

هوش جمعی محاسباتی مبانی و کاربردها

مهندس امین علیزاده نایینی
دانش آموخته‌ی دانشگاه تهران

دکتر فرهاد صمدزادگان
عضو هیأت علمی دانشگاه تهران



انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۳۲۴۴

شماره مسلسل ۶۹۸۹

صمدزادگان، فرهاد، ۱۳۴۹ -
هوش جمعی محاسباتی: مبانی و کاربردها / فرهاد صمدزادگان، امین علیزاده نایینی. - تهران:
دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۰.
ک، ۳۱۲ ص: مصور، جدول، نمودار. (انتشارات دانشگاه تهران: شماره ۳۲۴۴).
ISBN 978-964-03-6251-8

فهرست نویسی براساس اطلاعات تیا.

واژه نامه.

کتابنامه: ص. [۲۹۷] - ۳۰۵.

نمایه.

هوش جمعی - هوش کامپیوتری - هوش مصنوعی. علیزاده نایینی، امین، ۱۳۶۵ - دانشگاه
تهران، مؤسسه انتشارات.

۱۳۹۰

۰۰۶۳

۹ هـ ۸ ص ۳۳۷ / ۳ / Q

۲۵۰۶۳۶۴

شماره کتابشناسی ملی

عنوان: هوش جمعی محاسباتی (مبانی و کاربردها)

تألیف: دکتر فرهاد صمدزادگان - مهندس امین علیزاده نایینی

ویراستار: فرشاد رضوان

نویت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۰

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۳-۶۲۵۱-۸

ISBN 978-964-03-6251-8

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۷۵۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - سایت: www.press.ut.ac.ir

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۰۱۲۰۷۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	ل
فصل اول.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- روش‌های جست‌وجو و بهینه‌سازی.....	۲
۱-۲-۱- روش‌های شمارشی.....	۳
۲-۲-۱- روش‌های محاسباتی (جست‌وجوی ریاضی).....	۳
۳-۲-۱- روش‌های ابتکاری (جست‌وجوی تصادفی).....	۴
۱-۳-۲-۱- آزادسازی.....	۵
۲-۳-۲-۱- تجزیه.....	۵
۳-۳-۲-۱- جست‌وجوی سازنده.....	۶
۴-۳-۲-۱- جست‌وجوی بهبود یافته.....	۶
۴-۲-۱- روش‌های فراابتکاری.....	۷
۱-۴-۲-۱- بازیخت فلزات.....	۸
۲-۴-۲-۱- جست‌وجوی ممنوع.....	۱۱
۳-۴-۲-۱- الگوریتم‌های تکاملی و روش ژنتیک.....	۱۳
۴-۴-۲-۱- روش‌های بهینه‌سازی مبتنی بر هوش جمعی.....	۱۷
۱-۴-۴-۲-۱- هوش جمعی مصنوعی و بهینه‌سازی.....	۱۸
۲-۴-۴-۲-۱- نظریه‌های مطرح در هوش جمعی.....	۱۹
فصل دوم.....	۲۵
۱-۲- مقدمه.....	۲۵
۲-۲- الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات.....	۲۶

