

<基本計画書(案)>

屋外マクロセルと屋内極小セルが混在した三次元空間セル構成におけるネットワーク連携干渉制御技術の研究開発

1. 目的

スマートフォン等の高機能データ通信端末の普及により、移動通信システムの通信量が急速に増加しており、最近の調査では年率2倍の増加となっている。この増加する通信量を遅滞なく運ぶためには、新たな無線伝送方式や高効率無線インターフェース技術による伝送効率の向上、周波数帯アクセス技術による実質利用可能周波数帯の拡張、階層化セル構成技術や極小化セル構成による改善などが考えられる。その中で、既に移動通信システムに割り当てられている帯域内での周波数利用効率を大幅に向上させるためには、セルを極小化しつつ干渉回避する方法が非常に有効である。

特に、大都市部においては、中高層ビルの屋内オフィスでの通信トラフィックが急増しており、高さ方向にも効率良く運ぶ手段が求められている。そのためには、数十m程度の極小セルを三次元的に設置することが極めて有効である。しかし、屋内の極小セルと屋外マクロセルは一般に同一周波数を用いることから、不規則に設置される極小セルを三次元的に構築する際には、従来の二次元的なセル構成技術そのまま適用することが出来ず、屋外マクロセルとの間の同一周波数干渉を十分に考慮する必要がある。

そこで、本研究開発ではネットワーク技術を活用して、三次元的に不規則に設置される屋内の極小セルと屋外マクロセル間を高度に連携させることにより、同一周波数干渉を抑圧し通信品質やスループットを大幅に改善するネットワーク連携干渉制御技術の研究開発を実施し、周波数利用効率の向上を目指す。

2. 政策的位置付け

- ・日本経済再生に向けた緊急経済対策（平成25年1月11日 閣議決定）

「Ⅱ. 1. (2) 研究開発、イノベーション推進」において、「イノベーション創出による需要喚起と成長への投資促進を図るため、(中略) 先端的な情報通信技術の確立など、研究開発プロジェクト等を推進する」旨、及び下記項目が記載されている。

①研究開発プロジェクトの推進

- ・イノベーションを創出する情報通信技術の利活用推進・強固な基盤整備（総務省）

- ・知識情報社会の実現に向けた情報通信政策の在り方（平成23年情報通信審議会諮問第17号 平成24年7月25日答申）

Active Japan ICT 戦略「アクティブコミュニケーション戦略～堅牢・高性能

な重層的ブロードバンドネットワークの展開～」において、「ホワイトスペースの周波数高度利用技術」等、「電波の有効利用を実現する新たなワイヤレスシステムの研究開発」を行う旨が記載されている。

- ・新たな情報通信技術戦略工程表（平成 24 年 7 月 4 日改訂 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）

「3.（2）我が国が強みを持つ情報通信技術関連の研究開発等の推進」において、「引き続き、新世代・光ネットワーク、次世代ワイヤレス、（中略）の研究開発」を行う旨が記載されている。

3. 目標

既存の屋外マクロセルと中高層ビル内のオフィス等に設置された極小セルが混在する三次元空間のセル構成（以下、三次元空間セル構成）では、屋内の極小セルと既存の屋外マクロセルとの間の干渉により周波数利用率が大幅に低下することが懸念される。このような三次元空間セル構成において、干渉を抑圧し通信品質やスループットを改善する干渉制御技術を平成 25 年度までに確立し、干渉制御を行わない場合と比べて周波数利用率を 2 倍以上（スループットを 2 倍以上）に改善することを目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

従来基地局のセル半径が比較的大きかったこともあり、二次元的な（水平方向の）干渉制御技術を用い基地局の設置を行ってきた。しかしながら、通信量の急増に伴いきめ細かくエリアをカバーしていくことが求められていることから、セル半径を小さくし三次元的に基地局を設置していくことになるため、基地局の干渉の高さ方向への影響が相対的に強くなってきている。このため、既存の屋外マクロセルと屋内に設置された極小セルが混在する三次元空間セル構成において、各セルが独立かつ自律的に干渉を低減させる既存の二次元的な干渉制御技術を三次元方向からの干渉に対してそのまま適用することは困難である。そこで、本研究開発では、ネットワーク技術を活用し屋外マクロセルと屋内の極小セルがネットワーク連携し、干渉を抑圧するように制御する基地局連携干渉制御技術の検討を行う。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア 周波数有効利用技術の開発

