



به نام خدا

مرور مقاله‌ی بروکس

۸۱۰۱۰۱۲۳۶

مرضیه علیدادی

مقاله‌ی "فیل‌ها شطرنج بازی نمی‌کنند" یک رویکرد جایگزین برای هوش مصنوعی سنتی پیشنهاد می‌کند که بر تعامل فیزیکی مداوم با محیط به عنوان محدودیت اولیه برای طراحی سیستم‌های هوشمند تأکید دارد. رویکرد سنتی بر دستکاری نمادهای انتزاعی بدون مبنای کافی در واقعیت فیزیکی متمرکز شده است. روش پیشنهادی موفقیت‌های قابل توجهی در مقایسه با رویکردهای سنتی هوش مصنوعی به همراه داشته است. پیشنهاد شده است که این رویکرد می‌تواند منجر به سیستم‌های جاه‌طلبانه‌تر در آینده شود.

ادعا شده که تحقیقات هوش مصنوعی با چالش‌ها و رکود مواجه شده است و شرکت‌های کوچک هوش مصنوعی و شرکت‌کنندگان در کنفرانس‌ها کاهش یافته‌اند. این مقاله استدلال می‌کند که فرضیه‌ی سیستم نمادها، که اساس هوش مصنوعی کلاسیک (AI) را تشکیل می‌دهد، ناقص است و پتانسیل هوش مصنوعی را محدود می‌کند. یک رویکرد جایگزین به نام Nouvelle AI یا Fundamentalist AI را پیشنهاد می‌کند که بر اساس فرضیه زمین‌سازی فیزیکی است و بر تجزیه‌ی هوش به ماژول‌های مولد رفتار تأکید دارد. در هوش مصنوعی کلاسیک، رفتار با ترکیب چندین ماژول ایجاد می‌شود، در حالی که در هوش مصنوعی نوین، ماژول‌های فردی رفتار را ایجاد می‌کنند و ماژول‌های جدید برای بهبود شایستگی سیستم اضافه می‌شوند. روش سنتی تجزیه‌ی هوش به ماژول‌های پردازش اطلاعات عملکردی، به اندازه‌ی روش جدید که تجزیه‌ی هوش خود را بر روی ماژول‌های تولید رفتار فردی قرار می‌دهد، مؤثر دیده نمی‌شود. بیان شده است که هیچ یک از هوش مصنوعی کلاسیک و هوش مصنوعی جدید، به معادل هوشی در سطح انسانی دست نیافته است. مقایسه‌های انتقادی می‌توان بین این دو رویکرد انجام داد. در مقدمه سؤالاتی در مورد کفایت معرفتی هوش مصنوعی کلاسیک و هوش مصنوعی جدید، پتانسیل آن‌ها برای توسعه‌ی سیستم‌های بسیار هوشمندتر و رویکردهای متفاوتی که آن‌ها از نظر استنتاج و تولید رفتار اتخاذ می‌کنند، مطرح شده است.

این مقاله دیدگاه‌های مختلف در مورد هوش مصنوعی را مورد بحث قرار می‌دهد و بیان می‌کند که فرضیه‌ی سیستم نماد نشان می‌دهد هوش بر روی سیستمی از نمادها عمل می‌کند. نمادها بیانگر موجودات موجود در جهان هستند و می‌توانند اشیاء، خواص، مفاهیم، خواسته‌ها، احساسات و غیره باشند. این سیستم از نمادها به یک سیستم اطلاعات مرکزی اجازه می‌دهد تا به روشی مستقل از دامنه روی نمادها عمل کند. با این حال، این تعهد به

سیستم‌های نماد با چالش‌های متعددی از جمله محدودیت نمادهای ساده و اتکا به ویژگی‌های نوظهور همراه است. سیستم ادراک یک توصیف نمادین وابسته به وظیفه از جهان را به سیستم اطلاعات مرکزی ارائه می‌کند. سیستم نماد توسعه‌ی یک سیستم بینایی همه‌منظوره را تشویق می‌کند که توصیفات نمادین کاملی از جهان ارائه می‌کند. سیستم‌های نمادی یک حقیقت عینی را فرض می‌کنند، اما با پیچیده‌تر شدن، از نظر بیولوژیکی غیرقابل قبول می‌شوند. این سیستم‌ها بر ویژگی‌های اضطراری و استفاده از محاسبات عددی ساده برای هدایت فرآیند جستجو متکی هستند.

