

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



**هوش مصنوعی**  
**چارچوبی نوین در بازشناسی فعالیت‌های انسانی**

**مؤلفان:**

**دکتر سیدوهاب شجاع‌الدینی**

دانشیار مهندسی پزشکی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

**مهندس ندا کاشی**

دانش‌آموخته مهندسی پزشکی

پاییز ۱۴۰۴

سرشناسه	شجاع‌الدینی، سیدوهاب، ۱۳۵۵-
عنوان و نام پدیدآور	هوش مصنوعی: چارچوبی نوین در بازشناسی فعالیت‌های انسانی/مؤلفان سیدوهاب شجاع‌الدینی، ندا کاشی.
مشخصات نشر	تهران: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، ۱۴۰۴.
مشخصات ظاهری	ص ۳۵۹.
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۴۹۲۵-۰۳-۹
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
عنوان دیگر	چارچوبی نوین در بازشناسی فعالیت‌های انسانی.
موضوع	تشخیص فعالیت‌های انسان Human activity recognition هوش مصنوعی Artificial intelligence ادراک حرکتی -- داده‌پردازی Motion perception (Vision) -- Data processing حرکت بدن انسان -- داده‌پردازی Human locomotion -- Data processing
شناسه افزوده	کاشی، ندا، ۱۳۷۷-
رده‌بندی کنگره	TK۷۸۸۲
رده‌بندی دیویی	۰۰۶/۴
شماره کتاب‌شناسی ملی	۱۰۲۷۴۲۱۹
اطلاعات رکورد کتاب‌شناسی	فیا

## سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران



هوش مصنوعی - چارچوبی نوین در بازشناسی فعالیت‌های انسانی

مؤلفان: دکتر سیدوهاب شجاع‌الدینی - مهندس ندا کاشی

ویراستار: لیلا اجاقلو

ناشر: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: پاییز ۱۴۰۴

شمارگان: ۵۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۹۲۵-۰۳-۹

صفحه آرای: موسسه نورا منادی فرهنگ

ناظر چاپ و صحافی: شرکت پیشرو فناوری قائد

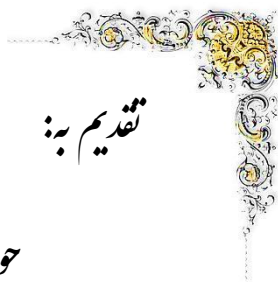
قیمت:

نشانی: احمدآباد مستوفی، بعد از میدان پارسا، خیابان انقلاب، خیابان شهید احسانی‌راد

صندوق پستی: ۱۱۵ - ۳۷۵۷۵

تمام حقوق مادی این اثر اعم از چاپ، تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و مانند این‌ها برای سازمان پژوهش‌های

علمی و صنعتی ایران محفوظ است.



تقديم به:

حورا وحنا

سيد و هاب شجاع الدينى

تقديم به:

پدر و مادر



نذاکاشى



## پیش گفتار

پایش فعالیت‌های انسانی همواره یکی از مهم‌ترین موضوعات مطرح در زمینه‌های مختلف زندگی بشر بوده است. هنگامی که اعضای خانواده از نحوه انجام فعالیت‌های روزمره یک سالمند در جمع خود، میزان سلامتی وی را ارزیابی می‌کنند، در واقع به‌نوعی پایش فعالیت انسانی انجام می‌گیرد یا زمانی که یک مربی ورزشی نظاره‌گر درستی و نادرستی انجام حرکات ورزشی ورزشکاری هست، به‌نوعی پایش فعالیت انسانی صورت می‌پذیرد. در شرایطی که یک پزشک یا پرستار، با نظاره و تحلیل انجام فعالیت توسط توان‌یاب، میزان اثربخشی درمان را ارزیابی می‌کند، پایش فعالیت انسانی رخ می‌دهد. به‌همین ترتیب مشاهده نحوه رانندگی یک مهارت‌جو توسط مربی وی، تشخیص خواب آلودگی راننده توسط مسافران، مراقبت روزانه از یک کودک دارای ناهنجاری‌های رفتاری و ذهنی، تشخیص سقوط افراد سالمند، بررسی مداوم تحرک افراد، نظارت بر حرکات سربازان در رژه‌های گروهی، نظارت بر ژست مناسب در بازی‌های مختلف رایانه‌ای و غیر رایانه‌ای و نظایر آن، همگی از مصادیق روزمره و پرکاربرد پایش فعالیت‌های انسانی به‌شمار می‌آیند.

