

د. سید محمد خجسته

۱۵۱۹۹۲۹

نظریه فازی مبانی و پیاده سازی

تألیف:

دکتر سهراب خان محمدی

استاد اتوماتیک و سیستم

دکتر جواد جاسبی

استاد سیستم

میرسانه	جاسبی محمدی، شهراب ۱۳۳۹ -
عنوان و نام پدیدآور	نظریه فازی، مبانی و سازه سازی / نویسندگان: شهراب خان محمدی، جواد جاسبی
مستطبات نشر	تهران: حکیم باشی، ۱۳۹۶.
مستطبات ظاهری	۳۶۶ ص.، مصور، جدول.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۷۶۹۲-۰۲-۸
وضعیت فهرست نویسی	فنا
زبان	عنوان به انگلیسی: Theory of Fuzzy Basic and Implementation
زبان	کتابخانه
موضوع	منطق فازی
موضوع	هوش مصنوعی
رده بندی شکر	۱۳۸۹ ج ۳ / RG۱۳۶
رده بندی دیویی	۹۲/۶۱۳
شماره کتابخانه ملی	۰۲۰۱۷۶۸

نام کتاب: نظریه فازی مبانی و پیاده سازی

تالیف: دکتر شهراب خان محمدی - دکتر جواد جاسبی

ناشر: حکیم باشی

طرح جلد: علیرضا کریم غنم

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۶

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۲۲۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۶۹۲-۰۲-۸

مرکز پخش: حکیم باشی (نماینده پخش کتابخانه دانشگاه آزاد)

تلفن: ۲۲۷۶۸۳۷۵ - ۲۲۷۶۸۳۷۴ - ۰۹۱۹۳۹۴۷۴۳۴ - ۰۹۳۵۴۹۵۲۶۱۱ - ۰۲۲۷۶۸۳۷۴

جهت اطلاع از دیگر کتابهای انتشارات حکیم باشی به آدرس www.hakimpub.com مراجعه فرمایید

مرتبه:	خان محمدی، سهراب، ۱۳۴۹-
عنوان و نام پدیدآور:	نظریه فازی، مبانی و پیاده سازی / نویسندگان سهراب خان محمدی، جواد جاسبی
مشخصات نشر:	تهران: حکیم باشی، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری:	۲۶۶ ص.؛ مصور، جدولی.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۶۹۲-۰۲-۸
وضعیت فهرست نویسی:	فیب
پاداست:	عنوان به انگلیسی: Theory of Fuzzy Basic and Implementation.
پاداست:	کتابخانه.
موضوع:	منطق فازی.
موضوع:	هوش مصنوعی.
رده بندی کنگره:	۱۳۸۹ ج ۸ / RG۱۲۶
رده بندی دیویی:	۹۴/۶۱۳
نمارة کتباتی ملی:	۲۰۴۱۷۲۸

نام کتاب: نظریه فازی مبانی و پیاده سازی

تالیف: دکتر سهراب خان محمدی - دکتر جواد جاسبی

ناشر: حکیم باشی

طرح جلد: علیرضا سریم مقدم

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۶

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۲۲۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۶۹۲-۰۲-۸

مرکز پخش: حکیم باشی (نماینده پخش کتابهای دانشگاه آزاد)

تلفن: ۲۲۷۶۸۳۷۵ - ۰۹۱۹۳۹۴۷۴۳۴ - ۰۹۳۵۴۹۵۲۶۱۱ - ۰۳۷۰۴ - ۲۲۷۶۸۳۷۵

جهت اطلاع از دیگر کتابهای انتشارات حکیم باشی به آدرس www.hakimpub.com مراجعه فرمایید

