

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：55201
研究種目：奨励研究
研究期間：2021～2021
課題番号：21H03996
研究課題名 LPWAによる特別支援学校生徒のAIスピーカー活用自立支援環境の改善

研究代表者

川見 昌春 (KAWAMI, MASAHARU)

松江工業高等専門学校・実践教育支援センター・技術職員

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 470,000円

研究成果の概要：肢体不自由者が機器を自立して操作する場合、個々の症状に特化した入力装置が必要だが、AIスピーカーを利用することで、音声だけで機器操作を実現できる可能性がある。これまでの研究でAIスピーカー及び機器制御モジュールの試作開発・検証を行ってきたが、通信手段が赤外線のため環境によっては不安定や途絶による操作上不具合が発生する場合もあり、肢体不自由者本人の不安や焦燥感、対応する介護者等の負担増が懸念された。これら通信環境を改善するため、LPWA(Low Power Wide Area)と呼ばれる無線通信規格に注目し、試作・検証を行った結果、安定した通信及び屋外機器の操作も可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般的に肢体不自由な方が機器を自立して操作するためには、個々の症状に対応させた高額で特殊な入力装置が必要となる。これに代わる機器操作のための入力手段として、AIスピーカーに着目した。これは音声認識により発声する言葉を文字列に変換できるため、この文字列を操作命令信号に変換して機器を操作可能となり、これまで難渋していた手足等による操作からの解放が期待できる。さらに今回通信手段をLPWA無線に変更したことで、操作の快適性、屋外機器等の操作対象拡大が期待できる。

研究分野：情報システム工学、電子工学

キーワード：特別支援 AIスピーカー LPWA

1. 研究の目的

これまでに、IoT (Internet of Things) と AI スピーカーを利用する肢体不自由者の自立支援環境構築に取り組んできた。これは音声で機器操作を実現するための環境構築であるが、操作命令を対象機器へ伝達する通信手段として、主に赤外線通信を使用することから、環境等により通信の不安定や途絶が発生し、操作上不具合が生じる場合がある。これにより操作する肢体不自由者の不安や焦燥感を生じさせ、また対応する介護者等の負担増が懸念される。

このような状況を改善するため、本研究では LPWA (Low Power Wide Area) 無線通信規格を使用することにより、通信環境の改善を検討した。LPWA は他の電波の影響を受けにくく、通信距離が長く、省電力などの特徴があり、従来の赤外線通信では困難であった屋外機器との通信も可能となる。今回は AI スピーカーから操作対象機器への通信環境改善に向けた無線通信モジュールの活用を検討し、汎用的通信モジュールの試作開発と検証および自立支援環境の改善を目的とする。

2. 研究成果

(1) 研究方法・試作物

本研究では、前述した目的を達成するため、以下の計画と内容で研究を実施した。

① LPWA 無線モジュールの調査と選定

LPWA 無線モジュールは比較的新しい製品分野として、数年前から様々な規格・製品が乱立する状態である。そこで肢体不自由者の生活環境や特別支援学校等で一般的な鉄筋コンクリート構造の建屋で使用する場合を想定し、最適な通信環境が期待でき、低コストで効率的な開発が可能な製品を調査した。この結果、表 1 の 2 種類の通信モジュールを選定し、回路を試作することとした。

表 1 使用した LPWA 通信モジュール

No.	品名・型番等	周波数帯	特徴等
1	モノワイヤレス株式会社 TWELITE TWE-L-W0	2.4GHz	比較的低コスト
2	株式会社 EASEL ES920LRB	920MHz	通信距離が長い

② 汎用無線通信モジュールの試作

これまでの研究で開発した AI スピーカー試作回路および機器制御モジュール回路に表 1 の無線モジュールを追加搭載することとした。今回は、複数種類の無線モジュールを容易に交換でき、比較・検討が可能な検証用試作機として開発を行うため、共通のインターフェースを持つ無線通信用基板として、図 1 に示す基板の設計と試作を行った。

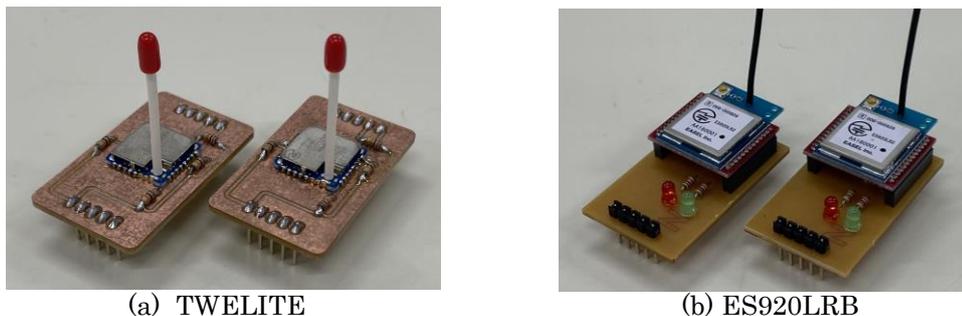


図 1 無線通信用基板

基板上にそれぞれの無線モジュールと付属する部品を搭載し、ピンヘッダで母体となる AI スピーカー試作基板、機器制御モジュール基板と 2 階建て形状により接続する。ピンヘッダの接続は電源系とデータ通信系の信号ピンを共通の配置とすることにより、種類の異なる無線モジュールを容易に交換できるよう工夫した結果、円滑な検証が実施できた。

