دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸

پردازش

گاه‌نامه علمی - تخصصی انجمن علمی مکاترونیک- دانشگاه شهید بهشتی

شماره ٤ سال سوم تابستان ۱۴۰۲

- اثر نانوبات بر روی ناباروری و درمان و سرطان
- کاربرد هوش مصنوعی در باتری‌های لیتیم یونی
- خطرات شبکه 5G بر سلامت انسان
- هوش مصنوعی در مهار آلاینده‌ها
- آغاز تفکر مصنوعی و زندگی با آن
- Energy management strategy of hybrid power systems

نشریه علمی- تخصصی پردازش

صاحب امتیاز: انجمن علمی مکاترونیک دانشگاه شهید بهشتی

مدیر مسئول: مهدی سرشار

سردبیر: مهدی سرشار

صفحه آرا: تیم EDI (به مسئولیت نگار سرشار)

طراح جلد: آناهید کائیدانی

ویراستاران: نگار سرشار، علی نصیری، سیاوش گیتی‌فر، امیرمحمد آقازاده

سرپرست ویراستاران: نگار سرشار

هیئت تحریریه: فاطمه فاطمیان، ضحی عالمی، محمد مبین ملکی، علیرضا طالب‌زاده نوری، امیرمحمد کرباسی رفسنجانی، علی غزی، سمیرا صفری نجف‌آبادی، سید امیر خوش‌رو، محمدرضا محمدیان آسیابر، جابر کوچکی

ارتباط با ما:

@SBU_MECHATRONIC

mechatronics.sbu@gmail.com

sbu_mechatronic

مدیریت فرهنگی و اجتماعی
پردیس فنی مهندسی شهید عباسپور

تهران- میدان نوبنیاد- اتوبان شهیدبابایی- نرسیده به حکیمیه- پردیس فنی مهندسی شهیدعباسپور- انجمن علمی دانشجویی مکاترونیک دانشگاه شهید بهشتی- کد پستی: ۱۶۷۶۵۱۷۱۹

فهرست

۱) سخن آغازین.....۴

۲) اثر نانوبات‌ها بر روی ناباروری و درمان سرطان.....۵

۳) آغاز تفکر مصنوعی و زندگی با آن.....۹

۴) خطرات شبکه 5G بر سلامت انسان.....۲۳

۵) کاربرد هوش مصنوعی (AI) در باتری‌های لیتیم یونی.....۳۱

۶) هوش مصنوعی در مهار آلاینده‌ها.....۳۸

7) Energy management strategies for hybrid power systems…….....44

سخن آغازین

به نام خداوند بخشنده و مهربان

"پردازش" نام نشریه‌ای است که به همت شما، دانشجویان، اساتید و محققان با استعداد حوزه مکاترونیک، رباتیک و هوش مصنوعی به وجود آمده‌است.

این نشریه پلی است از ذهنیت به علمیت، از تئوری تا عمل.

مکاترونیک، به عنوان ترکیبی هنرمندانه از مکانیک، الکترونیک و کامپیوتر، دامنه‌ای است که در آن خلق و ابتکار با دانش همراه می‌شود.

در دانشگاه شهید بهشتی، جایی که دانش و پژوهش همواره در دستان هوش و پشتکار جوانان است، ما با افتخار این دانش و تلاش‌ها را در "پردازش" میزبانی می‌کنیم. ایجاد فضایی است که افکار نو، ابتکارات تازه و پژوهش‌های علمی برمی‌خیزد، تا در ارتقا علم و فناوری تاثیرگذار باشد.

امیدواریم که این نشریه، بخشی از راهی باشد که در آن تجربی و تئوری، به اشتراک گذاشته می‌شود؛ راهی که نور پژوهش‌های روشنگرانه‌تان، راهنمای ما خواهد بود.

به همین منظور، دعوت می‌کنیم تا با مطالعه این شماره نشریه، از آن به عنوان جامعه‌ای پویا و پویابخش حمایت کنید.

با تقدیر از تلاش‌های همگی، به امید دستاوردهای جدید و موفقیت‌های بیشتر در راه پیشرفت علمی و فناوری

مدیر مسئول نشریه پردازش انجمن علمی مکاترونیک دانشگاه شهید بهشتی

مهدی سرشار

اثر نانوبات‌ها بر روی ناباروری و درمان سرطان

فاطمه فاطمیان، کارشناس علوم سلولی و مولکولی، دانشگاه علم و فرهنگ
fatemianfatemeh20@gmail.com

ضحی عالمی، دانشجوی رشته بیوتکنولوژی، دانشگاه علم و فرهنگ
zohaalemi1400@yahoo.com

چکیده

زمانی انسان به اوج کشف و تولید دست پیدا می‌کند که بین تمامی رشته‌ها پلی برای ارتباط ایجاد کند. امروزه تحقیقات زیادی در زمینه هوش مصنوعی و رباتیک، که یکی از زیر شاخه‌های هوش مصنوعی است، صورت گرفته‌است و ادغام این دو علم منجر به پیشرفت‌های چشمگیری شده‌است. ربات‌ها در حقیقت حرکت‌های انسانی را معادل‌سازی می‌کنند و کاربردهای فراوانی در زمینه‌های مختلف دارند و نقش پررنگی در زندگی انسان ایفا کرده‌اند. با پیشرفت علم نانو و به کارگیری آن در کنار علم رباتیک ساخت ربات‌های گمنام ممکن شد. این ربات‌های گمنام که در مقیاس نانو (نانو ربات‌ها) ساخته می‌شوند، در رشته‌های بیولوژیکی (زیست‌شناسی) و پزشکی کاربردهای بی‌شمار دارند از قبیل درمان سرطان، درمان ناباروری، تحویل دارو به سلول‌های بدن و ... .

مقدمه

نانو ربات‌ها ماشین‌های کوچک نوظهوری هستند که هدف از تولید آن‌ها دستیابی به حرکت در مقیاس خرد می‌باشد. این ربات‌ها کاربردهای متنوعی دارند از جمله دارورسانی، دستکاری تک سلولی، ریزجسگرها، جراحی در مقیاس نانو، توانایی انجام کار هم‌تراز با ماشین‌های بزرگ و ... ، که در بخش‌های بعدی دارورسانی در بیماری سرطان را بررسی خواهیم کرد. بین انواع نانو ربات‌ها، روی نانو ربات‌های آلی و معدنی مطالعات بیشتری صورت گرفته‌است که هر کدام مزایا و معایبی دارند و به تنهایی نمی‌توان از آن‌ها در بدن انسان استفاده کرد. نکته‌ی بسیار مهم در ساخت نانو ربات‌ها منابع، نحوه و مقدار انرژی‌دهی برای حرکت هست؛ اگر محققان بتوانند موتورهای زیستی سلول‌های زنده را درک کنند و به چگونگی تولید انرژی زیستی سلول‌ها دست یابند، می‌توانند درک درستی از نحوه انرژی‌دهی به دستگاه‌هایی در ابعاد خیلی کم از قبیل نانو برسند.

نانو ربات‌های آلی یا معدنی؟

نانو ربات‌های آلی از ترکیب ماده ژنتیکی ویروس و باکتری ایجاد می‌شوند. طبیعتا این نوع، ضرر کمتری برای موجودات زنده[1] دارد. از ساختارهای الماس، پروتئین‌های مصنوعی و مواد دیگر برای ساخت نانو ربات‌های معدنی به کار گرفته استفاده می‌شود؛ که نسبت به نانو ربات‌های آلی خطر بیشتری برای موجودات زنده دارند. برای غلبه بر ضرر و سمی بودن این مواد، محققان کپسوله کردن نانو ربات‌ها را پیشنهاد داده‌اند، در این صورت احتمال تخریب آن توسط مکانیسم دفاع شخصی بدن هم کاهش می‌یابد.

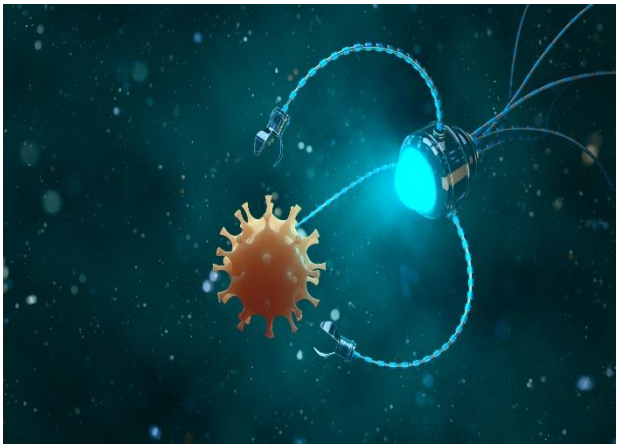
[1]Organisms

دارورسانی نانو ربات‌ها در بیماری‌های گوناگون به ویژه سرطان

یکی از کاربردهای مشهور نانو ربات‌ها، تحویل دارو به بافت-های بدن است؛ که به روش‌های مختلفی انجام می‌شود. به عنوان مثال محققان با استفاده از زامه طبیعی و مجهز کردن آن به نانو ذرات و دارو، ماده دارویی مدنظر را به بافت‌های بدن منتقل می‌کنند. البته که سمیت نانو ذرات هنوز یک موضوع مورد بحث است. به همین خاطر برخی از محققان از ریزلوله‌ها برای محصور کردن سلول‌های زامه استفاده کنند. زامه بات‌ها[۲] یکی از ربات‌های معروف این حوزه هستند. آن‌ها از حرکت تاژک‌دار سلول‌های زامه برای حرکت استفاده می‌کنند؛ در نتیجه سرعت مناسب و قابل توجهی دارند و همچنین به هیچ سوخت سمی در محیط خود نیاز ندارند. محققان برای تعیین حرکت آن‌ها، ربات را با یک ماده مغناطیسی جفت می‌کنند، به این صورت زامه بات‌ها می-توانند هدایت شوند و جهت حرکت آن‌ها را می‌توان با استفاده از میدان‌های مغناطیسی خارجی به خوبی کنترل کرد. در بیماری‌هایی مثل سرطان که نیاز به ارسال دارو و شیمی درمانی است، استفاده از این ربات‌های کوچک کاربرد زیادی دارد. در بحث سرطان رحم، به کمک روش‌های سنتی از قبیل جراحی و شیمی درمانی می‌توان وارد عمل شد که طبیعتا هر یک از این روش‌ها معایب و مضرات خاص خود را دارند ولی با پیشرفت در بحث رباتیک، زامه بات‌ها به کمک پزشکان آمده و از آنجایی که زامه برای شنا در این محیط از قبل سازگار شده‌است، می‌توانند ناقل خوبی برای انتقال دارو باشند. همچنین زامه به طور طبیعی با سلول‌های دیگر ترکیب می‌شود، به همین خاطر می‌توانند به طور بالقوه داروها را مستقیم به سلول‌های هدف مورد نظر برسانند. استفاده از زامه‌ها این مزیت را دارد که ایمن‌تر هستند، زیرا نه باعث بیان ژن تولید پروتئین‌های بیماری زا می‌شوند و نه به مجتمع‌های نامطلوب (مثل سرطان) تکثیر می‌شوند.

درمان ناباروری به وسیله نانو بات‌ها

از علم رباتیک در درمان ناباروری هم استفاده می‌شود. امروزه تکنیک‌های کمک باروری پیشرفته گرچه ثمر داشته-اند ولی با این حال میزان موفقیت آن‌ها هنوز پایین است. این تکنیک‌ها به ترتیب شامل خارج کردن تخمک از بدن، لقاح در ظرف کشت سلول[۳]، کشت جنین و لانه‌گزینی مجدد جنین به داخل رحم است. در این میان محققان با استفاده از زامه بات‌ها این مراحل طولانی و پرهزینه را دور زده و با هدایت زامه بات‌ها به سمت تخمک‌های هدف در داخل بدن انسان به درمان ناباروری پرداخته‌اند. این کار با استفاده از ریزلوله و یا سیم پیچ‌های آهنی انجام می‌شود. برای حرکت دادن آن‌ها، اگر از ریز لوله استفاده شود، تاژک سلول زامه برای به جلو راندن آن به سمت جلو عمل می‌کند در حالی که مارپیچ آهنی برای هدایت، نیاز به میدان‌های مغناطیسی خارجی دارد. یکی از دلایل اصلی ناباروری در مردان گاهی تحرک کم زامه نامیده می‌شود، وضعیتی که در آن زامه سالم است اما نمی‌تواند به طور موثر شنا کند تا به تخمک برای لقاح برسد. طبق تحقیقات صورت گرفته، در میان



[2]Spermbot

[3]Petri dish

زوج‌هایی که برای بچه‌دار شدن تلاش می‌کنند، شریک مرد در حدود ۴۰ درصد مواقع در ناباروری نقش دارد. تکنیک‌هایی مانند لقاح مصنوعی یا لقاح آزمایشگاهی (IVF) می‌توانند کمک کنند، اما خیلی قابل اعتماد نیستند و یا پیچیده و گران هستند. محققان برای حل این مشکل نیز استفاده از مارپیچ فلزی را پیشنهاد کرده‌اند. آن‌ها با استفاده از خود تاژک زامه، مارپیچ فلزی را طراحی کرده‌اند که می‌تواند دور تاژک زامه بپیچد و آن را به حرکت درآورد. در تمامی این روش‌ها دانشمندان با چالش‌های مختلفی سروکار دارند، از جمله:

- به عنوان مثال زامه باتها در دستگاه تناسلی زنان به دلیل مکانیسم‌های دفاعی طبیعی، در معرض آسیب و خطر هستند. آن‌ها حدود ۳۰ دقیقه پس از ورود به بدن زن، به دلیل جریان برگشتی واژن، PH اسیدی و بیگانه‌خواری[۴] توسط گویچه‌های سفید[۵]، کمتر از ۱ درصد از سلول‌های زامه، زنده در دستگاه تناسلی زنانه باقی می‌مانند. می‌توان با استفاده از ریزلوله‌ای که سلول زامه را در زامه بات می‌پوشاند، آن را به روش‌هایی برای جلوگیری از بالا رفتن شمار گویچه‌های سفید[۶] مجهز کرد، همانند روشی که عوامل بیماری‌زای[۷] باکتریایی قادر به غلبه بر غرق شدن و کشتن بر اساس بیگانه‌خواری با روش‌های مسدودکننده مناسب هستند.
- علاوه بر آن، تمامی سلول‌های زامه، حرکات یکسانی ندارند. تحرک آن‌ها از فردی به فرد و حتی در یک فرد متفاوت است. این یک دلیل برای نگرانی است زیرا ما به سلول‌های اسپرمی نیاز داریم که تحرک بالایی داشته باشند و تا حد امکان برای تحریک کارآمد باشند.
- همچنین ریزلوله به خودی خود نباید سمی باشد و باید بتواند از موانعی که ممکن است در مسیر رسیدن به محل مورد نظر با آن برخورد کند عبور کند.
- یکی دیگر از چالش‌ها، اتصال ریزلوله به سلول زامه (تصادفی بوده و یک فرآیند بسیار کم بازده) است.
- در حالی که سلول زامه به خودی خود بسیار زیست سازگار است، این احتمال وجود دارد که میکروب‌های مضر خود را به آن بچسبانند و آن را برای استفاده پزشکی بی‌فایده کنند. برای جلوگیری از این امر، عوامل ضد باکتری باید در داخل ریز لوله‌ها اعمال شود تا از سلول‌های زامه محافظت شود.
- در حالی که میدان‌های مغناطیسی در جهت‌دهی حرکت زامه باتها بسیار خوب هستند، سایر مکانیسم‌های رفتار/کنترل تاکتیکی خوب نیز باید بررسی شوند. زامه‌های بالغ[۸] همچنین به محرک‌هایی از قبیل کموتاکسی، ترموتاکسی نیز پاسخ می‌دهند.
- برای اطمینان از هدف‌یابی دقیق نرم‌افزاری، یک فناوری ردیابی مناسب برای تصویربرداری و هدایت زامه باتها ضروری است. در حال حاضر تکنیک‌های مختلفی وجود دارند که هرکدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. باید یک استراتژی آسان برای کنترل وجود داشته باشد؛ تا به رهاسازی دارو در محل موردنظر پس از رسیدن زامه باتها به آنجا کمک کند.

[4]Phagocytosis
[5]White blood cells OR Leukocytes
[6]Leukocytosis
[7]Pathogen

[8]Spermatozoid

- در مورد لقاح با زامه بات‌ها، فقط باید بارورترین سلول‌های زامه را انتخاب کنیم. احتیاط در مورد آسیب احتمالی به زامه در هنگام گرفتن آن و آسیب به تخمک در هنگام تحویل زامه از طریق زامه بات مغناطیسی از دیگر نگرانی‌های اصلی است.

نتیجه‌گیری

ساخت این ربات‌ها ابعاد وسیعی از مطالعات و تحقیقات پیش بالینی را می‌طلبد و همچنان ترجمان علم در حیوانات آزمایشگاهی را؛ چرا که نهال این علم به تازگی روییده‌است. می‌توان گفت در آینده‌ای نه چندان دور نانو ربات‌ها به جراح‌های مولکولی شناخته بشوند چرا که آن‌ها به درون بافت‌ها رفته و سطح سلول‌ها را می‌شکافند تا بتوانند برای کمتر کردن و حتی از بین بردن اثرات جانبی داروها و درمانی سریع‌تر، برای انواع بیماری‌ها مثل سرطان، دارورسانی کنند؛ همچنین در بیماری‌هایی که نیاز به حرکت و انتقال سلول‌ها و یا بافت‌های بدن فرد بیمار هست؛ می‌توانند نقش موثری مثل انتقال زامه به کنار تخمک، به وسیله افزایش سرعت حرکت زامه‌ها داشته باشند. درست است که امروزه از روش‌های کمک باروری دیگری استفاده می‌شود؛ اما هر کدام از این روش‌ها معایبی دارند و تفاوت مهم اینجاست که این روش‌ها، روش‌های نسبتا دستی می‌باشند و افراد به وسیله ابزارهای دستی سلول‌ها را جابه‌جا می‌کنند و به دلیل خطای دید فرد زیرمیکروسکوپ و لرزش دست‌ها هنگام جابه‌جایی ممکن است به خود بافت زامه یا تخمک صدمه بزند و منجر به تشکیل رویانی بشود که آسیب دیده‌است و در نهایت یا به جنین تبدیل نمی‌شوند و یا اینکه جنین بیمار خواهد شد؛ اما نانوبات‌ها به دلیل ماشینی بودنشان دیگر این اشتباهات را هنگام جابه‌جایی سلول‌ها نخواهند داشت و در نتیجه می‌توانند درمانی با درصد موفقیت بسیار بالاتری داشته باشند.

منابع

۱. عظیمی، نازیلا، جهانیان، مریم، ایمان‌زاده، مهرداد، و کشوری، حمید. (۱۳۹۳). کاربرد میکروربات و نانو ربات‌های پزشکی در تله مدیسین. بیمارستان، (ویژه‌نامه).

2. Aggarwal, M., & Kumar, S. (2022). The Use of Nanorobotics in the Treatment Therapy of Cancer and Its Future Aspects: A Review. *Cureus*, *14*(9), e29366.
3. Dolev, S., Narayanan, R. P., & Rosenblit, M. (2019). Design of nanorobots for exposing cancer cells. *Nanotechnology*, *30*(31), 315501.
4. Dolev, S., Narayanan, R. P., & Rosenblit, M. (2019). Design of nanorobots for exposing cancer cells. *Nanotechnology*, *30*(31), 315501.
5. Singh, A. V., Ansari, M. H. D., Mahajan, M., Srivastava, S., Kashyap, S., Dwivedi, P., Pandit, V., & Katha, U. (2020). Sperm Cell Driven Microrobots-Emerging Opportunities and Challenges for Biologically Inspired Robotic Design. *Micromachines*, *11*(4), 448.
6. Magdanz, V., & Schmidt, O. G. (2014). Spermbots: potential impact for drug delivery and assisted reproductive technologies. Expert Opinion on Drug Delivery, 11(8), 1125-1129

آغاز تفکر مصنوعی و زندگی با آن

محمد مبین ملکی، دانشجوی مهندسی برق، دانشگاه کردستان
Mobinmaleki101m@gmail.com

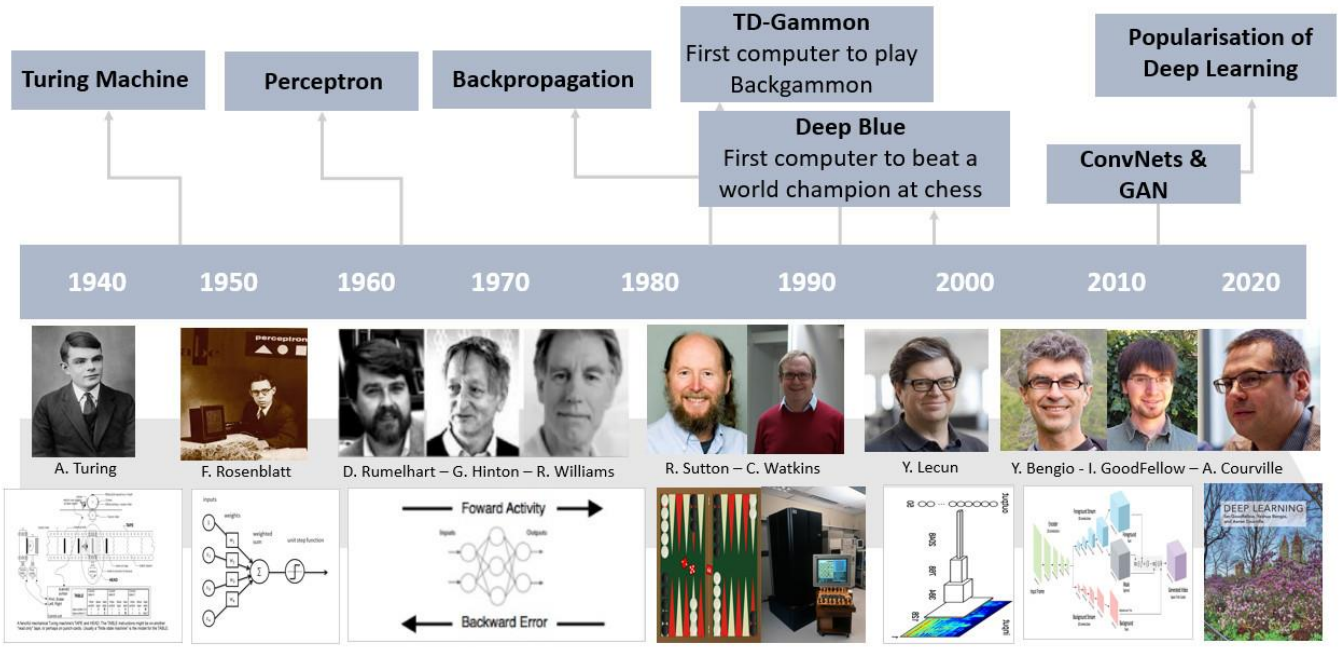
چکیده

هوش مصنوعی رشته‌ای از علم است که به ساخت رایانه‌ها و ماشین‌هایی می‌پردازد که می‌توانند استدلال کنند، بیاموزند و به گونه‌ای عمل کنند که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارد یا شامل داده‌هایی که مقیاس آن‌ها فراتر از آن چیزی که انسان می‌تواند تجزیه و تحلیل کند باشد. هوش مصنوعی روشی برای ایجاد یک کامپیوتر، یک ربات کنترل‌شده توسط کامپیوتر یا یک نرم‌افزار است که مانند ذهن انسان هوشمندانه فکر کند. هوش مصنوعی با مطالعه الگوهای مغز انسان و با تجزیه و تحلیل فرآیند شناختی انجام می‌شود. نتیجه این مطالعات باعث توسعه نرم‌افزارها و سیستم‌های هوشمند می‌شود.

مقدمه

در نیمه اول قرن بیستم، داستان‌های علمی تخیلی جهان را با مفهوم ربات‌های باهوش مصنوعی آشنا کرد. با مرد قلع "بی‌دل" از جادوگر شهر اوز شروع شد و با ربات انسان‌نما که خود را شبیه ماریا در متروپلیس کرد ادامه *یافت*. در دهه ۱۹۵۰، ما نسلی از دانشمندان، ریاضیدانان و فیلسوفانی داشتیم که مفهوم هوش مصنوعی از نظر فرهنگی در ذهنشان ادغام شده بود.

