

補助事業番号 2022M-264

補助事業名 2022年度日常に利用できる手話通訳するデータグローブ装置 (SignGlove) の研究開発補助事業

補助事業者名 公立大学法人会津大学

## 1 研究の概要

場所を選ばず、自由に健常者とコミュニケーションを取ることは、ろうあ者たちの夢です。本研究のSignGloveは、その夢の実現に一步近づけるものです。

## 2 研究の目的と背景

ろうあ者が日常生活で手話を使用してコミュニケーションを取る際、健常者との意思疎通に困難を伴うことがあります。これを解決するために、手話を自動で認識し、リアルタイムで通訳する技術の開発が求められています。

本研究は、手話通訳を支援するための「SignGlove」というデバイスを開発し、ろうあ者と健常者のコミュニケーションを円滑にすることを目的としています。SignGloveは、手話の動作をリアルタイムで認識し、音声やテキストに変換する装置です。

## 3 研究内容

### (1) 手話認識用データグローブSignGloveの開発

SignGloveの開発は、手話をリアルタイムで認識するためのデータグローブを作成することを目指しています。初期段階では、ブレッドボードとRaspberry Piを使用したV1から始まり、PCB基板を導入したV2、最終的には100個の圧力センサーを手袋に実装したV3まで改良が進められました。最新バージョンのV3では、手袋のデータ収集に必要な機能をすべて搭載した回路基板を研究開発することにより、SignGloveの小型化と携帯性を実現しました。防水、防塵、耐久性などについては、機能改善の必要がありますが、現段階の完成品は小型化や軽量化、および装着の快適性において優れています。さらに、手話単語認識訓練のための大量のデータ収集実験により、連続使用の信頼性が十分に検証されています。



図 1 SignGlove 最終版：左は手の甲の写真、右は掌の写真

### (2) 手話認識手法の開発

手話認識手法の開発では、まず手話動作のデータを大量に収集し、機械学習モデルの訓練に使用しました。具体的には、ひらがな50個、小文字9個、半濁点5個、数字13個、その他14個の合計91個の指文字データを用いてモデルを訓練し、手話単語の認識率を高めるためのアルゴリズム改良を行いました。その結果、60個の手話単語における認識精度はTop1で91%、Top5で97%を達成しました。これにより、SignGloveが収集したデータを用いて、手話をリアルタイムで正確に認識し、音声やテキストに変換する能力が大幅に向上しました。

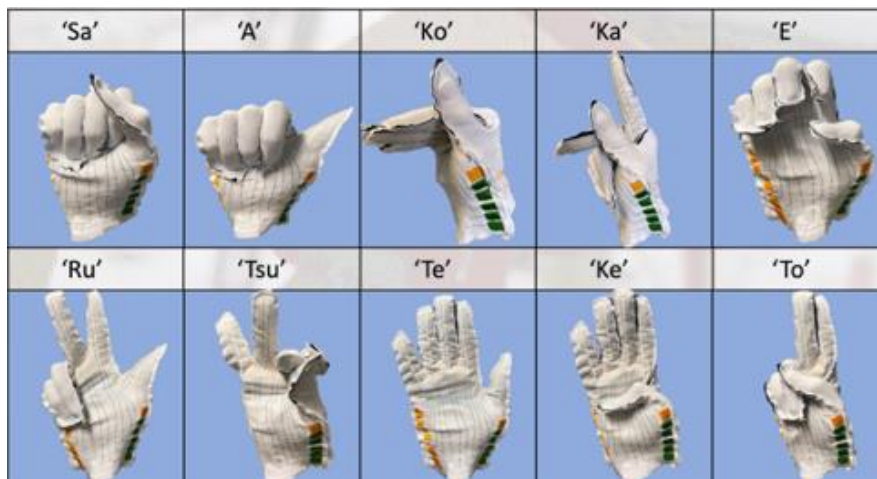


図 2 SignGlove で認識できる日本手話単語の例

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究で開発された手話認識用データグローブ SignGlove と手話認識手法は、ろうあ者と健常者のコミュニケーションを革新するツールとなることが期待されます。SignGlove を使用することで、ろうあ者が手話で表現した内容をリアルタイムで音声やテキストに変換し、健常者と円滑にコミュニケーションを取ることが可能となります。これにより、日常生活の中で手話通訳者が不在の場合でも、公共の場や職場、教育機関などでのコミュニケーション障害が大幅に減少します。

