

Mech
T

برش (Mech Tech)
ضمیمه علمی خمش

دوپامین یا چی؟!؟

مغز خودم؟ نه ممنون هوش مصنوعی هست



مأموریت ممکن، عملیات باهوش سازی



هانیه زهرا بوداگی ۹۹ مکانیک

اصلاً هوش مصنوعی چیست و علم داده یعنی چه؟

آشنایی با کاربردهای هوش مصنوعی و علم داده در گرایش کنترل

شاخه کنترل یکی از گرایش‌های رشته‌های مهندسی برق و مکانیک بوده و در مکانیک، مباحث دینامیک و رباتیک نیز با آن ارتباط زیادی دارند. مهندسی کنترل در انواع زمینه‌های مهندسی از جمله مهندسی خودرو، مهندسی هوافضا، مهندسی شیمی و حتی اقتصاد و زیست‌شناسی نیز کاربرد دارد. ارتباط تنگاتنگ این رشته با مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر از آنجا نشئت می‌گیرد که عموماً بسیاری از مدارهای الکترونیکی توسط مدل‌های ریاضیاتی تفسیر و کنترل می‌شوند و پیاده‌سازی و بررسی این مدل‌ها با استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های برنامه‌نویسی صورت می‌گیرد. در مهندسی مکانیک، کنترل سیستم‌ها با استفاده از فیدبک مکانیکی در روش‌های هیدرولیکی و نیوماتیکی انجام می‌شود. در مهندسی هوافضا نیز گرایش دینامیک پرواز و کنترل به پیاده‌سازی روش‌های کنترلی در صنایع مربوطه می‌پردازد. یک مهندس کنترل، سیستم‌های مختلف را از لحاظ دینامیکی، الکترونیکی، حرارتی و ... بررسی و آن‌ها را به شکل ریاضیاتی مدل‌سازی می‌کند. در نهایت، با تسلط بر روش‌های کنترل این سیستم‌ها و شبیه‌سازی متناسب آن‌ها، برایشان کنترل‌رایی طراحی می‌کند.

مهندسی کنترل نیز مانند دیگر شاخه‌های مهندسی از ابزارهای روز دنیا برای دستیابی به اهداف خود بهره می‌برد. امروزه هوش مصنوعی (Artificial Intelligence) و علم داده (Data Science) به دو مورد از مهم‌ترین و پرکاربردترین علوم تبدیل شده‌اند که در تمامی شاخه‌های پزشکی، مهندسی، اقتصاد، جامعه‌شناسی و ... نقش پررنگی ایفا می‌کنند. در این متن به‌طور خلاصه کاربرد این دو علم را در مهندسی کنترل بررسی خواهیم کرد.

با بهره‌گیری از شبیه‌سازی‌های مداوم و بسیار زیاد، اشکالات و جزئیاتی را شناسایی کنند که کنترلشان در حالت عادی کار ساده‌ای نیست. همچنین، در حالت متداول، داده‌هایی که به کنترل وارد می‌شوند، از سمت یک سیستم یا دستگاه هستند. اما در کنترل‌های DRL، تعداد بسیار زیاد شبیه‌سازی‌های انجام‌شده، حجم عظیمی از داده را به کنترل منتقل کرده و کنترل را با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و علم داده به خود یاد می‌دهد که در کنترل یک سیستم به‌خصوص، از کدام رفتارها جلوگیری کند و رفتارهای دیگر را به صورت بهینه‌تر و کارآمدتری پیش ببرد.

ویژگی دیگر این نوع از کنترل، رفتاری است که به «Delayed Gratification» شهرت دارد. این کنترل در کوتاه‌مدت، رفتارهای غیربهینه سیستم را تشخیص می‌دهد و از آن برای بهینه‌سازی داده‌های سیستم در طولانی‌مدت استفاده می‌کند. این کنترل‌ها همچنین قادر به دریافت و بررسی داده‌هایی هستند که سیستم‌های اتوماسیون متداول از آن بی‌بهره‌اند؛ برای مثال، یک کنترل که با هوش مصنوعی کار می‌کند، قابلیت پردازش تصویر (Image Processing) خواهد داشت و می‌تواند از داده‌های تصویری برای کنترل کیفیت محصولات و یا وضعیت ابزارها استفاده کند. این کنترل‌ها همچنین می‌توانند از داده‌های سنسورهای ارتعاشی و صوتی برای تصمیم‌گیری بهره ببرند.

اینترنت اشیا (Internet of Things - IOT) نیز از شاخه‌های پرطرفدار برنامه‌نویسی هوش مصنوعی به‌شمار می‌رود و در صنعت، بازار داغی دارد. در این حوزه، دستگاه‌های فیزیکی از سراسر دنیا به یک سیستم کنترل متصل می‌شوند و سیستم با جمع‌آوری داده‌های دستگاه‌ها و بررسی و تحلیل آن‌ها، برای نحوه رفتار آن‌ها در شرایط مختلف تصمیم‌گیری و دستورهایشان را به آن‌ها ارسال می‌کند.

