

هوش مصنوعی و یادگیری عمیق در بازی‌های رایانه‌ای: یک مرور مختصر

مهرداد سقا خراسانی

۱- دانشجوی مهندسی نرم افزار، دانشگاه صنعتی سجاد
* ایران، مشهد، جلال آل احمد ۶۴ - دانشگاه صنعتی سجاد

چکیده

هوش مصنوعی، از زمان ابداع این اصطلاح در شش دهه پیش، در بسیاری از زمینه‌ها به کار گرفته شده است. در بازی‌های ویدیویی، هوش مصنوعی نخستین بار با عناوین ابتدایی کنسول آتاری ۲۶۰۰، مانند «فضای کامپیوتری» و «پنگ» معرفی شد و از آن زمان تاکنون پیشرفت چشمگیری داشته است. با این حال، از توسعه‌دهندگان انتظار می‌رود سیستم‌هایی طراحی کنند که هوش مصنوعی آن‌ها بی‌نقص و تا حد ممکن شبیه به رفتار انسانی باشد. شبکه‌های عصبی به سیستم‌های هوش مصنوعی کمک می‌کنند هوشمندتر شوند و در مواردی مانند پروژه‌های OpenAI با ربات‌های بازی‌کننده مورد استفاده قرار گیرند. بسیاری از این سیستم‌های هوش مصنوعی بازی‌کننده از یادگیری تقویتی بهره می‌گیرند، زیرا این روش آموزش کارآمدتری را برای بازی‌های پیچیده‌تر ممکن می‌سازد، جایی که تعداد موقعیت‌ها و ترکیب‌های مکانیک‌های بازی بسیار زیاد است. این مقاله مرور مقدماتی ادبیات این زمینه‌های اصلی تحقیقاتی در حوزه بازی‌های ویدیویی را ارائه می‌دهد.

کلیدواژه‌ها

هوش مصنوعی، یادگیری عمیق، بازی‌های کامپیوتری، شبکه‌های عصبی

Artificial Intelligence and Deep Learning in Video Games A Brief Review

Mehrdad Sagha Khorasani

Sadjad University, Mashhad, Iran.
* Mashhad, Iran, Jلال Al Ahmad 64

Abstract

Artificial Intelligence has been used in many fields since the term was coined six decades ago. Artificial Intelligence in video games was introduced with Atari 2600's early titles such as 'Computer Space' and 'Pong' and has come a long way since. However, it has become expected of developers to have flawless AI which is as human-like as possible. Neural Networks are allowing AI systems to become smarter and used in ways such as OpenAI does with their game-playing bots. Many game-playing Neural Networks use reinforcement learning to train as it allows for more efficient training for larger games where the number of possible positions and combinations of game mechanics are extremely large. This paper provides an introductory literature review of these core fields of research as they applied within a video game context.

Keywords

Artificial Intelligence; deep learning; video games; neural networks

۱- مقدمه

هوش مصنوعی (AI) یا هوش ماشینی سیستمی است که سعی دارد ویژگی‌های فرآیند تفکر انسانی را تقلید کند تا بتواند بدون دخالت انسان تصمیم‌گیری کند، یاد بگیرد و فکر کند. وقتی بیشتر مردم کلمه‌ی ماشین‌های هوشمند را می‌شنوند، بلافاصله به ربات‌های علمی تخیلی فکر می‌کنند، اما در این مقاله به تاریخچه هوش مصنوعی، نحوه استفاده از هوش مصنوعی در بازی‌های ویدیویی و چگونگی استفاده از یادگیری عمیق برای ساخت ماشین‌های «هوشمندتر» و بهبود تجربه هوش مصنوعی در بازی‌های ویدیویی خواهیم پرداخت. جان مک‌کارتی اصطلاح «هوش مصنوعی» را در سال ۱۹۵۶ ابداع کرد، اما اصول آن برای اولین بار در حدود سال ۱۹۵۰ توسط آلن تورینگ و آزمون معروف تورینگ توسعه یافت، همان‌طور که اسمیت، مک‌گوایر، هوانگ و یانگ [۱] بیان کرده‌اند. هوش مصنوعی در بازی‌های ویدیویی برای اولین بار در بازی‌های اولیه آتاری مانند پنگ و فضای کامپیوتری دیده شد، هرچند که این سیستم‌ها بسیار ابتدایی بودند. در پیشرفت‌های اخیر تحقیقات هوش مصنوعی، دیده‌ایم که کامپیوترهای مجهز به الگوریتم‌های یادگیری عمیق برخی از بهترین بازیکنان Dota 2 جهان را شکست داده‌اند. امکانات هوش

مصنوعی و یادگیری عمیق در آینده بی‌پایان هستند و ربات‌های به تصویر کشیده شده در داستان‌های مشهور علمی تخیلی ممکن است در آینده نزدیک چندان خیالی نباشند. تحقیقات آینده در زمینه یادگیری ماشین، به گفته محققان، منجر به این خواهد شد که شبکه‌های عصبی بتوانند به طور خودکار آموزش ببینند که این امر به افزایش تعداد ماشین‌های «خوداندیش» منجر خواهد شد. بسیاری از منابع در این زمینه بیان می‌کنند که در آینده نزدیک، ماشین‌ها برای آموزش بازیکنان حرفه‌ای استفاده خواهند شد زیرا به زودی از آنها پیشی خواهند گرفت.

