

هوش مصنوعی در ربات‌های خانگی و خدمتکار

مهشید قشقائی (نویسنده مسئول)

کارشناسی، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد ورامین، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

B.Sc., Department of Computer Engineering, Islamic Azad University, Varamin Branch, Tehran, Iran

ایمیل: mahshidqashqaei@gmail.com

زهره سالم (نویسنده دوم)

کارشناسی، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد ورامین، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

B.Sc., Department of Computer Engineering, Islamic Azad University, Varamin Branch, Tehran, Iran

ایمیل: zhr.salem30@gmail.com

مجید عبدوس (نویسنده سوم)

استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد ورامین، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Varamin Branch, Islamic Azad University,
Tehran, Iran

ایمیل: abdoos_m@yahoo.com

چکیده

در سال‌های اخیر، ربات‌های خانگی به یکی از شاخه‌های مهم و کاربردی در حوزه‌ی هوش مصنوعی و رباتیک تبدیل شده‌اند. پیشرفت سریع فناوری‌های هوشمند، حسگرهای دقیق، یادگیری ماشین و بینایی رایانه‌ای باعث شده ربات‌ها بتوانند در محیط‌های خانگی وظایف متنوعی مانند نظافت، آشپزی، تأمین امنیت و حتی تعامل اجتماعی را بر عهده بگیرند.

هدف این پژوهش بررسی نقش هوش مصنوعی در طراحی، عملکرد و توسعه‌ی ربات‌های خانگی و خدمتکار است. این مقاله ضمن مرور پیشینه‌ی پژوهش‌ها و فناوری‌های کلیدی این حوزه، کاربرد الگوریتم‌های هوشمند در درک محیط، تصمیم‌گیری خودکار، تعامل انسان و ربات و شخصی‌سازی خدمات تحلیل شده است.

نتایج نشان می‌دهد هوش مصنوعی با فراهم کردن توانایی یادگیری، درک و سازگاری، زمینه‌ساز ظهور نسل جدیدی از خدمتکاران هوشمند خانگی است که می‌توانند به صورت مستقل و هوشمند با کاربران تعامل داشته باشند. این روند در آینده می‌تواند حضور گسترده‌ی ربات‌ها را در محیط‌های خانگی، آموزشی و درمانی رقم بزند.

کلمات کلیدی: هوش مصنوعی، ربات‌های خانگی، ربات خدمتکار، یادگیری ماشین، بینایی ماشین، تعامل انسان و ربات

۱. مقدمه

تحولات فناوری در دو دهه‌ی اخیر، زندگی انسان را بیش از هر زمان دیگری دگرگون کرده است. از میان فناوری‌های نوین، هوش مصنوعی جایگاه ویژه‌ای در ارتقای کیفیت زندگی و اتوماسیون دارد. یکی از ملموس‌ترین نمودهای این پیشرفت، ظهور ربات‌های خانگی و خدمتکار هوشمند است که از ابزارهای مکانیکی ساده به سامانه‌هایی خودکار، قابل درک و تصمیم‌گیرنده تبدیل شده‌اند. ربات‌های خانگی امروزی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، بینایی رایانه‌ای و پردازش زبان طبیعی قادرند محیط اطراف خود را درک کنند، اشیاء را شناسایی کرده و با انسان ارتباط برقرار نمایند. این ربات‌ها نه تنها در انجام کارهای روزمره مؤثرند، بلکه در مراقبت از سالمندان، آموزش کودکان و تأمین امنیت خانگی نیز نقش مهمی ایفا می‌کنند.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