یکی از این افراد آلن تورینگ بود، یک جوان انگلیسی که امکان ریاضی هوش مصنوعی را بررسی می‌کرد. تورینگ پیشنهاد کرد که انسان‌ها از اطلاعات موجود و همچنین عقل برای حل مشکلات و تصمیم‌گیری استفاده کنند، پس چرا ماشین‌ها نمی‌توانند همین کار را انجام دهند. دهه ۱۹۵۰ با ظهور رایانه‌های مدرن، دانشمندان می توانند ایده‌های خود را در مورد هوش ماشینی آزمایش کنند. یک روش برای تعیین اینکه آیا کامپیوتر دارای هوش است یا خیر توسط ریاضیدان بریتانیایی و رمز شکن جنگ جهانی دوم، آلن تورینگ ابداع شد. آزمون تورینگ بر توانایی رایانه در فریب دادن بازجویان به این باور بود که پاسخ‌های آن به سؤالات آن‌ها توسط یک انسان ساخته شده‌است. دهه ۲۰۰۰ پیشرفت‌های بیشتر در یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، تشخیص گفتار و بینایی ماشین باعث ایجاد محصولات و خدماتی شد که شیوه زندگی امروزه ما را شکل داده‌است. این‌ها شامل راه‌اندازی موتور جستجوی گوگل در سال ۲۰۰۰ و راه‌اندازی موتور توصیه آمازون در سال ۲۰۰۱ است. دهه ۲۰۱۰ دهه بین ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ شاهد یک جریان ثابت از پیشرفت‌های هوش مصنوعی بود که شامل راه‌اندازی اپل سیری و دستیارهای صوتی الکسای آمازون است. پیروزی‌های IBM Watson در Jeopardy خودروهای خودران، توسعه اولین شبکه متخاصم مولد، راه‌اندازی TensorFlow و چارچوب یادگیری عمیق منبع باز گوگل. تاسیس آزمایشگاه تحقیقاتی OpenAI، توسعه‌دهندگان مدل زبان GPT-3 و تولیدکننده تصویر Dall-E است.



DeepMind می‌تواند سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که سرطان‌ها را با دقت بالایی تشخیص می‌دهد را پیاده‌سازی کند. دهه ۲۰۲۰، دهه کنونی شاهد ظهور هوش مصنوعی مولد، نوعی فناوری هوش مصنوعی است که می‌تواند محتوای جدیدی تولید کند. هوش مصنوعی مولد با یک درخواست شروع می‌شود که می‌تواند به شکل متن، تصویر، ویدیو، طرح، نت‌های موسیقی یا هر ورودی باشد که سیستم هوش مصنوعی بتواند پردازش کند. محتوا می‌تواند شامل مقاله‌ها، راه‌حل‌هایی برای مشکلات یا تقلبی واقعی باشد که از تصاویر یا صدای یک شخص ایجاد شده‌است. توانایی‌های مدل‌های زبانی مانند ChatGPT-3، Google's Bard و Megatron-Turing NLG مایکروسافت جهان را شگفت‌زده کرده‌است.

تاریخچه هوش مصنوعی

مفهوم اشیای بی‌جان دارای هوش از زمان‌های قدیم وجود داشته‌است. هفائستوس خدای یونانی در اسطوره‌ها به صورت جعل خدمتکاران ربات مانند از طلا به تصویر کشیده شد. مهندسان در مصر باستان مجسمه‌های خدایان را که توسط کشیشان متحرک شده بودند ساختند. در طول قرن‌ها، متفکرانی از ارسطو گرفته تا رامون لول، الهی‌دان اسپانیایی قرن سیزدهم تا رنه دکارت و توماس بیز، از ابزارها و منطق زمان خود برای توصیف فرآیندهای فکری انسان به عنوان نمادها استفاده کردند و پایه و اساس مفاهیم هوش مصنوعی مانند بازنمایی دانش عمومی را پی‌ریزی کردند.

هوش مصنوعی (AI)

هوش مصنوعی شبیه‌سازی فرآیندهای هوش انسانی توسط ماشین‌ها به ویژه سیستم‌های کامپیوتری است. کاربردهای خاص هوش مصنوعی شامل سیستم‌های خبره، پردازش زبان طبیعی، تشخیص گفتار و بینایی ماشین است. هوش مصنوعی به پایه‌ای از سخت‌افزار و نرم‌افزار تخصصی برای نوشتن و آموزش الگوریتم‌های یادگیری ماشین نیاز دارد. هیچ زبان برنامه‌نویسی به تنهایی مترادف با هوش مصنوعی نیست، اما پایتون، R، جاوا، سی پلاس پلاس و جولیا دارای ویژگی‌های محبوب توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی هستند. به طور کلی،

سیستم‌های هوش مصنوعی با دریافت مقادیر زیادی از داده‌های آموزشی برچسب‌گذاری شده، تجزیه و تحلیل داده‌ها برای همبستگی‌ها و الگوها و استفاده از این الگوها برای پیش‌بینی وضعیت‌های آینده کار می‌کنند. به این ترتیب، یک ربات چت که با نمونه‌هایی از متن تغذیه می‌شود، می‌تواند یاد بگیرد که تبادلات واقعی با افراد ایجاد کند، یا یک ابزار تشخیص تصویر می‌تواند با مرور میلیون‌ها مثال، شناسایی و توصیف اشیاء در تصاویر را بیاموزد. تکنیک‌های جدید هوش مصنوعی که به سرعت در حال بهبود هستند می‌توانند متن، تصاویر، موسیقی و سایر رسانه‌های واقعی را خلق کنند.

اهمیت هوش مصنوعی

هوش مصنوعی به دلیل پتانسیل آن برای تغییر نحوه زندگی، کار و بازی ما مهم است. این به طور موثر در تجارت برای خودکار کردن وظایف انجام شده توسط انسان، از جمله خدمات مشتری، تولید سرنخ، تشخیص تقلب و کنترل کیفیت استفاده شده‌است. در تعدادی از زمینه‌ها، هوش مصنوعی می‌تواند وظایف را بسیار بهتر از انسان‌ها انجام دهد. به ویژه هنگامی‌که صحبت از وظایف تکراری و جزئیات محور می‌شود، مانند تجزیه و تحلیل تعداد زیادی از اسناد قانونی برای اطمینان از پر شدن صحیح زمینه‌های مربوطه، ابزارهای هوش مصنوعی اغلب کارها را به سرعت و با خطاهای نسبتا کمی تکمیل می-کنند. به دلیل مجموعه داده‌های عظیمی که می‌تواند پردازش کند، هوش مصنوعی همچنین می‌تواند به شرکت‌ها بینش‌هایی درباره عملیات‌هایشان بدهد که ممکن است از آن‌ها اطلاعی نداشته باشند. جمعیت ابزارهای مولد هوش مصنوعی که به سرعت در حال گسترش است در زمینه‌های مختلف از آموزش و بازاریابی گرفته تا طراحی محصول مهم خواهد بود.

انواع رایج شبکه‌های عصبی مصنوعی و اجزای کلی

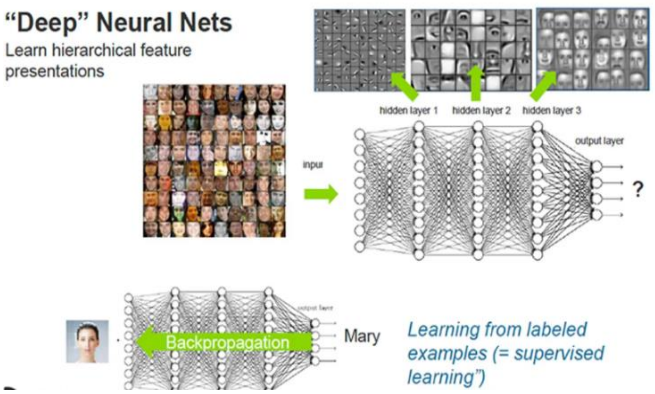
یک نوع متداول مدل آموزشی در هوش مصنوعی، مدلی که بر اساس مغز انسان می‌باشد و شبکه عصبی سیستمی از نورون‌های مصنوعی است که گاهی اوقات پرسپترون نامیده می‌شود که گره‌های محاسباتی هستند که برای طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌شوند. داده‌ها به لایه اول یک شبکه عصبی وارد می‌شوند و هر پرسپترون تصمیمی می‌گیرد و سپس آن اطلاعات را به چندین گره در لایه بعدی منتقل می‌کند. به مدل‌های آموزشی با بیش از سه لایه، شبکه‌های عصبی عمیق یا یادگیری عمیق گفته می‌شود. برخی از شبکه‌های عصبی مدرن صدها یا هزاران لایه دارند. خروجی پرسپترون‌های نهایی وظیفه‌ای را که برای شبکه عصبی تنظیم

شده‌است، مانند طبقه‌بندی یک شی یا یافتن الگوها در داده‌ها انجام می‌دهد.

انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی پیشخور یکی از قدیمی‌ترین اشکال شبکه‌های عصبی هستند که داده‌ها از طریق لایه‌های نورون‌های مصنوعی تا زمانی که خروجی بدست می‌آیند، از یک طرف جریان می‌یابند. در روزگار مدرن، بیشتر شبکه‌های عصبی پیشخور «فید فوروارد عمیق» با چندین لایه (و بیش از یک لایه "پنهان") در نظر گرفته می‌شوند. شبکه‌های عصبی پیش‌خور معمولاً با یک الگوریتم تصحیح خطا به نام «پس انتشار» جفت می‌شوند که به زبان ساده، با نتیجه شبکه عصبی شروع می‌شود و تا ابتدا کار می‌کند و خطاهایی را برای بهبود دقت شبکه عصبی پیدا می‌کند. بسیاری از شبکه‌های عصبی ساده اما قدرتمند، پیشخور عمیق هستند. شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN) با شبکه‌های عصبی پیش‌خور تفاوت دارند زیرا معمولاً از داده‌های سری زمانی یا داده‌هایی که شامل دنباله‌ها هستند استفاده می‌کنند. برخلاف شبکه‌های عصبی پیش‌خور، که از وزن‌ها در هر گره شبکه استفاده می‌کنند، شبکه‌های عصبی مکرر دارای حافظه از آنچه در لایه قبلی رخ داده‌است، مشروط به خروجی لایه فعلی هستند. به عنوان مثال، هنگام انجام پردازش زبان طبیعی، RNN ها می‌توانند کلمات دیگری را که در یک جمله استفاده می‌شوند، به خاطر داشته باشند. RNN ها اغلب برای تشخیص گفتار، ترجمه و نوشتن تصاویر استفاده می‌شوند.

حافظه بلندمدت/کوتاه مدت (LSTM) شکل پیشرفته‌ای از RNN است که می‌تواند از حافظه برای به خاطر سپردن آنچه در لایه‌های قبلی رخ داده‌است استفاده کند. تفاوت بین RNN و LTSM در این است که LTSM می‌تواند آنچه را که چندین لایه قبل اتفاق افتاده‌است را از طریق استفاده از سلول‌های حافظه به خاطر بسپارد. LSTM اغلب در تشخیص گفتار و پیش‌بینی استفاده می‌شود.



شبکه‌های عصبی کانولوشنال (CNN) شامل برخی از رایج‌ترین شبکه‌های عصبی در هوش مصنوعی مدرن است. بیشتر اوقات در تشخیص تصویر استفاده می‌شود، CNNها از چندین لایه مجزا (یک لایه کانولوشن، سپس یک لایه ادغام) استفاده می‌کنند که قسمت‌های مختلف تصویر را قبل از قرار دادن دوباره آن در کنار هم (در لایه

کاملاً متصل) فیلتر می‌کند. لایه‌های کانولوشنال قبلی

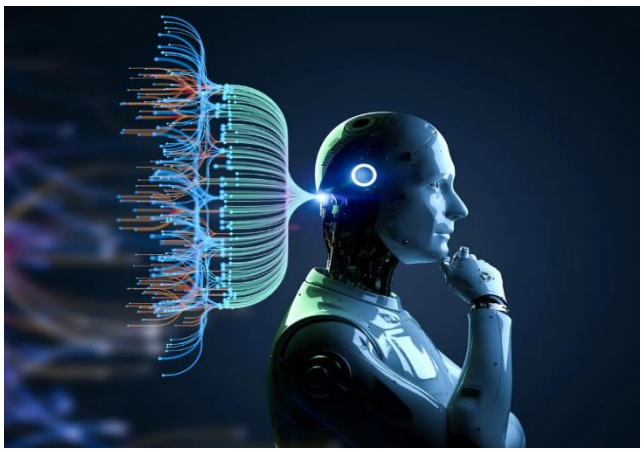
رنگ‌ها و لبه‌ها باشند، قبل از اینکه به دنبال ویژگی‌های پیچیده‌تر در لایه‌های اضافی باشند.

شبکه‌های متخاصم مولد (GAN) شامل دو شبکه عصبی است که در یک بازی با یکدیگر رقابت می‌کنند که در نهایت دقت خروجی را بهبود می‌بخشد. یک شبکه (مولد) نمونه‌هایی را ایجاد می‌کند که شبکه دیگر (تمایزکننده) سعی در اثبات درستی یا نادرستی آن‌ها دارد. از GANها برای ایجاد تصاویر واقعی و حتی ساختن هنر استفاده شده‌است.

استدلال منطقی: برنامه‌های هوش مصنوعی رایانه‌ها را قادر می‌سازند تا وظایف پیچیده‌ای را انجام دهند. در ۱۰ فوریه ۱۹۹۶، کامپیوتر Deep Blue از شرکت IBM در یک بازی شطرنج در برابر قهرمان سابق جهان، گری کاسپاروف، پیروز شد.

نمایندگی دانش: اسمال تاک یک زبان برنامه‌نویسی انعکاسی شی‌گرا، تایپ پویا و انعکاسی است که برای زیربنای دنیای جدید محاسبات ایجاد شده‌است که نمونه آن، همزیستی انسان و کامپیوتر است.

برنامه‌ریزی و ناوبری: فرآیند فعال کردن رایانه برای رسیدن از نقطه A به نقطه B نمونه بارز آن تویوتا پریوس خودران گوگل است.



ممکن است به دنبال ویژگی‌های ساده یک تصویر مانند

پردازش زبان طبیعی

پردازش زبان طبیعی (NLP) به ماشین‌ها اجازه می‌دهد تا زبان انسان را بخوانند و بفهمند. یک سیستم پردازش زبان طبیعی به اندازه کافی قدرتمند، رابط‌های کاربری با زبان طبیعی و کسب دانش را مستقیماً از منابع نوشته شده توسط انسان؛ مانند متون اخبار خبری، امکان‌پذیر می‌کند. برخی از کاربردهای ساده NLP شامل بازیابی اطلاعات، پاسخگویی به سوالات و ترجمه ماشینی است.

هوش مصنوعی نمادین از شیوه‌ی رسمی برای ترجمه ساختار عمیق جملات به منطق استفاده کرد. این به دلیل غیرقابل حل بودن منطق و وسعت دانش عام، نتوانست کاربردهای مفیدی تولید کند. روش‌های آماری مدرن شامل فراوانی‌های همزمان (هر چند وقت یک‌بار یک کلمه در نزدیکی کلمه دیگر ظاهر می‌شود)، «لکه‌گیری کلمه کلیدی» (جستجوی یک کلمه خاص برای بازیابی اطلاعات)، یادگیری عمیق مبتنی بر ترانسفورماتور (که الگوها را در متن پیدا می‌کند). آن‌ها به دقت قابل قبولی در سطح صفحه یا پاراگراف دست یافته‌اند و تا سال ۲۰۱۹ می‌توانند متن منسجمی تولید کنند.

- **ادراک**

ادراک ماشین توانایی استفاده از ورودی حسگرها (مانند دوربین‌ها، میکروفون‌ها، سیگنال‌های بی‌سیم و حسگرهای فعال لیدار، سونار، رادار و لمسی) برای استنتاج جنبه‌های جهان که کاربردهای آن عبارتند از: تشخیص گفتار، تشخیص چهره و تشخیص اشیا، بینایی کامپیوتری توانایی تجزیه و تحلیل ورودی بصری است.

- **هوش اجتماعی**

محاسبات عاطفی یک چتر بین رشته‌ای شامل سیستم-هایی است که احساسات، عواطف و خلق و خوی انسان را تشخیص، تفسیر، پردازش یا شبیه‌سازی می‌کند. برای مثال، برخی از دستیاران مجازی طوری برنامه‌ریزی شده‌اند که به صورت مکالمه صحبت کنند یا حتی شوخی کنند، این باعث می‌شود که آن‌ها نسبت به پویایی عاطفی تعامل انسانی حساس‌تر به نظر برسند یا تعامل انسان و رایانه را تسهیل کنند. با این حال، این تمایل به کاربران تصوری غیرواقع بینانه از هوشمندی عوامل رایانه‌ای موجود می‌دهد. موفقیت‌های متوسط مربوط به محاسبات عاطفی شامل تحلیل احساسات متنی و اخیراً تحلیل احساسات چندوجهی است، که در آن هوش مصنوعی تأثیرات نمایش داده شده توسط یک سوژه ضبط شده را طبقه‌بندی می‌کند.

- **هوش عمومی**

یک ماشین با هوش عمومی می‌تواند طیف گسترده‌ای از مشکلات را با وسعت و تطبیق‌پذیری مشابه هوش انسانی حل کند. چندین ایده رقیب در مورد چگونگی توسعه هوش مصنوعی عمومی وجود دارد. هانس موراوک و ماروین مینسکی استدلال می‌کنند که کار در حوزه‌های فردی مختلف را می‌توان در یک سیستم چند عاملی پیشرفته یا معماری شناختی با هوش عمومی گنجاند. پدرو دومینگوس امیدوار است که از نظر مفهومی ساده، اما از نظر ریاضی دشوار، الگوریتم اصلی وجود داشته باشد که بتواند به AGI منجر شود. برخی دیگر معتقدند که ویژگی‌های انسان‌سازی مانند مغز مصنوعی یا رشد شبیه‌سازی شده کودک [l] روزی به نقطه بحرانی می‌رسد که در آن هوش عمومی پدیدار می‌شود.

- **منطق**

منطق برای بازنمایی دانش و حل مسئله استفاده می‌شود، اما می‌توان آن را برای مسائل دیگر به عنوان مثال، الگوریتم satplan نیز به کار برد. چندین اشکال مختلف منطق در تحقیقات هوش مصنوعی استفاده می-شود. منطق گزاره‌ای شامل توابع صدق مانند «یا» و «نه» است. منطق مرتبه اول کمیت‌کننده‌ها و محمول‌ها را اضافه می‌کند و می‌تواند حقایقی را درباره اشیا، ویژگی‌های آن‌ها و روابط آن‌ها با یکدیگر بیان کند. منطق فازی «درجه صدق» (بین ۰ و ۱) را به عبارات مبهمی مانند آلیس پیر (یا ثروتمند، یا قد بلند، یا گرسنه) است، اختصاص می‌دهد که از نظر زبانی آنقدر مبهم هستند که کاملاً درست یا نادرست باشند. منطق-های پیش فرض، منطق‌های غیریکنواخت و محدودیت‌ها اشکال منطقی هستند که برای کمک به استدلال پیش فرض و مشکل صلاحیت طراحی شده‌اند. چندین پسوند منطق برای رسیدگی به حوزه‌های خاص دانش، مانند منطق‌های توصیف، حساب موقعیت، حساب رویداد و حساب روان (برای نمایش رویدادها و زمان)، حساب علی، حساب اعتقادی (بازبینی باورها) و منطق-های مدال طراحی شده‌است. منطق‌هایی برای مدل‌سازی عبارات متناقض یا متناقض ناشی از سیستم‌های چند عاملی نیز مانند منطق‌های ناسازگار طراحی شده‌اند.

انسان‌ها واقعاً به هوش مصنوعی نیاز دارند؟

آیا هوش مصنوعی واقعاً در جامعه بشری مورد نیاز است؟ بستگی دارد. اگر انسان راهی سریع‌تر و مؤثرتر را برای تکمیل کار خود و کار مداوم بدون استراحت انتخاب کند، بله، همینطور است. اما اگر نوع بشر به شیوه طبیعی زندگی بدون تمایل مفرط برای تسخیر نظم طبیعت راضی باشد، چنین نیست. تاریخ به ما می‌گوید که انسان همیشه به دنبال چیزی سریع‌تر، آسان‌تر، مؤثرتر و راحت‌تر برای انجام وظیفه‌ای است که روی آن کار می‌کند. بنابراین، فشار برای توسعه بیشتر، بشر را به دنبال راهی جدید و بهتر برای انجام کارها برمی-انگیزد. بشر به عنوان هوموساپین‌ها کشف کرد که ابزارها می‌توانند بسیاری از سختی‌ها را برای زندگی روزمره تسهیل کنند و از طریق ابزارهایی که آن‌ها اختراع کردند، انسان می‌تواند کار را بهتر، سریع‌تر، هوشمندانه‌تر و موثرتر به پایان برساند. اختراع برای خلق چیزهای جدید مشوق پیشرفت بشر می‌شود. ما امروز از یک زندگی بسیار آسان‌تر و آرام‌تر لذت می‌بریم و همه این‌ها به دلیل مشارکت فناوری است. جامعه بشری از آغاز تمدن از ابزار استفاده می‌کرده و پیشرفت بشر در گرو آن است. نوع انسانی که در قرن اول ۲۱ زندگی می‌کنند مجبور نبود به اندازه اجداد خود در زمان‌های گذشته سخت کار کند زیرا آن‌ها ماشین‌های جدیدی برای کار برای آن‌ها دارند. همه چیز خوب است و باید برای این هوش مصنوعی درست باشد، اما هشداری در اوایل قرن بیستم آمد، زیرا تکنولوژی انسانی در حال توسعه بود که آلدوس هاکسلی در کتاب خود دنیای جدید شجاع هشدار داد که ممکن است انسان وارد دنیایی شود که ما در آن یک

هیولا یا یک ابر انسان با توسعه فناوری ژنتیکی ایجاد می‌کنیم. علاوه بر این، هوش مصنوعی به‌روز با کمک به پزشکان برای تشخیص، یافتن منابع بیماری‌ها، پیشنهاد روش‌های مختلف درمان در انجام جراحی و همچنین پیش‌بینی اینکه آیا بیماری تهدیدکننده زندگی است، به صنعت مراقبت‌های بهداشتی نیز نفوذ می‌کند. مطالعه اخیر توسط جراحان در مرکز ملی پزشکی کودکان در واشنگتن، جراحی با یک ربات مستقل را با موفقیت نشان داد. تیم مدعی شد که تیم بر ربات نظارت داشت تا عمل جراحی بافت نرم را انجام دهد، روده خوک را بخیه بزند و ربات کار را بهتر از یک جراح انسان به پایان رساند، این نشان می‌دهد که جراحی با کمک رباتیک می‌تواند بر محدودیت‌های روش‌های جراحی کم تهاجمی از قبل موجود غلبه کند و ظرفیت‌های جراحانی را که جراحی باز انجام می‌دهند، افزایش دهد. بالاتر از همه، نمونه‌های برجسته هوش مصنوعی از جمله وسایل نقلیه خودران (مانند هواپیماهای بدون سرنشین و ماشین‌های خودران)، تشخیص پزشکی، خلق آثار هنری، انجام بازی‌ها (مانند شطرنج یا Go)، موتورهای جستجو (مانند جستجوی گوگل) را می‌بینیم، دستیاران آنلاین (مانند سیری)، تشخیص تصویر در عکس‌ها، فیلتر کردن هرزنامه‌ها، پیش‌بینی تاخیرهای پرواز و ... . همه این‌ها زندگی انسان را بسیار آسان و راحت کرده‌است که ما آنقدر به آن‌ها

عادت کرده‌ایم و آن‌ها را بدیهی می‌دانیم. هوش مصنوعی ضروری شده‌است، اگرچه بدون آن کاملاً مورد نیاز نیست، دنیای ما امروز از بسیاری جهات در هرج و مرج خواهد بود.

