

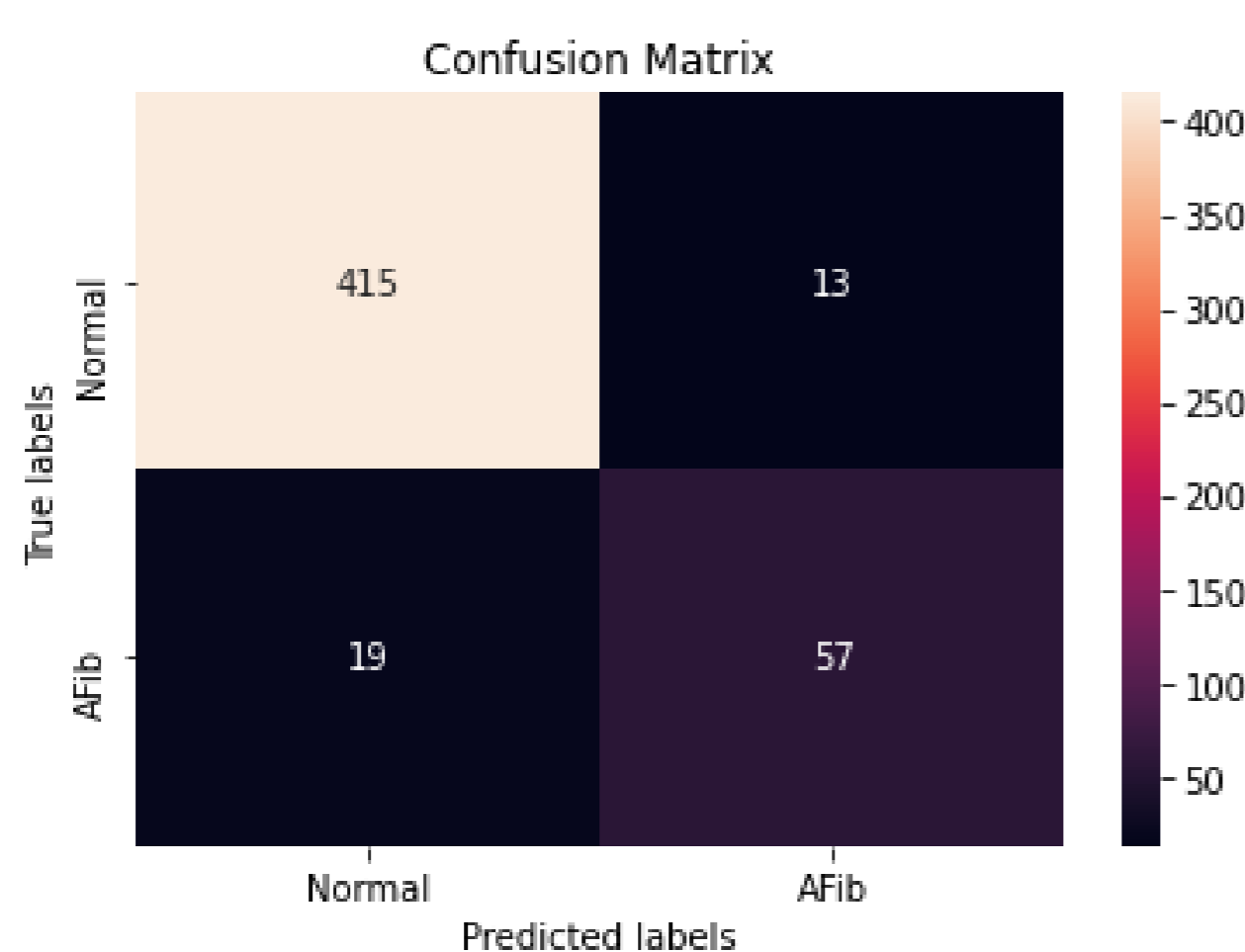
طراحی الگوریتم تشخیص آشفته‌گی آهنگ (آریتمی) قلب Atrial Fibrillation



دانشجو: سید علی احمدی
استاد راهنما: دکتر امید شعاعی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

نتایج

شبکه پیاده‌سازی شده در ۲۰۰ مرحله با داده‌های آماده شده در مرحله پیش‌پردازش آموزش داده شد و نتیجه ارزیابی شبکه با داده‌های جدید به شکل زیر است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که رویکرد پیشنهادی با تخمین خوبی می‌تواند از داده‌های ناشناخته برای شناسایی AF استفاده کند. همچنین این شبکه در مقایسه با نمونه‌های مشابه عملکرد بهینه‌تر و سرعت بیشتری دارد.