این مقاله فرضیه‌ی زمین‌سازی فیزیکی را به‌عنوان پایه‌ای برای Nouvelle AI مورد بحث قرار می‌دهد. این فرضیه نشان می‌دهد که برای ایجاد یک سیستم هوشمند، بازنمایی آن باید از طریق حسگرها و محرک‌ها در دنیای فیزیکی پایه‌گذاری شود. هنگامی که سیستم از طریق حسگرها و محرک‌ها به جهان متصل می‌شود، بازنمایی‌های نمادین سنتی اهمیت کمتری پیدا می‌کنند و انتزاعات سطح بالا باید عینیت پیدا کنند. سیستم باید اهداف و خواسته‌های خود را به صورت اعمال فیزیکی بیان کند و تمام دانش خود را از حسگرهای فیزیکی به دست آورد. بر اهمیت اتصال سیستم به جهان و مشخص کردن همه چیز در رویکرد پایین به بالا تأکید شده‌است. همچنین، به بررسی تکامل موجودات هوشمند، از جمله انسان و سایر حیوانات پرداخته شده‌است. تکامل نشان می‌دهد که رفتار حل مسئله، زبان، دانش تخصصی و عقل، زمانی که توانایی حرکت و احساس محیط در دسترس باشد، نسبتاً ساده است. پیشنهاد شده‌است که زمین‌بندی فیزیکی برای اینکه هوش واقعاً مفید باشد، ضروری است، و اینکه نمادها به تنهایی بدون یک زمینه‌ی فیزیکی ساخته شده باشند، کافی نیست. نویسنده همچنین استدلال می‌کند که تحرک، بینایی حاد، و توانایی انجام وظایف مربوط به بقا در یک محیط پویا، زمینه‌ی لازم برای توسعه‌ی هوش واقعی را فراهم می‌کند. ربات‌های متحرک مبتنی بر نماد نسبت به ربات‌هایی که زمینه‌ی فیزیکی دارند، ضعیف‌تر عمل می‌کنند؛ زیرا نمادها باید با حسگرها و محرک‌ها مطابقت داشته باشند. این مقاله معماری subsumption را مورد بحث قرار می‌دهد. این معماری ادراک را به عمل متصل می‌کند و ربات‌ها را در جهان جاسازی می‌کند. این بر روی یک بستر محاسباتی از لایه‌های افزایشی، با شبکه‌هایی از ماشین‌های حالت محدود ساخته شده‌است، که با عناصر زمان‌بندی تقویت شده‌اند. کامپایلر subsumption توضیحات ماشین حالت محدود افزوده شده را در یک برنامه‌ی زمان‌بندی با هدف خاص و زبان اسمبلی کامپایل می‌کند. از زبان رفتار برای گروه‌بندی ماشین‌های حالت محدود به واحدهای قابل مدیریت‌تر استفاده می‌شود که می‌توانند به صورت انتخابی فعال یا غیرفعال شوند. کامپایلر می‌تواند پردازنده‌های مختلفی را هدف قرار دهد و یک برنامه به زبان اسمبلی را به عنوان خروجی تولید کند. زبان subsumption قدیمی از ماشین‌های حالت محدود تقویت شده با ثبات‌ها، تایمرها و شبکه‌های ترکیبی استفاده می‌کند. لایه‌هایی از ماشین‌ها را می‌توان با استفاده از ضربه‌های جانبی بازدارنده و سرکوب‌کننده برای حل تعارض، اضافه یا به شبکه‌های موجود متصل کرد. تمام ساعت‌ها در یک سیستم فرعی دارای دوره‌ی یکسان هستند و پیام‌ها ناهمزمان هستند. زبان subsumption جدید به فرآیندها اجازه می‌دهد تا رجیسترها را به اشتراک بگذارند و از یک مکانیسم زمان‌بندی به نام monostable برای زمان‌بندی استفاده می‌کند که قابل بازگرداندن است و می‌تواند بین فرآیندها در یک رفتار واحد به اشتراک گذاشته شود.

