

الحمد لله  
الذي هدانا لهذا  
الذي كنا لنهتدي لولا  
أن هدانا الله



# تاریخچه و مبانی هوش مصنوعی در عرصه هنر و معماری

تألیف و ترجمه: مهیار عرب بوربور



سال ۱۴۰۳

سرشناسه : عرب بوربور، مهیار، ۱۳۶۴-  
عنوان و نام پدیدآور : تاریخچه و مبانی هوش مصنوعی در عرصه هنر و معماری  
/ نویسنده مهیار عرب بوربور.  
مشخصات نشر : تهران: آذرفر، ۱۴۰۳.  
مشخصات ظاهری : ۳۰۷ ص. مصور(بخشی رنگی).  
شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۳۵۶-۱۶۸-۹  
وضعیت فهرست نویسی : فیپا  
یادداشت : کتابنامه: ص. ۲۸۰ - ۳۰۷.  
موضوع : هوش مصنوعی -- کاربردهای معماری  
Artificial intelligence -- Architectural applications  
هوش مصنوعی -- کاربردهای مهندسی  
Artificial intelligence -- Engineering applications  
هنر و تکنولوژی  
Art and technology  
رده بندی کنگره : NA۲۵۰۰  
رده بندی دیویی : ۷۲۰/۱  
شماره کتابشناسی ملی : ۹۷۳۴۸۹۴  
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا



## تاریخچه و مبانی هوش مصنوعی در عرصه هنر و معماری

نویسنده: مهیار عرب بوربور

• ناشر: آذرفر • نوبت و تاریخ چاپ: اول، ۱۴۰۳ • شمارگان: ۱۰۰۰

صفحه و قطع: ۳۰۷، وزیری.

مدیر اجرایی: مریم بابارنسی

صفحه آرا و طراح جلد: تیم طراحی نشر آذرفر

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۳۵۶-۱۶۸-۹

قیمت: ۳۵۰۰۰۰ تومان

مرکز بخش: شهرری، خیابان قم، خیابان برادران یکم، پلاک ۸

شماره تماس: ۰۲۱۵۵۹۷۲۰۷۷-۰۹۹۰۵۱۶۰۴۲۳

حق چاپ و نشر برای مؤلف محفوظ است.

برای پدر و مادرم؛

این کتاب را به شما تقدیم می‌کنم، به پاس قدردانی از ایمان و باوری که همیشه  
به من داشتید.

حامی شرکت سوپرفراست

## فهرست:

---

مقدمه	۱۰
هوش مصنوعی و معماری	۱۱
فراتر از تکنو فوبیا	۱۴
تخیل مصنوعی (پروتزی)	۱۵
فرهنگ سایبورگ	۱۷
هوش گسترده	۱۸
مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی	۲۰
تاریخچه هوش مصنوعی	۲۲
منشأ هوش مصنوعی	۲۲
آلن تورینگ	۲۳
دوران پس از جنگ	۲۶
سیستم‌های خبره و زمستان‌های هوش مصنوعی	۳۰
انقلاب یادگیری عمیق	۳۵
دیپ بلو	۳۶
چپردی!	۳۸
آلفا گو	۴۰
لحظه اسپوتنیک	۴۴
هوش مصنوعی و دیده‌شدن	۴۶
هوش مصنوعی چیست؟	۵۳
اشکال مختلف هوش مصنوعی	۵۵
تکنیک‌های آموزشی	۵۸
رویکردهای (قبایل) هوش مصنوعی	۶۰

