

هوش محاسباتی

تألیف:

دکتر محمدرضا حسنی آهنگر

دانشیار و استادیار مهندسی رایانه

دانشکده و پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات

دانشگاه جامع امام حسین (ع)

مؤسسه چاپ و انتشارات

۸۳۸

سری رایانه ۱۱

سرشناسه	: حسنی آهنگر، محمدرضا، ۱۳۵۰
عنوان و پدیدآور	: هوش محاسباتی / تألیف: محمدرضا حسنی آهنگر
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه جامع امام حسین (ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری	: چهل و چهار، ۶۹۱ ص: مصور، جدول، نمودار
فروست	: دانشگاه جامع امام حسین (ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات، ۸۳۸، سری رایانه ۱۱
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۵۲-۸۶۸-۲
وضعیت فهرس نویسی	: فیپا
موضوع	: هوش محاسباتی (Computational intelligence)
شناسه افزوده	: دانشگاه جامع امام حسین (ع) - مؤسسه چاپ و انتشارات
رده‌بندی کنگره	: Q ۳۰۰ ۱۳۹۸
رده‌بندی دیویی	: ۰۰۴.۳
شماره کتاب‌شناسی ملی	: ۵۹۰۰۰۷۳

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نشر و بردار، بر سر همه و اقتباس برای دانشگاه جامع امام حسین (ع) محفوظ است.

- عنوان: هوش محاسباتی
- تألیف: دکتر محمدرضا حسنی آهنگر
- ویرایش ادبی: سید محمدباقر موسوی، حمیدرضا صادقی
- صفحه‌آرایی: ناهید آقامیرزایی
- ناظر فنی چاپ: سید محمدباقر موسوی
- لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ سپاه
- نوبت چاپ: اول (بهمن‌ماه ۱۳۹۸)
- شمارگان: ۲۰۰ نسخه
- قیمت: ۱،۲۵۰،۰۰۰ ریال
- نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی، بعد از پل لشکرک، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، معاونت پژوهش و فناوری، مؤسسه چاپ و انتشارات، تلفن: ۷۴۱۸۸۲۶۰ دورنگار: ۷۴۱۸۸۲۷۴
- مرکز پخش: تهران، میدان فردوسی، فروشگاه و نمایشگاه مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ترنجستان امام حسین (ع)، تلفن: ۸۸۸۳۹۲۹۷

بسم الله الرحمن الرحيم

«يُؤْتِي الْحِكْمَةَ مَنْ يَشَاءُ وَ مَنْ يُؤْتَ الْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِيَ خَيْرًا كَثِيرًا...»

حکمت را به هرکس بخواهد می‌دهد و کسی که به او حکمت داده شود، حقاََ خیری فراوان داده شده است...
(سوره مبارکه بقره - آیه ۲۶۹)

انقلاب کبیر اسلامی، نمونه‌ای بی‌بدیل تاریخی از حرکت اجتماعی عظیمی است که با سرنگونی طاغوت و برپایی نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران، امیدهای فراوانی را در دل مستضعفان و آزادی‌خواهان جهان برای تحقق آرمان‌های بلند دولت اسلامی، جامعه اسلامی و درنهایت، تمدن بزرگ اسلامی پدید آورد. در این میان، بادهای علمی، به‌ویژه دانشگاه‌ها، باید نقش کلیدی سوزن‌بانی و هدایت قطار پیشرفت و رشد جامعه در مسیر اصلاح انقلابی را ایفا نمایند.

دانشگاه جامع امام حسین (علیه السلام) به عنوان «دانشگاه سازمانی سپاه در تراز انقلاب اسلامی» با شعار «تزکیه، جهاد علمی، دانشگاه مدنی» در کنار مسئولیت مهم انسان‌سازی و تربیت سربازان عصر ظهور، وظیفه تولید و نشر معارف اِسدار از انقلاب اسلامی را نیز برعهده دارد. در این راستا، معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه به‌منظور تکمیل مدیریت دانش بومی با سه ویژگی «اسلامی بودن»، «روزآمدی» و «کارآمدی»، باهدف دستیابی به مرجعیت علمی، افتخار و تلاش دارد تا زمینه و بستر لازم برای اساتید و پژوهشگران محترم این عرصه را فراهم نماید. امید است در سایه الطاف بیکران الهی و با گسترش فعالیت‌های انتشاراتی مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه - مع امام حسین (علیه السلام) این رسالت خطیر تحقق یابد.