فهرست مطالب

۱	پیشگفتار نویسنده خان
۵	فصل اول: هوش مصنوعی
۷	۱-۱. مقدمه
۹	۲-۱. هوش
۹	۳-۱. هوش مصنوعی
۱۰	۴-۱. تعاریف مختلف هوش مصنوعی
۱۱	۵-۱. سیستم‌های هوشمند (IS) Intelligent Systems
۱۱	۶-۱. سیستم‌های خبره Expert Systems
۱۲	۷-۱. شبکه‌های عصبی
۱۳	۸-۱. الگوریتم ژنتیک
۱۴	۹-۱. سیستم‌های هوشمند تجمعی
۱۴	۱۰-۱. سیستم‌های فازی Fuzzy systems
۲۱	فصل دوم: مشخصه‌های اصلی هوش مصنوعی
۲۳	۱-۲. مشخصه‌های اصلی هوش مصنوعی
۲۳	۲-۲. گزاره‌ها
۲۵	۱-۲-۲. جملات مربوط به حسابان گزاره‌ها
۲۹	۳-۲. استفاده از توابع MATLAB
۳۳	فصل سوم: مجموعه‌های کلاسیک
۳۵	۱-۳. عضویت

۳۷	۲-۳. مفاهیم پایه در مجموعه‌های معین (کلاسیک)
۴۱	۳-۳. عملیات روی مجموعه‌های معین (کلاسیک)
۴۳	۴-۳. خواص مجموعه‌های معین (کلاسیک)
۴۷	فصل چهارم: مجموعه‌های فازی
۴۹	۱-۴. مقدمه
۵۰	۲-۴. فازی و احتمالات
۵۳	۳-۴. تفاوت‌های عمده بین فازی و احتمالات
۵۴	۴-۴. مفهوم مجموعه‌ای فازی
۵۵	۵-۴. مجموعه‌های فازی
۵۶	۶-۴. عملیات روی مجموعه‌های فازی
۵۹	۷-۴. خواص مجموعه‌های فازی
۶۲	۸-۴. قاعده (نرم) t (t-norm)
۶۲	۹-۴. قاعده (نرم) s (s-norm) یا (هم نرم) t (t-conorm)
۶۶	۱۰-۴. مشخصه‌های توابع عضویت مجموعه‌ای فازی
۶۷	۱۱-۴. برش آلفا α -cut
۶۸	۱۲-۴. تابع عضویت برش یافته آلفا α -truncated membership function
۶۹	فصل پنجم: مجموعه‌های فازی کاربردی
۷۱	۱-۵. مجموعه‌های فازی کاربردی
۷۵	۲-۵. تابع عضویت زنگوله‌ای
۸۲	۳-۵. تابع عضویت مثلثی
۸۵	۴-۵. تابع عضویت گوسی
۹۱	۵-۵. تولید توابع عضویت مختلف
۹۱	۱-۵-۵. تابع fuzzifys
۹۴	۲-۵-۵. تابع fuzzifysn
۹۴	۳-۵-۵. تابع fuzzifya
۹۹	۴-۵-۵. تابع fuzzifyan

۹۹	fuzzifybeta تابع	۵-۵-۵
۱۰۰	fuzzifytanh تابع	۶-۵-۵
۱۰۱	fuzzifyabs تابع	۷-۵-۵
۱۰۲	Linguistic Hedges (حاشیه‌های کلامی)	۶-۵
۱۱۱	فصل ششم: رابطه‌ها	
۱۱۳	۱-۶. رابطه‌ها	
۱۱۳	۲-۶. ضرب، کارتزین (در مجموعه‌های کلاسیک)	
۱۱۶	۳-۶. رابطه با استفاده از عضویت‌ها	
۱۱۸	۴-۶. ترکیب رابطه‌ها	
۱۲۲	۵-۶. عملیات روی رابطه‌های کلاسیک	
۱۲۳	۶-۶. خواص رابطه‌های کلاسیک	
۱۲۴	۷-۶. رابطه‌های فازی	
۱۲۷	۹-۶. خواص رابطه‌های فازی	
۱۲۹	فصل هفتم: منطق فازی	
۱۳۱	۱-۷. منطق فازی	
۱۳۱	۲-۷. منطق کلاسیک	
۱۳۶	۱-۲-۷. همانگویی یا استنباط Tautology	
۱۳۸	۲-۲-۷. عملیات روی گزاره‌ها	
۱۳۹	۳-۷. منطق فازی با استفاده از رابطه فازی	
۱۴۱	۱-۳-۷. استدلال تقریبی Approximate Reasoning	
۱۴۵	۲-۳-۷. ترکیب‌های مختلف در منطق فازی	
۱۵۲	۳-۳-۷. انبوهش یا به هم پیوستن قاعده‌ها Aggregation of rules	
۱۵۲	۴-۷. تبدیل اعداد فازی به اعداد غیر فازی (غیر فازی سازی)	
۱۵۳	۱-۴-۷. روش حداکثر عضویت Maximum membership	
۱۵۳	۲-۴-۷. روش مرکز ثقل Center of gravity	
۱۵۳	۳-۴-۷. روش میانگین وزن‌دار Weighted average	

