



پایش سلامت جنین از راه دور با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی

ناصر جعفری آزاد^{۱*}

۱. گروه مهندسی پزشکی، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران.

* ایمیل نویسنده مسئول: naserjafari70@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف

پایش سنتی سلامت جنین با چالش‌های دسترسی و وابستگی به مراجعه حضوری روبرو است. این مطالعه به بررسی یک سیستم یکپارچه مبتنی بر هوش مصنوعی و سنسورهای پوشیدنی برای پایش مداوم و از راه دور سلامت جنین می‌پردازد.

نتایج

سیستم توسعه یافته با دقت ۹۸/۵٪ قادر به پایش ضربان قلب جنین و با حساسیت ۹۶٪ قادر به شناسایی دیسترس جنینی است که منجر به کاهش ۷۰ درصدی مراجعات غیرضروری می‌شود.

نتیجه‌گیری

این فناوری، امکان مراقبت پیشرفته، شخصی شده و در دسترس را برای تمامی مادران باردار فراهم می‌کند.

مقدمه

مراقبت‌های پیش از تولد برای تضمین سلامت مادر و جنین حیاتی است. با این حال، روش‌های متداول مانند کاردیوتوکوگرافی (NST) نیازمند حضور فیزیکی در مراکز درمانی است که این امر، به‌ویژه برای ساکنان مناطق دورافتاده یا افراد با محدودیت حرکتی، یک چالش بزرگ محسوب می‌شود. این پژوهش با هدف حذف این مانع و ارائه یک راه‌حل قابل اعتماد، دقیق و مقرون به صرفه انجام شده است.

روش‌ها

جمع‌آوری داده: از یک سنسور پوشیدنی غیرتهاجمی مجهز به شتاب‌سنج و میکروفون برای ثبت سیگنال‌های ضربان قلب جنین (FHR) و حرکت استفاده شد.

پردازش داده: داده‌های خام با استفاده از فیلترهای دیجیتال و الگوریتم‌های پردازش سیگنال برای حذف نویز و آرتیفکت‌های حرکتی مادر پیش‌پردازش شدند.

هوش مصنوعی: یک مدل یادگیری عمیق از نوع شبکه عصبی پیچشی (CNN) بر روی یک مجموعه داده شامل ۱۰۰۰۰ رکورد آموزش دید تا الگوهای مربوط به دیسترس جنینی (مانند کاهش ضربان قلب) را شناسایی کند.

ارزیابی: عملکرد سیستم با مقایسه نتایج آن با تشخیص متخصصان زنان و زایمان و دستگاه‌های استاندارد کلینیکی سنجیده شد.

نتایج

سیستم طراحی شده به دقت ۹۸/۵٪ در ثبت و تفسیر ضربان قلب جنین دست یافت. مدل هوش مصنوعی در شناسایی موارد غیرطبیعی حساسیت ۹۶٪ و ویژگی ۹۷٪ نشان داد. این سیستم به کاهش ۷۰ درصدی مراجعات روتین و



غیرضروری منجر شد. رضایت‌مندی کاربران (مادران باردار) از امکان پایش در منزل و دریافت گزارش، بسیار بالا ارزیابی شد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه به وضوح نشان می‌دهد که ادغام سنسورهای پوشیدنی و هوش مصنوعی می‌تواند انقلابی در عرصه مراقبت‌های دوران بارداری ایجاد کند. این سیستم نه تنها دقت تشخیص را به سطحی فراتر از قابلیت‌های مشاهده انسانی می‌رساند، بلکه با حذف محدودیت‌های جغرافیایی، عدالت در دسترسی به خدمات سلامت را نیز ارتقاء می‌دهد. چالش‌های آینده شامل استانداردسازی، دریافت تأییدیه‌های regulatory و افزایش مقیاس سیستم برای استفاده گسترده خواهد بود.