۶۲	شبکه‌های عصبی (NNS).....
۶۴	بازگشت‌پذیری.....
۶۵	شبکه‌های عصبی کانولوشنی (CNNs).....
۶۶	دیپ دریم.....
۶۸	شبکه‌های مولد تخصصی (GANs).....
۷۴	از دوبعدی به سه‌بعدی.....
۷۹	ماوراء نمایش.....
۸۴	اشخاص مهم یادگیری ماشینی به‌عنوان بازیگر، ماده و محرک در هنر و طراحی.....
۸۸	یادگیری ماشین به‌عنوان عامل.....
۹۲	یادگیری ماشینی به‌عنوان ماده.....
۹۵	یادگیری ماشین به‌عنوان تحریک‌کننده.....
۹۹	نتیجه‌گیری.....
۱۰۱	<b>هوش مصنوعی، هنر رسانه و علوم اعصاب</b> .....
۱۰۳	ماشین‌های رؤیایی.....
۱۰۴	ساختمان‌های رؤیایی.....
۱۱۰	توهمات ماشینی.....
۱۱۴	معمارسازی.....
۱۱۸	آیا ماشین‌ها می‌توانند رؤیا ببینند؟.....
۱۲۲	<b>هوش مصنوعی، هنر و خلاقیت</b> .....
۱۲۴	تاریخچه مختصری از هنر هوش مصنوعی.....
۱۲۸	چه نیازی به گوگن است؟.....
۱۳۰	اما نویسنده کیست؟.....
۱۳۴	تجدیدنظر در خلاقیت.....
۱۳۷	در آینه هوش مصنوعی.....

- ۱۴۰ ..... هوش مصنوعی به‌عنوان یک همکار در مراحل اولیه طراحی
- ۱۴۱ ..... ویژگی‌های طراحی در مراحل اولیه
- ۱۴۳ ..... پیش‌زمینه استفاده از هوش مصنوعی در طراحی مراحل اولیه:
- ۱۴۴ ..... طراحی هوش مصنوعی فردی
- ۱۴۵ ..... هوش مصنوعی مشارکتی
- ۱۴۶ ..... استفاده از هوش مصنوعی در طراحی مراحل اولیه
- ۱۴۸ ..... پردازش اولیه
- ۱۴۸ ..... خلق طراحی
- ۱۴۹ ..... بازخورد طراحی
- ۱۵۰ ..... کاربرد یادگیری ماشین در طراحی مراحل اولیه
- ۱۵۱ ..... طراحی پشتیبانی از ورودی با استفاده از هوش مصنوعی
- ۱۵۱ ..... استخراج تصاویر سایت برای مقایسه گونه‌شناسی در مقیاس بزرگ
- ۱۵۸ ..... داده‌های شهری و بازخورد اجتماعی برای بررسی سایت
- ۱۶۳ ..... ایده طراحی
- ۱۶۴ ..... کاوش طراحی ساختمان متا - پارامتریک
- ۱۶۹ ..... یادگیری ماشین برای تولید طراحی با الحاق سبک
- ۱۷۵ ..... همزیستی هوش مصنوعی و کاربر
- ۱۷۶ ..... هوش مصنوعی برای یادگیری موقعیتی و طراحی
- ۱۸۱ ..... خلاصه
- ۱۸۳ ..... **شهود تقویت شده رمزگذاری ایده‌ها، ماده و چرایی اهمیت آن**
- ۱۸۴ ..... طراحی محاسباتی در معماری
- ۱۸۶ ..... یادگیری ماشین در معماری
- ۱۸۸ ..... کاربردهای هوش مصنوعی در طراحی اولیه و ساخت رباتیک
- ۱۹۵ ..... مطالعه موردی ۲: فناوری خم کردن میله‌ها توسط ربات‌ها