۱۵۴	۴-۴-۷. روش میانگین حداکثرها Mean-max membership
۱۷۱	فصل هشتم: حسابان اعداد فازی
۱۷۳	۱-۸. حسابان اعداد فازی
۱۷۹	۲-۸. محاسبات ماتریسلی
۱۸۷	۳-۸. حسابان اعداد فازی Left-Right
۱۸۷	۳-۸. اعداد فازی Left-Right
۱۸۹	۳-۸. اعداد فازی مثلثی
۱۹۱	۳-۸. اعداد فازی ذوزنقه‌ای
۱۹۳	۴-۳-۸. روش‌های حسابان اعداد فازی L-R
۲۰۱	فصل نهم: مقایسه و تصمیم‌گیری با اطلاعات نادقیق
۲۰۳	۱-۹. تصمیم‌گیری چند معیاره با اطلاعات نادقیق
۲۰۳	۲-۹. مقایسه دو عدد فازی
۲۰۶	۳-۹. تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) Multi Criteria Decision Making
۲۰۹	۴-۹. تصمیم‌گیری فازی Fuzzy decision making
۲۲۱	فصل دهم: سیستم استنتاج فازی
۲۲۳	۱-۱۰. سیستم استنتاج فازی (FIS) Fuzzy Inference System
۲۲۴	۲-۱۰. روش برش
۲۲۶	۳-۱۰. روش تغییر مقیاس
۲۳۹	۴-۱۰. استنتاج به روش ساجنو
۲۴۰	۱-۴-۱۰. مدل ساجنوی درجه صفر
۲۴۶	۲-۴-۱۰. مدل ساجنوی درجه یک
۲۶۱	فصل یازدهم: تحلیل رفتار دینامیکی سیستم‌ها با استفاده از نظریه فازی
۲۶۳	۱-۱۱. مقدمه‌ای بر دینامیک سیستم‌ها
۲۶۳	۲-۱۱. مدل‌سازی رفتار سیستم
۲۶۴	۱-۲-۱۱. نمودار جعبه‌ای
۲۶۹	۳-۱۱. مدل معادلات دیفرانسیل

۲۷۰	۴-۱۱ تبدیل لاپلاس و تابع تبدیل
۲۷۶	۵-۱۱ پاسخ سیستم با استفاده از نرم افزار MATLAB
۲۸۱	۶-۱۱ سیستم کنترل اتوماتیک
۲۸۳	۶-۱۱ کنترل کننده فازی
۲۸۵	۱-۶-۱۱ قوانین فازی PID
۲۸۶	۲-۶-۱۱ جدول قوانین فازی
۲۹۱	منابع و مآخذ
۲۹۵	ضمائم
۲۹۷	ضمیمه (۱)
۲۹۷	آشنایی با نرم افزار MATLAB
۳۱۳	استفاده از توابع من در
۳۱۹	ضمیمه (۲)
۳۱۹	جعبه ابزار فازی
۳۳۹	ضمیمه (۳)
۳۳۹	تصمیم گیری چندمعیاره کلاسیک

