فرآیند طراحی معماری مبتنی بر هوش مصنوعی، بخشی از مدیریت پروژه‌های ساخت

هاشم شریعتمدار
استاد گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد
Shariatmadar@um.ac.ir
فرزانه بی مکر
fbimakr@um.ac.ir
دکترای معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه فردوسی مشهد
سیّده فاطمه موسوی‌نیا (نویسنده مسئول)
استادیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه فردوسی مشهد
mousavinia@um.ac.ir
سیّد امیرحسین شریف آرانی
پسادکترای معماری و هوش مصنوعی، دانشگاه آریزونا
sharif_of@yahoo.com

چکیده

در سال های اخیر، پیچیدگی روزافزون صنعت ساختمان منجر به ایجاد چالش‌هایی در فرآیند طراحی معماری و مدیریت پروژه‌های ساخت شده است. این پیچیدگی، ناشی از عوامل متعددی از جمله تنوع نیازهای پروژه، هماهنگی بین معماران، مدیران پروژه، ذینفعان متعدد و پیشرفت تکنولوژی ساخت است. به دلیل محدودیت زمانی و الزامات کیفی، فرآیند طراحی و اجرای ساختمان به همکاری مؤثر و اطلاعات دقیق نیاز دارند. با این حال، اغلب، فرآیند طراحی معماری بعنوان موضوعی جدا از مدیریت ساخت در نظر گرفته می‌شود. این درحالیست که مدیریت ساخت بهینه، در گرو طراحی معماری کارآمد است تا بتواند میان خواسته‌های کارفرما و الزامات فنی تعادل برقرار کند. فرآیند طراحی معماری، شامل مراحل متعددی از جمله تعریف مسالهٔ طراحی، تحلیل داده‌ها، ارائهٔ ایده‌ها و طراحی مفهومی، توسعهٔ طرح و مدیریت تغییرات است که در ارتباط مستقیم با مدیریت ساخت و اجرای پروژه قرار می‌گیرد. هدف این مطالعه، بررسی قابلیت‌های هوش مصنوعی در شکل‌دهی و بهبود مراحل مختلف فرآیند طراحی معماری به منظور تحقق اهداف مهندسی ارزش، از جمله بهینه‌سازی هزینه و ارتقای کارایی است. بررسی الگوهای هوش مصنوعی نشان می‌دهد که این فناوری با کاهش چالش‌های سنتی، مسیر دستیابی به اهداف طراحی و مدیریت ساخت را تسهیل می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد، ادغام مفاهیم و الگوهای هوش مصنوعی در فرآیند طراحی معماری، با ایجاد مدل‌های پیش‌بینی و تحلیل عملکرد طراحی، به بهبود کلی فرآیندهای ساخت، افزایش بهره‌وری و کاهش ریسک منجر شده و کارایی در مدیریت ساخت (هزینه، زمان و کیفیت) را بهبود می‌بخشد. این توانمندی در حوزه‌های مختلفی از جمله تحلیل داده، تصمیم‌گیری بهینه، پیش‌بینی و هماهنگی بین ذی‌نفعان نمود پیدا می‌کند. در نهایت، فلوچارت مراحل فرآیند طراحی معماری ادغام‌شده با الگوهای هوش مصنوعی، در سه مرحلهٔ پیش‌طراحی، طراحی و ساخت ارائه شده است.

واژگان کلیدی: پروژهٔ ساخت، فرآیند طراحی معماری، هوش مصنوعی (**AI**)، الگوهای هوش مصنوعی.

۱- مقدمه

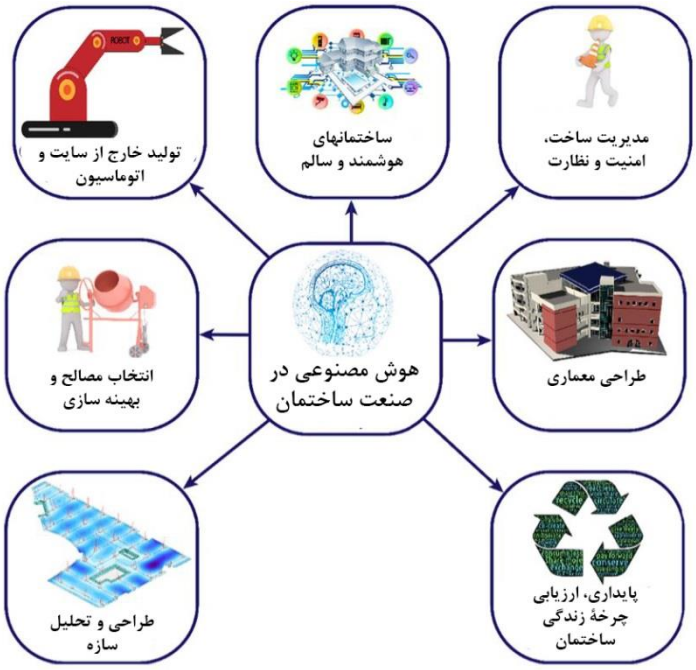
با نادیده گرفتن بخش طراحی معماری از فرآیند یک پروژهٔ ساخت، تکنیک‌های سنتی مدیریت پروژه، عملکرد رضایت‌بخشی را ارائه نمی‌دهند. به منظور کنترل و به حداقل رساندن اثرات عدم قطعیت‌ها، لازم است فرآیند طراحی به دقت مدیریت شود (Imrie and Street, 2011). با تغییر نگرش به فرآیند طراحی معماری، بعنوان بخشی از حیات یک پروژه و موضوع مدیریت ساخت، توانمندی‌های موجود معماران با این تغییرات همخوانی ندارد، همانطور که این ناهماهنگی باعث کاهش جایگاه معماران در هدایت پروژه‌ها شده است (Gomar, 2014). در حال حاضر، هماهنگی بین رشته‌های مختلف ساختمان و کنترل عوامل مختلف درگیر در یک پروژه، توسط کارشناسانی از سایر رشته‌ها انجام می‌شود، اما این افراد معمولاً درک کافی از معماری و طراحی ندارند.

یکی دیگر از عوامل موفقیت و بازاریابی حرفه‌ای معماری، کیفیت پروژه‌هاست. کیفیت نامناسب پروژه‌ها، نه تنها معماران را ناامید می‌کند و منجر به عدم اعتبار آنان نزد کارفرمایان می‌شود، بلکه امکان همکاری‌های جدید را نیز کاهش می‌دهد. آسیب عمومی ناشی از چنین مشکلاتی، منجر به بی‌ارزش شدن فعالیت مهندسان معمار شده است (Alaei, 2001). علاوه بر این، ارائهٔ یک برنامه به موقع در چارچوب هزینه‌های موجود، با در نظر گرفتن عواملی مانند پایداری، الزامات قانونی و مقررات ساختمانی، وضعیت را پیچیده‌تر می‌کند. معماران و طراحان برای اینکه رهبران موفق پروژه‌های طراحی باشند به تکنیک‌های ساده و موثر نیاز دارند تا بتوانند پروژه را نظارت و کنترل کنند، فرآیند اجرا را طراحی کنند و با مسائل مختلفی که ممکن است در طول پروژه به وجود بیاید، مقابله نمایند (Zeiler et al., 2009) .

۲- مبانی نظری

۲-۱- فرآیند طراحی معماری و مدیریت ساخت

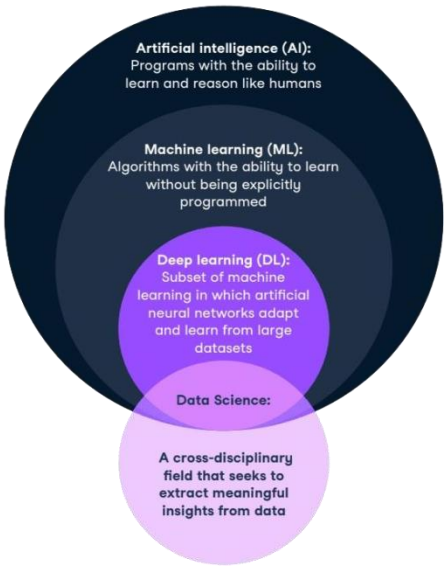
مدیریت پروژه ساخت و ساز از طریق برنامه‌ریزی پروژه، هماهنگی، بودجه‌بندی و نظارت صورت می‌پذیرد. در حال حاضر این فرآیندها با استفاده از تجربه مهندسان و با استفاده از نرم‌افزارهای موجود تجاری انجام می‌شوند. نظارت بر پیشرفت پروژه نیز با استفاده از استخراج دستی اطلاعات از سایت‌ها مانند گرفتن عکس و مستندسازی پیشرفت کار انجام می‌گردد. ایمنی ساخت و ساز در کارگاه نیز با استفاده از روش‌های نظارت دستی انجام می‌شود. با این حال، این فرآیندها را می‌توان با استفاده از هوش مصنوعی برای افزایش کارایی و دقت خودکار کرد(Baduge et al., 2022) .