۲- تاریخچه هوش مصنوعی و آزمون تورینگ

طبق گفته نویسندگان در [۱]، جان مک‌کارتی به دلیل ابداع اصطلاح «هوش مصنوعی» در یک کنفرانس دانشگاهی در سال ۱۹۵۶ شناخته می‌شود. او در تعریف اهداف این کنفرانس چنین بیان کرد: «مطالعه‌ای که بر این فرض استوار است که هر جنبه‌ای از یادگیری یا هر ویژگی دیگری از هوش، می‌تواند به‌طور دقیقی توصیف شود تا یک ماشین قادر به شبیه‌سازی آن باشد.» مک‌کارتی تأکید کرد که این تحقیق به دنبال راه‌هایی است که ماشین‌ها بتوانند از زبان استفاده کنند، انتزاعات و مفاهیم را شکل دهند، مسائل پیچیده‌ای را

که مختص انسان هاست حل کنند و در نهایت توانایی‌های خود را بهبود بخشند [۲]. مطالعه [۱] همچنین اشاره می‌کند که هوش مصنوعی، از زمان آغاز مطالعات اولیه‌اش، به دلیل پیچیدگی ذاتی و انتظارات بیش از حد، پیشرفت سریعی نداشته است. یکی از دلایل اصلی این موضوع کمبود انگیزه در برخی حوزه‌ها، از جمله بازی‌های رایانه‌ای، بوده است. وقتی از کسی پرسیده می‌شود هوش مصنوعی چیست، معمولاً اولین تصورات به ربات‌های پیشرفته یا خانه‌های هوشمند آینده معطوف می‌شود. با این حال، ما همچنان با ساخت ماشین‌هایی که بتوانند از نظر منطقی و فیزیکی با انسان‌ها اشتباه گرفته شوند، فاصله داریم. با این وجود، این چشم‌انداز دور از دسترس نیست و ممکن است روزی به واقعیت بپیوندد.

در حالی که جان مک‌کارتی اصطلاح «هوش مصنوعی» را ابداع کرد، اعتبار ایده اولیه آن به آلن تورینگ و مقاله مشهورش، «ماشین‌آلات محاسباتی و هوش» [۱] بازمی‌گردد. در این مقاله، تورینگ پرسشی بنیادی مطرح کرد: «آیا ماشین‌ها می‌توانند فکر کنند؟» که به عنوان نقطه آغاز هوش مصنوعی شناخته می‌شود. هوجز [۳] در تحلیل خود به جنبه‌های فلسفی این پرسش و همچنین اعتراضات مهمی که ممکن است علیه آن مطرح شود، مانند «اعتراض ریاضیاتی»، پرداخته است.

چالش تورینگ، که به «بازی تقلید» نیز معروف است، معیاری بلندمدت برای توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی محسوب می‌شود. هدف این چالش آن است که یک ماشین بتواند در یک سری آزمایش‌ها رفتار انسان را چنان دقیق شبیه‌سازی کند که به اشتباه به عنوان یک انسان شناسایی شود [۳]. این آزمون شامل سه طرف است: یک کامپیوتر، یک کنترل‌کننده انسانی، و یک داور (که معمولاً یک متخصص در روان‌شناسی یا گفتار است). در مسابقه سالانه هیو لوبر، داور از هر دو کنترل‌کننده انسانی و کامپیوتر جدا می‌شود و با هر یک به مدت پنج دقیقه گفتگو می‌کند تا مشخص کند کدام یک انسان است، همان‌طور که موهن [۴] توضیح داده است.

مارکوس [۵] نسبت به موفقیت اعلام‌شده در سال ۲۰۱۴ بدبین است. در این سال، یک کامپیوتر توانست حدود یک سوم داوران را با ایفای نقش یک پسر ۱۳ ساله متقاعد کند که انسان است. این نتیجه بیشتر به دلیل اجتناب سیستم از پاسخ‌دهی مستقیم و استفاده از کنایه‌زنی حاصل شد. پس از ناکامی آزمون تورینگ در ارائه معیاری فنی قوی، مارکوس [۵] با همکاری فرانچسکا روسی، رئیس سابق کنفرانس‌های مشترک بین‌المللی هوش مصنوعی (IJCAI)، بر توسعه آزمون‌های مدرن‌تر تمرکز کرد. این آزمون‌ها شامل مشاهده و تحلیل ویدیوها به عنوان معیارهای جدید هوش مصنوعی بودند. مقاله پاولوس [۶] چهار آزمون پیشنهادی جدید را که ممکن است به عنوان «آزمایش‌های مدرن تورینگ» شناخته شوند، شرح می‌دهد: چالش الگوی وینوگراد: آزمونی که حس مشترک ماشین را از طریق الگوهای ساده به چالش می‌کشد. آزمون استاندارد شده برای ماشین‌ها: مشابه آزمون‌های مدرسه‌ای که کودکان دبستانی می‌گذرانند. آزمون تورینگ جسمی: مجموعه‌ای از چالش‌ها که ربات باید با استفاده از ابزارهایی مانند بلوک‌های ساختنی ساختاری بسازد و خلاقیت خود را نشان دهد. آی-اتلون: آزمایشی که ماشین باید به یک فایل صوتی گوش دهد یا ویدیویی را تماشا کند و آن را خلاصه کند.

