

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## ادغام داده‌ها در سنجش از دور ماهیم و روش‌ها

تألیف

بهناز یگدلی

فاطمه طیب محمودی

فرهاد صمدزادگان

توجه!

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود.



## انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۳۳۱۶

شماره مسلسل ۷۲۷۰

|                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| صمدزادگان، فرهاد، ۱۳۴۹ -<br>ادغام داده‌ها در سنجش از دور: مفاهیم و روش‌ها / تألیف فرهاد صمدزادگان، فاطمه طیب محمودی، بهناز بیگدلی. - تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۱.<br>ل. ۹۸ ص. - حضور، جدول، نمودار. (انتشارات دانشگاه تهران: شماره ۳۳۱۶، شماره مسلسل ۷۲۷۰). |          |
| ISBN 978-964-03-6385-0                                                                                                                                                                                                                                                     |          |
| فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیا<br>کتابنامه: ص. ۲۷۵<br>واژه‌نامه.                                                                                                                                                                                                          |          |
| سنجش از دور - داده پردازش، طیب محمودی، فاطمه، ۱۳۵۹ - بیگدلی، بهناز، ۱۳۶۲.<br>دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات.<br>۴ الف ۸ ص / ۴ / ۷۰ G<br>شماره کتابشناسی ملی                                                                                                                 |          |
| ۱۳۹۱<br>۲۸۳۳۲۲۷                                                                                                                                                                                                                                                            | ۶۲۱/۳۶۷۸ |

عنوان: ادغام داده‌ها در سنجش از دور: مفاهیم و روش‌ها

تألیف: دکتر فرهاد صمدزادگان - مهندس فاطمه طیب محمودی - مهندس بهناز بیگدلی

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

ISBN: 978-964-03-6385-0



9 789640 363850

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۹۰۰۰۰ ریال

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

پست الکترونیک: [press@ut.ac.ir](mailto:press@ut.ac.ir) - سایت: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۰۱۲۰۷۸

## بخش اول: مفاهیم ادغام داده‌ها

- فصل اول : روش‌های اخذ داده‌های سنجش از دور ..... ۱
- ۱-۱- مقدمه ..... ۱
- ۲-۱- خصوصیات طیف الکترومغناطیس ..... ۱
- ۳-۱- فرایند برداشت و ثبت داده‌های سنجش از دور ..... ۳
- ۴-۱- خصوصیات سیستم‌های سنجش از دور ..... ۸
- ۱-۴-۱- خصوصیات هندسی سیستم‌های سنجش از دور ..... ۸
- ۱-۴-۱-۱- سیستم‌های مبتنی بر هندسه نقطه‌ای ..... ۸
- ۱-۴-۱-۲- سیستم‌های مبتنی بر هندسه خطی ..... ۹
- ۱-۴-۱-۳- سیستم‌های مبتنی بر هندسه صفحه‌ای ..... ۱۰
- ۲-۴-۱- خصوصیات طیفی سیستم‌های سنجش از دور ..... ۱۱
- ۱-۲-۴-۱- سیستم‌های تصویربرداری پانکروماتیک ..... ۱۱
- ۲-۲-۴-۱- سیستم‌های تصویربرداری چندطیفی ..... ۱۲
- ۳-۲-۴-۱- سیستم‌های تصویربرداری فراطیفی ..... ۱۳
- ۴-۲-۴-۱- سیستم‌های تصویربرداری حرارتی ..... ۱۴
- ۵-۲-۴-۱- سیستم‌های تصویربرداری مایکروویو ..... ۱۶
- ۱-۵-۲-۴-۱- اصول سیستم‌های تصویربرداری راداری ..... ۱۶
- ۲-۵-۲-۴-۱- اصول سیستم‌های تصویربرداری راداری قطبی ..... ۱۹
- ۶-۲-۴-۱- سیستم‌های لیدار ..... ۲۱
- ۱-۶-۲-۴-۱- اصول اندازه‌گیری در سیستم لیدار ..... ۲۳
- ۵-۱- قدرت تفکیک در تصاویر رقومی ..... ۲۵
- ۱-۵-۱- قدرت تفکیک مکانی ..... ۲۵
- ۲-۵-۱- قدرت تفکیک طیفی ..... ۲۷
- ۳-۵-۱- قدرت تفکیک رادیومتریک ..... ۲۸