شکل ۱: رابطه هوش مصنوعی با بخش‌های مختلف صنعت ساختمان

۲-۲- هوش مصنوعی

هوش مصنوعی (AI) با توانایی ماشین‌ها و رایانه‌های دیجیتال برای اجرای وظایف خاص که عملکردهای شناختی ذهن انسان و موجودات هوشمند را تقلید می‌کنند، تعریف می‌شود. این وظایف شامل طیف وسیعی از توانایی‌ها، از جمله تفکر و یادگیری از تجربیات گذشته و تقلید از فرآیندهای ذهنی مختلف است. هدف اصلی هوش مصنوعی ایجاد سیستم‌هایی است که دارای هوش هستند و یادگیری و درک انسان را منعکس می‌کنند. چنین سیستم‌هایی قصد ارائهٔ خدمات متنوع به کاربران خود را دارند که شامل آموزش، راهنمایی، تعامل و حتی فراتر از آن است (Wenjun & Malaeb, 2019) . هوش مصنوعی (AI) به طور خلاصه به عنوان "توانایی یک سیستم برای تفسیر صحیح داده‌های خارجی، یادگیری از این داده‌ها و استفاده از این یادگیری‌ها برای دستیابی به اهداف و وظایف خاص از طریق سازگاری انعطاف‌پذیر" تعریف می‌شود (Haenlein, Kaplan, Tan , & Zhang , 2019). هوش مصنوعی در دههٔ ۱۹۵۰ ظهور کرد و تکامل خود را به عنوان شاخه‌ای حیاتی از علم داده با هدف کلی ساخت ماشین‌هایی که قادر به تقلید فرآیندهای فکری انسان هستند، نشان داد.



شکل۲: هوش مصنوعی و یادگیری ماشین

- **یادگیری ماشین :**

یادگیری ماشین، زمینه‌ای تخصصی در هوش مصنوعی است که تلاش می‌کند ماشین‌ها را با «یادگیری» و افزایش خودکار عملکردشان توانمند کند. یادگیری ماشین که به عنوان زیرمجموعه‌ای از هوش مصنوعی و علم داده قرار دارد، نمونه‌ای از تکامل سیستم‌های هوشمند است که قادر به یادگیری مستقل و حل مسئلهٔ تطبیقی هستند.

- **یادگیری عمیق:**

یادگیری عمیق، زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشین است و یکی از پیشرفته‌ترین شاخه‌ها در حوزهٔ هوش مصنوعی قلمداد می‌شود. این رویکرد پیچیده، به ماشین‌ها قدرت می‌دهد تا از یادگیری و شناخت انسان تقلید کنند. یادگیری عمیق به ساختار پیچیده‌ای نیاز دارد که شبکه‌های عصبی موجود در مغز انسان را منعکس کند. هدف اصلی آن، درک الگوهای پیچیده، حتی در صورت مواجهه با نویز و جزئیات ناقص است.

- **علم داده:**

علم داده رشته‌ای است که بر استخراج بینش‌های ارزشمند از داده‌های موجود متمرکز است. علم داده با استفاده از روش‌های تحلیلی دقیق، با داده‌های ساختاریافته و بدون ساختار درگیر می‌شود. علم داده به عنوان ابزاری حیاتی برای کشف اطلاعات ضروری از مجموعه داده‌های گسترده، با پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها کار می‌کند (Campesato, 2020).

۱-۲- کاربردهای هوش مصنوعی:

برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی، اغلب بر کاربرد اکتشافی تکیه می‌کنند که اساساً "قاعده‌ای سرانگشتی" برای حل یک مشکل است. به عبارت دیگر، برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی، مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها هستند که اغلب برای حل مشکلات کار می‌کنند. چنین مسائلی معمولاً بزرگ و از نظر محاسباتی پیچیده‌اند و غالباً نمی‌توان آنها را از طریق الگوریتم‌های ساده حل کرد. علاوه بر این، نیاز به هم‌افزایی مقدار زیادی از تخصص‌های انسانی دارند. برخی از انواع آن‌ها با استفاده از تکنیک هوش مصنوعی بهتر حل می‌شوند، در حالی که برخی دیگر با رویکردهای علوم کامپیوتر سنتی که شامل تصمیم‌گیری ساده یا محاسبات دقیق برای تولید راه‌حل‌ها است، مناسب‌تر هستند. در اینجا به چند نمونه اشاره شده است:

- **الگوریتم‌های ژنتیک**[1]: آنها یک روش خاص از حوزه‌ای عمومی هستند که به عنوان محاسبات تکاملی شناخته می‌شوند. در این شاخه از هوش مصنوعی، راه‌حل‌های پیشنهادی برای یک مشکل، به طور مشابه با سازگاری موجودات جاندار با محیط خود در دنیای واقعی، سازگار می‌شوند. مجموعه قوانین تجویزشده برای حل یک مسئله و خروجی آن کاملاً قابل‌پیش‌بینی است.
- **بازنمایی دانش**[2]: سیستم‌های هوش مصنوعی که دانش را برای پردازش آن و تولید نتایج هوشمند به دست می‌آورند و ذخیره می‌کنند. انتخاب یک نمایش به ماهیت حل مسئله و درک آن بستگی دارد.

راه‌حل‌های مبتنی بر منطق: محققان هوش مصنوعی از رویکرد مبتنی بر منطق برای بازنمایی دانش و تکنیک‌های حل مسئله استفاده کرده‌اند. این برنامه‌ها مسائل مربوط به درک زبان و تجزیه و تحلیل موقعیت[3] و همچنین سایر جنبه‌های هوش مصنوعی را در بر می‌گیرند.

شبکه‌های معنایی[4]: یکی دیگر از نمایش‌های گرافیکی دانش است. بیشتر کارهایی که از شبکه‌های معنایی استفاده می‌کنند بر بازنمایی دانش و ساختار زبان متمرکز شده‌اند.

- **سیستم‌های خبره**[5]: طراحی‌شده برای حل مسائل پیچیده با تقلید از توانایی‌های تصمیم‌گیری یک متخصص انسانی در یک حوزهٔ خاص. آنها از پایگاه دانش و موتور استنتاج برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند.
- **شبکه‌های محاسباتی عصبی**[6]: زیرمجموعه‌ای از هوش مصنوعی است که ساختار و عملکرد مغز انسان را تقلید می‌کند و در یادگیری عمیق و تشخیص الگو استفاده می‌شود.
- **محاسبات تکاملی**[7]: این محاسبات صرفاً به مسائل بهینه‌سازی مربوط نمی‌شوند، بلکه بر استفاده از اکتشاف و پارادایم‌های بازنمایی تکیه دارند. این امر به ماشین‌ها اجازه می‌دهد تا اطلاعات بصری جهان مانند تصاویر و فیلم‌ها را تفسیر و درک کنند.
- **پردازش زبان طبیعی NLP**[8] **(NLP):** بر توانمندسازی ماشین‌ها برای درک و تعامل با زبان انسان تمرکز دارد. در چت‌بات‌ها، ترجمهٔ زبان و سیستم‌های تشخیص صدا استفاده می‌شود.
- **Reinforcement Learning AI**: این اپلیکیشن هوش مصنوعی، از طریق آزمون و خطا، دریافت بازخورد و پاداش (برای اقدامات خود) یاد می‌گیرد. معمولاً در برنامه‌هایی مانند بازی و روباتیک استفاده می‌شود.

