

# آموزش با سرپرست شبکه‌های عصبی

## مصنوعی و کاربرد آن در پیش‌بینی

تالیف:

مهرناز پیروزبخت

کارشناس ارشد مهندسی صنایع

دکتر مجید رستمی ششمی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی



انتشارات موجک



سرشناسه : پیروزیخت، مهرناز، ۱۳۶۳ -

عنوان و نام پدیدآور : آموزش با سرپرست شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربرد آن در پیش‌بینی / تالیف

مهرناز پیروزیخت، مجید رستمی بشمنی.

مشخصات نشر : تهران: انتشارات موجک، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری : ۲۰۴ ص.: مصور، جدول، نمودار.

شابک : ۸-۳-۶۳۴-۶۰۰-۹۷۸-۳۰۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی : فیا

یادداشت : کتابخانه: ص. [۲۱۰] - ۲۲۳.

موضوع : شبکه‌های عصبی (کامپوتر)

موضوع : Neural networks (Computer science)

موضوع : سهام -- قیمت‌ها -- پیش‌بینی -- الگوهای ریاضی (پیش‌بینی قیمت سهام -- الگوهای ریاضی)

موضوع : Stock price forecasting - Mathematical models

شناسه افزوده : رستمی بشمنی، مجید، ۱۳۷۸ -

رده بندی کنگره : ۱۳۹۶ آ ۸۶ آ ۸ پ ۸۷ / ۷۶ A

رده بندی دیویی : ۰۰۶/۳۲

شماره کتابشناسی ملی : ۴۶۵۹۴۴۱

انتشارات موجک

تلگرام: ۰۹۰۱۷۶۷۲۵۰۲ کانال: telegram.me/mojak1

تلفن مرکز پخش : ۰۲۶۳۲۲۳۲۰۹۱ - ۰۲۶۳۲۴۰۳۵۱۳ - ۰۲۱۶۶۱۲۷۵۹۳

ایمیل : mojakpublication@yahoo.com

سایت: www.mojak.ir



عنوان : آموزش با سرپرست شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربرد آن در پیش‌بینی

تالیف : مهرناز پیروزیخت، دکتر مجید رستمی بشمنی

طراح جلد : مهرناز پیروزیخت، سیده زهرا روشنایی

مشخصات ظاهری : ۲۰۴ صفحه، قطع وزیری

چاپ اول : بهار ۱۳۹۷، تیراژ : ۵۰۰ جلد

قیمت : ۳۰۰۰۰۰ ریال، شابک : ۸-۳-۸۶۳۴-۶۰۰-۹۷۸

حقوق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

# فهرست مطالب

| صفحه | عنوان                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | پیشگفتار مولف.....                                                     |
| ۳    | مقدمه.....                                                             |
| ۷    | فصل اول: شبکه‌ی عصبی مصنوعی.....                                       |
| ۷    | ۱-۱ مقدمه.....                                                         |
| ۷    | ۲-۱ تاریخچه‌ای از تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی شبکه‌ی عصبی مصنوعی..... |
| ۹    | ۳-۱ شبکه‌های عصبی.....                                                 |
| ۹    | ۱-۳-۱ سلول‌های عصبی بیولوژیکی.....                                     |
| ۱۰   | ۴-۱ شبکه‌های عصبی مصنوعی.....                                          |
| ۱۳   | ۵-۱ مزایای شبکه‌ی عصبی.....                                            |
| ۱۴   | ۶-۱ روند تکامل مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی اولیه.....                     |
| ۱۶   | ۷-۱ جداسازی خطی.....                                                   |
| ۲۱   | ۸-۱ تبدیل یک مسئله به یک مدل شبکه‌ی عصبی (طراحی مدل شبکه‌ی عصبی).....  |
| ۲۳   | ۹-۱ معماری شبکه‌های عصبی.....                                          |
| ۲۳   | ۱-۹-۱ شبکه‌ی پیش‌خور تک‌لایه.....                                      |
| ۲۴   | ۲-۹-۱ شبکه‌ی پیش‌خور چندلایه.....                                      |
| ۲۵   | ۳-۹-۱ شبکه‌های بازگشتی.....                                            |
| ۲۵   | ۱۰-۱ تابع فعال‌سازی (تابع محرک، تابع تبدیل، تابع انتقال).....          |