کاربردهای این سیستم‌ها و کنترل‌ها در صنعت امروزه دنیا بسیار وسیع است و این علوم با سرعت بسیار زیادی در حال پیشروی هستند. از انواع کاربردهای این سیستم‌های کنترلی می‌توان به توسعه کنترل‌های ربات‌ها، سیستم‌های هوشمند کنترل خودرو، سیستم‌های کنترلی لوازم خانگی هوشمند، سنسورهای مورد استفاده در مراقبت‌های پزشکی و بهداشتی، نگهداری و تعمیرات ابزارها و دستگاه‌ها و ... اشاره کرد.

احتمالاً این روزها اسم «ChatGPT» به گوشتان خورده است و شاید تجربه استفاده از آن را هم داشته باشید. ChatGPT که چند وقتی است جای خود را در سرخط خبرها باز کرده، نمونه بارز هوش مصنوعی و کاربرد آن به‌شمار می‌رود. این برنامه، یک «چت‌بات» (ChatBot) مبتنی بر هوش مصنوعی است که به‌گونه‌ای طراحی شده که بتواند با انسان مکالمه کند و سؤالات روزمره، علمی، پزشکی و ... او را پاسخ دهد. هدف اصلی هوش مصنوعی نیز همین است؛ طراحی ماشین‌ها و برنامه‌هایی که توانایی انجام وظایفی را داشته باشند که نیازمند هوش انسانی است.

علم داده به‌طور کلی علم جمع‌آوری، طبقه‌بندی، بررسی و تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری بر مبنای آن‌هاست. هدف این حیطه از مطالعات، شناسایی آماری الگوها و استخراج اطلاعات معنادار از داده‌های حجیم است و انواع داده‌های خام، داده‌های ساختاریافته و داده‌های غیر ساختاریافته در این حوزه مورد بررسی قرار می‌گیرند. علم داده این امکان را فراهم می‌کند تا با کمک الگوریتم‌ها، فناوری‌ها و روش‌های علمی مختلف، از انواع گوناگون داده‌ها، اطلاعاتی ارزشمند استخراج شود و در راستای این هدف، از مفاهیم برنامه‌نویسی، هوش مصنوعی (Artificial Intelligence - AI)، یادگیری ماشین (Machine Learning) و یادگیری عمیق (Deep Learning) نیز بهره می‌گیرد.

کاربرد هوش مصنوعی و علم داده در حوزه سیستم‌های کنترل و رباتیک

کنترل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که از آن‌ها به عنوان کنترل‌های یادگیری تقویتی عمیق (Deep Reinforcement Learning) یا DRL نیز یاد می‌شود، نسبت به کنترل‌های دیگر از ویژگی‌های خاصی برخوردار هستند. این کنترل‌ها قادر به یادگیری‌اند؛ به این معنی که می‌توانند



پروژه توسعه و بهبود سامانه توانبخشی از راه دور بیماران پارکینسونی به کمک هوش مصنوعی

در این متن قصد داریم به معرفی پروژه‌ای که توسط تیم «دکتر بهزادی‌پور»، استاد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف، در آزمایشگاه موفقان انجام شده است، بپردازیم. این پروژه در راستای توانبخشی بیماران پارکینسونی از راه دور و به کمک هوش مصنوعی انجام شده است. یکی از افرادی که روی این پروژه کار کرده، «مهندس پارسا ریاضی» است که در ادامه، توضیحات ایشان را نیز جویا می‌شویم.

شرح کلی از زبان دکتر بهزادی‌پور

از سال ۹۶ پروژه بزرگی تحت عنوان «توانبخشی از راه دور» را در «مرکز موفقان» شروع کردیم که تبدیل به یک طرح کلان ملی شد. در این طرح، قرار بود فناوری‌های واقعیت مجازی، اندازه‌گیری و تحلیل سینماتیک اندام (تحلیل حرکت) را به کار بگیریم تا فعالیت‌های توانبخشی را مانیتور و هدایت کنیم. بدین معنا که بیمار، بخشی از توانبخشی را که به صورت تمرین درمانی (شامل تمرینات حرکتی و شناختی) است، بتواند با این تکنولوژی‌ها در منزل در زمان دلخواه انجام دهد. بعد از انجام تمرینات توسط بیمار، گزارش عملکرد وی از طریق اینترنت برای درمانگر ارسال می‌شود تا او دستورالعمل جلسه بعدی را تنظیم کند و بدین ترتیب، نیازی به حضور صددرصدی بیمار در کلینیک نیست. هدف این طرح، صرفاً انجام تمرینات نبود و ارزیابی بهبود در عملکرد حرکتی و شناختی مانند تشخیص فضا و زمان، حافظه، تمرکز و ... نیز از اهداف دیگر این طرح به شمار می‌روند.