۳- هوش مصنوعی در بازی‌ها

امروزه هوش مصنوعی (AI) به عنوان یکی از عناصر کلیدی یک بازی ویدیویی موفق شناخته می‌شود. به گفته‌ی شیو [۷]، اولین بازی‌های ویدیویی به دلیل سادگی طراحی خود، فاقد هوش مصنوعی بودند و صرفاً برای رقابت

میان دو یا چند بازیکن طراحی شده بودند. او ادامه می‌دهد که هوش مصنوعی تا سال ۱۹۷۰، زمانی که بازی «فضای کامپیوتری» برای آتاری عرضه شد، وارد دنیای بازی‌های ویدیویی نشد. در آن زمان، طراحان برای تشویق بازیکنان به ادامه استفاده از دستگاه‌های آرکید، هوش مصنوعی پیچیده‌تری ایجاد کردند. این پیشرفت‌ها امکان ساخت دشمنان مجازی را فراهم کرد و به این ترتیب، بازی‌های تک‌نفره شکل گرفتند. از جمله بازی‌های اولیه‌ای که چنین ویژگی‌ای داشت و همچنان محبوب است، «پونگ» است.

با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در هوش مصنوعی بازی‌ها، این سؤال باقی است: آیا این فناوری به نهایت ظرفیت خود رسیده است؟ نویسندگان [۸] و [۹] معتقدند که در سال‌های اخیر، تمرکز توسعه‌دهندگان بیشتر بر ساخت بازی‌هایی با گرافیک بی‌نقص و واقع‌گرایانه بوده است تا بتوانند با رقبا رقابت کنند و انتظارات مشتریان را برآورده سازند. این تمرکز، باعث شده که منابع بیشتری به گرافیک اختصاص داده شود و سهم کمتری برای هوش مصنوعی باقی بماند تا فروش افزایش یابد و یک پایگاه طرفداران وفادار ایجاد شود. به گفته‌ی نویسندگان [۱]، سه دلیل اصلی برای این وضعیت وجود دارد:

نخست، مطالعات انجام شده در [۱] محدودیت قدرت پردازنده‌ها و منابع را مقصر می‌دانند. این علت ثابت در جهت عدم پیشرفت است (و خواهد ماند) زیرا سایر حوزه‌های توسعه بازی، مانند گرافیک، به پیشرفت‌های بیشتری ادامه خواهند داد و در نتیجه به سطح بالاتری از قدرت پردازنده نیاز خواهند داشت و به نوبه خود فضای کمتری برای پیشرفت هوش مصنوعی باقی خواهد گذاشت. با این حال، از زمان توسعه واحدهای پردازش گرافیکی (GPU) قوی‌تر، بار تقریباً به طور کامل از روی پردازنده اصلی برداشته شده است و ممکن است در آینده نزدیک، شاهد بهره‌برداری توسعه‌دهندگان از این موضوع باشیم [۸]. دومین دلیل، می‌تواند عدم درک تکنیک‌های پیشرفته هوش مصنوعی توسط توسعه‌دهندگان باشد. زیرا برای ایجاد یک سیستم قابل باور، نیاز مبرمی به درک عالی از برنامه‌نویسی هوش مصنوعی و قابلیت‌های آن وجود دارد. سومین علت که نسبت به دو دلیل دیگر کم‌تر محتمل است، اثر واقعی و ناشناخته بلندمدت استفاده از شبکه‌های عصبی یا سایر روش‌های غیرقطعی در بازی‌هاست که این ممکن است بصورت غیرمنتظره‌ای تجربه‌ی بازی را مختل کند و ایراداتی غیرقابل پیش‌بینی در بازی به وجود آورد. اگرچه مطالعات در [۸] مربوط به ۱۷ سال پیش هستند، همچنان این استدلال‌ها مرتبط و منطقی می‌باشد زیرا سطح پیشرفت در این زمینه ثابت مانده است.

همچنین تحقیقات درمورد هوش مصنوعی در بازی‌های نشان می‌دهد که مولفه‌ی هوش مصنوعی تأثیر چندانی بر تصمیم بازیکنان برای خرید یک بازی ندارد. هروسکا و ناربییک [۹]، [۱۰] یافته‌اند که هوش مصنوعی یک بازی ویدیویی به ندرت به طور مثبت بر قدرت فروش آن تأثیر می‌گذارد و تنها در صورت دریافت نقدهای منفی، تأثیر منفی دارد. هر دو مطالعه ادامه می‌دهند که گیرم‌ها قطعاً یک سیستم هوش مصنوعی خوب را ارزشمند می‌دانند، اما تنها هوش مصنوعی که برجسته می‌شود، سیستم‌هایی هستند که عملکرد بسیار ضعیفی دارند. ناراییک [۱۰] همچنین دریافت که توسعه‌دهندگان و ناشران، به جای توسعه یک هوش مصنوعی به طور مداوم خوب، بیشتر بر روی زمینه‌های غیرمنتظره و نوآورانه‌تر از رویه‌های پیچیده‌تر هوش مصنوعی تمرکز می‌کنند که مخاطب را شگفت‌زده می‌کند، اما هیچ کارکرد واقعی برای بازی فراهم نمی‌کند (به عنوان مثال، ایجاد شخصیت‌های غیرقابل کنترل واقع‌گراتر در یک بازی در ژانر نقش‌آفرینی به جای دشمنان هوشمندتر).

۴- روش‌های هوش مصنوعی

هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌توانند به دو دسته تقسیم شوند: یادگیری تحت نظارت و یادگیری بدون نظارت. همانطور که در [۱۱] توضیح داده شده است، یادگیری تحت نظارت زمانی است که خروجی توسط ناظر شناخته شده و داده‌های آموزشی به همین صورت برچسب‌گذاری شده‌اند. یادگیری تحت نظارت شامل روش‌هایی مانند درختان تصمیم‌گیری و روش طبقه‌بندی است که، همان‌طور که از نامش پیداست، داده‌ها را به دسته‌های معنادار طبقه‌بندی می‌کند [۱۲]. این نوع هوش مصنوعی/یادگیری ماشین به طور مداوم در توسعه بازی‌ها استفاده می‌شود.

