

مبانی و کاربرد نظریه فازی

تألیف

دکتر فریدرک موسوی مدنی

عضو هیئت علمی دانشگاه الزهراء (س)



انتشارات دانشگاه الزهراء (س)

شماره کتابخانه ملی ۴۳۷۶۱



کلیه‌ی حقوق برای دانشگاه الزهراء (س) محفوظ است.

فهرست مطالب

۱۵	پیش‌گفتار
۱۷	فصل اول: دیباچه
۱۹	۱-۱ مقدمه
۲۰	۲-۱ اطلاعات، عدم قطعیت و پیچیدگی
۲۱	۳-۱ زبان و ابهام
۲۲	۴-۱ موردی برای عدم دقت
۲۲	۵-۱ ظهور تئوری مجموعه‌های فازی
۲۳	۶-۱ زمینه‌های کاربرد سیستم‌های فازی
۲۳	۷-۱ تاریخچه‌ای مختصر از مجموعه‌های فازی
۲۴	۸-۱ تئوری مجموعه‌های فازی در تقابل با تئوری احتمالات
۲۵	۹-۱ مجموعه‌های فازی و توابع عضویت
۲۶	۱۰-۱ نقاط و مجموعه‌های چند بعدی

۲۶	۱۱-۱ نظریه فازی
۲۷	۱-۱۱-۱ ریاضیات فازی
۲۷	۲-۱۱-۱ منطق فازی
۲۷	۳-۱۱-۱ سیستم‌های فازی
۲۹	۴-۱۱-۱ تصمیم‌گیری فازی
۳۰	۵-۱۱-۱ هوش مصنوعی و رباتیک
۳۰	۱۲-۱ مباحث فازی چگونه به کار گرفته می‌شود؟
۳۱	۳-۱ ذخیره فصل

فصل دوم: مبانی ریاضی کلاسیک و مجموعه‌های فازی

۳۵	۱-۲ مجموعه‌های کلاسیک
۳۵	۱-۱-۲ مقدمه
۳۵	۲-۱-۲ تعریف مجموعه‌های کلاسیک
۳۶	۳-۱-۲ روابط بین مجموعه‌ها
۳۷	۴-۱-۲ عضویت
۳۷	۵-۱-۲ عملیات روی مجموعه‌های کلاسیک
۳۹	۶-۱-۲ ویژگی‌های مجموعه‌های کلاسیک
۴۲	۷-۱-۲ نگاشت مجموعه‌های کلاسیک به تابع مشخصه
۴۳	۲-۲ مجموعه‌های فازی
۴۴	۱-۲-۲ عملیات روی مجموعه‌های فازی
۵۳	۲-۲-۲ ویژگی‌های عملیات روی مجموعه‌های فازی
۵۵	۳-۲-۲ تعاریف پایه‌ای
۵۷	۴-۲-۲ برش آلفا در مجموعه‌های فازی
۵۹	۵-۲-۲ برش آلفا از طریق شکل توابع عضویت در مجموعه‌های فازی
۶۰	۶-۲-۲ مجموعه فازی محدب
۶۱	۷-۲-۲ کاردینالیتی یک مجموعه فازی

۶۱	۸-۲-۲ کاردینالیتی نسبی یک مجموعه فازی
۶۲	۹-۲-۲ بررسی قوانین نقیض در فازی
۶۳	۱۰-۲-۲ گسترش مفاهیم مجموعه‌های فازی
۶۴	۳-۲-۳ خلاصه فصل
۶۵	تمرینات فصل

