

平成28年度研究開発成果概要書

採択番号：19102

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

個別課題名：

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、教室での授業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 $<10m$ /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年度から平成29年度（2年間）

(3) 実施機関

公立大学法人大阪市立大学<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、株式会社シンセシス

公立大学法人大阪市立大学（実施責任者 教授 原 晋介）

(28-1)

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 32 百万円（平成 28 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

研究項目 1：ワイヤレスネットワーキング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））
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（公立大学法人大阪市立大学）
3. UAV の研究開発（公立大学法人大阪市立大学）

研究項目 3：システムの研究開発

1. ノードの研究開発（（株）シンセシス）
2. 全体システムの研究開発（（株）シンセシス）

(6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	3	3
	その他研究発表	14	14
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究項目 1：ワイヤレスネットワーキング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

システム運用に必要な NW 層のパケット種類および通信シーケンスを検討し決定した。また、ビーコン送信スロットとデータ通信スロットからなるスーパーフレームの構造を定義した。2017年度以降、収容するノード数が増えることを想定し、アクセス方式として、CSMA/CA よりもスケラビリティの高い TDMA 方式を採用することにした。センサノードおよび基地局、基地局制御用 PC の機能切り分けおよびプロトコルスタックのソフトウェアアーキテクチャを設計した。

2. ネットワーキングアルゴリズムの研究開発

論文によるサーベイを行った結果、本研究に関連する既存アルゴリズムの情報を得た。既存アルゴリズムの性能を明確化するため、計算機シミュレーション評価を行った結果、本研究開発で目標としている数値を達成する上では、効率的なチャネルの割り当て法が必要となることの知見を得た。

また、運動会を想定した模擬運動会を行い、その様子をカメラで撮影し、その動画像からノードの位置情報を抽出することで、運動会を想定したモビリティモデルデータセットを得た。一方、生体センサノードに搭載するフィルムアンテナを決定し、子供と大人の後腰部にノードを装着した場合のアンテナ指向性を測定した。これをモビリティデータに組み込むことにより、新しいネットワークプロトコルとネットワークキ

ングアルゴリズムを計算機シミュレーションで評価できるようになった。

研究項目 2：位置推定法の研究開発

1. 位置推定法の研究開発

モビリティモデルデータセットを作成するために、4K 解像度のカメラ 8 台を用い、大阪市立中央体育館にて運動シーンの撮影を行い、画像平面における人物の存在位置に関する正解データの作成を行った。次に、各カメラにおいて、画像平面と 3 次元空間のキャリブレーションを行う手法を確立し、その情報を用いて、モビリティモデルデータセットの作成を複数種類の競技に対して行った。

2. UAV の位置・姿勢制御アルゴリズムの研究開発

複数 UAV に対する新たなフォーメーション制御アルゴリズムを開発した。これを用いて、ターゲット人物の協調トラッキングの計算機シミュレーションを作成した。

3. UAV の研究開発

UAV による人物追従に必要な機能を明らかにするために、購入した大型 UAV の飛行性能の確認を行った。グラウンドでの飛行から、遮蔽物のない空間での横風の影響が大きく、1つのバッテリーセットで飛行時間が 30 分程度と短い飛行時間しかないことがわかった。また、GPS の精度は 10m 程度の誤差があり、人物追従前に計画した位置と実際に飛行するときの誤差に関して複数台の UAV の情報を共有して位置制御を行う必要があるとの知見を得た。

研究項目 3：システムの研究開発

1. ノードの研究開発

小型センサノードに搭載するための各種生体センサデバイス、マイクロプロセッサ、トランシーバモジュールおよびバッテリー等のデバイスの選定をサイズ、処理時間、消費電力、通信プロトコルの側面から検討し決定した。決定したデバイスを用いて小型センサノードの回路基板を設計し、外注業者に依頼して 10 個実装し、正常に動作することを確認した。一方、筐体の試作は CAD ソフトにより設計し 3D プリンタで作成した。材質の強度と防水能は約 1.5mm 以上あれば十分であることを確認した。

2. 全体システムの研究開発

シンクノードから得られるデータは、マサチューセッツ製 Matlab により収集しマイクロソフト製 Access により表示と保存を行うことに決定した。信号処理の演算には時間を要するが、その処理を、生体センサノードとシンクノードの各々がどれぐらいの割合で分担するかを、エネルギー消費とシステム遅延および誤りの観点より決定した。