

۱۸۲۲۱۷۹

داده کاوی کاربرد

(ویراست دوم)

نویسندگان:

دکتر مهرداد نیعی آباده

(عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس)

مهندس سینا محمودی

مهندس محدثه طهرپور

نیاز دانش

سرشناسنامه	: صنیعی آباذه، محمد، ۱۳۵۸
عنوان و نام پدیدآور	: داده‌کاوی کاربردی / نویسندگان محمد صنیعی آباذه، سینا محمودی، محدثه طاهرپرور.
وضعیت ویراست	: ویراست ۲.
مشخصات نشر	: تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۵۳۶ ص.: مصور (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی)، جدول (بخشی رنگی).
شابک	: 978-600-6481-75-3
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: داده‌کاوی
موضوع	: داده‌کاوی - نرم‌افزار
شناسنامه افزوده	: محمودی، سینا، ۱۳۶۳
شناسنامه افزوده	: طاهرپرور، محدثه، ۱۳۶۴
رده‌بندی کنگ	: ۱۳۹۳ ص ۹ ۵۲ QAV۶/۹/۵۲
رده‌بندی دبیری	: ۰۰۶/۳۱۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۴۴۰۲۰۰



نام کتاب	: داده‌کاوی کاربردی، ویراست دوم
نویسندگان	: محمد صنیعی آباذه، سینا محمودی، محدثه طاهرپرور
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	: حمیدرضا احمد شیرازی - مصطفی شمس
ناشر	: نیاز دانش
نوبت چاپ	: چهارم - ۱۳۹۸
شمارگان	: ۵۰۰
قیمت	: ۸۰۰۰۰۰ ریال همراه با DVD

شابک: ۳-۷۵-۶۴۸۱-۶۰۰-۹۷۸-۳ ISBN: 978-600-6481-75-3

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیهی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

آدرس انتشارات: تهران، میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، تقاطع وحید نظری، بلاک ۲۵۵، طبقه ۱، واحد ۲

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

تماس با انتشارات: ۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵-۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵-۰۶۶۴۷۸۱۰۸-۰۶۶۴۷۸۱۰۶-۰۲۱

www.Niaze-Danesh.com

مشاوره جهت نشر: ۰۲۱۰۶۷۰۹ - ۰۹۱۲

پیشگفتار

امروزه شاهد تولید حجم عظیمی از داده در دنیا هستیم. این حجم عظیم داده‌ها در سازمان‌ها، مراکز پزشکی و بیمارستانی، بانکی، بیمه‌ای، رسانه‌های مخابراتی، انرژی، حمل و نقل، بازرگانی، نظامی، امنیتی، سیاسی و غیره تولید می‌شوند. یکی از علوم بسیار استراتژیک که امروزه در دنیا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بی‌شک می‌توان نفوذ و پیشرفت روزافزون آن را در بسیاری از کاربردهای علمی و صنعتی مشاهده نمود، علم داده‌کاوی و کشف دانش است. این علم کاوش داده‌ها و استخراج دانش نهفته در آنهاست. دانش تولید شده را می‌توان در بدنه سیستم‌های پشتیبان تصمیم تعبیه نمود و از آن برای تصمیم‌گیری‌های کلیدی استفاده کرد.

حوزه‌های کاربردی علم داده‌کاوی به اندازه وسعت معنای لغوی داده، وسیع بوده و از تنوع بسیار بالایی برخوردار است. به عنوان نمونه می‌توان به حوزه‌های مالی (بانک، بیمه، بورس)، حوزه‌های پزشکی، آزمایشگاهی و بهداشتی، حوزه‌های سیاسی، اطلاعاتی، امنیتی و نظامی، حوزه‌های ارتباطاتی و مخابراتی، حوزه‌های بازاریابی و فروش اشاره نمود. برخی از کاربردهای داده‌کاوی در هر کدام از حوزه‌های مزبور عبارت است از:

- در حوزه‌های مالی:
 - تشخیص نظم حاکم بر تقلب‌های رخ داده در حوزه‌های بانکی، بیمه و بورس.
 - تعیین اعتبار مشتریان آینده جهت اعطای تسهیلات مالی با توجه به رکورد مشتریان گذشته.
 - پیش‌بینی تغییرات آینده در شاخص کلی و همچنین سهام شرکت‌های گوناگون در بورس اوراق بهادار.
 - پیش‌بینی خسارت‌های آتی در پرونده‌های بیمه‌ای.

