

令和 2 年度研究開発成果概要書

採択番号 19102
研究開発課題名 未来を創る新たなネットワーク基盤技術に関する研究開発
副題 高密度、高モビリティおよび超多数ノードを収容できるワイヤレス
ネットワークキング法の研究開発

(1) 研究開発の目的

増大を続ける国民医療費を削減するためには、ヘルスケアに関する行動変容を日本国民全体に起こす必要がある。その方法の一つは、小学校や中学校において、教室中での授業中だけでなく体育館や運動場での体育授業中に、ICT 機器を使って自分の生体情報をリアルタイムに取得しその意味を理解させることを通して、児童や生徒にヘルスリテラシーを教育することである。一方、日本の小学校や中学校の教員は OECD 加盟国の中で一番長い時間働いており、しかも、放課後や土曜日のクラブ活動指導といった非授業の割合が一番長い。従って、学校教育の場において、運動中に生体情報を児童や生徒自らが取得し、その意味を理解し、また、集めた情報をリアルタイムに教員が監視することができるシステムを構築することは、ヘルスリテラシーを児童や生徒に教育するだけでなく、児童や生徒の健康と発育管理、さらには日本の教員の負担を減らすという意味で重要である。

現行のライセンスバンドやアンライセンスバンドでのワイヤレスネットワークキング法では、上で述べたシステムを実現することが不可能であるため、新しいワイヤレスネットワークキング法を研究開発する必要がある。システムに求められる要求条件は、高密度（ノード密度 >1 名/ m^2 ）、高モビリティ（ノード速度 $<10\text{m/秒}$ ）及び超多数（ノード数 $<1,000$ ノード）という特徴を持つグループから、データを一箇所のノードで高頻度（データ取得頻度 <10 秒）、高信頼（データ非収集率 $<1\%$ ）及びリアルタイム（遅延 <2 秒）に収集できることであるため、そのような要求条件を満足するような、スケーラビリティを持ったワイヤレスネットワークキング法及び、それを実現するためのネットワークキング法の中で使用するノードの高精度位置推定法を研究開発する。

研究開発するネットワークキング法の有効性を検証するために、中間目標として、(1)平成 29 年度後半に、成人男性 25 名程度にセンサノードを装着し、サッカーの練習中に生体情報を収集する実証実験を行い、(2)令和元年度前半に、児童あるいは生徒 50 名程度にセンサノードを装着し、体育授業中に生体情報を収集する実証実験を行い、そして最終目標として、(3)令和 2 年度後半に、児童あるいは生徒 150 名程度にセンサノードを装着し、模擬運動会中に生体情報を収集する実証実験を行う。

(2) 研究開発期間

平成 28 年度から令和 2 年度（5 年間）

(3) 実施機関

公立大学法人大阪<代表研究者>
学校法人関西大学
学校法人明治大学
沖電気工業株式会社
株式会社ソリトンシステムズ

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 80 百万円（令和 2 年度 16 百万円）※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 ワイヤレスネットワークキング法に関する研究開発
1-1 ネットワークキングプロトコルの研究開発（沖電気工業株式会社）

- 1-2 ネットワーキングアルゴリズムの研究開発 (学校法人関西大学)
- 研究開発項目 2 位置推定法の研究開発
 - 2-1 位置推定法の研究開発 (学校法人明治大学)
 - 2-2 UAV の位置・姿勢制御アルゴリズムの研究開発 (公立大学法人大阪市立大学)
 - 2-3 UAV の研究開発 (公立大学法人大阪市立大学)
- 研究開発項目 3 システムの研究開発
 - 3-1 ノードの研究開発 (株式会社ソリトンシステムズ)
 - 3-2 全体システムの研究開発 (株式会社ソリトンシステムズ)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	13	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	11	2
	その他研究発表	115	6
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	1	0
	展示会	5	0
	受賞・表彰	7	1

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1 ワイヤレスネットワーク法に関する研究開発

1-1 ネットワーキングプロトコルの研究開発 (沖電気工業株式会社)

