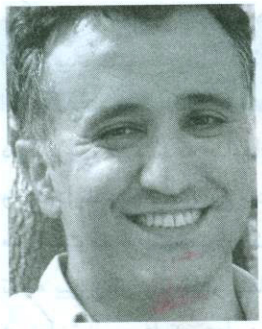
سالِ ششم، شمارهٔ دوم، تابستانِ ۱۳۷۸، شمارهٔ پیاپی ۲۲

باسمه تعالی

در این شماره:

پژوهش دربارهٔ ذهن و آگاهی
خلاصهٔ سخنرانی‌های فریدون رضاخانلو، اریک مندلسون، و محمود خوشکام در پژوهشگاه
اطلاعیه
آنچه گذشت
اخباری از مرکز

پژوهش دربارهٔ ذهن و آگاهی



شاهین روحانی

**پژوهشکدهٔ سیستم‌های هوشمند،
پژوهشگاه دانشهای بنیادی و
دانشگاه صنعتی شریف**

همان‌طورکه نتایج پژوهش در زمینهٔ کیهان‌شناسی، تصویرِ انسان از خود را از جهان-محوری به موجودی ناچیز در گوشه‌ای دورافتاده از کهکشانی نه‌چندان جالب تغییر داد، پژوهش در زمینهٔ ذهن و آگاهی نیز به‌طورِ حتم تصویرِ انسان از خود را تغییر خواهد داد. هرچند مسألهٔ ماهیتِ ذهن و آگاهی همیشه در حکمت نقشِ مرکزی داشته، اما چنین دانشی دور از دسترس بوده است. تنها در عصرِ حاضر است که احتمالِ دستیابی به نظریه‌ای علمی از ذهن و آگاهی وجود دارد. پایه‌های این دانشِ جدید، طیِ دو قرنِ پیش توسطِ محققانِ زبان‌شناسی، منطق، فلسفه، و روانشناسی گذاشته شد. اما طیِ چهل سالِ گذشته پیشرفتِ واقعی در این علم—به‌دلیلِ ورود به عرصهٔ دو زمینهٔ علمیِ جدید، یعنی علمِ عصب‌شناسی و علمِ کامپیوتر—امکان‌پذیر شده است. به این ترتیب واضح است که این زمینهٔ پژوهشی، ماهیتی میان‌رشته‌ای دارد و هدفِ آن فهمیدنِ ماهیتِ توانایی‌های هوشمند، مانندِ درک، زبان، و اقدامِ هدفمند است. این توانایی‌ها ممکن است در موجوداتِ طبیعی و یا موجوداتِ مصنوعی یافت شوند.

هوشِ مصنوعی عبارت است از ایجادِ امکانِ درک، استدلال و اقدام برای ماشین. از دیدگاهِ این تعریف، تفاوتِ هوشِ مصنوعی با روان‌شناسی در تأکیدِ آن بر محاسبه است و همچنین تفاوتِ آن با علمِ کامپیوتر در تأکیدِ آن بر مقولاتی مانندِ درک، استدلال، و اقدام است. زمینه‌های اصلیِ پژوهشیِ هوشِ مصنوعی نیز روی نقشِ زبان، بینایی، و حرکت در ماشین تمرکز دارند. اجازه بدهید قدری بیشتر به این سه موضوعِ مرکزی بپردازیم.

زبان

مطالعهٔ علمیِ زبان را زبان‌شناسی می‌نامند. یافتنِ پاسخ به پرسش‌هایی از قبیلِ اینکه ماهیتِ زبان چیست و در ذهن چگونه نمایش پیدا می‌کند، محتوای اصلیِ زبان‌شناسی