۲۹	۱-۲-۲- ساختارهای شبکه‌های اجتماعی
۳۴	۲-۲-۲- الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات <i>Gbest</i>
۳۶	۳-۲-۲- الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات <i>Lbest</i>
۳۸	۴-۲-۲- جزئیات بیشتر در مورد بهینه‌سازی توده ذرات
۴۰	۳-۲- شاخص‌های الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات
۴۲	۴-۲- بهبود عملکرد الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات
۴۲	۱-۴-۲- محدودیت سرعت
۴۵	۲-۴-۲- محدودیت مکان
۴۶	۳-۴-۲- وزن اینرسی
۴۶	۴-۴-۲- ضریب انقباض
۴۸	۵-۲- مدل‌های مختلف سرعت
۴۸	۱-۵-۲- مدل‌های مبتنی بر جزء شناختی
۴۸	۲-۵-۲- مدل‌های مبتنی بر جزء اجتماعی
۴۹	۳-۵-۲- مدل‌های "فارغ از خود"
۴۹	۶-۲- بهینه‌سازی توده ذرات دودویی
۵۰	۷-۲- روش‌های مطرح در تنظیم شاخص‌های اساسی الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات
۵۰	۱-۷-۲- روش‌های تنظیم وزن اینرسی
۵۰	۱-۱-۷-۲- تنظیمات تصادفی
۵۰	۲-۱-۷-۲- کاهش خطی
۵۱	۳-۱-۷-۲- کاهش غیرخطی
۵۳	۴-۱-۷-۲- تغییر وزن با استفاده از منطق فازی
۵۵	۵-۱-۷-۲- افزایش وزن
۵۵	۶-۱-۷-۲- وزن اینرسی نامنظم
۵۶	۷-۱-۷-۲- استفاده از مفهوم بازپخت فلزات، در تعریف وزن اینرسی جدید
۵۸	۷-۱-۷-۲- عامل وزن اینرسی تطابقی

- ۵۸-۱-۷-۲-۸- محاسبه وزن اینرسی بر حسب $gbest$ و $pbest$ ۵۸
- ۵۸-۱-۷-۲-۹- استفاده از عامل تنوع جمعیت برای تغییر وزن اینرسی ۵۸
- ۵۹-۲-۷-۲- روش‌های تغییر شتاب دهنده‌های c_1 و c_2 ۵۹
- ۶۰-۱-۲-۷-۲- محاسبه مؤلفه شتاب دهنده بر حسب $gbest$ و $pbest$ ۶۰
- ۶۰-۲-۲-۷-۲- شتاب‌های سازگار با مسئله ۶۰
- ۶۳-۳-۲-۷-۲- کاهش و افزایش خطی c_1 و c_2 ۶۳
- ۶۳-۴-۲-۷-۲- تغییر شتاب‌های c_1 و c_2 با استفاده از تابع نامنظم ۶۳
- ۶۵-۸-۲- روش‌های نوین در الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات ۶۵
- ۶۵-۱-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات کاملاً آگاه ۶۵
- ۶۷-۲-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات بیسیورس ۶۷
- ۶۸-۳-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات نامنظم ۶۸
- ۶۸-۴-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات آشفته ۶۸
- ۶۹-۵-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات اقلیدسی ۶۹
- ۷۰-۶-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات کوانتومی ۷۰
- ۷۱-۷-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات بزرگ‌ساز ۷۱
- ۷۵-۸-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات چندمنه‌ای ۷۵
- ۷۷-۹-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات احساسی ۷۷
- ۷۹-۱۰-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات مؤلفه‌های اصلی ۷۹
- ۸۳-۱۱-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات دافع ۸۳
- ۸۴-۱۲-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات بر مبنای زیر گروه‌ها ۸۴
- ۸۵-۱۳-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات دافع و جاذب سازگار ۸۵
- ۸۶-۱۴-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات شکار و شکارچی ۸۶
- ۸۷-۱۵-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات اکتشافی ۸۷
- ۸۸-۱۶-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات تشخیصی ۸۸
- ۹۱-۱۷-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات جامع ۹۱

