



یادگیری ماشین و شهر

کاربردها در معماری و طراحی شهری

مؤلف:

سیلویو کارتا

مترجم:

فرشاد شریعت پور

پژوهشگر دکترای شهرسازی،

دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر تهران

بهار ۱۴۰۲

عنوان و نام پدیدآور یادگیری ماشین و شهر: کاربردها در معماری و طراحی شهری/مؤلف [صحیح: ویراستار] سیلیو کارتا؛ مترجم فرشاد شریعت پور.

مشخصات نشر تهران: دانشگاه هنر، ۱۴۰۲.

مشخصات ظاهری ی. ۹۵۲ ص.: مصور/بخشی رنگی).

شابک 978-600-6513-79-9

وضعیت فهرست نویسی فیبا

یادداشت عنوان اصلی: Machine learning, artificial intelligence and urban assemblages : applications in architecture and urban design, 2022.

یادداشت واژه نامه.

یادداشت کتابنامه.

موضوع

معماری و تکنولوژی

Architecture and technology

برنامه ریزی شهری

City planning

فراگیری ماشینی

Machine learning

هوش مصنوعی

Artificial intelligence

کارتا، سیلیو، ۱۹۸۱-م.

-Carta, Silvio, 1981

شریعت پور، فرشاد، ۱۳۷۲-، مترجم

دانشگاه هنر

NA۲۵۴۳

۷۲۰/۱۰۵

۹۳۳۸۳۳۱

فیبا

شناسه افزوده

شناسه افزوده

شناسه افزوده

شناسه افزوده

رده بندی کنگره

رده بندی دیویی

شماره کتاب شناسی ملی

اطلاعات رکورد کتاب شناسی

عنوان کتاب یادگیری ماشین و شهر: کاربردها در معماری و طراحی شهری

مؤلف

سیلیو کارتا

مترجم

فرشاد شریعت پور

صفحه آرا و ویراستار

علیرضا شریعت پور

طراح و ایده پرداز: جلد

امیرحسین بهرامی نیا

ناشر

اداره انتشارات دانشگاه هنر

تاریخ نشر

۱۴۰۲

قیمت

۸۹۰۰۰۰ ریال

شمارگان

۱۰۰

نوبت چاپ

اول



نشانی: تهران، خیابان سرهنگ سخایی، بین تقاطع سی تیر و فردوسی، شماره ۵۸

دانشگاه هنر، تلفن: ۶۶۷۲۵۶۸۲

artunipub@art.ac.ir

کلیه حقوق برای دانشگاه هنر محفوظ است.

فهرست مطالب

I

الف	دل‌نوشته‌ی مترجم
پ	پیش‌گفتار نویسنده
ث	تشکر و قدردانی
چ	مقدمه

۱	بخش ۱: پیچیدگی شهری
---	---------------------

۳	۱ پیچیدگی شهری
۲۱	۲ پیدایی و محاسبات جهانی
۴۷	۳ فراکتال‌ها و جغرافیا
۸۵	پروژه ۱: پیدایی و تحلیل‌های شهری
۹۳	پروژه ۲: تکامل و پیچیدگی شبکه‌های خیابان شهری

۱۰۱	بخش ۲: ماشین‌هایی که فکر می‌کنند
-----	----------------------------------

۱۰۳	۴ هوش مصنوعی، منطق و رسمیت بخشیدن به فهم عامه
۱۳۹	۵ تعریف هوش مصنوعی
۱۸۹	۶ هوش مصنوعی: از کپی مغز انسان تا یادگیرنده‌ی مستقل
۲۰۵	۷ تاریخچه یادگیری ماشین و مسیر همگرای آن به سمت هوش مصنوعی
۲۲۹	۸ رفتار ماشین
۲۶۵	پروژه ۳: تولید پلان از برنامه گراف
۲۷۱	پروژه ۴: پلان‌های طبقات خودسازمانده در خانه‌های سالمندان
۲۷۹	پروژه ۵: N^2P^2 - شبکه‌های عصبی و مکان‌های عمومی
۲۸۷	پروژه ۶: تخیلات شهری