در پایان، بر روح ملکوتی معمار و رهبر کبیر انقلاب اسلامی، حضرت امام خمینی (ره) و همچنین شهدای گران‌قدر انقلاب اسلامی، دفاع مقدس و مدافعان حرم درود می‌رسانیم. با آرزوی سلامتی و توفیقات هرچه بیشتر مقام معظم رهبری، امام خامنه‌ای (مد ظله) و نیز خدمتگزاران اسلام و کشور، از اساتید، فرهیختگان و اهل نقد و نظر تقاضا داریم با ارائه نظرها و پیشنهادهای خود، ما را یاری فرمایند.

و من الله التوفیق و علیه التکلان

معاونت پژوهش و فناوری

دانشگاه جامع امام حسین (علیه السلام)

پیشگفتار (سی و پنج)

درباره مؤلف (چهل و سه)

بخش اول: مقدمه

فصل اول: مفاهیم اولیه و زمینه‌های کاربردی هوش محاسباتی.....۳

۱-۱- مقدمه.....۳

۱-۲- تعریف هوش محاسباتی.....۴

۱-۳- تاریخچه هوش محاسباتی.....۵

۱-۴- هدف‌های هوش محاسباتی.....۶

۱-۵- زمینه‌های کاربردی هوش محاسباتی.....۷

۱-۶- ویژگی‌ها و انواع هوش محاسباتی.....۹

۱-۶-۱- شبکه عصبی مصنوعی.....۱۰

۱-۶-۲- الگوریتم ژنتیک.....۱۲

۱-۶-۳- منطق فازی.....۱۳

۱-۷- محاسبات نرم.....۱۴

۱-۷-۱- سامانه‌های مبتنی بر دانش.....۱۷

۱-۷-۲- سامانه‌های مبتنی بر قانون.....۱۸

۱-۷-۳- سامانه‌های مبتنی بر مدل.....۱۹

۱-۷-۴- سامانه‌های خبره.....۲۱

۱-۷-۵- سامانه چندعامله.....۲۱

۱-۷-۶- شبکه معنا.....۲۱

۱-۷-۷- درخت تصمیم.....۲۳

۱-۷-۸- شبکه بیزی.....۲۴

۱-۸- سامانه‌های بی‌درنگ.....۲۸

۱-۸-۱- معماری مفهومی سامانه‌های بی‌درنگ.....۳۳

۱-۸-۲- انواع خطا در سامانه‌های هوشمند بی‌درنگ.....۳۴

۱-۸-۳- پایش هوشمند سامانه‌های بی‌درنگ.....۳۸

۱-۹- سامانه پایش مبتنی بر روش محاسبات نرم.....۴۴

۴۵.....	۱۰-۱- مقایسه فنون محاسبات نرم برای سامانه پایش
۴۷.....	۱۱-۱- مسائل فصل اول
۴۹.....	۱۲-۱- مراجع

بخش دوم: شبکه‌های عصبی

۵۵.....	فصل دوم: شبکه‌های عصبی
۵۵.....	۱-۲- مقدمه
۵۶.....	۲-۲- شبکه عصبی طبیعی
۵۶.....	۱-۲-۲- ساختار مغز و انگیزه‌های بیولوژیک
۵۸.....	۲-۲-۲- یادگیری در سامانه‌های بیولوژیک
۵۹.....	۳-۲- تاریخچه شبکه‌های عصبی
۵۹.....	۱-۳-۲- نسل اول (۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰)
۶۰.....	۲-۳-۲- نسل دوم (۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰)
۶۰.....	۳-۳-۲- نسل سوم (۱۹۹۰ تا د)
۶۱.....	۴-۲- نرون و مدل‌سازی آن
۶۵.....	۱-۴-۲- یادگیری در نرون
۶۶.....	۵-۲- یادگیری در ماشین
۶۷.....	۶-۲- انواع روش‌های یادگیری در شبکه عصبی
۶۸.....	۱-۶-۲- یادگیری با ناظر
۶۹.....	۲-۶-۲- یادگیری بدون ناظر
۷۰.....	۳-۶-۲- یادگیری تقویتی
۷۰.....	۷-۲- مقایسه شبکه‌های عصبی طبیعی و مصنوعی
۷۲.....	۸-۲- انواع شبکه عصبی
۷۲.....	۱-۸-۲- شبکه عصبی تابع پایه شعاعی
۷۴.....	۲-۸-۲- شبکه عصبی ماشین بردار پشتیبان
۷۵.....	۳-۸-۲- شبکه عصبی کوهونن
۷۷.....	۴-۸-۲- شبکه عصبی یادگیرنده رقمی ساز بردار
۷۸.....	۵-۸-۲- شبکه هاپفیلد
۸۲.....	۹-۲- ویژگی‌های شبکه عصبی
۸۵.....	۱۰-۲- کاربرد شبکه عصبی
۹۴.....	۱۱-۲- مسائل فصل دوم
۹۵.....	۱۲-۲- مراجع

