

یادگیری عمیق در

MATLAB

(یادگیری ماشین، شبکه عصبی و هوش مصنوعی)

فیل کیم

دکتر ایوب ترکیان
(دانشگاه صنعتی شریف)

نیاز دانش

فهرست مطالب

۹	فصل ۱ / یادگیری ماشینی
۱۰	ماهیت یادگیری ماشینی
۱۲	چالش‌های یادگیری ماشینی
۱۴	فرابرازش
۱۷	مقابله با فرابرازش
۱۹	انواع یادگیری ماشینی
۲۱	گروه‌بندی و رگرسیون
۲۳	خلاصه
۲۵	فصل ۲ / شبکه عصبی
۲۶	گره‌های شبکه عصبی
۲۸	لایه‌های شبکه عصبی
۳۳	یادگیری با سرپرست شبکه عصبی
۳۴	آموزش شبکه عصبی تک‌لایه: قاعده دلتا
۳۸	قاعده تعمیم یافته دلتا
۳۹	SGD، ناپیوسته، و مینی‌ناپیوسته
۳۹	فروض گرادیانی استوکاستیک
۴۰	روش ناپیوسته
۴۱	روش مینی‌ناپیوسته
۴۲	مثال: قاعده دلتا
۴۴	پیاده‌سازی روش SGD
۴۶	پیاده‌سازی روش ناپیوسته
۴۹	مقایسه SGD و ناپیوسته
۵۱	محدودیت‌های شبکه‌های عصبی تک‌لایه
۵۵	خلاصه

فصل ۳ / آموزش شبکه عصبی چندلایه	57
الگوریتم پس انتشار	58
مثال: پس انتشار	64
مسئله XOR	65
مومان	68
تابع هزینه و قاعده یادگیری	71
مثال: تابع انتروپی مقطعی	76
تابع انتروپی مقطعی	78
مقایسه تابع هزینه	80
خلاصه	82
فصل ۴ / شبکه عصبی و گروه‌بندی	85
طبقه‌بندی دوتایی	85
طبقه‌بندی چندگردهی	89
مثال: طبقه‌بندی چندگردهی	95
خلاصه	104
فصل ۵ / یادگیری عمیق	105
بهبود شبکه عصبی عمیق	106
گرادیان محسوسوند	107
فرایازش	109
بار محاسبانی	110
مثال: ReLU و دورانداختن	110
تابع ReLU	111
دوربریزی	115
خلاصه	120
فصل ۶ / شبکه عصبی کانولوشن	123
آرشیتکت ConvNet	123
لایه کانولوشن	124
لایه تجمیع	129
مثال: MNIST	131

١٤٥	خلاصه
<u>١٤٧</u>	<u>پیوست الف: آموزش عملی تحلیل موضوعی</u>
١٤٧	پردازش اولیه داده‌ها
١٥٥	اصلاح فرکانس و قوع واژه‌ها
١٥٦	تحلیل موضوعی واژه‌ها
<u>١٦٤</u>	<u>پیوست ب: آموزش عملی یادگیری عمیق</u>
١٦٤	مقدمه
١٦٦	پیاده‌سازی الگوریتم
١٧٢	پیوست ج: فرهنگ‌نامه اصطلاحات
١٧٢	فارسی به انگلیسی
١٨٧	انگلیسی به فارسی

مقدمه

پس از پیشرفت‌های دهه‌های اخیر در عرصه فناوری اطلاعات، اکنون موج عظیمی در رابطه با هوش مصنوعی ایجاد شده و تجهیزات و خدمات متعدد و متنوعی به‌طور مستمر در حال ورود به بازار است. یادگیری عمیق عامل مهمی در ایجاد این موج است.