نویسندگان در [۱۱] بیان می‌کنند که در یادگیری بدون نظارت، داده‌ها برچسب‌گذاری نشده‌اند و خروجی مشخص نیست. یادگیری بدون نظارت، همان‌طور که در [۱۳] توضیح داده شده است، شامل روش‌هایی است که معمولاً به الگوهای ورودی و معنای این الگوها علاقه‌مند هستند. داده‌هایی که در یادگیری بدون نظارت جمع‌آوری می‌شوند، با داده‌های مشابه گروه‌بندی می‌شوند که در آن‌ها شناسایی الگوها آسان‌تر است. این به خوشه‌بندی معروف است [۱۴].

یادگیری تقویتی یک تکنیک ترکیبی است که عموم مردم از طریق نظریه‌ی سگ پاولوف و آموزش مستقیم با یک حیوان خانگی با آن آشنا هستند. ایده کلی یادگیری تقویتی یا آموزش این است که چیزی یا کسی را پس از انجام یک عمل مطلوب یا نامطلوب پاداش یا تنبیه کنیم. با این حال، در رابطه با یادگیری ماشین، یادگیری تقویتی یادگیری ماشین از طریق تعامل است که در آن یادگیرنده بر اساس اقداماتی که در یک موقعیت خاص انجام می‌دهد، تقویت می‌شود [۱۵]، [۱۶]. بنابراین، ماشین بهترین اقدام ممکن را برای انجام در یک وضعیت خاص یاد می‌گیرد.

شبکه‌های عصبی نوعی الگوریتم هوش مصنوعی هستند که ظرفیت بیشتری برای تقلید از نحوه کارکرد واقعی مغز انسان دارند. زاهدی [۱۶] بیان می‌کند که یک شبکه عصبی از لایه‌ها (ورودی، خروجی، گاهی لایه‌های پنهان)، گره‌ها (هر لایه شامل گره‌هایی است)، اتصالات (اتصال بین گره‌ها، اتصالات از لایه ورودی شروع می‌شود، به لایه پنهان و سپس به لایه خروجی می‌رود)، وزن (گره‌ها می‌توانند وزن‌های مختلفی داشته باشند که تأثیرات متفاوتی بر شبکه دارند) و ورودی خالص گره (چگونگی تأثیر قدرت اتصال بین دو گره بر خروجی سایر گره‌های متصل به آن) تشکیل شده است. گورنی [۱۷] بیان می‌کند که شبکه‌های عصبی با دریافت ورودی وزنی به گره‌های لایه ورودی کار می‌کنند؛ عددی از ۰ تا ۱، سپس لایه ورودی اطلاعات را به لایه‌های پنهان منتقل می‌کند که در صورتی که وزن‌دهی از لایه قبلی مشابه وزن‌دهی خودشان باشد، فعال می‌شوند. زمانی که سیگنال به لایه خروجی می‌رسد، امیدواریم که شامل خروجی مورد نظر باشد. گورنی [۱۷] شبکه‌های عصبی را به عنوان یک دنباله از کلیدهایی توضیح می‌دهد که در صورتی که ورودی مشابه آنچه که می‌خواهد باشد، فعال می‌شوند. این بسیار شبیه به نحوه کار نورون‌ها در مغز است (به همین دلیل نامگذاری شده‌اند)؛ دندریت‌ها از طریق سیناپس، ایمپالس را دریافت می‌کنند که اطلاعات را به جسم سلولی منتقل می‌کند، که سپس اطلاعات را پردازش کرده و از طریق یک ایمپالس الکتریکی به آکسون منتقل می‌کند که به نوبه خود به نورون دیگری منتقل می‌شود، همان‌طور که استال توضیح داده است [۱۸].

شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) نوعی شبکه چند لایه هستند که برای استفاده با تصاویر و ویدیوها طراحی شده‌اند [۱۹]. شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) تلاش می‌کنند تا فضای بین پیکسل‌های یک تصویر یا ویدیو را به عنوان

اطلاعاتی که به شبکه عصبی وارد می‌شود، استفاده کنند [۱۹]، [۲۰]. طبق گفته استوتز [۲۰]، CNN با هم convoluting یک ورودی اولیه از طریق فیلترها و بایاس‌های قابل آموزش کار می‌کند تا نقشه‌های ویژگی تولید کند. این نقشه‌های ویژگی سپس پیکسل‌ها را گروه‌بندی کرده و با وزن‌دهی و ترکیب با یک بایاس اضافه می‌شوند، که چندین بار فیلتر می‌شوند تا بداند در بخش یک تصویر چه چیزی وجود دارد [۲۱]. گوپتا [۲۱] توضیح می‌دهد که هدف کلی CNN استخراج ویژگی‌ها درون یک تصویر است و عمدتاً در شناسایی دست‌نویس استفاده می‌شود.

شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN) مشابه شبکه‌های عصبی سنتی هستند، با این حال، آن‌ها یک لایه اضافی به نام لایه «تاخیر» دارند که در چندین تکرار در لایه‌های پنهان حلقه می‌زند [۲۲]. این نوع شبکه‌ها معمولاً در شناسایی دست‌خط و شناسایی گفتار استفاده می‌شوند.