• در حوزه‌های پزشکی، آزمایشگاهی و بهداشتی:

- کشف نظم حاکم بر داده‌های بیماری‌های مختلف و تولید سیستم‌های تصمیم‌های پزشکی قابل استفاده در بیمارستان‌ها، کلینیک‌ها و مراکز آموزش پزشکی.
- توصیف داده‌های پزشکی در راستای تولید دارو در مراکز آزمایشگاهی.
- تحلیل تخلف‌های پزشکی رخ داده در مراکز مختلف و تولید سیستم تشخیص‌دهنده تخلف.

• در حوزه‌های سیاسی، اطلاعاتی، امنیتی و نظامی:

- تحلیل داده‌های مربوط به کنگره‌ها، همایش‌ها و جلسات سیاسی و پیش‌بینی رفتار و رویکرد سیاسی کشورهای مختلف در شرایط گوناگون.
- باوش داده‌های جنگی و اتخاذ تصمیمات استراتژیک نظامی.
- تحلیل داده‌های پروژه‌های مختلف و تولید نظم حاکم بر استراتژی سازمان‌های اطلاعاتی که در آنها در رویدادهای گوناگون.

• در حوزه‌های ارتباطی و مخابراتی:

- تحلیل داده‌های تماس‌ها تلفنی و کشف نظم‌های حاکم بر آن‌ها.
- کاوش داده‌های تراکنش‌های مالی و استفاده از آن برای کشف سوء استفاده‌های آتی.
- تحلیل داده‌های مربوط به سنسورها، و برای‌های شبکه‌های مخابراتی و ارتباطاتی.

• در حوزه‌های بازاریابی و فروش:

- تحلیل داده‌های خرید مشتریان در فروشگاه‌ها و مراکز تجاری و کشف دانش نهفته در الگوهای رفتاری مشتریان.
- کاوش داده‌های مربوط به توزیع و پخش کالا در فضای گوناگون نظیر داده‌های مواد غذایی، پوشاک، بهداشتی و غیره.

این کتاب در دو بخش به طرح مباحث نظری و عملی داده‌کاوی می‌پردازد. در بخش اول که از چهار فصل تشکیل شده است، خواننده کتاب با مفاهیم نظری داده‌کاوی آشنا می‌شود. فصل اول به معرفی داده‌کاوی و کشف دانش پرداخته و تعاریف مقدماتی، اصول، الگوریتم‌ها و کاربردهای متنوع آن را ارائه می‌نماید. فصل دوم به مرحله نخست پردازشی در داده‌کاوی یعنی آماده‌سازی و پویش داده می‌پردازد. در این فصل خواننده با کلیه مراحل که داده را برای ارائه به مرحله بعدی یعنی یادگیری مدل آماده می‌نماید، آشنا می‌شود. در فصل سوم روش‌ها و رویکردهای مختلف یادگیری مدل در داده‌کاوی تشریح شده و الگوریتم‌های گوناگون دسته‌بندی، خوشه‌بندی و کاوش قوانین انجمنی ارائه می‌شوند. فصل چهارم به بررسی روش‌های متنوع ارزیابی مدل پرداخته و تحلیلی جامع در این زمینه ارائه می‌نماید. بخش دوم کتاب مربوط به فصولی است که از نگاهی عملی به آزمایش و ارزیابی روش‌ها، الگوریتم‌ها و رویکردهای مراحل مختلف داده‌کاوی که در بخش نخست کتاب بحث شده‌اند، می‌پردازد. فصل پنجم به تشریح ابزارها و نرم‌افزارهای مهم و مشهور داده‌کاوی پرداخته و از میان آنها نرم‌افزار

داده‌کاوی RapidMiner را به عنوان ابزار برتر داده‌کاوی در دنیا معرفی کرده و به شکلی عمیق‌تر بررسی می‌نماید. در فصل ششم مراحل سه‌گانه کاوش داده که در فصول دوم، سوم و چهارم تشریح شدند، با ذکر چندین مثال عملی به صورتی کاربردی ارائه می‌شود. نکته مهم و جالب توجهی که می‌بایست به آن اشاره نمود آن است که در ارائه فصل ششم توجه شده است که ترتیب مراحل و مطالب این فصل سنجیت کاملی با مطالب فصول دوم، سوم و چهارم کتاب داشته باشد به گونه‌ای که امکان مراجعه مستقیم خواننده محترم کتاب به مطالب عملی در فصل ششم پس از مطالعه مطالب نظری مرتبط در فصول بخش اول میسر باشد. در دو فصل آخر یعنی فصول هفتم و هشتم، لیست کاملی از عملگرهای دارای کاربرد فراوان نرم‌افزار RapidMiner به همراه توضیحات آن‌ها ارائه شده است. استفاده از مطالب مربوط به دو فصل مزبور برای خوانندگانی توصیه می‌شود که آشنایی بالایی با نرم‌افزار RapidMiner داشته و تنها قصد بررسی و درک عملکرد عملگر مورد نظر خود را دارند. به همین دلیل مطالب دو فصل انتهایی کتاب را می‌توان به نوعی مرجع عملگرهای نرم‌افزار RapidMiner دانست.