- ۲۹۵ پروژه ۷: گونه‌شناسی‌های پنهان: معماری در فضای پنهان
- ۳۰۱ پروژه ۸: توانمندسازی معماری‌های جایگزین
- ۳۱۳ پروژه ۹: خوانش‌های دور از معماری: نمای ماشینی از شهر
- ۳۱۹ بخش ۳: ماشین‌ها چگونه یاد می‌گیرند
- ۳۲۱ ۹ یادگیری ماشین چیست؟
- ۳۳۵ ۱۰ یادگیری ماشین: مقدمه‌ای بر ریاضیات کاربردی
- ۳۷۹ ۱۱ یادگیری ماشین برای محاسبات شهری
- ۴۰۵ ۱۲ عوامل هوش مصنوعی خودمختار
- ۴۳۵ پروژه ۱۰: یادگیری ماشین برای اتصال فضایی و بصری
- در پاریس پروژه ۱۱: پیمایش در فضاها داخلی با استفاده از یادگیری ماشین: ایستگاه‌های قطار
- ۴۴۱ در پاریس
- پروژه ۱۲: بهینه‌سازی طراحی تکاملی سیگنال‌های ترافیک اعمال‌شده در شهر کیتو
- ۴۴۷
- ۴۵۳ پروژه ۱۳: عاملیت ساخت: محیط‌های رباتیک خودمحور
- ۴۶۱ بخش ۴: کاربرد برای شهر
- ۴۶۳ ۱۳ کد و انتقال فضا
- ۵۰۹ ۱۴ واقعیت افزوده در مکان‌های شهری: محتوای رقابتی و دوگانگی کد
- ۱۵ داده‌های فضایی در انفورماتیک شهری: بحث‌های شهر مرتب‌شده‌ی
- ۵۴۷ نرم‌افزاری
- ۱۶ رویارویی ریخت‌شناسی شهری با یادگیری عمیق: کاوش در فرم‌های شهری
- ۵۶۷ در یک میلیون شهر، شهرک و روستا در سراسر سیاره
- ۵۸۷ ۱۷ طراحی شهری محاسباتی: روش‌ها و مطالعات موردی
- ۶۰۷ ۱۸ شهرهای نمایه‌ای: مدل‌های شهر شخصی با داده‌ها به عنوان زیرساخت
- ۶۳۷ ۱۹ یادگیری ماشین، هوش مصنوعی و مجموعه‌های شهری

۶۴۹	۲۰ ساخت شهر هوشمند خوانا
۶۶۷	پروژه ۱۴: حکایت بسیاری از شهرها: الگوهای جهانی در جابجایی شهری انسانی
۶۷۳	پروژه ۱۵: استفاده از اتوماتای سلولی برای پیشنهادهای پارکینگ در محیطهای هوشمند
۶۷۹	پروژه ۱۶: گن حدید
۶۸۵	پروژه ۱۷: طراحی جمعی برای زندگی جمعی
۶۹۱	پروژه ۱۸: ترجمه ماشینی معماری
۶۹۷	پروژه ۱۹: ارزیابی مقیاس بزرگ نمای خیابان شهری با روش یادگیری عمیق
۷۰۳	پروژه ۲۰: پرتوهای شهری
۷۰۹	پروژه ۲۱: شهر یادگیری ماشین
۷۱۵	پروژه ۲۲: تصویربرداری از مکان با استفاده از شبکههای متخاصم مولد
۷۲۱	پروژه ۲۳: علم جنگلداری شهری
۷۲۷	بخش ۵: یادگیری ماشین و انسان
۷۲۹	۲۱ ده قاعده ساده برای تحقیق کلان داده پاسخگو
۷۴۷	۲۲ چارچوب یکپارچه از پنج اصل برای هوش مصنوعی در جامعه
۷۶۳	۲۳ شکاف کلان داده‌ها و پیامدهای آن
۷۸۵	۲۴ طراحی خیالی: مقاله‌ای کوتاه در مورد طراحی، علم، واقعیت و خیال
۸۱۵	۲۵ فراهوشی و تکینگی
۸۴۹	۲۶ زندگی اجتماعی ربات‌ها: سیاست الگوریتم‌ها، مدیریت و حاکمیت
۸۶۷	پروژه ۲۴: آزمایش در داده‌های مصنوعی
۸۷۳	پروژه ۲۵: هوش مصنوعی عاطفی در شهرها: درس‌های بین فرهنگی از بریتانیا و ژاپن
۸۷۳	در مورد طراحی برای یک زندگی اخلاقی
۸۷۹	پروژه ۲۶: رمزگشایی نابرابری شهری: کاربردهای یادگیری ماشین برای نگاشت نابرابری
۸۸۷	در شهرهای جهان جنوب
۸۹۱	پروژه ۲۷: آمستردام ۲۰۴۰
۸۹۱	پروژه ۲۸: کمیته زیرساخت
۸۹۵	واژه‌نامه