③ AI スピーカー連動機器制御汎用モジュールとの連携および検証

AI スピーカー試作基板および連動する機器制御モジュールと、試作した無線通信用基板の連携動作確認および周波数帯での比較・検証を行った。図 2 に無線通信用基板を合体させた状態を示す。

2.4GHz 帯の周波数を使用する TWELITE では、電子レンジ・無線 LAN・Bluetooth 等で同じ周波数帯の電磁波が発生することから、通信への影響が大きいと推察していた。実際には AI スピーカーと機器制御モジュールの通信距離が短く、見通しも良い環境で使用する機会が多いため、近距離での動作検証を行った結果、通信上の不具合は発生しなかった。

屋外の機器との通信については、木造一般家屋では問題なく通信できたが、鉄筋コンクリート建屋の内外では通信が不安定となり命令が届かず動作しないケースもあった。

また、920MHz 帯の周波数を使用する ES920LRB では、屋内、屋外の機器との通信不具合は発生しなかった。なお、ES920LRB は通信条件の組合せを変更することで、近距離から長距離までの通信が対応可能である。通常は通信速度等を低く抑えることで、数 km の長距離通信を行う場合に利用されるケースが多いが、その際は数十バイト程度のデータ量でも通信時間が長くなる。今回は距離自体が短いこともあり、レスポンスを向上させるため通信速度を出来るだけ上げ、屋外との通信が可能な設定条件を探索した結果、拡散率：7、帯域幅：250kHz で通信条件を設定した。なお、窓等の開口部が少ない部屋ではこれよりも通信速度を下げないと通信が不安定になる場合もあった。

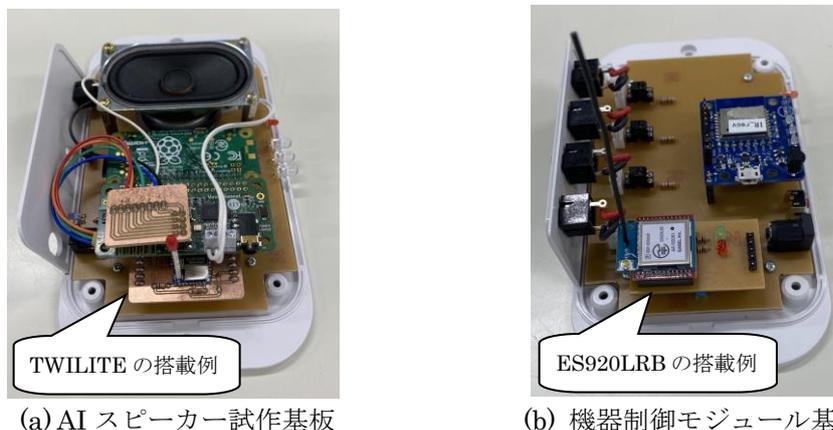


図 2 無線通信用基板の取付例

④ 屋外水やり用治具の試作

図 3 に示す、花壇やプランターなど屋外の水やりで使用可能な治具を試作した。これは機器制御モジュール基板と同様に LPWA 無線で AI スピーカーからの命令を受信し、モーターを駆動する回路で構成した。タンクの水を吸い上げる小型ポンプ、もしくは水道の蛇口付近に取り付け給止水する電磁バルブを接続することで、屋外の水やりをコントロールするものである。ポンプ・電磁バルブの吐水側には散水ノズルを複数取り付け、花壇やプランターに水やりが行えるようにした。また制御回路には止め忘れを考慮したタイマー機能を付加し、水やり開始から一定の時間での止水も設定できるようにした。



図 3 屋外の水やり治具

(2) まとめ

赤外線から LPWA 無線へ通信方式を変更するため、2つの周波数帯で動作する2種類の無線通信用基板を試作するとともに、従来の AI スピーカーおよび機器制御モジュールへの機能追加を施した基板を試作した。これら新たに試作・構築した環境による動作検証の結果、これまで環境等の影響による通信不安定に伴う機器操作の不具合が解消でき、さらに屋外の機器も新たに制御可能となった。

なお、今回動作検証の過程において、特に屋外の機器制御を行う際に以下の留意すべき点があった。重大事故につながる可能性もあることから、今後の開発・検証に際し、十分に注意して実施したい。

- 雨水がかからない軒先に機器を設置していたが、防水が十分でなく、想定外の豪雨によりケース内への浸水と回路基板の焼損が発生した。
- 電磁バルブの給水側ホースの接続締付が十分でなかったため、水圧で外れてしまった。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------