است. یکی از فرض‌های مرکزیِ زبان‌شناسی وجودِ ساختارهای جامعِ مستقل از زبان است و سعیِ زبان‌شناسان یافتنِ چنین قوانینِ یک‌دست و جهان‌شمولی می‌باشد. اگر چنین باشد ممکن است این ساختارها ناشی از ساختارهای موجود در مغز باشند که در این صورت زبان‌شناسی می‌تواند اطلاعاتِ جالبی راجع به ساختارِ مغزِ انسان بدهد. از طرفِ دیگر ورودِ کامپیوتر به عرصهٔ زبان‌شناسی افق‌های جدیدی از قبیلِ تحلیلِ نوشتار، ترجمهٔ اتوماتیک، و ... را باز کرده است. رابطهٔ علم و کامپیوتر و زبان‌شناسی عمیق‌تر از صرفاً یک پیشرفتِ فن‌آوری است. زبان در واقع نوعی نرم‌افزار است؛ اگر سلول‌های مغزِ انسان را به سخت‌افزارِ یک کامپیوتر تشبیه کنیم، زبان باید به نرم‌افزار تشبیه شود. البته باید توجه کرد که عملِ یادگیری در مغز باعثِ تغییرِ شیمیایی در سیناپس‌ها و بنابراین باعثِ تغییرِ ساختار می‌شود. در حالی که تغییرِ پایگاه‌های داده‌ها در کامپیوتر هیچ‌گونه تغییرِ ساختاری ایجاد نمی‌کند. بنابراین زبان تشابهِ دقیق با نرم‌افزار ندارد زیرا آموزشِ زبان در مغز تغییراتِ ساختاری ایجاد می‌کند. مضافاً بر این، آموزشِ زبان در نوزاد با سایرِ یادگیری‌ها تفاوت دارد. برخی معتقدند که مدارهای از پیش‌ساخته‌ای در مغز برای یادگیریِ زبان وجود دارند و نهایتاً توانایی یادگیریِ زبان یک خاصیتِ درونی (innate) مغز است که به‌طور ژنتیکی کنترل می‌شود و نسل به نسل انتقال می‌یابد. تشابه بینِ زبان و نرم‌افزار متقارن است و بسیاری از مفاهیم نرم‌افزار ریشه در زبان‌شناسی دارند. به‌طوری که زبان‌های طبیعی را موجوداتِ بیولوژیک استفاده می‌کنند در حالی که زبان‌های مصنوعی برای ماشین اختراع شده‌اند. روش‌های کامپیوتری که توسطِ زبان‌شناسان اختراع شده‌اند فراتر هم رفته‌اند.

مدل‌های کامپیوتری مثالِ جالبی هستند که در ژنتیک به‌کارگرفته می‌شوند؛ مانند درخت‌های فیلوژنتیک که در زبان‌شناسی کاربرد پیدا کرده‌اند. مثالِ دیگر تشابهِ زبان با مولکول‌های زیستی مانند DNA و RNA است. ایدهٔ اصلی براساسِ تشابه بینِ ژن‌ها به‌عنوانِ دنباله‌هایی از بازها و جملات به‌عنوانِ دنباله‌ای از حروف است. در مولکولِ DNA، هر سه‌تایی از بازها به یک اسید آمینه منجر می‌شود، در حالی که در زبان، گروهی از حروف یک واحدِ معنی‌دار، کلمه را تشکیل می‌دهند. ژن‌ها پس از ترجمه شدنِ (gene expression) منجر به تشکیلِ پروتئین می‌شوند. این پروتئین را می‌توان معنیِ یک ژن دانست. به این ترتیب روش‌های مطالعاتیِ زبان‌شناسی نیز قابلِ استفاده در ژنتیک می‌شوند.

بینایی

درکِ ناشی از بینایی فرایندی است که منجر به ساختِ نمایش‌هایی از جهان می‌شود که در شناخت، برنامه‌ریزی، و اقدام به‌کار می‌آیند. درکِ این مطلب که چگونه دقیقاً تصویری که روی شبکیهٔ چشم نقش بسته است، تبدیل به چنین نمایش‌هایی می‌شود، مسألهٔ بسیار مشکلی است. ما چگونه اجسامِ آشنا را تشخیص می‌دهیم؟ ساختارِ نورونی که پشتِ دستگاهِ بینایی قرار دارد چگونه کار می‌کند؟ تا چه حد بینایی به طورِ نرم‌افزاری انجام می‌شود و چه مقدار از کار به سخت‌افزار واگذار شده است؟ اکنون مشخص شده است که در مغز نورون‌هایی خاص، وظایفِ از پیش تعریف‌شده دارند. تحلیلِ خطوط در ابتدا کشف شد. اما ممکن است وظایفِ پیچیده‌تری مانند تشخیصِ صورت نیز دارای نورون‌های خاصی باشند. نتایجِ این پژوهش‌ها به‌طورِ متقابل روی علمِ پردازشِ تصویر و ایجادِ توانایی دید برای ماشین تأثیر می‌گذارد.