روش‌ها و توپولوژی‌های متعددی در هوش مصنوعی وجود دارند که برای ایجاد ماشین کامل استفاده می‌شوند. الگوریتم‌های یادگیری عمیق مانند شبکه‌های عصبی نیز در ایجاد «بازیکنان» بازی‌های ویدیویی معروف برای تکمیل بازی یا رقابت با بازیکنان انسانی استفاده می‌شوند. بازی‌های ویدیویی زمینه‌ای عالی برای آزمایش و توسعه هوش مصنوعی فراهم می‌کنند زیرا هیچ مرز یا عواقبی وجود ندارد.

۵- ماشین‌ها در حال بازی کردن

نویسندگان در [۲۳] بیان می‌کنند که بازی‌های ویدیویی به دلیل پیچیدگی، عدم قطعیت و ورودی محدودشان به طور گسترده‌ای برای آزمایش ترکیب‌های جدید و مختلف الگوریتم‌ها و تکنیک‌های هوش مصنوعی استفاده می‌شوند. به گفته توگلیوس [۲۴]، توسعه و آزمایش هوش مصنوعی در یک محیط ایجاد شده با هزاران نمونه، بسیار ارزان‌تر از ساخت ربات‌ها و انجام هزاران آزمایش با آنها است. خان [۲۵] بیان می‌کند که هنگام طراحی نرم‌افزار برای استفاده‌های دنیای واقعی، مانند خودروهای خودران، بسیار آسان‌تر است که هوش مصنوعی را از طریق یک بازی کامپیوتری رانندگی آموزش دهیم تا اینکه خطر آسیب رساندن به سخت‌افزار و مجروح کردن افراد را به جان بخریم. در یک مقاله اخیر در فوربس [۲۶]، اولسون بیان می‌کند که همکاری با شرکت‌های پیشرو مانند DeepMind گوگل (مشهور به برنامه AlphaGo) و Unity Technologies می‌تواند روش‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری تقویتی عمیق را به سطح بعدی برساند و در این مورد، محیط یونیتی یک هوش مصنوعی ایجاد کرده است که می‌تواند به مشکلات واقعی‌تری مانند خودروهای خودران و ناوبری سه‌بعدی بپردازد. هوش مصنوعی که می‌تواند بازی‌های ویدیویی را انجام دهد، ممکن است در آینده به توسعه‌دهندگان کمک کند تا با اجرای یک ماشین در مراحل آزمایش، اشکالات را پیدا کرده و کیفیت بازی را به طور کلی بهبود بخشند.

بر اساس گفته‌های یاناکاکیس و توگلیوس [۲۷]، یکی از اولین نقاط عطف بزرگ در بازی‌های ویدیویی توسط هوش مصنوعی، دیپ بلو شرکت IBM در سال ۱۹۹۷ بود که با استفاده از الگوریتم مینی‌مکس، توابع ارزیابی و بهره‌گیری از قدرت یک ابررایانه، قهرمان شطرنج جهان، گری کاسپاروف را شکست داد. آلفاگو، برنامه هوش مصنوعی دیپ‌مایند که به بازی باستانی چینی گو اختصاص دارد، در سال ۲۰۱۶ توانست برخی از بهترین بازیکنان گو را شکست دهد، ۹ سال پس از اینکه با شکست قهرمان شطرنج، این بازی را نیز از میدان به در کرد. در بررسی کوخ [۲۸]، او پایان یک عصر را اعلام می‌کند؛ زیرا آخرین بازی تخته‌ای سنتی شکست خورد. این یک اعلامیه عادلانه است که گو کمی

سخت‌تر از شطرنج در نظر گرفته می‌شود زیرا موقعیت‌ها، استراتژی‌ها و ساعت‌های بیشتری برای تسلط بر آن نیاز است.

کُخ [۲۸] بیان می‌کند که این نقطه عطف نشان می‌دهد که ترکیب یادگیری تحت نظارت، یادگیری تقویتی، و شبکه‌های عصبی عمیق چقدر می‌تواند قدرتمند باشد، از طریق بازی کردن صدها هزار بازی به طور همزمان با خود. آخرین کار AlphaGo، AlphaGo Zero، مراحل یادگیری نظارت‌شده آموزش هوش مصنوعی را به‌طور کامل نادیده می‌گیرد و با بازی کردن با خودش با استفاده از یک شبکه عصبی که با یادگیری تقویتی خودبازی آموزش دیده است، شروع می‌کند [۲۹].

شرکت DeepMind Technologies توانست ماشین‌ها را با استفاده از یادگیری تقویتی و یک شبکه عصبی کانولوشنی (CNN) برای بازی‌های کلاسیک Atari 2600 آموزش دهد، با هدف ایجاد یک شبکه عصبی واحد که بتواند هر بازی Atari 2600 را بازی کند، طبق گفته نویسندگان [۳۰]. هفت مورد از کلاسیک‌ها در ابتدا سریع‌تر از هر انسانی که قبلاً بازی کرده بود، به پایان رسیدند. این موضوع توجه‌ها را به این حوزه جلب کرد زیرا به سرعت قابلیت‌ها و دامنه‌های اولیه شبکه عصبی را پیشرفت می‌داد. از آنجا که بازی‌های اولیه در ابتدا شکست خوردند، الگوریتم‌های جدیدی مانند الگوریتم بازیگر منتقد مزیت ناهمگام (A3C) که در [۳۱] تعریف شده است، اجازه دادند تا بازی‌های بیشتری در زمان بسیار کوتاه‌تری به اتمام برسند یا امتیاز متوسط بسیار بالایی را حفظ کنند. الگوریتم A3C اجازه می‌دهد تا چندین نمونه با استفاده از چندین رشته پردازنده در یک ماشین واحد اجرا شوند که می‌توانند در حین آموزش از سیاست‌های اکتشافی مختلف استفاده کنند تا کارایی کل فرایند را به حداکثر برسانند [۲۸]، [۳۱]. دیپ‌ماینند در [۳۱] بیان می‌کند که اجرای چندین نمونه با استفاده از رشته‌های مختلف پردازنده به این معنی است که استفاده از یک پردازنده‌ی ۱۶ هسته‌ای کاملاً ممکن و در مقایسه با روش دو مرحله‌ای قبلی AlphaGo که به چندین ماشین با ۴۸ پردازنده و ۸ پردازنده گرافیکی نیاز داشت بسیار کمتر هزینه‌بر است، همان‌طور که در [۲۸] توضیح داده شده است.