اگرچه چنین پایش‌هایی در طول قرن‌های متمادی به‌صورت سنتی و توسط ناظر فعال انسانی انجام می‌پذیرفته، ولیکن امروزه با رشد و گسترش استفاده از هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف علمی، فنی، زیستی و حتی اقتصادی، فرایند پایش فعالیت انسانی نیز با این فناوری درگیر شده است. از سوی دیگر، سبک زندگی بشر امروزی نیز با انجام چنین نظارتی توسط هوش مصنوعی سازگاری بیشتری نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال، با کوچک‌شدن خانواده‌ها و به‌تبع آن زیست انفرادی یا دونفره سالمندان، دیگر امکان نظارت بر حرکات سالمند چنان‌که پیشتر در خانواده بزرگ سنتی انجام می‌شد، مقدور نیست. در این جا یک سامانه نظارت دائم مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند جای خالی افراد خانواده را درخصوص پایش حرکات فرد سالمند پر کند. به همین سیاق، وجود ناظری از جنس هوش مصنوعی در مواردی مانند اتوموبیل‌های هوشمند، مربی هوشمند، توانبخشی هوشمند و نظایر آن، می‌تواند منجر به کاهش چشمگیر زمان و هزینه‌های نظارت شود. امروزه، پایش و تفسیر فعالیت‌های مختلف انسانی به کمک هوش مصنوعی، به یکی از جذاب‌ترین حوزه‌های فناوری تبدیل شده است.

ناگفته پیداست که عواملی که منجر به رشد و گسترش استفاده از سامانه‌های

پایش فعالیت‌های انسان مبتنی بر هوش مصنوعی در جهان شده‌اند، در کشور ما نیز وجود دارند. لذا ما نیز ناگزیر از حرکت به سوی کسب این فناوری و با همه ابعاد آن هستیم.

متأسفانه با وجود انجام پژوهش‌های متعدد و البته پراکنده در داخل کشور در حوزه شناسایی هوشمند فعالیت‌های انسانی، هنوز هیچ منبع جامعی در این خصوص در دسترس علاقه‌مندان و پژوهش‌گران این حوزه قرار نگرفته است. بر این اساس، نگارندگان این کتاب، که خود سابقه انتشار مقالات پژوهشی متعددی را در این حوزه داشته‌اند، بر آن شدند تا با مطالعه، تحلیل، جمع‌بندی و استنتاجات لازم از مجموعه دانشی موجود در این حوزه، اولین کتاب فارسی در زمینه بازشناسی فعالیت‌های انسانی با استفاده از هوش مصنوعی را به رشته تحریر درآورند.

این نوشتار، حاصل قریب به یک دهه فعالیت نگارندگان در حوزه تشخیص فعالیت‌های انسانی با استفاده از هوش مصنوعی است. در فصل اول این مکتوب، طبقه‌بندی مختصری از حوزه‌های کاربرد تشخیص فعالیت و اهمیت هوش مصنوعی ارائه شده است. سپس درجه‌بندی فعالیت‌های مختلف بیان شده و در همین راستا، مجموعه داده‌های مختلف مورد استفاده در این حوزه، معرفی و تشریح گردیده‌اند. در فصل دوم، چارچوب‌های تشخیص فعالیت‌های انسانی و سپس انواع حسگرهایی که در این حوزه استفاده می‌شوند، بررسی می‌شوند. فصل سوم کتاب، شامل تشریح و ارزیابی الگوریتم‌های مورد استفاده در حوزه شناسایی هوشمند فعالیت‌های انسانی است. روال الگوریتم‌ها، نکات ویژه هریک و نحوه عملکرد آن‌ها در فصل مزبور مورد کنکاش قرار می‌گیرد. در این فصل به بررسی سیستم‌های چندوجهی نیز پرداخته می‌شود. فصل چهارم کتاب، به انواع چالش‌های موجود در حوزه تشخیص هوشمند فعالیت‌های انسانی اختصاص یافته است و البته در همین فصل، راه کارهای رفع هریک از چالش‌ها نیز بررسی می‌شوند. سرانجام فصل پنجم، به دسته‌بندی حوزه‌های اصلی استفاده از فناوری تشخیص هوشمند فعالیت می‌پردازد و نمونه‌هایی از سامانه‌های کاربردی در هر زمینه را ارائه می‌دهد.