پیشگفتار

در مجموعه نظریه‌های کاربردی ارائه شده در صد سال گذشته بی‌تردید نظریه مجموعه‌های فازی و منطق فازی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. این نظریه شهرت خود را مدیون کاربردهای وسیعی می‌باشد که سال‌ها بعد از ظهور آن بوجود آمد لیکن گستره آن به گونه‌ای بود که بسیاری از محققان و اندیشمندان را از حوزه‌های مختلف گرد هم آورد. از رشته‌های مختلف مهندسی تا علوم مدیریت و اقتصاد و از پزشکی تا کامپیوتر از این نظریه و کاربردهای آن بهره بردند؛ این نظر به آنها به فلسفه، ریاضیات و به بحث‌های نظری صرف محدود نشد. این امر مزایای بسیاری به همراه داشت، لیکن در کنار خود مشکلاتی را نیز ایجاد نمود. درک مفاهیم مرتبط با نظریه منطق فازی به منظور استفاده و کاربرد آن در بسیاری از مواقع مستقل از مبانی ریاضی و پیچیدگی‌های محاسباتی بود ولی دسترسی به منابع مناسب در این ارتباط کاری سخت و دشوار بود. بسیاری از کتاب‌های مرجع در این حوزه دارای مطالب پیچیده بوده و حجم بسیاری از مطالب آنها به اثبات‌ها و معرفی مفروضات پایه در قالب الگوهای ریاضی معطوف بود. لذا به تیران از مطالب ارائه شده در آنها در فضای عملیاتی و برای افرادی با گذشته و پیش زمینه متفاوت امری دشوار می‌نمود. از این روی نسل کتاب‌های کاربردی با پسوندهایی که حوزه تخصصی و عملیاتی کار را معین می‌نمود به جامعه علمی عرضه شد و ظرف سال‌های گذشته با جستجوی واژه فازی در کتابخانه‌های الکترونیکی متوجه حضور بی‌شمار کتاب‌ها و مقاله‌هایی می‌شویم که دغدغه آنها حل مشکلات عملیاتی و یا آموزش مفاهیم مرتبط با افرادی است که بعضاً ممکن است تخصص اصلی آنها در این حوزه نباشد. در کشور ما نیز مبحث فازی و حوزه‌های وابسته به آن از اقبال مناسبی برخوردار است و سهم جامعه دانشگاهی ایران در

تولید و نشر آثار مرتبط با آن در مقایسه با بسیاری دیگر از حوزه‌ها قابل تأمل می‌باشد. دوستی روزی در تشریح دلایل این موضوع به طنز می‌گفت: از آنجا که مبدع تئوری مذکور یک ایرانی می‌باشد گویی در دنیا تصور می‌شود همه ایرانی‌ها این منطق را می‌دانند چنانکه بسیاری از ما با دیدن یک چشم بادامی انتظاری نامعقول داریم که او به فنون رزمی کاراته مسلط باشد! از این‌رو ظرف سال‌های گذشته آثار ارزشمندی به چاپ رسیده و با اقبال مناسبی نیز برخورد کرده است. لیکن در میان کتاب‌های موجود در کشور جای خالی کتابی که دارای کاربردی ساده بوده و امکان بهره‌گیری رشته‌های مختلف از آن فراهم شود احساس می‌شود؛ کتابی که حداکثر تلاش آن ساده‌سازی مفاهیم پیچیده این منطق بوده و بصورت گام به گام و همراه با اجرای دانسته‌ها در محیط نرم‌افزاری فرصت یادگیری و درک مفاهیم را ایجاد نماید. کتاب حاضر پاسخی است به این نیاز و تلاشی است که امید دارد با استقبال دانشجویان و پژوهشگران حوزه‌های مختلف مواجه شود. این کتاب حاصل سال‌ها تدریس در دوره‌های مختلف آموزش عالی است و تجربیات رشته‌های مختلف را نیز به همراه دارد. تجربه ارائه دروس نظری برای دانشگاه‌های مختلف و رشته‌های متنوع در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری و هدایت بسیاری از دانش‌پژوهان به منظور تحقیق و ارائه مقاله در این زمینه موجب شده تا فضای کاربردی کتاب به فضای نظری آن غالب باشد. هرچند در فصول اولیه به ناچار ارائه تعاریف و مبانی اولیه، آسان است.