«سامانه سنا» اولین سامانه‌ای بود که در این راستا طراحی و توسعه داده شد. در این سامانه که شامل یک دوربین عمق‌سنج (کینکت) و چهار نیروسنج می‌شود، بیمار جلوی یک مانیتور قرار گرفته و تمرینات خواسته‌شده را انجام می‌دهد و سنسورها عملکرد او را گزارش می‌کنند. تا قبل از سال ۹۶ این طرح به صورت پایلوت در دو پایان‌نامه ارشد و دکتری مطرح شده بود و ما به دنبال استفاده از اطلاعات دوربین کینکت و

سینماتیک اندام، خصوصاً در قسمت فوقانی بدن (دست، شانه و سر) بودیم؛ به گونه‌ای که آنالیز آن‌ها بتواند ما را در حرکات درمانی و تشخیصی یاری کند.

از آنجا که این دوربین‌ها برای بازی‌های ویدیویی کاربرد دارند، در پایان‌نامه‌های قبلی نرم‌افزار آن‌ها توسعه پیدا کرده بود و در این پروژه، اجرایی کردن و استفاده درمانی از این سامانه به صورت جدی پیگیری شد. این پروژه در واقع حاصل همکاری با دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران است.



سامانه سنا
(اولین سامانه توسعه داده شده)

بدین منظور، تیمی شامل سه دانشجوی علوم اعصاب و یک دانشجوی ارشد کاردرمانی به اضافه چهار دانشجوی ارشد و یک دانشجوی دکتری طراحی کاربردی تشکیل شد. بخش توسعه سیستم و سنسور و طراحی نرم‌افزار با دانشجویان مهندسی و بخش مطالعه بیمار با دانشجویان پزشکی بود.

به طور کلی، وقتی یک روش درمانی روی انسان انجام می‌گیرد، باید حتماً تأییدیه‌ای از کمیته اخلاقی داشته باشد؛ زیرا روش جدیدی که قرار است روی انسان تست شود، ممکن است ریسک زیادی داشته باشد و به انسان‌ها صدمه جسمی و روحی وارد کند. این موارد، با جزییات در کمیته اخلاقی علوم پزشکی مورد بررسی و تأیید قرار می‌گیرند. بنابراین برای بردن این سامانه به کلینیک حتماً باید کارآزمایی بالینی روی آن در فضای کنترل شده انجام می‌شد. بدین منظور یک تست کاملاً کنترل شده، برای تشخیص اینکه آیا بیماران مورد نظر شرایط ورود به این مطالعه و دریافت نوع جدید درمان را دارند یا خیر، روی صد بیمار انجام شد. سپس اثربخشی آن توسط تیم بالینی ارزیابی شد و پس از گرفتن تأییدیه، پروانه بهره‌برداری و تولید از سوی اداره کل تجهیزات پزشکی به ما داده شد. هم‌اکنون سامانه سنا در چند استان و همچنین مرکز موفقان در حال ارائه خدمات است. لازم به ذکر است که در شهر تهران امکان ارائه خدمات در منزل نیز وجود دارد.

هم‌اکنون مطالعات بالینی و تست‌های نهایی روی این سامانه انجام شده و در مرحله درخواست استانداردسازی از اداره کل تجهیزات پزشکی است. در نهایت نیز ما نیاز به یک تیم باانگیزه و توانمند در زمینه تجاری‌سازی برای ارائه این محصول آزمایشگاهی و تحقیقاتی به مراکز درمانی داریم.

گوشی اندروید ارسال می‌کند. سپس این اطلاعات، توسط اپلیکیشن توسعه‌یافته، تحلیل و گزارش می‌شوند. در این سامانه نیز همانند سامانه قبلی، پس از انجام فعالیت با استفاده از سیگنال‌های سنسور، تشخیص داده می‌شود که آیا بیمار فعالیت را درست انجام داده است یا خیر و بازخورد مناسب به او می‌دهیم تا اگر نیاز است اصلاح شود و جلسات درمانی را ادامه دهیم.

در سال ۹۸ به این نتیجه رسیدیم که این سیستم به دلیل داشتن دوربین ثابت، بخشی از فعالیت‌های تمرینی با دامنه حرکتی بزرگ، اعم از راه رفتن، بالا و پایین رفتن از پله و ... را نمی‌تواند پوشش دهد؛ بنابراین یک فناوری جدید که به وسیله حسگرهایی می‌توانست دامنه حرکتی زیاد را اندازه‌گیری کند، وارد مجموعه درمانی کردیم که تحت عنوان سامانه «سپنتا» معرفی گردید. در این سامانه از فناوری (Inertial Measurement Unit)

شامل یک شتاب‌سنج و ژيروسکوپ سه‌محوره، استفاده شد که اطلاعات سرعت و شتاب زاویه‌ای را می‌خواند و برای



لازم به ذکر است که در طول این پروژه تحقیقاتی تا به اینجای کار، حدود پنج الی شش پروژه کارشناسی معطوف به مرحله تشخیص از روی سیگنال‌های سرعت و شتاب زاویه‌ای تعریف شده است. در ادامه نیز در صورت برخورد به مسئله‌ای که پتانسیل تبدیل به پروژه را داشته باشد، آن مسئله به دانشجویان علاقه‌مند معرفی خواهد شد.