از آنجاکه پژوهشگران حوزه تشخیص هوشمند فعالیت‌های انسانی، شامل طیف وسیعی از علاقه‌مندان هستند که هریک بر حیطة خاصی از این فناوری تمرکز دارند، در نگارش این کتاب نیز تلاش شده است که حوزه فناوریانه مزبور به صورت

تفکیک‌شده‌ای از جنبه‌های مختلف سخت‌افزاری، نرم‌افزاری، الگوریتمی، هوش مصنوعی و سامانه‌های کاربردی و عملیاتی بررسی شود. امیدواریم این مکتوب به‌عنوان منبعی جامع، نیاز تمامی دانش‌پژوهان و فن‌آوران علاقه‌مند به تحقیق در زمینه‌های مختلف کاربرد هوش مصنوعی در تحلیل فعالیت‌های انسانی را، از زوایای گوناگون و با سطوح متنوع دانشی متنوع، برآورده کند.



## فهرست مطالب

فصل اول: انواع فعالیت‌های انسانی، جمع‌آوری داده‌ها و بانک‌های داده	۱
۱-۱- اهمیت و حیطه‌های کاربرد تشخیص خودکار فعالیت‌های انسانی	۳
۱-۱-۱- امنیت و نظارت	۳
۱-۱-۲- مراقبت‌های بهداشتی	۴
۱-۱-۳- مراقبت از سالمندان	۵
۱-۱-۴- تعامل انسان- ماشین	۷
۱-۱-۵- خانه هوشمند	۷
۱-۱-۶- سرگرمی	۷
۱-۲- تقسیم‌بندی و درجه‌بندی فعالیت‌های انسانی	۸
۱-۲-۱- درجه‌بندی فعالیت‌های انسانی	۱۲
۱-۳- روش‌های جمع‌آوری اطلاعات و نوع داده	۱۴
۱-۴- مجموعه داده‌ها برای تشخیص فعالیت‌های انسانی	۱۵
۱-۴-۱- طبقه‌بندی مجموعه داده‌ها بر اساس نوع عملکرد آن‌ها و ماهیت داده‌ها	۱۶
۱-۴-۱-۱- مجموعه داده‌های سطح عمل	۱۷
۱-۴-۱-۲- مجموعه داده‌های سطح رفتار	۱۹
۱-۴-۱-۳- مجموعه داده‌های سطح تعامل	۱۹
۱-۴-۱-۴- مجموعه داده‌های سطح فعالیت‌های گروهی	۲۳
۱-۴-۲- بررسی مجموعه داده‌ها بر اساس روش جمع‌آوری	۲۵
۱-۴-۲-۱- مجموعه داده‌های ویدیویی	۲۶
۱-۴-۲-۲- مجموعه داده‌های خانه‌های هوشمند	۲۷
۱-۴-۲-۳- مجموعه داده‌های مبتنی بر تلفن‌های هوشمند	۲۷
۱-۴-۲-۴- مجموعه داده‌های مبتنی بر حسگرهای اینرسی	۳۰
۱-۵- چالش‌های جمع‌آوری داده‌ها	۳۲
منابع و مراجع	۳۴
<b>فصل دوم: چارچوب‌های تشخیص خودکار فعالیت و ساختار حسگرهای مرتبط</b>	<b>۳۹</b>
۱-۲- روش‌های مبتنی بر حسگر و مبتنی بر بینایی	۴۱
۱-۱-۲- تشخیص خودکار فعالیت‌های انسانی مبتنی بر بینایی	۴۲
۱-۱-۱-۲- روال کلی تشخیص فعالیت مبتنی بر بینایی	۴۸
۱-۲-۲- تشخیص خودکار فعالیت‌های انسانی مبتنی بر حسگر	۵۳
۱-۲-۱-۲- دسته‌بندی انواع حسگرها در رویکرد تشخیص خودکار فعالیت‌های انسانی مبتنی بر حسگر	۶۱
۱-۲-۲- رویکردهای مبتنی بر رادیو	۱۱۳
۱-۲-۲-۱- دسته‌بندی فناوری‌های مبتنی بر رادیو	۱۱۴
۱-۲-۲-۱-۱- Zigbee	۱۱۴