به یقین کتاب حاضر جای استقبال و خطا نیست. پس مزید امتنان است تلاش خوانندگانی که ما را از این اشکالات و خطاها از طریق ناشر مطلع می‌نمایند. در انتها امیدواریم که مطالب این کتاب بتواند بخشی کوچک از نیاز جامعه علمی و عملی کشور به علم داده‌کاوی را مورد توجه قرار داده و نیز بستر مناسبی را برای استفاده هر چه مؤثرتر از این علم برای خوانندگان محترم فراهم سازد.

مؤلفین

۱۳۹۳

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۷.....	بخش اول داده‌های نظری
۱۷.....	مقدمه
۱۹.....	فصل اول / معرفی داده‌های کاوش و کشف دانش
۱۹.....	۱-۱ مقدمه
۲۰.....	۲-۱ انگیزه‌های کاوش داد
۲۱.....	۱-۲-۱ انگیزه‌های تجاری
۲۳.....	۲-۲-۱ انگیزه‌های علمی
۲۴.....	۳-۱ چالش‌های داده‌کاوی
۲۴.....	۱-۳-۱ چالش‌های اولیه
۲۶.....	۲-۳-۱ چالش‌های ثانویه
۲۶.....	۴-۱ معرفی داده‌کاوی
۲۸.....	۱-۴-۱ منشأ علمی
۲۸.....	۲-۴-۱ مراحل داده‌کاوی
۲۹.....	۱-۲-۴-۱ آماده‌سازی داده
۳۰.....	۲-۲-۴-۱ یادگیری مدل
۳۰.....	۳-۲-۴-۱ ارزیابی و تفسیر مدل
۳۱.....	۵-۱ روش‌های یادگیری مدل در داده‌کاوی
۳۱.....	۱-۵-۱ روش‌های پیش‌بینی
۳۱.....	۱-۱-۵-۱ دسته‌بندی
۳۵.....	۲-۱-۵-۱ رگرسیون
۳۶.....	۳-۱-۵-۱ تشخیص انحراف
۳۶.....	۲-۵-۱ روش‌های توصیفی
۳۷.....	۱-۲-۵-۱ خوشه‌بندی
۳۹.....	۲-۲-۵-۱ کشف قوانین انجمنی
۴۱.....	۳-۲-۵-۱ کشف الگوهای ترتیبی
۴۲.....	۶-۱ خلاصه