توضیح کلی راجع به سامانه سپنتا

بیماری پارکینسون یک بیماری تحلیل عصبی، تخریبی و پیش‌رونده است که در اثر کمبود دوپامین در مغز ایجاد می‌شود. با گذشت زمان، به دلیل آنکه در این بیماری عضلات خودبه‌خود و بدون فرمان مغز عمل می‌کنند، فرد قابلیت حفظ تعادل و انجام فعالیت‌های روزمره را از دست می‌دهد. این بیماری یک بیماری طولانی‌مدت است و بر اثر گذر زمان عضلات، بیشتر تحلیل می‌روند و فرد به تدریج دیگر نمی‌تواند بایستد. بدین منظور برای جلوگیری از بدتر شدن و کمتر کردن شیب روند بیماری، انجام فعالیت‌های حرکتی به عنوان بهینه‌ترین راه حل برای این بیماران توصیه می‌شود. رفت‌وآمد، وجود همراه در کنار بیمار و همچنین نبود فضای کافی در کلینیک‌ها از جمله مشکلات توان‌بخشی در این مراکز است. این مشکلات موجب شد تا توان‌بخشی از راه دور در منزل بیمار، توسط تیم «سامانه پوشیدنی سپنتا»، در مرکز موفقیان مورد توجه قرار گرفته و پروژه‌هایی برای توسعه این سامانه تعریف شود.

در ابتدا، نسخه اولیه این سامانه در قالب یک لباس و تحت عنوان سامانه پوشیدنی طراحی شد. این سامانه دارای ده حسگر IMU (شامل شتاب‌سنج، ژيروسکوپ و مغناطیس‌سنج سه‌محوره) بود که با استفاده از سیم‌هایی به برد مرکزی در روی لباس اتصال پیدا می‌کردند. در ادامه داده‌های دریافتی از طریق لباس، به پایگاه داده‌ای که تشکیل شده بود، ارسال و ذخیره می‌شدند. با توسعه این پروژه، این سامانه در حال حاضر شامل دو حسگر بی‌سیم و بلوتوثی و یک اپلیکیشن اندرویدی است. برای توان‌بخشی از راه دور نیاز بود هنگامی که بیمار، تمرینات خاصی را که درمان‌گر برای او تعیین کرده، انجام می‌دهد، سامانه به او بازخورد داده و نتایج را برای پزشک بالینی او ارسال کند. همچنین این سامانه باید با استفاده از داده‌های حسگرهای اینرسی و اپلیکیشن توسعه‌یافته، قادر به ارزیابی و تشخیص درست فعالیت‌هایی که انجام می‌شود باشد (Human Activity Recognition).

پروژه‌های مختلف این تیم از شبکه‌های ساده یادگیری ماشین (KNN، NM، SVM) استفاده می‌شد تا اپلیکیشن با استفاده از این داده‌ها بتواند داده‌های جدید را پیش‌بینی کند و در لحظه، به بیمار بازخورد بدهد؛ اما در این مدل‌ها؛ بازخورد در لحظه دارای صحت خوبی نبود. بنابراین به سراغ مدل‌های عمیق پیشرفته با ساختارهای نوآورانه رفتند. آخرین پروژه‌ای که در آن از مدل‌های یادگیری عمیق استفاده شده، یک ساختار موازی از روش‌های LSTM و CNN (دو روش از روش‌های یادگیری عمیق) است که همان‌طور که گفته شد، توسط مهندس پارسا ریاضی انجام شده است. مهم‌ترین هدف در کار ایشان ارتقای مرحله طبقه‌بندی، از مدل ساده یادگیری ماشین به مدل یادگیری عمیق بوده که موجب بهبود تشخیص در لحظه شده و خطا را تا میزان زیادی کاهش داده است. این سامانه در حال حاضر آماده تست‌های نهایی و تجاری‌سازی شدن است.

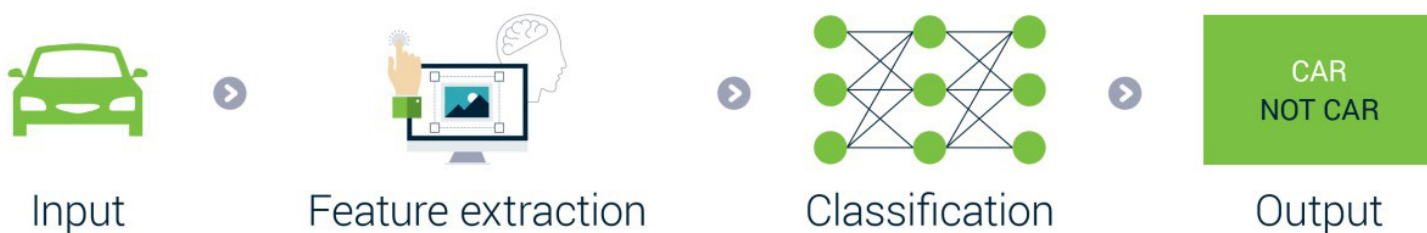
بسیاری نوروں تشکیل شده‌اند، شبکه، ارتباط بین چندین دسته از داده (همانند نوروں‌ها در مغز) را آموزش دیده و سپس با استفاده از آن می‌تواند موارد مشابه را تشخیص دهد. این روش به دلیل نزدیک‌بودن به ساختار پیچیده مغز انسان روش دقیق‌تر و کاربردی‌تری نسبت به روش‌های دیگر یادگیری ماشین به حساب می‌آید.

