



پروژه سوم مبانی یادگیری عمیق:

تشخیص ضربان قلب

فاطمه دلal

۴۰۰۳۶۱۳۰۲۸

دکتر محمد کیانی

نیمسال اول سال تحصیلی ۱۴۰۳-۰۴

این کد یک مدل یادگیری عمیق برای طبقه‌بندی سیگنال‌های ECG که شامل دو بخش است:

۱. طبقه‌بندی باینری (سالم vs. غیرسالم)
۲. طبقه‌بندی چندکلاسه (طبقه‌بندی بر اساس نوع آریتمی‌های قلبی)

در طبقه‌بندی چندکلاسه آریتمی‌های قلبی، معمولاً از مجموعه داده MIT-BIH Arrhythmia Database استفاده می‌شود که شامل پنج دسته اصلی آریتمی است:

• Normal Beat (N) – ضربان نرمال:

- ضربان قلب عادی و طبیعی که ریتم منظمی دارد.
- در مدل، کلاس ۰ در نظر گرفته می‌شود.

۱ – Supraventricular Ectopic Beat (S) انقباض زودرس فوق‌بطنی:

- ضربان‌هایی که در دهلیز قلب رخ می‌دهند و معمولاً زودتر از حد انتظار اتفاق می‌افتند.
- در مدل، کلاس ۱ در نظر گرفته می‌شود.

۲ – Ventricular Ectopic Beat (V) انقباض زودرس بطنی:

- ضربان‌های غیرطبیعی که در بطن‌ها (پایین قلب) رخ می‌دهند و ریتم قلب را مختل می‌کنند.
- در مدل، کلاس ۲ در نظر گرفته می‌شود.

۳ – Fusion Beat (F) فیوژن ضربان‌ها:

- ترکیبی از یک ضربان نرمال و یک انقباض زودرس بطنی که باعث تغییر شکل موج ECG می‌شود.
- در مدل، کلاس ۳ در نظر گرفته می‌شود.

۴ – Unknown Beat (Q) سایر ضربان‌های غیرعادی:

- سایر انواع آریتمی که در دسته‌های بالا قرار نمی‌گیرند.
- در مدل، کلاس ۴ در نظر گرفته می‌شود.

خروجی برای قسمت دو کلاسه (باینری):

	precision	recall	f1-score	support
0.0	0.74	0.67	0.71	2139
1.0	0.69	0.76	0.72	2064
accuracy			0.72	4203
macro avg	0.72	0.72	0.72	4203
weighted avg	0.72	0.72	0.72	4203

#### ۱. Precision

دقت نشان می‌دهد که از بین نمونه‌هایی که مدل به عنوان یک کلاس خاص (مثلاً ۰ یا ۱) پیش‌بینی کرده، چه تعداد واقعاً متعلق به آن کلاس هستند. در اینجا، مدل برای کلاس ۰ عملکرد بهتری نسبت به کلاس ۱ دارد، به این معنی که وقتی مدل ۰ را پیش‌بینی می‌کند، احتمال بیشتری دارد که درست باشد.

#### ۲. Recall

فراخوانی نشان می‌دهد که از بین تمام نمونه‌های یک کلاس، مدل چند مورد را درست تشخیص داده است. در اینجا، مدل در شناسایی کلاس ۱ عملکرد بهتری دارد، به این معنی که تعداد بیشتری از موارد واقعی کلاس ۱ را پیدا کرده است.

#### ۳. F1-Score

میانگینی از precision و recall است. مدل در تشخیص هر دو کلاس عملکرد تقریباً یکسانی دارد (۰.۷۱ و ۰.۷۲).

#### ۴. Accuracy

مدل در مجموع ۷۲٪ از نمونه‌ها را به درستی پیش‌بینی کرده است، که یک عملکرد متوسط محسوب می‌شود.

#### ۵. تحلیل تعادل کلاس‌ها

از نظر تعداد نمونه، مجموعه داده تقریباً متعادل است، پس عدم توازن کلاس (class imbalance) مشکل خاصی ایجاد نکرده است.