دل‌نوشته‌ی مترجم

«وَإِذَا سَأَلَكَ عِبَادِي عَنِّي فَإِنِّي قَرِيبٌ أُجِيبُ دَعْوَةَ الدَّاعِ إِذَا دَعَانِ فَلْيَسْتَجِيبُوا لِي وَلْيُؤْمِنُوا بِي لَعَلَّهُمْ يَرْشُدُونَ»

الف

دل‌نوشته‌ی مترجم

سپاسگزار خداوندی هستم که شاخص‌ترین ویژگی‌اش، بخشندگی و مهربانی است. زیر سایه این موهبت‌ها بود که انجام این کار برای بنده میسر گشت. از الطاف ارزشمند او، نور چشمانی بود که به بنده اعطا فرمود. معبود من، ما را از دوستان و نزدیکان به خودت قرار ده!

چشم دل باز کن که جان بینی

آنچه نادیدنی است آن بینی

گر به اقلیم عشق روی آری

همه آفاق گلستان بینی

آنچه بینی دلت همان خواهد

و آنچه خواهد دلت همان بینی

انجام این کار را وظیفه‌ای بر دوش خودم می‌دیدم که با نهایت عشق و علاقه آغاز گردید و به معنای واقعی کلمه با غرق‌شدگی در موضوع به اتمام رسید. برای حرکت در جهت رشد، اراده‌ی قوی لازم است. اگر مقاومت کردید آن وقت قله‌های علم را فتح خواهید کرد. هر کدام از شما یک مشعل نورانی می‌توانید باشید، هم برای خودتان و هم برای محیط پیرامون‌تان. امیدوارم به لطف خداوند بزرگ با انجام این وظیفه توانسته باشیم در راستای کمک به کشور عزیزمان ایران قدمی مهم، تاثیرگذار و جریان‌ساز برداریم.

ترجمه این کتاب بعد از ترجمه کتاب "هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی و طراحی شهری" که در سال ۲۰۲۲ توسط انتشارات الزویر (Elsevier) چاپ شده بود و در همان سال (حدود

۶ ماه بعد از اولین نسخه چاپ اصلی کتاب) یعنی در سال ۱۴۰۱ توسط بنده در ایران ترجمه و چاپ شد، آغاز گردید. ترجمه کتاب حاضر ماحصل مطالعه و تلاش سال‌ها علم‌اندوزی به‌روز و بدون وقفه و رصد لحظه‌ای بیش از ۲۵۰ ورکشاپ و وبینار بین‌المللی دانشگاه‌های برتر دنیا در حوزه شهرسازی و معماری می‌باشد. با افتخار این کتاب را تقدیم علاقه‌مندان، اندیشمندان و دغدغه‌مندان شهرسازی و معماری کشور عزیزمان ایران می‌کنیم.

کتاب "یادگیری ماشین و شهر" در ماه مه سال ۲۰۲۲، در انتشارات معتبر وایلی (Wiley) برای نخستین بار چاپ گردید. این کتاب کاوشی قوی از یادگیری ماشین (ML) و هوش مصنوعی (AI) در زمینه مطالعات محیطی ارائه می‌دهد. مشارکت‌های مرتبط از محققان برجسته در زمینه‌های مربوطه، ایده‌ها و تکنیک‌هایی را که زیربنای ML و AI است، نحوه شروع استفاده از ML و AI در طراحی شهری، و تأثیر احتمالی ML و AI بر آینده برنامه‌ریزی و طراحی شهر را توصیف می‌کند. این کتاب می‌تواند منبع ارزشمندی برای دانشجویان، پژوهشگران شهرهای هوشمند، برنامه‌ریزان، طراحان، معماران و معماران منظر و همچنین حوزه‌های مرتبط با هوش مصنوعی باشد.