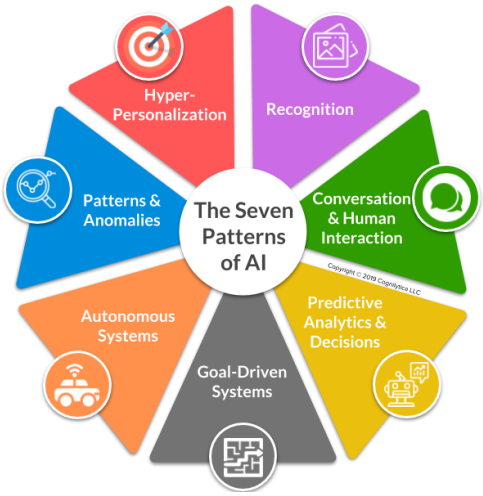
این انواع مختلف و کاربردهای هوش مصنوعی اهداف مختلفی را در طراحی معماری انجام می‌دهند و می‌توانند برای وظایفی از تجزیه و تحلیل داده‌ها تا طراحی مولد و فرآیندهای تصمیم‌گیری اعمال شوند (Zheng & Yuan, 2021).

---

[1] Genetic Algorithms
[2] Knowledge representation
[3] scene analysis
[4] Semantic networks:
[5] Expert Systems
[6] Neural Computing Networks:
[7] Evolutionary computation
[8] Natural Language Processing (NLP)

۲-الگوهای هوش مصنوعی :

هوش مصنوعی (AI) از طریق هفت الگوی تکرارشونده که در ترکیب‌های مختلف در سیستم‌های آن به کار می‌رود، آشکار می‌شود. این الگوها یا به صورت جداگانه (برای استفادهٔ خاص) یا در ترکیب (برای دستیابی به نتایج مطلوب) در سیستم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین استفاده می‌شوند. درک این هفت الگو، بینش‌هایی را در مورد نحوهٔ بکارگیری موثر آنها ارائه می‌دهد و به تحقق اهداف نهایی در حوزهٔ هوش مصنوعی و یادگیری ماشین کمک می‌کند. همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده است، این هفت الگو متنوع و قابل‌انطباق هستند و ماهیت چندوجهی برنامه‌های هوش مصنوعی را منعکس می‌کنند. با درک و بکارگیری استراتژیک این الگوها، توسعه‌دهندگان و متخصصان می‌توانند پیچیدگی‌های سیستم‌های هوش مصنوعی را بررسی و رویکردهای خود را برای نیازها و اهداف خاص تنظیم کنند. تطبیق‌پذیری این الگوها، امکان نوآوری و سفارشی‌سازی را فراهم و راه را برای پیشرفت در هوش مصنوعی هموار می‌کند.



شکل ۳: الگوهای هوش مصنوعی

۲-۱- الگوی فراشخصی‌سازی[1]

الگوی شخصی‌سازی، شامل استفاده از یادگیری ماشینی برای ساختن یک نمایهٔ فردی برای هر کاربر است، نمایه‌ای که می‌تواند بطور مداوم در طول زمان یاد بگیرد و تکامل یابد. این الگو، اهداف مختلفی از جمله ارائهٔ محتوای مناسب، پیشنهاد محصولات مرتبط و ارائه توصیه‌های شخصی را انجام می‌دهد. هدف اصلی الگوی فراشخصی‌سازی این است که با هر فرد به عنوان فردی مجزا و منحصر به فرد رفتار شود. این رویکرد، از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تجزیه و تحلیل رفتار، ترجیحات و تعاملات کاربر استفاده می‌کند و به سیستم اجازه می‌دهد تا نیازها و علایق خاص هر کاربر را درک کرده و با آن سازگار شود.

۲-۲-الگوی سیستم‌های مستقل[2]

الگوی سیستم‌های مستقل شامل یکپارچه‌سازی نرم‌افزار، سخت‌افزار و سیستم‌های مجازی با توانایی انجام وظایف، تعامل با محیط و دستیابی به اهداف، با حداقل دخالت انسان است. این الگو، مبتنی بر کاربرد فرآیندهای یادگیری ماشین است که به سیستم اجازه می‌دهد به طور مستقل محیط خود را درک، رفتار آیندهٔ عناصر خارجی را پیش‌بینی و نحوهٔ حرکت و تعامل با این متغیرها را برنامه‌ریزی کند. هدف کلی الگوی سیستم‌های مستقل، استفاده از فناوری و اتوماسیون برای کاهش اتکا به کار دستی و ارتقای کارآیی و استقلال در انجام وظایف است.

---

[1] Hyper personalization
[2] Autonomous systems

۲-۳- تحلیل پیش‌بینی‌کننده و پشتیبانی تصمیم[1]

تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده و الگوهای پشتیبانی تصمیم، از یادگیری ماشین و تکنیک‌های شناختی برای تجزیه و تحلیل رفتار گذشته یا فعلی، پیش‌بینی نتایج آینده و کمک به افراد در تصمیم‌گیری بر اساس الگوها استفاده می‌کنند. برخلاف الگوی سیستم‌های مستقل که در آن ماشین‌ها وظایف و تصمیم‌ها را مستقل از یکدیگر انجام می‌دهند، این الگو به ورودی انسانی در تصمیم‌گیری متکی است، اما پشتیبانی مهمی را برای بهبود فرآیند تصمیم‌گیری فراهم می‌کند. این رویکرد که اغلب به عنوان "افزایش هوش[2]" شناخته می‌شود، با هدف بهبود کارایی، بدون جایگزینی مشارکت انسانی است.

هدف کلی الگوی تحلیل پیش‌بینی‌کننده و پشتیبانی تصمیم، توانمندسازی انسان‌ها با بینش‌های پیشرفته (حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها)، تقویت تصمیم‌گیری بهبودیافته در حوزه‌های مختلف و در عین حال بهره‌گیری از قابلیت‌های تطبیقی یادگیری ماشین است.

۲-۴-الگوی مکالمه و تعاملات انسانی[3]

الگوهای مکالمه، حول تعامل میان ماشین‌ها و انسان‌ها از طریق اشکال مختلف مکالمه و ارتباط مانند صدا، متن و تصاویر می‌چرخد. این الگو شامل تعامل دو طرفه است که در آن ماشین با انسان ارتباط برقرار می‌کند. هدف کلی الگوهای مکالمه، پر کردن شکاف بین انسان و ماشین از نظر ارتباط است. این امر، تبادل اطلاعات طبیعی و مؤثرتر را تقویت کرده، از برنامه‌هایی مانند ربات‌های گفتگوی خودکار، تولید محتوا و ترجمهٔ زبان پشتیبانی می‌کند و تعامل انسان و ماشین را بهبود می‌بخشد.

۲-۵- تشخیص الگو و ناهنجاری[4]

الگوهای تشخیص ناهنجاری، از قدرت یادگیری ماشین برای شناسایی الگوها در داده‌ها و تشخیص ناهنجاری‌ها استفاده می‌کنند. "تطابق الگو[5]" یک تکنیک پرکاربرد در پروژه‌های هوش مصنوعی است و اثربخشی آن بطور فزاینده‌ای شناخته می‌شود. استفاده از قابلیت‌های یادگیری ماشین برای شناسایی کارآمد الگوها، تمایز بین ناهنجاری‌ها و به دست آوردن بینش معنادار از داده‌ها، کاربردهای گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف دارد و به بهبود تصمیم‌گیری، بهبود مدیریت ریسک و کشف تقلب در مجموعهٔ داده‌ها کمک می‌کند.

۲-۶- الگوی تشخیص[6]

الگوی تشخیص، نشان‌دهندهٔ یک گام مهم در یادگیری ماشین است، به ویژه با ادغام یادگیری عمیق برای افزایش دقت در وظایف مربوط به تشخیص یا شناسایی اشیا. این الگو شامل استفاده از یادگیری ماشین و روش‌های شناختی برای تشخیص موجودیت های معنی دار در محتوای بدون ساختار، تصاویر، ویدئوها، صدا، متن یا سایر اشکال داده است. الگوی تشخیص به عنوان شاهدی بر قابلیت‌های یادگیری ماشین (به ویژه یادگیری عمیق)، در افزایش دقت و گسترش دامنهٔ کاربردها در وظایف تشخیص متنوع است.

۲-۷- سیستم‌های هدف‌محور[7]

الگوهای سیستم هدف‌محور از قدرت یادگیری تقویتی و سایر تکنیک‌های یادگیری ماشین برای تجهیز سیستم‌ها به توانایی شبیه‌سازی سناریوها، رسیدگی به مشکلات تکراری و ارائه پیشنهادات در زمان واقعی استفاده می‌کنند. اگرچه به اندازهٔ سایر الگوها به طور گسترده مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، اما به دلیل پتانسیل آنها برای یادگیری از طریق تجربه و آزمون و خطا، استفاده از این الگوها به سرعت در حال افزایش است.