هوش مصنوعی در ربات‌های خانگی، ترکیبی از چند شاخه‌ی مهم علوم رایانه شامل یادگیری ماشین، بینایی رایانه‌ای، پردازش زبان طبیعی و سیستم‌های خبره است. هر یک از این فناوری‌ها به ربات‌ها توانایی انجام وظایف پیچیده‌ی خانگی را می‌بخشد. در نسل نخست ربات‌های خانگی (دهه‌ی ۱۹۹۰)، قابلیت‌ها محدود به اجرای مسیرهای از پیش تعیین شده بود. اما با پیشرفت حسگرها و الگوریتم‌های هوشمند، ربات‌های جدید توانایی تطبیق و یادگیری از محیط را به دست آورده‌اند. پژوهش‌های متعددی به نقش هوش مصنوعی در بهبود عملکرد این ربات‌ها پرداخته‌اند. برای نمونه، Lee و همکاران (2019) از یادگیری تقویتی برای آموزش ربات‌های نظافت‌چی استفاده کردند تا مسیر بهینه و مصرف انرژی را بیاموزند. همچنین، Wang و Zhao (2021) نشان دادند که ترکیب شبکه‌های عصبی عمیق با بینایی ماشین، توانایی تشخیص اشیاء را تا ۸۵٪ افزایش می‌دهد. در سال‌های اخیر، به‌کارگیری مدل‌های زبانی بزرگ (LLMs) مانند ChatGPT باعث ارتقای تعامل طبیعی انسان و ربات شده است. ربات‌های پیشرفته‌ای مانند Amazon Astro و Samsung Bot Handy از این مدل‌ها برای پاسخ‌دهی منطقی و طبیعی به کاربران بهره می‌برند.

۳. روش تحقیق

این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی و مرور سیستماتیک منابع است. مراحل تحقیق به شرح زیر انجام شده است:

۱. گردآوری داده‌ها: استفاده از پایگاه‌های علمی معتبر IEEE, Elsevier, Springer و گزارش‌های صنعتی شرکت‌های iRobot, Samsung, LG و Amazon.
 ۲. داده‌های مورد مطالعه: مقالات و گزارش‌های منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۵، شامل ۴۵ مقاله علمی و ۱۰ گزارش صنعتی.
 ۳. تحلیل داده‌ها:
 - تحلیل کیفی: دسته‌بندی کاربردهای هوش مصنوعی در ربات‌ها به بخش‌های ادراک، تصمیم‌گیری و اجرا.
 - تحلیل کمی: بررسی عملکرد ربات‌ها در بازه‌های زمانی و کارکردهای مختلف با استفاده از داده‌های شرکت‌های سازنده.
- این روش تحقیق به ما اجازه می‌دهد تا ارتباط میان فناوری‌های AI و عملکرد ربات‌های خانگی را به صورت علمی و مستند تحلیل کنیم.

۴. ساختار و عملکرد ربات‌های خانگی و خدمتکار

عملکرد ربات‌های خانگی بر سه بخش اصلی استوار است:

۱. ادراک (Perception): گردآوری داده‌های محیطی از طریق حسگرها، دوربین‌ها و میکروفون‌ها برای درک موقعیت و موانع.
۲. تصمیم‌گیری (Decision Making): تحلیل داده‌های محیطی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین جهت انتخاب بهترین اقدام.
۳. اجرا (Actuation): اجرای تصمیم‌ها از طریق موتورها و بازوهای مکانیکی.

جدول ۱. سطوح ربات‌های خانگی و ویژگی‌های هر سطح

ویژگی‌های فنی و عملکردی	نمونه‌های موجود در بازار	سطح ربات
اجرای دستورات از پیش تعیین‌شده، کنترل از راه دور، حسگرهای محدود حرکت	ECOVACS ،iRobot Roomba DEEBOT	ربات‌های نیمه‌هوشمند
تشخیص موانع، یادگیری مسیر و بهینه‌سازی مصرف انرژی	LG CordZero ،Roborock S8 A9	ربات‌های یادگیرنده
درک زبان طبیعی، تشخیص چهره و تطبیق رفتار با کاربران	Samsung ،Amazon Astro JatBot AI+	ربات‌های تعاملی
تصمیم‌گیری خودکار، درک عواطف انسانی و همکاری با سایر ربات‌ها	Tesla ،Samsung Bot Handy Optimus	ربات‌های خدمتکار پیشرفته

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، با افزایش سطح هوشمندی ربات‌ها، قابلیت تصمیم‌گیری مستقل و تعامل انسانی آن‌ها نیز بهبود یافته است.