یادگیری عمیق (Deep Learning) زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشین در هوش مصنوعی است که از شبکه‌هایی با قابلیت یادگیری از داده‌های بدون ساختار، به شیوه‌ای که انسان روی آن نظارت و دخالت ندارد، استفاده می‌کند. برای آموزش چنین شبکه‌هایی به حجم بزرگی از داده نیاز است؛ اما در مقابل، هنگام پردازش داده‌ها می‌توانند آن‌ها را با پاسخ دریافت‌شده از یک سری سؤالات باینری درست یا غلط شامل محاسبات پیچیده ریاضی طبقه‌بندی کنند و میزان دقت تشخیص را بسیار بالا ببرند. در ابتدای کار، در

زنجیره تشخیص فعالیت سامانه پوشیدنی با استفاده از داده‌برداری، پیش‌پردازش و طبقه‌بندی داده‌ها شکل می‌گیرد؛ به این صورت که داده‌برداری با استفاده از سامانه باسیم (لباس) یا بی‌سیم، پیش‌پردازش با استفاده از فیلترینگ (حذف داده‌های پرت یا نویزی، سیگنال‌های تقطیع‌شده در اثر قطعی سیم یا بلوتوث و ...) و طبقه‌بندی نیز با کمک یک مدل یادگیرنده هوش مصنوعی که دارای تشخیص با دقت بالاست، انجام می‌شود.

به‌طور کلی هوش مصنوعی (AI) تکنولوژی‌ای است که دارای همان ویژگی‌های هوش طبیعی انسان مانند استدلال، تعامل و تفکر است و توانمندسازی آن به وسیله یادگیری ماشین (ML) انجام می‌شود. در یادگیری ماشین، شبکه یادگیری را از خودش آغاز کرده و مرتباً سعی در بهبود رفتار خود دارد. یکی از الگوریتم‌های خاص یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی (ANN) است. در این الگوریتم، شبیه به شبکه‌های عصبی درون مغز ما که از تعداد

Machine Learning



Deep Learning



◆ چه کسانی پروژه توانبخشی از راه دور را شروع کردند؟

این طرح از سال ۹۸-۹۷ در مرکز موفقیان، تحت نظر دکتر بهزادی پور، در قالب تیم پژوهشی سپنتا، شروع به کار کرد. سپس پروژه‌های متعددی روی آن تعریف شد و همچنان ادامه دارد.

◆ شما در این پروژه با چه چالش‌هایی روبه‌رو بودید؟

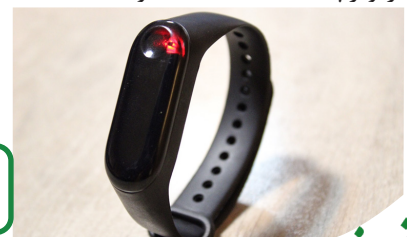
در این پروژه، تشخیص فعالیتی که فرد از راه دور انجام می‌داد، به وسیله دو سنسور و دیتای عددی، به دلیل نداشتن تصویر، کار سختی بود. بنابراین به مدل‌های یادگیرنده از جمله یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، نیاز داشتیم که زیرمجموعه تکنولوژی هوش مصنوعی هستند.

◆ سامانه پوشیدنی اولیه چه کاربردی داشت؟

بیشترین کاربرد این لباس، جمع‌آوری دیتا برای مدل‌های یادگیری ماشین بود. برای داده‌برداری، در ابتدای کار از دوازده نمونه، (سه فرد دارای پارکینسون و نه فرد سالم) خواسته شد که ۳۴ فعالیت متفاوت را انجام دهند و از آن‌ها داده‌برداری شد.

◆ فعالیت‌های طراحی شده چگونه و بر چه اساسی بودند؟

این فعالیت‌ها براساس پروتکل داده‌برداری به دو قسمت تقسیم می‌شدند؛ چهارده فعالیت شامل کارهای روزمره (ADL) مثل راه رفتن، نشستن و برخاستن و ... و بیست فعالیت مخصوص افراد دارای بیماری پارکینسون (LSVT_BIG) با دامنه حرکتی زیاد که برای تحریک عضلات بود. تعداد و نوع فعالیت‌های تعریف شده براساس ادبیات و مقالات و همچنین تحت نظر پزشک بالینی و فیزیوتراپیست انتخاب شده بودند.



◆ این سامانه پوشیدنی به چه صورتی طراحی شد؟

دوخت و طراحی لباس، انتخاب سنسورها و محل قرارگیری هر کدام از آن‌ها، توسط تیم سامانه پوشیدنی سپنتا در مرکز موفقیان، تحت نظر دکتر بهزادی پور، صورت گرفت.



