

平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : 将来ネットワークの実現に向けた超大規模情報ネットワーク基盤技術に関する研究
採択番号 : 1680301
個別課題名 : 無数の端末を接続するための高エネルギー効率および超高密度無線ネットワークに向けて
副題 : Towards Energy-Efficient Hyper-Dense Wireless Networks with Trillions of Devices

(1) 研究開発の目的

H25 年度には、超高密度ヘテロジニアスネットワーク (HDHN) におけるハンドオーバーアルゴリズムの設計に用いる端末移動状態推定アルゴリズムに関する初期検討を行った。さらに、自己組織化 HDHN の設計に大集団ゲーム理論を応用するための初期検討を行った。また、本研究開発期間中に提案アルゴリズムを評価と実証を行うために、MATLAB を用いた計算機シミュレーション系を準備した。

H25 年度の成果を踏まえ、H26 年度では課題アと課題イに焦点を当てた研究開発を進める。課題アでは、HDHN のための移動状態推定アルゴリズムを確立して、セル選択とハンドオーバーアルゴリズムを初期設計する(ただし、エネルギー効率最適化を考慮しない)。課題イでは、周波数利用効率 (SE) とエネルギー利用効率 (EE) のトレードオフを考慮し、自己組織化 HDHN のためのエネルギー利用効率に優れた無線リソース管理 (RRM) アルゴリズムを開発する。

(2) 研究開発期間

平成 25 年度から平成 28 年度 (4 年間)

(3) 実施機関

国立大学法人 東北大学 (実施責任者 教授 安達文幸)

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 33 百万円 (平成 26 年度 12 百万円)
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題ア : HDHN における端末状態移動推定アルゴリズムとセル選択・ハンドオーバーアルゴリズムの開発

ア A 端末移動状態推定アルゴリズム

ア B セル選択・ハンドオーバーアルゴリズム

課題イ : HDHN における自己組織化アルゴリズムの開発

イ A 自己組織化ネットワーク (SON) パラメータの初期構成の最適化法

イ B 大集団ゲーム理論に基づく自己組織化アルゴリズム

課題ウ : HDHN テストベッドによる開発アルゴリズムの評価。

ウ A Android スマートフォンなどを利用した受信レベルデータ収集

ウ B. USRP および WARP ボードを利用した実験検討

(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	0	0
	その他研究発表	23	23
	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

課題ア： HDHN における端末状態移動推定アルゴリズムとセル選択・ハンドオーバーアルゴリズムの開発

（課題ア A） 端末移動状態推定アルゴリズム

米国 FIU の共同研究者と協力して高密度ホットネットにおける移動モデルの検討を行った。東北大チームは、ランダム方向移動モデルの改良を行なった。都市部での利用者の移動は建物や樹木等で区分された街路の制約を受けることが多く、ランダム方向移動モデルは実態に即していないことから、マンハッタンのような街路構造を採用した。改良移動モデルでは、端末は直線状に一定速度で移動し、交差点毎にある確率で移動方向を変更する。この改良移動モデルを用いて、課題ア B において高密度ホットネットの電力消費やスループット評価を行った。

【発表論文 10, 12】

（課題ア B） セル選択・ハンドオーバーアルゴリズム

高密度ホットネットのためのセル選択・ハンドオーバーアルゴリズムを提案した。提案したセル選択・ハンドオーバーアルゴリズムでは、まず端末-接続基地局間距離、端末の移動速度と受信強度を用いてハンドオーバーの必要性を判断する。これにより無用なハンドオーバーを避けることができ、消費エネルギーの削減が可能になる。次に、端末は、端末-基地局間平均距離や受信強度、ビーコン信号で報知される基地局平均トラフィック負荷に基づいてハンドオーバー先の基地局を決定する。

提案したセル選択・ハンドオーバーアルゴリズムを導入した高密度ホットネット全体の電力消費とスループットを、課題ア A で提案した改良移動モデルを用いて評価し、消費電力増やスループット低下を発生させずに、受信強度だけに基づいた従来のセル選択の約 25%までハンドオーバー回数を削減できることを示した。

【発表論文 17, 22】

課題イ： HDHN における自己組織化アルゴリズムの開発

（課題イ A） 自己組織化ネットワーク(SON) パラメータの初期構成の最適化法

基地局間での制御信号のやり取りを最小化するような分散基地局制御の確立を目指し、非協力ゲームに基づく基地局電源管理（ON/OFF）アルゴリズムと棲み分けに基づく動的チャンネル割当アルゴリズムを提案した。これら 2 つのアルゴリズムは全て自律分散で行われる。

基地局 ON/OFF アルゴリズムでは、各基地局が自身の消費電力とトラフィック負荷に基づいて非協力ゲームにより ON/OFF を決定する。棲み分けに基づくチャンネル(周波数・時間)

(26-3)

の動的割当では、各基地局は他の基地局へ与える干渉を最小化するように自律的にチャンネルを選択し、使用チャンネルをビーコンにより端末に報知する。基地局 ON/OFF と動的チャンネル割当を組み合わせることで常時最大電力で送信する場合と比べ、高密度ネットワークにおけるエネルギー効率とスペクトル効率（基地局平均スループット）を共に約 30%向上できることを示した。

【発表論文 16, 18, 19, 23】

（課題イ B）大集団ゲーム理論に基づく自己組織化アルゴリズム

再生可能電力供給源を利用するグリーン無線ネットワークにおける商用電力消費レベルの決定アルゴリズムを検討した。再生可能電力源には限られた供給能力しかいないため、非協力ゲームを導入して戦略的に電力消費レベルを決定するアルゴリズムを提案した。提案した電力消費レベルの決定アルゴリズムを用いることで商用電力だけを利用するときよりエネルギー効率をおよそ 40%向上できることを示した。

【発表論文 8, 13, 20】

課題ウ： HDHN テストベッドによる開発アルゴリズムの評価

計画通り平成 26 年度は未着手。