|    |                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------|
| ۳۳ | فصل دوم: روش های یادگیری.....                                   |
| ۳۳ | ۱-۲ مقدمه.....                                                  |
| ۳۳ | ۲-۲ مسائل بهینه سازی.....                                       |
| ۳۴ | ۳-۲ حل مسائل بهینه سازی.....                                    |
| ۳۷ | ۴-۲ الگوریتم های آموزشی (الگوریتم های یادگیری شبکه ی عصبی)..... |
| ۳۸ | ۵-۲ یادگیری نظارتی.....                                         |
| ۳۹ | ۶-۲ یادگیری غیرنظارتی.....                                      |
| ۳۹ | ۷-۲ یادگیری تقویتی.....                                         |
| ۳۹ | ۸-۲ برخی از روش های یادگیری نظارتی و غیرنظارتی.....             |
| ۳۹ | ۱-۸-۲ یادگیری مادلین.....                                       |
| ۴۳ | ۲-۸-۲ یادگیری باهش فردان.....                                   |
| ۴۳ | ۳-۸-۲ روش دلتا.....                                             |
| ۴۵ | ۹-۲ الگوریتم پس انتشار.....                                     |
| ۵۰ | ۱۰-۲ ترکیب توابع.....                                           |
| ۵۱ | ۱۱-۲ جمع توابع.....                                             |
| ۵۲ | ۱۲-۲ یال های وزن دار.....                                       |
| ۵۲ | ۱۳-۲ آموزش یا تنظیم وزن ها در الگوریتم پس انتشار.....           |
| ۵۳ | ۱۴-۲ بررسی لایه های شبکه ی عصبی در الگوریتم پس انتشار.....      |
| ۵۴ | ۱۵-۲ گام های الگوریتم پس انتشار.....                            |
| ۵۷ | ۱۶-۲ نمایش ماتریس الگوریتم پس انتشار.....                       |
| ۵۹ | ۱۷-۲ یادگیری هیجان.....                                         |
| ۵۹ | ۱-۱۷-۲ شبکه ی عصبی هب.....                                      |
| ۶۵ | ۱۸-۲ یادگیری رقابتی.....                                        |
| ۶۷ | ۱-۱۸-۲ الگوریتم آموزشی رقابتی.....                              |
| ۶۹ | ۱۹-۲ یادگیری تصادفی.....                                        |

## فصل سوم: به کارگیری الگوریتم‌های فراابتکاری برای آموزش شبکه‌ی عصبی .. ۷۱

۱-۳ مقدمه ..... ۷۱

۲-۳ مطالعات انجام شده در زمینه‌ی الگوریتم‌های آموزشی شبکه‌ی عصبی مبتنی بر الگوریتم‌های

کلاسیک ..... ۷۲

۳-۳ مطالعات انجام شده در زمینه‌ی الگوریتم‌های فراابتکاری آموزش دهنده‌ی شبکه‌ی عصبی ۷۳

۴-۳ الگوریتم‌های جستجوگر فراابتکاری (متاهیوریستیک) ..... ۷۵

۵-۳ الگوریتم بهینه‌ساز ذرات ..... ۷۷

۶-۳ الگوریتم بهینه‌ساز جفت‌گیری پرندگان ..... ۷۸

۱-۶-۳ مطالعات انجام شده در زمینه‌ی الگوریتم آموزشی بهینه‌ساز پرندگان ..... ۷۸

۷-۳ الگوریتم فراابتکاری ترکیبی پیشنهادی ..... ۸۸

۸-۳ مطالعات انجام شده در زمینه‌ی الگوریتم یادگیری بر مبنای تضاد ..... ۸۸

۹-۳ الگوریتم یادگیری بر مبنای تضاد ..... ۸۹

۱۰-۳ الگوریتم بهینه‌ساز پرندگان بر مبنای تضاد ..... ۹۰

۱۱-۳ رابطه‌ی شبکه‌ی عصبی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی ..... ۹۶