یادگیری عمیق به حدی گسترده و مقبول است که نشانی از آن تقریباً در همه جا مشاهده می‌شود. در عین حال، بسیاری از مطالب مربوط به آن برای دانشجویان تازهوارد به این زمینه تخصصی ساده نبوده یا ساده ارایه نمی‌شود. این کتاب با این هدف نوشته شده که این خلا را پر کرده و لزومی نداشته باشد که مشکلاتی که من در ابتدا با آنها مواجه بودم، برای دانشجویان تکرار شود. رویکرد مرحله‌به‌مرحله در این کتاب نیز برای پیش‌گیری از سردرگمی اتخاذ شده است.

مخاطبین این کتاب دو گروه هستند. گروه اول افرادی هستند که نیت آنها در مطالعه این زمینه تخصصی، استفاده از آن برای تحقیق و توسعه بیشتر است. این گروه خوب است همه مطالب را از ابتدا تا انتها مطالعه کنند. کدهای ارایه شده به‌طور مشخص برای فهم بهتر مفاهیم مفید است. تلاش زیادی صورت گرفته تا در هر مورد به اندازه کافی مثال آورده شود. نمونه کدهای برنامه‌های مطلب به‌طرزی طراحی شده‌اند که خواندن و پیاده‌سازی آنها ساده باشد. این برنامه‌ها در فرمت مطلب نوشته شده تا خوانایی بهتری داشته باشند. از لحاظ سادگی و سرراست بودن، زبان برنامه‌نویسی بهتری از مطلب برای پردازش ماتریس‌های یادگیری عمیق وجود ندارد. در کدهای ارایه شده، فقط توابع و گرامرهاي ساده به کار برده شده تا حتی خواننده ناآشنایا با مطلب به سادگی بتواند با مفاهیم آشنا شود. برای افرادی که با زبان‌های برنامه‌سازی آشنایی دارند، فهم کد مثال‌ها می‌تواند ساده‌تر از فهم متن کتاب باشد.

گروه دوم از خواننده‌گان، افرادی هستند که به اطلاعات عمیق‌تری از آنچه در مجلات و روزنامه‌ها یافت می‌شود، نیاز دارند ولی قصد ندارند دوره‌های رسمی متنه‌ی به مدرک را بگذرانند. این گروه می‌توانند از کد مثال‌ها و به‌طور خاص، از قواعد یادگیری شبکه عصبی عبور کرده و توضیحات مفاهیم را مرور کنند. در عمل، حتی برنامه‌سازان به‌ندرت نیاز به پیاده‌سازی قواعد یادگیری دارند چون کتابخانه‌های متنوعی از یادگیری عمیق وجود دارد. بنابراین، افرادی که هرگز نیاز به برنامه‌سازی سیستمی ندارند، لزومی نیست بر روی این جنبه وقت صرف کنند. با این حال، توجه بیشتری به فصل ۱ و ۲ و فصول ۵ و ۶ داشته باشید. حتی برای کسانی که به‌طور اجمالی مفاهیم و نتایج مثال‌ها را مرور می‌کنند، فصل ۶ به‌طور خاص

در شناخت روش‌های مهم یادگیری عمیق مفید است. در بعضی از مواقع، معادلات ذیربط ارایه شده تا زمینه تئوریکی موضوع تحت بررسی فراهم گردد. در عین حال، سطح پیچیدگی به حداقل رسانده شده تا نهایتاً به فهم بهتر مطالب و مفاهیم کمک کنند.

ساختار کتاب

کتاب از شش فصل تشکیل شده که به سه موضوع اختصاص دارد. اولین موضوع یادگیری ماشینی است که در فصل ۱ به آن پرداخته شده است. یادگیری عمیق از یادگیری ماشین نشأت می‌گیرد. این امر بدین معنی است که اگر قصد دارید، ماهیت یادگیری عمیق را متوجه شوید، فلسفه وجودی یادگیری ماشینی را باید تا حدی بدانید. مطالب فصل ۱ با رابطه بین یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق شروع شده و متعاقب آن، استراتژی‌های حل مسئله و محدودیت‌های یادگیری ماشینی مطرح می‌شود. تفصیل روش‌ها در این فصل آورده نشده است. به جای آن، مفاهیم بنیادی قابل کاربرد برای هر دو زمینه یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق پوشش داده می‌شود.