نتیجه‌گیری	۲۰۱
ظهور هوش مصنوعی معماری	۲۰۶
مدولاریته	۲۰۶
طراحی به کمک رایانه (CAD)	۲۱۰
پارامتر گرایی	۲۱۴
هوش مصنوعی	۲۱۸
شبکه تعاملات برای یک هوش مصنوعی معماری	۲۲۲
یک شبکه اجتماعی پیچیده (یا مغز) AAI	۲۲۳
سه ستون تعامل برای AAI	۲۲۶
معماری سایبرنتیک	۲۲۸
کاتالیزورهای هوش مصنوعی در معماری	۲۳۵
ماشین معماری یا مولد طرح مدل خودکار	۲۴۵
ماشین معماری نرم: پشتیبان AAI	۲۴۸
آینده AAI چگونه است؟	۲۵۳
مدل‌سازی فضاهای احتمالی تاریخچه مختصر و چشم‌انداز هوش مصنوعی در طراحی	۲۵۷
از قانون‌گذاری تا مدیریت داده‌ها	۲۶۵
چند مسیر جدید، کنترل دانه‌ای بر اعمال الگوریتمی	۲۶۹
خوانش‌های معماری از راه دور	۲۷۱
نقشه‌نگاری‌های شهری جدید	۲۷۴
نتیجه	۲۷۶
کدنویسی و ترجمه به عنوان شیوه‌های خلاقانه	۲۷۷
ترکیب‌پذیری انضباطی و روش‌شناختی	۲۷۸
کندی و وقفه در رابط	۲۷۹
فهرست منابع	۲۸۰

## مقدمه

هوش مصنوعی اکنون بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی ما می‌باشد. این فناوری دوستان ما را در شبکه‌های اجتماعی شناسایی کرده، تصاویر را دسته‌بندی می‌کند، اخبار و تبلیغات را پیشنهاد می‌دهد، اسپم‌ها را فیلتر کرده و متون خارجی را ترجمه می‌کند. هوش مصنوعی همچنین در دستگاه‌های هوشمند خانگی مانند سیری، الکسا، کورتانا و دستیار گوگل وجود دارد و وظایفی مثل کنترل گرمایش خانه، بررسی کیفیت آب، تمیز کردن فضاها، پرداخت قبوض و مالیات‌ها و برنامه‌ریزی جلسات را انجام می‌دهد.

در این کتاب سعی شده است نقش هوش مصنوعی در معماری و هنر و تعامل آن با خلاقیت انسانی را بررسی کند. موضوعاتی مثل تخیل مصنوعی، فرهنگ سایبورگ و هوش گسترده نشان می‌دهند که هوش مصنوعی چگونه می‌تواند ابزاری خلاقانه در طراحی و هنر باشد. همچنین، تأثیرات هوش مصنوعی در زمینه‌هایی چون سیستم‌های خبره و یادگیری عمیق بررسی می‌شود تا توانمندی‌ها و محدودیت‌های این فناوری بهتر درک شوند. تاریخچه هوش مصنوعی از آلن تورینگ تا دستاوردهای مهمی چون دیپ بلو و آلفا گو نشان می‌دهد که این فناوری چگونه از یک مفهوم نظری به یک ابزار کاربردی تبدیل شده است. بررسی نقش هوش مصنوعی در جامعه به فهم بهتر تأثیرات اجتماعی و فرهنگی آن کمک می‌کند. این کتاب به تعریف هوش مصنوعی، تکنیک‌های آموزشی، شبکه‌های عصبی و تکنیک‌های پیشرفته مانند CNNs و GANs پرداخته و نشان می‌دهد که این فناوری می‌تواند در خلق و نوآوری هنری مؤثر باشد. همچنین، نقش هوش مصنوعی در هنر و طراحی و استفاده از آن در مراحل اولیه طراحی معماری بررسی می‌شود. در نهایت، بررسی شهود تقویت‌شده، رمزگذاری ایده‌ها، کاربردهای هوش مصنوعی در طراحی اولیه و ساخت رباتیک و ظهور هوش مصنوعی معماری به ما کمک می‌کند تا نقش این فناوری در معماری و طراحی را بهتر درک کنیم. مهم‌تر از همه، این کتاب به دنبال پر کردن شکاف موجود

بین تحقیقات هوش مصنوعی و عملکرد معماری، باهدف ایجاد تبادل معنادار بین این دو رشته و کمک به توسعه فناوری به نفع معماران می‌باشد.

