

ABSTRACT

This research proposes an alphabetical hand sign language recognition system using Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW) radar and Convolutional Neural Networks (CNN) to improve communication accessibility for individuals with hearing and speech impairments, with particular relevance in healthcare and assistive technology. Unlike traditional visionbased methods, which are highly dependent on lighting conditions and background clarity, FMCW radar provides robust recognition in low-light or visually obstructed environments while ensuring user privacy. The proposed system employs a Texas Instruments IWR6843ISK-ODS radar to capture raw point cloud data, which is then transformed into Doppler-X, Doppler-Y, and Doppler-Z heatmaps representing temporal-spatial features of hand gestures. These three-channel heatmaps serve as input to a lightweight CNN model optimized for classification accuracy and computational efficiency. A custom dataset of Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) alphabetical hand signs was collected under controlled conditions, ensuring that both static hand shapes and dynamic arm movements were represented. The CNN architecture was fine-tuned using regularization and dropout to minimize overfitting, achieving an average classification accuracy of 95% across 26 alphabetic hand signs. In addition to offline evaluation, the model was deployed in a real-time detection framework integrated with a graphical user interface (GUI), demonstrating reliable end-to-end performance. Overall, this approach highlights radar-based gesture recognition as a practical, privacy-preserving, and scalable solution for future assistive communication technologies.

ABSTRAK

Penelitian ini mengusulkan sistem pengenalan bahasa isyarat tangan alfabetis menggunakan radar Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW) dan Convolutional Neural Networks (CNN) untuk meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi individu dengan gangguan pendengaran dan bicara, dengan relevansi khusus dalam perawatan kesehatan dan teknologi bantu. Tidak seperti metode berbasis penglihatan tradisional, yang sangat bergantung pada kondisi pencahayaan dan kejelasan latar belakang, radar FMCW memberikan pengenalan yang kuat di lingkungan dengan cahaya redup atau gangguan penglihatan sekaligus menjamin privasi pengguna. Sistem yang diusulkan menggunakan radar Texas Instruments IWR6843ISK-ODS untuk menangkap data titik awan mentah, yang kemudian diubah menjadi peta panas Doppler-X, Doppler-Y, dan Doppler-Z yang merepresentasikan fitur temporal-spasial dari gerakan tangan. Peta panas tiga kanal ini berfungsi sebagai masukan untuk model CNN ringan yang dioptimalkan untuk akurasi klasifikasi dan efisiensi komputasi. Kumpulan data khusus isyarat tangan alfabetis Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dikumpulkan dalam kondisi terkendali, memastikan bahwa bentuk tangan statis dan gerakan lengan dinamis terwakili. Arsitektur CNN disempurnakan menggunakan regularisasi dan dropout untuk meminimalkan overfitting, mencapai akurasi klasifikasi rata-rata 95% di 26 isyarat tangan alfabet. Selain evaluasi luring, model ini diterapkan dalam kerangka kerja deteksi waktu nyata yang terintegrasi dengan antarmuka pengguna grafis (GUI), yang menunjukkan kinerja ujung ke ujung yang andal. Secara keseluruhan, pendekatan ini menyoroti pengenalan gestur berbasis radar sebagai solusi praktis, menjaga privasi, dan skalabel untuk teknologi komunikasi bantu di masa mendatang.