- ۴-۵-۱- قدرت تفکیک زمانی..... ۳۹
- ۶-۱- مروری بر سنجده‌های سنجش از دور..... ۳۱
- فصل دوم : مفاهیم ادغام داده‌ها..... ۳۳
- ۱-۲- مقدمه ..... ۳۳
- ۲-۲- ضرورت ادغام داده‌ها در سنجش از دور ..... ۳۳
- ۳-۲- کاربرد ادغام داده‌ها ..... ۳۶
- ۴-۲- طبقه بندی روش‌های ادغام تصاویر ..... ۳۷
- ۱-۴-۲- ادغام در سطح سیگنال ..... ۳۷
- ۲-۴-۲- ادغام در سطح پیکسل ..... ۳۸
- ۳-۴-۲- ادغام در سطح ویژگی ..... ۳۹
- ۴-۴-۲- ادغام در سطح تصمیم‌گیری ..... ۴۰
- ۵-۴-۲- ادغام در سطوح ترکیبی ..... ۴۱
- ۵-۲- ساختار مورد استفاده در ارائه روش‌های ادغام ..... ۴۲

### بخش دوم: روش‌های ادغام در سطح تصویر

- فصل سوم: روش‌های ادغام تصاویر مبتنی بر محاسبات سطح پایین ..... ۴۵
- ۱-۳- مقدمه ..... ۴۵
- ۲-۳- روش ادغام Brovey ..... ۴۵
- ۳-۳- ادغام تصاویر بر مبنای حاصلضرب ..... ۴۶
- ۴-۳- ادغام تصاویر مبتنی بر فیلتر بالاگذر ..... ۴۷
- ۵-۳- روش ادغام SFIM ..... ۴۸
- فصل چهارم : روش‌های ادغام مبتنی بر انتقال تصویر..... ۵۱
- ۱-۴- مقدمه ..... ۵۱
- ۲-۴- روش‌های انتقال تصویر ..... ۵۲
- ۱-۲-۴- انتقال آماری ..... ۵۲
- ۱-۱-۲-۴- آنالیز اجزای اصلی (PCA)..... ۵۲

|         |                                                                 |
|---------|-----------------------------------------------------------------|
| ۵۵..... | ۲-۱-۲-۴- آنالیز اجزای مستقل (ICA)                               |
| ۵۵..... | ۲-۲-۴- تبدیل رنگی IHS                                           |
| ۵۷..... | ۳-۲-۴- تبدیل Gram-Schmidt                                       |
| ۵۸..... | ۳-۴- ادغام مبتنی بر انتقال تصویر                                |
| ۵۹..... | ۱-۳-۴- ادغام تصاویر با استفاده از انتقال آماری PCA              |
| ۶۴..... | ۲-۳-۴- ادغام تصاویر با استفاده از تبدیل فضای رنگی IHS           |
| ۶۷..... | ۳-۳-۴- ادغام تصاویر با استفاده از تبدیل Gram-Schmidt            |
| ۶۹..... | فصل پنجم : روش های ادغام تصاویر بر مبنای تبدیل موجک             |
| ۶۹..... | ۱-۵- مقدمه                                                      |
| ۶۹..... | ۲-۵- آنالیز چندتفکیکی                                           |
| ۷۰..... | ۳-۵- تبدیل موجک                                                 |
| ۷۲..... | ۱-۳-۵- تبدیل های موجک پیوسته و گسسته                            |
| ۷۴..... | ۲-۳-۵- تبدیل موجک دوبعدی                                        |
| ۷۴..... | ۳-۳-۵- الگوریتم موجک ملات                                       |
| ۷۶..... | ۴-۳-۵- الگوریتم موجک "a trous"                                  |
| ۷۷..... | ۴-۵- ادغام تصاویر براساس موجک                                   |
| ۷۷..... | ۱-۴-۵- روش های ادغام از طریق تبدیل موجک روی کلیه داده های ورودی |
| ۷۹..... | ۱-۱-۴-۵- روش های جانشینی                                        |
| ۸۰..... | ۲-۱-۴-۵- روش های ادغام براساس افزایش ضرایب موجک                 |
| ۸۱..... | ۱-۲-۱-۴-۵- روش موجک افزایشی در فضای HSV                         |
| ۸۳..... | ۲-۲-۱-۴-۵- روش های موجک افزایشی با به کارگیری روش های پنجره ای  |
| ۸۵..... | ۲-۴-۵- روش های ادغام از طریق اعمال تبدیل موجک روی یک داده ورودی |
| ۸۶..... | ۱-۲-۴-۵- اضافه کردن به اجزای RGB                                |
| ۸۶..... | ۲-۲-۴-۵- اضافه کردن به جزء شدت روشنایی                          |
| ۸۹..... | فصل ششم : روش های ادغام تصاویر بر مبنای هرم تصویر               |
| ۸۹..... | ۱-۶- مقدمه                                                      |
| ۹۲..... | ۲-۶- ادغام تصاویر مبتنی بر هرم لاپلاسی                          |
| ۹۵..... | ۳-۶- ادغام تصاویر مبتنی بر هرم نسبت                             |

