

アドホックネットワークと セルラーネットワークを融合した システムのモデル化と性能評価

01704934 国際電気通信基礎技術研究所 *山中 佐知子 YAMANAKA Sachiko
国際電気通信基礎技術研究所 下原 勝憲 SHIMOHARA Katsunori

1 はじめに

近年、ユビキタス環境の実現へ向けてアドホックネットワークの研究も盛んに行われている。従来は主にセルラーネットワークの研究が行われてきたのだが、インフラ、セルの基地局に縛られるといった制約があった。また、災害時、故障時などにインフラ、基地局がストップしてしまったら通信ができないというデメリットがある。一方、アドホックネットワークはリレー式に通信をつなぐマルチホップ機能があってインフラに縛られずフレキシブルである [1], [2]。ただ一般にセルラーネットワークよりもスループットが低下すると考えられている。そこで、本稿では両者の欠点を補ったより効率的なシステムを考える。

2 システムモデル

チャンネル数が M で同じ大きさのセル A、セル B、そしてそれらのオーバーラップした領域をハンドオフエリアとして考える。セル A に生じた新規呼はセル A のチャンネルが空いていれば使用し、全部使用されている場合、中継できたセル B へ中継してセル B のチャンネルを使用する。セル B で生じた新規呼も同様。ハンドオフエリアで生じた新規呼は、セル A、セル B のチャンネルで使用されているチャンネル数の少ない方のセルのチャンネルを使用する。セル A からセル B へ移動する際に発生するハンドオフ呼も同様にして、セル A、セル B の使われているチャンネル数の少ない方のチャンネルを使用する。同数使われている場合は 0.5 の確率でどちらかのチャンネルを使用する。セル A、セル B のどちらのチャンネルも全部既に使われているなら、最大許容数 Q の待合室でユーザがハンドオフエリアにいる間はどちらかのチャンネルが空くのを待つことができる。また、中継局によってカバーされる範囲を率 l で表わす。

3 解析と数値結果

本稿で考慮するシステムの状態を (i, j, s) で表わし、その定常状態確率を $p_{i, j, s}$ と定義する。ここで i はセル A で使用されているチャンネル数、 j はセル B で使用されているチャンネル数、 s はハンドオフエリア内でチャンネルが空くのを待っている呼数を表わす。呼の到着はポアソン分布、サービス時間は指数分布に従うと仮定する。セル A に生じる新規呼の呼損率、セル B に生じる新規呼の呼損率、ハンドオフエリアに到着する呼の呼損率をそれぞれ P_{nA} , P_{nB} , P_h とすると、それらは次のように求められる。

$$P_{nA} = \sum_{s=0}^Q p_{M, M, s} + \sum_{j=0}^{M-1} p_{M, j, 0}(1-l). \quad (1)$$

$$P_{nB} = \sum_{s=0}^Q p_{M, M, s} + \sum_{i=0}^{M-1} p_{i, M, 0}(1-l). \quad (2)$$

$$P_h = p_{M, M, Q}. \quad (3)$$

次に、待合室で待っていたが、最終的にチャネルを得ることができずに待合室から出て行く呼を考え、この確率を P_w で表わす。待合室中の注目した呼が待合室から出て行く、または通話を終了するまでの時間の確率変数を X とし、それ以外の呼が使用中のチャネルを手放す、または待合室から出て行く、または通話を終了するまでの時間の確率変数を Y_k とし、それぞれパラメータ μ_{tw}, ν_k の指数分布に従うと仮定する。 P_w は次のようになる。

$$P_w = \sum_{s=0}^{Q-1} \sum_{f=1}^{s+1} p_{M,M,s} \left(\prod_{k=s-f+3}^{s+1} P[X > Y_k] \right) \frac{\mu_w}{\mu_{tw} + \nu_{s-f+2}} \quad (4)$$

ここで、 k は待合室の順番を表わし、 μ はサービス時間、 μ_w は待合室中の呼がハンドオフエリアから出ていくまでの時間を表わすパラメータで指数分布に従い、 f は待合室中の呼が何ステップ目で待合室から出て行くかという数を表わしている。また $\mu_{tw} = \mu + \mu_w$ 。

これらの解析の特性値を得るために、パラメータを次のように設定する。直径 100m のセルでハンドオフエリアが 10m のセルを分速 50m のユーザが直進するとして、通話時間は 120 秒とする。また、セル B において新規呼が到着する発生率は 0.1 とし、セル A において新規呼が到着する発生率は図のように変化させるものとする。

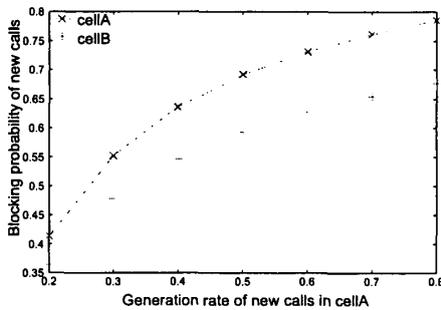


図 1: セル A, B における新規呼の呼損率

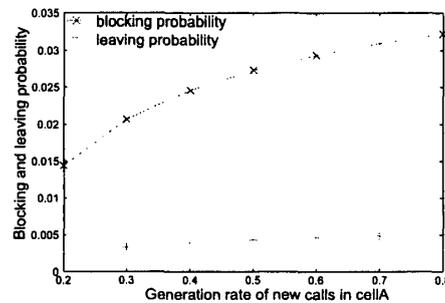


図 2: ハンドオフエリアに到着した呼の呼損率と待合室中の呼がチャネルを獲得できずに退去する確率

図 1 から、セル A における新規呼の呼損率とセル B における新規呼の呼損率の値の差は、セル A に到着する新規呼の発生率が増加するとともに大きくなっている。これは、セル A において到着する新規呼の発生率が増加するとともに、中継によるセル B のチャネル使用も徐々にできなくなるためだと思われる。図 2 から、セル A に到着する新規呼の発生率が増加するとともに、どちらの特性値も増えているが、呼損率の方が大きく増している。また図 2 を図 1 と比較したら、特性値自身の値はかなり小さい。これはハンドオフエリア内の呼は待合室で待てることと、両方のセルのチャネルを使用できることによる。

本稿では、アドホックとセルラーを融合させたシステムのモデル化を行いその特性値を調べた。数値結果においては、セル A における新規呼の発生率を変化させたが、他のパラメータを変化させたときの様子も検証する必要がある。

謝辞

本研究は通信・放送機構の研究委託により実施したものである。

参考文献

- [1] D. Remondo and I. G. Niemegeers, "Ad Hoc Networking in Future Wireless Communications," Computer Communications 26, pp.36-40, 2003.
- [2] T. Wu, C. Huang and H. Chao, "A Survey of Mobile IP in Cellular and Mobile Ad-Hoc Network Environments," Ad Hoc Networks, pp.1-20, 2003.