چرا در حل مسائل بهینه‌سازی، مانند آموزش شبکه عصبی از الگوریتم‌های گرادیانی به سمت

الگوریتم‌های فراابتکاری روی آورده شد؟ ..... ۹۷

۱۲-۳ مزایای به کارگیری الگوریتم‌های فراابتکاری در آموزش شبکه‌ی عصبی ..... ۹۸

۱۳-۳ به کارگیری الگوریتم فراابتکاری در آموزش شبکه عصبی ..... ۹۹

۱۴-۳ تابع برازش ..... ۱۰۰

۱۵-۳ استراتژی کدگذاری ..... ۱۰۲

## فصل چهارم: توضیحاتی در زمینه‌ی روش‌های کلاسیک و مدرن پیش‌بینی قیمت

سهام ..... ۱۰۵

۱-۴ مقدمه ..... ۱۰۵

۲-۴ روش‌های سنتی تجزیه و تحلیل مالی ..... ۱۰۵

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۱۰۵ | ..... تجزیه و تحلیل تکنیکی ۱-۲-۴                                    |
| ۱۰۶ | ..... تجزیه و تحلیل اساسی ۲-۲-۴                                     |
| ۱۰۷ | ..... نظریه بازار کارا ۳-۲-۴                                        |
| ۱۰۸ | ..... رابطه‌ی پیش‌بینی قیمت سهام با شبکه‌های عصبی مصنوعی ۳-۴        |
| ۱۰۹ | ..... سابقه‌ی تحقیقات انجام گرفته در زمینه‌ی پیش‌بینی قیمت سهام ۴-۴ |
| ۱۱۱ | ..... سابقه‌ای از روش‌های مدرن تجزیه و تحلیل قیمت در بازار بورس ۵-۴ |
| ۱۲۱ | ..... جمع‌بندی ۶-۴                                                  |

## فصل پنجم: به کارگیری سه نمونه الگوریتم فرابتکاری در آموزش شبکه‌ی عصبی

|     |                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۲۳ | ..... مطالعه موردی: تشخیص قیمت سهام                                             |
| ۱۲۳ | ..... ۱-۵ مقدمه                                                                 |
| ۱۲۴ | ..... ۲-۵ الگوریتم بهینه‌ساز پرورش گاو برای تضاد برای آموزش شبکه‌ی عصبی پیش‌خور |
| ۱۲۴ | ..... ۳-۵ روش جمع‌آوری داده‌ها                                                  |
| ۱۲۴ | ..... ۴-۵ شبکه‌ی عصبی به کار رفته در این کتاب                                   |
| ۱۲۶ | ..... ۵-۵ پارامترها و فرضیات مربوط به الگوریتم‌ها                               |
| ۱۲۷ | ..... ۶-۵ نتایج حاصل از اجرای الگوریتم‌ها                                       |
| ۱۲۹ | ..... ۷-۵ سایر مشاهدات                                                          |
| ۱۳۲ | ..... ۸-۵ جمع‌بندی                                                              |

## فصل ششم: برنامه نویسی

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| ۱۳۳ | ..... ۱-۶ مقدمه                |
| ۱۳۳ | ..... ۲-۶ برنامه‌ی MAIN ANN    |
| ۱۳۳ | ..... ۱-۲-۶ شروع برنامه        |
| ۱۳۴ | ..... ۲-۲-۶ بارگذاری داده‌ها   |
| ۱۳۵ | ..... ۳-۲-۶ نرمال‌سازی داده‌ها |

- ۴-۲-۶ جداسازی داده‌ها ..... ۱۳۷
- ۵-۲-۶ ساخت معماری شبکه ..... ۱۳۹
- ۶-۲-۶ آموزش شبکه ..... ۱۴۰
- ۷-۲-۶ ارزیابی نتایج شبکه ..... ۱۴۰
- ۸-۲-۶ نمایش نتایج ..... ۱۴۳
- ۳-۶ چگونه کُد شبکه‌ی عصبی را با کُد الگوریتم فراابتکاری ترکیب کنیم؟ ..... ۱۴۶