## هوش مصنوعی و معماری

هوش مصنوعی چه تأثیری بر معماری خواهد داشت؟

چندین زمینه وجود دارد که هوش مصنوعی در حال حاضر تأثیر عمده‌ای بر فرهنگ معماری دارد. بارزترین تأثیر آن در محافل علمی است، جایی که هوش مصنوعی به طور ناگهانی و در استودیوهای طراحی برخی از مدارس پیشرو معماری ظهور کرده است. اگرچه محبوب‌ترین تکنیک‌های هوش مصنوعی تازه کشف شده‌اند، علاقه‌مندی به آن‌ها به سرعت شروع به گسترش کرده است. اکنون تصاویر الهام‌بخش از ساختمان‌ها و پیشنهادات طراحی شهری به طور خودکار توسط فرایندی که اغلب به‌عنوان 'هدیان'<sup>۱</sup> شناخته می‌شود، تولید می‌شوند، اصطلاحی که ماهیت به‌ظاهر هذیان‌آمیز تصاویر تولید شده را نیز تداعی می‌کند. در سال‌های اخیر کارهای تولید شده توسط هوش مصنوعی شروع به جلب توجه کرده‌اند، و از طرف دیگر کارگاه‌ها و آموزش‌هایی برای تولید طرح‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نیز به شدت محبوب شده‌اند.

<sup>۱</sup>گویی زمین توسط گونه‌ای بیگانه، نامرئی و فوق‌هوشمند مورد تهاجم قرار گرفته است.

هوش مصنوعی همچنین به موضوع داغی در کنفرانس‌های تحقیقاتی دانشگاهی تبدیل شده است. این حوزه به زمینه‌ای محبوب برای تحقیقات دکتری تبدیل شده است، به‌ویژه در مؤسسات پیشرفته فناوری مانند آزمایشگاه رسانه MIT10. چندین دوره و حتی برنامه‌های آموزشی اکنون به طور خاص بر روی هوش مصنوعی تمرکز دارند. در عرض چند سال می‌توان انتظار داشت که دوره‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در هر رشته‌ای ارائه شود. هوش مصنوعی تأثیر قابل توجهی نیز در دنیای گالری‌ها و نمایشگاه‌ها دارد. اولین نمایشگاه

<sup>1</sup> hallucination

آثار هنری تولید شده توسط هوش مصنوعی در سال ۲۰۱۷ برگزار شد، و اولین حراجی یک اثر هنری تولید شده توسط هوش مصنوعی در سال ۲۰۱۸ انجام گرفت و معماری نیز از این روند عقب نیست. اولین نمایشگاه طرح‌های معماری تولید شده توسط هوش مصنوعی در سال ۲۰۱۹ برگزار شد. علاقه قابل توجهی به کارهای تولید شده توسط هوش مصنوعی در فضای آنلاین اینستاگرام، فیسبوک و سایر پلتفرم‌های رسانه‌های اجتماعی وجود دارد.



شکل ۰.۱ کیسی رهم<sup>۱</sup> (استودیو ایشیدا رهم<sup>۲</sup>، گینزا خودکار<sup>۳</sup>، نمایشگاه «۳ راه»، موزه A+D، لس آنجلس، کالیفرنیا (۲۰۱۸). این تصویر از یک ویدیو گرفته شده است که از یک شبکه عصبی آموزش دیده بر روی ویدئویی از ناحیه گینزا در توکیو که توسط یک تلفن همراه گرفته شده است برای تبدیل مستطیل‌های خاکستری دوبعدی به یک نمای معماری استفاده می‌کند.

هوش مصنوعی شروع به تأثیرگذاری بر روی شیوه‌های پیشرفته معماری نیز کرده است. تعداد رو به افزایشی از معماران شناخته‌شده شروع به گنجاندن تکنیک‌های جدید مبتنی بر هوش مصنوعی در استراتژی‌های طراحی خود کرده‌اند. برنده جایزه پریتزکر، تام مین از

<sup>1</sup> Casey Rehm

<sup>2</sup> Ishida Rehm Studio

<sup>3</sup> Automatic Ginza

مورفوسیس<sup>۱</sup>، شروع به کاوش در پتانسیل هوش مصنوعی برای افزایش تنوع گزینه‌های طراحی کرده است. ولف پریکس از کوپ هیمل بلاو<sup>۲</sup> از آن برای بهبود فرایند طراحی استفاده کرده است. در همین حال، پاتریک شوماخر از معماران زها حدید (ZHA) از آن برای شبیه‌سازی رفتار ساکنان در ساختمان‌های خود استفاده کرده است.

