

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 移動通信三次元空間セル構成
- ◆受託者 ソフトバンク株式会社
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和6年度(4年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和3年度から令和5年度までの総額1,400百万円(令和5年度400百万円)

2. 研究開発の目標

第5.5世代、及び第6世代移動通信システムに向けた同一周波数共用三次元空間セル構成、及び他システムへの干渉を抑制し周波数共用を実現する“ネットワーク連携による同一周波数共用三次元空間セル構成”の研究開発を世界に先駆けて行う。これにより、「周波数の一次利用、二次利用の壁」を取り除くことを目指す。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1:同一周波数共用三次元空間セル構成

研究開発目標

(a) HeTNet構築 (b)上空セル構築 (c)セル境界の通信品質改善 (d)上空セルの伝搬変動モデル

地上セル 上空セル

基地局間連携制御 (MU-MIMO干渉キャンセラ & DAS:光ファイバ)

研究開発項目2:他システムへの与干渉抑圧技術による同一周波数共用

同一周波数共用

移動通信システム 同一周波数利用他システム

5G 衛星通信システム(下り回線)

与干渉信号 干渉信号 干渉キャンセラ

衛星信号 衛星受信機

システム間連携制御(DAS:光ファイバ)

研究開発項目3:研究開発項目1と2の統合構成

研究開発項目1:同一周波数共用三次元空間セル構成

研究開発成果

(a) HetNet構成による基地局間連携三次元空間セル構成
(b)地上端末と上空端末を同一周波数利用する三次元空間セル構成
(c)セル境界の通信品質を改善する基地局間連携三次元空間セル構成

(a)～(c)の干渉キャンセラに不可欠な伝搬路応答推定法としてTDD伝送を前提として、5G標準であるSRS(Sound Reference Signal)を用いた上り回線の伝搬路応答推定により、下り回線の伝搬路応答を推定する新たな「上下回線伝搬路応答推定法」を提案し、それを用いた(a)～(c)の適用効果を計算機シミュレーションにより検証、試作装置で基本特性を確認した。

(d)三次元空間電波伝搬モデル化
千葉県長生郡の郊外地(住宅街)において上空のK-Factorを測定した。周囲半径を20m、ドローンの飛行高度を地上50m～150mとして、提案する“三次元空間周回測定法”によりK-Factorを複数回測定した。測定した複数回のK-Factor値を比較すると、その標準偏差が非常に小さく、提案する“三次元空間周回測定法”により上空でのK-Factorを高精度に測定できることを示した。

上下回線伝搬路応答推定システム

基地局間連携三次元空間セル構成の試作装置

高度最大150m

見通し伝搬

1,100m

三次元空間周回測定法

測定風景

研究開発項目2:他システムへの与干渉抑圧技術による同一周波数共用

5G(周波数帯:4GHz、帯域幅:100MHz)を対象として、時間誤差補償を実装したシステム間連携干渉キャンセラの評価用試作装置の開発

- ・実システムを考慮して、基地局当たり最大8パスの与干渉キャンセラ装置を開発
- ・25dB以上の5G干渉信号の抑圧を確認

室内実験での5G干渉信号のマルチパスモデル

衛星地上局 実信号スペクトラム

衛星信号

20dB

40MHz

100MHz

遅延時間

0 1μs 2μs

キャンセラ適用

20dB

40MHz

100MHz

干渉を完全に抑圧

(キャンセラなし)

(キャンセラあり)

室内実験風景

研究開発項目3:研究開発項目1と2の統合構成

ネットワーク連携協調制御を実現する通信装置として、DASシステム(光ファイバ、伝送距離10km)を試作した。これにより、研究開発項目1、研究開発項目2間の連携、統合が実現できる。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
6 (2)	2 (2)	1 (0)	54 (23)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

5. 今後の研究開発計画

○研究開発項目1:同一周波数共用三次元空間セル構成

- (a)HetNet構成による基地局間連携三次元空間セル構成
- (b)地上端末と上空端末を同一周波数利用する三次元空間セル構成
- (c)セル境界の通信品質を改善する基地局間連携三次元空間セル構成

((a)～(c) に関して)

- ・提案するSRSを用いた伝搬路応答推定法により伝搬路応答を推定し、それを用いて項目(a)～(c)の適用効果である通信品質(通信容量)を実システムを想定したシステムモデルで評価する。
- ・試作装置に提案するSRSを用いた伝搬路応答推定法を実装し、伝搬路応答精度を評価する。
- ・試作装置に提案する(a)～(c)の一部を実装し、通信品質(通信容量)を評価する。

(d)三次元空間電波伝搬モデル化

上空の仲上-Rice伝搬変動のK-Factorを、提案するドローンを用いた高精度推定法である「三次元空間周回測定法」を用いて様々な実環境において測定し、環境ごとの K-Factor値のモデル化を行う。

○研究開発項目2:他システムへの与干渉抑圧技術による同一周波数共用

- ・他システムを衛星通信システムの下り回線と想定した試作装置(5G携帯システム:4GHz帯、100MHz帯域幅)を実フィールドで評価するために電波免許を取得する。
- ・電波免許取得後、試作装置(5G携帯システム:4GHz帯、100MHz帯域幅)を用いて実フィールドで干渉抑圧効果を評価する。

○研究開発項目3:研究開発項目1と2の統合構成

試作したDAS(Distribute Antenna System)を用いて、研究開発項目1の「基地局間のネットワーク連携」、研究開発項目2の「他システム間のネットワーク連携」の評価を各々実施し、次に研究開発項目1と2の統合したシステム評価を行う。