در اینجا از خانواده‌ام که بنده را از ابتدای این مسیر حمایت کردند و با اشتیاق و ایمان کامل، همراه لحظه‌لحظه‌ای این کار بودند نهایت سپاسگزاری را دارم و همچنین از تمام دوستانی که برکت سایه وجودشان همیشه کنار و همراه من بوده، خالصانه قدردانی می‌کنم. این کار را تقدیم می‌کنم به؛ آنکه از چشمان غایب است ولی در همه‌ی احوال حاضر...

با احترام،

فرشاد شریعت پور

پژوهشگر دکترای شهرسازی دانشگاه هنر تهران ۱۴۰۲/۰۱/۱۲

پیش‌گفتار نویسنده

این کتاب ریشه در کنجکاو۱ی من در طول ۱۰ سال گذشته در علم داده^۱ و طراحی محاسباتی^۲، و افزایش خوش‌بینی من نسبت به این موضوعات دارد.

من با مطالعه مهندسی، معماری مدرن، و نظریه معماری بزرگ شدم و آمده‌ام تا فصل مشترک معماری کاربردی را با اهمیت ایده‌ها و ایدئولوژی به عنوان نیروهای محرک در طراحی درک کنم. من به عنوان کسی که همیشه جنبه اجتماعی و انسانی معماری را قبل از قدرت اغواکننده فرم در نظر گرفته است، به روش‌های رسمی در معماری و بعداً به طراحی محاسباتی نزدیک شدم. با این حال، به لطف همکاران تاثیرگذار که در طول زندگی حرفه‌ای خود با آنها ملاقات داشتم، یاد گرفتم که زیبایی پیچیدگی، نظم، و منطق؛ ظرافت برخی از مدل‌های ریاضی؛ و احساس رضایت از پیدا کردن راه‌حلی زیبا برای مسائل دشوار را تحسین کنم. هرچه بیشتر در زمینه طراحی محاسباتی کار می‌کردم، شک و تردیدم به این حوزه بیشتر از بین می‌رفت، و جایی برای چیزی که در ابتدا با بی‌تفاوتی علمی اشتباه می‌گرفتم باقی می‌ماند، اما بعداً به اشتیاق و علاقه برای فرآیندهای منطقی دقیق (و کامپیوترها) تبدیل شد.

تجلی من احتمالاً زمانی بود که متوجه شدم می‌توان از محاسبات برای نشان دادن ایده‌های طراحی و ساده‌سازی وظیفه پیچیده طراحی استفاده کرد. من متوجه شدم که از محاسبات می‌توان برای کشف دانش جدید، کشف جنبه‌های پنهان زندگی، و ایجاد چیزهای جدیدی که می‌توانند زندگی مردم را بهبود بخشند استفاده کرد. این امر ممکن است برای خوانندگان با یک پیش‌زمینه در ریاضیات، آمار و علوم کامپیوتر به طور کلی واضح به نظر برسد، اما به عنوان معماران و طراحان، دانش دامنه ما بین علوم انسانی (تاریخ معماری یا فلسفه) و مهندسی (طراحی ساختاری، بهداشت و ایمنی، یا عملکرد ساختمان) فرق می‌کند. غیرمعمول نیست که مردم در هر دو کران از این طیف قرار می‌گیرند و اغلب طرفدار دیدگاه غیرقطعی از جهان هستند.

data science ^۱

computational design ^۲

من کشف کردم که با داشتن درک بیشتر از داده‌ها و تکنیک‌های دستکاری آنها در طراحی خود، کنترل بر کل فرآیند و نتیجه به طور قابل توجهی بهبود یافت. روش‌های یادگیری ماشین^۳ (و کشمکش‌های داده‌ای که زیربنای آنها است) به‌ویژه کل فرآیند طراحی را، از تصور تا اجرا، بازتر، شفاف‌تر و از نظر منطقی در هر نقطه‌ای قابل توجیه می‌سازد.