|          |                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------|
| ۹۶.....  | ۴-۶- ادغام تصاویر مبتنی بر هرم کنتراست.....                |
| ۹۷.....  | ۵-۶- ادغام تصاویر مبتنی بر هرم گرادیان.....                |
| ۹۹.....  | ۶-۶- ادغام تصاویر مبتنی بر هرم مورفولوژی.....              |
| ۱۰۱..... | ۷-۶- ادغام تصاویر مبتنی بر هرم FSD.....                    |
| ۱۰۳..... | فصل هفتم : هم‌مرجع کردن تصاویر در سنجش از دور.....         |
| ۱۰۳..... | ۱-۷- مقدمه.....                                            |
| ۱۰۳..... | ۲-۷- هم‌مرجع کردن تصاویر در سنجش از دور.....               |
| ۱۰۵..... | ۳-۷- هم‌مرجع کردن مبتنی بر عارضه.....                      |
| ۱۰۶..... | ۱-۳-۷- تشخیص عوارض تصویری.....                             |
| ۱۰۷..... | ۲-۳-۷- تناظرابی بین عوارض تصاویر.....                      |
| ۱۰۸..... | ۳-۳-۷- تخمین پارامترهای مدل انتقال.....                    |
| ۱۰۹..... | ۱-۳-۳-۷- مدل‌های نگاشت سراسری.....                         |
| ۱۱۰..... | ۴-۳-۷- انتقال تصویر و نمونه‌برداری مجدد.....               |
| ۱۱۰..... | ۴-۷- روش‌های هم‌مرجع‌سازی مبتنی بر نواحی تصویری.....       |
| ۱۱۲..... | ۵-۷- ارزیابی دقت هم‌مرجع‌سازی تصاویر.....                  |
| ۱۱۳..... | ۱-۵-۷- تأثیر هم‌مرجع کردن بر ادغام تصاویر.....             |
| ۱۱۵..... | فصل هشتم : ارزیابی کیفیت تصاویر حاصل از ادغام.....         |
| ۱۱۵..... | ۱-۸- مقدمه.....                                            |
| ۱۱۵..... | ۲-۸- انواع روش‌های مطرح در ارزیابی کیفیت ادغام تصاویر..... |
| ۱۱۷..... | ۳-۸- روش‌های ارزیابی کیفیت مبتنی بر تصویر مرجع.....        |
| ۱۱۷..... | ۱-۳-۸- معیار خطای جذر میانگین مربعی RMSE.....              |
| ۱۱۷..... | ۲-۳-۸- معیار خطای مطلق میانگین MAE.....                    |
| ۱۱۸..... | ۳-۳-۸- معیار حداکثر نسبت سیگنال به نویز PSNR.....          |
| ۱۱۸..... | ۴-۳-۸- معیار اطلاعات متقابل MI.....                        |
| ۱۱۹..... | ۵-۳-۸- معیار ضریب همبستگی CC.....                          |
| ۱۱۹..... | ۶-۳-۸- معیار اختلاف آنترویی DE.....                        |
| ۱۱۹..... | ۷-۳-۸- شاخص کیفیت QI.....                                  |
| ۱۲۰..... | ۸-۳-۸- شاخص شباهت ساختاری SSIM.....                        |