28年度までに開発したフラッドイング/TDMA ネットワーキングプロトコルスタックに対して、複数のスーパーフレームを収容する「拡張スーパーフレーム方式」、マルチチャネルで動作する「マルチチャネルネットワーク方式」の機能を追加実装した。2つの機能追加により、データ収集性能を落とすことなく、ネットワークへの収容台数を30台から1000台まで増やすことができた。プロトコル実装に関しては、研究開発項目2で開発された「ビデオによる位置推定システム」や「マルチチャネル・適応グルーピング・スロット割当方法」と連携できるように留意した。実装したプロトコルスタックは実環境にて150台まで収容して動作することを実証実験で確認した。

1-2 ネットワーキングアルゴリズムの研究開発 (学校法人関西大学)

マルチチャネル通信に対応したフラッドイング/TDMA ネットワーキングプロトコルにおける自律分散チャネル変更機構の実機実装を行った。センサノードによる自律的な孤立判断およびチャネル切り替え機能が正常に動作するためのパラメータ設定について検証を行い、実環境でその有効性・実用性を確認した。また、計算機シミュレーションにより、自律分散チャネル変更機構によるデータ収集率改善効果を確認した。

研究開発項目 2 位置推定法の研究開発

2-1 位置推定法の研究開発 (学校法人明治大学)

センサノードを装着した人物が存在する位置を、ドローンに搭載したカメラや設置された固定カメラから得られる画像を用いて適切に推定する手法の検討を行った。本研究においては、色特徴のみを用いた Informed-Filters に基づく検出手法と、高精度な検出が可能な場合に機能する検出結果に基づくトラッキング手法を組み合わせることにより、ドローンに搭載したカメラ1台を用いて高精度かつリアルタイムに位置推定を可能とする手法を実現した。

2-2 UAV の位置・姿勢制御アルゴリズムの研究開発 (公立大学法人大阪市立大学)

画像情報を用いた高精度な位置推定の実現には、様々な撮影条件の比較検討を行うことが不可欠であるので、CGを用いたデータセットを用いて人物検出や背番号認識の精度比較を行った。また、動的にカメラが移動する環境を考慮するためのシミュレータの作成も行った。これらを利用して多様な条件における比較検討を行った結果、実証実験

において対象とする環境においては、ドローン 1 台を特定の位置に固定することで実用上必要となる精度が達成できることを確認した。

2-3 UAV の研究開発 (公立大学法人大阪市立大学)

UAV から撮影された画像情報を用いた人物の位置推定と地上に設置した LiDAR を用いた人物位置の検出を組み合わせたシステムを開発した。LiDAR による人物位置推定は人物同士が重なると認識ができなくなるオクルージョン領域が発生する。その LiDAR から見えなくなるオクルージョン領域を予測し、UAV に搭載されたカメラでオクルージョン領域を撮影するための手法を新たに開発した。

研究開発項目 3 システムの研究開発

3-1 ノードの研究開発 (株式会社ソリトンシステムズ)

心拍数、体表温湿度、外気温湿度、GNSS を搭載した小型基板 (基板 : 40×30×10mm) を開発した。220mAh のリチウムポリマー電池の使用で 3 時間以上の駆動が可能である。心拍数を測定する最適な装着部位とノードを締め付ける最適な装着圧を明らかにした。これにより、各自が最適な状態で装着することを実現した。小型タイプの一体型 (本体部 : 66.4×51.7×15.7mm) と無線特性に優れる分離型 (アンテナ・バッテリー部 : 47.8×44.1×13.0mm) を用途に合わせて変更できる筐体を開発した。

3-2 全体システムの研究開発 (株式会社ソリトンシステムズ)

北大和グラウンドで行った実験で、各被験者が容易に最適部位、最適圧で装着できることを確認した。全被験者の心拍数、体表温湿度および、外気温湿度が取得され、運動プロトコルにあわせて変動する生体情報の様子が確認され、GNSS の位置情報から運動プロトコルに沿った被験者のトラッキングが確認された。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

現在、文科省の GIGA スクール構想により、学校教育現場への ICT 導入の機運が高まっている。この流れを受け、現在、本システムの学校教育への導入へ向けて、近畿圏の教育委員会 (5 箇所) に対してヒアリングを実施中である。

計画としては、本システム単体での導入を目指すのではなく、学校の教育支援システムのサブシステムとしての導入を目指しており、事業規模としては初期導入時 15 億円、更新時には 1.5 億円程度を見込んでいる。