

高速ビームステアリングを用いたビーム探索法の ビーム間におけるセル ID 検出性能評価

Evaluation of Cell ID Detection of Beam Search Scheme using Fast Beam Steering in Beam-to-Beam

行谷 滉希¹ 丸田 一輝² 加保 貴奈¹ 宗 秀哉¹
Kouki Namegaya¹ Kazuki Maruta² Takana Kaho¹ Hideya So¹

¹ 湘南工科大学
¹Shonan Institute of Technology

² 東京理科大学
²Tokyo University of Science

1 まえがき

無線通信の大容量化のため、多数のアンテナ素子を用いたビームフォーミングが用いられている。ビーム毎に同期信号 (SSB) を送信し、端末 (UE) が使用ビームを決定するが、ビーム数が増加するとビーム探索時間が増大することが問題であった。著者らは、SSB 内で高速にビームステアリングを行うことで SSB 数を削減するビーム探索手法を提案してきた [1]。本報告では、提案手法を用いた際のビーム間におけるセル ID 検出性能への影響を明らかにする。

2 ビームステアリングを用いたビーム探索法

$N \times N$ アレーアンテナによるアナログビームフォーミングを想定する。水平方向、および垂直方向合わせて N^2 個のビームを形成する。ビーム検出ため、水平方向ビームに対応した SSB を N 個用意し、それぞれ異なる時間で送信する。1 シンボル内で離散的に高速で位相を切り替える可変移相器 [2] を用い、SSB 内のプライマリ同期信号 (PSS) の 1 シンボル時間内で N 段階の垂直方向のビームステアリングを行う。UE は SSB の PSS からセル ID を検出する。水平方向のビーム探索は、各 SSB の受信電力を測定し、最大となるビームを選択する。垂直方向のビーム探索は、SSB 毎の PSS を N 分割し、電力が最大となる箇所を検出し、それに対応するビームを選択する。以上より、 N 個分の SSB 区間で N^2 のビーム方向探索ができ、ビーム探索時間を削減することができる。

3 計算機シミュレーション

表 1 にシミュレーション諸元を示す。 8×8 の 2 次元パッチアレーアンテナを用い、水平方向の 8 種類のビームと 8 個の SSB が対応し、SSB を時分割で送信するものとした。PSS を $\phi = 90^\circ$ から 160° まで 10° 毎に垂直方向にビームステアリングする。PSS 以外の SSB は $\phi = 90^\circ$ のビームを使用した。図 1 に、基地局 (BS) と UE の配置を示す。BS が原点に配置されたとき、UE は X 軸から θ_u の方向に、水平面において r だけ離れている。セル ID の候補数は 5 とし、セル ID 検出時はその中から選択する。図 2 に $r = 200$ m における提案法を用いた際のセル ID の正常検出率を示す。 $\theta_u = 33^\circ, 69^\circ, 83^\circ$ においてセル ID 検出率が劣化している。これら方向はビームによってはヌルが形成されている方向である。そのため、信号対雑音電力比 (SNR) を十分に確保することができず、セル ID を正しく検出することができなくなる。主ビームでは SNR を十分に確保することができ、正しいセル ID を検出することができるため、8 種類のビー

表 1 シミュレーション諸元

送信アンテナ数	8×8
受信アンテナ数	1
水平ビーム方向, θ ($^\circ$)	33, 53, 69, 83, 97, 111, 127, 147
垂直ビーム方向, ϕ ($^\circ$)	90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160
SS 設定	Case B[3]
SSB 数	8
セル ID の候補数	5
基地局アンテナ高	40 m
UE アンテナ高	1.5 m
中心周波数 (帯域幅)	4.5 GHz ($B = 100$ MHz)
送信電力	25 dBm
雑音電力	-174 dBm/Hz

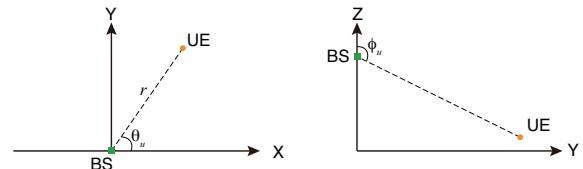


図 1 BS と UE の配置

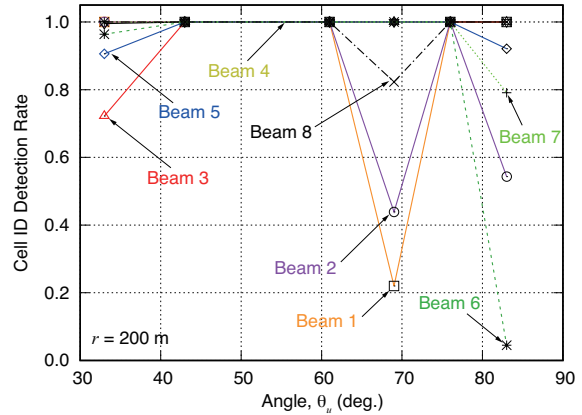


図 2 ビーム毎のセル ID 検出率

ムすべての検出結果を用いることで改善できると考えられる。

4 まとめ

高速ビームステアリングを用いたビーム探索手法において、ビーム毎のセル ID 検出性能を評価した。

謝辞 この成果の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) の委託業務 (Beyond 5G 研究開発促進事業, 採択 No. 06001) および JSPS 科研費 (23K16874, 22K04101) の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] 宗他, 信学技報, RCS2023-156, 2023 年 11 月.
- [2] R. Imanishi and H. Nosaka, *EuMC 2022*, pp. 135–138, Sep. 2022.
- [3] 3GPP TS 38.211 V17, 2022.