۴۳ تمرین
۴۳ مراجع

۴۵ فصل دوم / آماده‌سازی و پویش داده

۴۵ ۱-۲ مقدمه

۴۶ ۲-۲ انواع داده

۴۶ ۱-۲-۲ بعد ویژگی

۴۸ ۲-۲-۲ بعد تعداد مقادیر

۴۸ ۳-۲-۲ بعد مجموعه داده

۴۹ ۱-۲-۲ داده‌های رکوردی

۵۱ ۲-۱ ۲-۲ داده‌های گرافی

۵۱ ۳-۳-۲ داده‌های ترتیبی

۵۲ ۳-۲ آماده‌سازی داده

۵۲ ۱-۳-۲ استخراج داده

۵۲ ۱-۱-۳-۲ جمع‌آوری داده

۵۳ ۲-۱-۳-۲ انتخاب داده

۵۳ ۲-۳-۲ پیش‌پردازش داده

۵۳ ۱-۲-۳-۲ پاک‌سازی داده

۵۶ ۲-۲-۳-۲ انتخاب زیرمجموعه ویژگی

۵۷ ۳-۲-۳-۲ فیلترینگ نمونه‌ها

۵۸ ۴-۲-۳-۲ نمونه‌برداری

۶۰ ۵-۲-۳-۲ تبدیل داده

۶۰ ۶-۲-۳-۲ گسسته‌سازی

۶۱ ۷-۲-۳-۲ کاهش ابعاد

۶۲ ۸-۲-۳-۲ انبوهش داده

۶۳ ۹-۲-۳-۲ خلق ویژگی

۶۴ ۴-۲ پویش داده

۶۶ ۱-۴-۲ آمارهای کلان

۶۸ ۲-۴-۲ مصورسازی داده

۶۸ ۱-۲-۴-۲ هیستوگرام

۷۰ ۲-۲-۴-۲ نمودار جعبه‌ای

۷۱ ۳-۲-۴-۲ نمودار پراکندگی

۷۲ ۴-۲-۴-۲ نمودار بدنه‌ای

۷۳ ۵-۲-۴-۲ نمودارهای ماتریسی

۷۵ ۶-۲-۴-۲ نمودار مختصات‌های موازی

۷۶	..... ۷-۲-۴-۲ نمودار ستاره‌ای
۷۷	..... ۸-۲-۴-۲ صورتک‌های چرنف
۷۷	..... ۳-۴-۲ پردازش تحلیلی بر خط
۸۰	..... ۵-۲ خلاصه
۸۱	..... تمرین
۸۳	..... مراجع

فصل سوم / یادگیری مدل ۸۵

۸۵	..... ۱-۳ مقدمه
۸۵	..... ۲-۳ دسته‌بندی
۸۵	..... ۱-۲-۳ مفاهیم اصلی
۸۸	..... ۲-۲-۳ درخت تصمیم
۱۰۵	..... ۳-۲-۳ دسته‌بندهای مبتنی بر دایره
۱۱۵	..... ۴-۲-۳ استدلال مبتنی بر حالت
۱۱۸	..... ۵-۲-۳ الگوریتم مبتنی بر صربه
۱۲۲	..... ۶-۲-۳ شبکه‌های عصبی
۱۲۳	..... ۷-۲-۳ ماشین بردار پشتیبان
۱۲۷	..... ۸-۲-۳ روش‌های تجمیعی
۱۳۰	..... ۹-۲-۳ مسائل چند دسته‌ای
۱۳۱	..... ۱۰-۲-۳ یادگیری دسته‌های نامتعادل
۱۳۲	..... ۳-۳ خوشه‌بندی
۱۳۳	..... ۱-۳-۳ مفاهیم اصلی
۱۳۸	..... ۲-۳-۳ خوشه‌بندی افرازی
۱۳۹	..... ۱-۲-۳-۳ الگوریتم خوشه‌بندی K-Means
۱۴۶	..... ۲-۲-۳-۳ الگوریتم خوشه‌بندی K-Medoids
۱۴۶	..... ۳-۲-۳-۳ الگوریتم خوشه‌بندی Bisecting K-Means
۱۴۷	..... ۴-۲-۳-۳ الگوریتم خوشه‌بندی Fuzzy C-Means
۱۴۸	..... ۳-۳-۳ خوشه‌بندی سلسله مراتبی
۱۴۹	..... ۱-۳-۳-۳ روش خوشه‌بندی تجمعی
۱۵۲	..... ۲-۳-۳-۳ روش خوشه‌بندی تقسیمی
۱۵۴	..... ۴-۳-۳ خوشه‌بندی مبتنی بر چگالی
۱۵۸	..... ۴-۳ کشف قوانین انجمنی
۱۵۸	..... ۱-۴-۳ مفاهیم اصلی
۱۶۳	..... ۲-۴-۳ تولید مجموعه اشیاء مکرر
۱۶۳	..... ۱-۲-۴-۳ Apriori الگوریتم
۱۶۸	..... ۲-۲-۴-۳ FP-Growth الگوریتم