تیم Dota 2 اوپن‌ای‌آی، OpenAI Five، گواهی است بر اینکه ماشین‌ها تا چه حد می‌توانند در بازی‌های ویدیویی در سطحی بسیار بالا پیشرفت کنند. بازی دوتا ۲ دنباله‌ای بر بازی محبوب «وارکرفت ۳، دفاع از باستانیان» است و اکنون توسط کمپانی والو توسعه یافته است. این بازی دو تیم پنج نفره را در برابر یکدیگر قرار می‌دهد با هدف نابود کردن بنای باستانی یکدیگر. بازی شامل بیش از ۱۰۰ شخصیت قابل بازی و صدها آیتم درون بازی برای خرید است، به این معنی که ترکیب‌های ممکن شخصیت‌ها و آیتم‌ها تقریباً بی‌پایان هستند. ربات‌های OpenAI با استفاده از یادگیری تقویتی و روش‌هایی مانند الگوریتم A3C آموزش داده می‌شوند که در آن‌ها بازی‌ها را در ابتدا به صورت یک به یک با یکدیگر انجام می‌دهند و به طور روزانه مجموعاً ۱۸۰ سال زمان بازی دارند [۳۲]، [۳۳]. تسوکایاما در [۳۳] بیان می‌کند که یک ربات تنها توانست در یک مسابقه یک به یک در مسابقات The International 7 (TI7)، بزرگترین تورنمنت سالانه جوایز Esports، به راحتی حرفه‌ای‌ها را شکست دهد. گام بزرگ بعدی شکست دادن یک تیم در یک تنظیم ۵ نفر به ۵ نفر بود، و آنها دقیقاً همین کار را کردند. در برابر تیمی از بازیکنان سابق حرفه‌ای و نیمه حرفه‌ای‌ها که طبق گفته کوآچ در صدک ۹۹.۹۵ مهارت قرار داشتند. با پیروزی OpenAI Five بر تمام رقبای انسانی خود، OpenAI تصمیم گرفت دو مسابقه نمایشی در TI8 برگزار کند در برابر حرفه‌ای‌های سازمان‌یافته‌ای که در حال رقابت بودند، یعنی paiN Gaming و Big God. در پست وبلاگی OpenAI

درباره نتایج این رویداد [۳۵]، آنها بیان کردند که رقابت بسیار قوی‌تر از هر چیزی بود که قبلاً با آن مواجه شده بودند، بنابراین شکست در برابر هر دو تیم اتفاق افتاد. با این حال، در [۳۵] همچنین ذکر شده است که هر دو بازی بیشتر از میانگین‌های قبلی طول کشیدند و مبارزه بسیار خوبی انجام دادند که همه را تحت تأثیر قرار دادند.

OpenAI در [۳۵] بیان می‌کند که پس از نتایج TI8 به توسعه سیستم‌های خود ادامه خواهند داد و به پیشرفت هوش مصنوعی برای عملکرد بهتر در بازی Dota و دیگر بازی‌ها ادامه خواهد داد. در عرض ۲۱ سال، هوش مصنوعی توانست از شکست دادن بهترین بازیکنان جهان در شطرنج به رقابت در بزرگ‌ترین تورنمنت‌های ورزش‌های الکترونیکی جهان پیشرفت کند. تفاوت پیچیدگی بازی‌های سنتی مانند شطرنج با بازی پیچیده‌ای مانند Dota 2 به دلیل تعداد بسیار زیاد ترکیب‌های ممکن که حتی هزاران ساعت زمان می‌برد تا بازیکنان مبتدی در آن به سطح قابل قبولی برسند، غیرقابل مقایسه است.

۶- نتیجه‌گیری و تحقیقات آینده

قابلیت‌های یادگیری عمیق و یادگیری ماشین به طور کلی، تا جایی که می‌توانیم پیش‌بینی کنیم، بی‌پایان هستند. چولت [۳۶] پیش‌بینی می‌کند که شبکه‌های عصبی دیگر توسط انسان‌ها طراحی خواهند شد، بلکه توسط سیستم‌هایی که به کتابخانه‌ای از زیرروال‌ها دسترسی خواهند داشت که توسط مدل‌های دیگر با داده‌های بی‌پایان تکامل یافته‌اند. در حالی که دار [۳۷] معتقد است که گام بعدی برای یادگیری عمیق مربوط به تقلید از "حس مشترک" انسانی است، مانند برقراری ارتباطات و اتخاذ تصمیمات سخت. از نظر پیشرفت‌های مرتبط با بازی، مطالعات در [۸] پیشنهاد می‌کنند که شخصیت‌های غیرقابل بازی، داستان‌های پویا و رقبای سخت‌تر نتیجه تحقیقات هوش مصنوعی خواهند بود. این امر باعث خواهد شد که تجربه کلی بازی برای بازیکنان بهتر شود، که هدف همیشگی توسعه‌دهندگان است. OpenAI بیان می‌کند [۳۵] که پس از شکست در TI8، تحقیقات آنها به توسعه یک تیم بهتر برای OpenAI Five ادامه خواهد یافت و امیدوارند که سال آینده به این رویداد سالانه بازگردند و تیم قوی‌ترین را شکست دهند.

