

基地局における通信負荷と CINR を考慮したハンドオーバー方式

眞中智也[†] 木村成伴[‡]

筑波大学 情報学群情報メディア創成学類[†] 筑波大学 システム情報系情報工学域[‡]

1. はじめに

近年、携帯電話やタブレットなどの移動型端末の需要が増えるに伴い、それらの通信速度や消費電力を改善することが求められている。

移動型端末のシームレスな通信を実現するために、Kuang-Hui Chi らは、IEEE 802.16 を対象として、CINR (Carrier to Interference and Noise Ratio) によって移動型端末の経路を予測するハンドオーバー方式を提案した[1]。この方式によって、移動型端末が、現在の位置において、接続すべき基地局を判断できるようになるため、より効率的にハンドオーバーすることが可能となった。しかし、この方式では各基地局の通信負荷を考慮していないため、ハンドオーバーする前とハンドオーバーした後の基地局の通信負荷に大きな差異がある状況においては、通信速度を改善する余地があった。

そこで本論文では、Kuang-Hui Chi らのハンドオーバー方式に、基地局における通信負荷を考慮する改善を加えることによって、通信速度の向上を目指す。最後に、評価を行うことにより、提案方式の有効性を確認する。

2. Kuang-Hui-Chi らのハンドオーバー方式

Kuang-Hui-Chi らによるハンドオーバー方式[1] (以下、従来方式と呼ぶ)において、各移動型端末は、各基地局から定期的に送られてくる信号の CINR 値を測定する。そして、現在接続している基地局 (BS1) からの CINR 値よりも、他の接続可能な基地局 (BS2) からの CINR 値のほうが大きくなった時、移動型端末は、BS1 よりも BS2 と接続したほうがよいと判断し、ハンドオーバーを開始する。この方式によって、ハンドオーバー遅延を減らすことが可能となり、シームレスな通信が可能となった。

一般に、基地局が利用できる帯域は限られており、通信している移動型端末の台数が多くなるほど、通信速度は低下する。そのため、通信

負荷の低い基地局から高い基地局に接続を早期に切り替えると、通信速度の低下を早期に招くことになる。逆に、通信負荷の高い基地局から低い基地局に接続を切り替えるのに時間がかかると、通信速度がなかなか向上しないことになる。しかし、従来方式では、各基地局における通信負荷を考慮せずにハンドオーバーするため、上述の問題が発生する可能性があった。

3. 提案方式

従来方式の問題を改善するため、本章では、CINR に加えて、基地局の通信負荷に応じてハンドオーバーする新たな閾値を設定する方式を提案する。

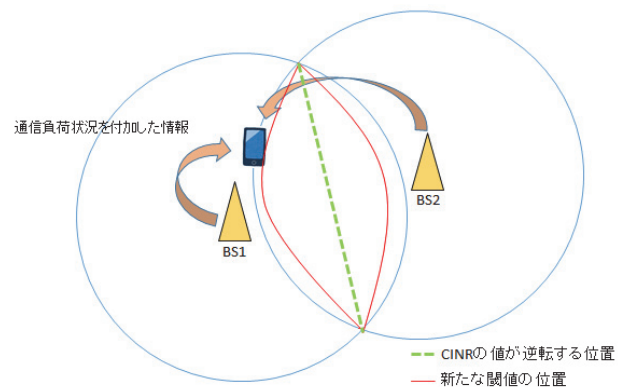


図 1 ハンドオーバーする新たな閾値の設定

図 1 において、移動型端末は BS1 に接続しており、BS2 の方向に移動しているとする。これらの基地局からの信号の出力や周囲の環境が同じだと仮定すると、従来方式でハンドオーバーを行う、CINR の値が逆転する位置は、両者のセルの交点を結ぶ直線となる。これに加えて、提案方式では、図 1 に示すように、両基地局のセルの共通部分の内側に、新たな閾値を設ける。これは、ハンドオーバーにかかる時間を考慮し、接続中の基地局との接続を維持したまま、シームレスに、隣接する基地局に接続を切り替えられる限界の位置を表しており、接続中の基地局からの信号の CINR から推定するものである。

さらに、提案方式では CINR を計測するために、基地局から定期的に発信されている信号に基地局の通信負荷の情報を加える。そして、BS1 と BS2 から得られた通信負荷がほぼ同じ場合は、従

Handover Method Based on CINR and Communication Load of Base Stations

[†]Tomoya Manaka, College of Media Arts, Science and Technology, School of Informatics, University of Tsukuba

[‡]Shigetomo Kimura, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

来方式と同じ閾値でハンドオーバーするが、BS1 の負荷が BS2 よりもとても高い場合は、BS1 側の新たな閾値に、とても低い場合は BS2 側の新たな閾値に達した時点でハンドオーバーすることによって、通信速度を可能な限り高く維持する。