۱۷۰	..... ۳-۴-۳ تولید قانون
۱۷۲	..... ۳-۵ خلاصه
۱۷۲	..... تمرین
۱۸۰	..... مراجع
۱۸۱	..... فصل چهارم / ارزیابی و تفسیر مدل
۱۸۱	..... ۱-۴ مقدمه
۱۸۱	..... ۲-۴ ارزیابی الگوریتم‌های دسته‌بندی
۱۸۱	..... ۱-۲-۴ معیارهای ارزیابی الگوریتم‌های دسته‌بندی
۱۹۰	..... ۲-۲-۴ روش‌های ارزیابی الگوریتم‌های دسته‌بندی
۱۹۱	..... ۲-۱-۱ روش Holdout
۱۹۱	..... ۲-۲-۲-۴ روش Random Subsampling
۱۹۲	..... ۳-۲-۲-۴ روش Cross-Validation
۱۹۳	..... ۴-۲-۲-۴ روش Bootstrap
۱۹۳	..... ۳-۴ ارزیابی الگوریتم‌های دسته‌بندی
۱۹۳	..... ۱-۳-۴ معیارهای ارزیابی بدون تمرین
۱۹۹	..... ۲-۳-۴ معیارهای ارزیابی با نظرات
۲۰۱	..... ۴-۴ ارزیابی الگوریتم‌های کشف قوانین
۲۰۸	..... ۵-۴ تفسیر مدل
۲۰۸	..... ۶-۴ خلاصه
۲۰۹	..... تمرین
۲۱۱	..... مراجع
۲۱۳	..... بخش دوم: داده‌کاوی عملی
۲۱۵	..... فصل پنجم / معرفی ابزار برتر داده‌کاوی RapidMiner
۲۱۵	..... ۱-۵ مقدمه
۲۱۵	..... ۲-۵ انواع ابزارهای داده‌کاوی
۲۱۶	..... ۱-۲-۵ ابزارهای با مجوز تجاری
۲۱۹	..... ۲-۲-۵ ابزارهای متن باز
۲۲۱	..... ۳-۵ مقایسه ابزارهای مختلف
۲۲۵	..... ۴-۵ ابزار داده‌کاوی RapidMiner
۲۲۵	..... ۱-۴-۵ طراحی پردازش تحلیلی با RapidMiner
۲۲۶	..... ۱-۴-۵ عملکرد و انعطاف پذیری
۲۲۸	..... ۲-۴-۵ مقیاس پذیری
۲۲۹	..... ۲-۴-۵ فرمت داده ورودی

۲۳۰	۵-۵ آشنایی با محیط RapidMiner
۲۳۰	۱-۵-۵ نصب نرم‌افزار و تعیین مخزن ابتدایی
۲۳۱	۱-۱-۵-۵ دورنماها و دیدها
۲۳۷	۲-۱-۵-۵ طراحی یک دورنما
۲۳۸	۳-۱-۵-۵ عملگرها و دید مخزن
۲۴۱	۴-۱-۵-۵ دید پردازش‌ها
۲۴۲	۵-۱-۵-۵ عملگرها و پردازش‌ها
۲۵۲	۶-۱-۵-۵ انتخاب‌های دیگر دید پردازش
۲۵۳	۷-۱-۵-۵ دید پارامترها
۲۵۵	۸-۱-۵-۵ دید راهنمایی و نظرها
۲۵۵	۹-۱-۵-۵ دید نظرات
۲۵۶	۱۰-۱-۵-۵ دید مرور کار
۲۵۷	۱۱-۱-۵-۵ دید مشکلات و نوشت
۲۶۰	۲-۵-۵ اجرای پردازش‌ها در RapidMiner
۲۶۰	۱-۲-۵-۵ ایجاد یک فرآیند جدید
۲۶۳	۲-۲-۵-۵ اولین پردازش تحلیلی
۲۷۴	۳-۲-۵-۵ اجرای پردازش‌ها
۲۷۶	۱-۳-۲-۵-۵ نگاهی به نتایج حاصله
۲۷۷	۲-۳-۲-۵-۵ نقاط شکست
۲۷۹	۳-۵-۵ نمایش داده‌ها و نتایج
۲۸۰	۱-۳-۵-۵ System Monitor
۲۸۱	۲-۳-۵-۵ نمایش نتایج
۲۸۲	۱-۲-۳-۵-۵ روش‌های نمایش نتایج
۲۸۴	۳-۳-۵-۵ کپی داده‌ها و دیدها
۲۸۵	۴-۳-۵-۵ قالب‌های نمایش
۲۸۵	۱-۴-۳-۵-۵ متن
۲۸۶	۲-۴-۳-۵-۵ جدول‌ها
۲۹۷	۴-۵-۵ مدیریت داده: مخزن
۲۹۷	۱-۴-۵-۵ مخزن نرم‌افزار RapidMiner
۲۹۹	۲-۴-۵-۵ ایجاد یک مخزن جدید
۲۹۹	۳-۴-۵-۵ استفاده از مخزن
۳۰۰	۱-۳-۴-۵-۵ پردازش و توصیفات مخزن وابسته به آن پردازش
۳۰۱	۴-۴-۵-۵ وارد کردن انواع عناصر داده‌ای به داخل مخزن
۳۰۱	۱-۴-۴-۵-۵ وارد کردن مجموعه داده با کمک ویزاردها

۳۰۲	..... ۲-۴-۵-۵ ذخیره داده در مخزن با استفاده از عملگر Store
۳۰۳	..... ۳-۴-۵-۵ وارد کردن فرمت‌های دیگر با استفاده از عملگرها
۳۰۴	..... ۴-۴-۵-۵ ذخیره عناصر داده‌ای با استفاده از دید نتیجه یا دید پردازش
۳۰۵	..... ۵-۴-۵-۵ مدیریت و دسترسی به مخزن
۳۰۶	..... ۶-۴-۵-۵ پردازش زمینه
۳۰۷	..... ۷-۴-۵-۵ داده و فراداده
۳۰۹	..... ۸-۴-۵-۵ انتشار فراداده از مخزن و در طول پردازش
۳۱۱	..... ۶-۵ خلاصه
۳۱۱	..... تمرین
۳۱۱	..... مراجع