من دوست دارم در مورد یادگیری ماشین (و هر روش محاسباتی دیگری به طور کلی) به عنوان یک همکار خوب فکر کنم. برای اینکه از آنها بیش‌ترین استفاده را بکنید، باید زمانی را با آنها سپری کنید و سعی کنید بفهمید که آنها در چه چیزی خوب هستند و چه محدودیت‌هایی دارند. به زودی یاد خواهید گرفت که چه زمانی از آنها کمک بخواهید و چه کاری انجام دهید. هنگامی که آنها را به اندازه کافی بشناسید، می‌توانید به طور منطقی حدس بزنید که آنها چگونه فکر می‌کنند و چگونه عمل می‌کنند و چرا راه‌حل خاصی ارائه می‌دهند. از زمانی که فرآیند فکر همکار خود را درک کردید، می‌توانید انتخاب‌های آنها را زمینه‌سازی کنید و تشخیص دهید که چه زمانی برای اهداف شما مفید هستند. به عبارت ساده، اگر به اندازه کافی آنها را درک کنید، می‌توانید برای بخش‌هایی از پروژه خود که دشوار، پرحمت یا طاقت‌فرسا هستند، به آنها اعتماد کنید. می‌توانید از آنها بخواهید که کارهای سنگین را برای شما انجام دهند، مانند انجام محاسبات بسیار پیچیده و نحوه حرکت به جلو در زمانی که پروژه به بن‌بست رسیده است. همکار شما می‌تواند در صورت نیاز با ارائه اطلاعات دقیق و جزئیات کمک کند، آنها می‌توانند ارتباط بین بخش‌هایی از پروژه را که شخص در نظر نگرفته است بیابند و می‌توانند جنبه‌های جدیدی از مشکل را آشکار کنند. در نهایت، آنها می‌توانند گزینه‌ها و سناریوهای متعددی را برای ارزیابی و آزمایش شما ایجاد کنند. آنها می‌توانند این پیش‌بینی‌ها را بر اساس معیارهای مربوطه مقایسه کنند و در انتخاب بهترین طرح کمک کنند.

اگر چنین همکاری برای تیم طراحی شما دارای بزرگی به نظر می‌رسد، مهم است که اهمیت آشنایی با آنها، درک نحوه کار، تفکر و منطق پشت پیشنهادات آنها را به خاطر بسپارید. در غیر این صورت، یادگیری ماشین و هوش مصنوعی^۴ حضوری مبهم و در عین حال جذاب در اطراف کار شما باقی خواهند ماند.

این کتاب برای کمک به این کار در نظر گرفته شده است: آشنایی با همکار قدرتمند خود. راستش امیدوارم شما هم مثل من از آن لذت ببرید.

لندن، ژوئن ۲۰۲۱

^۳ Machine learning (ML)

^۴ artificial intelligence (AI)

تشکر و قدردانی

تکمیل این کار حدود دو سال و نیم طول کشیده است. در این مدت، من با بسیاری از همکاران، محققان و طراحانی که سخاوتمندانه وقت، ایده‌ها و مشارکت خود را ارائه کردند تماس گرفتم و با آنها تعامل داشتم. من از همه مشارکت‌کنندگانی که با مهربانی کارهای خود را برای من ارسال کردند و به شکل دادن به این پروژه بلندپروازانه کمک کردند، بسیار سپاسگزارم. از آنجا که این کتاب شامل تعداد زیادی از همکاران است، مطمئنم که خواننده درک خواهد کرد اگر من همه آنها را در اینجا ذکر نکنم. من همچنین از آن همکارانی که کمی بیشتر از آنچه که در ابتدا امید داشتم به من کمک کنند تشکر می‌کنم. لطفاً عذرخواهی من را بپذیرید اگر خیلی اذیت‌تان کردم. من بسیار خوشحالم که ما در نهایت موفق شدیم همه کارها را به موقع و با نظم و ترتیب انجام دهیم.