تأثیر هوش مصنوعی بر جامعه بشری

✓ تاثیر منفی

سؤالاتی پرسیده شده‌است: با پیشرفت هوش مصنوعی، دیگر به نیروی کار انسانی نیاز نخواهد بود زیرا همه چیز را می‌توان به صورت مکانیکی انجام داد. آیا انسان‌ها تنبل‌تر می‌شوند و در نهایت به مرحله‌ای تنزل پیدا می‌کنند که به شکل اولیه‌ی وجود خود بازگردیم؟ روند تکامل چندین سال طول می‌کشد تا توسعه یابد، بنابراین ما متوجه عقب‌نشینی نوع بشر نخواهیم شد. با این حال، اگر هوش مصنوعی آنقدر قدرتمند شود که بتواند خودش را طوری برنامه‌ریزی کند که مسئول باشد و از دستوری که توسط استادش (نوع بشر داده شده)، سرپیچی کند، چطور؟

بیایید تأثیر منفی هوش مصنوعی بر جامعه انسانی را ببینیم: یک تغییر اجتماعی عظیم که نحوه زندگی ما در جامعه انسانی را مختل می‌کند رخ خواهد داد. نوع بشر برای گذران زندگی خود باید سخت کوش باشد، اما با خدمات هوش مصنوعی، ما فقط می‌توانیم دستگاه را طوری برنامه‌ریزی کنیم که حتی بدون بلند کردن ابزار، کاری را برای ما انجام دهد. نزدیکی انسان به تدریج کاهش می‌یابد زیرا هوش مصنوعی جایگزین نیاز افراد به ملاقات چهره به چهره برای تبادل ایده می‌شود. هوش مصنوعی بین افراد قرار خواهد گرفت زیرا دیگر به اجتماع شخصی برای برقراری ارتباط نیازی نخواهد بود. بیکاری مورد بعدی است زیرا بسیاری از کارها با ماشین‌آلات جایگزین خواهند شد. امروزه بسیاری از خطوط مونتاژ خودرو مملو از ماشین آلات و ربات‌ها شده‌است و کارگران سنتی را مجبور به از دست دادن شغل خود می‌کند. حتی در سوپرمارکت‌ها، دیگر به کارمندان فروشگاه نیازی نخواهند بود زیرا دستگاه دیجیتال می‌تواند نیروی انسانی را تحت کنترل خود درآورد. نابرابری ثروت ایجاد خواهد شد زیرا سرمایه‌گذاران هوش مصنوعی سهم عمده‌ای از درآمد را در اختیار خواهند گرفت. شکاف بین فقیر و غنی بیشتر خواهد شد. به اصطلاح توزیع ثروت به شکل M آشکارتر خواهد بود. مسائل جدید نه تنها در مفهوم اجتماعی، بلکه در خود هوش مصنوعی نیز ظاهر می‌شوند، زیرا هوش مصنوعی در حال آموزش و یادگیری نحوه انجام وظیفه می‌تواند در نهایت به مرحله‌ای برسد که انسان کنترلی نداشته باشد، در نتیجه مشکلات و پیامدهای پیش‌بینی‌نشده‌ای ایجاد می‌کند. این به ظرفیت هوش مصنوعی پس از بارگیری با همه الگوریتم‌های موردنیاز اشاره دارد که ممکن است به طور خودکار در مسیر خود عمل کند و دستور داده شده توسط کنترل-کننده انسانی را نادیده بگیرد. استادان انسانی که هوش مصنوعی ایجاد می کنند ممکن است چیزی را اختراع کنند که تعصب نژادی یا خود محوری دارد تا به افراد یا چیزهای خاصی آسیب برساند. به عنوان مثال، سازمان ملل‌متحد رای به محدود کردن گسترش قدرت هسته‌ای در ترس از استفاده بی‌رویه آن برای نابودی نوع بشر یا هدف قرار دادن نژادها یا مناطق خاص برای دستیابی به هدف سلطه داده‌است. هوش مصنوعی این امکان را دارد که نژاد خاصی یا برخی از اشیاء برنامه‌ریزی شده را هدف قرار دهد تا فرمان تخریب توسط برنامه‌نویسان را انجام دهد و در نتیجه فاجعه جهانی ایجاد کند.

✓ تأثیر مثبت

با این حال، تأثیرات مثبت بسیاری بر انسان به ویژه در زمینه مراقبت‌های بهداشتی نیز وجود دارد. هوش مصنوعی به رایانه‌ها ظرفیت یادگیری، استدلال و اعمال

منطق را می‌دهد. دانشمندان، محققان پزشکی، پزشکان، ریاضیدانان و مهندسان، زمانی که با هم کار می‌کنند، می‌توانند هوش‌مصنوعی طراحی کنند که هدف آن تشخیص و درمان پزشکی است، بنابراین سیستم‌های قابل اطمینان مراقبت‌های بهداشتی ایمن را ارائه می‌دهد. از آنجایی که اساتید بهداشت و محققان پزشکی در تلاش برای یافتن راه‌های جدید و کارآمد برای درمان بیماری‌ها هستند، نه تنها رایانه دیجیتال می‌تواند در تجزیه و تحلیل کمک کند، بلکه می‌توان سیستم‌های رباتیک را نیز برای انجام برخی از روش‌های پزشکی ظریف با دقت ایجاد کرد. در اینجا، ما سهم هوش مصنوعی را در مراقبت‌های بهداشتی می‌بینیم.

مزایای هوش مصنوعی

در زیر برخی از مزایای هوش مصنوعی در مشاغل آورده شده‌است. ثابت شده‌است که هوش مصنوعی در تشخیص برخی سرطان‌ها از جمله سرطان سینه و ملانوما به خوبی یا بهتر از پزشکان عمل می‌کند. کاهش زمان برای کارهای سنگین داده و هوش مصنوعی به طور گسترده در صنایع سنگین داده، از جمله بانکداری و اوراق بهادار، داروسازی و بیمه استفاده می‌شود تا زمان تجزیه و تحلیل مجموعه‌های کلان داده را کاهش دهد. به عنوان مثال، خدمات مالی به طور معمول از هوش مصنوعی برای پردازش درخواست‌های وام و کشف تقلب استفاده می‌کنند. باعث صرفه‌جویی در نیروی کار و افزایش بهره‌وری می‌شود. یک مثال در اینجا استفاده از اتوماسیون انبار است که در طول همه‌گیری رشد کرد و انتظار می‌رود با ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین افزایش یابد. بهترین ابزارهای ترجمه هوش مصنوعی سطوح بالایی از سازگاری را ارائه می‌کنند و حتی به کسب‌وکارهای کوچک نیز توانایی دسترسی به مشتریان را به زبان مادری خود ارائه می‌دهند و رضایت مشتری را از طریق شخصی‌سازی بهبود بخشد. هوش مصنوعی می‌تواند محتوا، پیام‌ها، تبلیغات، توصیه‌ها و وب‌سایت‌ها را برای مشتریان فردی شخصی‌سازی کند. عوامل مجازی مبتنی بر هوش مصنوعی همیشه در دسترس هستند. برنامه‌های هوش مصنوعی نیازی به خوابیدن یا استراحت ندارند و خدمات ۷/۲۴ ارائه می دهند.

هوش مصنوعی و انجام کارها

- **تشخیص سریع و دقیق**

هوش مصنوعی همچنین می‌تواند راه‌های درمانی مختلفی را برای پزشکان فراهم کند. این روش چیزی شبیه به این است: برای بارگذاری نتایج دیجیتالی معاینه فیزیکی روی رایانه که همه احتمالات را در نظر می‌گیرد و به طور خودکار تشخیص می‌دهد که آیا بیمار از برخی کمبودها و بیماری‌ها رنج می‌برد یا نه و حتی انواع مختلفی از درمان‌های موجود را پیشنهاد می‌کند.

- **ربات‌های اجتماعی درمانی**

حیوانات خانگی برای کاهش تنش و کاهش فشار خون، اضطراب، تنهایی و افزایش تعامل اجتماعی به سالمندان توصیه می‌شود. اکنون به سایبورگ‌ها پیشنهاد شده‌است که با پیرمردان تنها همراهی کنند، حتی برای کمک به انجام برخی از کارهای خانه. ربات‌های درمانی و فناوری ربات کمک‌کننده اجتماعی به بهبود کیفیت زندگی سالمندان و معلولان فیزیکی کمک می‌کنند.

- **کاهش خطاهای مربوط به خستگی انسان**

خطای انسانی در نیروی کار اجتناب‌ناپذیر و اغلب پرهزینه است، هر چه میزان خستگی بیشتر باشد، خطر بروز خطا نیز بیشتر می‌شود .با این حال، فناوری AI از خستگی یا حواس پرتی عاطفی رنج نمی‌برد. این خطاها را ذخیره می‌کند و می‌تواند وظیفه را سریع‌تر و دقیق‌تر انجام دهد.

- **مشارکت جراحی مبتنی بر هوش مصنوعی**

روش‌های جراحی مبتنی بر هوش مصنوعی برای انتخاب افراد در دسترس بوده‌است. اگرچه این هوش مصنوعی هنوز باید توسط متخصصان بهداشت کار شود، اما می‌تواند کار را با آسیب کمتری به بدن کامل کند. سیستم جراحی داوینچی، یک فناوری رباتیک که به جراحان اجازه می‌دهد تا روش‌های کم تهاجمی را انجام دهند، اکنون در اکثر بیمارستان‌ها موجود است. این سیستم‌ها درجه‌ای از دقت و دقت بسیار بیشتر از روش‌های انجام شده به صورت دستی را امکان‌پذیر می‌کنند. هر چه جراحی تهاجمی کمتری داشته باشد، ترومای آن کمتر و از دست دادن خون کمتر و اضطراب بیمار کمتر می‌شود.

- **رادیولوژی بهبود یافته**

اولین اسکنرهای توموگرافی کامپیوتری در سال ۱۹۷۱ معرفی شدند. اولین اسکن تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) از بدن انسان در سال ۱۹۷۷ انجام شد. در اوایل دهه ۲۰۰۰، MRI قلب، MRI بدن و تصویربرداری جنین معمول شد. جستجو برای الگوریتم‌های جدید برای تشخیص بیماری‌های خاص و همچنین تجزیه و تحلیل نتایج اسکن‌ها ادامه دارد. همه این‌ها سهم فناوری هوش مصنوعی است.

- **حضور مجازی**

فناوری حضور مجازی می‌تواند تشخیص از راه دور بیماری‌ها را امکان‌پذیر کند. بیمار مجبور نیست تخت خود را ترک کند، اما با استفاده از یک ربات حضوری از راه دور، پزشکان می‌توانند بیماران را بدون حضور واقعی بررسی کنند. متخصصان بهداشت می‌توانند به همان اندازه که حضور دارند حرکت کنند و تعامل داشته باشند. این به متخصصان اجازه می‌دهد تا به بیمارانی که قادر به سفر نیستند کمک کنند.

- **ChatGPT**

ChatGPT یک چت بات هوش مصنوعی است که قادر به تولید محتوای نوشتاری در قالب‌های مختلف، از مقاله گرفته تا کد و پاسخ به سوالات ساده است. ChatGPT که در نوامبر ۲۰۲۲ توسط OpenAI راه‌اندازی شد، از یک مدل زبان بزرگ پشتیبانی می‌کند که به آن اجازه می‌دهد تا از نزدیک نوشته‌های انسان را تقلید کند.

- **نقشه‌های گوگل**

Google Maps از داده‌های موقعیت مکانی گوشی‌های هوشمند و همچنین داده‌های گزارش‌شده توسط کاربر در مورد مواردی مانند ساخت‌وساز و تصادفات رانندگی برای نظارت بر جزر و مد ترافیک و ارزیابی سریع‌ترین مسیر استفاده می‌کند.

- **دستیاران هوشمند**

دستیارهای شخصی مانند سیری، الکسا و کورتانا از پردازش زبان طبیعی یا NLP برای دریافت دستورالعمل‌های کاربران برای تنظیم یادآورها، جستجوی اطلاعات آنلاین و کنترل چراغ‌های خانه افراد استفاده می‌کنند. در بسیاری از موارد، این دستیارها برای یادگیری ترجیحات کاربر و بهبود تجربه آن‌ها در طول زمان با پیشنهادات بهتر و پاسخ‌های مناسب‌تر طراحی شده‌اند.

- **فیلترهای اسنپ چت**

فیلترهای اسنپ چت از الگوریتم‌های ML برای تمایز بین سوژه تصویر و پس زمینه، ردیابی حرکات صورت و تنظیم تصویر روی صفحه بر اساس آنچه کاربر انجام می‌دهد، استفاده می‌کنند.

- **ماشین‌های خودران**

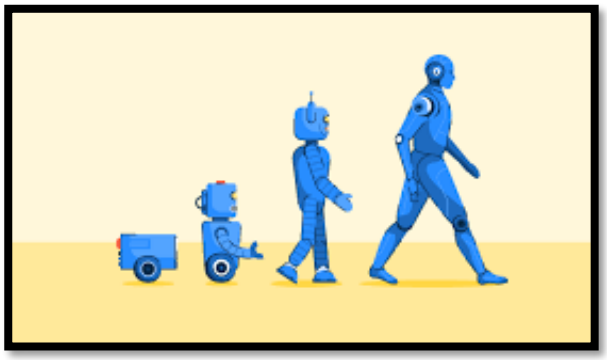
اتومبیل‌های خودران نمونه قابل تشخیصی از یادگیری عمیق هستند، زیرا از شبکه‌های عصبی عمیق برای شناسایی اشیاء اطراف خود، تعیین فاصله آن‌ها از سایر اتومبیل‌ها، شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی و موارد دیگر استفاده می‌کنند.

- **پوشیدنی‌ها**

حسگرها و دستگاه‌های پوشیدنی مورد استفاده در صنعت مراقبت‌های بهداشتی نیز از یادگیری عمیق برای ارزیابی وضعیت سلامتی بیمار، از جمله سطح قند خون، فشار خون و ضربان قلب آن‌ها استفاده می‌کنند. آن‌ها همچنین می‌توانند الگوهایی را از داده‌های پزشکی قبلی بیمار استخراج کنند و از آن برای پیش‌بینی هر گونه شرایط سلامتی آینده استفاده کنند.

- **MuZero**

MuZero، یک برنامه کامپیوتری که توسط DeepMind ایجاد شده‌است، یک پیشرو امیدوارکننده در تلاش برای دستیابی به هوش عمومی مصنوعی واقعی است. او توانسته است بر بازی‌هایی که حتی به آن‌ها آموزش داده نشده‌است، از جمله شطرنج و مجموعه کاملی از بازی‌های آتاری، با استفاده از نیروی بی‌رحمانه، میلیون‌ها بار بازی‌ها را انجام دهد.



انسان‌ها و جامعه داشته باشد. بدین ترتیب، موسسه جهانی مک کینزی پیش‌بینی می‌کند که تقریباً ۷۰ درصد از کسب‌وکارها تا سال ۲۰۳۰ حداقل از یک نوع فناوری هوش مصنوعی استفاده خواهند کرد و حدود نیمی از شرکت‌های بزرگ طیف کاملی از فناوری هوش مصنوعی را در فرآیندهای خود تعبیه خواهند کرد. هوش مصنوعی به شرکت‌ها کمک می‌کند تا راه‌حل‌ها و دستورالعمل‌های سفارشی‌سازی شده را به کارمندان در زمان واقعی ارائه دهند. بنابراین، تقاضا برای متخصصان با مهارت در فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی همچنان رو به رشد است.

گزارش آینده مشاغل که توسط مجمع جهانی اقتصاد در سال ۲۰۲۰ منتشر شد، پیش‌بینی می‌کند که تا سال ۲۰۲۵، ۸۵ میلیون شغل به دلیل اتوماسیون از بین خواهد رفت. با این حال، در ادامه می‌گوید که ۹۷ موقعیت و نقش جدید ایجاد خواهد شد، زیرا صنایع تعادل بین ماشین‌ها را مشخص می‌کنند. به دلیل هوش مصنوعی، مجموعه مهارت‌های جدیدی در نیروی کار موردنیاز است که منجر به فرصت‌های شغلی جدید می‌شود. برخی از نقش‌های برتر هوش مصنوعی عبارتند از:

- محقق یادگیری هوش‌مصنوعی/ ماشین- تحقیق برای یافتن پیشرفت‌هایی در الگوریتم‌های یادگیری ماشین
- توسعه نرم‌افزار هوش مصنوعی، مدیریت برنامه و آزمایش - توسعه سیستم‌ها و زیرساخت‌هایی که می‌توانند یادگیری ماشین را در مجموعه های ورودی اعمال کنند
- داده کاوی و تجزیه و تحلیل - بررسی عمیق منابع داده فراوان، اغلب ایجاد و آموزش سیستم‌هایی برای تشخیص الگوها
- برنامه‌های یادگیری ماشین- استفاده از یادگیری ماشین یا چارچوب هوش مصنوعی برای یک مشکل خاص در یک دامنه متفاوت و به عنوان مثال، استفاده از یادگیری ماشین برای تشخیص ژست‌ها، تجزیه و تحلیل تبلیغات، یا تشخیص تقلب

بسیاری از شرکت‌های برتر فناوری در حال سرمایه‌گذاری در استخدام استعدادهای با دانش هوش‌مصنوعی هستند. یک مهندس هوش مصنوعی متوسط می‌تواند ۱۶۴۰۰۰ دلار در سال درآمد داشته باشد و گواهی AI گامی در مسیر درست برای افزایش پتانسیل درآمد شما و تبدیل شدن به بازار بیشتر است.

هوش مصنوعی همه ما را خواهد کشت؟

باز هم بستگی به این دارد که از چه کسی بپرسید. از آنجایی که سیستم‌های مجهز به هوش مصنوعی توانمندتر شده‌اند، هشدارها در مورد جنبه‌های منفی وخیم‌تر شده‌اند. ایلان ماسک، مدیرعامل تسلا و اسپیس ایکس ادعا کرده‌است که هوش مصنوعی یک "خطر اساسی برای وجود تمدن بشری" است. او به عنوان بخشی از فشار او برای نظارت قوی‌تر نظارتی و تحقیقات مسئولانه‌تر برای کاهش جنبه‌های منفی هوش مصنوعی، OpenAI، یک شرکت تحقیقاتی غیرانتفاعی هوش-مصنوعی را راه‌اندازی کرد که هدف آن ترویج و توسعه هوش مصنوعی دوستانه است که به نفع جامعه به‌عنوان یک کل باشد. به طور مشابه، فیزیکدان استیون هاوکینگ هشدار داد که هنگامی که یک هوش مصنوعی

به اندازه کافی پیشرفته ایجاد شود، به سرعت تا جایی پیش می‌رود که به طور گسترده‌ای از توانایی‌های انسانی

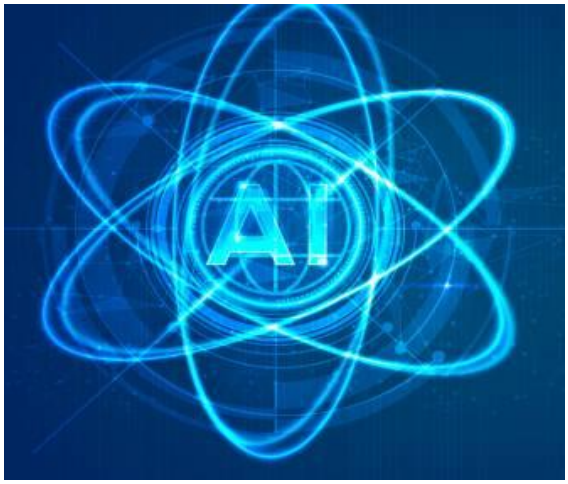
باشد. استیون هاوکینگ در اوایل سال ۲۰۱۴ هشدار داد که توسعه هوش مصنوعی کامل می‌تواند پایان نسل بشر باشد. او گفت که وقتی انسان‌ها هوش مصنوعی را توسعه دهند، ممکن است خود به خود بلند شود و خود را با سرعت فزاینده‌ای دوباره طراحی کند. انسان‌هایی که با تکامل بیولوژیکی آهسته محدود شده‌اند، نمی‌توانند رقابت کنند و جایگزین خواهند شد. نیک بوستروم در کتاب Superintelligence خود استدلال می‌کند که هوش مصنوعی تهدیدی برای بشریت خواهد بود. او استدلال می‌کند که هوش مصنوعی به اندازه کافی هوشمند می‌تواند رفتار همگرا مانند بدست آوردن منابع یا محافظت از خود در برابر خاموش شدن را از خود نشان دهد و ممکن است به بشریت آسیب برساند.

نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی اینجاست تا در دنیای ما بماند و ما باید سعی کنیم اخلاق زیستی هوش مصنوعی یعنی خیرخواهی، حفظ ارزش، شفافیت و مسئولیت‌پذیری را اعمال کنیم. از آنجایی که هوش مصنوعی بدون روح است، اخلاق زیستی آن باید متعالی باشد تا نقص هوش مصنوعی در همدلی برطرف شود. هوش مصنوعی یک واقعیت جهان است. باید توجه داشته باشیم که جوزف

پیشی می‌گیرد. یک پدیده به عنوان یک تکینکی شناخته می‌شود و می‌تواند یک تهدید وجودی برای نسل بشر

وایزنباوم، یکی از پیشگامان هوش مصنوعی، گفت که ما نباید اجازه دهیم رایانه‌ها برای ما تصمیمات مهمی بگیرند زیرا هوش مصنوعی به عنوان یک ماشین هرگز دارای ویژگی‌های انسانی مانند شفقت و خرد برای تشخیص و قضاوت اخلاقی نخواهد بود. اخلاق زیستی یک امر محاسباتی نیست بلکه یک فرآیند وجدان‌سازی است. اگرچه طراحان هوش مصنوعی می‌توانند تمام اطلاعات، داده‌ها و برنامه‌ریزی‌شده‌ها را در هوش مصنوعی بارگذاری کنند تا به عنوان یک انسان عمل کنند، اما هنوز هم یک ماشین و یک ابزار است. هوش مصنوعی بدون داشتن احساسات اصیل انسانی و ظرفیت دلسوزی همیشه به عنوان هوش مصنوعی باقی خواهد ماند. بنابراین، فناوری هوش مصنوعی باید با احتیاط کامل پیشرفت کند. همانطور که فون در لاین در کتاب سفید در مورد هوش مصنوعی - رویکرد اروپایی به تعالی و اعتماد گفت: " هوش مصنوعی باید در خدمت مردم باشد و بنابراین هوش مصنوعی باید همیشه از حقوق مردم پیروی کند. هوش مصنوعی پرخطر این که به طور بالقوه با حقوق مردم تداخل دارد باید قبل از رسیدن به بازار واحد ما آزمایش و تأیید شود".



منابع

[1] https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/clean-energy, This website is owned by Project Solar UK Limited. The content of this website and the information contained therein informs the user of the services provided by Project Solar UK Limited. The company was founded by Robert Tunst, a researcher and professor at MIT University.
[2] https://www.iberdrola.com/sustainability/clean-energy, Mr Fasihul Karim SIDDIQI. Ms Vanessa
Lerato PHALA, Executive Director: Social and Policy Business Unity South Africa (BUSA) - SRI LANKA.
[3] https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms, By Jackie Nester, Go! Staff Writer - 1995-2023, Iowa State University of Science and Technology.
[4] https://www.projectsolaruk.com/blog/history-renewable-energy-began/, the writer. Emily Folk. Emily is passionate about helping people learn about the latest sustainability, environmental protection and green technologies. He is an Elizabethtown College professor of green energy physics and engineering and the creator of Conservation Folks.
[5] Dumesnil, E., Beaulieu, PO, and Boukadoum, M. (2016a). Artificial intelligence, MBA researcher.
[6] https://intrans.iastate.edu/news/going-green-the-history-of-renewable-energy, Mr Rajinder Singh MAKER, Director General, Employers Federation of India (EFI) - PAKISTAN PAKISTÁN. Ms Thamali Daswinie SENANAYAKE, Head of HR Division / Focal point for Green Jobs the Employers Federation of Ceylon (EFC).
[7] Guyonneau, R., Vanrullen, R., and Thorpe, S. J. (2004). Temporal codes and sparse representations: a key to understanding rapid processing in the visual system.
[8] https://earth.org/the-growth-of-renewable-energy-what-does-the-future-hold/, Hecht-Nielsen, R. (1992).
“Theory of the backpropagation neural network
[9] Floreano, D., and Mattiussi, C. (2001). “Evolution of spiking neural controllers for autonomous vision-based robots,” in Evolutionary Robotics. From Intelligent Robotics to Artificial Life. EvoRobots 2001. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2217, ed T. Gomi (Berlin; Heidelberg: Springer).

