

پزشکی در رابطه با کامپیوتر

هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره در علوم پزشکی

دکتر فرهاد غریب دوست *

چکیده

دیر زمانی نیست که هوش مصنوعی (Artificial intelligence) به عنوان یکی از شاخه‌های علم کامپیوتر در دنیا مطرح شده، تحولات چشمگیری در این زمینه به وجود آورده است. امروزه دامنه کاربردی هوش مصنوعی به اندازه‌ای گسترش یافته که می‌توان آن را در همه زمینه‌های علمی نظیر پزشکی، فلسفه، روانشناسی و شاخه‌های مختلف مهندسی به کار گرفت.

امروزه سیستم‌های خبره (Expert systems) که یکی از زیر شاخه‌های هوش مصنوعی هستند برای متخصصان علوم پزشکی، فضائی فراهم آورده که مملو از ابزار جدیدی است که آنان را در فرآیند تصمیم‌گیری در همه زمینه‌های حرفه‌ای یاری می‌دهد. از کاربرد این سیستم‌ها در علوم پزشکی می‌توان به موارد تشخیص بیماری و تجویز دارو اشاره کرد. این نمونه از سیستم‌های خبره به عنوان یک مشاور هوشمند برای متخصصان علوم پزشکی نقش بسیار با ارزشی بازی می‌کنند.

در نوشتار حاضر پس از مروری مختصر بر زمینه‌های هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره به کاربرد این سیستم‌ها در علوم پزشکی پرداخته شده است. ابتدا روشی که این نوع سیستم‌های خبره جهت حل مسایل به کار می‌برند، بیان شده است: یعنی تشخیص و تجویز. در مرحله تشخیص، سیستم در ابتدا سئوالاتی را مطرح می‌سازد که در مورد بیمار اطلاعات کلی می‌دهند؛ پس از آن، نتایج تستهای آزمایشگاهی را طلب می‌کند. سپس مسیر را به سمت عفونت یا ارگانیزم‌های عفونی مشکوک هدایت می‌کند. در مرحله تجویز، از فرآیندی استفاده می‌کند که در آن مراحل طرح ریزی، تکثیر، آزمایش و خروجی قرار دارند. عمل نهایی تجویز عبارت است از انتخاب یک دارو. امید است نوشته حاضر بتواند جهت آشنایی محققان، اساتید و دانشجویان رشته‌های مختلف علوم پزشکی با این علم بسیار جذاب و قدرتمند باشد و در حل مسائل پیچیده، موثر واقع شود.

(۱) تعریف

سیستم‌های خبره یکی از زیر شاخه‌های هوش مصنوعی می‌باشند که به عنوان وسیله‌ای جهت خودکار سازی راه حل‌های مسائلی که تا کنون به صورت الگوریتمیک نظم داده نشده‌اند، پدیدار شدند. هوش مصنوعی خود نیز شاخه‌ای از علم کامپیوتر می‌باشد که هدف آن، آشنایی کامپیوترهایی است که همانند اعمال هوشمندانه موجودات انسانی رفتار نمایند؛ به عبارت دیگر، این اعمال - نظیر دیدن، شنیدن و تفکر - را تقلید کنند.

(۲) حوزه کاربرد

کاربرد سیستم‌های خبره و هوش مصنوعی گستره وسیعی - از تشخیص‌های پزشکی گرفته تا طراحی معماری و مسائل حقوقی - را در بر می‌گیرد. ابتدا به موارد کاربردی هوش مصنوعی پرداخته، سپس تعدادی از مسائلی که جهت حل آنها از سیستم‌های خبره استفاده شده است، را ذکر می‌کنیم. به دلیل همپوشانی (Overlap) که زمینه‌های مختلف هوش مصنوعی دارند، ارائه طبقه‌بندی کاملی از آنها ساده نمی‌باشد ممتها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

جستجو. در اینجا کامپیوتر نتایج حاصل از حرکات یا اعمالی که منجر به یافتن راه حلی برای مسئله می‌شود را جستجو می‌کند: مانند پیدا کردن بهترین حرکت در بازی شطرنج.