۹۲.....	۱۸-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات ناراحت.....
۹۴.....	۱۹-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات ملهم از ایده سیاه‌چاله‌ها.....
۹۶.....	۲۰-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات با سرعت خود انطباق.....
۹۶.....	۲۱-۸-۲- بهینه‌سازی توده ذرات گسسته با تعریف شاخص‌های جدید سرعت و موقعیت.....
۹۹.....	فصل سوم.....
۹۹.....	۱-۳- مقدمه.....
۱۰۱.....	۲-۳- الگوریتم جست‌وجوی غذا.....
۱۰۳.....	۱-۲-۳- الگوریتم <i>Ant System</i>
۱۰۷.....	۲-۲-۳- الگوریتم <i>Min-Max Ant System</i>
۱۱۰.....	۳-۲-۳- الگوریتم <i>Ant Colony System</i>
۱۱۳.....	۴-۲-۳- تعیین مقادیر بهینه شاخص‌ها در الگوریتم‌های جست‌وجوی غذا در کلونی مورچه‌ها.....
۱۱۵.....	۳-۳- الگوریتم ساخت قبرستان.....
۱۱۵.....	۱-۳-۳- مدل پایه خوشه‌بندی کلونی مورچه‌ها.....
۱۱۷.....	۲-۳-۳- تعمیم مدل خوشه‌بندی کلونی مورچه‌ها.....
۱۱۷.....	۱-۲-۳-۳- الگوریتم لومر- فیتا.....
۱۲۰.....	۲-۲-۳-۳- الگوریتم اصلاح شده لومر- فیتا.....
۱۲۳.....	۳-۳-۳- مدل کمینه برای خوشه‌بندی به‌وسیله‌ی مورچه‌ها.....
۱۲۳.....	۴-۳- بهینه‌سازی کلونی مورچه‌ها در حالت پیوسته.....
۱۲۶.....	۵-۳- الگوریتم‌های مبتنی بر زندگی موریهانه‌ها.....
۱۲۶.....	۱-۵-۳- الگوریتم‌های مبتنی بر نحوه ساخت لانه در موریهانه‌ها.....
۱۲۸.....	۲-۵-۳- الگوریتم‌های مبتنی بر نحوه مسیریابی در موریهانه‌ها.....
۱۲۸.....	۱-۲-۵-۳- جدول فرمون.....
۱۳۰.....	۲-۲-۵-۳- انتخاب مسیر.....
۱۳۳.....	فصل چهارم.....
۱۳۳.....	۱-۴- مقدمه.....

۱۳۳.....	۴-۲- الگوریتم‌های الهام گرفته از فرآیند جفت‌گیری زنبورها.....
۱۳۴.....	۴-۲-۱- الگوریتم بهینه‌سازی مبتنی بر جفت‌گیری زنبور عسل.....
۱۳۷.....	۴-۲-۳- الگوریتم‌های الهام گرفته از فرآیند جمع‌آوری غذا در زنبورها.....
۱۳۹.....	۴-۲-۱- الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی.....
۱۴۱.....	۴-۲-۳- الگوریتم بهینه‌سازی کلونی زنبور.....
۱۴۶.....	۴-۳-۳- الگوریتم خوشه‌بندی توزیع شده کلونی زنبورها.....
۱۴۷.....	۴-۳-۴- الگوریتم زنبورها.....
۱۵۰.....	۴-۳-۵- الگوریتم رفتار جمعی زنبورها در جمع‌آوری غذا.....
۱۵۳.....	۴-۳-۶- الگوریتم زنبور.....
۱۵۴.....	۴-۴- الگوریتم‌های الهام گرفته از فرآیند گرده افشانی زنبورها.....
۱۵۷.....	۴-۵- الگوریتم زنبورها با استفاده از مفهوم فرومون.....
۱۵۷.....	۴-۵-۱- شاخص‌های کنترل الگوریتم زنبورهای فرومون مینا.....
۱۵۸.....	۴-۵-۲- عملگرهای الگوریتم زنبورهای فرومون مینا.....
۱۶۰.....	۴-۵-۳- معادلات بهروزرسانی فرومون و مقدار سازگاری.....
۱۶۲.....	۴-۶- الگوریتم توده زنبورهای عسل.....
۱۶۷.....	فصل پنجم.....
۱۶۷.....	۵-۱- مقدمه.....
۱۶۷.....	۵-۲- بهینه‌سازی مبتنی بر گروه گریه‌سانان.....
۱۷۰.....	۵-۲-۱- مرحله‌ی جست‌وجو.....
۱۷۲.....	۵-۲-۲- مرحله‌ی تعقیب و گریز.....
۱۷۵.....	فصل ششم.....
۱۷۵.....	۶-۱- مقدمه.....
۱۷۶.....	۶-۲- بهینه‌سازی مبتنی بر توده کرم‌های شب‌تاب.....
۱۷۸.....	۶-۲-۱- مرحله بهروزرسانی رنگ دانه‌های شب‌تاب.....
۱۷۸.....	۶-۲-۲- مرحله حرکت.....