۳۱۳ فصل ششم / داده‌کاوی با RapidMiner

۳۱۳	..... ۱-۶ مقدمه
۳۱۵	..... ۲-۶ پیش‌پردازش داده در RapidMiner
۳۱۵	..... ۱-۲-۶ انواع داده در RapidMiner
۳۱۶	..... ۲-۲-۶ آماده‌سازی داده
۳۱۷	..... ۱-۲-۲-۶ بارگذاری داده
۳۱۷	..... ۱-۲-۲-۶ داده استخراج شده
۳۲۳	..... ۲-۲-۲-۶ داده مجازی
۳۲۵	..... ۲-۲-۲-۶ پیش‌پردازش داده
۳۲۵	..... ۱-۲-۲-۲-۶ پاک‌سازی داده
۳۳۰	..... ۲-۲-۲-۲-۶ انتخاب زیرمجموعه ویژگی
۳۳۳	..... ۳-۲-۲-۲-۶ فیلترینگ نمونه‌ها
۳۳۵	..... ۴-۲-۲-۲-۶ نمونه‌برداری
۳۳۷	..... ۵-۲-۲-۲-۶ تبدیل داده
۳۴۱	..... ۶-۲-۲-۲-۶ گسسته‌سازی
۳۴۵	..... ۷-۲-۲-۲-۶ کاهش ابعاد
۳۴۷	..... ۸-۲-۲-۲-۶ انبوهش داده
۳۵۱	..... ۹-۲-۲-۲-۶ خلق ویژگی
۳۵۴	..... ۳-۲-۶ مصورسازی داده
۳۶۰	..... ۳-۶ یادگیری مدل در RapidMiner
۳۶۰	..... ۱-۳-۶ دسته‌بندی
۳۶۰	..... ۱-۱-۳-۶ الگوریتم C4.5
۳۶۰	..... ۱-۱-۳-۶ آماده‌سازی یادگیری درخت تصمیم
۳۶۵	..... ۲-۱-۳-۶ تنظیم پارامترهای درخت تصمیم C4.5

۳۷۰	..... ۳-۱-۱-۳-۶ داده کاوی پنجره‌ای
۳۷۱	..... ۲-۱-۳-۶ روش‌های تجمیعی
۳۷۲	..... ۳-۱-۳-۶ مسائل چند دسته‌ای
۳۷۵	..... ۴-۱-۳-۶ معیارهای ارزیابی یادگیری دسته‌ها
۳۷۶	..... ۵-۱-۳-۶ یادگیری دسته‌های نامتعادل
۳۸۰	..... ۲-۳-۶ خوشه‌بندی
۳۸۰	..... K-Means ۱-۲-۳-۶ الگوریتم
۳۸۳	..... ۳-۳-۶ کشف قوانین انجمنی
۳۸۳	..... FP-Growth ۱-۱-۳-۶ الگوریتم
۳۸۴	..... ۳-۳-۶ تولید قانون
۳۸۶	..... ۴-۶ ارزیابی و تفسیر مدل RapidMiner
۳۸۶	..... ۱-۴-۶ ارزیابی الگوریتم‌های دسته‌بندی
۳۸۸	..... ۲-۴-۶ ارزیابی الگوریتم‌های خوشه‌بندی
۳۹۰	..... ۳-۴-۶ ارزیابی الگوریتم‌های کشف قوانین انجمنی
۳۹۰	..... ۵-۶ خلاصه
۳۹۱	..... تمرین
۳۹۲	..... مراجع