اگرچه الگوهای بالا اهداف مختلفی را برای استفاده از هوش مصنوعی مشخص می‌کنند، اما هر پروژه، احتمالاً یک یا چند مورد از این الگوها را بکار می‌گیرد. در واقع، اکثر برنامه‌های کاربردی پیشرفته هوش مصنوعی، الگوها را برای دستیابی به نتایج

---

[1] Predictive analysis and decision
[2] intelligence augmentation
[3] Conversation and Human interaction
[4] Patterns and anomalies
[5] Pattern matching
[6] Recognition
[7] Goal-driven systems

دلخواه ترکیب می‌کنند. مهم است که بدانیم از کدام الگوها استفاده می‌شود، زیرا آنها نحوهٔ اجـرای پـروژه‌هـا و مـدیریت بـرای دستیابی به اهداف را تعیین می‌کنند (Walch , 2019).

۳- هوش مصنوعی و فرآیند طراحی معماری:

ادغام هوش مصنوعی (AI) در فرآیند طراحی معماری نشان‌دهندهٔ یک رویکرد تحول‌آفرین اسـت کـه معمـاران را بـا ابزارهـا و قابلیت‌های پیشرفته توانمند خواهد کرد. در طراحی معماری، هوش مصنوعی به عنوان یک همکار ارزشـمند عمـل کـرده و بـا استفاده از الگوریتم‌ها و ورودی‌های تعریف‌شده توسط معماران، ایجاد گزینه‌هـای طراحـی متنـوع و مفـاهیم منحصـربه‌فـرد را تسهیل می‌کند. هوش مصنوعی، یک ابزار حمایتی است که معماران می‌توانند از آن برای رسیدگی به خواسته‌های همیشـه در حال تکامل خود، استفاده کنند.

۳-۱- تأثیر هوش مصنوعی بر نقش معمار در فرآیند طراحی:

مسلماً سیستم‌های طراحی هوش مصنوعی پیشرفته (AI) می‌توانند رفتارهای طراحی را بیاموزند، اما نقـش معمـار در انتخـاب مناسب‌ترین راه‌حل از بین گزینه‌های متعدد طراحی، حیاتی است(Cudzik & Radziszewski, 2018). در حالی کـه هـوش مصنوعی می‌تواند راه‌حل‌های مختلف طراحی خلاقانه ایجاد کند، تشخیص نتایج خوب و بد، یک موضوع چالشی است. ارزیـابی شامل دو مرحله است:

ارزیابی عینی: به قوانین مکانیکی و منطقی مبتنی بر فرهنگ و زیبـایی‌شناسـی بسـتگی دارد. قـوانین سـخت‌گیرانـه مکانیکی به هوش مصنوعی اجازه می‌دهد تا ارزیابی عینی را انجام دهد.

رتبه‌بندی تجربهٔ ذهنی: در ابتدا به مداخله انسانی نیاز دارد. نتایج را می توان بـه یـک پایگـاه داده اضـافه و ابزارهـای ارزیابی هوش مصنوعی را با اعمال الگوریتم‌های هوش مصنوعی ایجاد کرد (Wang, Cai , & Tian, 2018).

هنوز زود است که بگوییم هوش مصنوعی جایگزین حرفهٔ معماری خواهد شد. معماران به کنترل فرآیند طراحی در هر مرحلـه ادامه می‌دهند، گزینه‌های طراحی را انتخاب و سوالاتی را مطرح می‌کنند که هوش مصنوعی بایـد بـه آنهـا پاسـخ دهـد. نقـش طراحان حیاتی باقی می‌ماند، زیرا در فرآیند طراحی، آنها مسـئول ایجـاد تعـادل بـین عوامـل مختلـف هسـتند (Borglund, 2022). به زودی، هوش مصنوعی به عنوان دسـتیار، قـادر بـه حـل مشـکلات خـاص تعریـف‌شـده توسـط معمـاران هسـتند. سیستم‌های هوش مصنوعی پیشرفته نمی‌توانند جایگزین انسان‌ها (به عنوان معمار) شوند. آنها می‌توانند در ایجاد راه‌حـل‌هـای متنوع کمک کنند، اما نمی‌توانند تصمیم نهایی را بگیرند. از این رو، طراحان باید تفاوت‌های قابل‌تـوجهی را بـین فنـاوری‌هـای دیجیتال قبلی و روش‌های جدید هوش مصنوعی که در مهندسی معماری به کار می‌رونـد، در نظـر بگیرنـد (Gallo & wirz, 2020).

۳-۲- محدودیت‌های هوش مصنوعی در طراحی معماری:

به دلیل ظرفیت هوش مصنوعی در تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های گسترده، می‌تواند بـه عنـوان یـک ابـزار ارزشـمند بـرای معماران باشد. با توجه به اینکه هوش مصنوعی از داده‌های ورودی یاد می‌گیرد، هرگونه خطا در داده‌ها، مستقیماً بر نتایج تأثیر می‌گذارد (Wang, Cai, & Tian, 2018) . بنابراین، در حالی که هوش مصنوعی می‌تواند به انسان‌ها در درک سریع جهـان و پیش‌بینی احتمالات کمک کند، از خلاقیت واقعی و تفکر نوآورانه در قلمرو مهندسی معماری ناتوان است. در درجهٔ اول به ایـن دلیل که مهندسی معماری برخلاف یک سؤال خاص با یک پاسخ یا انتخاب صحیح، یک عمل پیچیده اسـت. فرآینـد معمـاری شامل عوامل متعددی مانند عوامل انسانی، سیاست، علوم اجتماعی، قواعد و دانـش مهندسـی، اسـتانداردهای محیطـی و هنـر است که همگی در انتخاب‌های طراحی نقش دارند(Gallo & wirz , 2020) ، این عوامل به ساختمان‌هـا روح القـا مـی‌کننـد، کیفیتی که نمی‌تواند صرفاً توسط هوش مصنوعی ایجاد شود و بر دیدگاه‌های مهندسان معمار متکی است. بنـابراین، مـی‌تـوان ادعا کرد که هوش مصنوعی در فرآیند طراحی، شبیه‌سازی گزینه‌های مختلف طراحی و پردازش مقادیر زیادی از داده‌ها، بـرای حفظ و تأیید پارامترهای مورد نیاز مانند استفاده از مواد، مصرف انرژی، قرار گرفتن در معرض نور، قرار گرفتن در معرض صـدا و موارد دیگر نقش دارد (Borglund , 2022) . با این حال، نمی‌تواند به خودی خود به ماهیـت سـاختمان‌هـا دسـت یابـد. در نتیجه، در نظر گرفتن خلاقیت در توسعه کاربردهای هوش مصنوعی بسیار مهم است (Haenlein & Kaplan, 2019).

۴- مراحل فرآیند طراحی معماری در ادغام با هوش مصنوعی:

هوش مصنوعی به معماران کمک می‌کند تا فرآیند طراحی را با کارایی بالاتری تکمیل و در عین حال در زمان و منابع صرفه‌جویی کنند. هوش مصنوعی با یادگیری مستمر باعث بهبود عملکرد و نتایج می‌شود. با این حال، ضروری است که معمار از تخصص حوزهٔ مربوطه استفاده و به عنوان یک عضو جدایی‌ناپذیر از تیم سازندهٔ این سیستم، به طور فعال مشارکت کند.

۴-۱- فاز پیش‌طراحی[1]:

این مرحله را می‌توان به عنوان مرحلهٔ برنامه‌ریزی معماری تعریف کرد، جایی که فرآیندهای تحقیق و تصمیم‌گیری، دامنهٔ کار طراحی مورد نظر را شکل می‌دهند. این مرحله شامل تشریح الزامات و اهداف پروژه، شناسایی ذینفعان و ایجاد نقشه راه برای فرآیند طراحی است. استفاده از هوش مصنوعی در برنامه‌دهی معماری، به صرفه‌جویی در زمان، بدست آوردن داده‌های دقیق‌تر و در نتیجه ساخت محصول برتر کمک می‌کند.

مرحلهٔ ۱ (تعریف مشکل طراحی): در این مرحله، هدف اولیهٔ پروژه و مسالهٔ طراحی شناسایی می‌شود و به دنبال آن درک همه‌جانبه‌ای از تمام جنبه‌های آن صورت می‌پذیرد. این مرحله شامل درک ماهیت پروژه، تشخیص نیازهای مشتری، تعیین مقیاس پروژه و جزئیات تمام وظایف تا پایان پروژه است .