|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| ۱۲۰ | ۹-۳-۸- معیار Wang & Bovik                          |
| ۱۲۰ | ۱۰-۳-۸- معیار خطای کلی بدون بعدی نسبی ERGAS        |
| ۱۲۱ | ۱۱-۳-۸- معیار نگاشت زاویه طیفی SAM                 |
| ۱۲۲ | ۱۲-۳-۸- معیار انحراف پیکسلی PPD                    |
| ۱۲۳ | ۱۳-۳-۸- معیار استفاده از فیلتر بالاگذر             |
| ۱۲۴ | ۱۴-۳-۸- معیار استخراج لبه                          |
| ۱۲۵ | ۱۵-۳-۸- معیار اطلاعات متقابل QZY                   |
| ۱۲۵ | ۱۶-۳-۸- معیار آنتروپی HNC                          |
| ۱۲۵ | ۱۷-۳-۸- معیار آنتروپی تقاطعی CE                    |
| ۱۲۶ | ۴-۸- روش‌های ارزیابی کیفیت بدون نیاز به تصویر مرجع |
| ۱۲۶ | ۱-۴-۸- انحراف معیار                                |
| ۱۲۷ | ۲-۴-۸- معیار آنتروپی                               |
| ۱۲۷ | ۳-۴-۸- معیار فرکانس مکانی                          |
| ۱۲۸ | ۵-۸- بررسی توانایی شاخص‌ها در ارزیابی کیفیت ادغام  |

## بخش سوم: روش‌های ادغام در سطح ویژگی

|     |                                     |
|-----|-------------------------------------|
| ۱۳۱ | فصل نهم: ادغام داده‌ها در سطح ویژگی |
| ۱۳۱ | ۱-۹- مقدمه                          |
| ۱۳۱ | ۲-۹- مبنای ادغام در سطح ویژگی       |
| ۱۳۲ | ۳-۹- روش‌های استخراج ویژگی          |
| ۱۳۳ | ۱-۳-۹- ویژگی‌های ساختاری            |
| ۱۳۵ | ۲-۳-۹- ویژگی‌های بافتی              |
| ۱۴۰ | ۳-۳-۹- ویژگی‌های طیفی               |
| ۱۴۰ | ۴-۹- روش‌های ادغام بردارهای ویژگی   |
| ۱۴۱ | ۱-۴-۹- ادغام بر مبنای تئوری بیزین   |
| ۱۴۳ | ۲-۴-۹- ادغام بر مبنای استدلال شهودی |

## بخش چهارم: روش‌های ادغام در سطح تصمیم‌گیری

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| فصل دهم : ادغام طبقه‌بندی‌کننده‌ها در سطح تصمیم‌گیری .....                | ۱۴۷ |
| ۱-۱- مقدمه .....                                                          | ۱۴۷ |
| ۱-۲- طبقه‌بندی‌کننده‌ها .....                                             | ۱۴۸ |
| ۱-۲-۱- طبقه‌بندی‌کننده کمترین فاصله .....                                 | ۱۴۸ |
| ۱-۲-۱-۱- طبقه‌بندی‌کننده بیشترین شباهت .....                              | ۱۴۹ |
| ۱-۲-۱-۲- طبقه‌بندی‌کننده $k$ - نزدیکترین همسایه .....                     | ۱۵۲ |
| ۱-۲-۲-۱- طبقه‌بندی‌کننده ماشین‌های بردار پشتیبان .....                    | ۱۵۳ |
| ۱-۲-۲-۱-۱- طبقه‌بندی‌کننده ماشین‌های بردار پشتیبان یک- درمقابل یک- .....  | ۱۵۷ |
| ۱-۲-۲-۱-۲- طبقه‌بندی‌کننده ماشین‌های بردار پشتیبان یک- درمقابل همه- ..... | ۱۵۸ |
| ۱-۳-۱- ادغام طبقه‌بندی‌کننده‌ها .....                                     | ۱۵۹ |
| ۱-۳-۱-۱- سیستم‌های طبقه‌بندی‌کننده چندگانه .....                          | ۱۶۲ |
| ۱-۳-۱-۱-۱- روش‌های ادغام طبقه‌بندی‌کننده‌های با خروجی مطلق .....          | ۱۶۳ |
| ۱-۳-۱-۱-۱-۱- رأی‌گیری .....                                               | ۱۶۳ |
| ۱-۳-۱-۱-۱-۲- روش بیز .....                                                | ۱۶۴ |
| ۱-۳-۱-۱-۳-۱- روش فضای دانش رفتاری (BKS) .....                             | ۱۶۵ |
| ۱-۳-۱-۲- روش‌های ادغام طبقه‌بندی‌کننده‌های قاری .....                     | ۱۶۷ |
| ۱-۳-۱-۲-۱- روش‌های کلاس- آگاه .....                                       | ۱۶۸ |
| ۱-۳-۱-۲-۱-۱- ادغام‌گرهای بدون نیاز به آموزش .....                         | ۱۶۸ |
| ۱-۳-۱-۲-۱-۲- ادغام‌گرهای نیازمند آموزش .....                              | ۱۶۹ |
| ۱-۳-۱-۲-۱-۳-۱- ادغام‌گرهای کلاس- بی اثر .....                             | ۱۷۱ |
| ۱-۳-۱-۲-۱-۳-۱-۱- الگوی تصمیم‌گیری .....                                   | ۱۷۱ |
| ۱-۳-۱-۲-۱-۳-۱-۲- ادغام‌گر دمپسترشافر .....                                | ۱۷۳ |
| ۱-۳-۲- روش‌های یادگیری دسته‌جمعی .....                                    | ۱۷۴ |
| ۱-۳-۲-۱- الگوریتم دسته‌بندی .....                                         | ۱۷۵ |
| ۱-۳-۲-۲- الگوریتم تقویتی .....                                            | ۱۷۶ |
| ۱-۳-۲-۲-۱- روش‌های تقویتی چندکلاسه .....                                  | ۱۷۸ |