فهرست مطالب □ ح

۱۷۹.....	۲-۲-۶- قانون به روزرسانی محدوده تصمیم گیری محلی
۱۸۰.....	۳-۶- مقایسه بین الگوریتم بهینه سازی توده ذرات و الگوریتم بهینه سازی توده کرم های شب تاب
۱۸۲.....	۴-۶- فازهای الگوریتم بهینه سازی توده کرم های شب تاب
۱۸۲.....	۱-۴-۶- تقسیم جمعیت به زیر گروه ها
۱۸۲.....	۲-۴-۶- همگرایی محلی عامل ها در هر زیر گروه به موقعیت بهینه
۱۸۵.....	فصل هفتم
۱۸۵.....	۱-۷- مقدمه
۱۸۶.....	۲-۷- بهینه سازی مبتنی بر تکامل اجتماعی - سیاسی
۱۸۸.....	۱-۲-۷- شکل دهی امپراطوری اولیه
۱۹۰.....	۲-۲-۷- مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست
۱۹۲.....	۳-۲-۷- جابه جایی موقعیت مستعمره و امپریالیست
۱۹۳.....	۴-۲-۷- قدرت کل یک امپراطوری
۱۹۳.....	۵-۲-۷- رقابت استعماری
۱۹۶.....	۶-۲-۷- سقوط امپراطوری های ضعیف
۱۹۷.....	۷-۲-۷- همگرایی
۱۹۹.....	فصل هشتم
۱۹۹.....	۱-۸- مقدمه
۲۰۰.....	۲-۸- تغذیه باکتری ها به وسیله <i>E.coli</i>
۲۰۰.....	۱-۲-۸- شنا و غلتیدن
۲۰۱.....	۲-۲-۸- الگوهای حرکتی و جهت های تغذیه
۲۰۲.....	۳-۸- تغذیه باکتری <i>E.coli</i> برای بهینه سازی
۲۰۳.....	۱-۳-۸- یک مدل بهینه سازی برای تغذیه باکتری <i>E.coli</i>
۲۰۳.....	۱-۱-۳-۸- جمعیت و الگوهای حرکتی
۲۰۴.....	۲-۱-۳-۸- فرآیندهای توده ای
۲۰۵.....	۳-۱-۳-۸- تولید مثل و حذف / پراکندگی

۲۰۶.....	۲-۳-۸- الگوریتم بهینه‌سازی تغذیه باکتری‌ها
۲۰۷.....	۳-۳-۸- رهنمودهایی برای انتخاب شاخص‌های الگوریتم
۲۰۹.....	فصل نهم
۲۰۹.....	۱-۹- مقدمه
۲۰۹.....	۲-۹- ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات با الگوریتم ژنتیک
۲۱۰.....	۱-۲-۹- الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات بر مبنای انتخاب
۲۱۰.....	۲-۲-۹- الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات بر مبنای تکثیر
۲۱۲.....	۳-۲-۹- الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات براساس مفهوم جهش
۲۱۲.....	۱-۳-۲-۹- جهش گوسین
۲۱۴.....	۲-۳-۲-۹- جهش کاجی
۲۱۵.....	۳-۳-۲-۹- الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات به همراه جهش <i>C-gbest</i>
۲۱۶.....	۴-۳-۲-۹- الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات نخبه‌گرا به همراه جهش
۲۱۶.....	۵-۳-۲-۹- الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات بر مبنای عملگر جهش دهنده توانی
۲۱۷.....	۳-۹- ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات و الگوریتم کلونی مورچه‌ها
۲۱۹.....	۴-۹- ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات و الگوریتم زنبورها
۲۲۰.....	۵-۹- ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات و روش باز پخت فلزات
۲۲۱.....	۶-۹- ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات با روش تکامل فاضلی
۲۲۳.....	۷-۹- بهبود الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات با استفاده از الگوریتم نظریه جانوش
۲۲۴.....	۱-۷-۹- جست‌وجوی محلی نامنظم
۲۲۶.....	۸-۹- ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات با روش بهینه‌سازی اکسترمال
۲۲۶.....	۱-۸-۹- الگوریتم بهینه‌سازی اکسترمال
۲۲۷.....	۲-۸-۹- نحوه عملکرد الگوریتم ترکیبی <i>EOSPO</i>
۲۲۸.....	۹-۹- ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات با الگوریتم فرهنگی
۲۲۸.....	۱-۹-۹- الگوریتم فرهنگی
۲۲۹.....	۲-۹-۹- الگوریتم ترکیبی <i>CCPSO</i>