این مقاله به معرفی ربات‌های موفق موجود که با معماری subsumption ساخته شده‌اند و نحوه بهره‌برداری از آن‌ها پرداخته است. این ربات‌ها رفتاری ظاهراً هدف‌دار از خود نشان دادند که از تعاملات رفتارهای ساده‌تر غیر هدفمند پدید آمد.

۱. آلن، اولین ربات، دارای حسگرهای برد سونار بود و از یک ماشین لیسپ خارج از برد برای شبیه‌سازی معماری subsumption استفاده می‌کرد. آلن سه لایه کنترل داشت: اجتناب از موانع، سرگردانی تصادفی و رفتن به سمت مکان‌های دور.

۲. تام و جری ربات‌های یکسانی بودند که دارای یک برنامه‌ی سه لایه‌ای بودند که روی یک تراشه‌ی منطقی آرایه‌ای قابل برنامه‌ریزی با گیت ۲۵۶ پیاده‌سازی شدند. تام و جری رفتارهایی برای اجتناب از موانع، سرگردانی و دنبال کردن اجسام متحرک داشتند. این ربات‌ها رفتارهای مستقلی از خود نشان دادند که بدون اطلاع از یکدیگر ترکیب می‌شدند. آن‌ها نشان دادند که معماری subsumption را می‌توان با حداقل محاسبات پیاده‌سازی کرد.

۳. هربرت یک ربات با یک پردازنده، ۲۴ پردازنده‌ی توزیع‌شده روی کامپیوتر و ریزپردازنده‌های ۸ بیتی CMOS کند است. این دستگاه دارای حسگرهای مجاورت مادون قرمز، یک سیستم نوار نور لیزری برای داده‌های عمقی و یک دستکاری‌کننده برای برداشتن قوطی‌های نوشابه است. رفتارهای هربرت بدون ارتباط داخلی بین ماژول‌ها، توسط یک شبکه‌ی دایره‌ای هدایت می‌شود.

۴. چنگیز یک ربات شش پا با سیستم کنترل توزیع‌شده و لایه‌های subsumption برای راه رفتن و اجتناب از موانع است. سیستم کنترل چنگیز غیرمتمرکز است، با کنترلرهای جداگانه برای هر پا و بدون مخزن مرکزی. ساخت سیستم کنترل آسان است و در برخورد با زمین‌های ناهموار قوی است. نسخه‌ی جدیدی از چنگیز با توانایی‌های بالا رفتن بهبود یافته و ریزپردازنده‌ی تک تراشه‌ای برای کنترل پا ساخته شده‌است. این ربات مجموعاً ۶.۱ کیلوگرم جرم دارد و انرژی آن از باتری و سلول‌های خورشیدی تامین می‌شود.

۵. Squirrt یک ربات کوچک با وزن ۵۰ گرم است که دارای یک کامپیوتر ۸ بیتی، منبع تغذیه، سنسورها و سیستم محرکه است.

۶. توتو روباتی با ۱۲ سونار و قطب‌نما به عنوان حسگر است که با زبان رفتار برنامه‌ریزی شده‌است. رفتارهای توتو آن را قادر می‌سازد تا از برخورد اجتناب کند، دیوارها را دنبال کند و نقاط دیدنی را بشناسد. این ربات از مکانیزم فعال‌سازی پخش‌کننده برای حرکت به مکان‌های خاص روی نقشه استفاده می‌کند. عملکرد آن را می‌توان با افزودن رفتارهای جدید به شبکه بهبود بخشید.