فصل سوم: شبکه‌های عصبی پرسپترون تک‌لایه و چندلایه.....	۹۷
۱-۳- مقدمه.....	۹۷
۲-۳- شبکه عصبی پرسپترون تک‌لایه.....	۹۸
۱-۲-۳- آموزش شبکه عصبی پرسپترون.....	۹۹
۲-۲-۳- الگوریتم یادگیری پرسپترون.....	۱۰۲
۳-۲-۳- یادگیری پرسپترون مبتنی بر روش برداری.....	۱۰۳
۴-۲-۳- ساختار و عملکرد شبکه عصبی پرسپترون.....	۱۰۵
۵-۲-۳- محدودیت‌های پرسپترون.....	۱۰۶
۶-۲-۳- سعه‌های روی شبکه عصبی پرسپترون.....	۱۰۹
۳-۳- شبکه عصبی پرسپترون چندلایه.....	۱۱۰
۱-۳-۳- ساختار و عملکرد شبکه عصبی پرسپترون چندلایه.....	۱۱۲
۲-۳-۳- آموزش شبکه عصبی پرسپترون چندلایه.....	۱۱۳
۳-۳-۳- الگوریتم یادگیری پس‌انتشار.....	۱۱۳
۴-۳- تحمل‌پذیری ساختار شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه.....	۱۱۶
۱-۴-۳- روش‌های تحمل‌پذیری خطا در شبکه‌های عصبی.....	۱۱۹
۵-۳- کاربردهای شبکه عصبی پرسپترون چندلایه.....	۱۲۰
۱-۵-۳- معرفی تونل‌یاد سه‌منته.....	۱۲۰
۲-۵-۳- طراحی مفهومی سامانه پایس ه ه منته برای تونل‌یاد.....	۱۲۶
۶-۳- مسائل فصل سوم.....	۱۴۵
۷-۳- مراجع.....	۱۵۱
 فصل چهارم: شبکه عصبی رگرسیون عمومی.....	۱۵۵
۱-۴- مقدمه.....	۱۵۵
۲-۴- شبکه‌های عصبی رگرسیون عمومی.....	۱۵۶
۳-۴- ساختار شبکه عصبی رگرسیون عمومی.....	۱۵۶
۴-۴- مبانی ریاضی شبکه عصبی رگرسیون عمومی.....	۱۵۷
۵-۴- آموزش شبکه‌های عصبی رگرسیون عمومی.....	۱۶۰
۶-۴- خوشه‌یابی ورودی‌ها و تطبیق شبکه با شرایط متغیر.....	۱۶۲
۷-۴- فرم دیگر معادله تخمین.....	۱۶۵
۸-۴- تعمیم شبکه عصبی رگرسیون عمومی به حالت چندخروجی.....	۱۶۶
۹-۴- مزایای شبکه عصبی رگرسیون عمومی در تخمین توابع غیرخطی.....	۱۶۷

۱۶۸	۱۰-۴- کاربردهای شبکه رگرسیون عمومی
۱۶۹	۱۰-۴-۱- پایش بی‌درنگ داده‌های آزمون‌های کالیبراسیون تونل‌یاد و تعمیم آن مبتنی بر شبکه عصبی رگرسیون عمومی
۱۷۸	۱۱-۴- مسائل فصل چهارم
۱۷۹	۱۲-۴- مراجع

بخش سوم: الگوریتم‌های تکاملی

۱۸۳	فصل پنجم: مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های تکاملی
۱۸۳	۱-۵- مقدمه
۱۸۴	۲-۵- جستجو و روش‌های آن
۱۸۸	۳-۵- الگوریتم‌های تکاملی
۱۹۱	۴-۵- تاریخچه الگوریتم تکاملی
۱۹۲	۵-۵- ساختار الگوریتم تکاملی
۱۹۳	۱-۵-۵- شرح عناصر عملکرد کلی الگوریتم تکاملی
۱۹۷	۶-۵- ویژگی‌های الگوریتم تکاملی
۱۹۸	۷-۵- انواع الگوریتم‌های تکاملی
۱۹۹	۱-۷-۵- برنامه‌سازی ژنتیک
۲۰۰	۲-۷-۵- الگوریتم ژنتیک
۲۰۱	۸-۵- کاربردهای الگوریتم تکاملی
۲۰۲	۹-۵- مسائل فصل پنجم
۲۰۷	۱۰-۵- مراجع