۲۳۰	۱-۲-۹-۹- ساختار دانش، فضای باورها و نحوه نمایش آن
۲۳۳	فصل دهم
۲۳۳	۱-۱۰- مقدمه
۲۳۴	۲-۱۰- کاربرد در حل مسائل پایه
۲۴۱	۳-۱۰- کاربرد روش‌های مبتنی بر هوش جمعی در حل مسائل مهندسی
۲۴۱	۱-۳-۱۰- مجموعه‌ی داده‌ها
۲۴۱	۱-۱-۳-۱۰- داده‌های فراطیفی
۲۴۳	۲-۱-۳-۱۰- داده‌های لیدار
۲۴۳	۲-۳-۱۰- معیار ارزیابی برای محاسبه‌ی دقت خوشه‌بندی و طبقه‌بندی
۲۴۵	۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی داده‌ها
۲۴۸	۱-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی داده‌های فراطیفی با استفاده از الگوریتم مورچه‌ها
۲۴۹	۱-۱-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی بر مبنای جست‌وجوی غذا
۲۵۲	۲-۱-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی بر مبنای ترکیب الگوریتم‌های جست‌وجوی غذا و K -means
۲۵۳	۳-۱-۳-۳-۱۰- نتایج عملی
۲۵۵	۲-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی داده‌های فراطیفی با استفاده از الگوریتم توده ذرات
۲۵۷	۱-۲-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی مبتنی بر الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات
۲۵۹	۲-۲-۳-۳-۱۰- بهبود خوشه‌بندی مبتنی بر الگوریتم توده ذرات با استفاده از خوشه‌بندی فازی (PSO-V)
۲۶۰	۳-۲-۳-۳-۱۰- نتایج عملی
۲۶۲	۳-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی داده‌های فراطیفی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی مبتنی بر جمعیت گره‌سانان
۲۶۲	۱-۳-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی ترکیبی مبتنی بر حرکت توده ذرات و k -means
۲۶۳	۲-۳-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی ترکیبی مبتنی بر جمعیت گره‌سانان و k -means
۲۶۵	۳-۳-۳-۳-۱۰- نتایج عملی
۲۷۰	۴-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی داده‌های لیدار بر مبنای کلونی زنبورهای عسل
۲۷۰	۱-۴-۳-۳-۱۰- خوشه‌بندی داده‌ها با استفاده از الگوریتم زنبورهای عسل

۲۷۱	 نتایج عملی ۱۰-۳-۳-۲
۲۷۴	 انتخاب باندهای بهینه ۱۰-۳-۴
۲۷۵	 انتخاب باندهای بهینه مبتنی بر کلونی مورچه‌ها ۱۰-۳-۴-۱
۲۷۵	 نمایش گراف ۱۰-۳-۴-۱-۱
۲۷۶	 قانون به‌روز رسانی فرومون ۱۰-۳-۴-۲
۲۷۷	 نتایج عملی ۱۰-۳-۴-۳
۲۷۸	 انتخاب باندهای بهینه مبتنی بر الگوریتم توده ذرات ۱۰-۳-۴-۲
۲۸۰	 نتایج عملی ۱۰-۳-۴-۱-۲
۲۸۱	 انتخاب باندهای بهینه مبتنی بر الگوریتم بهینه‌سازی کلونی زنبورها ۱۰-۳-۴-۲
۲۸۲	 نتایج عملی ۱۰-۳-۴-۱-۳
۲۸۵	 بهینه‌سازی کلونی زنبورها در تعیین بهینه توزیع اسکان ساکنان مناطق شهری در اماکن امن ۱۰-۳-۵
۲۸۵	 توزیع منابع در مدیریت بحران ۱۰-۳-۵-۱
۲۸۷	 توزیع فضای اماکن امن به منظور اسکان شهری ۱۰-۳-۵-۲
۲۸۸	 تخصیص‌دهی منابع به‌وسیله‌ی الگوریتم کلونی زنبورهای عسل ۱-۳-۵-۳
۲۹۲	 نتایج عملی ۱۰-۳-۵-۳
۲۹۷	 فهرست منابع
۳۰۷	 فهرست موضوعات
۳۱۱	 واژه‌نامه