هوش مصنوعی هم‌اکنون در نرم‌افزارهای استاندارد معماری گنجانده شده است، هرچند احتمالاً بیشتر معماران از آن آگاه نیستند. شرکت‌های تجاری معتبر، مانند اتودسک، اکنون شروع به یکپارچه‌سازی هوش مصنوعی پیشرفته‌تر در نرم‌افزارهای خود کرده‌اند، درحالی‌که تعدادی از استارت‌آپ‌ها، مانند ایکسکول و اسپیس‌میکر ای آی<sup>۳</sup>، در حال توسعه ابزارهای نرم‌افزاری جدید مبتنی بر هوش مصنوعی برای معماران و توسعه‌دهندگان هستند. هوش مصنوعی در پردازش اطلاعات پیچیده سایت و ارائه طیف وسیع‌تری از گزینه‌های طراحی، به‌گونه‌ای که پتانسیل هر سایتی را به حداکثر برساند، توانایی خود را ثابت کرده است. علاوه بر این، اکنون از هوش مصنوعی برای کنترل فناوری‌های ساخت رباتیک و بهبود عملکرد ساختمان‌ها پس از ساخت استفاده می‌شود.

با این حال، ما هنوز در مراحل ابتدایی انقلاب هوش مصنوعی قرار داریم. بن برتون<sup>۴</sup> توصیف کرده است که ما همچنان در دوران "فیلم‌های صامت" محاسبات قرار داریم و هوش مصنوعی تنها یک توسعه متأخر در تاریخچه طولانی محاسبات است و هنوز خیلی چیزهای دیگری در راه است. هوش مصنوعی قطعاً به یک بخش جدایی‌ناپذیر از آینده ما تبدیل خواهد شد و بی‌شک به‌عنوان یک کمک قدرتمند در افزایش توانایی‌های طراحی انسانی و تسریع فرایند طراحی اثبات خواهد شد. تا پایان این دهه، می‌توان پیش‌بینی کرد که هیچ حرفه یا رشته‌ای بدون تأثیر هوش مصنوعی باقی نخواهد ماند و معماری نیز استثنا

<sup>1</sup> Thom Mayne, of Morphosis

<sup>2</sup> Wolf Prix of Coop Himmelb

<sup>3</sup> Xkool and Spacemaker AI

<sup>4</sup> Ben Bratton

نخواهد بود. با استفاده از هوش مصنوعی، عمل طراحی معماری و آموزش معماری به طور کامل دگرگون خواهد شد.

## فرا تر از تکنو فوبیا<sup>۱</sup>

دیدگاه همه نسبت به ورود هوش مصنوعی به معماری مثبت نخواهند بود. برخی آن را رد خواهند کرد، همان طور که برخی از افراد کامپیوترها را زمانی که حدود سی سال پیش برای اولین بار وارد فرهنگ معماری شد، رد کردند. آنها از خود می پرسیدند، وقتی انسانها می توانند خیلی بهتر ترسیم کنند، چرا از کامپیوترها استفاده کنیم؟ برخی بدون شک خواهند پرسید، چرا از هوش مصنوعی استفاده کنیم وقتی ما هوش انسانی داریم؟ به همان اندازه، مابقی افراد ممکن است حتی بیشتر انتقادی باشند، هوش مصنوعی را بخشی از "عصر تاریک جدید" یا یک قطعه حیاتی در "سرمایه داری نظارتی" رد کنند.