- **نقش هوش مصنوعی**: هوش مصنوعی می‌تواند انواع داده‌های مختلف را شناسایی، تجمیع و طبقه‌بندی کند، روابط احتمالی بین مجموعه‌های داده را کشف و نتایج قابل‌تشخیص را استخراج کند (Borglund , 2022). با استفاده از ترکیبی از الگوهای هوش مصنوعی یکپارچه، این مرحله را می‌توان به طور موثر تکمیل کرد که شامل موارد زیر است:

الگوی فراشخصی‌سازی: این الگو، اطلاعات جامعی دربارهٔ پروژه، پروژه‌های مشابه، ترجیحات کاربر، نیازهای مشتری و فناوری موجود ارائه می‌دهد.

تشخیص الگو و ناهنجاری: این الگو به جستجوی ارجاعات مرتبط به پروژه می‌پردازد و با شناسایی الگوهای تکرارشونده برای چنین پروژه‌هایی به تعیین مزایا و مشکلات تکراری کمک می‌کند.

تجزیه و تحلیل پیش‌بینی و پشتیبانی تصمیم: این الگو به ایجاد مدل‌های داده برای پارامترهای پروژه (محیط طبیعی، شهری، اقتصادی، اجتماعی و غیره) کمک می‌کند. کاوش داده‌های از دست‌رفته و پیش‌بینی نتایج آینده، تسهیل تصمیم‌گیری بهتر و انتخاب بهینه مد نظر است.

الگوی تشخیص: با استفاده از پردازش زبان طبیعی(NLP) این الگو به ارائهٔ اطلاعات جامع در مورد راه‌حل‌های پیشنهادی برای مشکل موردمطالعه کمک می‌کند.

مرحلهٔ ۲ (داده‌ها و اسناد اطلاعات): در این مرحله، مطالعه ساختمان‌ها، سازه‌ها و طرح‌های موجود برای جمع‌آوری اطلاعات و ایده‌های مفید برای فرآیند طراحی یک پروژه جدید انجام می‌شود. این نوع تحقیق، شامل بررسی کار معماران دیگر، تجزیه و تحلیل تصمیمات اتخاذشده و درک عوامل مختلفی است که بر این تصمیمات تأثیر گذاشته‌اند. این مرحله بسیار مهم است، زیرا معماران از آن برای توسعهٔ طرحی (که ریشه در زمینهٔ محیط اطراف دارد)، پاسخگویی به نیازهای کاربران و شناخت آخرین پیشرفت‌های تکنولوژیکی و مواد، استفاده می‌کنند.

- **نقش هوش مصنوعی**: هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل مقادیر زیادی از داده‌های مرتبط با پروژه، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به انتخاب طراحی بر اساس داده‌های واقعی و قابل‌اعتماد کمک می‌کند (Cudzik & Radziszewski, 2018). از طریق ادغام الگوهای مختلف هوش مصنوعی، می‌توان این مرحله را بطور یکپارچه انجام داد. این الگوها عبارتند از:

الگوی فراشخصی‌سازی: با استفاده از این الگو، معماران می‌توانند فرآیند برنامه‌دهی معماری را ساده‌سازی کنند و بینش عمیق‌تری در مورد نیازها و ترجیحات مشتریان خود به دست آورند.

[1] Pre-design Stage

تشخیص الگو و ناهنجاری: این الگو، تجزیه و تحلیلی از روابط بین عناصر مختلف برنامهٔ معماری ارائه می‌دهد و تضادهای احتمالی را شناسایی می‌کند. برای مثال، یک سیستم هوش مصنوعی ممکن است بتواند مواردی را مشخص کند که اندازه یا مکان یک منطقهٔ خاص با الزامات یک عملکرد یا فعالیت خاص در تضاد است. این امر به طراحان در تصمیم‌گیری بهتر در مورد پیکربندی ساختمان، ترکیب واحدها و دیگر جنبه‌های کلیدی طراحی ساختمان کمک می‌کند.

الگوی تشخیص: هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در ارائهٔ اطلاعات جامع در مورد پروژه‌های معماری مشابه، عناصر آنها و فناوری‌های مورد استفاده دخیل خواهند بود. همچنین فرآیند جمع‌آوری پیشینه‌های معماری، با طبقه‌بندی و مرتب‌سازی تمام تصاویر ساده می‌شود. این کار، دسته‌بندی موثر تصاویر و استفاده از آنها را در مراحل بعدی آسان‌تر می‌کند.

۴-۲- فاز طراحی:

مرحلهٔ طراحی، مرحله دوم از فرآیند طراحی معماری را تشکیل می‌دهد. این مرحله شامل توسعهٔ طرح‌های مفهومی[1] برای پیکره بندی، فرم و عملکرد ساختمان است. در طول مرحلهٔ طراحی، انتظارات شامل ایجاد آلترناتیوهای طراحی، ارزیابی پیشینه‌ها و طرح‌های موجود، اصلاح طرح و ایجاد مجموعه‌ای از نقشه‌های معماری است. اطلاعات استخراج‌شده از مراحل قبل، به عنوان ورودی برای این مرحله عمل می‌کند.

مرحلهٔ ۳: الزامات طراحی (توسعهٔ ایده طراحی): در این مرحله، کانسپت طراحی اصلاح می‌شود و نقشه‌های طراحی دقیق برای نشان دادن راه‌حل‌های طراحی دو بعدی و سه‌بعدی آماده می‌شوند. علاوه بر این، تخصیص فضا، الگوهای طراحی و انتخاب سیستم‌ها و مصالح ساختمانی مشخص می‌شوند.

- **نقش هوش مصنوعی:** برای انجام این مرحله، می‌توان به مجموعه‌ای از الگوهای هوش مصنوعی اعتماد کرد. این امر با ادغام برنامه‌های هوش مصنوعی مبتنی بر اسکریپت در ابزارهای طراحی مولد، ایجاد تصاویر مفهومی دقیق و شبیه‌سازی گزینه‌های مختلف طراحی به دست می‌آید (As, Pal, & Basu, 2018). این امر به معماران و طراحان اجازه می‌دهد تا ایده‌های خود را به طور مؤثرتری به کارفرمایان منتقل کرده و تصمیم‌گیری در مورد تمام جزئیات را در مراحل اولیه طراحی تسهیل می‌کند. این مرحله را می‌توان به طور یکپارچه انجام داد. این الگوها عبارتند از:

تشخیص الگو و ناهنجاری: این الگو به شناسایی الگوهای تکرارشونده از پارامترهای ورودی قبلی در نتایج مراحل قبل کمک می‌کند. هوش مصنوعی از این داده‌ها استفاده و آن‌ها را به پارامترهایی برای تولید انواع خروجی‌ها تبدیل می‌کند و به معماران اجازه می‌دهد خروجی‌های طراحی خود را انتخاب کنند.

تجزیه و تحلیل پیش‌بینی و پشتیبانی تصمیم: این الگو به شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل گزینه‌های طراحی، مقایسه آنها بر اساس معیارهایی مانند کارایی، عملکرد و زیبایی‌شناسی کمک می‌کند. این کار معماران را آسان‌تر می‌کند تا بهترین تصمیم‌ها را فیلتر و گزینه‌های بهتر را برای بهبود و توسعه بیشتر انتخاب کنند.

الگوی تشخیص: این الگوی آلترناتیوهای طراحی متعدد را در مدت زمان کوتاهی شبیه‌سازی می‌کند. هوش مصنوعی می‌تواند برای ایجاد مدل‌های سه‌بعدی دقیق ساختمان‌ها و محیط‌ها مورد استفاده قرار گیرد که به ادغام زمان، هزینه، تجزیه و تحلیل محیطی و مدیریت چرخه عمر ساختمان گسترش می‌یابد. این امر به معماران در تجسم و ارزیابی گزینه‌های طراحی کمک می‌کند، زیرا معماران به الهام گرفتن از طریق کاوش در انتخاب‌های متعدد (بعنوان یک عنصر اساسی در فرآیند خلاقیت) نیاز دارند.

شکل ۴: نمونه‌ای از استفاده از هوش مصنوعی در تولید گزینه‌های مختلف پلان معماری (Wu et al., 2019)

[1] development of conceptual plans

مرحله ۴: مرحله توسعهٔ طراحی: در این مرحله، بررسی و تصویب نقشه‌های طراحی بـه همـراه تهیـهٔ نقشـه‌هـای اجرایـی و مشخصات دقیقی که برای ساخت ساختمان یا پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد، صورت می‌پذیرد.