さらに、SignGlove は教育現場での手話学習ツールとしても活用できます。学生や教職員が手話を学ぶ際に、このデバイスを使用することで、より効果的に手話を習得することが可能です。また、医療機関では、医師や看護師がろうあ者と直接コミュニケーションを取る際のサポートツールとして利用でき、患者のケアの質を向上させることが期待されます。

ビジネスの現場でも、SignGlove は大きな可能性を秘めています。ろうあ者が働く職場で、このデバイスを使用することで、ミーティングやプレゼンテーションに参加しやすくなり、職場でのコミュニケーションの向上とインクルージョンの促進が図られます。また、顧客対応においても、ろうあ者の顧客がより良いサービスを受けられるようになります。

全体として、本研究の成果は、ろうあ者の生活品質を向上させ、社会全体のインクルージョンを推進する重要な一歩となるでしょう。ろうあ者と健常者の間のコミュニケーション障害を解消することで、多様性を尊重する社会の実現に寄与します。

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

今回の研究は、これまでの研究歴の延長線上に位置し、研究者の専門性を最大限に活用した応用研究の一つです。これにより、手話認識技術の実用化が進み、社会的インクルージョンの促進に寄与することが期待されます。今後の研究では、SignGloveのさらなる改良と他の応用分野への展開が視野に入れられており、持続的な技術革新と社会貢献が目指されます。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

### 特許2件（2件出願済み）

(1) 「関節角度推定プログラム、情報処理装置、関節角度推定方法及び関節角度推定システム」(特願2022-182875)

(2) 「圧力センサ校正方法及び圧力センサ校正システム」(特願2023-181739)

### 論文集2本（出版中）

- 1) Lei Jing, Y. Matsumoto, and Z. Zhang (Eds) (2024). "Exploring IoT Sensors and Their Applications: Advancements, Challenges, and Opportunities in Smart Environments", *Micromachines*
- 2) Lei Jing, J. Zhou, and Z. Zhang (Eds) (2024). "Wearable Sensing Devices and Technology", *Electronics*

### 国際ジャーナル論文11本（9本採択済み、1本条件採択、1本投稿中）：

- 1) Hongbo Chen, Chenghong Lu, Lei Jing. "Attention Guided and Topology Enhanced Shift Graph Convolutional Network for Skeleton-based Action Recognition", (under review)
- 2) Yuriya Nakamura and Lei Jing. "Skeleton-Based Data Augmentation for Sign Language Recognition Using Adversarial Learning" (minor revision)
- 3) Chenghong Lu, Wu-Chun Hsu, and Lei Jing. 2024. "Recognizing Complex Activities by Combining Sequences of Basic Motions" *Electronics* 13, no. 2: 372. <https://doi.org/10.3390/electronics13020372>
- 4) Wei Guo, Shunsei Yamagishi and Lei Jing, "Human Activity Recognition via Wi-Fi and Inertial Sensors With Machine Learning," in *IEEE Access*, vol. 12, pp. 18821-18836, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3360490.
- 5) Chenghong Lu, Misaki Kozakai, and Lei Jing. 2023. "Sign Language Recognition with Multimodal Sensors and Deep Learning Methods" *Electronics* 12, no. 23: 4827. <https://doi.org/10.3390/electronics12234827>
- 6) Shunsei Yamagishi and Lei Jing, "The Extended Kalman Filter with Improved