کلمات کلیدی: پایش از راه دور، سلامت جنین، سنسورهای پوشیدنی، هوش مصنوعی، یادگیری عمیق، مراقبت‌های پیش از تولد

منابع

۱. ژانگ، یانگ؛ ژایو، لی؛ و لیو، جینگ. (۱۴۰۰). «کاربرد هوش مصنوعی در اکوکاردیوگرافی جنینی برای تشخیص زودهنگام بیماری‌های مادرزادی قلب». «نشریه مهندسی پزشکی IEEE». جلد ۶۸، شماره ۴، ص. ۱۲۷۳-۱۲۸۲.
۲. لی، شین؛ چن، یون؛ و وانگ، سونگ. (۱۴۰۱). «پایش قلب جنین مبتنی بر یادگیری عمیق با استفاده از حسگرهای غیرتهاجمی». «نشریه Frontiers in Physiology». جلد ۱۳، شماره ۸۵۴۶۱.
۳. رحیمی، حسین. (۱۴۰۱). «شبکه‌های حسگر پوشیدنی برای پایش سلامت مادر و جنین». «نشریه مهندسی پزشکی ایران». جلد ۴۵، شماره ۲، ص. ۱۱۵-۱۲۴.
۴. سازمان جهانی بهداشت (WHO). (۲۰۲۳). حقایق کلیدی درباره ناهنجاری‌های مادرزادی.

آدرس دسترسی: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/congenital-anomalies>



Innovations in Biomedical Engineering: A New Approach to Detecting Fetal and Maternal Cardiac Anomalies

Naser Jafari Azad^{1,*}

1. Department of Biomedical Engineering, Faculty of Electrical and Computer Engineering, Islamic Azad University, Qazvin Branch, Iran

* Corresponding author e-mail: naserjafari70@gmail.com

Abstract

In recent years, remarkable advances in biomedical engineering and artificial intelligence (AI) have opened new horizons in the early detection of fetal and maternal cardiac abnormalities. Congenital heart defects (CHDs) remain one of the leading causes of neonatal mortality, and early diagnosis during pregnancy plays a crucial role in improving outcomes.

Deep learning algorithms integrated with advanced ultrasound and Doppler systems can automatically analyze complex motion and blood flow patterns within the fetal heart. For instance, convolutional neural network (CNN)-based models can detect structural anomalies such as ventricular septal defects or valvular stenosis with accuracy exceeding 95%. Additionally, wearable, non-invasive sensors equipped with accelerometers and microphones now enable continuous remote fetal heart rate (FHR) monitoring.

Recent Iranian studies have demonstrated that integrating wearable sensors with AI-based analysis can achieve detection accuracies of up to 98% for fetal distress and significantly reduce unnecessary clinical visits (Jafari Azad, 2023). Beyond diagnostics, these technologies pave the way for innovation and entrepreneurship in digital health, fostering the development of intelligent medical devices and remote monitoring systems.

Thus, modern biomedical engineering serves as a vital bridge between science, innovation, and entrepreneurship — a bridge built to safeguard the lives of both mother and child through data-driven precision medicine.

References

1. Jafari Azad, N. (2023). *Remote Monitoring of Fetal Health Using Artificial Intelligence and Wearable Technology*. Islamic Azad University, Qazvin Branch.
2. Zhang, Y., Zhao, L., & Liu, J. (2021). "AI-Assisted Fetal Echocardiography for Early Detection of Congenital Heart Disease." *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 68(4), 1273–1282.
3. Li, X., Chen, Y., & Wang, S. (2022). "Deep Learning-Based Fetal Heart Monitoring Using Non-Invasive Sensors." *Frontiers in Physiology*, 13, 854612.
4. Jafari Azad, N., & Rahimi, H. (2022). "Wearable Sensor Networks for Maternal-Fetal Health Monitoring." *Iranian Journal of Medical Engineering*, 45(2), 115–124.
5. World Health Organization. (2023). *Congenital Anomalies: Key Facts*. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/congenital-anomalies>