- **نقش هوش مصنوعی:** در این مرحله، از دو الگوی هوش مصنوعی برای ایجاد نقشه‌های دقیق‌تر از کانسپت طراحـی که در مرحله قبل توسعه داده شد، به شرح زیر استفاده می‌شود:

سیستم‌های هدف‌محور: این الگو به اطمینان از دستیابی طرح پیشنهادی به اهداف و استانداردهای مورد نیاز کمک می‌کند.
الگوی تشخیص: این الگو، داده‌ها و اطلاعات لازم را برای ایجاد شماتیک‌های دقیق از طرح پیشنهادی فراهم می‌کنـد. متعاقبـاً، مدل یادگیری ماشینی را می توان بر روی مجموعه داده بزرگی از پلان های طبقه و ویژگی های مربوطه آموزش داد. این مدل را قادر می‌سازد تا پلان‌های طبقاتی جدید را بر اساس مجموعه‌ای از پارامترهای ورودی تولید کند.

مرحله ۵: مرحله برنامه‌ریزی (بررسی و تصویب طرح‌های طراحی): در این مرحله، اطمینان از مطابقت طرح پیشـنهادی با کلیه مقررات و قوانین مربوطه انجام می شود. علاوه بر این، شامل بررسی نیازهای کارفرما، بررسی مـدارک و اخـذ تاییدیـه از مقامات و ذینفعان مربوطه است.

- **نقش هوش مصنوعی:** مانند کاربردهای ذکرشده در مرحله پیش‌طراحی، هوش مصنوعی مبتنی بر متن می تواند در کارهایی مانند زمان‌بندی، مدیریت اسناد و ردیابی پیشرفت پروژه کمک کند (Chaillou, 2019) ، این امر با اسـتفاده از انواع مختلفی از آن الگوها به دست می‌آید .

سیستم‌های هدف‌محور: این الگو به تجزیه و تحلیل داده‌های پروژه‌های قبلی برای تعیین هزینه، جـدول زمـانی و پـیش‌بینـی الزامات پروژه‌های آینده و اطمینان از صحت و کامل بودن مشخصات کمک می کند و موجب صرفه‌جویی قابل‌توجهی در زمـان می‌شود.
الگوی تشخیص: این الگو با شناسایی جزئیات مشابه در پایگاه داده و استفاده از آنها به تکمیل اسناد طراحی کمک می‌کند.
الگوی سیستم‌های مستقل: سیستم‌های مستقل به نهایی کردن اسناد طراحی، شروع از طرح‌ها و داده‌های دستی، تبدیل آنهـا به نقشه‌های اجرایی دقیق و اسناد طراحی جامع کمک می‌کنند.
تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده و پشتیبانی تصمیم: الگوریتم‌های یادگیری ماشین را می‌توان برای ارائـه تخمـین‌هـایی بـرای مدت زمان پروژه، منابع و بودجه مورد انتظار مورد استفاده قرار داد.
سه مرحله قبلی با هم، بخش مهمی از فرآیند طراحی معماری را تشکیل می دهند، جایی که هوش مصنوعی می توانـد کـارایی، خلاقیت و فرآیند تصمیم‌گیری را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهد.

۴-۳- مدیریت پروژه‌های ساختمانی:

مرحلهٔ مدیریت ساخت و ساز، مرحلهٔ نهایی فرآیند مهندسی معماری است که شامل نظارت بر ساخت و ساز ساختمان یا پروژه برای اطمینان از ساخت آن بر اساس نقشه ها و مشخصات طراحی است. در طول مرحلهٔ مدیریت ساخت و ساز، معمار بـه طـور منظم از محل پروژه بازدید می‌کند تا از همسویی آن با نقشه‌ها و مشخصات طراحی اطمینان حاصل کند.

مرحله ۶: مرحله اجرا : در این مرحله، هر چیزی که قبلاً برنامه‌ریزی شده بود، عملی می‌شود. در اینجا لازم اسـت مشـکلات احتمالی، قبل از بروز، شناسایی و رفع می‌شوند.

- **نقش هوش مصنوعی:** هوش مصنوعی را می توان در این مرحله با تجزیه و تحلیل داده‌های پروژه‌هـای قبلـی بـرای پیش‌بینی در مورد امکان‌سنجی و قابلیت‌های اجرایی پروژه پیشنهادی مورد استفاده قرار داد. همچنین می توانـد بـه شناسایی ریسک‌های بالقوه‌ای که ممکن است در طول فرآیند اجرا با آن‌هـا مواجـه شـود،ماننـد احتمـال تـاخیر در ساخت و ساز یا افزایش هزینه‌ها (Rao, 2022) با استفاده از انواع الگوهای آن کمک کند.

الگوی سیستم‌های مستقل: این الگو، امکان نظارت بر خطاهای ساخت و ساز، مسائل تولید و نگرانـی‌هـای ایمنـی در محـل را فراهم می‌کند. به عنوان مثال، ربات‌ها می‌توانند به طور معمول تصاویر سه‌بعدی بگیرند، ارزیابی‌های سایت را گردآوری کننـد و گزارش‌های سریع و دقیقی تولید کنند که می‌تواند بطور خودکار به طرح پروژه مرتبط شود. این باعث صرفه‌جـویی در زمـان و

هزینه می‌شود. علاوه بر این، تجهیزات ساخت و ساز خودران را می‌توان برای انجام کارهای تکراری مانند حفاری، آجرکاری، ریختن بتن، خم کردن میلگرد، جوشکاری و غیره به کار برد.

سیستم‌های هدف‌محور: این الگو را می‌توان با شبیه‌سازی سناریوهای محل کار برای مدیریت اجزای مختلف ساخت و ساز و در مدیریت منابع انسانی پروژه مورد استفاده قرار داد. استفاده از داده‌های ثبت‌شده از پروژه‌های قبلی به تخمین حجم کار، تسهیل گردش کار، بروز رسانی توالی پروژه و مدیریت وظایف کمک کرده و در عین حال همه ذینفعان پروژه را دائماً از وضعیت پروژه مطلع می‌کند.

تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده و پشتیبانی تصمیم: این الگو، آینده‌نگری را در پروژه‌های آینده افزایش می‌دهد و امکان تشخیص زودهنگام خطرات و پاسخ‌های سریع‌تر به چالش‌های نوظهور را در طول فرآیند اجرا فراهم می‌کند. برخورد سریع با این چالش‌ها تضمین می‌کند که این چالش‌ها مانع از تکمیل پروژه یا به خطر افتادن کیفیت آن نمی‌شوند.

شکل ۵: شناسایی کارگران بوسیله بینایی ماشین و الگوریتم‌های یادگیری عمیق

مرحله ۷: مرحله ارزیابی: در این مرحله یک ارزیابی پس از بهره‌برداری[1] انجام می‌شود و تمام داده‌های مربوط به کاربران نهایی ساختمان (حلقه بازخورد) جمع‌آوری می‌گردد.

- **نقش هوش مصنوعی:** هوش مصنوعی در ارزیابی پس از بهره‌برداری پروژه‌های ساخت، نقش مهمی در تحلیل عملکرد و بهینه‌سازی نگهداری ایفا می‌کند. هوش مصنوعی می‌تواند برای جمع‌آوری داده‌های گسترده در مورد استفاده واقعی، نیازها و رفتارهای کاربران نهایی در ساختمان استفاده شود. این به توسعه الگوریتم های جدیدی که می‌توانند در پروژه‌های آینده استفاده شوند، کمک می‌کند (Navarathna & Malagi, 2018). به‌عنوان مثال، هوش مصنوعی می تواند با تحلیل الگوی مصرف انرژی، فرسودگی تجهیزات را پیش بینی کرده و زمان مناسب برای تعمیر یا تعویض را پیشنهاد دهد. این امر با استفاده از طیف وسیعی از الگوهای هوش مصنوعی یکپارچه انجام می‌شود:

الگوی فراشخصی‌سازی: این الگو تصور ایجادشده توسط کاربران را در مورد پروژه از طریق بررسی‌هایی که روی کاربران نهایی ساختمان انجام می‌شود، تعیین می‌کند.

الگوی مکالمه: این الگو برای ایجاد برنامه‌های ارتباطی با کاربران استفاده می‌شود و کمک می‌کند تا نظرات آنها را در مورد ساختمان، قابلیت استفاده از آن و میزان پاسخگویی به نیازهای کاربران را درک کرد.