پردازش زبان طبیعی. در این زمینه کامپیوتر فرمانها و گفته‌ها را با یک زبان مشخص "می‌فهمد" و به همان زبان پاسخ می‌دهد.

نمایش. کامپیوتر برای انجام هرکاری باید بتواند داده‌های مربوط به آن را به صورت ساختارهایی در حافظه خود ذخیره کند تا قادر به تفسیر آنها باشد؛ مثلاً، تصویرهای متعلق به یک جسم متحرك، در حافظه به

شکل ساختارهای اطلاعاتی دودویی در می‌آید و سیستم می‌تواند آن اطلاعات را تفسیر کند (پردازش تصویر). مسئله نمایش تنها به تصویر محدود نمی‌شود. هر نوع اطلاعاتی از جمله صدا (بازشناسی گفتار)، فشار و حتی عبارتهای مجرد ریاضی و موارد متعدد دیگر هم باید به نحوی به شکل ساختارهای اطلاعاتی متناظر دودویی آیند که سیستم بتواند آنها را درک کند.

روباتیک. جنبه سخت افزاری هوش مصنوعی است. در این حالت، آدمک‌هایی می‌سازند که با دقت و کارایی بیشتر، در محیط‌های پرخطر اعمال انسانها را انجام دهند. یادگیری ماشین. در این زمینه می‌توانیم به کامپیوتر تعلیم دهیم تا عملیات مشخصی را با ترتیبی "عالمانه" انجام دهد. در اینجا کامپیوتر به دنبال بهترین عمل در یک نقطه زمانی، مشخص می‌شود. اگر آن عمل غلط از آب درآید کامپیوتر به خاطر می‌سپارد که آن را دوباره انجام ندهد.

عدم قطعیت و "منطق فازی". در اینجا از روشی استفاده می‌شود که تکنولوژی دیگر کامپیوترها قادر به حل کامل آنها نیست. داده‌هایی که در مورد بعضی از حوزه‌های موضوعی این مسائل در دسترس هستند غیر دقیق، ناقص و مبهم می‌باشند. در این حالت سیستم می‌بایست خصوصیت این داده‌ها - ویژگیها و مفاهیمی همانند ضرایب اطمینان و منطق فازی (Fuzzy Logic) را مدنظر قرار دهد. این منطق بجای استفاده از تئوری منطق کلاسیک که پیش فرض رادرست یا نادرست می‌پندارد، درست، نادرست یا تا اندازه‌ای درست در نظر می‌گیرد. درجه درستی آنها به درجه عضویت در یک مجموعه فازی خاص بستگی دارد. ارزش‌های درستی این منطق با اعداد حقیقی درباره ۰ تا ۱ نشان داده می‌شوند. در شکل ۱ نمونه‌ای از یک دستورالعمل که با استفاده از منطق فازی و ضریبهای اطمینان بیان شده است، مشخص می‌شود.

مسئله یا وضعیت است. تشخیص شامل شناسایی علت یک مشکل (نظیر بیماری) از روی علائم و نشانه های آن است. سیستم های خبره تشخیص دهنده، می توانند با استفاده از نشانه های قابل مشاهده ای که به آنها داده می شود، مسئله را استنتاج کنند.

تجویز. عبارت است از فعالیت توصیه نمودن یا تعیین به کار گیری بعضی از مواد برای درمان یک بیماری که بسیاری از اوقات در ارتباط با فعالیتهای تشخیص قرار می گیرد. زمانی که یک پزشک بیماری فردی را تشخیص می دهد معمولاً " برای بر طرف کردن عوارض آن مقداری دارو تجویز می کند. پزشکان می توانند علائم بیماری را برای سیستم تشریح کنند و سیستم خبره نیز قادر می شود که عفونت های باکتریائی را تشخیص دهد و برای درمان این عفونت ها دارو تجویز کند. پس در این میان، سیستم خبره نقش یک متخصص مشاور را بازی می کند.