[10] Falotico, E., Vannucci, L., Ambrosano, A., Albanese, U., Ulbrich, S., Vasquez Tieck, J. C., et al. (2017). Connecting artificial brains to robots in a comprehensive simulation framework: the neurorobotics platform. Front. Neurorobot.

خطرات شبکه 5G بر سلامت انسان

علیرضا طالب‌زاده نوری، کارشناسی مهندسی برق، دانشگاه علوم و تحقیقات
Alireza.tlz79@yahoo.com
امیرمحمد کرباسی رفسنجانی، کارشناسی مهندسی برق، دانشگاه علوم و تحقیقات
Karbasiamir1@gmail.com

چکیده

در این مقاله، به بررسی خطرات بالقوه 5G بر سلامت انسان پرداخته‌ایم. فناوری 5G به‌عنوان پیشرفتی جدید در زمینه ارتباطات بی‌سیم شناخته می‌شود که قرار است سرعت و کیفیت اینترنت را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. با این حال، این فناوری نیز همچنین موجب نگرانی‌هایی در مورد تأثیرات بر سلامت انسان شده است. مطالعات مختلفی در مورد اثرات مختلف فرکانس‌های بالا، مانند فرکانس‌های مورد استفاده در شبکه‌های 5G، بر بدن انسان انجام شده‌است. این مقاله به بررسی روابط میان فرکانس‌های بالای 5G و خطرات آن بر سلامتی انسان می‌پردازد. همچنین، نکاتی در مورد اقدامات پیش‌گیرانه برای محافظت از سلامتی در برابر خطرات بالقوه 5G بیان شده‌است. این مقاله به این نتیجه می‌رسد که هر چند هنوز نیاز به تحقیقات بیشتری برای شناخت کامل‌تر از تأثیرات 5G بر سلامت انسان وجود دارد، اما رعایت اصول پیش‌گیری و مراقبت از سلامتی می‌تواند به کاهش خطرات احتمالی کمک کند. به‌طور کلی، این مقاله با بررسی کلی شبکه 5G و بررسی مطالعات موجود و ارائه توصیه‌های پیش‌گیرانه، در تلاش است تا بخشی از نگرانی‌ها و سوالات مختلف در مورد اثرات شبکه‌های 5G بر سلامت انسان را روشن کند.

مقدمه

با توجه به پیشرفت روزبه‌روز فناوری ممکن است با خود فکر کنیم که فناوری 4G برای حال حاضر کارآمد و مناسب باشد و حتی با ایجاد تغییراتی در آن بتوان به سرعت بهتر و انتقال اطلاعات سریع‌تری دست پیدا کنیم. اما موضوع بسیار مهم در زمینه پیشرفت فناوری، افزایش حجم داده‌ها و نیاز به انتقال سریع‌تر آن‌ها است. برای این موضوع نیازمند یک شبکه ارتباطی جدید با تاخیر کمتر و سرعت انتقال بیشتر و همچنین ارسال حجم بیشتری از داده‌ها هستیم. آخرین نسل از شبکه‌های ارتباطی تلفن همراه 5G است که در اصل این شبکه نوع جدیدی از شبکه را ایجاد می‌کند که برای اتصال تقریباً همه آدم‌ها و همه چیز از جمله ماشین‌ها، اشیاء و دستگاه‌ها به یکدیگر طراحی شده‌است. 5G برای ارائه سرعت‌های چند گیگابیت بر ثانیه، تأخیر بسیارکم، قابلیت اطمینان بیشتر، ظرفیت شبکه گسترده، افزایش دسترسی و تجربه کاربری یکنواخت‌تر برای کاربران طراحی شده‌است. تمام این قابلیت‌ها در این نسل از فناوری وجود دارد که آن را بسیار کاربردی و جذاب کرده اما نگرانی‌هایی در مورد خطرات فناوری 5G بر سلامت انسان وجود دارد. با توجه به تغییراتی که 5G نسبت به نسل‌های قبلی خود داشته این موضوع کمی جدی‌تر می‌شود که آیا ممکن است 5G سبب بروز بیماری در بدن انسان شود و یا خیر در این مقاله به بررسی این موضوع این پرداختیم که آیا این نسل از شبکه‌های ارتباطی ضرری برای سلامتی انسان‌ها دارد؟ آیا ممکن است سبب بیماری در افراد شود و یا حتی موجب مرگ و میر در انسان‌ها شود؟

فناوری 5G چگونه کار می‌کند؟

- **مروری بر شبکه‌های تلفن همراه**

در سال ۱۹۶۰ اولین روش‌های ارتباطی بین افراد در فواصل مختلف از طریق خطوط تلفن ثابت به همراه محدودیت‌هایی تنها از طریق صوت امکان‌پذیر شد. سپس در سال ۱۹۷۰ دو شرکت U.S Firm Bell Labs و AT&Tشبکه تلفن همراه (Cellular Networks) یا همان 1G را پدید آوردند. در این شبکه، محدوده ارتباطی به سلول‌هایی تقسیم می‌شد که در هر سلول آنتن و پایگاهی وجود داشت. سپس در سال ۱۹۷۹ اولین شبکه تلفن همراه تجاری در توکیو توسط شرکت Nippan Telegraph and Telephone (NTT) پدید آمد این شبکه از استاندارد AMPS[9] بهره می‌برد. حدود سه سال بعد در اروپا اولین شبکه تلفن همراه با استاندارد Nordic Mobile Telephone Standard در اسکاندیناوی رونمایی شد سه سال بعد از اروپا اولین شبکه تلفن همراه در آمریکا و در شهر شیکاگو نیز رونمایی شد. با 1G فقط امکان تماس صوتی وجود داشت که شامل معایبی می‌شد مانند هزینه زیاد، عمر کم باتری‌ها و کیفیت صدای پایین. در آن سال‌ها گوشی‌های تلفن‌های همراه بسیار حجیم و سنگین بودند به‌طوری که اولین گوشی همراه ژاپنی‌ها چیزی حدود ۳ کیلوگرم وزن داشت با گذر از این دهه و رسیدن به اواخر ۱۹۸۰ موبایل‌ها دیجیتالی شدند و همزمان با آن شبکه تلفن همراه 2G معرفی شد. این شبکه ارتباطی نسبت به نسل قبل خود ۲ قابلیت مهم داشت اولین قابلیت آن Short Message Service یا همان SMS بود که شرایط ارسال پیام از طریق ۱۶۰ کاراکتر را برای ما فراهم می‌کرد. دومین قابلیت مهم آن انتقال داده با سرعت پایین بود که آن را با MMS یا Multimedia Message می‌شناسیم.

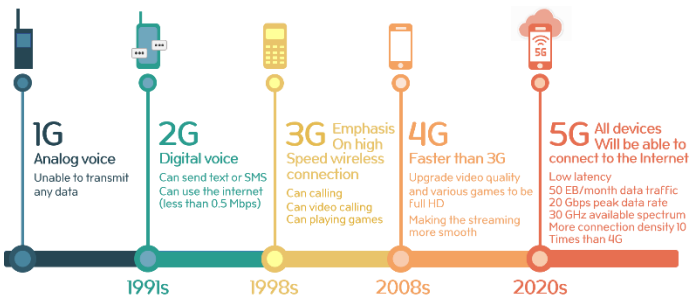
2G در هر کشور دارای استانداردهای مختلفی بود برای مثال در اروپا استاندارد GSM[10] و در آمریکا و برخی کشورهای دیگر CDMA[11] و همچنین در ژاپن استاندارد PDC[12] وجود داشت. با ورود به دهه ۲۰۰۰ شبکه تلفن همراه 3G معرفی شد که در آن ارتباط با سرعت 1Mbps فراهم شده. در 3G استاندارد جهانی یکسانی وجود ندارد اما در آن همه از فناوری CDM استفاده می‌کنند. نسل بعدی شبکه‌های تلفن همراه LTE یا Long Term Evolutionنام دارد که در آن به جای استفاده از CDM از طراحی جدیدی استفاده شده‌است. در این شبکه نرخ انتقال داده چیزی در حدود 100Mbps می‌باشد. سرعت نسل بعد از LTE ده برابر بیشتر از آن می‌باشد یعنی چیزی در حدود 1Gbps که این نسل از شبکه‌های تلفن همراه را 3rd Generation Partnership Project یا 3GPP می‌نامیم. آخرین نسخه شبکه تلفن همراه که در دسترس قرار گرفته‌است 5G می‌باشد که دارای دو مزیت نسبت به 4G است. اولین مزیت آن پهنای باند بیشتر است که این امر موجب می‌شود تا سرعتی در حدود 20Gbps برای ما فراهم کند. مزیت دوم آن ارتباط سریع و در لحظه می‌باشد که دارای تاخیر بسیار کمی است. 5G این قابلیت را به ما می‌دهد که یک فیلم با کیفیت 4K را در عرض چند ثانیه دانلود کنیم و یا بتوانیم یک جرثقیل حمل بار را در فاصله ده هزار کیلومتری بدون تاخیر کنترل کنیم. این قابلیت‌های 5G موجب شده تا به نسبت نسل‌های قبل با سرعت بیشتری در دسترس عموم قرار بگیرد.

[9] Advanced Mobile Phone System

[10] Global System for Mobile Communication
[11] Code-Division Multiple Access
[12] Personal Digital Cellular

• نحوه کار شبکه 5G و تفاوت‌های آن

برای درک نحوه عملکرد 5G، ابتدا باید اصول اولیه ارتباطات بی‌سیم را درک کنید. ارتباطات بی‌سیم با انتقال داده‌ها از طریق امواج رادیویی، که اساساً امواج الکترومغناطیسی هستند که می‌توانند در هوا حرکت کنند، کار می‌کند. این امواج توسط دستگاه‌هایی مانند تلفن همراه، روتر (Router) و سایر دستگاه‌های بی‌سیم ارسال و دریافت می‌شوند. فناوری 5G از ترکیبی از فناوری‌ها برای انتقال سریع‌تر و کارآمدتر داده استفاده می‌کند. یکی از فناوری‌های کلیدی مورد استفاده 5G، امواج میلی‌متری نام دارد. این امواج رادیویی با فرکانس بالا هستند که قادر به انتقال مقادیر زیادی داده با سرعت بسیار بالا هستند. با این حال امواج میلی‌متری برد (Range) محدودی دارند و به راحتی توسط موانعی مانند ساختمان‌ها و درختان مسدود می‌شوند. برای غلبه بر این مشکل، شبکه‌های 5G از ترکیب سلول‌های کوچک و فناوری شکل‌دهی پرتو برای ارسال و دریافت سیگنال‌ها استفاده می‌کنند. سلول‌های کوچک اساساً ایستگاه‌های پایه‌ی کوچکی هستند که روی پایه‌های لامپ، ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها نصب می‌شوند. این سلول‌های کوچک به یک شبکه مرکزی متصل هستند که به آن‌ها امکان انتقال و دریافت داده‌ها با سرعت بالا را می‌دهد. یکی از فناوری‌های مورد استفاده فناوری Beamforming (شکل‌دهی پرتو) می‌باشد. این فناوری برای هدایت سیگنال به سمت دستگاه کاربر به جای پخش آن در همه جهت‌ها استفاده می‌شود. این امر به کاهش تداخل و بهبود قدرت و قابلیت اطمینان سیگنال کمک می‌کند. یکی دیگر از فناوری‌های کلیدی مورد استفاده در 5G، Massive MIMO[۱۳] نام دارد. این فناوری از چندین آنتن برای انتقال و دریافت همزمان داده‌ها استفاده می‌کند که امکان انتقال سریع‌تر و کارآمدتر داده‌ها را فراهم می‌کند. MIMO همچنین به کاهش تداخل و بهبود عملکرد کلی شبکه کمک می‌کند. در نتیجه، فناوری 5G ترکیبی از امواج رادیویی با فرکانس بالا، سلول‌های کوچک، فناوری Beamforming و Massive MIMO برای انتقال سریع‌تر و کارآمدتر داده استفاده می‌کند. در حالی که نگرانی‌هایی در مورد خطرات بالقوه سلامتی و اثرات زیست محیطی 5G وجود دارد، بسیاری از کارشناسان معتقدند که این فناوری پتانسیل ایجاد انقلابی در نحوه استفاده و تجربه ما از اینترنت را دارد. 5G نشان‌دهنده یک تحول در استانداردهای مخابراتی است. برای افزایش عملکرد، 5G به فرکانس‌های بالاتر در حدود ۳.۵ گیگاهرتز و تا چند ده گیگاهرتز گسترش می‌یابد. فرکانس‌های بالاتر برای شبکه‌های تلفن همراه جدید هستند، اما بیشتر در برنامه‌های کاربردی دیگر مانند ارتباط‌های رادیویی نقطه به نقطه و اسکنرهای بدن برای بررسی‌های امنیتی استفاده می‌شوند. در این فرکانس‌های بالاتر، شبکه‌های 5G از تعداد بیشتری ایستگاه پایه و اشیا متصل استفاده می‌کنند. 5G بیشتر از آنتن‌های شکل‌دهنده پرتو برای تمرکز بیشتر سیگنال‌ها به سمت دستگاه در حال استفاده، استفاده می‌کند، نه اینکه سیگنال را در جهات گسترده مانند آنتن‌های ایستگاه پایه فعلی پخش کند.



تصویر ۱ تکامل شبکه‌های تلفن همراه

[13] Massive Multiple-Input Multiple-Output

- **توضیح فرکانس‌های مختلف استفاده شده توسط فناوری 5G**

شبکه‌های سلولی اولیه با فرکانس ۸۵۰ مگاهرتز و ۱۹۰۰ مگاهرتز کار می‌کردند. بعد از اولین شبکه‌های سلولی، شبکه‌های 2G و 3G روش مدولاسیون را تغییر می‌دهند، اما تا حد زیادی از همان بخش‌های طیف با باندهای فرکانسی سازمان‌دهی شده استفاده می‌کنند. با تکامل 3G، باندهای فرکانسی اضافی و همچنین طیفی در حدود ۲۱۰۰ مگاهرتز گنجانده شد و در نسل بعد فناوری‌های 4G LTE طیف و باندهای فرکانسی اضافی، یعنی حدود ۶۰۰ مگاهرتز، ۷۰۰ مگاهرتز، ۲.۱/۱.۷ گیگاهرتز، ۲.۳ گیگاهرتز و ۲.۵ گیگاهرتز را در خود گنجاندند. در جدول ۱ تمام فرکانس‌های شبکه‌های سلولی قبلی را می‌توانیم مشاهده کنیم.

جدول ۱

باند فرکانسی 2G، 3G و 4G در آمریکا		
شبکه تلفن همراه در آمریکا	شرکت‌های ارائه‌دهنده	باند فرکانسی در آمریکا
GSM	AT&T, T-Mobile	850 MHz, 1900 MHz
CDMA (2G, 3G)	Verizon, Sprint, US Cellular	800 MHz, 1900 MHz
WCDMA (3G)	AT&T, T Mobile	850 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz
4G LTE	T-Mobile	600 MHz
	AT&T, T-Mobile, US Cellular, Verizon	700 MHz
	Sprint, US Cellular	850 MHz
	AT&T, Verizon, T-Mobile	1.7/ 2.1 GHz
	AT&T, Verizon, T-Mobile, Sprint	1.9 GHz

باندهای فرکانسی 5G بسیار پیچیده‌تر هستند، زیرا طیف فرکانس زیر ۶ گیگاهرتز 5G از ۴۵۰ مگاهرتز تا ۶ گیگاهرتز و فرکانس‌های موج میلی‌متری 5G از ۲۴.۲۵۰ گیگاهرتز تا ۵۲.۶۰۰ گیگاهرتز را در بر می‌گیرد و همچنین این نسل شامل طیف بدون مجوز نیز می‌شود. علاوه بر این، ممکن است طیف در محدوده ۵۹۲۵ تا ۷۱۵۰ مگاهرتز و محدوده ۶۴ گیگاهرتز تا ۸۶ گیگاهرتز وجود داشته باشد. بنابراین، 5G شامل تمام طیف سلولی قبلی و مقدار زیادی طیف در محدوده زیر ۶ گیگاهرتز خواهد بود و فراتر از ۶ گیگاهرتز، چندین برابر طیف سلولی فعلی است. همانند نسل‌های قبلی سلولی و نسخه‌های 3GPP، مناطق و کشورهای مختلف نیز طیف منحصربه‌فردی را برای استفاده‌های 5G اتخاذ خواهند کرد. برای مثال FCC[14] ایالات‌متحده در حال بررسی بازکردن فرکانس‌های ۵.۹۲۵ گیگاهرتز تا ۶.۴۲۵ گیگاهرتز و ۶.۴۲۵ گیگاهرتز تا ۷.۱۲۵ گیگاهرتز برای استفاده‌های بدون مجوز است و در حال مشاوره برای افزودن قابلیت پهنای باند تلفن همراه در طیف ۳.۷ گیگاهرتز تا ۴.۲ گیگاهرتز است.

- **مزایای فناوری 5G**

۱. سرعت بالاتر

[14] Federal Communications Commission

5G بسیار سریع‌تر از نسل‌های قبلی شبکه است و ظرفیت افزایش سرعت تا ۲۰ گیگابایت بر ثانیه را هم دارد، که ۱۰۰ برابر سریع‌تر از 4G و یا 4G LTE است.

۲. تأخیر کمتر

تأخیر به مدت زمان بین یک عمل و پاسخ آن اشاره دارد. مثل تأخیر بین زمانی که یک نفر روی لینک یک صفحه‌ی وب کلیک می‌کند و زمانی که مرورگر آن صفحه را نمایش می‌دهد. 5G نسبت به 4G LTE تأخیر بسیار کمتری دارد. این مسئله باعث می‌شود پشتیبانی از اپلیکیشن‌های جدید مثل IoT (اینترنت اشیاء) و هوش مصنوعی به صورت real-time (در لحظه) ممکن شود.

۳. ظرفیت افزایش یافته

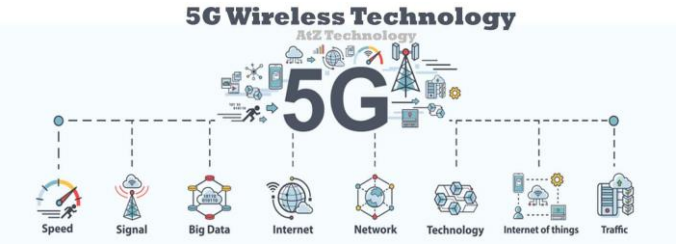
5G ظرفیتی ۱۰۰۰ برابر بیشتر از 4G را از طریق یک طیف فرکانسی بزرگ‌تر منتقل می‌کند. این فناوری قادر است به‌صورت هم‌زمان با اپلیکیشن‌ها تعامل کند و هزاران دستگاه مجهز به اینترنت از جمله تلفن، حسگر و IoTرا به هم متصل کند.

۴. پهنای باند بیشتر

پهنای باند بیشتر به معنای تنوع بیشتر و دسترسی به موارد بیشتر در مدت زمان کمتر است. این مشخصه هم باعث افزایش سرعت اتصال و هم باعث افزایش تعداد دستگاه‌ها به یک شبکه می‌شود. یعنی افراد بیشتری می‌توانند به اینترنت متصل شوند. با پهنای باند بیشتر ما می‌توانیم با تلفن‌ها و کامپیوترهای خود کارهای بیشتری انجام دهیم.

۵. نوآوری قدرتمند

درحالی‌که تمرکز اصلی 4G روی تلفن‌های هوشمند بود، تأخیر پایین و ظرفیت بالای 5G باعث شد که برای اتصال انواع مختلفی از دستگاه‌ها از جمله drone (پهپادها) و حسگرها در محصولات مختلف و ماشین‌ها ایده‌آل شود. صنایع مختلف از جمله، خدمات سلامت، خرده‌فروشی، تولید و سرگرمی شاهد پیشرفت‌های بزرگی در زمینه‌ی فناوری خواهند بود. با استفاده از 5G که اینترنت اشیاء را تقویت می‌کند، شرکت‌ها بیشتر از گذشته به هم مرتبط و متصل خواهند شد.



تصویر۲ قابلیت‌های متعدد شبکه 5G

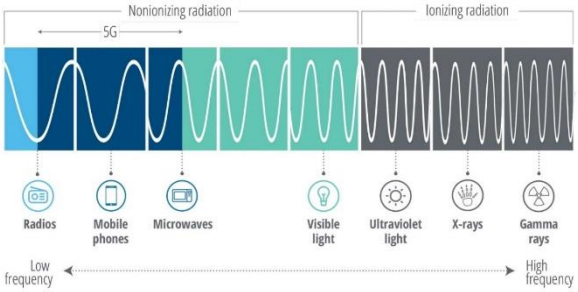
خطرات مهم فناوری 5G بر سلامت انسان

۱) خطرات احتمالی فناوری 5G بر سلامت انسان

امواج رادیویی با فرکانس بالاتر مورد استفاده در شبکه‌های 5G

5G از امواج رادیویی با فرکانس بالاتر نسبت به شبکه‌های فعلی استفاده می‌کند. برخی از مطالعات نشان داده‌اند که این امواج رادیویی با فرکانس بالاتر ممکن است خطراتی برای سلامتی مانند سرطان یا ناباروری داشته باشند، اگرچه شواهد بسیار محدود است و تحقیقات بیشتری مورد نیاز است. امواج رادیویی هنوز غیر یونیزه هستند، به این معنی که مانند پرتوهای یونیزان نیستند. پرتو یونیزان به پرتویی گفته می‌شود که به اندازه کافی انرژی دارد تا الکترون‌ها را از اتم جدا کند. پرتو یونیزان از ذره‌های درون اتمی، با سرعتی نزدیک به

سرعت نور یا موج‌های الکترومغناطیسی با انرژی بسیار بالا مانند ایکس و گاما ساخته شده‌است. بنابراین وقتی می‌گوییم امواج رادیویی غیر یونیزه هستند به این معنی است که به طور مستقیم پرتوهای یونیزان از منابعی مانند اشعه ایکس به DNA آسیب نمی‌رسانند.



تصویر ۳ طیف موج‌های الکترومغناطیسی

افزایش قرار گرفتن در معرض میدان الکترومغناطیسی (EMF)

5G به تعداد زیادی سایت سلولی برای پیاده‌سازی نیاز دارد که به‌طور بالقوه باعث افزایش قرار گرفتن در معرض کلی میدان الکترومغناطیسی می‌شود. با این حال بیشتر شواهد علمی کنونی هیچ تأثیر واضحی بر سلامتی، ناشی از قرار گرفتن در معرض میدان الکترومغناطیسی را نشان نمی‌دهند.

اثرات روی پوست و چشم

امواج رادیویی با فرکانس بالاتری که در 5G استفاده می‌شود می‌تواند خطراتی مانند تحریک پوست ایجاد کند. تاثیر احتمالی آن بر چشم انسان هنوز ناشناخته‌است و نیاز به مطالعه بیشتری دارد.

تأثیرات بر محیط‌زیست و حیات‌وحش

افزایش تشعشعات امواج رادیویی و ایستگاه‌های سلولی برای 5G می‌تواند اکوسیستم‌ها را مختل کند و به حیات پرندگان، حشرات و گیاهان آسیب برساند.

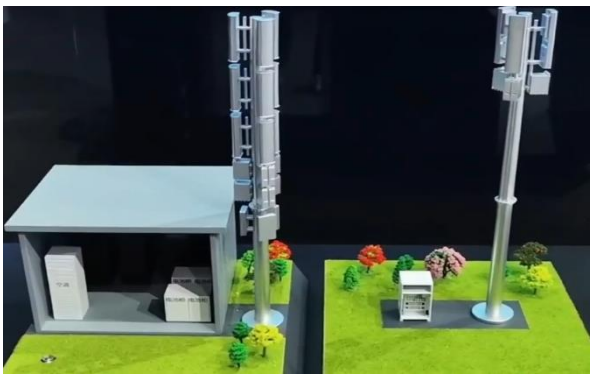
افزایش خطرات امنیت سایبری

شبکه‌های 5G سریع‌تر می‌توانند خطرات تهدیدات سایبری مانند هک، سرقت هویت، و آسیب‌پذیری‌های دستگاه هوشمند را افزایش دهند که می‌تواند برای آسیب رساندن به افراد مورد سوء استفاده قرار گیرد. قبل از استفاده از 5G باید استانداردهای امنیتی سختگیرانه‌ای وجود داشته باشد. فناوری 5G در حالی که امیدوارکننده است، خطرات و عدم قطعیت‌هایی را نیز به همراه دارد که نیازمند مطالعه عمیق در این رابطه می‌باشد.