با توجه به هدف ذکر شده، سعی شده است مطالب تا حد ممکن به صورت ساده ارائه شود تا پاسخگوی طیف‌های مختلف تخصصی در زمینه‌های گوناگون باشد. در این راستا در نگارش کتاب ویژگی‌های خاصی بکار رفته است از جمله:

- ضمن رعایت اصول اصلی نگارش فارسی، تا حد ممکن از جملات ساده و صریح استفاده شده و از بحث‌های فلسفی غیرلازم و جملات ادبی سنگین اجتناب شده است.
- با توجه به این که گاهی واژه‌های انگلیسی برخی اصطلاحات برای خوانندگان آشناتر است، در اولین استفاده از واژه فارسی واژه انگلیسی آن نیز همراه واژه فارسی نوشته شده است. بنابراین برای راحتی خوانندگان از نوشتن واژه‌های انگلیسی به صورت زیرنویس اجتناب شده است.

- برای این که خواننده برای مراجعه به فرمول‌ها مجبور نباشد در صفحات مختلف

دنبال شماره آنها بگردد، فرمول‌ها دارای شماره نیستند و هر فرمول در صورت لزوم در همانجا که به آن مراجعه می‌شود نوشته شده است.

در نگارش فارسی از اعداد معروف به عربی - هندی (که توسط ایرانیان به هند برده شده است) استفاده نمی‌شود. این اعداد دارای دو مشکل عمده هستند. اولاً در این نگارش عدد صفر به صورت نقطه بوده و با نقطه‌های متن کتاب اشتباه گرفته می‌شود. ثانیاً اعداد به صورت / نوشته شده و با خط کسری اشتباه گرفته می‌شود. از اینرو هم گاهی در فرمول‌ها و هم گاهی در متن کتاب اعداد و ارقام به صورت عربی - لاتین نوشته شده‌اند. البته برای شماره بخش‌ها، شکل‌ها و جدول‌ها از اعداد عربی - هندی استفاده شده است.

- در ضمیمه شما یک کتاب، برنامه‌نویسی با نرم افزار MATLAB در حد آشنایی برای استفاده در پیاده‌سازی را به شما مطالب ارائه شده در این کتاب معرفی شده است.

- برای پیاده‌سازی راه‌ها و فرمول‌های ارائه شده در کتاب توابع مختلفی در نرم‌افزار MATLAB نوشته شده و در CD همراه کتاب در اختیار خوانندگان قرار دارد. این توابع محاسبات را دقیقاً با همان روش ارائه شده در کتاب انجام می‌دهند لذا خوانندگان عزیز می‌توانند از آنها برای محاسبات سریع جهت بررسی نتایج بدست آمده از تئوری‌های ذکر شده استفاده کنند. برای آشنایی با نحوه بارگذاری این توابع در نرم‌افزار MALAB به ضمیمه یک مراجعه شود.

- پس از ارائه هر موضوع نحوه استفاده از توابع موجود با استفاده از مثال‌ها و برنامه‌های متعدد شرح داده شده است.

بی‌تردید کتاب حاضر همانند هر محصول بشری علیرغم تلاش نویسندگان عاری از اشکال نبوده و امید است با نقد سازنده و پیشنهادات اصلاحی نگاران گرانقدر و بهره‌گیران کتاب نسخه‌های آتی آن به شکل مناسب‌تری عرضه شده و سهمی اندک در گسترش دانش در کشور عزیزمان ایفاء نماید. در انتها از همه کسانی که در نهایی‌سازی این کتاب ما را یاری دادند سپاسگزاری می‌شود به امید روزی که سهم جامعه ایرانی از تولید علم جهانی متناسب با ظرفیت‌های بالقوه آن باشد.

در ویراست دوم این کتاب سعی شده است تا حد ممکن اشکالات نگارشی موجود در ویراست اول رفع شود. برخی جابجایی‌ها نیز در پاراگراف‌های مختلف انجام شده است تا

مطالب گویاتر شوند. برای اجرای برنامه‌های نمونه از نسخه 2015 MATLAB استفاده شده است. از آقای مهندس محمدرسول مُجَلّی‌زاده که در انجام تغییرات جدید در ویراست دوم و اجرای برنامه‌های MATLAB ما را یاری داده‌اند صمیمانه سپاسگزاری می‌کنیم.

سهراب خان محمدی

جواد جاسبی

www.ketab.ir