## نقاط قوت

عملکرد مدل در تشخیص دو کلاس متوازن است.

F1-score برای هر دو کلاس نزدیک به هم است، که نشان می‌دهد مدل دقت و فراخوانی خوبی دارد.

## نقاط ضعف

دقت (Precision) کلاس ۱ کمی پایین‌تر از کلاس ۰ است، یعنی وقتی مدل کلاس ۱ را پیش‌بینی می‌کند، احتمال خطا بیشتر است.

Recall کلاس ۰ نسبت به کلاس ۱ کمتر است، یعنی مدل برخی از نمونه‌های کلاس ۰ را به درستی شناسایی نکرده است.

خروجی برای قسمت چندکلاسه:

	precision	recall	f1-score	support
0	0.97	0.64	0.77	18117
1	0.10	0.80	0.18	556
2	0.30	0.84	0.44	1448
3	0.12	0.84	0.21	162
4	0.95	0.17	0.29	1608
accuracy			0.62	21891
macro avg	0.49	0.66	0.38	21891
weighted avg	0.89	0.62	0.69	21891

تحلیل بر اساس کلاس‌ها

#### ۱. کلاس ۰:

Precision: ۰,۹۷ یعنی بیشتر پیش‌بینی‌های این کلاس درست بوده‌اند.  
Recall: ۰,۶۴ یعنی مدل ۶۴٪ از نمونه‌های واقعی این کلاس را درست شناسایی کرده است.  
F1-score: ۰,۷۷ که نشان‌دهنده تعادل نسبی بین Precision و Recall است.  
مدل در این کلاس عملکرد نسبتاً خوبی دارد اما یادآوری می‌تواند بهبود یابد.

کلاس ۱، ۲ و ۳ (کلاس‌های با نمونه‌های کمتر - احتمالاً انواع خاصی از آریتمی‌ها)

#### ۲. کلاس ۱:

Precision پایین (۰,۱۰)، اما Recall بالا (۰,۸۰)  
مدل نمونه‌های این کلاس را زیاد شناسایی کرده اما اکثر پیش‌بینی‌های آن اشتباه بوده‌اند.

#### ۳. کلاس ۲:

Precision متوسط (۰,۳۰) و Recall بسیار بالا (۰,۸۴)

مدل بیشتر نمونه‌های این کلاس را پیدا کرده اما دقت پیش‌بینی‌هایش پایین است.

۴. کلاس ۳:

Precision پایین (۰,۱۲) اما Recall بسیار بالا (۰,۸۴)

مانند کلاس ۱ و ۲، مدل این کلاس را به درستی شناسایی می‌کند اما با دقت پایین.

مدل به دلیل Recall بالا بسیاری از نمونه‌های این کلاس‌ها را پوشش داده اما دقت پایین باعث افزایش نرخ خطا شده است. این احتمالاً به دلیل عدم تعادل داده‌ها و کم بودن تعداد نمونه‌های این کلاس‌ها است.

۵. کلاس ۴:

Precision: ۰,۹۵ یعنی پیش‌بینی‌های این کلاس اغلب درست هستند.

Recall: ۰,۱۷ یعنی فقط ۱۷٪ از نمونه‌های این کلاس درست شناسایی شده‌اند.

مدل در پیش‌بینی این کلاس محافظه‌کارانه عمل می‌کند و بیشتر نمونه‌های این کلاس را نادیده می‌گیرد، که احتمالاً به دلیل عدم تعادل داده‌ها و تحت تأثیر کلاس غالب بودن است.

(Accuracy) : ۶۲٪

**Precision:** ۰,۴۹

نشان می‌دهد که مدل به طور کلی در تمام کلاس‌ها دقت پایینی دارد

**Recall:** ۰,۶۶

نشان می‌دهد که مدل بسیاری از نمونه‌ها را پیدا کرده اما دقت پایینی دارد.

**F1-score:** ۰,۳۸

تعادل بین Precision و Recall در سطح پایینی است.

مدل تمایل به پیش‌بینی کلاس‌های دارای داده زیاد (کلاس ۰) دارد.