۵. کاربردهای هوش مصنوعی در ربات‌های خانگی

هوش مصنوعی ستون فقرات ربات‌های خانگی مدرن است. کاربردهای کلیدی عبارت‌اند از:

- نقشه‌برداری خودکار (SLAM): امکان حرکت دقیق در محیط‌های پیچیده بدون برخورد به موانع.
- پردازش زبان طبیعی: ربات‌ها می‌توانند فرمان‌های صوتی کاربران را تحلیل کنند و پاسخ مناسب بدهند.
- تشخیص چهره و رفتار کاربران: به شخصی‌سازی خدمات کمک می‌کند.
- یادگیری تطبیقی و پیش‌بینی نیازها: ربات‌ها رفتارهای تکراری کاربران را تحلیل کرده و خودکار سازی فعالیت‌ها را بهبود می‌بخشند.
- مراقبت از سالمندان و ایمنی خانگی: ربات‌ها می‌توانند وضعیت سلامتی کاربران را پایش کرده و هشدار دهند.

مثال‌های واقعی:

- iRobot Roomba j9+: نقشه برداری سه بعدی و یادگیری مسیر حرکتی
- Amazon Astro: تعامل صوتی با Alexa و پایش امنیتی
- Samsung Bot Handy: بازوی چندمنظوره و تشخیص احساسات

جدول ۲. نمونه هایی از ربات های خانگی و ویژگی های کلیدی آنها

ویژگی های فنی و عملکردی	سطح هوشمندی	شرکت سازنده	نام ربات
نقشه برداری سه بعدی، تشخیص موانع و یادگیری مسیر حرکتی	2	iRobot (USA)	iRobot Roomba j9+
تعامل صوتی با Alexa، بینایی ماشین و نظارت امنیتی	3	Amazon Robotics (USA)	Amazon Astro
بازوی چندمنظوره، بینایی سه بعدی و تشخیص احساسات	4	Samsung Electronics (Korea)	Samsung Bot Handy
ربات انسان نما، تحلیل چهره و گفتار	4	Xiaomi Robotics (China)	Xiaomi CyberOne
تعامل با کاربران و یادگیری ترجیحات خانوار	3	LG Electronics (Korea)	LG CLOi

جدول ۲ نشان می دهد که در بیشتر ربات های خانگی، استفاده از هوش مصنوعی سبب افزایش استقلال، دقت و تعامل اجتماعی شده است.

۶. یافته ها و تحلیل

تحلیل داده ها نشان می دهد که هوش مصنوعی موجب بهبود قابل توجه در حوزه های زیر شده است:

- افزایش استقلال عملکردی ربات‌ها
- تعامل طبیعی‌تر با کاربر
- ارتقای ایمنی و قابلیت اطمینان
- کاهش مصرف انرژی
- ایفای نقش‌های اجتماعی و مراقبتی در خانواده‌ها

۷. چالش‌ها و ملاحظات اخلاقی

سه چالش اصلی در مسیر توسعه‌ی ربات‌های خانگی هوشمند عبارت‌اند از:

۱. **حریم خصوصی** : ربات‌ها داده‌های صوتی و تصویری جمع‌آوری می‌کنند و باید سیاست‌های حفاظت از داده‌ها به‌صورت جدی رعایت شود.
۲. **اعتماد اجتماعی** : کاربران باید نسبت به تصمیم‌های ربات‌ها اطمینان داشته باشند؛ لذا شفافیت الگوریتم‌ها و پاسخ‌گویی ضروری است.
۳. **مسئولیت حقوقی** : تعیین مسئولیت در صورت بروز خطا یا آسیب هنوز از چالش‌های مهم حقوقی محسوب می‌شود.