فصل ۳: روابط کلاسیک و روابط فازی

۷۱	۱-۳ روابط کلاسیک
۷۱	۱-۱-۳ مقدمه
۷۱	۲-۱-۳ ضرب دکارتی
۷۱	۳-۱-۳ تعریف روابط کلاسیک
۷۴	۴-۱-۳ روابط کلاسیک جهانی پیرشته
۷۴	۵-۱-۳ چگونگی نمایش روابط
۷۶	۶-۱-۳ کاردینالیتی روابط کلاسیک
۷۷	۷-۱-۳ عملیات در روابط کلاسیک
۷۸	۸-۱-۳ ویژگی‌های روابط کلاسیک
۷۹	۲-۳ روابط فازی
۸۰	۱-۲-۳ کاردینالیتی روابط فازی
۸۰	۲-۲-۳ عملیات در روابط فازی
۸۲	۳-۲-۳ تصاویر روابط فازی
۸۳	۴-۲-۳ ضرب دکارتی فازی و فرمول‌بندی
۸۴	۵-۲-۳ ویژگی‌های روابط فازی
۸۵	۶-۲-۳ ترکیب روابط فازی
۹۰	۷-۲-۳ برش آلفا در روابط فازی
۹۱	۸-۲-۳ تقارن روابط فازی نسبت به خط $y=x$
۹۲	۹-۲-۳ انعکاس و انتقال در روابط فازی

۹۴ ۳-۳- خلاصه فصل

۹۵ تمرینات فصل

۹۹ فصل چهارم: عملیات ریاضی در مجموعه‌های فازی

۱۰۱ ۱-۴ مقدمه

۱۰۱ ۲-۴ مفهوم اعداد فازی و بازه‌های فازی

۱۰۱ ۲-۴ تعریف اعداد و بازه‌های فازی

۱۰۲ ۲-۴ اعداد و بازه‌های فازی نوع $L-R$ خطی، نمایی، توان‌دار و کسری

۱۰۴ ۲-۴ نمایش اختصاص اعداد و بازه‌های فازی

۱۰۴ ۳-۴ عملیات روی اعداد فازی

۱۰۴ ۱-۳-۴ عملیات روی بازه فازی

۱۰۶ ۲-۳-۴ بازه برش آلفا

۱۰۸ ۳-۳-۴ عملیات حسابی، حداقل و حداکثر فازی

۱۱۵ ۴-۴ عدد فازی مثلثی

۱۱۶ ۱-۴-۴ عملیات روی عدد فازی مثلثی

۱۱۹ ۲-۴-۴ عملیات راجع روی عدد فازی مثلثی

۱۲۱ ۳-۴-۴ تقریبی از عدد فازی مثلثی

۱۲۳ ۵-۴ انواع دیگر اعداد فازی

۱۲۳ ۱-۵-۴ عدد فازی دوزنقه‌ای

۱۲۴ ۲-۵-۴ عدد فازی زنگوله‌ای

۱۲۵ ۶-۴ معادلات فازی و روش‌های حل آن‌ها

۱۲۵ ۱-۶-۴ تعریف توابع کلاسیک و نمایش نگاشت آن‌ها

۱۲۶ ۲-۶-۴ نگاشت کلاسیک با دامنه و برد فازی

۱۲۷ ۳-۶-۴ نگاشت فازی با دامنه غیر فازی و برد فازی

۱۲۸ ۴-۶-۴ معادله فازی جمع و ضرب

۱۲۹	۴-۶-۵ حل معادلات بازهای حاصل از برش α
۱۳۱	۴-۷ خلاصه فصل
۱۳۲	تمرینات فصل

۱۳۵ فصل پنجم: ویژگی‌های توابع عضویت فازی، فازی‌سازی و دفازی‌سازی

۱۳۷	۵-۱ مقدمه
۱۳۷	۵-۲ سیس‌های توابع عضویت
۱۴۰	۵-۳ تکنیک‌های مستقیم و غیر مستقیم ایجاد توابع عضویت
۱۴۲	۵-۴ معرفی توابع عضویت و کاربرد
۱۴۵	۵-۵ دفازی‌سازی مجزیه فازی به کلاسیک
۱۴۸	۵-۶ خواص برش α برای رابط فازی
۱۴۹	۵-۷ دفازی‌سازی مجموعه فازی به اسکالر
۱۵۰	۵-۷-۱ ماکزیمم عضویت
۱۵۱	۵-۷-۲ مرکز ثقل
۱۵۱	۵-۷-۳ میانگین موزون
۱۵۲	۵-۷-۴ میانگین ماکزیمم عضویت
۱۵۹	۵-۷-۵ مرکز مجموعه‌ها
۱۶۱	۵-۷-۶ مرکز بزرگترین ناحیه
۱۶۱	۵-۷-۷ اولین یا آخرین ماکزیمم
۱۶۶	۵-۸ خلاصه فصل
۱۶۷	تمرینات فصل

