

کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی

در محیط زیست

به همراه دو پیوست تکمیلی:

شبکه عصبی در MATLAB

مثال‌های مدل‌سازی شده در زمینه‌های مختلف محیط‌زیستی

مؤلفین:

دکتر محمدرضا صبور

(دانشیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی)

مهندس سامان مفتخری عناصری موحد

(دانشجوی دکتری مهندسی عمران - محیط زیست دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی)

مهندس وحید بکامیری

(کارشناس ارشد مهندسی عمران - محیط زیست دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی)

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



شماره ۴۹۴

سرشناسه: صبور، محمدرضا، - ۱۳۳۹
عنوان و نام پدیدآور: کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در محیط زیست: به همراه دو پیوست تکمیلی: شبکه عصبی در MATAAB مثال‌های مدل‌سازی شده در زمینه‌های مختلف محیط زیستی / مولفین محمدرضا صبور، سامان مفتخری‌عنصری‌موحد، وحید بکامیری.
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، انتشارات، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری: ۳۴۴ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار (رنگی).
فروست: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ شماره ۴۹۴.

شابک: 978-622-6655-61-3

وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: ص.ع. به انگلیسی: Mohammad Reza Sabour, Saman Moftakhari A. Movahed, Vahid Bakamiri. Application of artificial neural network in environmental engineering: incorporating two appendices: neural network implementation in MATLAB
یادداشت: واژه‌نامه.

یادداشت: کتابنامه: ص. [۳۱۲] - ۳۲۶.

یادداشت: نمایه..

موضوع: هوش مصنوعی -- کاربردهای زیستی / Artificial intelligence -- Biological applications

موضوع: متلب/MATLAB

موضوع: شبکه‌های عصبی (کامپیوتر) / (Neural networks (Computer science

موضوع: شبکه‌های عصبی (کامپیوتر) -- الگوهای ریاضی / Neural networks (Computer science) -- Mathematical models

موضوع: زیست‌شناسی -- داده پردازش / Biology -- Data processing

موضوع: مهندسی محیط‌زیست -- داده‌پردازی / Environmental engineering -- Data processing

موضوع: شبکه‌های عصبی (کامپیوتر) -- کاربردهای علمی / Neural networks (Computer science) -- Scientific applications

شناسه افزوده: مفتخری‌عنصری‌موحد، سامان، ۱۳۷۰-

شناسه افزوده: بکامیری، وحید، ۱۳۶۴-

رده بندی کنگره: QH۳۲۴/۳۵

رده بندی دیویی: ۵۷۰/۲۸۵۶۳

شماره کتابشناسی ملی: ۷۳۶۳۵۸۳

press.kntu.ac.ir



ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

عنوان: کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در محیط زیست

مؤلفان: دکتر محمدرضا صبور، مهندس سامان مفتخری‌عنصری‌موحد و مهندس وحید بکامیری

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: آبان ۱۳۹۹، تهران

شمارگان: ۲۰۰ جلد

ویرایش: ویراستار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

صحافی: گرنامی چاپ: عصر انتظار

قیمت: ۸۵۰۰۰ تومان

تمام حقوق برای ناشر محفوظ است

روش‌های آزمایشگاهی در محیط‌زیست همواره جزئی جدایی‌ناپذیر محسوب می‌شوند و نیاز به آن‌ها برای جمع‌آوری داده‌های تجربی در مسائل مختلف محیط‌زیستی، امری حیاتی تلقی می‌گردد. با این وجود، پیاده‌سازی روش‌های آزمایشگاهی نیازمند هزینه و زمان بسیار است. در دهه اخیر با پیشرفت چشمگیر علوم کامپیوتر و بخصوص هوش مصنوعی، روش‌های عددی و مدل‌های توسعه‌یافته بر مبنای آن‌ها، جایگزین مناسبی برای روش‌های آزمایشگاهی شده‌اند. با استفاده از هوش مصنوعی یا به‌طور دقیق‌تر «شبکه‌های عصبی مصنوعی» می‌توان به روابط پیچیده میان متغیرها دست یافت. این شبکه‌ها با آموزش دیدن توسط داده‌های تجربی، قادر به تخمین متغیر هدف در شرایط مختلف و جدید خواهند بود. بنابراین استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، می‌تواند هزینه و زمان را به حداقل برساند.

در این کتاب همان‌طور که از عنوان آن برمی‌آید؛ به استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در مسائل محیط‌زیستی پرداخته خواهد شد. در فصل‌های اول تا چهارم منطقی‌هایی که شبکه‌های عصبی بر اساس آن‌ها عمل می‌کنند، انواع شبکه‌های ایستا و پویا، معماری و ساختار آن‌ها بررسی می‌شوند. در فصل پنجم کتاب، مثال‌هایی عملی در محیط‌زیست با استفاده از شبکه عصبی مدل‌سازی می‌گردد. مثال‌ها از فازهای مختلف محیط‌زیستی انتخاب شده‌اند تا خواننده بتواند با استفاده از آن‌ها به صورت عملی به مدل‌سازی بپردازد. بنابراین چنانچه خواننده کتاب با شبکه عصبی آشنایی قبلی داشته باشد؛ می‌تواند مستقیماً به فصل پنجم (مثال‌ها) رجوع کند.