۴) اجزای سیستم خبره

قسمتهای مختلف یک سیستم خبره عبارتند از: رابط با کاربر، پایگاه اطلاعات، وسیله دریافت اطلاعات، مکانیسم استنتاج، وسیله توصیف و وسیله خود آموزی. رابط با کاربر. نرم افزاری است که ارتباط میان کاربر و سیستم را ایجاد می کند. با استفاده از رابط با کاربر، کاربر می تواند حقایق مربوط به موقعیتی خاص را که به حوزه موضوعی سیستم ارتباط دارند وارد آن کند و از سیستم نیز پرسشهایی بکند. رابط با کاربر می تواند از منوها، گرافیک و دیگر نرم افزارها استفاده کند.

پایگاه اطلاعات. حاوی معلومات یک متخصص انسانی در مورد یک موضوع خاص است که به شکل کد گذاری می باشد. محتوای آنها می بایست توسط هر فردی که زمینه موضوع را می داند قابل فهم باشد. این پایگاه شامل حقایق (Facts) یعنی اطلاعات توصیفی و دستورالعملها (Rules) می باشد.

اگر (۱) عفونتی که نیاز به درمان دارد منثزیت باشد؛ و (۲) ارگانیسیم هادر محیط کشت دیده نشده باشند؛ و (۳) نوع عفونت باکتریائی باشد؛ و (۴) بیمار شدیداً سوخته است.

پس بر طبق شواهد موجود (۰/۵) یکی از ارگانیسیم هایی که ممکن است باعث عفونت شده باشد پseudomonas aeruginosa می باشد.

شکل ۱) مثالی از قاعده یک سیستم خبره پزشکی

که در اینجا عدد ۰/۵ اطمینانی معادل ۵۰ درصد را فراهم می سازد.

۳) سیستم های خبره

یک سیستم خبره ابزار مناسبی برای حل مسائلی است که تعریف مناسبی نداشته اند، مانند مسائلی که در علوم پزشکی وجود دارد و برای حل آنها نیاز به بینش و تجربه کافی می باشد. سیستم های خبره معمولاً " به صورت برنامه های کامپیوتری محاوره ای که پارامترهائی نظیر قضاوت، تجربه، قواعد عملی و دیگر خبرگی ها را در بر دارند، معرفی می شوند. این سیستم ها در نهایت برای انواع کارها و وظایف مشاوره هوشمندی را فراهم می سازند.

سیستم های خبره قادر به انجام اعمال گوناگونی می باشند که می توان به تصمیم گیری، طراحی، برنامه ریزی، پیش بینی، کنترل، مانیتورینگ، تشخیص و تجویز اشاره کرد. فعالیت های تشخیص و تجویز به علوم پزشکی مربوط می شوند که در مورد آنها مختصری توضیح می دهیم.

تشخیص. شامل بررسی و تحلیل علت یا ماهیت یک

۵) روش حل مسئله با سیستم‌های خبره مورد استفاده در علوم پزشکی

این سیستم‌ها در مورد بسیاری از عفونتهای احتمالی وارگانیزم‌های عفونی اطلاع پذیرند. اولین وظیفه آنها به کارگیری اطلاعات یک مورد است که توسط پزشک ارائه شده‌اند، تا بتوانند ماهیت عفونت و چگونگی تعیین ارگانیزم‌های عفونی را مشخص کنند. این مرحله، فاز تشخیص نامیده می‌شود. سیستم همچنین در مورد داروهایی که می‌توانند در مورد ارگانیزم‌های مشخص تجویز شوند، دارای اطلاعاتی است. عمل دوم تشکیل سیاهه‌ای از داروهایی است که ارگانیزم عفونی مورد نظر را از بین می‌برند (با اطمینان به این نکته که آن داروها برای بیمار ایمن هستند). این مرحله، فاز تجویز نام دارد. در حال انجام این دو مرحله، سیستم به پرسشهای زیر پاسخ می‌دهد:

