

ポロノイセルラネットワークにおける帰還型通信方式の性能

1170346 西尾 優一 【ワイヤレスネットワーク研究室】

1 はじめに

セルラネットワークにおいて良好な通信性能を保てる方式として、帰還型 DS-CDMA (feedback-controlled DS-CDMA: FC/DS-CDMA) が提案されている。セルラネットワークを用いた研究では、セル形状に正六角形や正方形のモデルを扱うものが多い。しかし、現実のセルラネットワークでは、設置場所の関係から基地局がほぼランダムに配置されている場合が多く、セル形状も基地局の位置に合わせて決める必要がある [1]。一方で、基地局がランダムに配置された環境を想定すると、基地局間の距離が近くなりすぎてしまう場合があり現実的ではなくなってしまう。

本研究では、ランダムに配置された場合のセル形状をポロノイ領域で定式化した後に、各セルの重心に基地局を配置したポロノイセルラネットワークを想定する。この想定環境と正六角形セルラネットワークにおいて、上り回線での FC/DS-CDMA の性能の差を示す。

2 ポロノイ領域

平面座標上に M 個の母点 $\mathbf{g}_m = (X_m, Y_m) (m = 1, 2, \dots, M)$ が与えられたとき、次式を満たす点 \mathbf{p} の集合 $V(\mathbf{g}_m)$ は m 番目のポロノイ領域として定義される。

$$V(\mathbf{g}_m) = \{\mathbf{p} \mid d(\mathbf{p}, \mathbf{g}_m) < d(\mathbf{p}, \mathbf{g}_{m'})\} \quad (1)$$

ここで、 $m \neq m' (m' = 1, 2, \dots, M)$, $d(\mathbf{p}, \mathbf{g})$ は 2 点 \mathbf{p}, \mathbf{g} 間の 2 次元ユークリッド距離を示す。本研究において、 $V(\mathbf{g}_m)$ は m 番セルのセル形状を表している。

3 通信環境

本研究で検討する通信環境を図 1 に示す。BS1~BS \hat{m} ($4 \leq \hat{m} \leq M$) は基地局であり、各基地局は 1km^2 当たり 28 個ランダムに配置される。Tx $_{m,k}$ ($k = 1, 2, \dots, K$) は m 番セル内の k 番ユーザの送信機である。Tx $_{m,k}$ は複素メッセージシンボルを系列長 L の拡散系列で DS 変調した信号を m 番セルの基地局に送信する。送信された信号は他セルの基地局にも干渉波として影響を与える。基地局では受信した信号に対して FC/DS-CDMA の受信処理を行う [2]。

4 性能評価

本研究では、ポロノイセルラネットワークとセル半径が 100m の正六角形セルラネットワークにおける FC/DS-CDMA の性能の差を評価した。BS1 とその第 1 周辺セル (BS2~BS \hat{m}) までを考慮に入れ、BS1 の性能を評価対象とした。拡散系列の系列長を $L = 8$ 、フィードバック回数を $N_f = 10$ とした。通信路の特性として、距離の 3 乗に比例する減衰、指数型電力遅延プロファイルを持つ

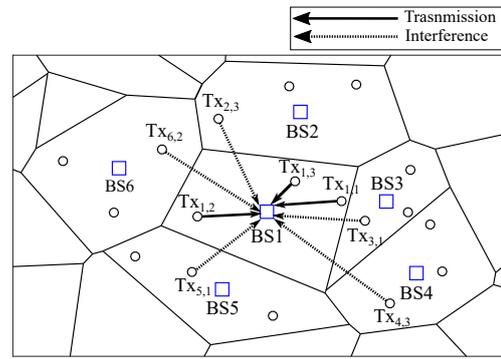


図 1 ポロノイセルラネットワークの上り回線

6 波マルチパスモデルを仮定した。各ユーザの送信信号には、基地局が受信したときの電力が等しくなるような送信電力制御が行われていると仮定した。セル内のユーザの位置は一様分布に従うものとした。ポロノイセルラネットワークと正六角形セルラネットワークで、FC/DS-CDMA の BER が 10^{-1} となる E_b/N_0 [dB] を求め、それらの差と 1 セル当たりのユーザ数 ($1 \leq K \leq 4$) の関係を求めた結果を図 2 に示す。比較対象として、COF を適用した DS-CDMA も示す。

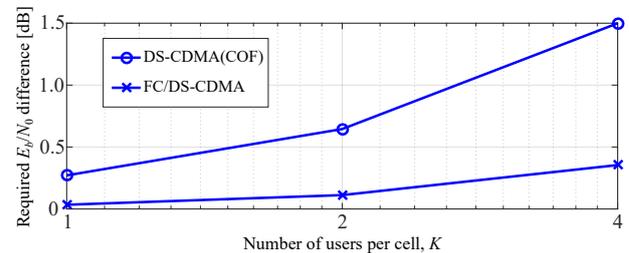


図 2 各通信環境下で、COF を適用した DS-CDMA と FC/DS-CDMA の BER が 10^{-1} となる E_b/N_0 [dB] の差とユーザ数の関係

図 2 より、FC/DS-CDMA はどちらの通信環境でも、BER が 10^{-1} となる E_b/N_0 [dB] に差がほとんどないことが分かる。これはフィードバックによって通信路に適応した拡散系列が得られ、通信環境による影響を抑えられたためであると考えられる。

5 まとめ

本研究では、ポロノイセルラネットワークにおいて FC/DS-CDMA の性能が良好であることを示した。

参考文献

[1] Foss, S.G., and Zuyev, S.A., "On a Voronoi aggregative process related to a bivariate Poisson process," *Advances in Applied Probability*, Vol.28, No.4, pp.965-981. Dec. 1996.

[2] T. Miyatake, K. Hamamura, and S. Tachikawa, "Asynchronous, decentralized DS-CDMA using feedback-controlled spreading sequences for time-dispersive channels," *IEICE Trans. Commun.*, vol.E91-B, no.1, pp.53-61, Jan. 2008.