۲۰۹	فصل ششم: الگوریتم ژنتیک
۲۰۹	۱-۶- مقدمه
۲۱۰	۲-۶- الگوریتم ژنتیک
۲۱۱	۱-۲-۶- مفاهیم پایه
۲۱۲	۲-۲-۶- فضای جستجو
۲۱۳	۳-۶- تاریخچه الگوریتم ژنتیک
۲۱۳	۴-۶- عملگرهای الگوریتم ژنتیک
۲۱۴	۱-۴-۶- عملگر ترکیب
۲۱۴	۲-۴-۶- عملگر جهش
۲۱۵	۳-۴-۶- عملگر انتخاب

۲۱۶	۴-۴-۶ روش‌های نمایش
۲۱۷	۵-۶ ساختار و عملکرد الگوریتم ژنتیک
۲۲۰	۶-۶ بررسی نقاط قوت و ضعف الگوریتم ژنتیک
۲۲۱	۷-۶ دلایل به کارگیری الگوریتم ژنتیک در مقایسه با سایر روش‌های جستجو
۲۲۳	۸-۶ کاربردهای الگوریتم ژنتیک
۲۲۴	۱-۸-۶ طراحی فیلتر دیجیتال بهینه براساس الگوریتم ژنتیک
۲۴۳	۹-۶ مسائل فصل ششم
۲۴۵	۱۰-۶ مراجع

بخش چهارم: مجموعه‌ها و سامانه‌های فازی

۲۵۱	فصل هفتم: مجموعه‌های فازی و منطق فازی
۲۵۱	۱-۷ مقدمه
۲۵۲	۲-۷ مروری بر منطق کلاسیک
۲۵۳	۳-۷ تاریخچه تعریف منطق فازی
۲۵۵	۴-۷ مجموعه‌های فازی و توان عضویت
۲۵۷	۱-۴-۷ نمایش مجموعه‌های فازی
۲۵۷	۲-۴-۷ مجموعه‌های فازی مشخص
۲۵۹	۳-۴-۷ مجموعه‌های فازی نامشخص
۲۶۲	۴-۴-۷ توابع عضویت و توابع مشخص
۲۶۴	۵-۴-۷ تقویت مجموعه‌های فازی وابسته به موقعیت
۲۶۵	۶-۴-۷ عملیات روی مجموعه‌های فازی
۲۶۶	۵-۷ متغیرهای زبانی
۲۶۷	۶-۷ استدلال فازی
۲۶۷	۱-۶-۷ دسته‌بندی استدلال فازی
۲۶۹	۲-۶-۷ استدلال تقریبی
۲۷۲	۳-۶-۷ بیان دیگر استدلال تقریبی به وسیله قانون ترکیبی استنتاج
۲۷۸	۷-۷ مسائل فصل هفتم
۲۸۳	۸-۷ مراجع
۲۸۵	فصل هشتم: کنترل فازی
۲۸۵	۱-۸ مقدمه
۲۸۶	۲-۸ کنترل کننده کلاسیک

۲۹۰	۳-۸- کنترل کننده فازی
۲۹۳	۴-۸- تاریخچه کنترل کننده فازی
۲۹۷	۵-۸- ساختار کنترل کننده فازی
۲۹۸	۱-۵-۸- فازی کننده
۲۹۹	۲-۵-۸- پایگاه دانش
۲۹۹	۳-۵-۸- مکانیزم استنتاج
۲۹۹	۴-۵-۸- غیر فازی کننده
۳۰۰	۶-۸- کاربردهای کنترل کننده فازی
۳۰۰	۱-۶-۸- سامانه کنترل کننده فازی شیپوره همگرا- واگرای تونل باد سهمناک
۳۲۷	۷-۸- مسائل فصل هشتم
۳۳۲	۸-۸- مراجع