مرحله ۱) تشخیص

- ماهیت عفونت چیست؟

- چه ارگانیزم‌هایی موجب عفونت می‌شوند؟

مرحله ۲) تجویز

- چه داروهایی ارگانیزم عفونی را از بین می‌برند؟

- چه داروهایی برای بیمار ایمن هستند؟

تشخیص

طی مرحله تشخیص، سیستم در ابتدا سئوالاتی را مطرح می‌سازد که اطلاعات زمینه‌ای کلی در مورد بیمار را به دست می‌دهند. این سئوالات شامل سن، جنسیت و علائم بیماری است. پس از آن نتایج قابل دسترسی تستهای آزمایشگاهی را طلب می‌کند. با هر جواب، سیستم خط پرسش و پاسخ را به سمت عفونت یا ارگانیزم‌های عفونی مشکوک هدایت می‌کند و پرسشهایی را مطرح می‌سازد که ظن حاصل از اطلاعات قبلی را تشدید می‌کند و در ضمن از طرح پرسشهایی که به

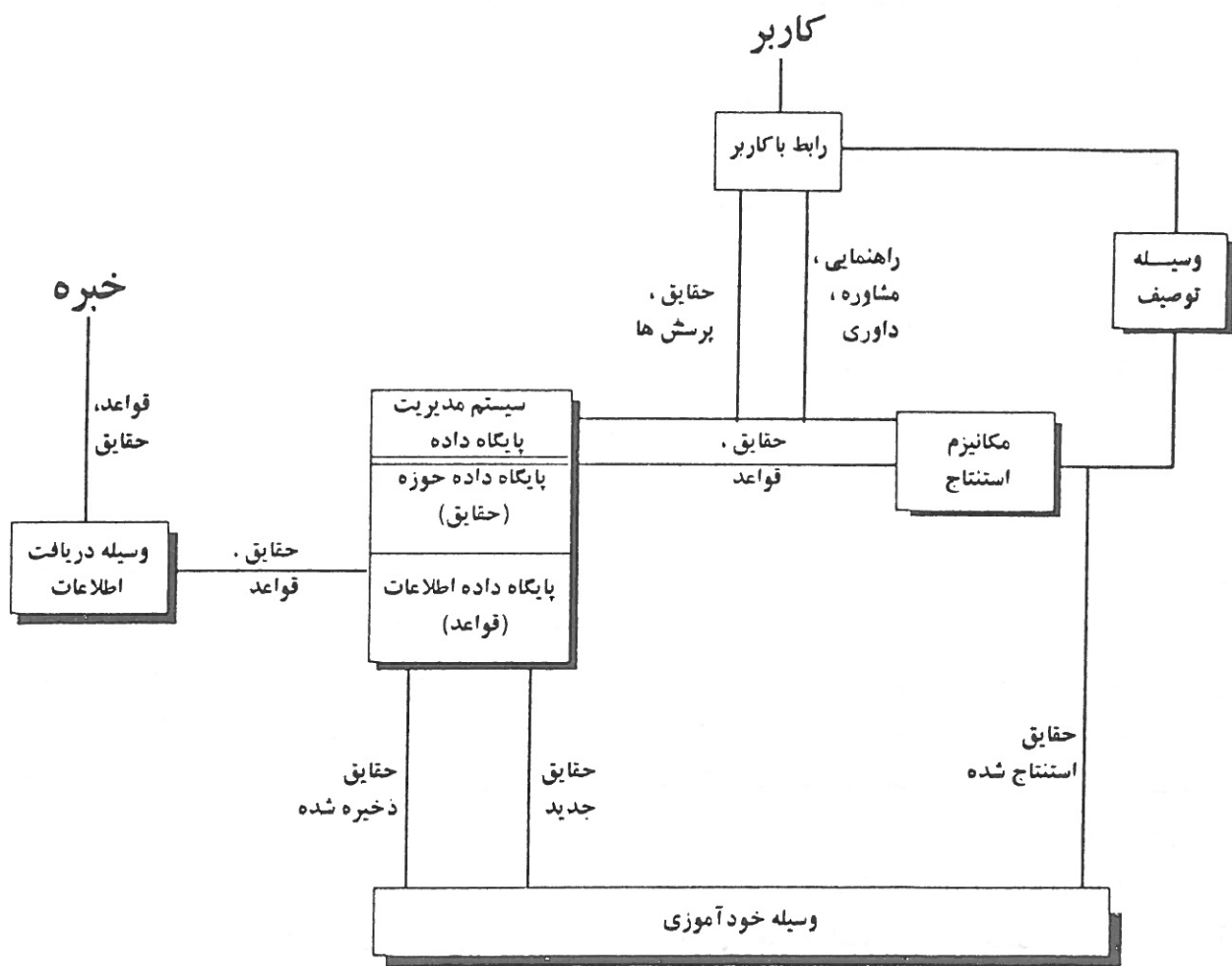
وسيله دریافت اطلاعات. نوعی مکالمه است که به منظور کسب اطلاعات میان سیستم و خبره انسانی صورت می‌گیرد و جهت به هنگام کردن پایگاه اطلاعات به کار می‌رود.