فصل هفتم / عملگرهای مقدماتی نرم‌افزار Rapid Miner ۳۹۳

۳۹۳	..... ۱-۷ مقدمه
۳۹۴	..... ۲-۷ عملگرهای مقدماتی
۳۹۴	..... ۱-۲-۷ عملگرهای کنترل پردازش
۳۹۴	..... ۱-۱-۲-۷ پارامترها
۴۰۱	..... ۲-۱-۲-۷ چرخه
۴۱۰	..... ۳-۱-۲-۷ انشعاب
۴۱۳	..... ۴-۱-۲-۷ عملیات مجموعه‌ای روی ورودی‌های جداگانه
۴۱۶	..... ۵-۱-۲-۷ سایر عملگرهای کنترل پردازش
۴۱۸	..... ۲-۲-۷ عملگرهای ابزاری
۴۱۸	..... ۱-۲-۲-۷ عملگرهای خلق داده
۴۲۰	..... ۲-۲-۲-۷ سایر عملگرها
۴۲۱	..... ۳-۲-۷ عملگرهای مخزنی
۴۲۱	..... Retrieve ۱-۳-۲-۷
۴۲۳	..... Store ۲-۳-۲-۷
۴۲۳	..... ۴-۲-۷ عملگرهای بارگذاری کننده انواع داده
۴۲۳	..... ۱-۴-۲-۷ عملگرهای خواندن فایل‌های داده‌ای

۴۴۵	.....	Read URL	۱-۱-۴-۲-۷
۴۴۶	.....	عملگرهای خواندن مدل	۲-۴-۲-۷
۴۴۷	.....	عملگرهای خواندن ویژگی	۳-۴-۲-۷
۴۴۹	.....	عملگرهای خواندن نتیجه	۴-۴-۲-۷
۴۴۹	.....	سایر عملگرهای خواندن	۵-۴-۲-۷
۴۵۱	.....	عملگرهای ذخیره کننده انواع داده	۵-۲-۷
۴۵۱	.....	عملگرهای ذخیره فایل‌های داده‌ای	۱-۵-۲-۷
۴۶۲	.....	عملگرهای ذخیره کردن مدل	۲-۵-۲-۷
۴۶۳	.....	عملگرهای ذخیره کردن ویژگی	۳-۵-۲-۷
۴۶۵	.....	عملگرهای ذخیره کردن نتیجه	۴-۵-۱-۷
۴۶۶	.....	سایر عملگرهای ذخیره‌سازی	۵-۵-۱-۷
۴۶۹	.....	خلاصه	۳-۷
۴۶۹	.....	تمرین	
۴۶۹	.....	مراجع	

فصل هشتم / عملگرهای کار با داده نرم‌افزار RapidMiner

۴۷۱	.....	مقدمه	۱-۸
۴۷۱	.....	آماده‌سازی داده	۲-۸
۴۷۲	.....	عملگرهای تغییر نام و نقش داده	۱-۲-۸
۴۷۲	.....	Set Role	۱-۱-۲-۸
۴۷۳	.....	Exchange Role	۲-۱-۲-۸
۴۷۳	.....	Rename	۳-۱-۲-۸
۴۷۳	.....	Rename by Replacing	۴-۱-۲-۸
۴۷۴	.....	Rename by Generic Names	۵-۱-۲-۸
۴۷۴	.....	Rename by Constructions	۶-۱-۲-۸
۴۷۴	.....	Rename by Example Values	۷-۱-۲-۸
۴۷۵	.....	عملگرهای تغییر نوع داده	۲-۲-۸
۴۷۵	.....	عملگرهای گسسته‌سازی	۱-۲-۲-۸
۴۷۸	.....	عملگرهای تغییر نوع	۲-۲-۲-۸
۴۷۹	.....	عملگرهای تبدیل و کاهش مجموعه ویژگی‌ها	۳-۲-۸
۴۸۰	.....	Generation بخش	۱-۳-۲-۸
۴۸۴	.....	Transformation بخش	۲-۳-۲-۸
۴۸۶	.....	Selection بخش	۳-۳-۲-۸
۴۹۲	.....	عملگرهای دست‌کاری مقادیر	۴-۲-۸
۴۹۲	.....	Normalize	۱-۴-۲-۸