|          |                                                                  |
|----------|------------------------------------------------------------------|
| ۱۸۲..... | ۱۰-۳-۳- معیارهای ارزیابی در ادغام طبقه‌بندی‌کننده‌ها             |
| ۱۸۲..... | ۱۰-۳-۳-۱- وابستگی طبقه‌بندی‌کننده‌ها                             |
| ۱۸۴..... | ۱۰-۳-۲- معیار تنوع                                               |
| ۱۸۴..... | ۱۰-۳-۲-۱- معیارهای تنوع بین زوج طبقه‌بندی‌کننده‌ها               |
| ۱۸۶..... | ۱۰-۳-۲-۲- معیارهای تنوع بین مجموعه طبقه‌بندی‌کننده‌ها            |
| ۱۸۷..... | ۱۰-۳-۳- رابطه تنوع و دقت                                         |
| ۱۸۸..... | ۱۰-۳-۲-۱- کارایی ادغامگر                                         |
| ۱۸۹..... | ۱۰-۴- نمونه عملی ادغام طبقه‌بندی‌کننده‌ها در سنجش از دور         |
| ۱۹۹..... | فصل یازدهم: سیستم‌های چندعاملی ادغام در سطح تصمیم‌گیری           |
| ۱۹۹..... | ۱۱-۱- مقدمه                                                      |
| ۲۰۰..... | ۱۱-۲- مفهوم عامل و سیستم‌های عامل - مینا                         |
| ۲۰۱..... | ۱۱-۲-۱- انواع معماری‌های عامل                                    |
| ۲۰۲..... | ۱۱-۲-۱-۱- مدل منطقی BDI                                          |
| ۲۰۳..... | ۱۱-۲-۲- سیستم‌های چندعاملی                                       |
| ۲۰۴..... | ۱۱-۲-۲-۱- سیستم‌های چندعاملی مکان - مینا                         |
| ۲۰۵..... | ۱۱-۳- سیستم چندعاملی ادغام با کاربرد تشخیص عوارض                 |
| ۲۰۶..... | ۱۱-۳-۱- طراحی ساختار سیستم چندعاملی مکان - مینا                  |
| ۲۰۷..... | ۱۱-۳-۲- اجزای موردنیاز در سیستم چندعاملی تشخیص عارضه             |
| ۲۰۷..... | ۱۱-۳-۲-۱- صفحه زرد و عامل هماهنگ‌کننده                           |
| ۲۰۸..... | ۱۱-۳-۲-۲- گروه عامل‌های تشخیص عارضه                              |
| ۲۰۹..... | ۱۱-۴- روند اجرایی در سیستم چندعاملی تشخیص عوارض                  |
| ۲۱۰..... | ۱۱-۴-۱- مرحله تشخیص عوارض براساس قابلیت‌های سیستم چندعاملی       |
| ۲۱۱..... | ۱۱-۴-۱-۱- تشخیص در سطح میکرو: تصمیم‌گیری براساس توصیفگرهای بافت  |
| ۲۱۱..... | ۱۱-۴-۱-۱-۱- مرحله آماده‌سازی توصیفگرهای بافت                     |
| ۲۱۲..... | ۱۱-۴-۱-۱-۲- مرحله تشخیص عوارض از طریق عامل‌های بافت              |
| ۲۱۴..... | ۱۱-۴-۱-۳- مرحله برطرف کردن تناقضات                               |
| ۲۱۴..... | ۱۱-۴-۲- تشخیص در سطح ماکرو: تصمیم‌گیری براساس توصیفگرهای ساختاری |
| ۲۱۵..... | ۱۱-۴-۲-۱- مرحله آماده‌سازی توصیفگرهای ساختاری                    |