شکل ۳: ماتریس اغتشاش نتیجه ارزیابی شبکه نهایی

دقت	0.93
صحت	0.85
پوشش	0.75
نمره F1	0.73

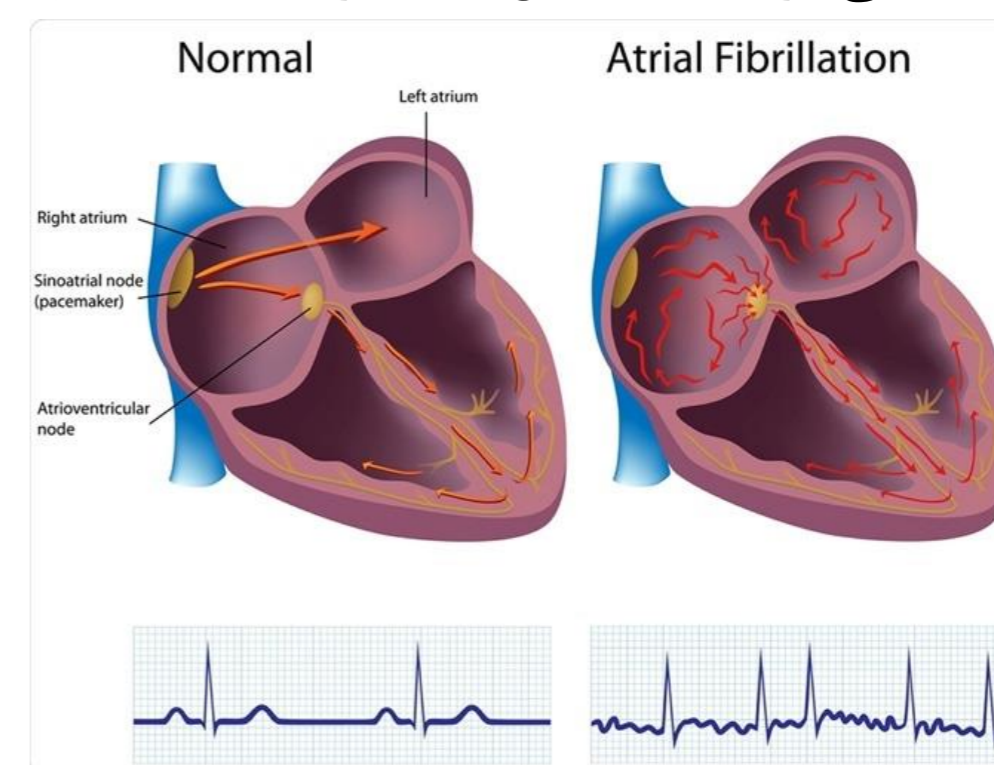
جدول ۱: معیارهای عملکرد شبکه آموزش داده شده

جمع بندی

آشفته‌گی آهنگ فیبریلاسیون دهلیزی می‌تواند به شرایط خطرناکی، از جمله مرگ و سکته، منجر شود؛ بنابراین، نظارت مستمر آن می‌تواند با شناسایی زود هنگام AF در بیماران تأثیرات بالینی مفیدی داشته باشد. این مطالعه با بررسی مقالات مشابه مبتنی بر شبکه عصبی برای تشخیص AF، یک مدل با سرعت بالا و توان پردازشی کم پیشنهاد می‌دهد که بتواند به صورت بهینه نظارت مستمر بر بیماران مبتلا به AF را امکان پذیر سازد. در نهایت با روش مبتنی بر تکنیک‌های یادگیری عمیق ترکیبی CNN-LSTM دقت ۹۱.۱٪ و معیار F1 ۷۳.۲٪ دست می‌یابد که با در نظر گرفتن هدف اصلی که سرعت بالا و توان پردازشی کم بود، عملکرد قابل قبولی می‌باشد.