- Computation Time for Pedestrian Dead Reckoning”, in *IEEE Sensors Letters*, vol. 7, no. 12, pp. 1-4, Dec. 2023, Art no. 6010404, doi: 10.1109/LSENS.2023.3331513.
- 7) Wei Guo and Lei Jing, "Toward Low-Cost Passive Motion Tracking with One Pair of Commodity Wi-Fi Devices," in *IEEE Journal of Indoor and Seamless Positioning and Navigation*, vol. 1, pp. 39-52, 2023, doi: 10.1109/JISPIN.2023.3287508.
  - 8) Chenghong Lu, Z. Dai and Lei Jing, "Measurement of Hand Joint Angle Using Inertial-Based Motion Capture System," in *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 72, pp. 1-11, 2023, Art no. 9503211, doi: 10.1109/TIM.2023.3237821.
  - 9) Chenghong Lu, Shingo Amino, and Lei Jing. 2023. "Data Glove with Bending Sensor and Inertial Sensor Based on Weighted DTW Fusion for Sign Language Recognition." *Electronics* 12, no. 3: 613. <https://doi.org/10.3390/electronics12030613>
  - 10) Jiangkun Wang and Lei Jing. "A Virtual Reality Whiteboard System for Remote Collaboration Using Natural Handwriting." *Electronics* 11, no. 24: 4152. <https://doi.org/10.3390/electronics11244152>
  - 11) Shunsei Yamagishi and Lei Jing. "Pedestrian Dead Reckoning with Low-Cost Foot-Mounted IMU Sensor", *Micromachines*, vol. 13, no. 4: 610.2022. <https://doi.org/10.3390/mi13040610>

国際会議論文9本(6本発表済み、2本採択、1本査読中) :

- 1) Motoki Kagami and Lei Jing. "Japanese Sign Language Vocabulary Recognition Only with Tactile Sensing Glove", MCSoc2024, Malaysia, Dec., 2024 (査読中)
- 2) Kazuma Sato and Lei Jing. "The Development of a Data Glove-Based System for Assisting the Solution of Puzzles" IEEE GEM2024, Italy, Jun, 2024 (採択)
- 3) Keigo Minakawa and Lei Jing. "Development of a Flexible and User-Friendly UI to Visualize the Invisible Pressure Distribution", IEEE GEM2024, Italy, Jun, 2024 (採択)
- 4) Shunsei Yamagishi and Lei Jing, "The Extended Kalman Filter with Improved Computation Time for Pedestrian Dead Reckoning", the 11<sup>th</sup> IEEE International Symposium on Inertial Sensors & Systems, Hiroshima, Japan, March, 2024
- 5) Daisuke Miyata, Zeping Yu, Daisuke Takata, Hiroshi Saito, and Lei Jing, "The E-Textile Data Gloves for Peach Harvesting", the 4th Asian Horticultural Congress (AHC23), Tokyo, Japan, August, 2023
- 6) Chenghong Lu, Yuriya Nakamura, Lei Jing, "Markerless Cat Life Logging System Using Skeleton Data and ST-GCN Method", The 12th International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST23), Taichung, Taiwan, Nov., 2023
- 7) Shunsei Yamagishi and Lei Jing. "Performance Comparison between WonderSense and

XSens on Indoor and Outdoor Pedestrian Position Estimation Application”, the 6th CAA International Conference on Vehicular Control and Intelligence (CVCI22), Nanjing, China, Nov. 2022

- 8) Haicui Li and Lei Jing, "An Indirect Method of Brushing Force Detection with Five Force Sensors and RF Algorithm," 2022 IEEE Sensors, Dallas, TX, USA, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/SENSORS52175.2022.9967286.
- 9) Y. Nakamura and L. Jing, "Skeleton-Based Sign Language Recognition With Graph Convolutional Networks on Small Data", the 24th International Conference on Human-Computer Interaction, Jul. 2022

#### 国内会議論文 2本 :

- 1) Yuriya Nakamura and Lei Jing, “Data extension for Skeleton-based Sign Language Recognition using Adversarial Learning”, the 15th Forum on Data Engineering and Information Management (DEIM2023). (**DBSJ Invited paper**)
- 2) 中村友里也, 荆雷, “KOSIGN データを拡張するための Data Augmentation 手法の検討”, IDR ユーザフォーラム 2022 (DBSJ 学会最優秀ポスタ賞受賞)

#### 7 補助事業に係る成果物

##### (1)補助事業により作成したもの

データグローブを利用した手話認識システム

##### (2)(1)以外で当事業において作成したもの

当事業で開発した技術は中敷型足圧センサの試作にも応用されています。

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 会津大学

住 所: 〒965-8580(半角)

福島県会津若松市一箕町大字鶴賀上居合90

担 当 者: 上級准教授 荆雷

担 当 部 署: コンピュータ理工学部

E - m a i l: lejing@u-aizu.ac.jp

U R L: <http://isensing.u-aizu.ac.jp/>