پیشگفتار

در دهه اخیر، تحقیق و توسعه روش‌های محاسباتی ملهم از هوش جمعی^۱ رشد بسیاری داشته است. این روش‌ها رفتار جمعی حیوانات اجتماعی نظیر دسته‌های ماهی و پرندگان، کلونی مورچه‌ها و کلونی زنبورها را شبیه‌سازی می‌کنند. مزیت عمده این روش‌ها نسبت به روش‌های مرسوم بهینه‌سازی این است که برای استحکام بالایی در اجرا بوده و در بسیاری از مسائل انعطاف پذیری خوبی دارند. اجزای یک جمعیت فقط دارای تعاملات و ارتباطات محلی با یکدیگر می‌باشند این ویژگی پایه سبب برخورداری هوش جمعی از مزایای گسترده‌ای است. برای نمونه یک توده ذرات قادر به تغییر در اندازه و مقیاس است^۲، به این معنا که می‌تواند از تعداد زیادی عامل تشکیل شود که می‌توان از ساختارهای کنترلی یکسان (یعنی تعاملات محلی) برای چگونگی ارتباط این عامل‌ها استفاده کرد. از مزایای دیگر اینگونه سیستم‌ها می‌توان به انعطاف بالای آنها اشاره کرد. انعطاف پذیری قابلیت است که براساس آن ذره می‌تواند به سرعت خود را با تغییرات محیط وفق دهد و همچنین اینکه ذرات می‌توانند اضافه و یا حذف شوند بدون اینکه نیازی به سازماندهی کل جمعیت باشد. تغییر پذیری و انعطاف پذیری یک جمعیت آنرا پایدار می‌سازد، به این معنا که حتی با شکست یک یا بیشتر اعضای گروه، همچنان گروه می‌تواند وظایف خود را انجام دهد و در نهایت از مزایای سیستم‌های هوش جمعی می‌توان به خود سازماندهی آنها اشاره کرد. به این مفهوم که این سیستم‌ها نیاز به یک هدایت‌گر داخلی یا خارجی دارند و همچنین اینکه کنترل از بالا به پایین برای آنها وجود ندارد، بلکه براساس تعاملات ساده، هر یک از ذرات کارهای خود را انجام می‌دهند. این ویژگی‌ها هوش جمعی را به نمونه‌ای موفق از الگوریتم‌های بهینه‌سازی برای حل مسائل یا پیچیدگی‌های فراوان تبدیل کرده است.

جدید بودن و گسترده‌ی وسیع شاخه‌های هوش موجب شده است تا کارهای کمی در راستای ارائه مجموعه‌ای کامل و مبسوط در ارتباط با مفاهیم و مبانی مطرح در آن انجام شود. در این کتاب سعی بر آن بوده است تا برای اولین بار مفاهیم متنوع هوش جمعی به همراه آخرین دستاوردهای موجود در کاربردهای مختلف آن ارائه شود. رفتار مورچه‌ها در جمع آوری غذا و ساخت قبرستان، نحوه‌ی جمع آوری غذا و تولید مثل در کلونی زنبورهای عسل، تعامل پرندگان یا ماهی‌ها در یافتن غذا، عملکرد گربه‌ها یا کرم‌های شب‌تاب نسبت به محیط پیرامون خود، نحوه‌ی تشکیل یک امپریالیسم و نحوه‌ی تغذیه باکتری‌ها، مدل‌های رفتاری اجتماعی مورد بررسی در این نوشته می‌باشند.