

平成 28 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
平成 28 年度は、課題イ A と課題ウに取り組む。課題イ A では、動的チャネル割当アルゴリズムの改良およびセル選択アルゴリズムの高効率化に取り組む。また、課題ウでは、課題アとイで開発した動的チャネル割当とハンドオーバーアルゴリズムに関する実験的評価に取り組む。
- (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 28 年度 10 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	55	11
	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

H26 年度で完了済み。

(課題ア B) セル選択・ハンドオーバーアルゴリズム

H27 年度で完了済み。

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

セル選択、基地局 ON/OFF および動的チャネル割当に関する下記の検討を行った。

【発表論文 45-55】

- **セル選択アルゴリズム**： SINR と受信信号強度に基づく BS 選択アルゴリズムおよびゲーム理論に基づくセル選択アルゴリズムを提案した。これらを基地局 ON/OFF 切替と動的チャネル割当を用いる HDHN に導入したときのエネルギー消費および BS 負荷に及ぼす効果について、受信信号強度と基地局負荷に基づく BS 選択アルゴリズムと比較した。その結果、一つ目についてはエネルギー効率および BS 負荷をそれぞれ 26.4%および 22%向上できること、2 目についてはエネルギー効率およびユーザスループットをそれぞれ、52.3%および 15.4%向上できることを示した。
- **基地局 ON/OFF アルゴリズム**： エネルギー効率の更なる向上を目標に、基地局 ON/OFF アルゴリズムにおける送信電力レベル数の影響について検討した。その結果、送信電力レベル数を 2 レベルから 4 レベルにすると演算量が増加するものの、エネルギー効率および BS 負荷をそれぞれ、およそ 27%および 11%向上できることを示した（1MBS と 10SBS から成る HDHN のとき）。
- **動的チャネル割当アルゴリズム**： 端末での干渉測定を用いるギブスサンプリングに基づく動的チャネル割当 (GUIA-DCA) を提案した。この GUIA-DCA は基地局間の負荷を均一化でき、エネルギーおよびスペクトル効率を共に向上できる。これを基地局 ON/OFF 切替を用いる HDHN に導入した時のエネルギー効率、ユーザスループットと基地局負荷を、各基地局での干渉測定による動的チャネル割当 (IADCA) に比較した結果、それぞれ、およそ 40.3%、44.8%と 70.6%向上できることを示した。

(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

H27 年度で完了済み。

課題ウ： HDHN テストベッドによる開発アルゴリズムの評価

(課題ウ A) Android スマートフォンを用いた受信レベルデータ収集

米国フロリダ国際大学 (FIU) の共同研究者と協力して、接続可能な距離にある全基地局からの受信信号強度 (RSS) と全基地局の位置情報、端末の位置情報を取得する Android アプリケーション (H27 年度開発済) の最適化を行った。なお、日本の商用システムでは基地局の位置情報が報知されていないことが判明したため、日本側では、この開発したアプリケーションの試験を行うことができなかった。

(課題ウ B) USRP および WARP ボードを用いた実験検討

バージニア工科大学の共同研究者と協力して、課題ウ A で取得した SNR と位置情報を利用して提案ハンドオーバーアルゴリズムなどの評価を行う、OpenLTE と OpenAirInterface 5G (OAI) を用いた実験系を立上げた。この研究終了後も引き続き、VT および FIU の共同研究者と協力して、これらの測定結果をもとに、より現実に近い HDHN ネットワークモデルを用いてセル選択、ハンドオーバーアルゴリズム、動的チャネル配置や基地局 ON/OFF 切替に関する実験的評価を進めて行く予定である。