۴۹۲	.....De-Normalize ۲-۴-۲-۸
۴۹۲	..... Map ۳-۴-۲-۸
۴۹۳	..... Set data ۴-۴-۲-۸
۴۹۳	..... عملگرهای پاک‌سازی داده ۵-۲-۸
۴۹۳	..... عملگرهای شناسایی داده‌های پرت ۱-۵-۲-۸
۴۹۴	..... عملگرهای جایگزینی مقادیر از دست رفته ۲-۵-۲-۸
۴۹۵	..... عملگرهای فیلترینگ ۶-۲-۸
۴۹۶	..... عملگرهای نمونه‌برداری ۱-۶-۲-۸
۴۹۸	..... سایر عملگرهای فیلترینگ ۲-۶-۲-۸
۴۹۹	..... عملگرهای مرتب‌سازی داده‌ها ۷-۲-۸
۵۰۰	..... Sort ۷-۲-۸
۵۰۰	..... Sort by Pareto Rank ۲-۷-۲-۸
۵۰۰	..... Shuffle ۳-۷-۲-۸
۵۰۰	..... عملگرهای انبوه‌سازی داده ۸-۲-۸
۵۰۱	..... Aggregate ۱-۸-۲-۸
۵۰۲	..... عملگرهای عملیات مجدد ۹-۲-۸
۵۰۲	..... Append ۱-۹-۲-۸
۵۰۲	..... Join ۲-۹-۲-۸
۵۰۲	..... Set Minus ۳-۹-۲-۸
۵۰۳	..... Intersect ۴-۹-۲-۸
۵۰۳	..... Union ۵-۹-۲-۸
۵۰۳	..... Superset ۶-۹-۲-۸
۵۰۴	..... Cartesian Product ۷-۹-۲-۸
۵۰۴	..... RapidMiner عملگرهای مدل‌سازی در نرم‌افزار ۳-۸
۵۰۵	..... دسته‌بندی و رگرسیون ۱-۳-۳-۸
۵۰۵	..... ۱-۱-۳-۳-۸ استنتاج‌های درختی
۵۰۸	..... ۲-۱-۳-۳-۸ استنتاج مبتنی بر قوانین
۵۱۰	..... ۳-۱-۳-۳-۸ روش‌های مدل‌سازی Lazy
۵۱۱	..... ۴-۱-۳-۳-۸ مدل‌سازی Bayesian
۵۱۳	..... ۵-۱-۳-۳-۸ آموزش دسته‌بندهای شبکه‌های عصبی مصنوعی
۵۱۵	..... ۶-۱-۳-۳-۸ مدل‌سازی ماشین بردار پشتیبان
۵۱۷	..... ۷-۱-۳-۳-۸ مدل‌سازی Meta
۵۱۹	..... ۸-۱-۳-۳-۸ عملگرهای رگرسیون
۵۲۱	..... ۲-۳-۳-۸ وزن‌دهی ویژگی‌ها
۵۲۱	..... Weight by Information Gain ۱-۲-۳-۳-۸

۵۲۲	..... Weight by Rule ۲-۲-۳-۸
۵۲۲	..... Weight by Value Average ۳-۲-۳-۸
۵۲۲	..... Weight by Deviation ۴-۲-۳-۸
۵۲۳	..... Weight by Chi Squared Statistic ۵-۲-۳-۸
۵۲۳	..... Weight by Tree Importance ۶-۲-۳-۸
۵۲۳	..... Weight by User Specification ۷-۲-۳-۸
۵۲۴	..... Data to Weight ۸-۲-۳-۸
۵۲۴	..... Weight to data ۹-۲-۳-۸
۵۲۴	..... خردبندی و قطعه‌بندی ۱-۳-۸
۵۲۴	..... K-Means ۱-۳-۳-۸
۵۲۵	..... K-Means (Iterative) ۲-۲-۳-۸
۵۲۵	..... K-Medoids ۲-۳-۳-۸
۵۲۵	..... کاوش مجموعه‌های آنتی‌کامپلکس ۴-۳-۸
۵۲۵	..... FP-growth ۱-۴-۳-۸
۵۲۶	..... Association rules ۲-۴-۳-۸
۵۲۶	..... عملگرهای اعمال مدل ریاضی ۵-۳-۸
۵۲۶	..... Apply Model ۱-۵-۳-۸
۵۲۷	..... RapidMiner ۴-۸ عملگرهای ارزیابی و تفسیر مدل در نرم‌افزار
۵۲۷	..... ۱-۴-۸ الگوریتم‌های ارزیابی دسته‌بندی
۵۲۷	..... Split Validation ۱-۱-۴-۸
۵۲۸	..... X-validation ۲-۱-۴-۸
۵۲۸	..... Bootstrapping validation ۳-۱-۴-۸
۵۲۹	..... ۲-۴-۸ عملگرهای ارزیابی الگوریتم‌های خوشه‌بندی
۵۲۹	..... Map Clustering on Label ۱-۲-۴-۸
۵۲۹	..... cluster distance performance ۲-۲-۴-۸
۵۳۰	..... ۳-۴-۸ سایر عملگرهای ارزیابی و تفسیر مدل
۵۳۰	..... Performance ۱-۳-۴-۸
۵۳۰	..... Performance(User-Based) ۲-۳-۴-۸
۵۳۱	..... Performance classification ۲-۳-۴-۸
۵۳۱	..... ۵-۸ خلاصه
۵۳۲	..... تمرین
۵۳۲	..... مراجع
۵۳۳	..... واژه‌نامه