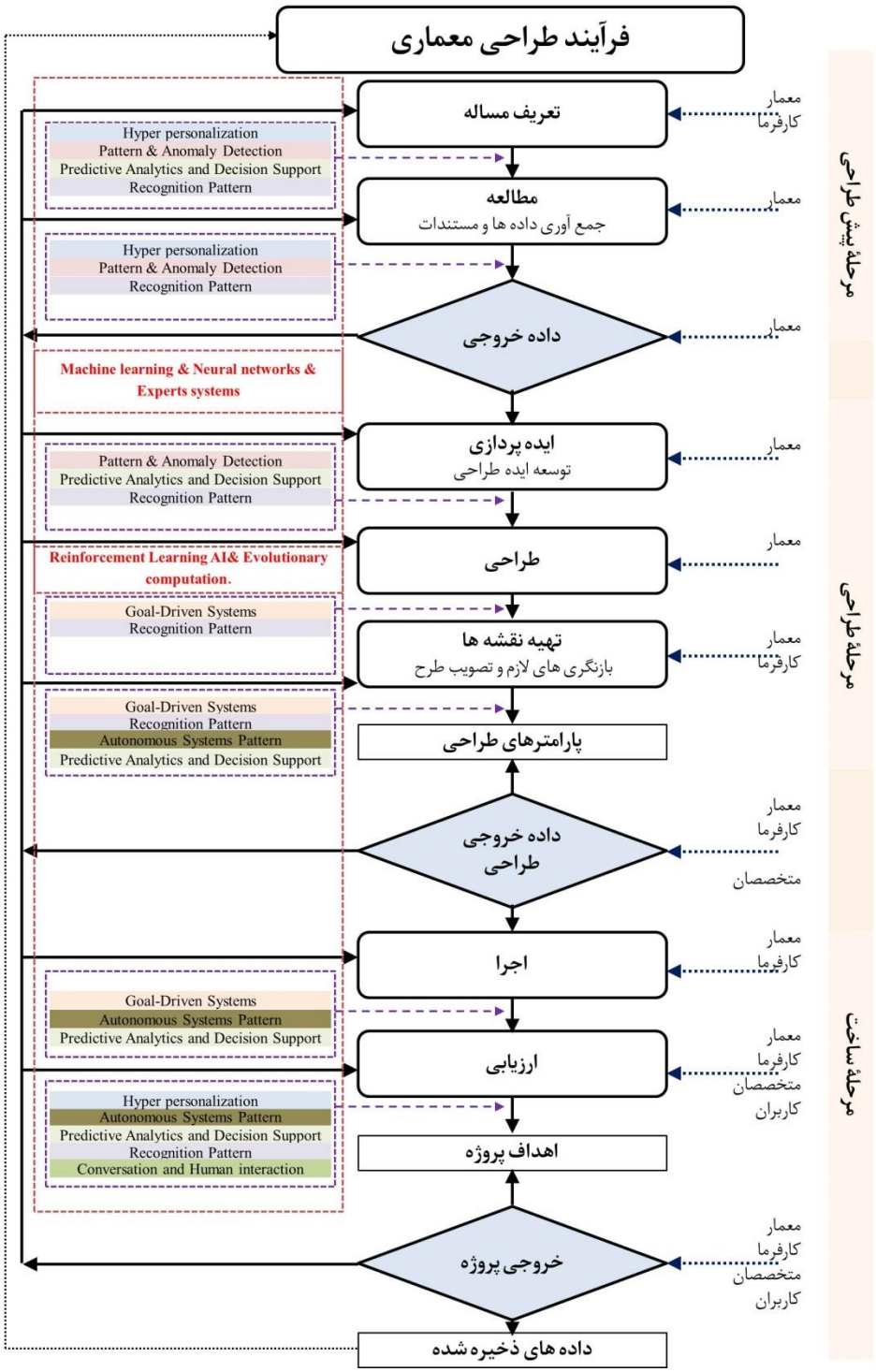
الگوی سیستم‌های مستقل: این الگو می‌تواند ارزیابی‌هایی را از طریق تصاویر و ویدیوهای گرفته‌شده با استفاده از دستگاه‌های تلفن همراه، فیلم‌های پهپاد، داده‌های حسگر امنیتی، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و سایر منابع برای شناسایی کمبودها و ویژگی‌ها انجام دهد.

تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده و پشتیبانی تصمیم: این الگو تجمیع و تجزیه و تحلیل داده‌های گسترده را در مورد استفاده واقعی، نیازها و رفتارهای کاربران نهایی در ساختمان فراهم می‌کند. این به ساخت الگوریتم های جدیدی کمک می‌کند که می‌توانند در پروژه‌های آینده مورد استفاده قرار گیرند. هر سایت ساختمانی به منبع بالقوه‌ای برای داده‌های هوش مصنوعی تبدیل می‌شود. این فرصتی را برای مشتریان و متخصصان بخش ساخت و ساز فراهم می‌کند تا از بینش‌های حاصل از استفاده از هوش مصنوعی و سیستم‌های یادگیری ماشین بهره‌مند شوند.

[1] post-occupancy evaluation

الگوی تشخیص: این الگو، از طریق تحلیل‌های پیشرفته و الگوریتم‌های پشتیبانی‌شده از هوش مصنوعی، به شکل‌گیری بینش مفید در مورد عملکرد کمک می‌کند.در نتیجه می‌توان از هوش مصنوعی برای شناسایی مشکلات، قبل از جدی شدن و پیش‌بینی برنامه‌های نگهداری پیشگیرانهٔ لازم استفاده کرد.

شکل ۶ چارچوب یکپارچه‌سازی نقش هوش مصنوعی و الگوهای آن در شکل‌دهی مجدد به مراحل فرآیند طراحی معماری را نشان می‌دهد.



شکل ۶: الگوهای هوش مصنوعی در فرآیند طراحی معماری، بازترسیم و ویرایش شده از Matter & Gado, 2024

۵- نتیجه‌گیری:

فرآیند طراحی معماری، به عنوان یکی از گام‌های بنیادین در مدیریت ساخت، نقش تعیین‌کننده ای در دستیابی به اهداف پروژه از جمله بهره‌وری، زمان‌بندی و مدیریت هزینه‌ها دارد. طراحی ناکارآمد یا بدون برنامه‌ریزی دقیق می‌تواند در مراحل بعدی ساخت، منجر به بروز تغییرات مکرر، اتلاف منابع، افزایش هزینه‌ها و تأخیرهای زمانی شود. بنابراین، توجه به فرآیند طراحی از همان مراحل اولیه، باعث کاهش ریسک‌ها و بهبود هماهنگی میان تیم‌های طراحی و اجرایی خواهد شد. این امر، نه تنها کیفیت نهایی پروژه را تضمین می‌کند، بلکه امکان پیش‌بینی و پیشگیری از چالش‌های احتمالی را نیز فراهم می‌آورد.

در این راستا، ادغام هوش مصنوعی (AI) در فرآیند طراحی معماری، می‌تواند تحولی اساسی در بهینه‌سازی این فرآیند ایجاد کند. هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تحلیل کلان داده‌ها، توانایی شناسایی سریع الگوها، پیشنهاد طرح‌های بهینه و پیش‌بینی مشکلات را دارد. به عنوان مثال، هوش مصنوعی می‌تواند علاوه بر کمک در ایجاد گزینه‌های متعدد طراحی، با تحلیل داده‌های مربوط به پروژه‌های گذشته، نقاط ضعف احتمالی یک طرح را شناسایی کرده و پیشنهادهایی برای بهبود آن ارائه دهد. همچنین، هوش مصنوعی قادر است با انجام شبیه‌سازی‌های پیچیده و چندبعدی، عملکرد ساختمان در شرایط مختلف از جمله مصرف انرژی، تهویه و ایمنی را بررسی کرده و بهترین سناریوهای طراحی را پیشنهاد دهد. این فرآیند به طراحان و مدیران ساخت این امکان را می‌دهد تا تصمیم‌گیری سریع‌تر و دقیق‌تری داشته باشند.

استفاده از هوش مصنوعی در فرآیند طراحی معماری، به تحقق مهندسی ارزش کمک شایانی می‌کند. مهندسی ارزش با هدف کاهش هزینه‌ها، بهبود عملکرد و افزایش کیفیت، از طریق تحلیل کارکردها و یافتن بهترین راه‌حل‌ها، بهینه‌سازی را دنبال می‌کند. به طور خلاصه، ترکیب هوش مصنوعی در فرآیند طراحی معماری نشان‌دهندهٔ یک تغییر پارادایم است. معماران با استفاده از هوش مصنوعی به عنوان ابزاری برای کشف، بهینه‌سازی و غلبه بر چالش‌های طراحی در محیط‌های پویا و نوآورانه از هم‌افزایی بهره می‌برند.