در پیوست اول، توضیحات مختصری از محیط نرم‌افزار متلب (MATLAB) و همچنین جعبه-ابزار (TOOLBOX)‌هایی که برای پیاده‌سازی اولیه شبکه عصبی به آن‌ها نیاز خواهید داشت با تصاویری از محیط نرم‌افزار ارائه شده‌است. بر این اساس تلاش گردیده است تا روند آموزش گام‌به‌گام در خصوص پیاده‌سازی شبکه عصبی لحاظ شود تا دانشجویان بتوانند پس از مطالعه این بخش اولین

مسائل مورد نیاز خود را در راستای نگارش مقاله یا پایان نامه، مدلسازی نمایند.

در پیوست دوم، مثال‌هایی متنوع در همه زمینه‌های محیط‌زیستی شامل: خاک، گیاه‌پالایی، آب و فاضلاب، پیش‌بینی اکسیژن‌خواهی شیمیایی، پیش‌بینی نرخ تصفیه، انرژی‌های خورشیدی و سایر زمینه‌ها، در راستای تحکیم دانش فراگرفته شده در زمینه «پیاده‌سازی و مدلسازی» آورده شده‌است. از آنجاکه سعی شده است این کتاب قدمی از کتاب‌های معمول موجود فراتر رود؛ شبکه‌های عصبی و تئوری آن‌ها به صورت کامل و تخصصی توضیح داده شده است. این مطلب باعث می‌شود دانشجویان علاقه‌مند بتوانند دانش عمیق‌تری نسبت به هوش مصنوعی پیدا کنند و قادر به مدل‌سازی مسائل پیچیده‌تر باشند. به علاوه، این کتاب راهنمایی جامع برای دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد یا دکترای گرایش محیط‌زیست و مرجعی برای سایر دانشجویان علاقه‌مند به یادگیری عمیق شبکه‌های عصبی خواهد بود و پیاده‌سازی قدم به قدم مثال‌های ارائه شده نیز می‌تواند به عنوان الگو در مسائل سایر رشته‌ها به کار گرفته شوند.

کلام آخر اینکه، از خوانندگان گرامی و اساتید محترم خواهشمندیم پس از مطالعه کتاب، ما را از نظرات، انتقادات و پیشنهادات خود بهره‌مند سازند تا بتوانیم کیفیت کتاب را در چاپ‌های بعدی ارتقا دهیم. امیدواریم این کتاب بتواند مرجع مفیدی برای پژوهشگران و علاقه‌مندان باشد.

دکتر محمد رضا صبور

مهندس سامان مفتخری عناصری موحد

مهندس وحید بکامیری

پاییز ۹۹

فصل اول: واحدهای عصبی، مفاهیم، مدل‌ها و یادگیری.....	۱
۱-۱ نرون‌ها و منطق آستانه (برخی از مفاهیم پایه).....	۲
۱-۱-۱ برخی از عملیات دودویی منطقی.....	۳
۱-۱-۱-۱ منطق دودویی تک‌قطبی.....	۳
۱-۱-۱-۲ منطق دودویی دوقطبی.....	۴
۱-۲ مدل‌های عصبی برای منطق آستانه.....	۶
۲-۱ تلفیق منطق آستانه عصبی.....	۱۱
۱-۲-۱ دریافت تابع سوئیچینگ.....	۱۱
۱-۲-۱-۱ مفهوم بردار افزوده.....	۱۱
۳-۱ المان خطی متناظر (ADALINE).....	۱۸
۱-۳-۱ الگوریتم LMS - α (حداقل میانگین مربعات).....	۱۹
۲-۳-۱ روش میانگین خطای مدانی.....	۲۴
۱-۲-۳-۱ فرمول غیر تکراری.....	۲۴
۲-۲-۳-۱ الگوریتم LMS - μ (میانگین حداقل مربعات).....	۲۶
۴-۱ المان خطی متناظر یا Adaline با تابع سیگموئیدی.....	۲۹
۱-۴-۱ توابع غیر خطی سیگموئیدی.....	۲۹
۲-۴-۱ شبکه با چندین نرون.....	۳۱
۳-۴-۱ یک شبکه ساده با سه نرون.....	۳۲
۱-۳-۴-۱ ساختار و معادلات اساسی.....	۳۲
فصل دوم: شبکه‌های عصبی پیش‌خور.....	۳۵
۱-۲ قضیه استون-وایراشتراس (Stone-Weierstrass) و شبکه‌های پیش‌خور.....	۳۷
۱-۱-۲ تعاریف اولیه.....	۳۷
۲-۲ قضیه و تقریب استون-وایراشتراس.....	۳۹
۱-۲-۲ مفاهیم شبکه‌های عصبی.....	۴۲