سامانه پوشیدنی سپنتا

◆ سنسورها و اجزای دیگر چگونه روی لباس تعبیه شدند؟

این لباس دارای یک برد مرکزی و دو سنسور بزرگ و کوچک روی هر شاخه از بدن (دست‌ها، پاها و کمر) و در مجموع ده سنسور است که از انتهای هر سنسور بزرگ با سیم به برد مرکزی وصل شده و توسط پروتکل وای‌فای به یک آی‌پی خاص در کامپیوتر ست می‌شود.

◆ چه زمانی به این نتیجه رسیدید که این سامانه پوشیدنی پاسخگوی نیازها نیست و به سمت مدل بی‌سیم رفتید؟

پس از داده‌برداری و انجام تست‌های مختلف متوجه شدیم که تعداد ده سنسور برای کاربرد تجاری و همچنین برای بیماری که در خانه است، زیاد هستند. بنابراین دانشجوها در تحقیقات و پروژه‌های خود به دنبال دست‌یابی به بهترین آرایش دوتایی سنسور و بهینه‌سازی هزینه‌ها بودند. در نهایت محل قرارگیری سنسورها، یکی بر روی مچ دست و دیگری بر روی ران پا، انتخاب شد.

سامانه بی‌سیم سپنتا
(محل قرارگیری روی ران پا)

سامانه بی‌سیم سپنتا
(محل قرارگیری روی مچ دست)

◆ سیستم بی‌سیم نسبت به سامانه پوشیدنی چه مزایایی دارد؟

این لباس علاوه بر محدودیت حرکتی که برای افراد ایجاد می‌کرد، گاهی هنگام پوشیدن، سیم‌هایش قطع می‌شد و عیب‌یابی آن بسیار زمان‌بر بود. انتقال دیتای سنسورهای لباس، از طریق وای‌فای و توسط کامپیوتر انجام می‌شد؛ اما این دیتاها در سیستم وایرلس از بلوتوث و بر روی گوشی، با کمک اپ ساخته شده، راحت‌تر قابل دسترسی بودند. قیمت هر سنسور وایرلس حدود ۳۷ دلار بود که در مجموع از هزینه لباس کمتر می‌شد.

◆ چگونه داده‌برداری با سیستم بی‌سیم، صورت می‌گرفت؟

در ابتدا برای جلوگیری از ایجاد داده‌های پرت، فعالیت‌های مختلف به صورت کلی به افراد آموزش داده می‌شد. سپس سنسورها یکی بر روی مچ دست و دیگری ده سانتی‌متر بالای زانو، قرار می‌گرفتند. بعد، فعالیت توسط فرد انجام می‌شد و دیتاها از طریق بلوتوث برای یک اپ به گوشی ارسال و به فرمت CSV ذخیره می‌شدند. زمان تقریبی داده‌برداری برای هر فرد یک ساعت بود. همچنین این سیستم می‌توانست حداقل دو ساعت با فرکانس ۱۰۰ هرتز داده‌برداری کند.



❖ اپلیکیشنی که بیمار از آن استفاده می‌کند، چگونه کار می‌کند؟

در اپلیکیشن، فعالیت‌ها زیر نظر پزشک انتخاب، پکیج‌بندی و بر روی گوشی ست می‌شوند. هنگامی که بیمار حرکتی را انجام می‌دهد، اپ با استفاده از آموزشی که دیده است، تشخیص می‌دهد که فرد فعالیت را درست انجام داده است یا نه. سپس نتایج را برای پزشک بالینی فرد می‌فرستد تا او روند درمان را بدون حضور بیمار مشاهده کند.

❖ آیا این سامانه توانبخشی از راه دور می‌تواند به بهبود بیماران نیز کمک کند؟

این فعالیت‌های حرکتی بیشتر در جهت پیشگیری از بدتر شدن وضعیت فرد هستند و وضعیت فرد را پایدار می‌کنند؛ زیرا فعالیت‌های با شدت بالا موجب می‌شود که عضله به فعالیت عادت کرده و از بدتر شدن اوضاع آن و تحلیل رفتن آن جلوگیری می‌کنند. برخی از بیماران نیز گزارش کرده‌اند که این حرکات باعث بهبود حال روحی و جسمی‌شان شده است.

❖ آیا کار مشابهی نیز برای توانبخشی از راه دور انجام شده است؟

بله. در کار قبلی، فرد روبه‌روی دوربین کینکت می‌نشست و بر روی صفحه مانیتور روبه‌روی او، بازی‌ای که توسط پزشک انتخاب شده بود، قرار می‌گرفت. این بازی به گونه‌ای بود که در طی آن، فرد حرکاتی انجام می‌داد که باید عضلات خود را به عمل وامی‌داشت تا بازی به درستی انجام شود. دوربین کینکت مختصات بدن را شناسایی می‌کرد و تشخیص می‌داد که بازی درست انجام شده است یا نه و در نهایت، نتیجه بازی را برای پزشک بالینی می‌فرستاد. این سامانه به دلیل تأثیر مثبت درمانی که داشته، مورد توجه مراکز درمانی قرار گرفته و در حال ورود به فرایند تجاری‌سازی است.

❖ آیا سامانه سینتا تجاری‌سازی شده است؟

در حال حاضر این سامانه مراحل استانداردسازی و گرفتن مدارک لازم از اداره کل تجهیزات پزشکی را طی می‌کند و اسم تجاری آن نیز، «سامانه توانبخشی از راه دور سینتا» است.