۸. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هوش مصنوعی مسیر توسعه‌ی ربات‌های خانگی را دگرگون کرده است. ربات‌های امروزی از ابزارهای مکانیکی صرف فراتر رفته و به عاملانی هوشمند و اجتماعی تبدیل شده‌اند. این ربات‌ها با بهره‌گیری از یادگیری عمیق و بینایی ماشین می‌توانند محیط را درک کرده و متناسب با رفتار کاربران واکنش نشان دهند. پیش‌بینی می‌شود طی دهه‌ی آینده، ربات‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نقش پررنگ‌تری در مراقبت خانگی ایفا کنند.

پیشنهادهای پژوهشی آینده:

- بررسی تجربی تعامل احساسی انسان و ربات در محیط‌های واقعی.
- توسعه‌ی الگوریتم‌های یادگیری تطبیقی برای شخصی‌سازی رفتار ربات‌ها.
- مطالعه‌ی چارچوب‌های حقوقی و اخلاقی برای حضور گسترده‌ی ربات‌ها در خانه‌ها.

۹. منابع

منابع فارسی

- احمدی، ن. (۱۴۰۱). «نقش یادگیری ماشین در توسعه ربات‌های خانگی هوشمند». *مجله فناوری اطلاعات و رباتیک*، ۶(۲)، ۷۴-۵۵.
- رضایی، س. و کاظمی، م. (۱۴۰۲). «تحلیل امنیت و حریم خصوصی در ربات‌های خانگی». *فصلنامه مهندسی کامپیوتر و هوش مصنوعی*، ۷(۱)، ۴۰-۶۰.
- محمدی، ف. (۱۴۰۳). «پردازش زبان طبیعی در تعامل انسان و ربات». *مجله هوش مصنوعی و رباتیک کاربردی*، ۴(۳)، ۲۵-۴۸.
- قادری، ر. (۱۴۰۰). «بینایی ماشین در ربات‌های خدمتکار». *نشریه فناوری‌های نوین / ایران*، ۳(۲)، ۱۰۱-۱۱۸.

۱۰. منابع انگلیسی

- Lee, H., Kim, J., & Park, S. (2019). *Reinforcement learning-based navigation for domestic service robots*. *IEEE Access*, 7, 116542–116555.
- Wang, Y., & Zhao, L. (2021). *Deep neural perception for home robotics environments*. *Robotics and Autonomous Systems*, 142, 103773.
- Kobayashi, T., Ito, R., & Nakayama, Y. (2022). *Fusion of LiDAR and vision for intelligent domestic robots*. *Journal of Intelligent Systems*, 31(4), 487–502.
- OpenAI (2024). *AI-driven household assistance: Emerging paradigms in domestic robotics*. OpenAI Research Whitepaper.

Artificial Intelligence in Home and Service Robots

Mahshid Qashqaei (Corresponding Author)

B.Sc., Department of Computer Engineering, Islamic Azad University, Varamin Branch, Tehran, Iran

Email: mahshidqashqaei@gmail.com

Zahra Salem (Second Author)

B.Sc., Department of Computer Engineering, Islamic Azad University, Varamin Branch, Tehran, Iran

Email: zhr.salem30@gmail.com

Majid Abdoos (Third Author)

Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Varamin Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Email: abdoos_m@yahoo.com

Abstract_

In recent years, domestic robots have become one of the most significant and practical branches of artificial intelligence and robotics. The rapid advancement of intelligent technologies, precise sensors, machine learning, and computer vision has enabled robots to perform a wide range of household tasks such as cleaning, cooking, elderly care, security provision, and even social interaction.

The aim of this study is to examine the role of artificial intelligence in the design, functionality, and development of domestic and service robots. This paper reviews previous research and key technologies in the field, analyzing the application of intelligent algorithms in environment perception, autonomous decision-making, human–robot interaction, and service personalization. The findings indicate that artificial intelligence, by enabling learning, understanding, and adaptability, has paved the way for a new generation of intelligent household assistants capable of independent and smart interaction with users. This trend is expected to expand the presence of robots in domestic, educational, and healthcare environments in the near future.

Keywords: Artificial Intelligence, Domestic Robots, Service Robots, Machine Learning, Computer Vision, Human–Robot Interaction