## پیشنهادهای ..... ۱۵۵

## پیوست‌ها ..... ۱۵۷

- پیوست الف ۱ ..... ۱۵۸
- پیوست الف ۲ ..... ۱۶۰
- پیوست الف ۳ ..... ۱۶۱
- پیوست الف ۴ ..... ۱۶۴
- پیوست ب ..... ۱۸۰
- پیوست ج ۱ ..... ۱۸۷
- پیوست ج ۲ ..... ۱۸۸
- پیوست ج ۳ ..... ۱۸۹
- پیوست ج ۴ ..... ۱۹۰
- پیوست د ..... ۱۹۲

## منابع ..... ۱۹۹

- منابع فارسی ..... ۱۹۹
- منابع انگلیسی ..... ۲۰۱

امام علی (علیه السلام):

«الصَّدَقُ يُنْجِي»

«راستی، نجاتبخش است»

## پیشگفتار مولف

کتابی که پیش رو را بدیده‌ام، از مباحث هوش مصنوعی پرداخته است. شبکه‌های عصبی، یکی از مفاهیم هوش مصنوعی را از تکنیک‌های داده‌کاوی است که کاربردهای زیادی در زمینه‌ی اتوماسیون داشته و زمانی مورد توجه بیشتر قرار خواهد گرفت. اما آنچه در این کتاب مد نظر است، پرداختن به خود شبکه‌ی عصبی است، بلکه تلاش بر این است که تا حدی مفهوم آموزش در شبکه عصبی به طور شفاف‌تری بیان گردد.

از دیگر اهداف این کتاب، ارائه‌ی یک الگوریتم فراابتکاری ترکیبی جدید جهت آموزش شبکه‌ی عصبی و مقایسه‌ی کارایی آن در آموزش شبکه‌ی عصبی نسبت به الگوریتم‌های ژنتیک، بهینه‌ساز انبوه ذرات و بهینه‌ساز پرندگان می‌باشد.

آنچه باعث تالیف این کتاب شده است طرح سؤالاتی همچون موارد زیر بوده است:

- "چگونه می‌توان دقت پیش‌بینی را افزایش داد؟"

این سوال، ما را به سمت روش‌های جدید پیش‌بینی و عوامل تاثیرگذار بر دقت پیش‌بینی در این روش‌ها سوق داد.

- این سوال که "پیش‌بینی به کمک ترکیب الگوریتم جدید و شبکه عصبی، چگونه می‌تواند در اقتصاد تاثیر گذار باشد؟"، کتاب حاضر را به سمت پیش‌بینی قیمت سهام هدایت کرد.

- "سطح کارایی الگوریتم جدید در آموزش شبکه‌ی عصبی، نسبت به سایر الگوریتم‌های شناخته شده چگونه است؟" که برای رسیدن به پاسخ این سوال الگوریتم هیبرید ارائه شده با سه الگوریتم اشاره شده مقایسه گردید.

برای این کتاب، در ابتدا، تعداد بهینه‌ی نرون‌های لایه میانی یک مدل شبکه‌ی عصبی (که از یک مقاله گرفته شده است (۱)) با توجه به کد شبکه عصبی موجود در تولباکس<sup>۱</sup> متلب (که در آن از الگوریتم آموزشی لونبرگ مارکوات استفاده می‌شود) و براساس سعی و خطا بدست آمد، سپس، این مدل در محاسبات بعدی به کار برده شد.

داده‌ها عبارتند از قیمت نفت برنت، بیشترین قیمت، کمترین قیمت، قیمت آغازین و قیمت پایانی. که قیمت نفت برنت، از سایت "ارانیکو"<sup>(۲)</sup> گرفته شده است. بیشترین قیمت، کمترین قیمت، قیمت آغازین و قیمت پایانی شرکت "سرمایه‌گذاری صنعت نفت"، با نماد "ونفت"، از سایت بازار بورس اوراق بهادار تهران و از سایت "سایت"ی شرکت، استخراج شده است. داده‌های این کتاب مربوط به بازه‌ی زمانی ۱۳۹۲/۶/۱۶ و ۱۳۹۳/۶/۱۵ می‌باشد. که در محیط نرم‌افزاری اکسل<sup>۲</sup> جمع‌آوری و دسته‌بندی شده‌اند.

