از نوع بهینه‌سازی است که تلاش می‌کند تا افراد را در گروه و دسته مناسب خود قرار داده و خطای آنها را کاهش دهد؛ لذا برای کاهش دادن خطای تشخیص حالات خانه هوشمند با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی می‌توان مراحل چندگانه‌ای در نظر گرفت. بنابراین در ابتدا پارامترهای اوزان و بایاس شبکه عصبی مصنوعی بعنوان یک بردار و به عنوان یک عضو الگوریتم بهینه‌سازی پروانه فرض شده و سپس تعدادی از بردارهای اوزان و بایاس در شبکه عصبی مصنوعی تصادفی و در قالب جمعیت اولیه الگوریتم بهینه‌سازی پروانه ایجاد شده و توسط آنها فعالیت‌های خانه هوشمند انجام گرفته می‌شود. در روش پیشنهادی هر بردار وزن و بایاس در شبکه عصبی یا جمعیت پروانه با استفاده از متوسط خطای تشخیص حالات و فعالیت‌های خانه هوشمند مورد ارزیابی قرار گرفته می‌شود. سپس بهینه‌ترین بردار وزن و بایاس شبکه عصبی مصنوعی یا بهینه‌ترین بردار پروانه در هر تکرار که دارای حداقل خطای تشخیص فعالیت خانه هوشمند است انتخاب می‌شود. بنابراین با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی پروانه بردارهای وزن و بایاس شبکه عصبی مصنوعی برای تشخیص فعالیت خانه هوشمند بروزرسانی شده و در ادامه بردار بهینه وزن و بایاس در تکرار آخر برای ارزیابی شبکه عصبی مصنوعی استفاده می‌شود تا فعالیت‌های خانه هوشمند به درستی طبقه‌بندی و دسته‌بندی شود. در نهایت شبکه عصبی مصنوعی بهینه با استفاده از داده‌های آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفته می‌شود. برای ارزیابی روش پیشنهادی از شاخص‌هایی توسط ماتریس درهمریختگی[13] استفاده نمودیم که عبارتند از :

دقت[14] : نسبت تعداد فعالیت‌های فعال و غیرفعالی که بطور صحیح توسط روش پیشنهادی پیش‌بینی شده به تعداد کل موارد پیش‌بینی شده می‌باشد و طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$Accuracy = \left(\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}\right) \times 100 \qquad (۱)$$

حساسیت[15] : نسبت تعداد فعالیت‌های فعالی است که به درستی توسط روش پیشنهادی فعال پیش‌بینی شده است به کل فعالیت‌هایی که فعال هستند و طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$Recall = \left(\frac{TP}{TP+FN}\right) \times 100 \qquad (۲)$$

صحت[16] : نسبت تعداد فعالیت‌هایی است که توسط روش پیشنهادی فعال پیش‌بینی شده است به کل فعالیت‌هایی که واقعا فعال هستند و طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$Precision = \left(\frac{TP}{TP+FP}\right) \times 100 \qquad (۳)$$

[13] Confusion Matrix
[14] Precision
[15] Recall
[16] Accuracy

معیار F1[17]: این معیار از ترکیب معیارهای Recall و Precision بدست می‌آید. هرچه مقدار این معیار به ۱۰۰ نزدیکتر باشد بیان کننده عملکرد مطلوب روش پیشنهادی می‌باشد و طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$F = \frac{2\times Recall\times precision}{Recall+precision} \quad (۴)$$

در این روابط TP[18] برابر با نمونه‌های صحیح مثبت، FP[19] برابر با نمونه‌های غلط مثبت، TN[20] برابر با نمونه‌های صحیح منفی و FN[21] برابر با نمونه‌های غلط منفی می‌باشد.

۹- نتایج بدست آمده

در این تحقیق روش پیشنهادی را براساس شاخص‌های دقت، صحت، حساسیت و F1 برای هر ۵ فعالیت مورد بررسی قرار دادیم. در ادامه و در جدول (۱) نتایج بدست آمده از پیاده‌سازی روش پیشنهادی برای هر فعالیت آمده است.

جدول (۱) نتایج بدست آمده با استفاده از داده‌های آموزشی

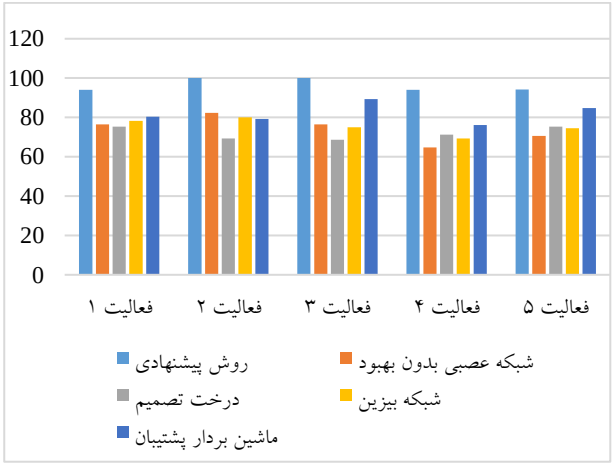
	دقت	حساسیت	صحت	F1
فعالیت ۱	۹۴.۱۱	۱۰۰	۹۱.۶۷	۹۵.۶۵
فعالیت ۲	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
فعالیت ۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
فعالیت ٤	۹۴.۱۱	۱۰۰	۹۰	۹۴.۷۳
فعالیت ٥	۹۴.۱۲	۸۸.۸۹	۱۰۰	۹۴.۱۱

جدول (۲) نتایج بدست آمده با استفاده از داده‌های آزمایشی

	دقت	حساسیت	صحت	F1
فعالیت ۱	۸۵.۷۱	۸۰	۱۰۰	۸۸.۸۹
فعالیت ۲	۸۵.۷۱	۱۰۰	۷۵	۸۵.۷۱
فعالیت ۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
فعالیت ٤	۸۵.۷۲	۸۳.۳۴	۱۰۰	۹۰.۹۱
فعالیت ٥	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

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

در ادامه به مقایسه دقت روش پیشنهادی برای هر ۵ فعالیت با روش‌هایی همچون شبکه عصبی بدون بهبود، درخت تصمیم، شبکه بیزین و ماشین بردار پشتیبان پرداختیم تا کارایی روش پیشنهادی مورد محاسبه قرار گرفته شود. نتایج بدست آمده است در شکل (۵) نمودار مقایسه مشاهده می‌شود.