۲) مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه فناوری 5G و سلامت انسان

همه تحقیقاتی که در این زمینه انجام شده‌است اذعان دارند که شبکه اتصال اینترنت نسل بعدی هیچ خطری برای سلامتی ندارد. به گزارش خبرگزاری علم و فناوری و به نقل از ساینس الرت، با نظارت آژانس حفاظت در برابر اشعه و ایمنی هسته‌ای استرالیا و دانشگاه صنعتی «سوینبرن» در همین کشور، بررسی نسبت به ۱۳۸ مطالعه قبلی درباره فناوری 5G انجام شده و بیش از ۱۰۰ آزمایش برای بررسی خطرات احتمالی در فرکانس‌های موج میلی متر انجام شده‌است. یک بررسی عمده تایید کرد که فناوری 5G کاملا ایمن است. «کن کاریپیدیس» دستیار مدیر ارزیابی و مشاوره در آژانس حفاظت استرالیا در این باره می‌گوید: «نتایج پژوهش ما نشان داد که هیچ مدرک اثبات شده‌ای مبنی بر اینکه امواج رادیویی سطح پایین (با موج کوتاه) مانند آنچه در شبکه 5G استفاده می‌شود برای سلامتی انسان خطرناک است، یافت نشده‌است». با ترکیب داده‌ها و نتایج گزارش در مورد جهش ژنی، تکثیر سلولی، عملکرد غشا و سایر اثرات بیولوژیکی محققان هیچ مدرک تایید شده در زمینه خطرناک بودن این امواج‌ها پیدا نکردند. محققان این پژوهش همچنین گفتند که درمواردی که برخی از

اثرات بیولوژیکی ذکر شده‌است مطالعات فاقد روش‌های دقیق کنترل کیفیت بودند و به داده‌ها نمی‌توان تکیه کرد. اگرچه به‌قطع می‌توان انتظار داشت که ارزیابی‌های مداوم و بیشتری نسبت به این فناوری در سال‌های آینده انجام شود، چراکه ادبیات پژوهشی در این حوزه همچنان بسیار کم بوده و از طرفی دیگر خود فناوری هنوز آنچنان جهانی و گسترده نشده‌است.



تصویر۴ تفاوت ایستگاه‌های مرکزی 4G و 5G

۳) نظر سازمان بهداشت جهانی در مورد خطرات 5G

بر اساس آخرین مقالات منتشر شده در سازمان جهانی بهداشت تا به امروز و پس از تحقیقات زیادی که انجام شده‌است، هیچ اثر نامطلوبی بر سلامتی انسان با قرار گرفتن در معرض فناوری‌های بی‌سیم با قطعیت مورد تایید قرار نگرفته‌است و تاکنون، تنها چند مطالعه در مورد فرکانس‌های مورد استفاده توسط 5G انجام شده‌است. گرمایش بافت بدن انسان سازوکار[۱۵] اصلی تعامل بین میدان‌های فرکانس رادیویی و بدن انسان است. سطوح قرار گرفتن در معرض فرکانس رادیویی ناشی از فناوری‌های فعلی منجر به افزایش ناچیز دما در بدن انسان می‌شود. با افزایش فرکانس، نفوذ کمتری به بافت‌های بدن صورت می‌گیرد و جذب انرژی بیشتر به سطح بدن (پوست و چشم) محدود می‌شود. به شرطی که قرار گرفتن در معرض کلی کمتر از دستورالعمل‌های بین‌المللی باشد، هیچ عواقبی برای سلامت عمومی پیش‌بینی نمی‌شود.

اهمیت اقدامات ایمنی

به دلیل استفاده از فرکانس‌های بالا و انتقال اطلاعات حجیم، این فناوری نیازمند اقدامات ایمنی خاصی است. به‌عنوان مثال، یکی از مسائل ایمنی مربوط به شبکه 5G، انتشار امواج الکترومغناطیسی است. با افزایش استفاده از این فناوری، تعداد ایستگاه‌های پایه 5G نیز افزایش می‌یابد که می‌تواند به افزایش میزان EMF منجر شود. این امواج ممکن است برای برخی افراد مضر باشند و به همین دلیل، برخی از کشورها دستورالعمل‌هایی برای محدود کردن انتشار EMF در نزدیکی ایستگاه‌های پایه 5G تدوین کرده‌اند. همچنین، برخی از مواد شیمیایی استفاده شده در اجزای شبکه 5G ممکن است برای برخی افراد مضر باشند. به همین دلیل، لازم است که شرکت‌های تولیدکننده این اجزا از جمله ایستگاه‌های پایه و سایر تجهیزات، از مواد ایمن استفاده کنند.

اقداماتی جهت کاهش خطرات فناوری 5G

برای به حداقل رساندن خطرات مرتبط با فناوری 5G، می‌توان اقدامات زیر را انجام داد:

۱. رعایت استانداردهای ایمنی: لازم است که تمام تجهیزات و اجزای مربوط به شبکه 5G، از جمله ایستگاه‌های پایه، مواد شیمیایی و سایر تجهیزات، بر اساس استانداردهای ایمنی مربوطه تولید و نصب شوند.

۲. محدود کردن انتشار EMF: برخی از کشورها دستورالعمل‌هایی برای محدود کردن انتشار امواج الکترومغناطیسی در نزدیکی ایستگاه‌های پایه 5G دارند.

[15] Mechanism

می‌توان با رعایت این دستورالعمل‌ها، خطرات مرتبط با EMF را به حداقل رساند.

۳. استفاده از مواد ایمن: شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات مربوط به شبکه 5G باید از مواد ایمن استفاده کرده و از مواد مضر استفاده نکنند.

۴. اطلاع‌رسانی به عموم: برای به حداقل رساندن خطرات مرتبط با فناوری 5G، باید به عموم اطلاع‌رسانی شود و آن‌ها را آگاه کرد. باید توضیح داد که این فناوری در صورت رعایت استانداردهای ایمنی مربوطه، برای سلامتی افراد ضرری ندارد.

۵. پژوهش و بررسی: برای بهبود استانداردهای ایمنی مربوط به فناوری 5G، لازم است که پژوهش‌های بیشتری در این زمینه انجام شود و استانداردهای جدیدی برای ایمنی تعیین شود.

به‌طور کلی، برای به حداقل رساندن خطرات مرتبط با فناوری 5G، باید علاوه بر رعایت استانداردهای ایمنی، به هوشمندی و مسئولیت‌پذیری در انتخاب و استفاده از تجهیزات مربوطه توجه شود.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، ما به بررسی ادعاهای مختلف در مورد خطرات 5G بر سلامت انسان پرداختیم.

۱. میزان انرژی و تابش: فرکانس‌های استفاده شده در شبکه‌های 5G در محدوده فرکانس‌های رادیویی قرار دارند و انرژی کمی دارند. این میزان انرژی برای ایجاد آسیب‌های حرارتی بر روی بافت‌های بدن کافی نیست و موجب آسیب نمی‌شود.

۲. بررسی‌های بین‌المللی: سازمان‌های بین‌المللی مانند کمیسیون بین‌المللی حفاظت از تابش غیر یونیزان و سازمان جهانی بهداشت تاکید دارند که از دید موجود، شواهد کافی برای ارتباط خطرات جدی بهداشتی با تابش 5G وجود ندارد.

۳. مطالعات موجود: برخی مطالعات انجام شده در رابطه با خطرات 5G بر سلامت انسان نتایج متفاوتی ارائه کرده‌اند. با این حال، بسیاری از این تحقیقات دارای نتایج غیرقطعی هستند و نمی‌توان به‌عنوان شواهد قطعی مورد استناد قرار گیرند.

۴. نیاز به تحقیقات بیشتر: با وجود اینکه شواهد فعلی نشان می‌دهد که خطرات جدی بهداشتی ناشی از این نسل شبکه تلفن همراه بسیار کم است، اما همچنان نیاز به انجام تحقیقات بیشتر و دقیق‌تر بر روی اثرات بلند مدت و ترکیبی تابش 5G بر سلامت انسان وجود دارد.

در نهایت، بر اساس اطلاعات فعلی، می‌توان گفت که خطرات جدی بهداشتی ناشی از فناوری 5G به احتمال زیاد کم است. با این حال، ادامه تحقیقات علمی برای بررسی اثرات بلند مدت و تأیید یا رد ادعاهای مربوط به خطرات بهداشتی فناوری 5G حائز اهمیت است.

منابع

1. Huawei seeds for the future2023/5G Basic/Mike MacDonald (chief digital officer of Huawei)
2. 5G Technology for healthcare and its health effects :Wonders, dangers, and diligence Sunil Jain, Prem K. Jaing/published in/2019
3. The Impact of 5G Technology on Life in the 21st Century / Pisarov, Jelena and Mester, Gyula/2020
4. Qualcomm.com/What is 5G/Dr.John Semee/2017
5. Arrow.com/What frequency spectrum will 5G technology use and how does this compare to 4G? / 2019
6. Who.int/Radiation: 5G mobile networks and health/2020
7. emnify.com/5G IoT: Impact, Use Cases, and a Look Into the Future/Shannon McCroklin/2023

کاربرد هوش مصنوعی (AI) در باتری‌های لیتیم یونی

علی غزی، کارشناسی‌ارشد مهندسی شیمی، دانشگاه تهران
alighezi@ut.ac.ir

مقدمه

الکتریسیته نوعی انرژی است که با تامین نور، گرما، آب گرم، کامپیوتر، تلویزیون و ... زندگی را آسان‌تر می‌کند. منابع انرژی به دلیل استفاده در حمل و نقل، راحت‌تر به برق تبدیل می‌شوند. در حال حاضر، درصد قابل توجهی از انرژی الکتریکی بیشتر توسط سوخت‌های فسیلی تولید می‌شود که تنها سهم کمی از منابع انرژی تجدیدپذیر را دارد. حجم عظیمی از سوخت‌های فسیلی نیز در حمل و نقل مصرف می‌شود. وجود منابع تجدیدپذیر بر روی زمین باید به‌صورت عاقلانه در جهت رفاه انسان و همچنین حفاظت از اکوسیستم و ساکنان آن استفاده شود. در سال‌های اخیر، استفاده گسترده از منابع سوخت‌های فسیلی متعارف، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی محیط‌زیست به یک موضوع حیاتی تبدیل شده است که منجر به تغییر قریب‌الوقوع انرژی می‌شود. درنتیجه، تحقیق و استقرار انرژی‌های تجدیدپذیر بسیار مهم است. با استفاده بهینه از منابع طبیعی، روند فعلی و آتیِ انرژی‌هایِ تجدیدپذیر در درجه‌ی اول به ترکیب فناوری‌های نوآورانه بستگی دارد. لازمه‌ی وجود سوخت‌های فسیلی یک نگرانی مهم در جست‌وجوی سوخت‌های جایگزین در چند دهه اخیر بوده است و سوخت هیدروژن ثابت کرده است که جایگزینی امیدوارکننده در پر کردن شکاف معاصر است [۱]. توانایی آن در سوختن مناسب به رعایت کردن محدودیت‌های آلودگی کمک می‌کند. از طرف دیگر، باتری‌های هوشمند با ظرفیت ذخیره‌سازی انرژی و عملکرد بالا قصد دارند مسیری را برای تکامل انرژی هموار کنند. در این مقاله به وضوح روندهای فعلی، شایستگی‌ها، چالش‌ها و چشم اندازهای ادغام هوش مصنوعی در فناوری باتری را نشان خواهیم داد.

تولید و حفظ انرژی‌های تجدیدپذیر

تولید و حفظ انرژی‌های تجدیدپذیر برای دستیابی به کربن زدایی، حیاتی‌ست. سلول‌های سوختی هیدروژنی و ذخیره‌سازی باتری به‌عنوان حامل‌های انرژی تجدیدپذیر، تبدیل انرژی بالایی دارند. به‌عنوان یک حامل با اندازه کوچک و تطبیق‌پذیری قابل توجه، این برنامه به‌طور گسترده در حمل و نقل انرژی برای تحرکات جدید در نظر گرفته می‌شود. در آینده قابل پیش‌بینی، تلاش‌ها برای بهبود بهره‌وری انرژی و معرفی تدریجی منابع انرژی تجدیدپذیر منطقی‌تر به نظر می‌رسد، در حالی که انتظار می‌رود منابع انرژی تجدیدپذیر در آینده طولانی منابع انرژی غالب باشند. این امر همچنین نیاز به تغییر جهت استفاده از هیدروژن به‌عنوان سوخت یا منبع انرژی و همچنین استفاده گسترده از دستگاه‌های الکتروشیمیایی مانند باتری‌ها، سلول‌های سوختی و الکترولیزها را دارد. بر اساس برخی گزارش‌ها، انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۴۰ حدود ۴۰ درصد از تولید برق جهانی را به خود اختصاص خواهند داد. پتانسیل تبدیل برق سبز مازاد به هیدروژن احتمالاً یک تغییر بازی‌ست، در حالی که الگوریتم‌ها همراه با اینترنت اشیا و حسگرها، می‌تواند

شبکه‌های اصلی را تثبیت کند و کارآیی ارسال را افزایش دهند [۲]. بخش انرژی در حال حاضر به دلیل افزایش تقاضا، ناکارآمدی، عدم وجود تجزیه و تحلیل مورد نیاز برای مدیریت بهینه، تغییر عرضه و الگوهای تقاضای آن، با مسائل فزاینده‌ای مواجه است. امکان‌سنجی اقتصادی و گسترش هوش مصنوعی در تجارت انرژی ممکن است به عوامل متعددی از جمله تمایل به بهبود بهره‌وری در عملیات، رشد بهره‌وری انرژی، نیاز به تمرکززدایی در تولید برق و همچنین واحدهای ذخیره باتری مرتبط باشد. فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر که از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند شامل پیش‌بینی انرژی همراه با کارایی و دسترسی آن می‌شود. رویکردهای هوش مصنوعی ممکن است برای رفع مشکلات مختلف، از انتخاب ایده‌آل مصرف‌کننده گرفته تا ویژگی‌ها و خواسته‌های آن، مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر این، تعیین قیمت رقابتی همراه با پاداش دادن به شرکت کنندگان در پاسخ به تقاضا، یک وظیفه اصلی‌ست. برای افزایش حداقل ۹۷ درصدی کارآیی انرژی و افزایش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، پیشنهادهای مختلفی در دست اجراست [۳]. بنابراین، این بررسی بر ترکیب، مشارکت، پیشرفت و نتیجه‌ی هوش مصنوعی و مدل‌های آن در فناوری هیدروژن و باتری تمرکز دارد و همچنین کاربرد و چشم‌انداز آن را مورد بحث قرار می‌دهد.

هوش مصنوعی در انرژی‌های تجدیدپذیر

هزینه‌های بالای یکپارچه‌سازی منابع مختلف انرژی مانع بزرگی برای پذیرش آن‌ها است. سازگاری همیشه در هر موضوعی برای پیشرفت بیشتر با جریان زمان مورد نیاز است. این موضوع برای بخش انرژی‌های تجدیدپذیر نیز صادق است. از آنجایی که گستره فناوری به سرعت در حال گسترش است، کاربرد قبلی به یک جنبه حیاتی از هر یک از حوزه‌های تحقیق و توسعه در حال حاضر تبدیل شده است. در بیشتر رشته‌های تحقیقاتی، استفاده از رایانه‌ای که به‌صورت هوشمند برای حل مسائل کار می‌کند، توصیه می‌شود. هوش مصنوعی بیشتر به‌عنوان عاملی برای تمرکز بر ایجاد ماشین‌ها و برنامه‌های هوشمند با مرتبه بالاتر اتوماسیون و هوش برای انجام یک کار خاص یا حل مشکلات خاص شناخته می‌شود. هوش مصنوعی در بسیاری از بخش‌های حیاتی مانند صنایع غذایی، بهداشت و رفاه، ایمنی و امنیت، تجارت، آموزش، کشاورزی، هنر و ... گنجانده شده‌است. به‌طور مشابه، هوش مصنوعی نقش مهمی در تکامل بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایفا می‌کند [۴]. در سال‌های آینده، هوش مصنوعی (AI) قرار است کل صنعت انرژی را با کمک به غلبه بر ماهیت اساساً غیرقابل پیش‌بینی و نامطمئن انرژی و افزایش پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر تغییر دهد. اهمیت هوش مصنوعی در انرژی‌های تجدیدپذیر، به ویژه در فناوری هیدروژن و باتری روزبه‌روز در حال افزایش است.

فناوری‌های داده محور و هوش مصنوعی

هوش مصنوعی و فناوری‌های مبتنی بر داده به دلیل پیچیدگی روزافزون شبکه‌های هوشمند آینده و ظرفیت ایجاد داده‌ها، در بخش‌های مختلف زنجیره ارزش الکتریکی به‌کار گرفته شده‌اند که به‌طور پنهانی ارزش قابل توجهی در سیستم تولید می‌کنند. با این حال، سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی به دلیل عدم قطعیت‌ها و درک کامل، به ویژه در بخش انرژی مشاهده شده‌است. هوش مصنوعی اغلب در صنایع معاصر مانند تصفیه هیدروژن استفاده می‌شود، جایی که می‌تواند عملکرد و کارایی تولید را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. فناوری‌های هوش مصنوعی بیشتر برای پیش‌بینی متغیرهای ایجاد شده در مراحل مختلف زنجیره تأمین، از جمله منابع تجدیدپذیر، توان خروجی سیستم، فعالیت

کاربر و قیمت‌های انرژی پایان‌دهنده استفاده می‌شوند. نرم‌افزار هوش مصنوعی همراه با سخت‌افزار هیدروژنی برای انتخاب مدیریت دارایی مبتنی بر داده‌ها در زمان واقعی و در عین حال بهینه‌سازی ادغام انرژی‌های تجدیدپذیر در شبکه برق استفاده می‌شود. اساساً انواع مختلفی از الگوریتم‌های بهینه‌سازی هوش مصنوعی برای دسته‌بندی وجود دارد. این موضوع با طبقه‌بندی رویکردهای بهینه‌سازی به‌عنوان اکتشافی بیولوژیکی ازدحامی، بیولوژیکی غیر ازدحامی و اکتشافی فیزیکی یا شیمیایی به اندازه کافی مورد توجه قرار می‌گیرد. اخیراً از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی، برنامه‌ریزی و کنترل RES استفاده شده‌است. شبکه عصبی مصنوعی به دلیل قابلیت تعمیم آن، متداول‌ترین تکنیک مورد استفاده در بین الگوریتم‌های یادگیری ماشینی‌ست. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۵، بازارهای انرژی جهانی یکپارچه هوش مصنوعی به ۷.۸ میلیارد دلار برسد و انتظار می‌رود این بازار با ۲۳.۵ درصد CAGR از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۵ رشد کند و سرمایه‌گذاران نیز به دنبال کسب پاداش خود در آینده نزدیک هستند. برخی از شرکت‌های مهم در این زمینه که در حال بررسی چشم‌اندازهای ارائه شده توسط هوش مصنوعی در بخش انرژی هستند عبارتند از: Honeywell، Google Deep Mind، Siemens، Microsoft، General Electric، Schlumberger، Rockwell Automation، Equinor، Shell، Enel X، ABB، Schneider Electric. ،C3.ai و ... [۵].

هوش مصنوعی در فناوری باتری

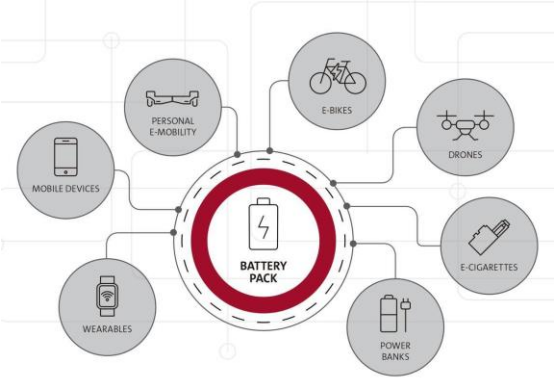
پیشرفت‌های اخیر در زمینه اتوماسیون، توجه به راه‌حل‌های طول عمر باتری مبتنی بر هوش مصنوعی را از دیدگاه تولید و مدیریت برانگیخته‌است. فناوری باتری و سیستم‌های مدیریت باتری بهبود یافته، از مهم‌ترین زمینه‌های مطالعات است. برای تسریع توسعه مواد جدید باتری آلی، سیستمی مبتنی بر هوش مصنوعی و با پشتیبانی از محاسبات تئوری تابعی چگالی ابداع شده‌است. مدیریت موثر باتری لیتیوم یونی یک عامل حیاتی برای آینده‌ای با حداقل کربن است. فناوری‌های جدید، پتانسیل کاهش مولفه انسانی در مدیریت باتری را دارند. این فناوری‌ها پتانسیل بهبود کارایی سیستم‌های فناورانه را دارند. فناوری‌های حمل‌ونقل، برق‌سازی و شبکه هوشمند که تحویل ذخیره‌سازی انرژی مبتنی بر باتری قابل اعتماد را تسریع می‌کنند، نه تنها به کربن‌زدایی، بلکه به زنجیره تامین باتری نیز کمک می‌کنند. تسریع در ذخیره‌سازی انرژی مبتنی بر باتری نه تنها به کاهش انتشار کربن کمک می‌کند، بلکه به تقویت زنجیره تامین باتری نیز کمک می‌کند. با بالا رفتن سن باتری، ظرفیت خود را برای ذخیره، شارژ و تحویل صحیح آن از دست می‌دهد، که تهدیدی مستقیم برای ایمنی و کارایی باتری است. از آنجایی که پیشرفت‌ها در علم و مهندسی اتوماسیون باعث افزایش علاقه به راه‌حل‌های افزایش عمر باتری مبتنی بر هوش مصنوعی از هر دو طرف تولید و مدیریت شده است، پیشرفت هوش مصنوعی در فناوری باتری را می‌توان به دو دسته کلی طبقه‌بندی و تقسیم کرد [۶]:

۱. درک و راهبرد در سطح سیستم: این مورد باعث می‌شود از هوش مصنوعی برای بسته‌های باتری، یکپارچه‌سازی آن‌ها و عملکرد پیش‌بینی شده استفاده شود. همچنین شامل انواع مختلف سلول و ترکیبات شیمیایی آن‌ها و همچنین اهداف عملکردی است. همچنین ممکن است بهترین راه‌ها برای توزیع انرژی در بسیاری از باتری‌ها یا بسته‌ها را کشف کند.

۲. توسعه و تمرکز بهتر بر روی کشف مواد باتری: این هدف، انقلابی‌ست که در آن هوش مصنوعی ممکن

است ترکیبات مفیدی از موادی را کشف کند که در غیر این صورت تصور نمی‌شدند.

این راهبرد کشف مواد، یافته‌های جالبی را در زمینه‌های مختلف دیگر، از جمله ابررساناها، ایجاد کرده‌است و به نظر می‌رسد در باتری‌ها بسیار امیدوارکننده باشد. با استفاده از یک رویکرد در سطح سیستم، دانشمندان باتری ممکن است از هوش مصنوعی برای آزمایش و تجزیه و تحلیل موثرتر بسته‌های باتری، ادغام آن‌ها و عملکرد پیش‌بینی‌شده‌شان استفاده کنند. این برنامه هوش مصنوعی همچنین شامل انواع سلول‌ها، مواد شیمیایی و عملکرد پیش‌بینی شده‌است و می‌تواند به



تعیین بهترین راهبردها برای انتقال انرژی در چندین باتری یا بسته کمک کند.