اپلیکیشن توسعه داده شده برای سامانه سینتا



تمرین‌های انتخابی توسط درمانگر برای بیمار

❖ دیتای مورد استفاده برای آموزش شبکه و تحلیل شامل چه چیزهایی بودند؟

سنسورهای سیستم بی‌سیم، دارای IMU هستند که پارامترهای مختلفی را اندازه‌گیری و گزارش می‌کنند؛ اما در اینجا از دیتای سرعت زاویه‌ای (Gyro) در سه محور و شتاب خطی (Acc) در سه محور استفاده می‌شد و اپلیکیشنی که آقای احسان پرتوی طراحی کرده بودند، آن‌ها را در حافظه گوشی اندروید ذخیره می‌کرد.

❖ آیا خود شما نیز داده‌برداری انجام دادید؟ چرا؟

بله. با افزایش و تنوع سناریوها (فعالیت‌ها) باید دیتای بیشتری برای آموزش به شبکه داده می‌شد. بنابراین تیم ما بیش از ۸۰ فرد را داده‌برداری کرد که شامل افراد سالم، جوان، مسن (بالای ۴۰ سال) و بیماران پارکینسونی بود و خود من به شخصه از حدود ۳۰ نفر داده‌برداری کردم.

❖ شما از چه مدلی استفاده کردید؟

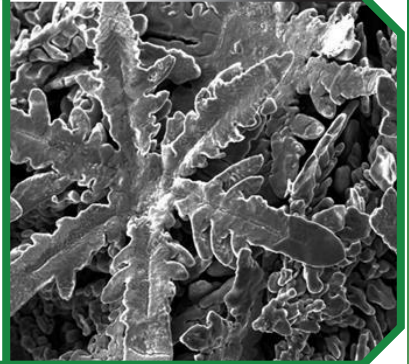
من از مدل یادگیری عمیق برای افزایش دقت شبکه استفاده کردم (LSTM & CNN). با استفاده از این مدل و پس‌پردازش، دقت نتایج به ۸۵ درصد رسید که برای این تعداد فعالیت، نتیجه خوبی است؛ اما برخی فعالیت‌ها در ماهیت بسیار به هم شبیه بودند که این موضوع، دقت شبکه را پایین می‌آورد. چالشی که در این مدل وجود داشت آن بود که همچنان علاوه بر داده‌برداری، نیاز به افزایش تعداد داده‌ها بود. بنابراین من شش روش افزایش داده را بررسی کردم و در نهایت حجم پایگاه داده را تا حدود سه برابر افزایش دادم که منجر به دقت ۹۵ درصد در تشخیص شبه لحظه (با تأخیر) و ۸۹ درصد در تشخیص در لحظه بود. سپس از دیتای ورودی شازنده ویژگی استخراج شد که از آن‌ها در جهت تشخیص نوع فعالیت استفاده می‌شد.

❖ روش‌های افزایش داده چه فوایدی داشت و شامل چه چیزهایی بود؟

روش‌های افزایش داده به پایگاه داده تنوع می‌بخشید و باعث تقویت شبکه می‌شد که شامل افزایش طول سیگنال در حوزه زمان، افزایش دامنه سیگنال، ترکیب خطی دو پنجره، یادگرفتن دیتا و ساختن دیتای جدید توسط یک دیتا یا گروهی از آن‌ها و ... بود.

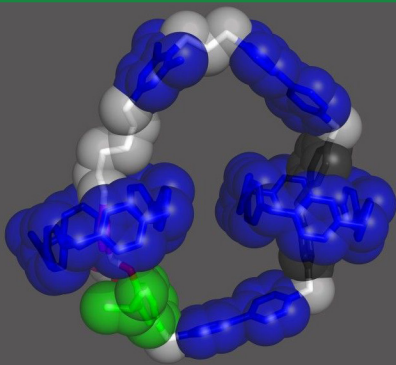
دانه برف فلزی

دانشمندان استرالیا و نیوزیلند در حال پژوهش در سطح اتمی، به خلق غیرمنتظره‌ای رسیدند؛ دانه برف‌های فلزی بسیار کوچک! چنین ساختاری از آن جهت شایان توجه است که واداشتن اتم‌های منحصر به فرد به برقراری پیوند با هم به شیوه‌های دلخواه، منجر به انقلابی در مهندسی و فناوری از طریق نانومواد خواهد شد. برای ساخت نانوکریستال‌های فلزی، پژوهشگران در حال انجام آزمایش با گالیوم بوده‌اند؛ فلزی نقره‌ای و نرم که در ساخت نیمه‌رساناها به کار می‌رود و در دمایی کمی بالاتر از دمای اتاق مایع است. آن‌ها فلزات را در گالیوم حل می‌کردند و پس از خنک شدن، کریستال‌ها شکل می‌گرفتند، در حالی که گالیوم مایع باقی می‌ماند. چنین ساختارهایی در بعد نانو می‌توانند به کمک صنعت الکترونیک بیایند، مواد را محکم‌تر و در عین حال سبک‌تر کنند و حتی با چسبیدن به سموم در تمیزکاری محیط زیست نیز کارآمد باشند.