وسيله توصیف. که برای توجیه پاسخ سیستم به کار می‌رود. روند مشاوره، راهنمایی و چگونگی رسیدن به نتیجه را ارائه می‌دهد.

وسيله خود آموزی. هنگامی که سیستم خبره حقیقت جدیدی را از طریق روند استنتاج کسب می‌کند می‌تواند آن را به پایگاه اطلاعات خود اضافه کند. البته این کار یا با موافقت کاربر و یا پس از کنترلی که این وسایل انجام می‌دهند- یعنی حقیقت کشف شده مربوط به حوزه موضوعی بوده، از قبل نیز در پایگاه اطلاعات نباشد- انجام می‌شود.

مکانیسم استنتاج. استدلال استنتاجی برای سیستم خبره را به عهده دارد. این ماشین از اطلاعات موجود در پایگاه اطلاعات استفاده می‌کند و فرآیند استنتاج را در سطوح متفاوت کنترل می‌کند. در واقع دستورالعمل‌هایی که یک سیستم خبره در حل مسائل به کار می‌برد ماشین استنتاج نامیده می‌شود. ماشینهای استنتاج برای رسیدن به نتیجه از روش متفاوتی استفاده می‌کنند که می‌توان به زنجیره پیشرو (Forward Chaining) و زنجیره پسرو (Backward Chaining) اشاره کرد. در حالت اول سیستم از داده‌ها برای رسیدن به هدف استفاده می‌کند و در حالت دوم سیستم یک فرض انتخاب می‌کند در صورتی که درست باشد به جواب رسیده است و گرنه فرض دیگری زده فرآیند را تا رسیدن به نتیجه تکرار می‌کند.

ساختار یک سیستم خبره نمونه در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲) ساختار یک سیستم خبره

متقابلی جهت همکاری ارائه می‌دهد - چرا که پزشک خود، سیستم را در انجام وظایفش یاری می‌کند.

تجویز

وظیفه دیگر سیستم، تجویز یک سری از داروها برای بیمار است که طی مطالعات تشخیص هر ارگانیزم تشخیص داده شده را از بین می‌برد. شاید در ابتدا گمان کنید که این کار ساده و آسان است. به نظر می‌رسد که سیستم فقط نیاز به یافتن نام دارویی در نمودار دارد که

مشکلات از پیش نظم یافته مربوط باشند، اجتناب می‌ورزد.

این ترتیب هوشمندانه سئوالات، در ذهن پزشک اعتبار و اهمیت خاصی نسبت به برنامه ایجاد می‌کند. پیش از سعی در تشخیص ارگانیزم عفونی، سیستم در ابتدا از پزشک سؤال می‌کند که آیا او می‌تواند به تشخیص برسد یا خیر. این امر ممکن است در صورت دسترسی به تستهای آزمایشگاهی امکانپذیر باشد. این روش از تحقیقات غیرلازم جلوگیری می‌کند و همچنین شیوه

یافتن یک توصیه منطقی تر که هم موثر باشد و هم ایمن تر نیاز به کوشش های بیشتری دارد که از سوی سیستم اعمال می شود. این کوشش با گام بعدی یعنی تکثیر یک سری توصیه های بالقوه آغاز می شود.