مقدمه

Atrial Fibrillation (به اختصار AF) یک نوع نارسایی ریتمی قلبی است که می‌تواند به سکته مغزی، نارسایی قلبی و مرگ منجر شود. به طور معمول تشخیص AF از تحلیل دستی الکتروکاردیوگرافی (ECG) انجام شده که زمان‌بر و مستعد خطاست؛ از این رو این مطالعه با بررسی مقالات مبتنی بر یادگیری عمیق تشخیص AF، یک مدل شبکه عصبی برای تشخیص AF از سیگنال کوتاه مدت ECG را ارائه می‌دهد.



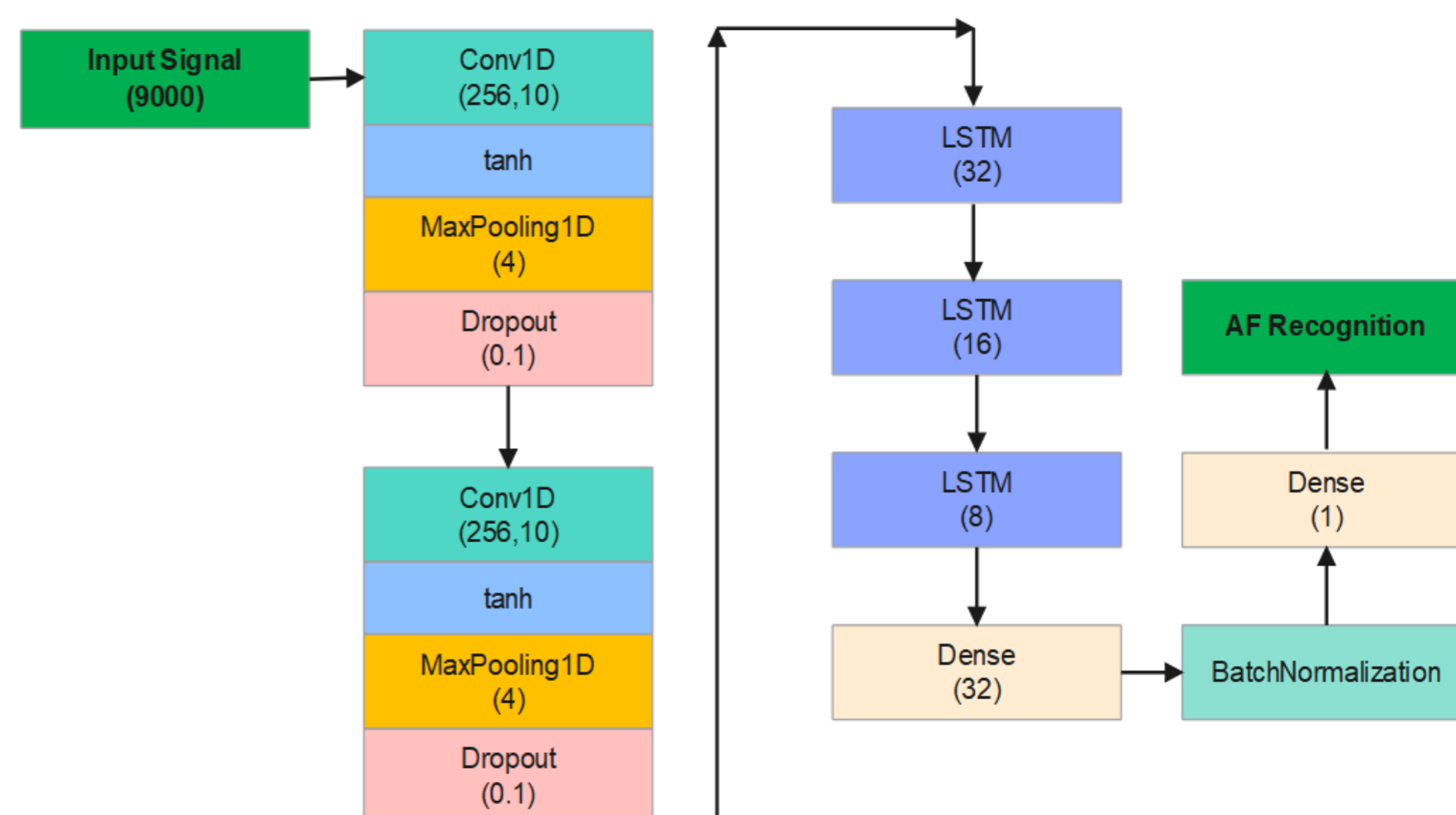
شکل ۱: مقایسه عملکرد قلب در حالت عادی و AF