۴۴	۳-۲ شبکه‌های عصبی تابع مثلثاتی
۵۲	۴-۲ شبکه‌های چندلایه (MFNN) به عنوان تقریب‌زننده‌های عمومی
۵۳	۴-۲ طرح اولیه اثبات برای شبکه‌های دو لایه
۵۷	۲-۴-۲ تقریب با استفاده از شبکه‌های عصبی چندلایه پیشخور (MFNN) عمومی
۶۰	۵-۲ قضیه کولموگروف و شبکه‌های پیشخور
۶۷	۶-۲ شبکه‌های عصبی مرتبه بالاتر (HONNs)
۷۵	۷-۲ شبکه‌های عصبی چندجمله‌ای اصلاح شده
۷۵	۷-۲ شبکه‌های عصبی سیگما-پی (S-PNNs)
۷۷	۲-۷-۲ شبکه‌های عصبی چندجمله‌ای Ridge (RPNNs)
۸۱	۸-۲ نتیجه‌گیری
۸۲	فصل سوم: شبکه‌های عصبی شعاع مینا
۸۳	۱-۳ شبکه‌های تابع پایه شعاعی (RBFNs)
۸۳	۱-۱-۳ مدل‌های پایه‌ای شبکه تابع پایه شعاعی
۸۸	۲-۱-۳ شبکه‌های عصبی شعاع مینا و مساله درون‌یابی
۹۵	۳-۱-۳ حل معادلات فرا معین
۹۹	۲-۲ شبکه‌های عصبی تابع پایه شعاعی گوسین
۹۹	۱-۲-۳ مدل شبکه شعاع مینا (RBF) گوسین
۱۰۵	۲-۲-۳ شبکه‌های شعاع مینای گوسین به عنوان تقریب‌زننده عام
۱۰۷	۳-۲ الگوریتم‌های یادگیری برای شبکه‌های عصبی شعاع مینای گوسین
۱۰۸	۳-۳ فرآیندهای یادگیری پایه دسته بندی K- میان در شبکه عصبی RBF گوسین
۱۱۱	۲-۳-۳ یادگیری نظارت شده (نزول گرادیان) در شبکه‌های گوسین
۱۱۳	۴-۲ نتیجه‌گیری

۱۱۴ فصل چهارم: شبکه‌های عصبی دینامیک

۱۱۶	۱-۴ مدل‌های واحدهای عصبی دینامیکی (DNUs)
-----	--

۱۱۶	۱-۱-۴ یک مدل تعمیم داده شده واحد عصبی دینامیکی
-----	--

- ۱۱۹ DNU-1 واحد عصبی دینامیکی، ۱-۲-۱-۴
- ۱۲۰ DNU-2 واحد عصبی دینامیکی، ۲-۲-۱-۴
- ۱۲۱ DNU-3 واحد عصبی دینامیکی، ۳-۲-۱-۴
- ۱۲۲ DNU-4 واحد عصبی دینامیکی، ۴-۲-۱-۴
- ۱۲۳ DNU-5 واحد عصبی دینامیکی، ۵-۲-۱-۴
- ۱۲۵ DNU مدل‌ها و چرخه‌های ایزوله
- ۱۲۵ ۱-۲-۴ یک واحد عصبی دینامیکی ایزوله
- ۱۲۶ ۲-۲-۴ مدل‌های DNU: برخی از تعمیم‌ها و خصوصیات آن‌ها
- ۱۲۹ DNU-1 خواص همگرایی ۱-۲-۲-۴
- ۱۳۰ DNU-6 واحد عصبی دینامیکی، ۲-۲-۲-۴
- ۱۳۱ DNU-7 واحد عصبی دینامیکی، ۳-۲-۲-۴
- ۱۳۳ DNU-8 واحد عصبی دینامیکی، ۴-۲-۲-۴
- ۱۳۴ DNU-9 واحد عصبی دینامیکی، ۵-۲-۲-۴
- ۱۳۵ DNU-10 واحد عصبی دینامیکی، ۶-۲-۲-۴
- ۱۳۶ DNU-11 واحد عصبی دینامیک، ۷-۲-۲-۴
- ۱۳۸ ۳-۴ عصب با دینامیک‌های تحریک‌کننده و بازدارنده
- ۱۳۸ ۱-۳-۴ مدل عمومی شده
- ۱۴۱ ۲-۳-۴ ساختار عصبی مثبت-منفی (PN)
- ۱۴۴ ۳-۳-۴ تعمیم‌های بیشتری از مدل عصبی مثبت-منفی
- ۱۴۶ ۴-۴ عصب با بازخورد غیرخطی چندگانه
- ۱۵۰ فصل پنجم: مثال‌هایی از کاربرد شبکه عصبی در محیط زیست
- ۱۵۱ ۱-۵ مثال اول - آلودگی خاک
- ۱۵۹ ۲-۵ مثال دوم - مطالعه تجربی و نظری تولید بیوگاز هیدروژن
- ۱۷۰ ۳-۵ مثال سوم - پیش‌بینی اکسیژن خواهی بیوشیمیایی
- ۱۸۶ ۴-۵ مثال چهارم - کاربرد انتخاب متغیرهای اطلاعاتی دوجانبه جزئی
- ۱۹۳ ۵-۵ مثال پنجم - توسعه مدل‌های آماری برای پیش‌بینی نرخ انتشار