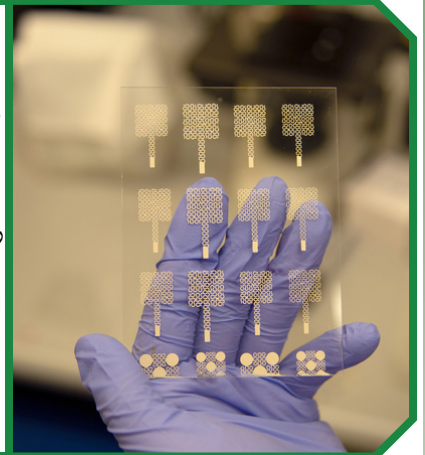
موتور مولکولی

گروهی متشکل از چند رشته پژوهشی زیر نظر دانشگاه نورث وسترن آمریکا، یک موتور الکتریکی ساخته‌اند که با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شود؛ موتوری در ابعاد مولکولی. این موتور که دو نانومتر ضخامت دارد، نخستین موتور از نوع خود است که به فراوانی تولید می‌شود. عملکرد این موتور الکتریکی بر پایه ساختاری زنجیری است که اجزای آن حلقه‌های گیر کرده در دو حلقه کوچک‌تر هستند و فرآیندهای اکسایش-کاهش دارند. برای نمونه، با اعمال اختلاف پتانسیل، این موتور دست‌خوش حرکتی یک‌سویه می‌گردد. از مزایای این موتور می‌توان به ساخت آسان، عملکرد سریع و عدم تولید فرآورده آتلافی اشاره کرد. این دستاورد اولیه، یعنی موتوری که با اعمال اختلاف پتانسیل به حرکت یک‌سویه در سطح مولکولی بینجامد، در علم مواد و به ویژه حوزه دارو کاربرد دارد؛ جایی که موتور الکتریکی می‌تواند با موتورهای زیست‌مولکولی بدن ترکیب شود.



الکترودهای چاپ شده

الکترودها، ساختارهای پرزرق و برق ماریچی که انرژی وسایل الکتریکی را تأمین می‌کنند، می‌توانند به وسیله همان فناوری‌ای که تی شرت‌های کنسرت را چاپ می‌کند، ساخته شوند. پژوهش انجام شده به دست پژوهشگران دانشگاه ایالت واشنگتن نشان می‌دهد که چاپ الکترودها تنها به وسیله چاپگرهای سیلک‌اسکرین، قادر به پدید آوردن الگوی مداری انعطاف پذیر و بادوامی است که می‌توان آن را مستقیماً به پارچه انتقال داد و پوشید. پژوهشگران فرایندی چندمرحله‌ای را پیش گرفتند تا بتوانند پلیمر و جوهر فلز را لایه‌بندی کنند و ساختارهای ماریچی الکترودها را پدید آورند. این الکترودها می‌توانند تاسی در صد انعطاف داشته باشند و تا ۱۸۰ درجه خم شوند. با اینکه این پژوهش روی نوار قلب تمرکز داشته، اما پروسه چاپ سیلک‌اسکرین می‌تواند در دامنه گسترده‌ای برای ساخت الکترودها به کار رود؛ دامنه‌ای شامل فناوری‌های شبیه ساعت هوشمند و فیتنس ترکر. چنین وسایل الکتریکی پوشیدنی‌ای می‌توانند در نظارت بر سلامت شخص در بیمارستان و خانه نیز به کار بروند.



حسگرهای باکتریایی

گروهی از مهندسان در دانشگاه رایس، باکتری‌ها را به گونه‌ای مهندسی کرده‌اند که حضور آلاینده‌های گوناگون را به سرعت حس کنند. این سلول‌ها می‌توانند به گونه‌ای برنامه‌نویسی شوند که مهاجمان شیمیایی را تشخیص داده و با پدید آوردن یک جریان الکتریکی کشف‌شدنی در عرض چند دقیقه، آن را گزارش دهند. بنا بر گفته پژوهشگران، چنین دستگاه‌های هوشمندی خود، تأمین‌کننده انرژی خود هستند؛ بدین گونه که ضمن پایش محیط‌هایی چون رودها، مزرعه‌ها، محیط‌های صنعتی و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، انرژی مورد نیاز خود را، هم‌زمان از همان محیط جمع‌آوری می‌کنند. اطلاعات محیطی‌ای که با این باکتری‌های خودتکثیرشونده رد و بدل می‌شوند، می‌توانند با جایگزینی تنها یک پروتئین از هشت جزء زنجیر مصنوعی حمل الکترون که سیگنال حسگر را برمی‌انگیزاند، شخصی‌سازی شوند. این میکروب‌های مهندسی‌شده، می‌توانند در آینده از پایش میکروبیوم‌های (زیست‌بوم میکروارگانیسم‌ها) روده گرفته تا حس کردن آلاینده‌هایی چون ویروس‌ها، کارهای بسیاری انجام دهند.