روش پیشنهادی

ابتدا نتایج چند مقاله معتبر تشخیص AF با کمک شبکه عصبی مورد بررسی قرار گرفت. معماری در این مقالات بر پایه شبکه‌های عصبی عمیق، CNN، LSTM و ترکیبی برای تشخیص AF بودند. در نتیجه این تحقیق شبکه عصبی ترکیبی CNN و LSTM برای ادامه مسیر انتخاب شد. این مدل معماری بهینه‌ترین عملکرد در مقایسه با دیگر معماری‌ها داشت. در این معماری ابتدا از CNN برای تشخیص الگوهای پیچیده، مانند تغییرات در شکل موج‌ها، استفاده شده و سپس LSTM برای درک وابستگی‌های زمانی در داده‌ها به کار گرفته می‌شود. LSTM اطلاعات را برای مدت زمان طولانی حفظ می‌کند و امکان تشخیص تغییرات زمانی در ریتم قلب، که معمولاً در AF رخ می‌دهد، را فراهم می‌کند. ترکیب این دو مدل امکان تشخیص دقیق‌تر و حساسیت بالاتر در تشخیص AF را امکان پذیر می‌سازد.

مرحله بعد مجموعه داده‌های رایگان و در دسترس مناسب آموزش شبکه انتخاب شده مورد بررسی قرار گرفتند. چهار مجموعه داده مناسب یافته شد که از میان آن‌ها یک عدد لیبیل‌گذاری نامناسب و یک عدد دیگر حاوی سیگنال‌ها با نویز و اغتشاش زیاد بود که استفاده از آن منجر به پسرقت عملکرد شبکه می‌شد. در نهایت دو مجموعه داده "The China Physiological" و "The 2017 PhysioNet/CinC Challenge" و "Signal Challenge 2018" مورد استفاده قرار گرفته شد.

بعد از انتخاب مجموعه داده نوبت به پیش‌پردازش داده‌ها می‌رسد. با توجه به ماهیت AF و هدف ما از پروژه، ورودی شبکه یک سیگنال با طول ۳۰ ثانیه فرض شد یعنی، با توجه به اینکه نمونه‌برداری مجموعه داده با نرخ فرکانس ۳۰۰ هرتز انجام شده، سیگنال‌های ورودی آرایه‌های تک بعدی با طول ۹۰۰۰ واحد در نظر گرفته شدند. در نهایت حدود ۶۰۰۰ سیگنال عادی و ۹۰۰ سیگنال AF آماده شد که از این تعداد ۲۰ درصد برای ارزیابی و مابقی برای آموزش شبکه استفاده شد. در نتیجه بررسی مقالات و سعی و خطا در بهبود عملکرد شبکه، ساختار نهایی شبکه به شرح شکل ۲ انجام شد.



شکل ۲: معماری پیشنهادی

مراجع اصلی

1. Murat, F.; Sadak, F.; Yildirim, O.; Talo, M.; Murat, E.; Karabatak, M.; Demir, Y.; Tan, R.-S.; Acharya, U.R. Review of Deep Learning-Based Atrial Fibrillation Detection Studies. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 11302.
2. Fan, X.; Hu, Z.; Wang, R.; Yin, L.; Li, Y.; Cai, Y. A novel hybrid network of fusing rhythmic and morphological features for atrial fibrillation detection on mobile ECG signals. *Neural Comput. Appl.* 2020, 32, 8101–8113.
3. Nguyen, Q.H.; Nguyen, B.P.; Nguyen, T.B.; Do, T.T.T.; Mbinta, J.F.; Simpson, C.R. Stacking segment-based CNN with SVM for recognition of atrial fibrillation from single-lead ECG recordings. *Biomed. Signal Process. Control* 2021, 68, 102672.
4. AF Classification from a Short Single Lead ECG Recording - The PhysioNet Computing in Cardiology Challenge 2017. *Physionet.org*, Feb. 2017. <https://physionet.org/content/challenge-2017/1.0.0/>