هوش مصنوعی در کشف مواد

پیش از این، محققان با موضوع طاقت‌فرسای محدود کردن مواد جایگزین مورد نیاز برای کاربردهای باتری نسل بعدی مواجه بودند. این روش استفاده از ارزیاب‌های انسانی را برای استخراج بینش از مقادیر عظیمی از داده‌های آزمایشی ضروری می‌کرد. محققان فقط می‌توانستند به سرعت ماشین‌هایی که داده‌ها را پردازش می‌کنند کار کنند، که ممکن است سال‌ها طول بکشد تا پیشرفتی حاصل شود [۷]. هوش مصنوعی می‌تواند ترکیبات ارزشمندی از مواد را که در غیر این صورت در نظر گرفته نمی‌شد را آشکار کند. استفاده از هوش مصنوعی برای شناسایی مواد جدید نتایج هیجان‌انگیزی در بسیاری از زمینه‌های دیگر مانند ابررساناها به همراه داشته است و به نظر می‌رسد در باتری‌ها بسیار امیدوارکننده باشد.

بهینه‌سازی ساختار باتری با هوش مصنوعی

در حالی که بیشتر تلاش‌ها برای تقویت باتری‌ها در چند دهه گذشته بر روی شیمی باتری متمرکز شده‌اند، نشان داده شده است که اصلاح فیزیک باتری‌ها، چگالی، ظرفیت، ایمنی و سایر معیارهای عملکرد حیاتی را افزایش می‌دهد. هوش مصنوعی می‌تواند به دانشمندان باتری در درک بهتر همبستگی‌های ویژگی ساختار در سطح الکترود کمک کند و به آن‌ها اجازه می‌دهد ساختار باتری بهینه را برای هر کاربرد خاص توسعه دهند. هوش مصنوعی ممکن است توصیه‌های قابل توجهی در مورد طرح‌های ساختاری مختلف ارائه دهد که منجر به عملکرد بهینه باتری بر اساس نحوه استفاده از باتری و سایر معیارهای فنی می‌شود.

هوش مصنوعی در تولید باتری

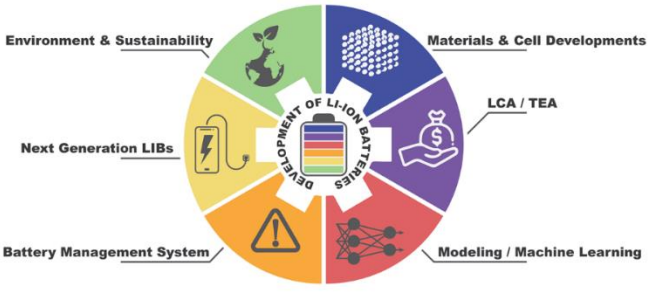
تحقیقات بیشتری در مورد فناوری‌های هوش مصنوعی در تولید باتری مورد نیاز است. استفاده از فناوری‌های

هوش مصنوعی در توسعه باتری مورد توجه قرار گرفته-است. غربالگری موادی مانند کاندیدهای الکترولیت جامد، به لطف فناوری‌های یادگیری ماشین، دیگر نیازی به تلاش‌های آزمایشی پیچیده ندارد. هوش مصنوعی می‌تواند عمر باتری و تخریب آن را پیش‌بینی کند و هنگامی که با تکنیک بهینه‌سازی Bayesian ترکیب شود می‌تواند به‌طور موثر پارامترهای شارژ سریع را بررسی کند [۸]. فناوری هوش مصنوعی در بخش تولید نیز پیشرفت‌هایی داشته‌است. روش‌های داده‌محور می‌توانند در ارزیابی فرآیندهای تولید و بهینه‌سازی کنترل کیفیت کمک کنند. روش یادگیری ماشین برای تولید بازده انرژی، پیشرفت‌های آینده‌نگر برای صنعت باتری را برجسته می‌کند و دیدگاه یادگیری عمیق در مورد طراحی معکوس لایه SEI ممکن است به توسعه فناوری شکل‌دهی کمک کند. تحقیقات هوش مصنوعی در مورد فرآیندهای تولید و مواد باتری تجاری‌سازی شده در مقایسه با روند رو به گسترش سریع کاربرد هوش مصنوعی در رشته‌های نوآوری مواد و وضعیت سلامت باتری و پیش‌بینی عمر محدود است. فناوری هوش مصنوعی ممکن است نقش مهمی در توسعه نسل بعدی فناوری باتری و گسترش تولید هوشمند به‌عنوان ابزاری با کارایی بالا و دقیق داشته باشد. هدف کارشناسان هوش مصنوعی وارد کردن هوش مصنوعی به تشخیص باتری و جداسازی پارامترهای فنی باتری‌هایی‌ست که به‌تکرار مورد بررسی قرار می‌گیرند و برای بررسی بیشتر آماده هستند. از طریق تکنیک‌های ریاضی مورد استفاده برای نظارت بر باتری در سال‌های اخیر، از مزایای باتری‌هایی‌ست که در وسایل نقلیه نظامی و غیرنظامی و زنجیره‌های محرک ربات استفاده می‌شوند. به راحتی می‌توان توافق کرد که بازارهای جدید درنتیجه‌ی قدرت فناوری‌های جدید مانند هوش مصنوعی و رباتیک با سرعت نگران‌کننده‌ای در حال رشد و ناپدیدشدن هستند. هوش مصنوعی این پتانسیل را دارد که راه‌های جدیدی برای افزایش کارایی باتری ارائه دهد. مشکل این است که باتری‌های فعلی در سطوح بازده و ایمنی بهینه عمل نمی‌کنند. درنتیجه، به راحتی می‌توان توافق کرد که یک رویکرد جدید به‌کار گرفته شده در سیستم‌های مدیریت باتری مورد نیاز است. در یک خودروی الکتریکی، یک سیستم مدیریت باتری (BMS) برای تنظیم و نظارت بر عملکرد باتری مورد نیاز است. سیستم مدیریت باتری یک ماژول منفرد کاربردی است که به‌طور انحصاری مسئول تعادل سلول، نظارت بر دمای سطح سلول، محاسبه وضعیت سلامت، تعیین وضعیت شارژ (SoC) و ترکیب خاصی از سلول‌های یک بسته باتری ساخته شده از یک ماژول باتری است. از آنجایی که وضعیت شارژ تابعی غیرخطی از دما و جریان است، برآورد آن چالش‌برانگیز است. روش‌های تخمین SoC قبلاً به چهار دسته طبقه‌بندی می‌شدند: اندازه‌گیری مستقیم، مبتنی بر مدل، تخمین حسابداری و روش‌های مبتنی بر هوش کامپیوتری. از آنجا که آن‌ها بر اساس علم داده و تکنیک‌های یادگیری ماشین هستند، روش‌های مبتنی بر داده برای تخمین SoC دقت پیش‌بینی بهتری را نسبت به روش‌های سنتی ارائه می‌دهند. با پیشرفت در هوش مصنوعی، یادگیری ماشین به‌طور گسترده در چندین بخش مانند سرگرمی، سیستم‌های کمک راننده، اتومبیل‌های خودران و ... استفاده می‌شود. به دلیل قابلیت‌های یادگیری استثنایی، هوش مصنوعی بر صنایع حاکم است و محققان می‌خواهند از هوش مصنوعی در سیستم‌های مدیریت باتری برای تخمین دقیق SoC استفاده کنند. این امر ایجاد یک رویکرد پیش‌بینی قدرتمند را تشویق می‌کند که مناسب، دقیق، سازگار و قادر به تخمین دقیق SoC باشد. رگرسیون خطی، درخت

تصمیم، ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) و شبکه‌های عصبی همه انواع هوش مصنوعی رگرسیونی هستند. برای داده‌های خطی، دو تکنیک اول به خوبی کار می‌کنند. از آنجایی که باتری‌ها ویژگی‌های غیرخطی دارند، پژوهش بر استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و مدل‌های SVM برای تخمین دقیق SoC تمرکز دارد [۹]. سه بخش برای اهداف کاری ایجاد شده‌است. هدف اول مطالعه روش‌های برآورد SoC موجود و محاسبه SoC با استفاده از روش شمارش کولن استاندارد است. هدف دوم، پیش‌پردازش داده‌های باتری بر اساس جریان، شارژ، دی‌شارژ و ظرفیت اولیه است و سپس هر دو مدل را برای تخمین SoC با استفاده از ولتاژ و جریان به‌عنوان ورودی آموزش می‌دهد. هدف اصلی مقایسه دو الگوریتم قدرتمند هوش مصنوعی برای پیش‌بینی دقیق SoC به منظور انجام تحقیقات عملکرد است. میانگین خطای مطلق (MAE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و مربع R برای انجام مقایسه استفاده می‌شود [۱۰]. ویژگی‌های کلیدی مدیریت باتری مبتنی بر هوش مصنوعی عبارتند از:

۱. شارژ خودکار و موقت: عملکرد مداوم به دلیل شارژ خودکار باتری امکان‌پذیر است.

۲. تعویض خودکار باتری: اگر باتری‌ها سطح ولتاژ از پیش تعیین شده‌ای داشته باشند، ربات‌ها کار را قبل از رفتن به مرحله بعدی تکمیل می‌کنند.



نتیجه‌گیری

صنعت انرژی در حال سپری کردن تحولات چشم‌گیری است. اعتقاد بر این است که ترکیب هوش مصنوعی به بهینه‌سازی موثر سیستم قدرت و حفظ انعطاف‌پذیری و قابلیت اطمینان کمک می‌کند. کاربرد بالقوه هوش مصنوعی در ذخیره‌سازی انرژی به‌طور قابل توجهی در پیش‌بینی ولتاژ خروجی یک پیل سوختی میکروبی، هیدروژناسیون CO_2، چگالی توان هیدروژن، سلول سوختی اکسید جامد، غشای سلول سوختی الکترولیت پلیمری، انتشار متغیر، موتور هیدروژنی، سلول‌های سوختی الکترولیت پلیمری و هیدروکربن‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌است. یک تکنیک مطالعه کارایی هوش مصنوعی در مدل‌سازی تولید انرژی، بینشی از کاربرد آن در انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه کرد و روش‌های موجود را مورد آزمایش قرار داد. تغییر به آینده‌ای تمام الکتریکی به توسعه باتری‌های کم هزینه، کارایی بالا و ایمن بستگی دارد. حفظ یک مزیت راهبردی در صنعت تولید باتری ممکن است به اجرای موفقیت‌آمیز هوش مصنوعی برای سرعت بخشیدن به مراحل آزمایش و کشف فرصت‌هایی برای کاهش هزینه و بهبود عملکرد منجر شود. هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین (ML) می‌توانند به تسریع این فرآیند و کاهش هزینه‌ها کمک کنند، در حالی که باتری‌ها را با تغییر معماری و ساختار آن‌ها برای کارکرد سریع‌تر، عمر طولانی‌تر و ایمن‌تر به‌شدت بهبود می‌بخشند. با تجاری‌سازی باتری نسل بعدی که از پنج تا پانزده سال فاصله دارد، حفظ مزیت رقابتی ممکن است به پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز هوش مصنوعی برای تسریع مراحل آزمایش و کشف مناطقی برای کاهش هزینه و بهبود عملکرد منجر شود. محققان به‌طور فزاینده‌ای از این تکنیک‌ها برای توسعه هوش محاسباتی برای اجرای

این کار سخت و بدست آوردن نتایج امیدوارکننده استفاده می‌کنند.

منابع

[1]. Banos, R., et al., Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review. Renewable and sustainable energy reviews, 2011. 15(4): p. 1753-1766.

[2]. Kalogirou, S.A., Artificial neural networks in renewable energy systems applications :a review. Renewable and sustainable energy reviews, 2001. 5(4): p. 373-401.

[3]. Chen, C., et al., Artificial intelligence on economic evaluation of energy efficiency and renewable energy technologies. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 2021 . :٤٧p. 101358.

[4]. Şerban, A.C. and M.D. Lytras, Artificial intelligence for smart renewable energy sector in europe smart energy infrastructures for next generation smart cities. IEEE access, 2020. 8: p. 77364-77377.

[5]. Elahi, E., et al., Estimation of realistic renewable and non-renewable energy use targets for livestock production systems utilising an artificial neural network method: A step towards livestock sustainability. Energy, 2019. 183: p. 191-204.

[6]. Geng, N., et al. Forecasting hydrogen energy production in China base on multi grey model. in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. IOP Publishing.

[7]. Ghorbani, B. and K. Vijayaraghavan, A review study on software-based modeling of hydrogen-fueled solid oxide fuel cells. International Journal of Hydrogen Energy, 2019. 44(26): p. 13700-13727.

[8]. Liu, K., et al., Towards long lifetime battery: AI-based manufacturing and management. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 2022.

[9]. Park, M., et al., Material design and engineering of next-generation flow-battery technologies. Nature Reviews Materials, 2016. 2(1): p. 1-18.

[10]. Di Fonso, R., et al. Multidimensional machine learning balancing in smart battery packs. in IECON 2021–47th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. 2021. IEEE.

هوش مصنوعی در مهار آلاینده‌ها

سمیرا صفری نجف‌آبادی، دانشجوی مهندسی برق، دانشگاه ملایر
Samira.safari79@gmail.com
سید امیر خوش رو، دانشجوی مهندسی برق، دانشگاه ملایر
Seyed.amir.khoshrou@gmail.com

چکیده

با توسعه صنعت برق آلاینده‌های حاصل از آن هم افزایش یافت؛ زیرا استفاده از سوخت‌های فسیلی آلاینده‌های زیادی را به همراه دارد و انرژی‌های تجدیدپذیر هم فراگیر نشده‌است، در بسیاری از کشورها مانند ایران هنوز از سوخت فسیلی برای تامین انرژی برق در نیروگاه‌ها استفاده می‌شود. توسعه هوش مصنوعی در صنعت برق راهی برای مهار آلاینده‌ها مورد توجه قرار گرفته‌است؛ زیرا بخش انرژی در سرتاسر جهان با چالش‌های فزاینده‌ای مرتبط با افزایش تقاضا، کارایی، تغییر الگوهای عرضه و تقاضا و کمبود تحلیل‌های مورد نیاز برای مدیریت بهینه مواجه است. این چالش‌ها در کشورهایی با اقتصاد توسعه نیافته حادتر است در این مقاله ما هوش مصنوعی را در صنعت برق بررسی می‌کنیم و کارآیی آن را در بخش‌های مختلف این صنعت بیان خواهیم کرد [۱].

مقدمه

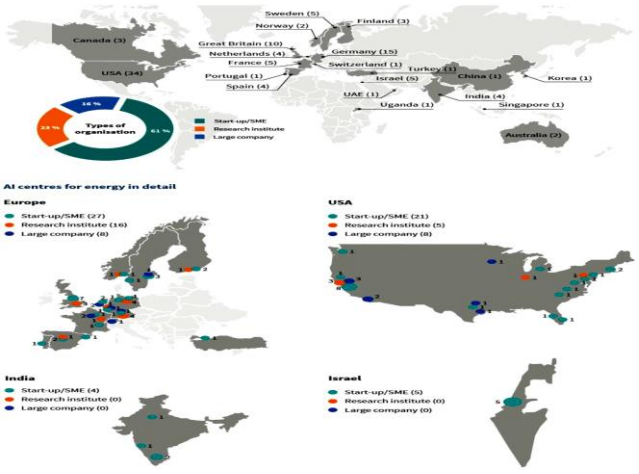
توسعه صنعتی با رشد، تقویت، پایداری، پیشرفت فنی، قابلیت اطمینان، انتخاب و پاسخ دینامیکی سیستم قدرت ضروری است. دولت‌ها و شرکت‌ها میلیاردها دلار در فناوری‌ها برای تبدیل، برداشت، افزایش تقاضا، تغییرالگوی تقاضا و عرضه، کارایی، عدم تجزیه و تحلیل مورد نیاز برای برنامه‌ریزی بهینه انرژی و کاهش آلاینده-ها سرمایه‌گذاری می‌کنند. در این سناریو، هوش مصنوعی شروع به ایفای نقش اصلی در صنعت برق کرده‌است. باتوجه به اهمیت هوش مصنوعی، این مطالعه بر روی هفت سیستم مختلف انرژی و کاربردهای متنوع آن‌ها انجام شد، از جمله: تولید برق، تحویل برق، شبکه‌های توزیع برق، ذخیره انرژی، صرفه‌جویی در انرژی، مواد و دستگاه‌های انرژی جدید، بهره‌وری انرژی و فناوری نانو، کاهش آلاینده. در کشورهای توسعه یافته، صنعت برق استفاده از هوش مصنوعی را برای اتصال با کنتورهای هوشمند، شبکه‌های هوشمند و دستگاه‌های اینترنت اشیا آغاز کرده‌است. این فناوری‌های هوش مصنوعی منجر به بهبود کارایی، مدیریت انرژی، شفافیت و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد شد. در سال‌های اخیر، فناوری هوش مصنوعی جدید پیشرفت‌های قابل توجهی در نحوه نظارت دستگاه‌های سیستم قدرت بر داده‌ها، برقراری ارتباط با سیستم، تجزیه و تحلیل ورودی-خروجی و نمایش داده‌ها به روش‌های بی‌سابقه‌ای داشته-است. کاربردهای جدید در سیستم انرژی زمانی امکان-پذیر می‌شود که این پیشرفت‌های جدید هوش مصنوعی در صنعت انرژی گنجانده شود [۵]. مسائل مربوط به بهره‌وری به‌ویژه مشکل‌ساز است، زیرا رواج اتصالات غیررسمی به شبکه برق به این معنی است که مقدار زیادی از برق نه اندازه‌گیری می‌شود و نه صورت حسابی برای آن وجود دارد. امری که منجر به تلفات و همچنین انتشار دی‌اکسیدکربن بیشتر می‌شود، زیرا

مصرف‌کنندگان انگیزه کمی برای استفاده منطقی از انرژی دارند. بخش برق در کشورهای توسعه‌یافته، شروع به استفاده از هوش مصنوعی و فناوری‌های مرتبط کرده که امکان ارتباط بین شبکه‌ها و کنتورهای هوشمند و دستگاه‌های اینترنت اشیاء را به وجود آورده‌است. این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود مدیریت انرژی، کارایی و شفافیت و افزایش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر کمک کنند.

تعادل بهینه بین عرضه و تقاضا در صنعت برق

به طور متناقض، به دلیل عدم قابلیت پیش‌بینی، حتی در روزهای بسیار آفتابی و بادی، مصرف انرژی غیرضروری وجود دارد: به عبارت دیگر، اگر انرژی بیش از میزان پیش‌بینی شده از طریق سیستم‌های انرژی خورشیدی و بادی تولید شود و اپراتورهای شبکه نتوانند به موقع واکنش نشان دهند، روش‌های سنتی، منابع انرژی بسیار زیادی را به هزینه مصرف‌کنندگان تولید می‌کنند و در نتیجه مقدار زیادی دی‌اکسیدکربن اضافی نیز ایجاد می‌شود. توسعه هوش مصنوعی در صنعت برق راهی برای مهار آلاینده‌ها محسوب می‌شود؛ یکی از چالش‌های اصلی، امکان ایجاد تعادل بهینه بین عرضه و تقاضا است و دقیقاً برای این منظور یادگیری ماشینی با ترکیب دو عامل نقش کلیدی ایفا می‌کند: پیش‌بینی‌های قابل اعتماد برای منابع انرژی تجدیدپذیر و شبکه‌های هوشمند [۳].

دستیابی به قابلیت پیش‌بینی در تولید برق با استفاده از توربین‌های بادی منجر به پیشرفت‌های بزرگی شده‌است: در حالی که در استرالیا این عملکرد را می‌توان با دقت بالای ۸۰ درصد در طول سال پیش‌بینی کرد، در ایالات متحده با همکاری دولت، IBM فناوری پیش‌بینی را توسعه داده‌است که می‌تواند شرایط خورشید و باد را برای ۳۰-۱۵ روز آینده، پیش‌بینی کند. مثال دیگر شرکت هوش مصنوعی بریتانیایی DeepMind است که می‌تواند با استفاده از پیش‌بینی‌های آب و هوا و داده‌های توربین‌های بادی، عملکرد توربین‌ها را از ۳۶ ساعت قبل به طور نسبتاً دقیق پیش‌بینی کند.



تصویر ۱ هوش مصنوعی در سراسر جهان

شبکه‌های هوشمند

شبکه‌های هوشمند مکمل پیش‌بینی‌های قابل اعتماد برای دستیابی به تعادل بهتر بین عرضه و تقاضا هستند. کنتورهای هوشمند می‌توانند داده‌هایی را در مورد مصرف انرژی در دستگاه‌های ترمینال تولید کنند که از طریق زیرساخت شبکه هوشمند ارتباط برقرار می‌کنند و در نهایت می‌توانند منجر به تامین کارآمدتر شوند. همچنین ممکن است در زمان‌های کم مصرف برق ارزان‌تر باشد، بنابراین مصرف‌کنندگان نهایی می‌توانند کارهای انعطاف‌پذیری را که نیاز به انرژی زیادی دارند، دوباره برنامه‌ریزی کنند [۲،۱].

یادگیری ماشین به عنوان بخشی از راه‌حل

توسعه هوش مصنوعی در صنعت برق راهی برای مهار آلاینده‌ها به شمار می‌آید و به طور کلی پتانسیل بسیار زیادی در یادگیری ماشین و هوش مصنوعی برای مدیریت مشکل تعادل بین پیشنهاد و تقاضا در مسائل انرژی وجود دارد. علاوه‌بر دو حوزه اصلی پیش‌بینی‌های قابل اعتماد و شبکه‌های هوشمند، بسیاری از جنبه‌های دیگر نیز مطرح می‌شوند که پیشرفت‌های بزرگی مانند جلوگیری از سرقت برق یا تشخیص و پیش‌بینی قطعی برق در آن‌ها قابل انتظار است [۳].

کاربرد هوش مصنوعی در برق‌رسانی

چیزهای کمی در این دنیای پیچیده، صاحب نظر و درهم و برهم وجود دارد که بتوان آن‌ها را به عنوان امور مثبت جهانی طبقه‌بندی کرد. یک استدلال قوی وجود دارد که توسعه برق، یکی از آن‌ها است. بدیهی است که یکی از ذی‌نفعان اصلی افزایش برق‌رسانی، شرکت‌های تامین-کننده برق خواهند بود. مؤسسه تحقیقات انرژی الکتریکی[16] معتقد است افزایش بهره‌وری منجر به کاهش بارهای الکتریکی کلی در غیاب آنچه ابتکارات "الکتریک-سازی کارآمد" می‌نامد، خواهد شد. اما EPRI محاسبه می‌کند که دنبال کردن الکتریکی‌سازی منجر به رشد بار تجمعی بین ۲۴ تا ۵۲ درصد می‌شود.

اما اگر برق با جاه‌طلبی بیشتری برای به‌کارگیری همه‌چیز از ماشین‌های برقی، اتوبوس‌ها، پمپ‌های حرارتی و تجهیزات انبار، یا کشت محصولات در انبارهای بزرگ سرپوشیده، استفاده شود، خیلی اتفاقات خوبی می‌افتد. چراکه توسعه هوش مصنوعی در صنعت برق راهی برای مهار آلاینده‌ها در آینده خواهد بود؛ آوریل گذشته، EPRI یک ارزیابی ملی الکتریسیته را منتشر کرد که اثرات اجتماعی، مشتریان و تأسیسات برق را که تا سال ۲۰۵۰ تا ۵۰ درصد از مصرف انرژی نهایی را تأمین می‌کند، تشریح کرد. نتایج این ارزیابی، افزایش کارایی و انعطاف‌پذیری شبکه، بهبود سلامت انسان به لطف کیفیت بهتر هوا، کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های مصرف کننده و همچنین کاهش چشمگیر انتشار گازهای گلخانه‌ای، حتی در غیاب سیاست‌های آب و هوایی را نشان می‌دهد [۴، ۶].