۷. سیمور یک ربات جدید با پردازش داخلی برای پردازش بینایی با استفاده از ۹ دوربین با وضوح پایین است. این ربات از لایه‌های subsumption برای عمل بر جنبه‌های درک شده جهان استفاده می‌کند و در یک زبان رفتاری جدید برنامه‌ریزی شده است. رفتارهای مبتنی بر بینایی برای سیمور ایجاد شده است، از جمله یک برنامه که اشیاء متحرک را با استفاده از روال‌های پردازش بصری ردیابی می‌کند.

۸. ربات‌های Gnat: از معماری subsumption برای کنترل ربات‌های کوچک ساخته شده از سیلیکون در خط ساخت VLSI استفاده شده است. پتانسیل استفاده از این ربات‌های کوچک در کاربردهای مختلف مقرون به صرفه، مانند داشتن یک کلنی از ربات‌های کوچک که روی صفحه‌ی تلویزیون زندگی می‌کنند تا آن را تمیز نگه دارند، وجود دارد.

نویسنده به سوالات و ادعاهای رایج در مورد ساخت سیستم‌های کنترل هوشمند برای

ربات‌ها، از جمله نگرانی در مورد ایجاد تغییر در محیط ربات‌ها، مشکلات اشکال‌زدایی و مقیاس‌پذیری می‌پردازد. او استدلال می‌کند که رویکرد نشان‌دادن کلیت از طریق حل پازل‌های مبهم برای سیستم‌های مبتنی بر فیزیک معکوس است؛ زیرا این مسئله سیستم‌ها را پیچیده‌تر و کم‌استحکام‌تر می‌کند. اشکال‌زدایی برنامه‌های فرعی که در سیستم‌های مبتنی بر فیزیک استفاده می‌شود خسته‌کننده یا دشوار نیست. زیرا تعامل در دنیای واقعی درک روشنی از نحوه‌ی رفتار سیستم ارائه می‌دهد. این استدلال که سیستم‌های مبتنی بر فیزیک نمی‌توانند وظایف خاصی را انجام دهند، اشتباه است؛ زیرا سیستم‌های مختلف حوزه‌های تخصصی متفاوتی دارند. هدف سیستم‌های مبتنی بر فیزیک، حل کل مشکل هوش به صورت تدریجی است؛ درست مانند فرضیه‌ی سیستم نماد. رویکرد زمین‌سازی فیزیکی نیازمند تحلیل نیازهای حوزه‌های خاص برای شناسایی ساختارها و انتزاع‌های جدید برای پیشرفت است.

فرضیه‌ی زمین‌سازی فیزیکی و فرضیه‌ی سیستم نماد، فرضیه‌های تجربی هستند که می‌توان بر اساس شواهد، درستی یا نادرستی آن‌ها را قضاوت کرد. استراتژی فعلی، آزمایش محدودیت‌های فرضیه‌ی زمین‌سازی فیزیکی با ساخت ربات‌های مستقل‌تر و رسیدگی به جنبه‌های صلاحیت انسانی با ترتیبی متفاوت است. طرفداران هر دو رویکرد هوشی در نشان دادن و تعمیم ایده‌های خود با چالش‌هایی مواجه می‌شوند. هوش مصنوعی سنتی برای کنترل جستجو به اکتشافات متکی است، در حالی که هوش مصنوعی Nouvelle بر ظهور رفتار جهانی از واحدهای رفتاری کوچک‌تر متکی است. مشکلات خاص برای هوش مصنوعی بر اساس فرضیه‌ی زمین‌سازی فیزیکی شامل ترکیب ماژول‌های مولد رفتار، مدیریت منابع متعدد اطلاعات ادراکی، خودکارسازی ساخت رابط‌های تعاملی، و خودکارسازی ساخت یا اصلاح ماژول‌های مولد رفتار است. فضای تحقیقات برای آزمایش و توسعه‌ی نظری در هوش مصنوعی بر اساس فرضیه‌ی زمین‌سازی فیزیکی وجود دارد.