یادگیری عمیق و هوش مصنوعی به طور کلی، به طور نسبی با سرعت ثابتی پیشرفت کرده‌اند و تا به تازگی واقعاً جهش‌های عمده‌ای نداشته‌اند، طبق گفته نویسندگان در [۱]، [۸]، [۹]. مارکوس [۵] و پاولوس [۶] توضیح می‌دهند که چگونه آنها معتقدند که آزمون تورینگ، همانطور که توسط نویسندگان در [۳] توصیف شده است، اکنون منسوخ شده است و در حال کار بر روی معیارهای جدیدی برای آزمایش پیشرفت ماشین‌های هوشمند هستند. شبکه‌های عصبی به ماشین‌ها اجازه می‌دهند تا اطلاعات بیشتری را یاد بگیرند و پاسخ‌های شبیه به انسان را در زمان کمتری تولید کنند، همانطور که در [۲۰]، [۲۱] بررسی شده است. منابعی مانند [۲۶]، [۳۶]، [۳۷] بر این باورند که پیشرفت یادگیری ماشین به طور پیوسته ادامه خواهد یافت، زیرا نخبگان فناوری مانند ایلان ماسک در تحقیقات گسترده‌ای مانند شرکت غیرانتفاعی خود، OpenAI، سرمایه‌گذاری می‌کنند. OpenAI در [۳۵] بیان می‌کند که آنها به کار بر روی ماشین‌های هوشمند مربوط به بازی Dota 2 و دیگر بازی‌ها ادامه خواهند داد و به عنوان یک شرکت، از توسعه اخلاقی هوش مصنوعی و استفاده مسئولانه از آن حمایت می‌کنند. هوش مصنوعی بازی‌های ویدیویی در وضعیت کنونی خود عمدتاً کاربران را ناراضی می‌کند، همان‌طور که نویسندگان در [۹] و [۱۰] بیان می‌کنند، کاربران در شناسایی هوش مصنوعی بد در بازی‌ها و نوشتن نظرات منفی بسیار بهتر هستند، در حالی که هوش مصنوعی خوب از بازی

- [23] P. Serafim, Y. Nogueira, C. Vidal and J. Cavalcante-Neto, "Towards Playing a 3D First-Person Shooter Game Using a Classification Deep Neural Network Architecture", 2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR), 2017.
- [24] J. Togelius, "AI Researchers, Video Games Are Your Friends!", Studies in Computational Intelligence, pp. 3-18, 2016. [25] J. Kahn, "The Smartest Machines Are Playing Games", Bloomberg Businessweek, no. 4517, pp. 34-35, 2017.
- [26] P. Olson, "The World Of Warcraft Method: Why Google's DeepMind Is Training AI In Virtual Worlds", Forbes, pp.10-10, 2018.
- [27] G. Yannakakis and J. Togelius, Artificial Intelligence and Games. 2018, pp. 8-9.
- [28] C. Koch, "How the Computer Beat the Go Player", Scientific American Mind, vol. 27, no. 4, pp. 20-23, 2016.
- [29] D. Silver, J. Schrittwieser, K. Simonyan, I. Antonoglou, A. Huang, A. Guez, T. Hubert, L. Baker, M. Lai, A. Bolton, Y. Chen, T. Lillicrap, F. Hui, L. Sifre, G. van den Driessche, T. Graepel and D. Hassabis, "Mastering the game of Go without human knowledge", Nature, vol. 550, no. 7676, pp. 354-359, 2017.
- [30] V. Mnih, K. Kavukcuoglu, D. Silver, A. Graves, I. Antonoglou, D. Wierstra and M. Riedmiller, "Playing Atari with Deep Reinforcement Learning", DeepMind Technologies, 2013.
- [31] V. Mnih, A. Badia, M. Mirza, A. Graves, T. Lillicrap, T. Harley, D. Silver and K. Kavukcuoglu, "Asynchronous Methods for Deep Reinforcement Learning", ICML 2016, 2016.
- [32] "AI thrashes human gamers, again", New Scientist, vol. 238, no. 3184, p. 7, 2018.
- [33] H. Tsukayama, "OpenAI's bot beat a human at video games last year. Now it will take on five at once.", Washington Post, 2018. [Online]. Available: https://www.washingtonpost.com/technology/2018/06/28/elon-usks-openai-bot-beathuman-video-games-last-year-now-it-will-take-five-once/?noredirect=on&utm_term=.588777603da3 . [Accessed: 16-Oct-2018].
- [34] K. Quach, "OpenAI bots thrash team of Dota 2 semi-pros, set eyes on megatourney", Theregister.co.uk, 2018. [Online]. Available: https://www.theregister.co.uk/2018/08/06/openai_bots_dota_2_semiros/ . [Accessed: 16-Oct-2018].
- [35] OpenAI, "The International 2018: Results", OpenAI Blog, 2018. [Online]. Available: <https://blog.openai.com/theinternational-2018-results/> . [Accessed: 16-Oct-2018].
- [36] F. Chollet, "The future of deep learning", Blog.keras.io, 2018. [Online]. Available: <https://blog.keras.io/the-future-of-deeplearning.html> . [Accessed: 17-Oct-2018].
- [37] V. Dhar, "The Scope and Challenges for Deep Learning", Big Data, vol. 3, no. 3, pp. 127-129, 2015.
- [38] B. Dickson, "4 Reasons Not to Fear Deep Learning (Yet)", PCMag Australia, 2018. [Online]. Available: <https://au.pcmag.com/opinion/52610/4reasons-not-to-fear-deeplearning-yet>. [Accessed: 18-Oct-2018]