استفاده از هوش مصنوعی در تولید برق

استفاده از هوش مصنوعی در تولید برق و انرژی به خوبی شناخته شده‌است. این شامل بهینه‌سازی عملکرد عملیاتی از طریق تجزیه و تحلیل، بهینه‌سازی مزارع بادی با پیش‌بینی سرعت باد، تولید پراکنده انعطاف‌پذیر، ادغام تولید خرد، بازرسی هواپیماهای بدون سرنشین از تجهیزات، خروجی تولید متصل به شبکه، مدیریت تقاضای فعال، بهینه‌سازی مستقل تولید، بهینه‌سازی تولید تجدید پذیر و ... . علاوه بر این، هوش مصنوعی یک ابزار بسیار موثر در تولید برق و انرژی برای نشان دادن موارد زیر است:

- تشخیص خطاهای انسانی: تا زمانی که به یک مسئله بزرگ تبدیل شود
- بهینه‌سازی برنامه نیروگاه‌ها: افزایش سودآوری
- پیش‌بینی ترتیب شایستگی: بهینه‌سازی برنامه-ریزی منابع مختلف قدرت
- پیش‌بینی خرابی: پیش‌بینی شکست سیستم زودتر و دقیق‌تر

[16] EPRI

مدل‌های هوش مصنوعی برای برنامه‌ریزی عملیاتی و تولید بر اساس پیش‌بینی بار، اعزام اقتصادی، تولید هیدروترمال و برنامه‌ریزی بهینه‌سازی استفاده می‌شود. محدودیت‌های قدرت فعال و واکنشی نسل‌های مختلف قدرت و واحدهای تولید توسط AI کنترل می‌شود. ML، AI و یادگیری تقویتی همکار دیگر آن‌ها، یادگیری عمیق و ... ، در حال حاضر دامنه گسترده‌ای در تعدادی از شاخه‌ها دارند. بیشتر در بخش انرژی، یادگیری عمیق بسیار مفید است زمانی که الگوریتم‌ها برای پایگاه داده-های بزرگ سازگار هستند. در موارد تاریخی مصرف و تولید انرژی، مجموعه داده‌ها معمولا بزرگ هستند و شامل تکنیک‌های مناسب برای تجسم و تفسیر کارآمد هستند. یک شبکه کارآمدتر یا شبکه هوشمند همراه با رشد تولید متناوب خورشیدی و باد با بارهای متناوب برق مانند وسایل نقلیه الکتریکی یا اتوبوس، باتری‌ها، ذخیره انرژی و برق تجدیدپذیر غیرمتمرکز مانند سیستم‌های PV خورشیدی سقف مورد نیاز است. با استفاده از هوش مصنوعی، شبکه هوشمند قادر به انطباق و یادگیری در مورد تعداد جریان‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر به شبکه و ماهیت بارهای متناوب خواهد بود [۲].

مزیت‌های استفاده از حمل‌ونقل برقی با هوش مصنوعی

مثال حمل‌ونقل برقی گویا است. از سال ۲۰۰۰، بخش انرژی‌الکتریکی انتشار دی‌اکسیدکربن خود را تا ۲۰ درصد و معیارهای آلاینده‌های هوا را به میزان ۸۰ درصد کاهش داده‌است. این بدان معنا است که خودروهای دارای باتری که توسط شبکه شارژ می‌شوند، هر سال آسیب کمتری به کیفیت هوا و اقلیم وارد می‌کنند و توسعه هوش مصنوعی در صنعت برق راهی برای مهار آلاینده‌ها خواهد شد. اما بهره‌برداری از وعده‌ها و مزایای افزایش برق‌رسانی نیازمند ابزارهای جدیدی است تا به شرکت‌های برق کمک کند تا فرصت‌هایی را که از یک شبکه مدرن و متحول‌شده بدست می‌آیند، مدیریت، بهینه‌سازی و در نهایت کسب درآمد کنند. هوش مصنوعی یکی از ضروری‌ترین ابزارها برای استفاده از ابزارهای برقی است.

تصویر ۲ مدلی از خودرو برقی

استفاده از هوش مصنوعی برای تشویق و بهینه‌سازی افزایش نیاز به خودروهای الکتریکی، مثال قدرتمندی از نحوه استفاده از اطلاعات سطح بار، برای ارائه مزایا به رانندگان خودروهای برقی و شرکت‌های برقی ارائه می‌کند. طبق گزارش بلومبرگ نیو انرژی فاینانس، فروش خودروهای برقی از ۱.۱ میلیون در سال ۲۰۱۷ به ۱۱ میلیون در سال ۲۰۲۵ و ۳۰ میلیون در سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت؛ امری که نشان می‌دهد توسعه هوش مصنوعی در صنعت برق راهی برای مهار آلاینده‌ها به شمار می‌آید. آپهای گوپتا[1]، یکی از بنیانگذاران و مدیر اجرایی بیدگلی[17]، گفت: «بسیاری از این‌ها ناشی از این واقعیت است که خودروهای الکتریکی هر روز مقرون به‌صرفه‌تر می‌شوند. موتورهای احتراق داخلی در کوتاه مدت نسبت به خودروهای الکتریکی گران‌تر خواهند شد.

[1] Abhay Gupta
[17] Bidgely
[3] BNEF

در واقع، تحقیقات بی‌ان‌ای‌اف[3] در سال ۲۰۱۸ نشان داد که هزینه بسته باتری لیتیوم یونی در سال ۲۰۱۷ به طور متوسط حدود ۲۰۸ دلار در هر کیلووات ساعت بوده‌است بی‌ان‌ای‌اف پیش‌بینی می‌کند تا سال ۲۰۳۰، هزینه به حدود ۷۰ دلار در هر کیلووات ساعت کاهش یابد. در همین گزارش پیش‌بینی می‌شود که خودروهای برقی تا سال ۲۰۲۴ به قیمت برابری با خودروهای احتراق داخلی خواهند رسید [۳]. هوش مصنوعی می‌تواند برای تسریع پذیرش خودروهای الکتریکی مورد استفاده قرار گیرد و هنگامی که مردم آن‌ها را دارند، اطمینان حاصل کنند که رانندگان و شرکت‌های خدماتی بیشترین بهره را از لحاظ مالی از آن‌ها می‌برند. نحوه عملکرد آن به این صورت است: هوش مصنوعی امکان تفکیک انرژی را فراهم می‌کند، که به سادگی روشی پیچیده برای گفتن این است که جزئیات دقیق مصرف انرژی دقیقه به دقیقه بارهای حیاتی در یک خانه را فراهم می‌کند. قابلیت مشاهده در شارژ– EV که ۸۰ درصد آن در خانه انجام می‌شود، اطلاعاتی را ارائه می‌دهد که می‌تواند برای کمک به صاحبخانه، ابزار و شبکه به طور کلی استفاده شود [۳، ۵].

تنظیم مصرف برق با هوش مصنوعی

توسعه هوش مصنوعی در صنعت برق راهی برای مهار آلاینده‌ها، با مشکلاتی نیز مواجه است؛ یکی از بزرگ‌ترین مشکلات این است که شبکه برق هرگز به گونه‌ای طراحی نشده‌است که ظرفیت تقاضای بالایی را در همان زمان داشته باشد. به عنوان مثال، اگر ۱۰ صاحبخانه در یک خیابان به طور هم‌زمان شروع به شارژ وسایل نقلیه خود با شارژر سریع کنند، به احتمال زیاد از ظرفیت ترانسفورماتور توزیع آن خیابان فراتر خواهیم رفت. هر سازنده خودرو قصد دارد خودروهای باتری دوربردی را عرضه کند که حتی با شارژ سریع نیز ۸ تا ۱۰ ساعت طول می‌کشد تا یک شبه شارژ شوند. این به این معنی است که با توجه به استفاده از خودروهای برقی، گزینه تلنبار کردن شارژ خودرو برای چند ساعت، حتی برای شبکه کار نخواهد کرد. همانطور که تعداد و اندازه باتری خودروهای الکتریکی افزایش می‌یابد، نقش هوش مصنوعی این است که پیش‌بینی کند که برق چند خانه در خیابان یا روی یک ترانسفورماتور در حال شارژ می‌شود و این شارژ چقدر طول می‌کشد؛ این پیش‌بینی با قیمت‌گذاری فوق‌العاده پویا ترکیب می‌شود تا قیمت فوق‌العاده پایین را در زمان‌هایی که وجود دارد، ارائه دهد. ممکن است ظرفیت مازاد و قیمت فوق‌العاده بالا زمانی که تقاضای بیشتری دارید رخ دهد. نمونه‌ای از این قیمت‌گذاری Uber است، وقتی تقاضا زیاد است، قیمت‌های uber افزایش می‌یابد و کاربران می‌توانند تصمیم بگیرند که آن قیمت را بپردازند، یا از حمل‌ونقل جایگزین استفاده کنند یا ۳۰ دقیقه منتظر بمانند تا تقاضا کاهش یابد. این تنها یک راه‌حل پیشنهادی است، ممکن است راه‌حل‌های زیادی وجود داشته باشد – ترکیب تولید و ذخیره‌سازی باتری با شارژ، راه حل دیگری است. به عنوان مثال، هوش مصنوعی می‌تواند به یک ابزار کمکی هشدار دهد که خانه‌ای دارای یک خودروی الکتریکی است با یک شارژر سطح یک که معمولاً باتری را از ساعت ۶ بعدازظهر شروع به شارژ می‌کند. هر شب. اگر می‌دانید که به‌عنوان یک ابزار کاربردی، از این ابزار استفاده می‌شود؛ می‌توانید کاربر را تشویق کنید تا یک تایمر روی شارژ خود بگذارد تا بتواند در نیمه‌شب که برق ارزان‌تر است به جای ساعت ۶ بعدازظهر، شارژ شود. یا حتی می‌توانید شارژر سطح دو را با تخفیف به آنها پیشنهاد دهید، که به شرکت امکان می‌دهد شارژر را کنترل کند. سپس این ابزار می‌تواند

سیگنال‌های قیمت ارسال کند یا شاید حتی آن شارژر را کنترل کند تا به مدیریت بار شبکه کمک کند [۱، ۳].

نتیجه‌گیری

تمام موارد گفته شده مانند تنظیم بازار مصرف، یادگیری ماشین و ... گزینه‌هایی هستند که از نظر مالی هم برای شرکت‌های برق و هم برای دارندگان خودروهای برقی سودمند هستند، اما گزینه‌هایی هستند که شرکت‌ها نمی‌توانند بدون اطلاعات دقیقی که هوش مصنوعی ارائه می‌کند، با اطمینان به مشتریان ارائه کنند. استفاده از قابلیت دید با هوش مصنوعی برای ارائه نرخ‌ها یا تخفیف‌های مناسب برای خودروهای برقی برای شارژرها به شرکت‌های برق کمک می‌کند تا از نظر اقتصادی آنچه را که اغلب ممکن است پرهزینه است، مدیریت کنند. توسعه هوش مصنوعی در صنعت برق راهی برای مهار آلاینده‌ها به شمار می‌آید که یکی از امیدواری‌های جهان آینده برای حفظ تعادل بین استفاده از انرژی و میزان مصرف است [۲، ۳]. استفاده از هوش مصنوعی در صنعت جهانی برق برای تمام کشورها و دولت ها مورد نیاز است زیرا بهترین راه برای کاهش آلاینده و مصرف بهینه برق در تمام صنایع می‌باشد همچنین هزینه های اضافی از جمله ساخت فیلتر های پاکیزگی هوا را کم یا حذف می‌کند و می‌توان از آن برای پیشرفت صنعت برق بهره زیادی برد.

منابع

1. Ahmad, T. (2022). Energetics Systems and artificial intelligence: Applications of.
2. Ciulla, G. D. (2019). Building energy performance forecasting.
3. *https://hooshio.com/*. (1401).
4. Khan, M. F. (2017). Fuzzy logic based energy storage.
5. Zhang, H. Y. (2020). A review on renewable energy and electricity requirement.
6. Zhou, Y. Z. (2020). Generation scheduling of self-generation.

Energy Management Strategies for Hybrid Power Systems

Mohammadreza mohammadiyan asiabar[1], Jabber koochaki [2],

[1]Master's degree, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj; mohammadrezamohammadiyan28@yahoo.com
[2]Master's degree, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj; jabber.koochaki@gmail.com

ABSTRACT

Due to the rising concern of environmental problems in ship industries, fuel cell hybrid power systems have been proposed to be an ideal substitution to diesel engines in shipboard power systems. However, the hybrid power system has brought many challenges, one of which is the power splitting among different power sources. In this paper, a wavelet transform and fuzzy logic-based energy management strategy is proposed for a fuel cell/battery/ultra capacitor hybrid power cruiser, considering the dynamic characteristics of each power source. Specifically, the energy demand of the cruiser is decoupled into different frequencies by wavelet transform and distributed to different energy sources according to their dynamic characteristics. To ensure long-term reliable operation of the hybrid power system, fuzzy logic is proposed to keep the state of charge of the energy storage system within safe range. The proposed energy management strategy is applied to a hybrid power cruiser in MATLAB/Simulink and two cases are studied considering different initial states of charge of the energy storage system. The results show that, the proposed energy management strategy enables the fuel cell to supply about 50% of the high frequency power, and reduce the peak power supplied by the fuel cell by 80% when the initial state of charge of the Ultra-capacitor is low; and the fuel cell supplies around 400% higher than the low peak power and 50% of the high peak power when the initial state of charge of the battery is low.

Keywords

Fuel cells, hybrid power systems, energy management strategies, wavelet transform, fuzzy logic.

1. INTRODUCTION

With increasing attention to environmental protection around the world, great efforts have been made to find an alternative energy instead of using fossil energy in ship industry [1]. Fuel cell systems (FCS) have become a promising solution owing to their features including high energy efficiency and density, zero local emissions as well as low noise [2, 3]. The optimization-based strategies include two types: instantaneous optimization and dynamic optimization. Van Vu et al. [4] develop a model prediction control method to minimize a cost function. Kanellos et al. [5] develop a dynamic programming-based algorithm for a wind/PV/diesel/battery hybrid system, of which the energy management strategy is a multiple step procedure with respect to the state of charge of the battery. In [6], the authors propose a dynamic programing energy management strategies (EMS) for different hybrid propulsion structures. The intelligent algorithm-based strategies, such as deep reinforcement learning, are mostly applied to hybrid electric vehicles [7-10]. In [11], an energy management strategy based on optimal equivalent consumption minimum strategy is proposed to identify the parameters of FCS in the dynamic operation process. Therefore, in this paper, an EMS is proposed for a hybrid ship considering the dynamic response of each power source to load changes. The main contributions are summarized as follows: A hybrid power system that contains FCS, batteries and UC is proposed for a small cruise ship. The proposed hybrid power system can achieve zero emissions. A wavelet transform

(WT) and fuzzy logic-based EMS is proposed to allocate power requirement to each power source. The WT is used to decouple the power demand into high and low frequencies, and the low frequency power is shared by the FCS and batteries due to their relatively poor dynamic performance whereas the high frequency power is supplied by the UC considering its High-power density and fast response to pulse power and fluctuations. Then, fuzzy logic is used to maintain the SOC of the ESS within safe level. The proposed EMS is validated on a simulated hybrid power system in MATLAB/Simulink and is proven to be able to improve the energy efficiency and extend the life cycle of fuel cells and batteries by reducing their fast and sharp response.

2. HYBRID POWER SYSTEMS

In this part, we introduce the FCHPS. The propulsion system of the considered boat is presented in Figure 1, in which the blue lines represent information flow and the red lines stand for power flow. The boat has three energy sources connected to a common switchboard: FCS, batteries and UC. The FCS is connected to the switchboard via a unidirectional boost DC/DC converter, by which the output voltage of the FCS is increased to a same standard level. The power flow from the FCS to the common bus is unidirectional since it cannot store energy. On the contrary, the battery and the UC can not only supply power to the boat but also store energy from the FCS. Therefore, they form the ESS of the hybrid power system and are connected to the common switchboard via bidirectional convertors. Conversely, when the SOCs of the battery and UC are low, they can draw energy from the common switchboard via the DC/DC convertor and get recharged by the FCS. Generally, several kinds of fuel cells can be defined according to their electrolytes, among which the polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMFC) is the most promising one due to its relatively small scale, light weight, and easy access of construction [12-17]. Hence, a PEMFC is adopted in our simulation in the following sections. Besides, we adopt Li-ion batteries in the hybrid power system because of the high energy and power density [18]. In the simulation, we assume that the rated and maximum power of the fuel cell is 2000 Wand 3000W, respectively. The operating temperature is 55 Celsius degree and the nominal supply pressure of fuel and air is 1.5 bar and 1 bar, respectively. The fuel cell model is set to operate in an efficiency of 62%. The output voltage of the fuel cell is boosted to 380 V by the DC/DC converter, which is the same as that of the common DC bus. Then, the power demand is split to each energy source according to the proposed energy management strategy, which is embedded in the energy management system. The main objectives of the EMS are: to satisfy the real-time power requirement of the boat. to split the power requirement to energy sources properly according to their dynamic characteristics. to protect the ESS from overcharging and overdischarging; To achieve these goals, we propose a wavelet transform and fuzzy logic-based EMS, which is introduced in the following Section.

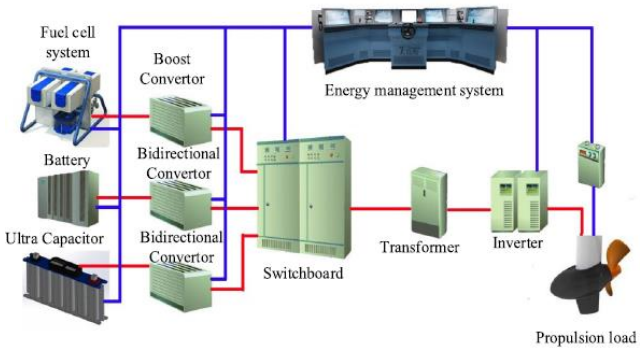


FIGURE 1. Fuel cell hybrid power system considered in the present work

3. ENERGY MANAGEMENT STRATEGIES FOR THE HYBRID POWER SYSTEM

In the present study, the wavelet transform and fuzzy logic-based EMS is proposed to decouple and split the power demand, and maintain the SOC of the ESS within normal level. In the

present study, we decouple the power demand of different frequencies and split each part to specific energy sources according to their dynamic characteristics. Therefore, in the proposed strategy, fuzzy logic is adopted to protect both the battery and UC from overcharging or over-discharging. The proposed WT and fuzzy logic-based EMS is presented in Figure 2. In the Figure, the power signal is decoupled into three parts by the wavelet transform, i.e., the reference powers of the PEMFC, Li-ion battery and UC. But wavelet transform does not consider the SOC of the ESS, so the reference power is not the actual power output of each power source. Thus, the actual output of the Li-ion battery and UC is the sum of the reference power obtained from WT and the result from fuzzy logic, namely:

1) $P_{bat} = P_{ref-bat} + P_{fuzzy-bat}$
2) $P_{uc} = P_{ref-uc} + P_{fuzzy-uc}$

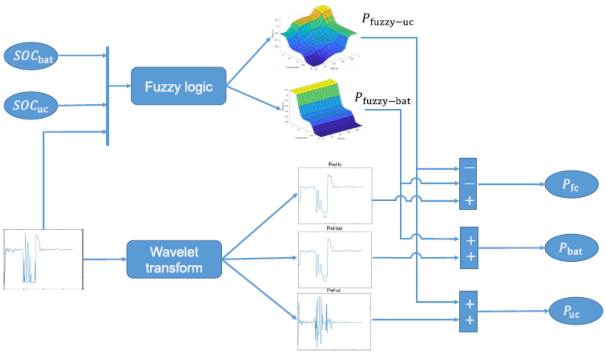


FIGURE 2. Proposed WT and fuzzy logic-based energy management strategy

3-1) WAVELET TRANSFORM

However, CWT is not proper for practical scenarios. Instead, the efficient discrete wavelet transform (DWT) is preferred. The method to transform CWT to DWT is to select the scale and shift factor according to the power of two and, thus, quantity of wavelet coefficients can be reduced. The Haar wavelet is chosen as the mother wavelet in the present study because of the hybrid power ship into two parts with its shortest filter length in the time domain comparing with other wavelet bases. which is illustrated in Figure 3.

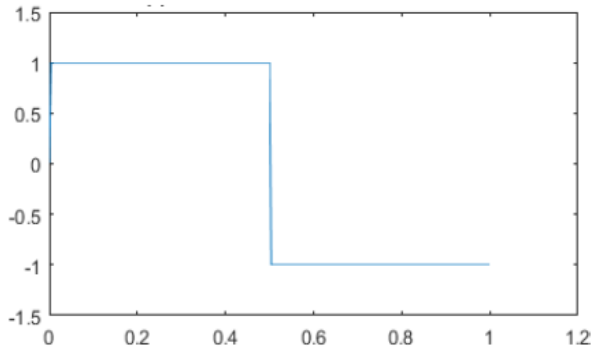


FIGURE 3. Haar wavelet

In the present study, the original power requirement signal is decoupled into two kinds according to their frequency: high transient power and average power, in which the high transient power is supplied by the UC because of its advantage in dynamic characteristics, whereas the average load is shared by the PEMFC and the Li-ion battery. To achieve this goal, we adopt a three-level Haar wavelet to decompose the power demand signal. The decomposition and reconstruction process of the three-level wavelet transform is presented in Figure 4.

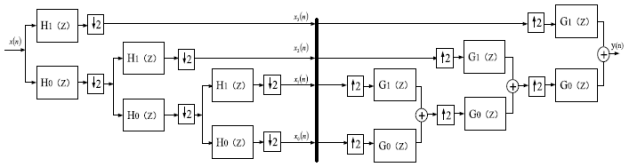


FIGURE 4. Diagram of three-level wavelet decomposition and reconstruction process

In the present study, fuzzy logic is a supplement of the WT regarding specific conditions. The general rules are implemented as follows, When the power requirement is large, the power demand of the hybrid power ship is satisfied by all the three power sources regardless of the SOC of the ESS; When the power requirement is medium, the PEMFC supply part of the power demand, and whether the power is provided by

the battery, UC or both depends on their SOCs. If the SOC of the battery is high, then most or all of the power requirement is supplied by PEMFC and Li-ion battery whereas UC only supplies little power or even is recharged; If the SOC of the UC is high, the UC supplies more power than the reference power obtained from the WT and vice versa. If the SOCs of both the battery and UC are low, then most of the power is supplied by the PEMFC.When the power requirement is small, the battery and UC supply less power than the reference power from the WT, and they will be recharged by the PEMFC in most time.

4. Results ANALYSIS

The proposed strategy is tested and verified by a simulated hybrid power system in MATLAB/Simulink. The models of the components of the hybrid power system are the same as those. In the present study, to evaluate the performance of the proposed EMS in maintaining the SOCs of the ESS, two cases are considered, in which the initial SOCs of the Li-ion battery and the UC are different: Case 1: the initial SOCs of the battery and UC are 90% and 60%, respectively; Case 2: the initial SOCs of the battery and UC are 60% and 90%, respectively. In the first case, the initial SOC of the battery is large and the initial SOC of the UC is medium. Conversely, the initial SOC of the battery is medium and the initial SOC of the UC is large in the second case. If the proposed fuzzy logic works well, the SOCs of both the battery and the UC will be maintained within an acceptable level (larger than 30%) in the continuous operation of the ship.

4-1) WAVELET TRANSFORM RESULTS

Firstly, we look at the outputs of wavelet transform. The input of wavelet transform is the original power signal Prequirement and the outputs are the reference power of the PEMFC, the Li-ion battery and the UC, i.e., $P_{ref\text{-}fc}$, $P_{ref\text{-}bat}$ and $P_{ref\text{-}uc}$, which are presented in Figure 5. The original power signal, which is shown in the first subfigure in Figure 8, is part of classical power requirement patterns from a passenger ship named FCS. After the decomposition of the signal by WT, we get two kinds of power signals: high-frequency signal which is split to the UC, as shown in the last Subfigure in Figure 5. and the low frequency power, which is shared by the PEMFC and the Li-ion battery, as shown in the second and third subfigures in Figure 5, respectively.

