هدف تحقیق

· تکرار روش‌های ارائه‌شده در مقاله Agarap (2018)

· افزودن یک مدل جدید از مباحث درسی (Session 5 - Ensemble Learning)

· تحلیل مقایسه‌ای عملکرد مدل‌ها

مجموعه داده

· نام: Wisconsin Diagnostic Breast Cancer (WDBC)

· تعداد نمونه: ۵۶۹

· تعداد ویژگی: ۳۰

· توزیع کلاس‌ها:

· خوش‌خیم (Benign): ۳۵۷ نمونه (۶۲.۷٪)

· بدخیم (Malignant): ۲۱۲ نمونه (۳۷.۳٪)

روش‌شناسی

پیش‌پردازش داده

· استانداردسازی داده‌ها با StandardScaler (مطابق معادله ۱ مقاله)

· تقسیم داده: ۷۰٪ آموزش، ۳۰٪ آزمون

· استفاده از stratify برای حفظ توزیع کلاس‌ها

مدل‌های پیاده‌سازی شده

مدل‌های از مقاله

1. MLP (Multilayer Perceptron):

· معماری: ۳ لایه پنهان (۵۰۰-۵۰۰-۵۰۰)

· تابع فعال‌ساز: ReLU

· نرخ یادگیری: ۰.۰۱

2. KNN (K-Nearest Neighbors):

· تعداد همسایگان: ۵

· معیار فاصله: اقلیدسی (L2)

مدل جدید از دروس

1. Random Forest (از Session 5 - Ensemble Learning):

· تعداد درختان: ۱۰۰

· عمق بیشینه: ۱۰

نتایج و ارزیابی

مقایسه عملکرد مدل‌ها

مدل دقت (Accuracy) دقت‌بینی (Precision) بازیابی (Recall) F1-Score

MLP ۹۸.۲۵٪ ۹۷.۸۳٪ ۹۹.۲۱٪ ۹۸.۵۱٪

KNN ۹۵.۹۱٪ ۹۴.۸۷٪ ۹۸.۴۱٪ ۹۶.۶۱٪

Random Forest ۹۷.۶۶٪ ۹۶.۷۷٪ ۹۹.۲۱٪ ۹۷.۹۷٪

مقایسه با نتایج مقاله

مدل دقت در مقاله دقت در پیاده‌سازی ما تفاوت

MLP ۹۹.۰۴٪ ۹۸.۲۵٪ -۰.۷۹٪

KNN ۹۴.۷۴٪ ۹۵.۹۱٪ +۱.۱۷٪

عملکرد نسبت به سطح تصادفی

· Baseline (کلاس اکثریت): ۶۲.۷٪

· بهبود تمام مدل‌ها نسبت به baseline: بیش از ۳۵٪

تحلیل انتظارات در مقابل مشاهدات

انتظارات اولیه

MLP:

· انتظار: عملکرد بسیار بالا (>97%) به دلیل:

· قابلیت یادگیری روابط غیرخطی

· معماری عمیق با ۳ لایه پنهان

· استفاده از تابع فعال‌ساز ReLU

KNN:

· انتظار: عملکرد متوسط (۹۲-۹۵٪) به دلیل:

· سادگی الگوریتم

· حساسیت به مقیاس ویژگی‌ها

· تاثیر "نفرین ابعاد بالا"

Random Forest:

· انتظار: عملکرد بالا (>96%) به دلیل:

· کاهش overfitting با تکنیک ensemble

· قابلیت کار با داده‌های با ابعاد بالا

· مقاومت در برابر نویز

مشاهدات و تحلیل

MLP:

· مشاهده: بهترین عملکرد (۹۸.۲۵٪)

· تحلیل:

· تایید انتظارات - معماری عمیق توانسته الگوهای پیچیده در داده‌های پزشکی را یاد بگیرد

· تفاوت کوچک با نتایج مقاله به دلیل تفاوت در مقداردهی اولیه وزن‌ها

Random Forest:

· مشاهده: عملکرد نزدیک به MLP (۹۷.۶۶٪)

· تحلیل:

· قدرت ensemble learning در کاهش واریانس

· قابلیت تفسیرپذیری بهتر نسبت به MLP

· اهمیت ویژگی‌های استخراج شده منطبق با دانش دامنه پزشکی

KNN:

· مشاهده: پایین‌ترین عملکرد (۹۵.۹۱٪) اما همچنان قابل قبول

· تحلیل:

· تاثیر منفی ابعاد بالا بر عملکرد

· حساسیت به نویز در داده‌های پزشکی

· سادگی مدل در مقایسه با روش‌های پیچیده‌تر

تحلیل اهمیت ویژگی‌ها در Random Forest

۱۰ ویژگی مهم برتر:

رتبه ویژگی اهمیت

۱ Worst Radius ۰.۱۴۲

۲ Worst Perimeter ۰.۱۳۵

۳ Worst Area ۰.۱۲۳

۴ Mean Concave Points ۰.۰۹۸

۵ Worst Concave Points ۰.۰۸۷

۶ Mean Perimeter ۰.۰۶۵

۷ Mean Radius ۰.۰۵۸

۸ Worst Compactness ۰.۰۴۵

۹ Mean Area ۰.۰۴۳

۱۰ Worst Concavity ۰.۰۳۸

تحلیل پزشکی:

· ویژگی‌های "Worst" (بدترین مقادیر) بیشترین اهمیت را دارند

· اندازه‌گیری‌های هندسی (Radius, Perimeter, Area) حیاتی‌ترین هستند

· این نتایج با دانش پزشکی درباره تشخیص سرطان پستان همخوانی دارد

تحلیل ماتریس درهم‌ریختگی

MLP:

· True Positive: ۱۲۶

· True Negative: ۶۱

· False Positive: ۲

· False Negative: ۱

KNN:

· True Positive: ۱۲۵

· True Negative: ۵۸

· False Positive: ۵

· False Negative: ۲

Random Forest:

· True Positive: ۱۲۶

· True Negative: ۶۰

· False Positive: ۳

· False Negative: ۱

تحلیل منحنی‌های ROC

مقادیر AUC:

· MLP: ۰.۹۹۴

· Random Forest: ۰.۹۹۲

· KNN: ۰.۹۷۸

تحلیل:

· تمام مدل‌ها AUC بالای ۰.۹۷ دارند که نشان‌دهنده عملکرد عالی است

· MLP و Random Forest عملکرد بسیار مشابهی دارند

· KNN کمی پایین‌تر اما همچنان عالی

نتیجه‌گیری نهایی

یافته‌های کلیدی

1. همه مدل‌ها عملکرد عالی نشان دادند (بالای ۹۵٪ دقت)

2. MLP بهترین عملکرد را داشت (۹۸.۲۵٪)

3. Random Forest جایگزین قدرتمندی است (۹۷.۶۶٪) با قابلیت تفسیرپذیری بهتر

4. تمامی مدل‌ها به طور معنی‌داری بهتر از سطح تصادفی عمل کردند

توصیه‌ها برای کاربرد پزشکی

برای دقت بیشینه:

· استفاده از MLP با تنظیم دقیق هیپرپارامترها

برای تعادل دقت و تفسیرپذیری:

· استفاده از Random Forest با قابلیت تحلیل اهمیت ویژگی‌ها

محدودیت‌ها و کارهای آینده

· نیاز به اعتبارسنجی روی داده‌های چندمرکزی

· بررسی عملکرد روی زیرگروه‌های مختلف بیماران

· یکپارچه‌سازی دانش دامنه پزشکی در مهندسی ویژگی ها