انتظار می‌رود. اگرچه پس از موفقیت رمان‌ها و فیلم‌های پادآرمان‌شهری مانند «من، ربات» احتیاط زیادی در توسعه هوش مصنوعی وجود دارد، شرکت‌هایی مانند OpenAI به توسعه ماشین‌های هوشمندی متعهد هستند که نژاد ما را به پایان نرسانند. دیکسون [۳۸] بیان می‌کند که هوش مصنوعی نشان داده شده در ادبیات پادآرمان‌شهری و تخیلی برای هیچ‌گاه یا حداقل تا مدتی دور آشکار نخواهد شد و چند مورد از علت‌های این مساله، حجم بالای داده‌هایی که برای عملکرد هوش مصنوعی لازم است، وظایف محدودی که هوش مصنوعی می‌تواند روی آن‌ها تمرکز کند، و نداشتن مغز انسانی که بتواند دانش خارجی را به فرآیندهایی مانند بازی‌های ویدیویی اعمال کند می‌باشد.

۷- مراجع

- [1] C. Smith, B. McGuire, T. Huang and G. Yang, "The History of Artificial Intelligence", Courses.cs.washington.edu, 2006. [Online]. Available: <https://courses.cs.washington.edu/courses-cse590/06au/projects/history-ai.pdf> . [Accessed: 16-Sep-2018].
- [2] J. Kaplan, "Artificial Intelligence: What Everyone Needs to Know", Oxford University Press, Incorporated, 2016. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentralproquestcom.ezproxy.newcastle.edu.au/lib/newcastle/detail.action?docID=4705973>.
- [3] A. Hodges, "Alan Turing and the Turing Test". In: Epstein R., Roberts G., Beber G. (eds) Parsing the Turing Test. Springer 2009, Dordrecht.
- [4] E. Mohn, "Turing Test". Salem Press Encyclopedia Of Science [serial online]. 2015; Available from: Research Starters, Ipswich, MA. Accessed September 19, 2018.
- [5] G. Marcus, "AM I HUMAN? (cover story)". Scientific American [serial online]. March 2017;316(3):58. Available from: MAS Ultra - School Edition, Ipswich, MA. Accessed September 19, 2018.
- [6] J. Pavlus, "THE NEW TURING TESTS." Scientific American [serial online]. March 2017;316(3):61. Available from: MAS Ultra - School Edition, Ipswich, MA. Accessed September 19, 2018.
- [7] S. Xu, "History of AI design in video games and its development in RTS games - Final Step", Sites.google.com, 2018. [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/myangelcafe/articles/history-ai>. [Accessed: 16-Sep-2018].
- [8] C. Fairclough, M. Fagan, B. Mac Namee, and P. Cunningham, "Research Directions for AI in Computer Games". - Dublin, Trinity College Dublin, Department of Computer Science, TCD-CS-2001-29, 2001, pp.12, Available: TARA, <http://www.tara.tcd.ie/handle/2262/13098> [Accessed 12/09/2018]
- [9] J. Hruska, "The Quest to Improve Video Game AI," PC Magazine, Jan 2016 p16-20
- [10] A. Nareyek, "AI in Computer Games", Queue, vol. 1, no. 10, p. 59-65, 2004.
- [11] M. Mohammed, E. Bashier and M. Khan, Machine learning: Algorithms and Applications. Auerbach Publications, 2017.
- [12] S. Kotsiantis, "Supervised Machine Learning: A Review of Classification Techniques", Informatica, vol. 31, pp. 249268, 2007.
- [13] P. Dayan, "Unsupervised Learning", The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences.
- [14] M. Namratha and T. Prajwala, "A Comprehensive Overview of Clustering Algorithms in Pattern Recognition", IOSR Journal of Computer Engineering (IOSRJC), vol. 4, no. 6, pp. 23-30, 2012.
- [15] Z. Shi. "Advanced Artificial Intelligence", World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 2014. ProQuest Ebook Central.
- [16] F. Zahedi, "An Introduction to Neural Networks and a Comparison with Artificial Intelligence and Expert Systems." Interfaces. 1991;21(2):25-38.
- [17] K. Gurney, An introduction to neural networks. London: UCL Press, 1997, pp. 13-16. [18] R. Griggs, Psychology A Concise Introduction, 4th ed. New York, NY: Worth Publ., 2014, pp. 40-44.
- [18] Stahl, S. M., & Stahl, S. M. (2013). Stahl's essential psychopharmacology: neuroscientific basis and practical applications. Cambridge university press.
- [19] I. Arel, D. Rose and T. Karnowski, "Deep Machine Learning - A new Frontier in Artificial Intelligence Research", IEEE Computational Intelligence Magazine, pp. 13 - 18, 2010.
- [20] D. Stutz, "Understanding Convolutional Neural Networks", Seminar Report, 2014.
- [21] D. Gupta, "Architecture of Convolutional Neural Networks (CNNs) demystified", Analytics Vidhya, 2017. [Online]. Available: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2017/06/architecture-of-convolutional-neural-networks-simplified-demystified/>. [Accessed: 29-Sep-2018].
- [22] M. Boden, "A guide to recurrent neural networks and backpropagation", 2001, Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.16.6652&rep=rep1&type=pdf>. [Accessed: 29-Sep-2018].