می‌خواهم از کسانی که وقت خود را صرف خواندن پیش‌نویس بخش‌های خاصی از این اثر، ارائه نظرات روشن‌گرانه و پیشنهادات عالی کردند، تشکر کنم. به ویژه از دانیل پولانی^۵، دیوید لیت ویانا^۶، ایان دبلیو اوون^۷ و کنستانتین ساندیس^۸ سپاسگزارم. همچنین از همکارانی که به دلایل مختلف در تهیه این کتاب مشارکت داشتند، اما ایده‌ها، نظرات و پیشنهاداتشان قطعاً به من در اصلاح آن کمک کرده است، تشکر می‌کنم: خوان کارلوس آگوستو^۹، وسیم جابی^{۱۰}، ماتیاس شوتز^{۱۱}، آلسیو مالیزیا^{۱۲}، گوونچ اوزل^{۱۳}، چارلز پتزولد^{۱۴} و جسر والگرن^{۱۵}.

Daniel Polani ^۵

David Leite Viana ^۶

Ian W. Owen ^۷

Constantine Sandis ^۸

Juan Carlos Augusto ^۹

Wassim Jabi ^{۱۰}

Matthias Scheutz ^{۱۱}

Alessio Malizia ^{۱۲}

Güvenç Özel ^{۱۳}

Charles Petzold ^{۱۴}

Jesper Wallgren ^{۱۵}

ایده این کتاب در طول چند سال گذشته در زمان صرف ناهار طولانی و پرثمر با السیو مالیزیا^{۱۶} مطرح شد که بدون اینکه احتمالا متوجه آن شود، علاقه مرا به علم داده و جنبه‌های انسانی آنها پرورش داد.

من از دانشکده هنرهای خلاقانه در دانشگاه هرتفوردشایر^{۱۷} و به ویژه استیون آدامز^{۱۸} برای حمایت سخاوتمندانه (و دائمی) از این کتاب و به طور کلی کار من سپاسگزارم. بسیاری از همکاران و دوستان از بخش‌های مختلف این کتاب حمایت کردند؛ به طور خاص، من می‌خواهم از توماسو تورچی^{۱۹} تشکر کنم.

مرحله نهایی این کتاب بدون کمک بزرگ کوزمینا ویکلیا^{۲۰} امکان‌پذیر نبود. کوزمینا ویکلیا تضمین کرد که هر بخش (از اسامی ارقام گرفته تا کتاب‌شناسی) در مکان و نظم درستی قرار دارد.

من می‌خواهم از تیم انتشارات وایلی^{۲۱} که بسیار حامی و کمک‌کننده در این کار بوده است تشکر کنم. به طور خاص، پل سائر^{۲۲}، سردبیر کمیسیون، که از همان ابتدا به این پروژه اعتقاد داشت و نظرات و توصیه‌های مفیدی ارائه می‌داد؛ ویکتوریا هارتل-ویدا^{۲۳} برای حفظ همه چیز در زمان و مکان؛ نجاوالی کایپا^{۲۴} که کمک زیادی به واسپاری با همه مشارکت‌کنندگان کرد؛ تیم بتسورث^{۲۵}، برای ویرایش دقیق و پرزحمت کتاب؛ کیمزوری رامامورتی^{۲۶} برای کمک به مراحل نهایی تولید؛ و امی اودوم^{۲۷} برای اطمینان از اینکه مجموعه مطالب من در واقع به یک کتاب واقعی تبدیل خواهد شد.

در نهایت از خانواده‌ام به خاطر حمایت و شکیبایی بسیارشان در این سال‌ها تشکر می‌کنم. آنها از همان ابتدا به اهمیت این پروژه اعتقاد داشتند و از جهات مختلف به من کمک کردند تا از آن عبور کنم.

Alessio Malizia ^{۱۶}

University of Hertfordshire ^{۱۷}

Steven Adams ^{۱۸}

Tommaso Turchi ^{۱۹}

Cosmina Voicila ^{۲۰}

Wiley ^{۲۱}

Paul Sayer ^{۲۲}

Viktoria Hartl-Vida ^{۲۳}

Nagavalli Kaipa ^{۲۴}

Tim Bettsworth ^{۲۵}

Kanimozhi Ramamurthy ^{۲۶}

Amy Odum ^{۲۷}