۱۷۱ فصل ششم: توسعه توابع عضویت

۱۷۳	۶-۱ مقدمه
-----	-----------

۱۷۳	۶-۲ تعیین درجه عضویت
۱۷۴	۶-۲-۱ شهود
۱۷۴	۶-۲-۲ استنتاج
۱۷۸	۶-۲-۳ رتبه‌بندی
۱۷۹	۶-۲-۴ شبکه‌های عصبی
۲۰۳	۶-۳ خلاصه فصل
۲۰۳	تمرینات فصل

فصل هفتم: اصول سیستم‌های فازی

۲۰۹	۷-۱ مقدمه
۲۰۹	۷-۲ منطق کلاسیک
۲۱۲	۷-۲-۱ توابع منطق
۲۱۴	۷-۲-۲ رابط‌های منطقی
۲۲۱	۷-۲-۳ همانگویی
۲۲۴	۷-۲-۴ تناقض
۲۲۵	۷-۲-۵ هم‌ارزی
۲۲۶	۷-۲-۶ «یا»ی انحصاری و نقیض «یا»ی انحصاری
۲۲۷	۷-۲-۷ اثبات‌های منطقی
۲۲۹	۷-۲-۸ استدلال استقرایی (قیاسی)
۲۳۱	۷-۳ منطق فازی
۲۳۴	۷-۳-۱ عملیات در بیان فازی
۲۳۷	۷-۳-۲ استدلال تقریبی
۲۴۰	۷-۳-۳ فرم‌های دیگر عملیات استلزام
۲۴۲	۷-۴ سیستم‌های فازی
۲۴۲	۷-۴-۱ زبان طبیعی
۲۴۲	۷-۴-۲ متغیرهای زبانی

۲۴۵	۳-۴-۷ تعديلات زباني
۲۴۹	۴-۴-۷ سيستم‌هاي فاري مبتني بر قواعد
۲۵۲	۵-۷ خلاصه فصل
۲۵۳	تمرينات فصل

۲۵۵	فصل هشتم: استنتاج فاري
۲۵۷	۱-۸ مقدمه
۲۵۷	۲-۸ تركيب قوانين
۲۵۷	۱-۲-۸ تركيب روابط فاري
۲۶۰	۳-۸ قوانين فاري و استنتاج
۲۶۰	۱-۳-۸ قوانين اگر- آنگاه
۲۶۰	۲-۳-۸ استلزام هاي فاري
۲۶۴	۴-۸ مكانيسم استنتاج
۲۶۴	۱-۴-۸ تجزيه پايگاه قوانين
۲۶۵	۲-۴-۸ پايگاه قانون دو ورودی / تک خروجی
۲۶۶	۳-۴-۸ قانون تركيبی استنتاج
۲۷۰	۴-۴-۸ استنتاج فاري با پايگاه قواعد
۲۷۹	۵-۸ روش‌هاي استنتاج
۲۸۱	۱-۵-۸ روش ممدنی
۲۸۴	۲-۵-۸ روش لارسن
۲۸۷	۳-۵-۸ روش سوکاموتو
۲۸۸	۴-۵-۸ روش تاکاگی - سوگنو-کانگ
۲۹۱	خلاصه فصل
۲۹۱	تمرينات فصل