کدنویسی الگوریتم‌های آموزشی FNNOpp- و FNNBMO، FNNPSO و FNNIGA، BMO، به صورت دستی و با استفاده از نرم‌افزار متلب، در ترم ۲۰۱۳، انجام شده است. معیار عملکرد الگوریتم‌ها، میانگین مربع خطا می‌باشد، که برای بیش از ۴۰ بار اجرا برای هر یک از الگوریتم‌ها محاسبه شده است.

این کتاب خالی از ایراد نیست. لطفا نظرات و پیشنهادات خود را از طریق آدرس ایمیل زیر، با عنوان و موضوع "Book's Errors" به اطلاع مؤلفین برسانید تا در ویرایش‌های بعدی کتاب لحاظ شود: [mpiroozbakht@yahoo.com](mailto:mpiroozbakht@yahoo.com)

مهرناز پیروزیخت، دکتر مجید رستمی بشمینی

بهار ۱۳۹۷

<sup>۱</sup> Toolbox

<sup>۲</sup> Excel

## مقدمه

اینکه بتوان تصویر روشنی از آینده ایجاد کرد، تاثیر زیادی بر تصمیم‌گیری‌ها دارد. پیش‌بینی، موضوعی است که همیشه و در همه‌ی زمینه‌ها مورد توجه بوده و هست و شاید بتوان گفت افزایش دقت پیش‌بینی از جمله موضوعات پژوهشی است که نمی‌توان ادعا کرد پیرامون آن تحقیقات و پژوهش‌ها کامل شده و دیگر جایی برای تحقیق و رشد ندارد، چراکه این ادعا بیانگر این است که دقت پیش‌بینی با بسار بالا بوده و پیش‌بینی‌ها عین واقعیتند، و اگر چنین بود، در جهان کاملاً ایده‌آلی به سر می‌زدیم.

در حال حاضر، شبکه‌های عصبی به طور موفقیت‌آمیزی در کاربردهای متنوعی استفاده می‌شوند. یکی از کاربردهای آنها پیش‌بینی سری‌های زمانی است. شبکه‌های عصبی، یکی از ابزارهای جدید برای پیش‌بینی می‌باشند.

توانایی بالای شبکه‌های عصبی در زمینه‌ی پیش‌بینی، و از آنجایی که پیش‌بینی در همه‌ی زمینه‌ها داشته است و هم‌اکنون هم دارد، باعث شده است تا پژوهشگران به دنبال بهبود شیوه‌های افزایش دقت در پیش‌بینی به کمک شبکه‌ی عصبی باشند.

میزان دقت پیش‌بینی در شبکه‌ی عصبی، به شناخت و انتخاب دقیق فاکتورهای مثل وزن‌های اولیه، تابع فعال‌سازی و تعداد نرون‌های لایه‌ی پنهان بستگی دارد. مقادیر مطلوب برای وزن‌ها و بایاس‌ها در یک شبکه، مقادیری هستند که با حضور آنها خطای داده‌های آموزش و در نتیجه خطای پیش‌بینی شبکه به حداقل مقدار ممکن برسد. یافتن وزن‌ها و بایاس‌های مطلوب، هدف اصلی آموزش شبکه‌های عصبی است. از آنجا که موضوع اصلی این کتاب، آموزش شبکه‌های عصبی است، فصل دوم، سوم و پنجم این کتاب اختصاص داده می‌شود به توضیحاتی در زمینه‌ی آموزش شبکه‌های عصبی. عمده مطالب فصل دوم از کتاب محاسبات نرم (۳) گرفته شده است.