۱۱-۴-۲-۳-اصلاح نواحی کاندیدا از طریق عامل‌های ساختاری.....۲۱۵

۱۱-۴-۲-۳-مرحله برطرف کردن تناقضات.....۲۱۶

۱۱-۵-ارائه یک نمونه عملی از سیستم چندعاملی مکان-مینا.....۲۱۷

۱۱-۵-۱-نتایج حاصل از عملیات پیش پردازشی روی داده‌های لیدار.....۲۲۰

۱۱-۵-۲-نتایج عملیات تشخیص عارضه براساس توصیفگرهای بافت.....۲۲۴

۱۱-۵-۱-۲-نتایج عملیات تشخیصی عامل‌های بافت.....۲۲۵

۱۱-۵-۳-نتایج عملیات تشخیص عارضه براساس توصیفگرهای ساختاری.....۲۲۷

۱۱-۶-آزمایی و تحلیل نتایج.....۲۲۹

فصل دوازدهم: ادغام مدل‌های استنتاج.....۲۳۱

۱۲-۱-مقدمه.....۲۳۱

۱۲-۲-بهینه‌سازی.....۲۳۲

۱۲-۲-۱-بازيخت فلزات.....۲۳۳

۱۲-۲-۲-جست‌وجوی تابو.....۲۳۴

۱۲-۲-۳-راهبردهای تکاملی و الگوریتم ژنتیک.....۲۳۴

۱۲-۲-۴-روش‌های بهینه‌سازی مبتنی بر هوش جمعی.....۲۳۶

۱۲-۳-عدم قطعیت و دانش شخص خبره.....۲۳۷

۱۲-۳-۱-تعاریف پایه.....۲۳۸

۱۲-۳-۲-قواعد اگر-آنگاه.....۲۳۹

۱۲-۳-۳-شیوه عمل در روند استنتاج فازی.....۲۳۹

۱۲-۴-مدل‌های استنتاج مبتنی بر یادگیری.....۲۴۰

۱۲-۴-۱-مدل‌های المان پردازش.....۲۴۱

۱۲-۴-۲-مدل‌های ساختاری و پیوندهای سیناپسی.....۲۴۲

۱۲-۴-۳-قوانین یادگیری.....۲۴۳

۱۲-۴-۳-۱-قوانین یادگیری در شبکه‌های عصبي پیش‌خوراند براساس روش پس‌انتشاری.....۲۴۴

