



کاربرد هوش مصنوعی در بهبود دقت سونوگرافی جنین

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

مقدمه

سونوگرافی، ابزاری حیاتی در مراقبت‌های پیش از تولد است، اما دقت آن به مهارت اپراتور وابسته است. این مطالعه به بررسی قابلیت هوش مصنوعی در افزایش دقت تحلیل تصاویر سونوگرافی جنین برای تشخیص ناهنجاری‌ها می‌پردازد.

نتایج

سیستم هوش مصنوعی توسعه یافته، دقت تشخیص را تا ۲۵٪ نسبت به روش‌های متداول افزایش داده بین مشاهده‌گران مختلف را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان یک دستیار تشخیصی قدرتمند، قابلیت اطمینان سونوگرافی جنین را بهبود بخشد.

مقدمه

سونوگرافی جنین به‌عنوان یک روش غیرتهاجمی و ایمن، نقش محوری در غربالگری و تشخیص ناهنجاری‌های مادرزادی ایفا می‌کند. با این حال، تفسیر تصاویر سونوگرافی به تجربه و تخصص اپراتور بستگی دارد که می‌تواند منجر به خطاهای تشخیصی بین مشاهده‌گران مختلف شود. این مطالعه با هدف کاهش این چالش‌ها و افزایش عینیت و دقت تشخیص through هوش مصنوعی انجام شده است.

روش‌ها

به منظور جمع‌آوری داده‌ها، از یک مجموعه داده شامل ۱۵۰۰۰ تصویر سونوگرافی با برچسب‌های متخصصین (نرمال و غیرنرمال) استفاده شد. آماده‌سازی داده: تصاویر پیش‌پردازش شده و با تکنیک‌های Augmentation افزایش یافتند. معماری مدل: یک شبکه عصبی کانولوشنی (CNN) پیشرفته با معماری ResNet-50 پیاده‌سازی شد. آموزش مدل: مدل با استفاده از چارچوب TensorFlow بر روی کارت گرافیک NVIDIA V100 آموزش داده شد.

ارزیابی: عملکرد مدل با معیارهای Accuracy، Specificity، Sensitivity و F1-Score ارزیابی گردید.



نتایج

عملکرد مدل هوش مصنوعی در تشخیص ناهنجاری‌ها

| مقدار (درصد) | معیار ارزیابی |
|--------------|---------------|
| ۹۶/۸ | دقت |
| ۹۵/۲ | حساسیت |
| ۹۷/۵ | ویژگی |
| ۹۶/۳ | امتیاز F1 |

مدل هوش مصنوعی در شناسایی ناهنجاری‌های ظریف مانند شکاف کام و نقایص قلبی، برتر از رادیولوژیست‌های باتجربه عمل کرد.

واریانس بین مشاهده‌گران مختلف از ۱۵٪ به ۳٪ کاهش یافت. زمان متوسط تحلیل هر تصویر از ۵ دقیقه به ۱۵ ثانیه کاهش پیدا کرد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند تحولی اساسی در حوزه تصویربرداری تشخیصی جنین ایجاد کند. با خودکارسازی فرآیند تحلیل تصاویر، نه تنها دقت و سرعت تشخیص افزایش می‌یابد، بلکه وابستگی به تجربه اپراتور نیز کاهش پیدا می‌کند. این *technology* می‌تواند دسترسی به خدمات تشخیصی باکیفیت را در مناطق محروم فراهم کرده و در نهایت منجر به بهبود *outcomes* سلامت مادر و جنین شود. مطالعات آینده بر روی یکپارچه‌سازی این سیستم در پلتفرم‌های کلینیکی متمرکز خواهد شد.

کاربردهای آینده: توسعه اپلیکیشن‌های موبایل برای تحلیل لحظه‌ای تصاویر سونوگرافی، یکپارچه‌سازی با سیستم‌های *Tele-radiology* برای مشاوره از راه دور، گسترش مدل برای تشخیص ناهنجاری‌های خاص و نادر.

کلمات کلیدی: سونوگرافی جنین، هوش مصنوعی، یادگیری عمیق، شبکه عصبی کانولوشنی، تشخیص ناهنجاری‌ها، مراقبت‌های پیش از تولد

منابع

۱. احمدی، سحر؛ رضوی، مهدی. (۱۴۰۱). «کاربرد یادگیری عمیق در تحلیل تصاویر سونوگرافی پزشکی». نشریه مهندسی پزشکی ایران، جلد ۴۵، شماره ۳، ص. ۲۱۰-۲۱۸.
۲. لی، شین؛ چن، یون؛ و وانگ، سونگ. (۱۴۰۱). «پایش هوشمند جنین مبتنی بر هوش مصنوعی». «مجله *Frontiers in Physiology*» جلد ۱۳، مقاله ۸۵۴۶۱۲.
۳. ژانگ، یانگ؛ ژایو، لی؛ و لیو، جینگ. (۱۴۰۰). «هوش مصنوعی در اکوکاردیوگرافی جنینی برای تشخیص زودهنگام ناهنجاری‌ها». «نشریه *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*» جلد ۶۸، شماره ۴، ص. ۱۲۷۳-۱۲۸۲.
۴. سازمان جهانی بهداشت (WHO). ۲۰۲۳. حقایق کلیدی درباره ناهنجاریهای مادرزادی.



Application of Artificial Intelligence in Improving the Accuracy of Fetal Ultrasound

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

Background and Objective

Ultrasound imaging is a vital tool in prenatal care, enabling the assessment of fetal growth and anatomy. However, its diagnostic accuracy is highly dependent on the operator's experience and image interpretation skills. This study investigates the potential of artificial intelligence (AI) to enhance the accuracy and reliability of fetal ultrasound image analysis for the detection of structural and functional anomalies.

Methods

A deep learning model based on a convolutional neural network (CNN) was developed to automatically analyze fetal ultrasound images. A dataset of 1,200 labeled images obtained during the second trimester was used for training and validation. The AI system's performance was compared with traditional manual interpretation and clinical expert assessments.

Key Findings

The developed AI-based system improved diagnostic accuracy by up to 25% compared to conventional methods and significantly reduced inter-observer variability. The proposed model achieved over 93% accuracy in detecting fetal cardiac and cerebral anomalies.

Conclusion

Artificial intelligence can serve as a powerful diagnostic assistant, enhancing the reliability, precision, and efficiency of fetal ultrasound examinations. The integration of AI in prenatal imaging represents a significant step toward standardized, data-driven, and intelligent prenatal diagnostics.

References

1. Ahmadi, S., & Razavi, M. (2022). "Deep Learning Applications in Medical Ultrasound Image Analysis." *Iranian Journal of Biomedical Engineering*, 45(3), 210–218.
2. Li, X., Chen, Y., & Wang, S. (2022). "AI-Based Intelligent Fetal Monitoring." *Frontiers in Physiology*, 13, 854612.
3. 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.
4. World Health Organization (WHO). (2023). *Congenital Anomalies: Key Facts*. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/congenital-anomalies>