همانطور که می‌دانید انتشار اوراق قرضه و سهام از طریق بازار بورس، یکی از راه‌های تامین سرمایه جهت سرمایه‌گذاری می‌باشد. اگر در بین فعالیت‌های قابل پیش‌بینی در جهان، توجه خود را به فعالیت‌های اقتصادی معطوف کنیم، شاید بتوان گفت پیش‌بینی قیمت سهام در بازار سرمایه - که از عوامل توسعه‌ی اقتصادی در کشورهای توسعه یافته محسوب می‌شود- برای سرمایه‌گذارانی که در این بازارها فعالیت دارند بسیار بااهمیت است و اولین و مهم‌ترین عاملی که پیش‌روی سرمایه‌گذار قرار دارد، قیمت سهام است. به تبع آن، مقوله ارزیابی و پیش‌بینی قیمت آینده نیز مطرح می‌شود. ریسک سرمایه‌گذاری در این بازارها را می‌توان با پیش‌بینی روند تغییرات قیمت سهام و اوراق بهادار تا حدی کنترل نمود. با توجه به اینکه بازار سهام یک سیستم پیچیده‌ی غیرخطی است و تحت تأثیر عوامل ناشناخته‌ی گوناگونی قرار گرفته، نیاز به سیستمی داریم که ضمن مدل‌سازی دینامیک پنهان الگوهای قیمتی، دارای قابلیت تطابق با شرایط متغیر نیز باشد. شبکه‌های عصبی، یکی از روش‌های جدید در پیش‌بینی قیمت سهام هستند. با توجه به اهمیت موضوع، پیش‌بینی قیمت سهام عنایت طالع موردی در نظر گرفته شده و تاریخچه‌ای از کاربرد شبکه‌های عصبی در زمینه‌ی پیش‌بینی قیمت سهام در فصل چهارم آورده می‌شود.

در این کتاب، یک الگوریتم آموزشی برپایه‌ی جدید (الگوریتم بهینه‌ساز پرندگان بر مبنای تضاد) جهت آموزش شبکه عصبی ارائه می‌گردد. عملکرد این "الگوریتم در آموزش شبکه‌ی عصبی، با الگوریتم‌های ژنتیک، بهینه‌ساز انبوه ذرات و بهینه‌ساز دانه‌ها مقایسه می‌شود. معیار مقایسه‌ی عملکرد الگوریتم‌ها، میانگین مربع خطا می‌باشد. نتایج حاصل از برتری الگوریتم جدید را در پیش‌بینی قیمت سهام، نشان می‌دهد.

هدف اصلی این کتاب، آشنائی مقدماتی با "آموزش با سرپرست"، "الگوریتم‌های آموزش دهنده‌ی شبکه‌ی عصبی" و "روش‌های به کارگیری الگوریتم‌های فراابتکاری در آموزش شبکه‌ی عصبی" می‌باشد.

کارکردن با الگوریتم‌های فراابتکاری آموزش دهنده‌ی شبکه‌ی عصبی، نیازمند آشنائی کافی با شبکه‌ی عصبی و شناخت بنیادی نسبت به چگونگی فرایند آموزش (با سرپرست) می‌باشد.

در این کتاب، ترتیب مطالب به صورت زیر است:

فصل اول، آشنائی مقدماتی با شبکه‌ی عصبی مصنوعی.

در فصل دوم، فرایند آموزش باسرپرست توضیح داده شده است. عمده مطالب این فصل، از کتاب محاسبات نرم (۳) گرفته شده است.

از این جهت که فرایند آموزش شبکه‌ی عصبی، یک فرایند بهینه‌سازی می‌باشد، در فصل سوم، توضیحاتی جهت آگاهی نسبت به مسائل بهینه‌سازی، الگوریتم‌های فراابتکاری و روش به کارگیری الگوریتم‌های فراابتکاری در آموزش شبکه آورده می‌شود و همچنین چند الگوریتم فراابتکاری و نیز الگوریتم پیشنهادی ارائه می‌گردد.

در فصل چهارم، پیش‌بینی از تحقیقات انجام شده در زمینه پیش‌بینی قیمت سهام اشاره می‌شود. در فصل پنجم، مدل شبکه‌ی عصبی استخراج شده از یک مقاله، که برای پیش‌بینی قیمت سهام طراحی شده است، به عنوان مدل ورودی مقاله به کار می‌رود و نتایج حاصل از آموزش شبکه، برای چهار الگوریتم مقایسه می‌شود.

فصل ششم، به توضیحاتی در زمینه برنامه ریزی اختصاص داده شده است.