شکل (۵) مقایسه دقت روش پیشنهادی در هر ۵ فعالیت با روش‌های دیگر

با توجه به نمودار شکل ۶-۴ و مقایسه بین دقت روش پیشنهادی با روش‌هایی همچون شبکه عصبی بدون بهبود، درخت تصمیم، شبکه بیزین و ماشین بردار پشتیبان مشاهده می‌کنیم که روش پیشنهادی از دقت بالاتر و عملکرد خوبی نسبت به روش‌های مورد مقایسه در تشخیص فعالیت در خانه هوشمند برخوردار است.

۱۰- نتیجه گیری

یکی از کاربردها و ضرورت‌های توسعه خانه‌های هوشمند بکارگیری این فناوری جهت تشخیص فعالیت افراد درون این خانه‌ها مخصوصا سالمندان می‌باشد. باتوجه به این موضوع که یکی از کاربردهای خانه هوشمند تشخیص فعالیت‌هایی می‌باشد که توسط سالمندان درون خانه

[17] F1-Measure
[18] True Positive
[19] False Negative
[20] True Negative
[21] False Negative

انجام می‌شود بنابراین در این تحقیق بر آن شدیم تا با استفاده از مجموعه داده دانشگاه واشنگتن در ایالات متحده امریکا به تجزیه و تحلیل فعالیت افراد سالمند در خانه‌های هوشمند بوسیله شبکه عصبی پرسپترون بهینه شده توسط الگوریتم پروانه آتش پرداخته و فعالیت آنها را با دقت بالایی تشخیص دهیم. در روش پیشنهادی از مجموعه داده دانشگاه واشنگتن در ایالات متحده امریکا مرتبط با خانه‌های هوشمند مربوط به پروژه CASASاستفاده کردیم. نتایج بدست آمده گویای آن است که روش پیشنهادی با دقت ۹۴.۱۱ درصد برای فعالیت ۴ و ۱، دقت۱۰۰ درصد برای فعالیت‌های ۲ و ۳ همچنین دقت ۹۴.۱۲ برای فعالیت ۵ قادر به تشخیص فعالیت در خانه هوشمند است. همچنین جهت ارزیابی بیشتر مقایسه‌ای بین دقت روش پیشنهادی با روش‌هایی همچون شبکه عصبی بدون بهبود، درخت تصمیم، شبکه بیزین و ماشین بردار پشتیبان صورت دادیم که روش پیشنهادی از دقت بالاتر و عملکرد خوبی نسبت به روش‌های مورد مقایسه در تشخیص فعالیت در خانه هوشمند برخوردار است.

مراجع

[1] 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.

[2] Y. Zhang, G. Tian, S. Zhang, and C. Li, “A Knowledge-Based Approach for Multiagent Collaboration in Smart Home: From Activity Recognition to Guidance Service,” *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 69(2). 317–329,2020.

[3] R. A. Hamad, A. S. Hidalgo, M.-R. Bouguelia, M. E. Estevez, and J. M. Quero, “Efficient Activity Recognition in Smart Homes Using Delayed Fuzzy Temporal Windows on Binary Sensors,” *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 24(2), 387–395, 2020.

[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] Tsukiyama, Toshifumi. 2015. “In-Home Health Monitoring System for Solitary Elderly.” *Procedia Computer Science* .63: 229–235.

[6] Gnanavel, R, P Anjana, K S Nappinnai, and N Pavithra Sahari. 2016.. “Smart Home System Using a Wireless Sensor Network for Elderly Care.” In *Science Technology Engineering and Management (ICONSTEM), Second International Conference on*, ,51–55.

[7] Kelnar, D. (2017). *The fourth industrial revolution: a primer on Artificial Intelligence*.

[8] Copeland, B.J., Britannica, Artificial Intelligence (2020).

[9] De Oliveira, A. P., & Braga, H. F. T. (2020). Artificial Intelligence: Learning and Limitations. *Journal: Wseas Transactions On Advances In Engineering Education*, 80-86.

[10] M. Rocha, P. Cortez, J. Neves. Evolution of neural networks for classification and regression, 2007.

[11] Federico Raue, Wonm in Byeon, Thomas M.Breuel, Marcus Liwicki. Parallel Sequence Classification using Recurrent Neural Networks and Alignment. 2015.

[12] Haykin S. ; "Neural Networks: A Comprehensive Foundation second ed: Prentice-Hall Inc; 1999.

[13] S. Arora and S. Singh, “Butterfly optimization algorithm: a novel approach for global optimization,” *Soft Computing*, 23(3). 715–734, 2018

[14] 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.

[15] 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.

[16] V. Venkatesh, P. Raj, K. Kannan, and P. Balakrishnan, "Precision centric framework for activity recognition using Dempster Shaffer theory and information fusion algorithm in smart environment," *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, pp. 1-8, 2019.

[17] Raeiszadeh, M., Tahayori, H., & Visconti, A. (2019). Discovering varying patterns of N ormal and interleaved ADLs in smart homes. Applied Intelligence, 1-14.

[18] 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.