۱۲-۵-مدل‌های استنتاج ترکیبی.....۲۴۶

۱۲-۵-۱-ادغام شبکه‌های عصبي و سیستم‌های فازی.....۲۴۶

۱۲-۵-۱-۱-سیستم‌های استنتاج نوروفازی.....۲۴۸

۱۲-۵-۱-۲-سیستم‌های استنتاج نوروفازی با قواعد (ANFIS) TSK.....۲۵۴

|          |                                                                           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|
| ۲۵۵..... | ۱۲-۵-۲- ادغام شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک                              |
| ۲۵۷..... | ۱۲-۵-۳- ادغام سیستم‌های فازی و الگوریتم ژنتیک                             |
| ۲۵۹..... | ۱۲-۶-۱- نمونه عملی ادغام شبکه‌های عصبی و سیستم استنتاج فازی در تشخیص اشیا |
| ۲۶۱..... | ۱۲-۶-۱- استخراج اشیا                                                      |
| ۲۶۱..... | ۱۲-۶-۱-۱- استخراج نواحی سه‌بعدی                                           |
| ۲۶۲..... | ۱۲-۶-۲- استخراج نواحی بر مبنای مؤلفه‌های STS                              |
| ۲۶۲..... | ۱۲-۶-۱-۲- نقاط اولیه رشد                                                  |
| ۲۶۳..... | ۱۲-۶-۲-۲- معیار رشد                                                       |
| ۲۶۴..... | ۱۲-۶-۲-۱- رشد                                                             |
| ۲۶۴..... | ۱۲-۶-۲- تشخیص اشیا                                                        |
| ۲۶۴..... | ۱۲-۶-۱-۲- آنالیز ویژگی‌های STS                                            |
| ۲۶۵..... | ۱۲-۶-۲- توصیف اشیا بر مبنای منطق فازی                                     |
| ۲۶۶..... | ۱۲-۶-۳- ادغام منطق‌ها: تنظیم قوانین و یادگیری                             |
| ۲۶۷..... | ۱۲-۷-۱- ارزیابی اجرایی ادغام در سطح مدل‌های استنتاج فازی و شبکه‌های عصبی  |
| ۲۶۷..... | ۱۲-۷-۱- تنظیم سیستم                                                       |
| ۲۶۸..... | ۱۲-۷-۱-۱- خصوصیات سیستم استنتاج فازی مورد استفاده در تناظرایی             |
| ۲۶۹..... | ۱۲-۷-۲- خصوصیات سیستم استنتاج فازی مورد استفاده در استخراج نواحی          |
| ۲۷۱..... | ۱۲-۷-۳- خصوصیات سیستم استنتاج فازی مورد استفاده در تشخیص عوارض            |
| ۲۷۴..... | ۱۲-۷-۲- نتایج تشخیص عوارض                                                 |
| ۲۷۵..... | منابع                                                                     |
| ۲۸۶..... | واژه‌نامه                                                                 |
| ۲۹۶..... | فهرست موضوعی                                                              |

## پیشگفتار

قابلیت‌ها و محدودیت‌های سنجنده‌های مطرح در سیستم‌های مختلف تصویربرداری در سنجش از دور، موجب شده است تا به‌کارگیری همزمان این اطلاعات به‌منظور دستیابی به پردازش‌های با توانایی و کارایی بیشتر، یکی از مهم‌ترین مسائل مطرح در بسیاری از کاربردهای این اطلاعات در علوم مختلف مهندسی شود. در این راستا در سال‌های گذشته راهبردهای متفاوتی به‌منظور ادغام اطلاعات مختلف سنجنده‌ها در سنجش از دور مطرح شده است. با توجه به تنوع داده‌های سنجش از دور برداشت شده از طریق سنجنده‌های گوناگون، و کاربردهای گوناگون مورد نظر در به‌کارگیری همزمان اطلاعات مختلف، استفاده از یک الگوریتم ادغام به‌منظور ترکیب کلیه انواع داده‌ها در عمل امکان‌پذیر نیست. همین مسئله به توسعه انواع روش‌های ادغام در سطوح مختلف به‌منظور ادغام داده‌های سنجش از دور با اهداف کاربردی گوناگون منجر شده است. تنوع روش‌ها و الگوریتم‌های مطرح در سطوح مختلف ادغام مانند سطح سیگنال/تصویر، ویژگی و تصمیم‌گیری سبب شده که ادغام داده‌ها به‌عنوان یکی از زمینه‌های تحقیقاتی مهم در عرصه‌های گوناگون به‌ویژه علوم ژئوماتیک مطرح شود. در این راستا، در کتاب حاضر سعی شده است که ضمن بیان مفاهیم پایه در ادغام داده‌ها، با در نظر گرفتن جنبه‌های کاربردی گوناگون ادغام داده‌های سنجش از دور در سطوح مختلف، انواع تکنیک‌های مطرح در این زمینه معرفی و مزایا و معایب هر یک ارزیابی شود. داده‌های مورد استفاده در این کتاب، داده‌های سنجنده‌های مطرح در سنجش از دور هستند، ولی بسیاری از روش‌های ادغام بیان‌شده می‌توانند بدون تغییر بنیادی در ذات آنها، در زمینه دیگر تصاویر موجود در علوم مختلف مهندسی مانند مهندسی پزشکی، بینایی کامپیوتری و... نیز به‌کار روند. امید است که مجموعه حاضر نقشی مؤثر در زمینه به‌کارگیری هرچه کاراتر ادغام داده‌های سنجنده‌های سنجش از دور و دیگر اطلاعات مطرح در علوم مختلف مهندسی داشته باشد.