فصل نهم: روش‌های خودکار برای سیستم‌های فازی

۲۹۵

۲۹۷

۱-۹ مقدمه

۲۹۸

۲-۹ توابع عضویت استاندارد

۲۹۸

۱-۲-۹ تابع عضویت مثلثی

۲۹۹

۲-۲-۹ تابع عضویت دوزنقه‌ای

۲۹۹

۳-۲-۹ تابع عضویت گوسی

۳۰۰

۴-۲-۹ تابع عضویت زنگوله‌ای

۳۰۰

۵-۲-۹ تابع عضویت سیگموئیدال

۳۰۱

۳-۹ روش‌های خودکار برای سیستم‌های فازی

۳۰۶

۱-۳-۹ الگوریتم LSS

۳۱۴

۲-۳-۹ الگوریتم LLS

۳۲۰

۳-۳-۹ روش گردایان

۳۳۱

۴-۳-۹ روش خوشه‌بندی نزدیکترین هم‌یگی

۳۳۵

۵-۳-۹ روش یادگیری از طریق مثال

۳۴۱

۶-۳-۹ یادگیری از طریق مثال اصلاح شده

۳۴۷

۴-۹ خلاصه فصل

۳۴۷

تمرینات فصل

۳۴۹

فصل دهم: تصمیم‌گیری با اطلاعات فازی

۳۵۱

۱-۱۰ مقدمه

۳۵۲

۲-۱۰ ارزیابی هم‌نهشتی فازی

۳۵۴

۳-۱۰ رتبه‌بندی فازی

۳۵۷

۴-۱۰ رتبه‌بندی نامتعدی

۳۵۹

۵-۱۰ تصمیم‌گیری چند هدفه

۳۶۵

۶-۱۰ روش تصمیم‌گیری بیزین فازی

۳۷۵

۷-۱۰ تصمیم‌گیری تحت حالت‌های فازی و گزینه‌های فازی

۳۹۰

۸-۱۰ خلاصه فصل

۳۹۰

تمرینات فصل

۳۹۵

فهرست واژگان (انگلیسی به فارسی)

۴۰۷

فهرست مراجع

www.ketab.ir

پیش‌گفتار

هنگامی که قوانین ریاضیات
به واقعیات اشاره نمی‌کنند،
دقیق نیستند و زمانی که دقیق هستند،
به واقعیات اشاره نمی‌کنند.

آلبرت اینشتین

منطق فازی منطق انسانی و زبانی است. با این منظور می‌توانیم طرز فکر خودمان را به نحو ساده و به راحتی در قالب دستورات ریاضی بیان کنیم. منطق فازی علم مدل‌سازی و فکر کردن بوده و با این منطق می‌توانیم بسیاری از واقعیات‌ها را بیان نماییم. همانگونه که می‌دانید از اواخر قرن بیستم انتشار مقالات و کتب مختلف در زمینه تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن در حوزه‌های گوناگون، سرعت چشمگیری داشته و توجه محققان بسیاری را به خود جلب نموده است و از آنجایی که تئوری مجموعه‌های فازی از جمله علوم پایه‌ای محسوب می‌گردد، به نظر می‌رسد آشنایی با آن برای رشته‌های گوناگون علمی یک الزام باشد. با وجود این، شمارگان کتابهایی که به زبان فارسی مباحث نظریه فازی را برای دانشجویان رشته‌های مهندسی و مدیریت عرضه نموده‌اند بسیار اندک و بسا به عنوان مکمل جزوات و کتابهای درسی لاتین استفاده می‌شوند. بدین لحاظ مجموعه حاضر تلاش دارد

مجموعه مباحث و مفاهیم پایه‌ای مورد نیاز دانشجویان مهندسی و مدیریت به ویژه در مقاطع تحصیلات تکمیلی به صورت مدون به گونه‌ای مطرح نماید که دانشجویان در فصل‌های ابتدایی نظریه‌ها و عملیات ریاضی مجموعه‌های فازی را فراگیرند و در ادامه با اصول مدل‌سازی سیستم‌های فازی و توسعه پایگاه‌های قواعد فازی و کاربردهای آن در تصمیم‌گیری آشنا شوند. از آنجا که یکی از هدف‌های نگارش این مجموعه فراهم آوردن مواد آموزشی برای تدریس نظریه فازی در دوره‌های دانشگاهی است سعی شده است برای فهم بهتر جنبه کاربردی بودن مباحث در طراحی مثال‌ها و پرسش‌های انتهایی هر فصل مد نظر قرار داده شود.

امید داریم که مجموعه حاضر بتواند پاسخگوی نیاز آموزشی دانشجویان رشته‌های متنوع مهندسی همچون برق، مکانیک، صنایع، علوم پایه و مدیریت باشد و گام کوچکی در ارائه ساختار مدون مباحث مورد نیاز دانشجویان به بیانی شیوا و قابل فهم برداشته باشیم. همچنین هرگونه نقطه نظر و پیشنهاد از سوی خوانندگان گرامی را با آغوش باز پذیرا هستیم.