ادغام هوش مصنوعی (AI) در طراحی معماری به دستاوردهای زیادی منجر می‌شود، از جمله:

- کمک به معماران در پردازش داده‌ها: هوش مصنوعی به معماران کمک می‌کند تا حجم زیادی از داده‌ها را جمع‌آوری و پردازش کنند، متغیرهای متعدد تولید کنند و صدها مدل و طرح منحصر به فرد را از طریق الگوریتم‌ها و ورودی‌ها در اختیار داشته باشند. با این حال، فرآیند خلاقیت تنها در قلمرو ذهنی انسان باقی می‌ماند.
- کمک الگوریتم‌های هوش مصنوعی به تفسیر طراحی: الگوریتم‌های هوش مصنوعی از طریق داده‌های ذخیره‌شده به تفسیر الگوهای رفتاری و ترجیحات معماران کمک کرده و طرح‌های منحصربه‌فرد و غیرتکراری را برای ایجاد تجربه‌ای سفارشی برای هر معمار ایجاد می‌کنند.
- افزایش کارایی در مراحل طراحی معماری: الگوها و کاربردهای هوش مصنوعی می‌توانند به معماران کمک کنند تا مراحل مختلف فرآیند طراحی را با کارایی مطلوب تکمیل کرده و در زمان و هزینه از پیش‌طراحی تا طراحی، ساخت، مدیریت ساخت و ارزیابی پس از بهره‌برداری صرفه‌جویی کنند.
- افزایش هم‌افزایی در مراحل طراحی معماری و ساخت: در حالی که الگوهای هوش مصنوعی کارایی مراحل طراحی معماری را افزایش می‌دهند، ارزیابی مستمر توسط ذینفعان فرآیند طراحی (معماران، کارفرمایان، کاربران، کارشناسان و غیره) در تصمیم‌گیری‌ها و کنترل در هر مرحله پروژه ضروری است. ارزیابی مستمر و بازخوردگیری توسط ذینعان خصوصا مجریان، می‌تواند فرآیند طراحی را به گونه‌ای بروزرسانی کند که منجر به هم‌افزایی در طراحی معماری خواهد شد. دسترسی به خروجی‌های ذخیره‌شده از هر پروژه که بعنوان داده‌های جدید مطرح می‌شوند، به نحوی نخبه‌گری در فرآیند طراحی معماری را مبتنی بر تجربه افزایش می‌دهد.

توصیه‌ها:

- ادغام یادگیری هوش مصنوعی در برنامه‌های درسی معماری: توصیه می‌شود که یادگیری هوش مصنوعی و مطالعه و استفاده از برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی مرتبط با طراحی معماری در برنامه درسی مهندسی معماری لحاظ شود.

- ترویج فرهنگ استفاده از هوش مصنوعی: گسترش فرهنگ استفاده از هوش مصنوعی به عنوان ابزاری در فرآیند طراحی معماری به دانشجویان و دستاندرکاران، امری ضروری است.

منابع

- Alaei, A. (2001). A look at the diversity of knowledge in architecture. Soffeh Journal, 32. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=46914
- As, I., Pal, S., & Basu, P. (2018). Artificial intelligence in architecture: Generating conceptual design via deep learning. International Journal of Architectural Computing, 16(4). https://doi.org/10.1177/1478077118800982
- Borglund, C. (2022). Artificial Intelligence in Architecture and its Impact on Design Creativity: A Study on how Artificial Intelligence Affect Creativity in the Design Process. Stockholm, Sweden: Kth Royal Instituation of Technology.
- Campesato, O. (2020). Artificial intelligence, machine learning, and deep learning. Mercury Learning and Information. ISBN: 9781683924654
- Chaillou, S. (2019). AI+Architecture: Towards a New Approach. USA: Harvard Graduate School of Design.
- Cudzik, J., & Radziszewski, K. (2018). Artificial Intelligence Aided Architectural Design, AI for design and built environment, eCAADe, 36, 1, 77-84.
- Gallo, G., & wirz, f. (2020). The role of Artificial Intelligence in architectural design: Conversation with designers and researchers. Proceedings of S.Arch 2020, the 7th international conference on architecture and built environment, (pp. 198-205). Tokyo, Japan.
- Gomar V. (2014) Presenting the management model of architectural design projects. Master Thesis in Project Management and Construction. Shahid Beheshti University.
- Haenlein, M., Kaplan, A., Tan, C.-W., & Zhang, P. (2019). Artificial intelligence (AI) and management analytics. Journal of Management Analytics, 341-343. https://doi.org/10.1080/23270012.2019.1699876
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. California Management Review, 61(4), 5-14. https://doi.org/10.1177/0008125619864925
- Imrie R. and Street E. (2011) Architectural Design and Regulations. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Khan, H. (2021). Different Types of Artificial Intelligence Systems. Types of AI, p. 50.
- Matter, N., & Gado, N. (2024). Artificial Intelligence in Architecture: Integration into Architectural Design Process. Engineering Research Journal, 181(0), 1-16. doi: 10.21608/erj.2024.344313
- Navarathna, P. J., & Malagi, V. P. (2018). Artificial Intelligence in Smart City Analysis. International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT), pp. 4447. https://doi.org/10.1109/ICSSIT.2018.8748476.
- Nikseresht, M., Mozaffar, F., Hosseini, S. B., & Sedghpour, B. S. (2022). Management in architectural design: A reflection on the profession and education. Industry and Higher Education, 36(5), 680-685. https://doi.org/10.1177/09504222211061680
- Rao, S. (2022). 10 Examples of Artificial Intelligence in Construction. Retrieved 10 23, 2023, from The Benefits of AI in Construction: constructible.trimble.com › the-benefits-of-aiinconstruction
- Walch, K. (2019). The Seven Patterns Of AI. Retrieved 10 15, 2023, from https://www.forbes.com.: https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld
- Wang, M., Cai, J., & Tian, T. (2018). Definition, application and influence of artificial intelligence on design industries. Landscape architecture Frontiers, 6(2). http://dx.doi.org/10.15302/J-LAF-20180207
- Wenjun, M., & malaeb, J. (2019). AIA Artificial Intelligence in Architecture general understanding and prospective studies. china: shanghai jiao tong university .
- Wu, W., Fu, X.-M. Tang, R. Y. Wang, Y.-H. Qi, L. Liu (2019). Data-driven interior plan generation for residential buildings, ACM Transactions on Graphics. 38 (2019), https://doi.org/10.1145/3355089.3356556.
- Zeiler, W., Savanovi´c, P., and Quanjel, E. (2009) Integral design method: A conceptual architectural management tool. In: Emmitt S, Prins M and Otter A (eds), Architectural management international research and practice. Chichester: John Wiley & Sons.
- Zheng, H., & Yuan, P. (2021). A generative architectural and urban design method through artificial neural networks. Building and Environment. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108178

Architectural Design Process Integrated with Artificial Intelligence, a Part of Construction Project Management

Abstract

In recent years, the increasing complexity of the construction industry has introduced significant challenges to the architectural design process and construction management. This complexity stems from various factors, including the diversity of project requirements and the need for coordination among architects, project managers, and multiple stakeholders. Given time constraints and quality standards, the design and construction process necessitate effective collaboration and precise information management. Nevertheless, the architectural design process is frequently regarded as separate from construction management. In reality, efficient construction management is contingent upon effective architectural design to balance client expectations with technical requirements .The architectural design process encompasses several stages, such as defining the design problem, data analysis, conceptual design, design development, and change management, all of which are directly linked to construction management and project execution. The objective of this study is to investigate the capabilities of artificial intelligence (AI) in shaping and enhancing various stages of the architectural design process to achieve value engineering goals, including cost optimization and efficiency improvement .An analysis of AI models reveals that this technology alleviates traditional challenges and facilitates the attainment of design and construction management objectives. The findings suggest that the comprehensive application of AI in the architectural design process, particularly through predictive modeling and performance analysis, can lead to overall improvements in construction processes and productivity. The use of advanced AI tools and algorithms substantially enhances the integration of architectural design with construction project management. This capability is evident in several domains, such as data analysis, optimized decision-making, forecasting, and stakeholder coordination.