مسألهٔ بینایی برای ماشین به‌طورِ سنتی به دو مسألهٔ مجزا تقسیم می‌شود: مسألهٔ مستقیم که به نام گرافیک شناخته می‌شود عبارت است از تبدیلِ موضوع به تصویر توسطِ کامپیوتر و مسألهٔ معکوس؛ یعنی استخراج و شناختِ موجوداتِ جالب در داخلِ یک تصویر. در زمینهٔ اول، مستقل از توانایی‌های گرافیکِ جالبی که امروزه ماشین‌ها دارند، تأثیرِ مهمِ علمی در به تصویرکشیدنِ نتایجِ علمی است که سابقاً تجسمِ آنها مشکل بوده است؛ مانند مولکول‌های خیلی بزرگ و یا پراکندگی در سیالات. در زمینهٔ دوم، کاربردهای علمیِ فراوانی از قبیلِ کمک به تشخیصِ پزشکی از طریقِ تحلیلِ اتوماتیکِ تصاویرِ حاصل از دستگاه‌های پزشکی را می‌توان نام برد.

حرکت

کلیهٔ موجوداتِ زنده ارگان‌های حسیِ متفاوت دارند، سیگنال‌های حاصل از بینایی، شنوایی، و غیره با یکدیگر ترکیب می‌شوند و در شناخت به‌کار می‌روند. این اطلاعات سپس در هدایتِ رفتار و اقداماتِ موجود به‌کارگرفته می‌شوند. مطالعهٔ برهمکنشِ درک و رفتار، دانشِ عمیقی راجع به ساختارِ مغز ارائه خواهد کرد. از طرفِ دیگر، این دانش بینایی و عملیاتِ اتوماتیک را پیشبرد خواهد داد. هنگامی که محیطی را برای مدتِ طولانی مشاهده می‌کنیم، حرکتِ اشیا اطلاعاتی مانند اندازه و شفافیت در موردِ اشیا و اطلاعاتی راجع به محیط (مانندِ عمقِ آن) به ما می‌دهد. این نوع پژوهش معمولاً دو شکل به خود می‌پذیرد. مطالعهٔ نظریِ مسأله که منجر به مدلی از حرکت می‌شود، و دیگر مطالعهٔ تجربی که بر اساسِ آزمایش‌های روان-فیزیکی، که به نمایشِ حرکت در سیستمِ بینایی می‌پردازد.

مانندِ سایرِ مباحث، روی دیگرِ سکهٔ این پژوهش در کامپیوتر قرار دارد؛ مانندِ متحرک‌سازیِ کامپیوتری، واقعیتِ مجازی و روباتیک.

همانندِ سایرِ انقلاب‌های علمی، این تحولِ فکری نیز دارای اهمیتِ فرای مرزهای علمی و آکادمیک است. برای محققانِ این دانش واضح است که دستیابی به دانشِ ذهن مبتنی بر نظریه‌های ریاضی، تأثیرِ مهمی بر ساختارِ تمدن خواهد داشت. با کمکِ این دانش ماشین‌هایی می‌توان ساخت که قادر به درکِ دنیا خواهند بود. این ماشین‌ها توانایی خودآموزی، استدلالِ مباحثه و اجرای تصمیماتِ خود حتی از طریقِ اختراعِ کذب را خواهند داشت. بنابراین نیروهای اجتماعی و اقتصادیِ عظیمی به حرکت درآمده‌اند تا از مواهبِ این پژوهش بهره گیرند.