۱۱۵.....	۲-۱-۲-۲- بلوتوث
۱۱۵.....	۳-۱-۲-۲- وای‌فای
۱۱۷.....	۴-۱-۲-۲- رویکردهای مبتنی بر شناسایی فرکانس رادیویی
۱۱۸.....	۵-۱-۲-۲- رویکردهای مبتنی بر رادیو
۱۲۰.....	۲-۲-۲- انواع کاربرد شناسایی فعالیت مبتنی بر رادیو
۱۲۱.....	۱-۲-۲-۲- فعالیت‌های مبتنی بر حرکت
۱۳۰.....	۲-۲-۲-۲- فعالیت‌های مبتنی بر تعامل
۱۳۴.....	منابع و مراجع

**فصل سوم: سیستم‌های تشخیص فعالیت‌های انسانی مبتنی بر یادگیری ماشین و عمیق..... ۱۳۹**

۱۴۱.....	۱-۳- یادگیری در تشخیص فعالیت‌های انسانی
۱۴۱.....	۱-۱-۳- یادگیری با نظارت
۱۴۲.....	۲-۱-۳- یادگیری بدون نظارت
۱۴۳.....	۳-۱-۳- یادگیری نیمه نظارتی
۱۴۳.....	۴-۱-۳- یادگیری تقویتی
۱۴۴.....	۲-۳- پیش‌پردازش
۱۴۶.....	۳-۳- مهندسی ویژگی
۱۴۶.....	۱-۳-۳- استخراج ویژگی
۱۴۸.....	۱-۱-۳-۳- فرایند استخراج ویژگی مبتنی بر رویکردهای دستی و مبتنی بر یادگیری عمیق
۱۵۶.....	۲-۳-۳- کاهش ابعاد و انتخاب ویژگی
۱۶۰.....	۴-۳- الگوریتم‌های طبقه‌بندی
۱۶۳.....	۱-۴-۳- مدل پنهان مارکوف
۱۶۴.....	۲-۴-۳- ماشین بولتزمن محدود
۱۶۵.....	۳-۴-۳- شبکه‌های بیزین
۱۶۶.....	۴-۴-۳- مدل مخلوط گاوسی
۱۶۶.....	۵-۴-۳- رمزگذار خودکار
۱۶۷.....	۶-۴-۳- ماشین بردار پشتیبان
۱۶۸.....	۷-۴-۳- میدان تصادفی شرطی
۱۶۸.....	۸-۴-۳- الگوریتم K-نزدیک‌ترین همسایگی
۱۶۹.....	۹-۴-۳- درخت تصمیم
۱۶۹.....	۱۰-۴-۳- شبکه عصبی مصنوعی
۱۷۱.....	۵-۳- یادگیری عمیق
۱۷۵.....	۱-۵-۳- تاریخچه یادگیری عمیق
۱۸۲.....	۲-۵-۳- شبکه عصبی کانوولوشن
۱۸۵.....	۳-۵-۳- شبکه عصبی بازگشتی
۱۸۸.....	۴-۵-۳- رویکرد مبتنی بر الگو
۱۸۸.....	۵-۵-۳- مدل ویدیویی قابل تفسیر