موضوع دوم، شبکه‌های عصبی مصنوعی است که در فصول ۲-۴ به آن پرداخته می‌شود. با توجه به اینکه یادگیری عمیق نوعی از یادگیری ماشینی است که در آن از شبکه‌های عصبی استفاده می‌شود، شبکه‌های عصبی جزء لاینک یادگیری عمیق است. در فصل ۲، مبانی، اصول عملکرد، آرشیتکت، و قواعد یادگیری شبکه‌های عصبی ارایه می‌شود. علت توسعه آرشیتکت پیچیده چندلایه از شبکه‌های عصبی تک‌لایه نیز آورده شده است. در فصل ۳، الگوریتم پس انتشار مطرح می‌شود که قاعده مهم و معروف شبکه‌های عصبی بوده و در یادگیری عمیق نیز به کار گرفته می‌شود. در این فصل، نحوه ارتباط توابع هزینه و قواعد یادگیری توضیح داده شده و راجع به توابع هزینه متدالو در یادگیری عمیق، صحبت می‌شود.

در فصل ۴ در مورد کاربرد شبکه‌های عصبی برای مسائل دسته‌بندی توضیحات لازم ارایه می‌شود. بخش مجزایی برای دسته‌بندی اختصاص داده شده چون این جنبه در حال حاضر متدالو ترین کاربرد یادگیری ماشینی است. به عنوان مثال، شناخت تصویر، که یکی از کاربردهای اصلی یادگیری عمیق است، نوعی از دسته‌بندی به شمار می‌رود.

سومین موضوع یادگیری عمیق بوده که مبحث اصلی این کتاب است و در فصول ۵ و ۶ پوشش داده شده است. در فصل ۵، عوامل اصلی توانمندسازی یادگیری عمیق برای دستیابی به عملکرد عالی معرفی می‌شوند. برای شناخت بهتر، تاریخچه‌ای از موانع و راه حل‌های ارایه

شده توسط یادگیری عمیق، ارایه شده است. در فصل ۶ شبکه عصبی کانولوشنی مطرح شده که معرف روش‌های یادگیری عمیق است. از جنبه شاخت تصویر، رقیبی در حال حاضر برای شبکه عصبی کانولوشنی وجود ندارد. این فصل، با معرفی مفاهیم بنیادی و پیکره‌بندی شبکه عصبی کانولوشنی شروع شده و در ادامه با دیگر الگوریتم‌های شناخت تصویر، مقایسه صورت می‌گیرد. متعاقب آن، توضیحی در مورد نقش و عملیات لایه کانولوشن و لایه تجمیع صورت گرفته که از اجزاء اصلی شبکه عصبی کانولوشنی هستند. در خاتمه این فصل، مثالی از شناخت تصویر اعداد با استفاده از شبکه عصبی کانولوشنی ارایه شده و شیوه شکل‌گیری تدریجی تصویر در مراحل مختلف لایه‌ها نشان داده می‌شود.

آموزش عملی تحلیل موضوعی و یادگیری عمیق متن با استفاده از الگوریتم‌های موجود در جعبه‌افزار متلب، در پیوست‌های «الف» و «ب» آورده شده است. در پیوست «ج»، نمونه اصطلاحات تخصصی مورد استفاده در کتاب در دو بخش فارسی به انگلیسی و انگلیسی به فارسی مرتب‌سازی شده است.

کدهای برنامه

همه کدهای مورد استفاده در این کتاب به صورت آنلاین در وب‌گاه www.apress.com/9781484228449 موجود است. مثال‌ها بر روی متلب ۲۰۱۴b تست شده‌اند. برای اجرای برنامه‌های پیوست‌های «الف» و «ب»، جعبه‌ابزار text analytics معرفی شده در روایت ۲۰۱۷b مورد نیاز است.