極小セル構成は一般にその配置が三次元かつ不規則であることから、屋外マクロセルからの干渉により、周波数利用率（スループット）が低下することが課題である。このことから、以下の技術の研究開発を行う。

- (a) 屋外マクロセルと屋内の極小セルがネットワーク連携し送信電力を制御することにより同一周波数干渉を回避する技術
- (b) 屋外マクロセルと屋内の極小セルがネットワーク連携しアンテナ指向性を制御することにより同一周波数干渉を抑圧する技術

イ 自律分散・低伝送遅延ネットワーク連携制御技術の開発

基地局が連携して屋外マクロセルと屋内の極小セル間の干渉を回避、抑圧するためには、ネットワークを介した基地局間制御を各基地局が自律分散的かつ低伝送遅延に基地局間連携を行うことが必要である。また、ネットワークを介した基地局間の制御を実現するにあたっては、バックボーンネットワークへ過度な負荷がかかり一部エリアで不具合が起こったりすることのないよう配慮する必要がある。このことから、以下の技術の研究開発を行う。

- (a) 基地局間インターフェースを用いた自律分散制御方式によるセル間連携制御技術
- (b) 高速な連携制御を実現するために必要なネットワークの低伝送遅延技術

ウ 電波伝搬推定技術の開発

三次元方向からの干渉特性を十分に把握し、計算機シミュレーションや室内実験で各技術を効率よく評価するためには、屋外から高さ方向を考慮した屋内への電波伝搬変動モデルが不可欠である。この電波伝搬変動モデルは、建物、室内の形状や遮蔽物の有無等の情報が正確に把握できない場合でも動作可能な、汎用性の高いものであることが重要である。このことから、以下の技術の研究開発を行う。

- (a) 無線伝送特性を評価するための屋外から屋内への電波伝搬変動特性のモデル化
- (b) 開発した上記電波伝搬変動モデルの伝搬路シミュレータへの実装

エ 実証評価

アからウで検討した技術を計算機シミュレーションにより評価するとともに、実装置による検証を行うことが重要である。このことから、以下の実証評価を行う。

- (a) 計算機シミュレーションの結果を踏まえた本技術を評価するための試作装置の開発及び室内実験による実時間での動作確認
- (b) 実伝搬環境下における動作特性を評価するための小規模の実証システムの構築及びフィールド実証実験の実施

到達目標

既存の屋外マクロセルと屋内に設置された極小セルが混在する三次元空間セル構成において、ネットワーク技術を活用し基地局が連携して干渉を抑圧するよ

うに制御する基地局間連携干渉制御技術を確認し、本研究開発において開発をした技術の適用有無のみにより、周波数利用率を2倍以上（スループットを2倍以上）に改善することを目標とする。実証実験による評価を実施し、開発アルゴリズムの実時間での動作確認を目標とする。

ア 周波数有効利用技術の開発

周波数利用率(スループット)を2倍以上改善するネットワーク連携干渉回避及び干渉抑圧技術を確認する。

イ ネットワーク連携制御技術の開発

周波数利用率(スループット)を2倍以上改善するネットワーク連携干渉回避及び干渉抑圧技術を実現するための基地局間インターフェースを用いた分散基地局制御方式によるセル間連携制御技術を確認する。

ウ 電波伝搬推定技術の開発

屋外から屋内への電波伝搬変動モデルを確認し、伝搬路シミュレータに実装する。

エ 実証評価

検討した技術を実装した試作装置を開発し、室内実験において実時間の動作実験を行い、周波数利用率(スループット)の改善効果を確認する。また、フィールド実証実験系を構築し、実伝搬環境において実時間の動作実験を行い、周波数利用率(スループット)の改善効果を確認する。

5. 実施期間

平成 24 年度

6. その他

(1) 成果の普及展開に向けた取組等

①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

②実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び平成 32 年度までの実用化・製品展開等を実現するため

に必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

(2) 提案および研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来技術との差異を明確にした上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。