4. 評価

提案方式の有効性を確認するために、本章では、従来方式と最大通信速度を比較する。その際、通信負荷の低い基地局を BS1、高い基地局を BS2 と仮定し、(1) BS1 から BS2 へ移動する場合と(2) BS2 から BS1 へ移動する場合の2種類について評価する。

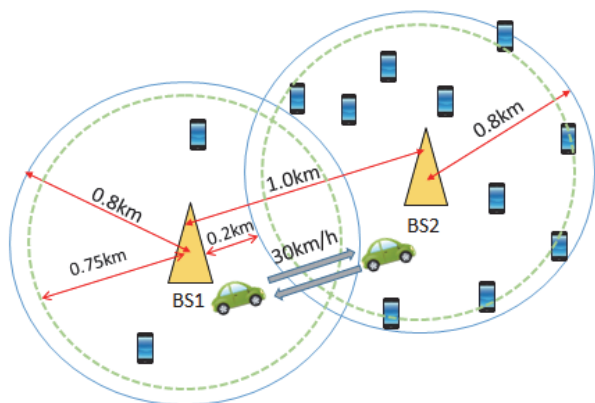


図 2 評価トポロジ

なお、図 2 に評価トポロジを、表 1 に評価条件を示す。また、提案方式では、BS1 または BS2 との距離が 0.75km の地点で CINR 値が閾値に達するとする。また、各基地局において、端末が 5 台までは最大通信速度で通信でき、基地局の総帯域は $75\text{Mbps} \times 5 = 375\text{Mbps}$ とする。端末が 6 台以上接続した場合は、総帯域を端末台数で割った値を、各端末の最大通信速度とする。

表 1 評価条件

通信方式	WiMAX (IEEE802.16e)
端末の移動速度	30km/h
基地局の通信範囲	0.8km
基地局間の距離	1.0km
端末の最大通信速度	75Mbps
BS1	15 台の端末が接続
BS2	50 台の端末が接続
各端末の通信方法	CBR/UDP

図 3 と図 4 に、(1)と(2)の場合の最大通信速度の変化の様子を示す。図 3 から、従来方式は実験開始 0.5 分後に BS2 にハンドオーバーして、その後、最大通信速度が 7.4 Mbps に落ちたのに対して、提案方式では 1.5 分後にハンドオーバ

するまでの間、22.9 Mbps を維持した。一方、図 4 より、従来方式は実験開始 1 分後にハンドオーバーするまで最大通信速度が 7.4 Mbps のままだったのに対し、提案方式は 0.5 分後にハンドオーバーしたため、22.9 Mbps に向上したことがわかる。

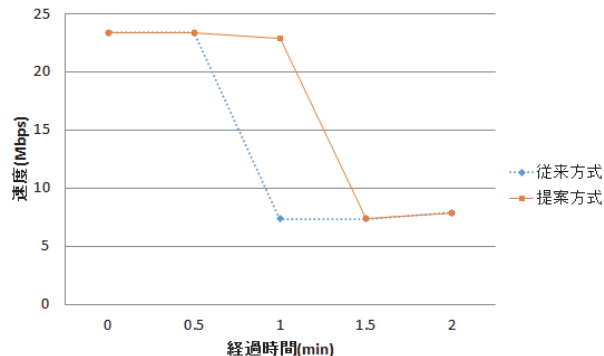


図 3 最大通信速度の変化 (1)

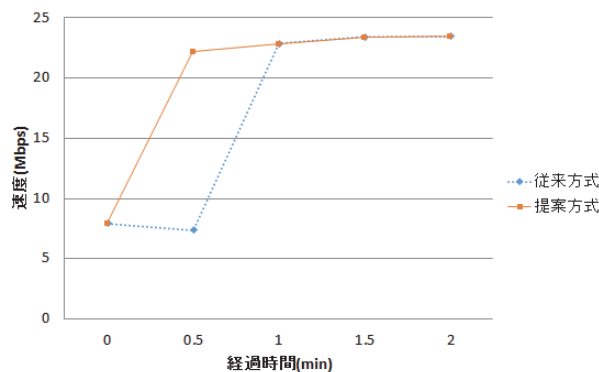


図 4 最大通信速度の変化 (2)

5. まとめ

本論文では、CINR に加えて、基地局における通信負荷状況を考慮したハンドオーバー方式を提案した。そして、最大通信速度を比較することにより、提案方式が従来方式より高い最大通信速度を提供できることを示した。

今後、シミュレーション実験を行い、様々な環境下で通信速度を測定する予定である。なお、基地局と接続していても実際には通信していない端末も考えられるので、その際の通信負荷の定義の仕方を検討する必要がある。また、移動型端末の通信速度に対して必要な、CINR の測定回数についても今後検討していく。

参考文献

[1] Kuang-Hui Chi, J. Morris Chang, Ting-Chung Wang, “Enhanced Fast Base Station Switching,” IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol. 11, No. 11, pp. 1640–1651, Nov. 2012.