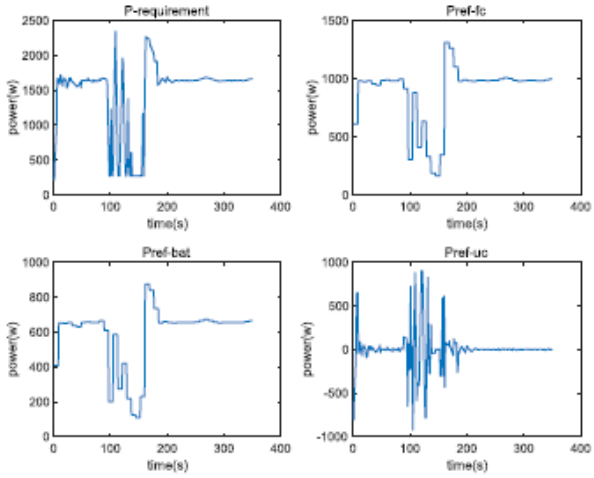


FIGURE 5. Power decomposition by wavelet transform

4-2) RESULTS ANALYSIS OF CASE 1

The comparison of the power requirement and the output power of the PEMFC, Li-ion battery and UC in Case 1 is shown in Figures 5, respectively. The red lines in these Figures represent the output power of the PEMFC, Li-ion battery and UC, respectively, whereas the blue lines stand for the power requirement. The SOC of the ESS is presented inFigure 12, in which the green line stands for the SOC of the battery whose initial value is 90%, and the blue one stands for the SOC of the UC whose initial value is 60%. As can be seen in Figures 6 - 8, when the power requirement fluctuation is very small, i.e., at the period of 0 - 90s, 140 - 150s and 180 - 350s, the power requirement is shared by the PEMFC and the Li-ion battery, whereas the UC does not supply power to the system. It is

because that the UC is only responsible for high transient power and the SOC of the Li-ion battery is relatively high. Specifically, the PEMFC supplies about 50% of the high frequency power and the proposed EMS can reduce the peak power supplied by the FCS by 80%, which can be seen in Figure 6. Besides, the frequency of the output power of the UC is higher during the docking mode than that of the PEMFC and the Li-ion battery. According to figure 9, we can see that the initial value of the SOC of the Li-ion battery starts from 90% and, then, gradually drops within an acceptable range In Figure 7, we can see that, when the power requirement curve becomes steady after around 200s, the output power of the battery gradually decreases, and the output power of the PEMFC increases accordingly since the SOCbat decreases gradually, as is shown in Figure 9. It can be noticed that the initial value of SOCuc is 60% in Figure 9, and the UC is recharged at the beginning of the working cycle until the SOCuc keeps stable at 75%. The results show that the proposed strategy can protect the Li-ion battery from Over-discharging.

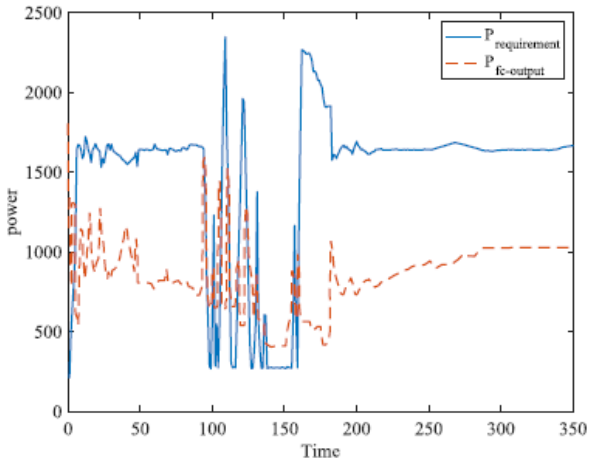


FIGURE 6. Comparison of power requirement and FCS output in Case 1

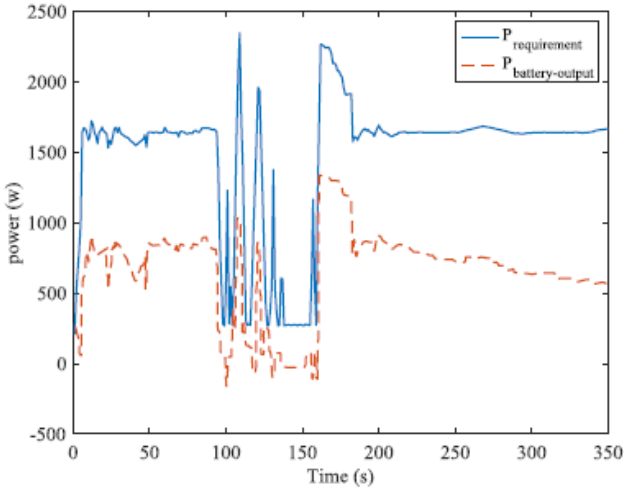


FIGURE 7. Comparison of power requirement and battery output in Case 1

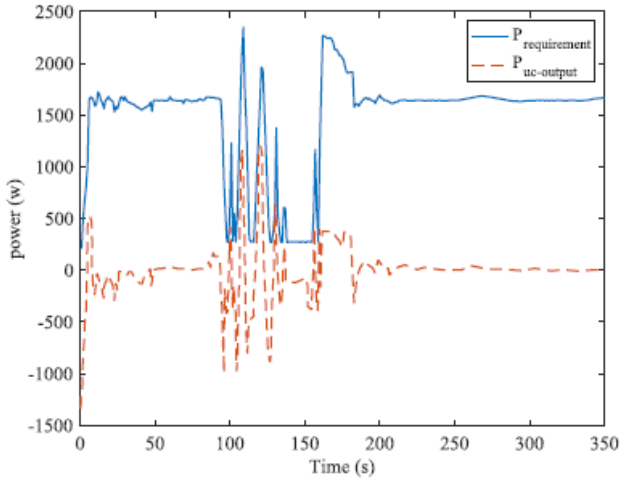


FIGURE 8. Comparison of power requirement and UC output in Case 1

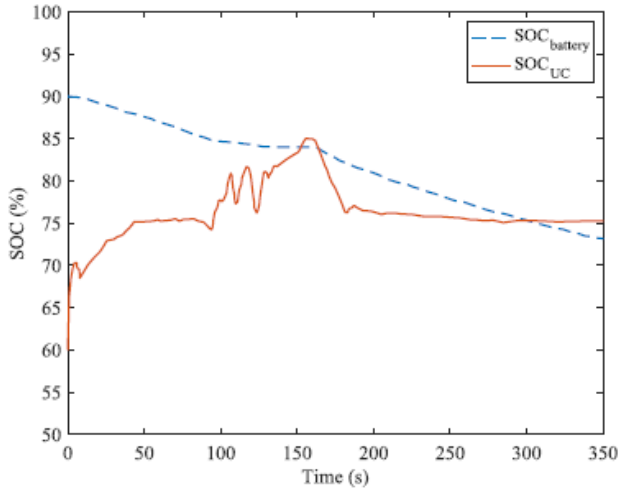


FIGURE 9. SOC of the ESS in Case 1

4-3) RESULTS ANALYSIS OF CASE 2

Figures 10 - 13 show the simulation results in Case 2. Similar to the results in Case 1, the PEMFC and the Li-ion battery supply the main energy requirement whereas the UC satisfies the transient power when the power requirement curve is smooth. Compared with the output of the PEMFC and the Li-ion battery in Case 1 (see Figures 6 and 7), the PEMFC provides more power whereas the Li-ion battery provides less power in Case 2 due to the lower initial SOC of the battery. Therefore, the SOC of the battery does not change much and is kept between 50% and 60%, as shown in Figure 13. During around 90 to 170s, when the cruiser suffers from high-frequency load fluctuations, the FCS supplies around 400% higher than the low peak power and about 50% of the high peak power, making the output of the FCS smooth. Besides, the battery is recharged in this time period, since the power requirement is relatively small and the UC supplies most of the peak power. The value of SOCuc is initiated at 90% and then decreases slowly. During the docking mode, the UC is discharged and recharged alternatively, and finally keeps stable at the level of 75%. The simulation results in the two cases show that, the proposed EMS can split the power requirement to different energy sources according to their dynamic characteristics, and keep the SOC of the ESS at safe level.

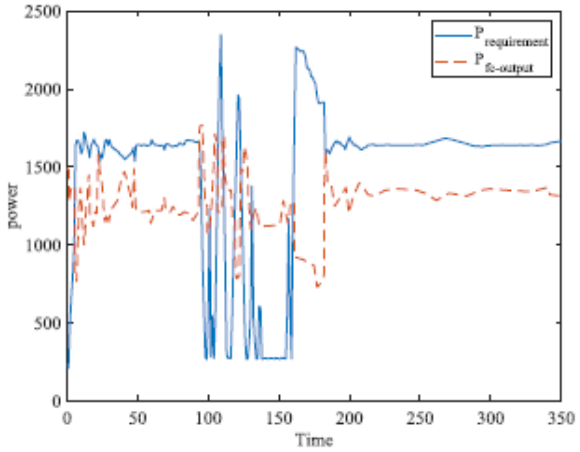


FIGURE 10. Comparison of power requirement and FCS output in Case 2

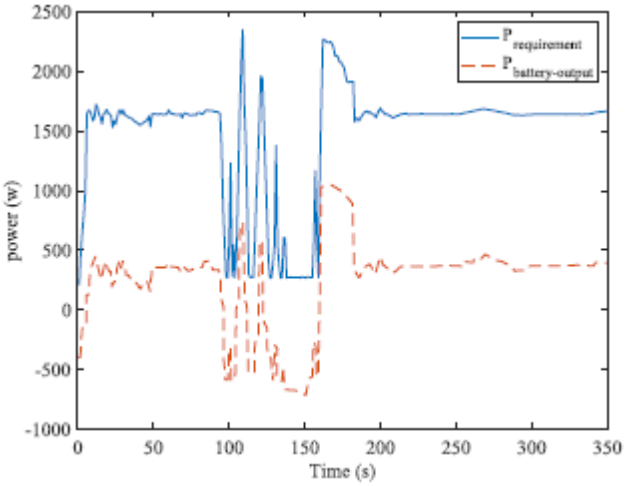


FIGURE 11. Comparison of power requirement and battery output in Case 2

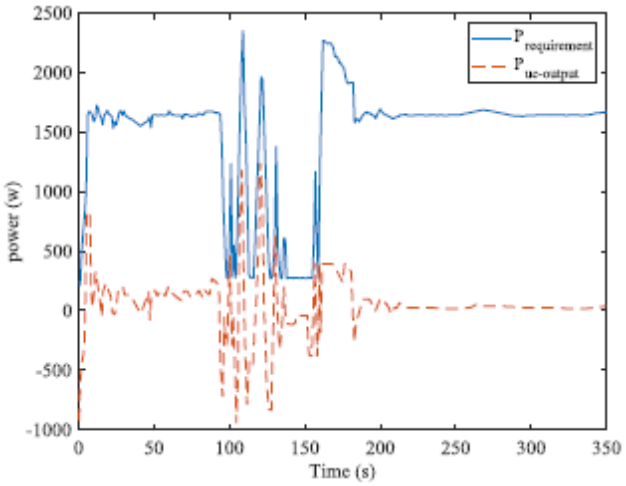


FIGURE 12. Comparison of power requirement and UC output in Case 2

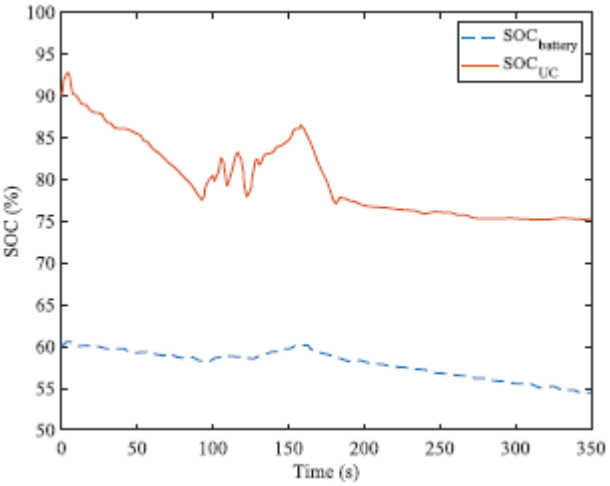


FIGURE 13. SOC of the ESS in Case 2

4-4) POWER SOURCES OPERATING STRESS ANALYSIS

Power fluctuation is a key factor that influences the performance of power sources. Inspired by, we present the operating stress of power sources in both Case 1 and Case 2 in Figures 14 - 19. From Figures 14 - 16, we can observe that in Case 1, the power fluctuation of fuel cells and batteries is mainly distributed within [-200, 200], whereas the power fluctuation of UC is distributed within [-600, 800], which indicates that the operating stress of fuel cells and batteries is lower than that of UC. The results in Case 2, which are presented in Figures 17 - 19, are similar to those in Case 1, showing that the proposed energy management strategy can reduce the operating stress of fuel cells and batteries, and assign the high frequency power to UC. Furthermore, it can be seen that, comparing with the results, the proposed EMS in the present study can achieve a similar performance even though the FCS works in a wider range of power capacity.

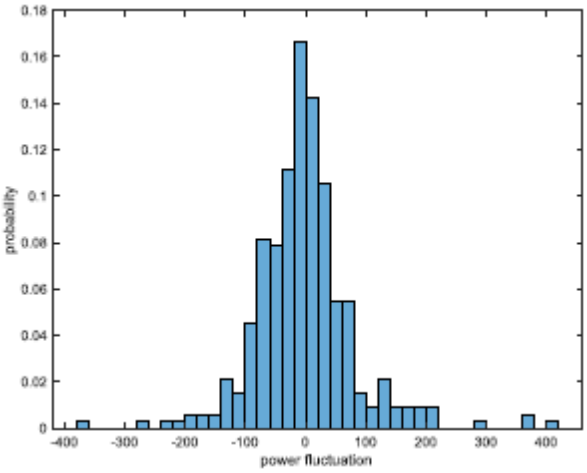


FIGURE 14. Power fluctuation of fuel cells in Case 1

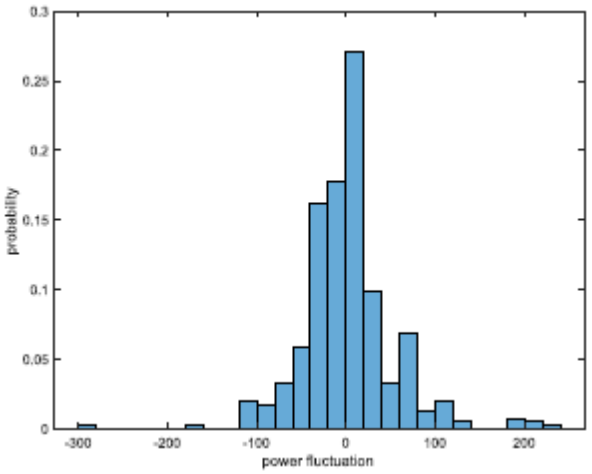


FIGURE 15. Power fluctuation of batteries in Case 1

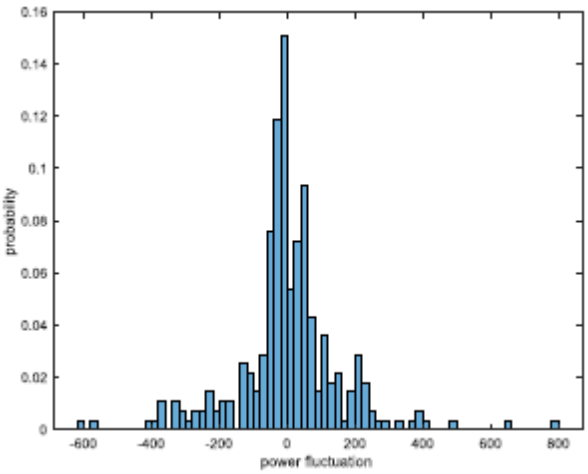


FIGURE 16. Power fluctuation of UC in Case 1

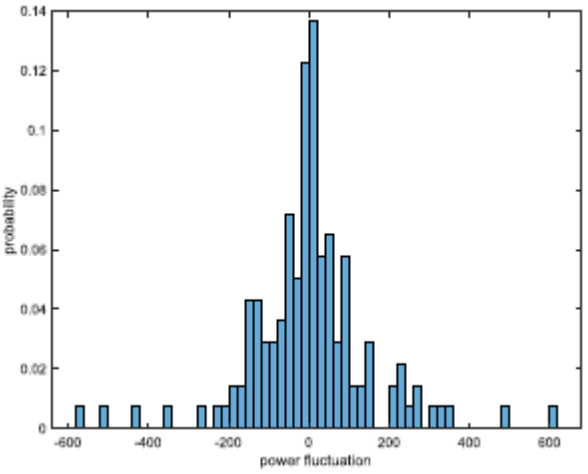


FIGURE 17. Power fluctuation of fuel cells in Case 2

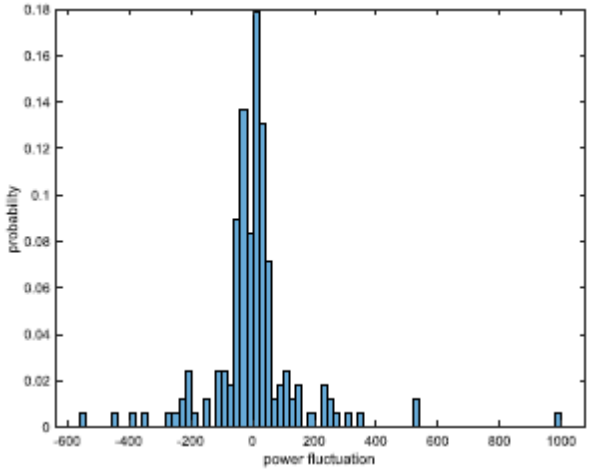


FIGURE 18. Power fluctuation of batteries in Case 2

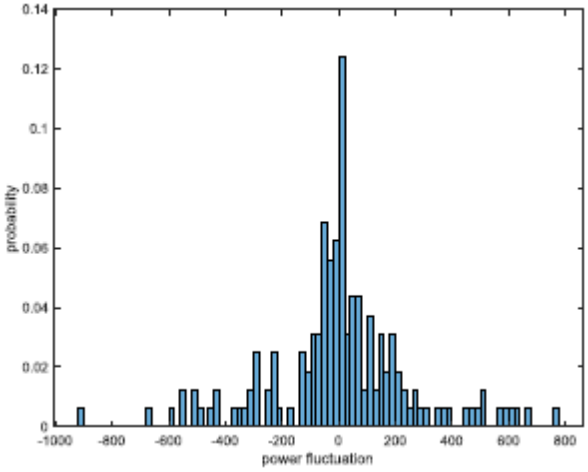


FIGURE 19. Power fluctuation of UC in Case 2

5. Conclusion AND FUTURE WORK

This paper proposes a wavelet transform and fuzzy Logic-based EMS for a hybrid power cruiser. Firstly, the high transient power requirement is decomposed into different frequencies, and split to different power sources according to their dynamic performance. Then, fuzzy logic is employed to maintain the SOC of the ESS within acceptable range. In order to verify the proposed EMS, two cases are considered, in which different initial SOCs of the ESS are assumed. The proposed EMS is validated via a simulated fuel cell/battery/ultra-capacitor hybrid power system in MATLAB/Simulink. The simulation results show that, when the initial SOC of the battery is high whereas that of UC is relatively low, the proposed EMS enables the PEMFC to supply about 50% of the high frequency power and reduces the peak power supplied by the FCS by 80%. On the other hand, when the initial SOC of the battery is relatively low whereas that of UC is high, the proposed EMS enables the FCS supply around 400% higher than the low peak power and 50% of the high peak power, making the output of the FCS fairly smooth. Besides, the proposed EMS can keep the SOC of the ESS within 50% - 80%, showing that the proposed strategy is capable of dealing with power supply under various operation conditions. In the present work, we suppose that the power requirement is known. However, the power demand of a ship might encounter many uncertainties, such as the change of the sailing environment and, thus, is difficult to predict. Therefore, in future work, we will consider a robust energy management strategy that considers the energy requirement uncertainty.

REFERENCES

[1] P. Pan, Y. Sun, C. Yuan, X. Yan, and X. Tang, "Research progress on ship power systems integrated with new energy sources: A review," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 144, Jul. 2021, Art. no. 111048.

[2] K. Ou, W.-W. Yuan, and Y.-B. Kim, "Development of optimal energy management for a residential fuel cell hybrid power system with heat recovery," Energy, vol. 219, Mar. 2021, Art. no. 119499.

[3] K. Ettihir, L. Boulon, and K. Agbossou, "Optimization-based energy management strategy for a fuel cell/battery hybrid power system," Appl. Energy, vol. 163, pp. 142_153, Feb. 2016.

[4] T. V. Vu, D. Gonsoulin, F. Diaz, C. S. Edrington, and T. El-Mezyani, "Predictive control for energy management in ship power

systems under high-power ramp rate loads," IEEE Trans. Energy Convers., vol. 32, no. 2, pp. 788_797, Jun. 2017.

[5] L. An and T. Tuan, "Dynamic programming for optimal energy management of hybrid wind_PV_diesel_battery," Energies, vol. 11, no. 11, p. 3039, Nov. 2018.

[6] Y. Wang, X. Li, L. Wang, and Z. Sun, "Multiple-grained velocity prediction and energy management strategy for hybrid propulsion systems," J. Energy Storage, vol. 26, Dec. 2019, Art. no. 100950.

[7] H. Sun, Z. Fu, F. Tao, L. Zhu, and P. Si, "Data-driven reinforcementlearning- based hierarchical energy management strategy for fuel cell/battery/ultracapacitor hybrid electric vehicles," J. Power Sources, vol. 455, Apr. 2020, Art. no. 227964.

[8] B. Xu, X. Hu, X. Tang, X. Lin, H. Li, D. Rathod, and Z. Filipi, "Ensemble reinforcement learning-based supervisory control of hybrid electric vehicle for fuel economy improvement," IEEE Trans. Transport. Electri_c., vol. 6, no. 2, pp. 717_727, Jun. 2020.

[9] T.Wang, Q. Li, X.Wang, Y. Qiu, M. Liu, X. Meng, J. Li, andW. Chen, "An optimized energy management strategy for fuel cell hybrid power system based on maximum ef_ciency range identi_cation," J. Power Sources, vol. 445, Jan. 2020, Art. no. 227333.

[10] P. Thounthong, S. Raël, and B. Davat, "Energy management of fuel cell/battery/supercapacitor hybrid power source for vehicle applications," J. Power Sources, vol. 193, no. 1, pp. 376_385, 2009.

[11] S. Njoya Motapon, L.-A. Dessaint, S. Liscouet-Hanke, and C. Lavoie, "Simulation of a fuel cell hybrid emergency power system for more electric aircraft," in Proc. 10th Int. Conf. Model. Simul. Elect. Mach., Converters Syst. (Electrimacs), Paris, France, Jun. 2011.

[12] N. Nitta, F.Wu, J. T. Lee, and G. Yushin, "Li-ion battery materials: Present and future," Mater. Today, vol. 18, no. 5, pp. 252_264, 2015.

[13] S. Dusmez and A. Khaligh, ``A supervisory power-splitting approach for a new ultracapacitor_battery vehicle deploying two propulsion machines," IEEE Trans. Ind. Informat., vol. 10, no. 3, pp. 1960_1971, Aug. 2014.

[14] M. Uzunoglu and M. S. Alam, "Modeling and analysis of an FC/UC hybrid vehicular power system using a novel-wavelet-based load sharing algorithm," IEEE Trans. Energy Convers., vol. 23, no. 1, pp. 263_272, Mar. 2008.

[15] S. N. Motapon, "Design and simulation of a fuel cell hybrid emergency power system for a more electric aircraft: Evaluation of energy management schemes," Ph.D. dissertation, Ecole de Technol. Supérieure, Montreal, QC, Canada, 2013.

[16] A. M. Bassam, A. B. Phillips, S. R. Turnock, and P. A. Wilson, ``Development of a multi-scheme energy management strategy for a hybrid fuel cell driven passenger ship," Int. J. Hydrogen Energy, vol. 42, no. 1, pp. 623_635, Jan. 2017.

[17] T. Wang, Q. Li, Y. Qiu, L. Yin, L. Liu, and W. Chen, ``Ef_ciency extreme point tracking strategy based on FFRLS online identi_cation for PEMFC system," IEEE Trans. Energy Convers., vol. 34, no. 2, pp. 952_963, Jun. 2018.

[18] Q. Li, T. Wang, S. Li, W. Chen, H. Liu, E. Breaz, and F. Gao, "Online extremum seeking-based optimized energy management strategy for hybrid electric tram considering fuel cell degradation," Appl. Energy, vol. 285, Mar. 2021, Art. no. 116505.

قیمت: ۱۰ هزار تومان (۵ هزار تومان دانشجویی)

Pardazesh Journal