۱۸۹.....	۳-۵-۶- مدل ترکیبی
۱۹۰.....	۳-۶- طراحی سیستم‌های چندوجهی برای تشخیص فعالیت
۱۹۰.....	۳-۶-۱- داده‌های چندوجهی
۱۹۱.....	۳-۶-۲- روش‌های سنجش چندوجهی
۱۹۲.....	منابع و مراجع
<b>فصل چهارم: چالش‌های اصلی در سامانه‌های هوشمند تشخیص فعالیت</b>	
۱۹۷.....	۴-۱- مروری کلی بر چالش‌های سیستم‌های تشخیص فعالیت
۲۰۰.....	۴-۲- تنوع درون طبقه‌ای
۲۰۱.....	۴-۲-۱- توقف اعتبارسنجی
۲۰۲.....	۴-۳- شباهت بین طبقه‌ای
۲۰۵.....	۴-۳-۱- روش‌های کاهش شباهت بین طبقه‌ای به منظور ایجاد خوشه‌بندی بهینه
۲۰۶.....	۴-۳-۱-۱- الگوریتم خوشه‌بندی K-میانگین
۲۰۷.....	۴-۳-۱-۲- خوشه‌بندی C-میانگین فازی
۲۰۸.....	۴-۳-۱-۳- یادگیری ماشین شخصی‌سازی شده
۲۰۸.....	۴-۳-۲- شباهت
۲۱۰.....	۴-۳-۳- مدل مبتنی بر حاشیه اطمینان برای اصلاح یادگیری عمیق در سیستم تشخیص خودکار فعالیت
۲۱۰.....	۴-۳-۳-۱- تابع افت مبتنی بر حاشیه
۲۱۲.....	۴-۴- چالش‌های ناشی از حسگرهای پرتابل
۲۱۲.....	۴-۵- چالش تنوع فعالیت‌ها
۲۱۶.....	۴-۵-۱- برچسب‌گذاری خودکار مبتنی بر یادگیری تقویتی
۲۱۷.....	۴-۵-۲- تشخیص فعالیت مبتنی بر LSTM در محیط‌های هوشمند
۲۱۸.....	۴-۵-۳- انواع چالش در زمینه تنوع حرکات در تشخیص خودکار فعالیت‌های انسانی
۲۲۴.....	۴-۶- چالش نامتعادل بودن داده‌های موجود در کلاس‌ها
۲۲۹.....	۴-۷- چالش‌های ناشی از ترتیب زمانی داده‌ها
۲۳۲.....	۴-۸- کلاس NULL
۲۳۲.....	۴-۹- چالش‌های ناشی از تنوع و تفاوت حسگرها
۲۳۳.....	۴-۱۰- چالش‌های ناشی از غیرهمگن بودن داده‌ها
۲۳۳.....	۴-۱۱- چالش مجموعه آموزشی ناکافی
۲۳۴.....	۴-۱۲- چالش‌های مربوط به تأمین توان حسگرها
۲۳۵.....	منابع و مراجع
<b>فصل پنجم: حوزه کاربرد سامانه‌های هوشمند تشخیص فعالیت انسانی</b>	
۲۴۱.....	۵-۱- مروری بر حوزه‌های کاربردی تشخیص فعالیت
۲۴۱.....	۵-۱-۱- تشخیص ژست
۲۴۳.....	۵-۱-۲- تشخیص وضعیت بدن

۲۴۸.....	۳-۱-۵- تشخیص رفتار .....
۲۵۲.....	۱-۳-۱-۵- نمونه‌ای از یک سیستم تشخیص رفتار راننده .....
۲۶۱.....	۲-۳-۱-۵- تشخیص حواس‌پرتی راننده با استفاده از طبقه‌بندی‌کننده باینری .....
۲۶۷.....	۴-۱-۵- تشخیص سقوط .....
۲۸۰.....	۵-۱-۵- فعالیت‌های روزانه .....
۲۸۳.....	۶-۱-۵- تشخیص فعالیت بدنی .....
۲۸۸.....	۲-۵- اشیاء هوشمند در تشخیص خودکار فعالیت‌های انسانی .....
۲۸۸.....	۱-۲-۵- لباس هوشمند .....
۲۹۰.....	۲-۲-۵- دستگاه‌های خانه هوشمند .....
۲۹۵.....	۱-۲-۲-۵- استفاده‌های درمانی تشخیص فعالیت در اختلالات رفتاری .....
۳۱۳.....	۳-۲-۵- سامانه حرارتی هوشمند .....
۳۱۴.....	۳-۵- محصولات تجاری موجود در زمینه تشخیص فعالیت‌های انسانی .....
۳۱۴.....	۱-۳-۵- SureSafeGO ۲۴/۷ Connect .....
۳۱۶.....	۲-۳-۵- Taking Care Anywher .....
۳۱۷.....	۳-۳-۵- Kami-vision دوربین‌های هوشمند .....
۳۱۹.....	۴-۳-۵- حسگر هوشمند Sentinare .....
۳۲۲.....	منابع و مراجع .....
۳۲۷.....	واژه‌نامه .....