

## 令和元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 $<10$ 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、スケラビリティを持ったワイヤレスネットワークング法及び、それを実現するためのネットワーク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) 平成 31 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) 平成 32 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（令和元年度 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法に関する研究開発

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）
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）
3. 位置情報処理の研究開発（大阪市立大学）

研究開発項目 2：位置推定法の研究開発

1. 位置推定法の研究開発（学校法人明治大学）
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）
3. UAV の研究開発（公立大学法人大阪）

研究開発項目 3：システムの研究開発

1. ノードの研究開発（株式会社ソリトンシステムズ）
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）
3. 全体システムの評価・検証（大阪市立大学）

(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	12	1
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	9	1
	その他研究発表	109	32
	標準化提案	0	0
	プレスリリース・報道	1	0
	展示会	5	2
	受賞・表彰	6	5

(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. ネットワーキングプロトコルの研究開発

カメラにより撮影された画像を用いた位置推定システムとネットワークシステムを連携させるためのデータ構造と通信シーケンスを設計し実装した。また、パケット収集率の向上を目的とした親決めアルゴリズムを改善し、計算機シミュレーションにより性能を評価した。

2. ネットワーキングアルゴリズムの研究開発

マルチチャネル通信に対応したフラッディング/TDMA ネットワーキングプロトコルにおける自律分散型チャネル変更機構を実機に実装した。そして、異なるタイミングでのスーパーフレーム開始機能等の正常動作を確認し、実環境での有効性を実験により確認した。

3. 位置情報処理の研究開発（大阪市立大学）

低頻度で得られる GPS によるノードの位置情報を用いた適応スーパーフレーム変更法を検討し実機に実装した。また、高頻度で得られるカメラ画像によるノードの位置情報を用いた適応スーパーフレーム変更法を検討し、計算機シミュレーションにより性能を評価した。

研究開発項目 2：位置推定法の研究開発

1. 位置推定法の研究開発

ドローンに搭載されたカメラで撮影された画像からなる実画像データセットを用いて、画像中の人物のトラッキングを行う方法の位置推定精度を改善した。また、ドローンに搭載されたカメラから得られる画像をリアルタイムに用いて位置情報を推定し、ネットワークシステムに提供するシステムを構築した。

## 2. UAV の位置・姿勢制御アルゴリズムの研究開発

地上に設置された LiDAR により検出した人物位置から UAV が空中で撮影すべき場所を算出し、UAV をコントロールするシステムを開発した。一方、トップダウン法に基づいた UAV の分散型コントロール法を研究開発し、計算機シミュレーションによりその性能を評価した。

## 3. UAV の研究開発

複数台の UAV を容易にコントロール可能とするために、Android 端末を用いた UAV の制御システムを開発し、購入した 2 台の UAV と地上の LiDAR と連携した人物追従システムを構築した。開発したシステムを用いた実験の結果、地上で移動する人物の位置に応じた UAV の撮影位置計画が実時間で行えることを確認した。

### 研究開発項目 3：システムの研究開発

#### 1. ノードの研究開発

電子部品を選択し直し、ノードの新しい回路を設計した。DC-DC コンバータを変更したため高利得のアンテナが使えるようになり、また、全体の消費電力を抑えることができるようになった。最終的に、この新しい回路に基づいたノード基板を 50 枚製造した。

#### 2. 全体システムの研究開発

適応スーパーフレーム変更法を用いた、拡張スーパーフレームで構成された集中型フラッシング/TDMA ネットワークプロトコルを 1 台のデータ収集ノードと 60 台のノードに実装し、予備実験によりすべての機能が正常に動作することを確認した。

#### 3. 全体システムの評価・検証

すべての研究機関が協力し、研究開発項目 3. 2 で研究開発した全体システムを用いた実験を 2 回行った。1 回目は 2019 年 8 月 9 日に被験者 52 名で行い、一方、2 回目は 2020 年 3 月 11 日に被験者 32 名で行った。様々な運動で構成されたプロトコルに従った 45 分の運動中に、すべての被験者の生体情報を正確にセンスし、そのデータをリアルタイムかつ高信頼に一か所に収集できることを実証した。