

یکپارچه‌سازی معماری VGG۱۶ با پروتکل ACIMD به منظور ارتقای امنیت و قابلیت اطمینان در سیستم‌های احراز هویت از راه دور مبتنی بر سیگنال ECG

نرگس اسحق‌آ، محمد حبیبی^{آ*}، منصور باقری^{ب،ج}، علی خطیبی^آ

^آ دانشکده علوم پایه، دانشگاه تفرش، ایران.

^ب گروه مهندسی مخابرات، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، لویزان، تهران، ایران.

^ج پژوهشکده الکترونیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت: 18 June 2025

اصلاح: 27 December 2025

پذیرش: 15 February 2026

انتشار آنلاین: 16 May 2026

کلمات کلیدی:

احراز هویت مبتنی بر ECG، پروتکل تعیین محدوده مبتنی بر فاصله، دورسنگی از راه دور، پروتکل ACIMD، مدل یادگیری عمیق VGG۱۶.

امنیت دستگاه‌های پزشکی قابل کاشت (IMDs) از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است، زیرا دسترسی غیرمجاز به این دستگاه‌ها می‌تواند پیامدهای تهدیدکننده‌ای برای زندگی بیمار به همراه داشته باشد. سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام (ECG) به دلیل منحصر به فرد بودن ذاتی و قابلیت تشخیص زنده بودن کاربر، یک روش زیست‌سنجی قابل اعتماد برای احراز هویت محسوب می‌شوند. با این حال، سیستم‌های مبتنی بر ECG که به صورت بی‌سیم کار می‌کنند، در برابر حملات رله‌ای آسیب‌پذیر بوده و نیازمند مکانیزم‌های قوی برای تأیید مجاورت فیزیکی هستند. مطالعه حاضر یک چارچوب احراز هویت یکپارچه و نوین را ارائه می‌دهد که به طور همزمان به مسئله شناسایی کاربر و تأیید مجاورت فیزیکی می‌پردازد. در این پژوهش، پروتکل تعیین محدوده مبتنی بر فاصله (Distance-Bounding) موسوم به ACIMD با بهره‌گیری از یک شبکه عصبی عمیق کانولوشنی VGG۱۶ که به صورت دقیق تنظیم شده (Fine-tuned) است، برای احراز هویت زیست‌سنجی ECG با دقت بالا، ارتقا داده شده است. سیستم پیشنهادی با استفاده از پایگاه داده MIT-BIH آریتمی مورد ارزیابی دقیق قرار گرفت. براساس نتایج، مدل یکپارچه به دقت کلی ۴۵/۹۹٪ در احراز هویت دست یافت که از دقت پایه پروتکل ACIMD با میزان ۸۲/۹۷٪ فراتر رفت که بهبودی متوسط ۶۳/۱٪ را در آستانه‌های مختلف فاصله فیزیکی نشان می‌دهد. اگرچه یکپارچه‌سازی شبکه VGG۱۶، زمان کل فرآیند احراز هویت را از ۰/۱۱۳ ثانیه به ۰/۴۳۷ ثانیه افزایش داد، اما این بازه زمانی همچنان کاملاً در محدوده قابل قبول برای کاربردهای پزشکی بلادرنگ قرار دارد. نکته حائز اهمیت این است که، نتایج به دست آمده شواهد جدیدی مبنی بر بهبود قابلیت اطمینان سیستم ارائه می‌دهد که نشان‌دهنده مقاومت موثر آن در برابر نویز سیگنال در مقایسه با روش پایه است. همچنین سیستم پیشنهادی به طور مؤثری بین دقت بالای داده‌های زیست‌سنجی و امنیت سخت‌گیرانه در لایه فیزیکی تعادل برقرار کرده و راهکاری جامع برای احراز هویت امن از راه دور در کاربردهای حیاتی نظیر دستگاه‌های پزشکی قابل کاشت (IMDs) فراهم می‌آورد.

© 2026. تمامی حقوق محفوظ است.

* نویسنده مسئول.