شاید این موضوع قابل درک باشد. در نهایت، چقدر ما رباتها و کامپیوترها را در فرهنگ پرترفدار به طور منفی می بینیم؟ از فیلم "متروپولیس" به بعد، بسیاری از فیلمها رباتها را به عنوان موجودات مصنوعی شروری نشان می دهند که تهدیدی برای بشریت هستند. برای مثال، فیلم "یک اديسه فضایی" را در نظر بگیرید، جایی که هال، سوپر کامپیوتر هوشمندی که کنترل یک پرواز فضایی به مشتری را بر عهده دارد، در نهایت علیه فضانوردان سوار بر آن شورش می کند. یا فیلمهای "ترمیناتور" را در نظر بگیرید، جایی که اسکای نت، سیستم هوش مصنوعی بسیار هوشمند و اغلب نامرئی، نقش دشمن اصلی را بازی می کند. یا "بلید رانر" را در نظر بگیرید، جایی که رباتهای بیو - مهندسی شده به راحتی وارد جامعه انسانی می شوند و آشوب به پا می کنند. این بی اعتمادی به رباتها و کامپیوترها در فیلمها می تواند در چارچوب وسیع تر تکنوفوبیا به طور کلی فهمیده شود که همچنین می تواند به برخی از دیدگاههای محافظه کارانه تر در فلسفه که هنوز هم بر نظریه

<sup>1</sup> Technophobia - تکنولوژی

معماری تأثیر می‌گذارند، بازگردد. یک مشکل با فلسفه، همان‌طور که استیون هاوکینگ می‌گوید، این است که بیش از حد اغلب نمی‌تواند با فناوری همگام شد و مشکل دیگر با فلسفه این است که اغلب فلسفه با فناوری دشمنی دارد.

برای مثال، مارتین هایدگر<sup>۱</sup> فناوری را به‌عنوان یک منبع بالقوه برای بیگانگی می‌بیند. اما او قدردانی نمی‌کند از روش تدریجی که ما فناوری‌های جدید را از طریق نوعی از خودانگاری به کار می‌گیریم. به خشم ناشی از توصیف معروف لو کوربوزیه از خانه به‌عنوان "ماشینی برای زندگی کردن" فکر کنید. اما آیا ما اکنون در خانه‌هایی زندگی نمی‌کنیم که مملو از دستگاه‌های فناورانه از هر نوعی است؟ همین امر در مورد مهندسی نیز صدق می‌کند. برج ایفل را در نظر بگیرید. زمانی که اولین بار ساخته شد، بسیاری از پارسی‌ها آن را به‌عنوان یک ساختمان بی‌نهایت زشت تلقی می‌کردند. در واقع، گی دو موپاسان<sup>۲</sup> اغلب ناهار خود را در یک رستوران در برج ایفل می‌خورد، حتی اگر از غذای آنجا خوشش نمی‌آمد، به این دلیل که این تنها جایی در پاریس بود که از آنجا نمی‌توانست برج را ببیند. باین‌حال، برج ایفل اکنون به نمادی دوست‌داشتنی از پاریس تبدیل شده است. موضع ضد فناوری هایدگر اکنون به‌شدت نامناسب به نظر می‌رسد در دنیایی که فناوری افق آگاهی ما را تسخیر کرده است، جایی که ما نه تنها فناوری را می‌پذیریم، بلکه حتی شروع به برقراری ارتباط با آن از دیدگاه احساسی می‌کنیم. چقدر طول می‌کشد تا ما به لپ‌تاپ‌هایمان وابسته شویم و برای ماشین‌های خود اسم انتخاب کنیم؟ آیا وقت آن نرسیده است که هایدگر را فراموش کنیم؟

## تخیل مصنوعی (پروتزی)

برای درک فلسفی دقیق‌تر از نحوه سازگاری ما با فناوری و جذب آن به‌گونه‌ای که تبدیل به عضوی مصنوعی همانند اجزای خودمان می‌شود، شاید باید به موريس مرلو - پونتی<sup>۳</sup> روی آوریم که می‌پذیرد هر ابزاری در نهایت می‌تولند به‌عنوان بخشی از طرح‌واره

<sup>1</sup> Martin Heidegger

<sup>2</sup> Guy de Maupassant

<sup>3</sup> Maurice Merleau-Ponty