تکثیر. هدف از این مرحله عبارت است از ایجاد یک سری توصیه های امکان پذیر از روی لیست تهیه شده داروها با توجه به هدف- یعنی اجتناب از تجویز بیش از حد داروها- تنها یک یا دو دارو توصیه می شوند. جهت دستیابی به دو هدف دیگر یعنی اطمینان از موثر و ایمن بودن داروها، گام نهایی یعنی آزمایش هر تجویز لازم است.

آزمایش. اولین مرحله در این مورد عبارت است از توجه داشتن به تجویز هر داروی تعیین شده طی گامهای تکثیر؛ و همچنین تعیین اینکه آیا این دارو در از بین بردن تمامی ارگانیزم های عفونی مشکوک موثر است یا خیر.

دومین مرحله اطمینان یافتن از این نکته که آن توصیه ها بعد از اولین مرحله شامل داروهایی از همان طبقه دارویی نباشند. در این جا فرض بر این است که داروهای موجود در یک طبقه اصولاً همان ارگانیزم ها را تحت پوشش قرار می دهند و استراتژی باید فقط انتخاب یکی از آنها براساس طبقه مذکور باشد. برای مثال اگر توصیه، شامل داروهای آمپی سیلین و پنی سیلین- هر دو از یک طبقه دارویی- باشد، باید یکی از آنها با طبقه بالاتر انتخاب شود.

عمل نهایی عبارتیست از انتخاب یک دارو از میان تجویزهایی که بعد از دو مرحله اول برای بیمار ایمن باشد. این امر شامل در نظر گرفتن عواملی همانند تداخل داروها و اطلاعات در مورد بیمار همچون جنسیت، سن، واکنش های آلرژیک و غیره می باشد.

روی آن ارگانیزم موثر افتد؛ سپس آن را به سری داروهای تجویز شده اضافه می کند. متأسفانه ترکیب داروهای مختلف می تواند یک مخلوط سمی ایجاد کند. بنابراین، اگر چه این روش می تواند در از بین بردن ارگانیزم های عفونی موثر باشد، ممکن است سلامتی بیمار را نیز به مخاطره اندازد. برای جلوگیری از ارائه تجویزی که امکان دارد برای بیمار مضر باشد، سیستم باید حاوی اطلاعاتی در مورد ترکیبات مناسب داروهای گوناگون باشد. و هنگام تجویز یک سری از داروها- برای توصیه ای که هم موثر و هم ایمن باشد- از این اطلاعات استفاده می کند. عمل تجویز، موارد زیر را در بر می گیرد:

تجویز باید ارگانیزم های عفونی مشکوک را از بین ببرد؛
تجویز، تعداد داروهای پیشنهادی را به حداقل می رساند؛
تجویز باید برای بیمار ایمن باشد.
به منظور دستیابی به این موارد، سیستم از یک شیوه طرح ریزی، تکثیر و آزمایش به صورت زیر استفاده می کند (شکل ۳).

خروجی - آزمایش - تکثیر - طرح ریزی

شکل ۳) انتخاب درمان

طرح ریزی. برای هر ارگانیزم مشکوک که طی عمل تشخیص معین شده باشد، سیستم فهرستی از داروهای بالقوه موثر را شکل می بخشد. سیستم همچنین داروهای را، بر طبق اثراحتمالی روی ارگانیزم، فهرست می کند.

روش منطقی تر سیستم این است که ببینیم آیا یک یا دو داروی فهرست شده ممکن است برای از بین بردن تمامی ارگانیزم ها موثر باشند یا خیر. در کل بهر حال تلاش برای