بخش پنجم: محاسبات نرم و فناوری های تکمیلی

۳۳۵	فصل نهم: محاسبات نرم
۳۳۵	۱-۹- مقدمه
۳۳۶	۲-۹- محاسبات نرم
۳۳۹	۳-۹- تعریف محاسبات نرم و آینده آن
۳۴۰	۴-۹- راهبرد استفاده از محاسبات نرم
۳۴۲	۵-۹- طرح سامانه هوشمند
۳۴۶	۶-۹- مشخصات و ویژگی های سامانه هوشمند
۳۴۷	۱-۶-۹- تشخیص خطا
۳۴۸	۲-۶-۹- تخمین متوسط زمان تا خرابی
۳۴۸	۳-۶-۹- نقش مشورتی در تصمیم گیری
۳۴۹	۴-۶-۹- توانایی برای توجیه نتایج خروجی
۳۴۹	۵-۶-۹- مدیریت عدم قطعیت
۳۵۰	۶-۶-۹- زیر سامانه تشخیص خطا
۳۵۳	۷-۹- کاربرد محاسبات نرم
۳۵۴	۱-۷-۹- سامانه پایش هوشمند مبتنی بر محاسبات نرم
۳۵۶	۸-۹- مسائل فصل نهم
۳۵۸	۹-۹- مراجع

۳۶۱	فصل دهم: شبکه بیزی.....
۳۶۱	۱-۱-۱۰- مقدمه
۳۶۲	۱-۲-۱۰- مبانی شبکه بیزی
۳۷۰	۱-۳-۱۰- استنتاج در شبکه بیزی
۳۷۱	۱-۳-۱-۱- الگوریتم حذف متغیر
۳۷۳	۱-۳-۲-۱- انتشار باور
۳۷۶	۱-۳-۳-۱- استنتاج تقریبی
۳۷۶	۱-۴-۱-۰- یادگیری در شبکه بیزی
۳۷۷	۱-۴-۱-۱- یادگیری پارامتری
۳۸۱	۱-۴-۲-۱- یادگیری ساختاری شبکه
۳۸۸	۱-۵-۱-۰- تبع امتیازدهی ساختار شبکه بیزی
۳۹۱	۱-۵-۱-۱- شبکه با ساختار مشخص و متغیرهای قابل مشاهده
۳۹۲	۱-۵-۲-۱- شبکه ساختار مشخص و متغیرهای مخفی
۳۹۳	۱-۵-۳-۱- شبکه ساختار مشخص و متغیرهای قابل مشاهده
۳۹۵	۱-۵-۴-۱- شبکه با ساختار نام مشخص و متغیرهای غیرقابل مشاهده
۳۹۶	۱-۶-۱-۰- مزایا و معایب استفاده از شبکه بیزی
۳۹۸	۱-۷-۱-۰- کاربردهای شبکه بیزی
۳۹۸	۱-۷-۱-۱- کاربردهای شبکه بیزی در تشخیص هوشمند
۳۹۹	۱-۷-۲-۱-۰- ارزیابی سلسله مراتب علت و معلول با استفاده از شبکه بیزی
۴۰۳	۸-۱-۰- مسائل فصل دهم
۴۰۷	۹-۱-۰- مراجع

۴۰۹	فصل یازدهم: سامانه‌های چندعامله.....
۴۰۹	۱-۱۱-۱- مقدمه
۴۰۹	۲-۱۱-۱- تعریف عامل و ویژگی‌های آن
۴۱۱	۳-۱۱-۱- انواع عامل‌ها
۴۱۱	۱-۳-۱۱-۱- عامل‌های واکنشی ساده
۴۱۲	۲-۳-۱۱-۲- عامل‌های مبتنی بر مدل
۴۱۳	۳-۳-۱۱-۳- عامل‌های مبتنی بر هدف
۴۱۳	۴-۳-۱۱-۴- عامل‌های مبتنی بر کاربرد
۴۱۴	۵-۳-۱۱-۵- عامل‌های یادگیرنده

۴۱۵	۱۱-۳-۶- عامل های شناختی
۴۱۶	۱۱-۴-۴- محیط های عملیاتی عامل
۴۱۷	۱۱-۴-۱- محیط قابل دسترسی یا غیر قابل دسترسی
۴۱۷	۱۱-۴-۲- محیط قطعی یا غیرقطعی
۴۱۷	۱۱-۴-۳- محیط ایستا یا پویا
۴۱۸	۱۱-۴-۴- محیط گسسته یا پیوسته
۴۱۸	۱۱-۵- معماری عامل ها
۴۱۸	۱۱-۵-۱- معماری سلسله مراتبی
۴۱۹	۱۱-۵-۲- معماری های برنامه های تمایلی - باوری
۴۱۹	۱۱-۵-۳- معماری مبتنی بر منطق
۴۱۹	۱۱-۶- سامانها، چندعاملی
۴۲۱	۱۱-۶-۱- عامل های هوشمند
۴۲۱	۱۱-۶-۲- ویژگی های اصلی سامانه های چندعاملی
۴۲۲	۱۱-۶-۳- اجزاء تشکیل دهنده سامانه های چندعاملی
۴۲۳	۱۱-۶-۴- استفاده از فضا، ویژگی برای مدل سازی رفتار سامانه چندعامله
۴۲۴	۱۱-۷- دلایل استفاده از سامانه های چندعاملی
۴۲۵	۱۱-۸- سامانه روبرو پرستار یک نمونه از سامانه چندعاملی
۴۲۶	۱۱-۹- کاربردهای سامانه های چندعامله
۴۲۷	۱۱-۹-۱- معماری سامانه پایش برخط سامانه چندعاملی
۴۳۰	۱۱-۹-۲- تشخیص خطا و عیب یابی مبتنی بر سامانه چندعامله یادگیرنده
۴۴۷	۱۱-۱۰- مسائل فصل یازدهم
۴۵۱	۱۱-۱۱- مراجع
۴۵۳	فصل دوازدهم: سامانه خبره
۴۵۳	۱۲-۱- مقدمه
۴۵۴	۱۲-۲- سامانه خبره
۴۵۷	۱۲-۳- سامانه خبره در مقایسه با انسان خبره
۴۵۷	۱۲-۳-۱- مزایای عمومی رایانه
۴۵۸	۱۲-۳-۲- مزایای انسان خبره
۴۵۸	۱۲-۳-۳- فواید سامانه خبره
۴۶۲	۱۲-۴- سامانه تصمیم یار
۴۶۲	۱۲-۴-۱- تفاوت بین سامانه خبره و سامانه تصمیم یار

۴۶۴	۵-۱۲- معماری سامانه‌های خبره
۴۶۵	۱-۵-۱۲- رابط کاربر
۴۶۵	۲-۵-۱۲- پایگاه دانش
۴۶۵	۳-۵-۱۲- مکانیزم استنتاج
۴۶۶	۴-۵-۱۲- مراحل تولید پایگاه دانش
۴۶۷	۵-۵-۱۲- اهمیت پایگاه دانش
۴۶۷	۶-۵-۱۲- روش‌های اخذ دانش
۴۶۹	۷-۵-۱۲- انواع ابزارهای اخذ دانش
۴۶۹	۸-۵-۱۲- روش‌های نمایش دانش
۴۷۲	۹-۵-۱۲- مهندسی دانش
۴۷۴	۱۰-۵-۱۲- مکانیزم‌های استنتاج از پایگاه دانش مبتنی بر قوانین
۴۷۶	۶-۱۲- مراحل طراحی و توسعه‌سازی سامانه‌های خبره
۴۷۸	۷-۱۲- ابزارهای دانش و توسعه سامانه‌های خبره
۴۷۹	۱-۷-۱۲- زبان‌های برنامه‌نویسی
۴۸۰	۲-۷-۱۲- پوسته‌ها
۴۸۱	۳-۷-۱۲- پوسته‌های اختصاصی و رابط‌های هوش مصنوعی
۴۸۲	۸-۱۲- نگهداری سامانه خبره
۴۸۳	۱-۸-۱۲- روش‌های نگهداری سامانه خبره
۴۸۴	۹-۱۲- کاربرد سامانه خبره
۴۸۷	۱۰-۱۲- سامانه خبره تحلیل‌گر نتایج آزمون تونل‌باد
۴۸۸	۱-۱۰-۱۲- مراحل آزمون در تونل‌باد
۴۹۲	۲-۱۰-۱۲- محدوده فعالیت سامانه‌های خبره تحلیل‌گر نتایج تونل‌باد
۴۹۴	۳-۱۰-۱۲- ساختار و اجزای سامانه خبره تحلیل‌گر
۴۹۷	۴-۱۰-۱۲- نحوه عملکرد سامانه خبره تحلیل‌گر
۵۰۰	۵-۱۰-۱۲- مراحل طراحی و تولید پایگاه دانش سامانه خبره تحلیل‌گر
۵۰۴	۶-۱۰-۱۲- سازوکار استنتاج سامانه خبره تحلیل‌گر
۵۱۱	۷-۱۰-۱۲- پوسته سامانه خبره تحلیل‌گر
۵۱۳	۸-۱۰-۱۲- تحلیل و ارزیابی
۵۱۶	۱۱-۱۲- مسائل فصل دوازدهم
۵۱۹	۱۲-۱۲- مراجع