

CSMA/CAにおける機械学習を用いた無線リソース割り当て手法

Machine-Learning Based Wireless Resource Allocation in CSMA/CA

相原直紀
Naoki Aihara

安達宏一
Koichi Adachi

電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター
Advanced Wireless & Communication Research Center, The University of Electro-Communications

1 まえがき

M2M通信やモノのインターネット(IoT)などの普及により無線ノードの高密度化が進んでいる。多数端末が周波数を共用する環境で高信頼通信を実現するためには、端末間で生じる干渉を低減する必要がある。例えば、CSMA/CAをランダムアクセス方式として用いた場合、隠れ端末問題により生じるパケット衝突に起因したパケット配信率(PDR)の劣化が生じる。本稿では、パケット衝突により引き起こされるPDRの低減を回避するために機械学習を用いたリソースの割り当て方式を提案し、その特性を計算機シミュレーションにより明らかにする。

2 システムモデル

本稿では、シミュレーションエリア内にランダム配置された J 個のユーザ機器(UE)が固定配置された I 個のアクセスポイント(AP)に K 個の直交無線リソースを用いてパケットを送信する上りリンクを仮定する。通信路は伝搬距離に依存するパスロスと空間相関を有するシャドウイングチャネル[1]に従うものとする。本稿では初期検討として各UEがパケット生起率 p_{pkt} でパケットを送信するモデルを仮定する。複数のUEが同時に同じ無線リソースを用いてAPへとパケットを送信した場合には、APで衝突が発生する。APにおいてパケット衝突が発生した場合には、各UEから送信された信号の信号対干渉+雑音電力比(SINR)を計算し、その値が閾値を超えていれば受信成功とする。

3 提案法

本提案では、APが直接観測可能なUEの情報(例えば位置や受信信号強度)から、APが直接観測できないUE間の情報(キャリアセンス(CS)の可否)を推定するために、機械学習を用いることを提案する。機械学習に基づいて無線リソースの割り当てを行う制御局へ I 個のAPが観測可能な情報をフィードバックするものとする。

3.1 学習モデル

端末間のチャネル状態(キャリアセンス(CS)の可否)を推定するための機械学習としては、サポートベクターマシン(SVM)を用いる。本稿ではSVMへの入力特徴量としてUEの位置情報を採用する。SVMの出力である学習ラベルは2つのUE間でのCS可否とする。学習段階においてはUEの組をシミュレーション領域内にランダム配置し、その位置情報とCSの可否を学習データ

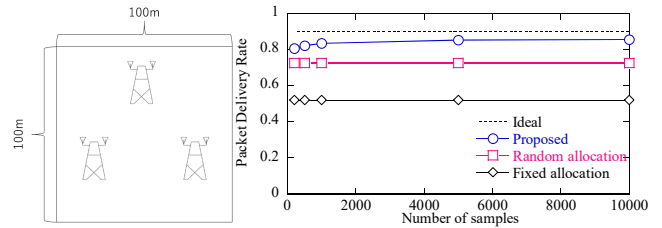


図1 APの配置 図2 学習サンプル数対PDR特性として収集する。その後、推定段階では J 個UEをランダムに配置し、得られた特徴量からそれぞれのUE間でCSが可能かどうかを学習後のSVMを用いて出力する。

3.2 直交リソース割り当て法

制御局では各UEに対して、CS出来ないUE数をカウントし、降順にソートする。ソート後、順に $K-1$ 個の専用のTDMAリソースを割り当て、 K 以降のUEに対してはすべて同じTDMAリソースを割り当てる。

4 計算機シミュレーション

計算機シミュレーションでは図1に示すように $100 \times 100[\text{m}^2]$ の領域内に $I=3$ のAPを固定配置し、 $J=3$ のUEがランダムに分布するものとする。UEのパケット生起率は $p_{\text{pkt}}=0.8$ とし、直交するTDMAリソース数は $K=2$ とした。図2に提案法を用いた場合の学習に用いるサンプル数に対するパケット配送率(PDR)を示す。比較のために、各ユーザにランダムにTDMAリソースを割り当てるランダム割り当て法と、同一のリソースを割り当てる固定割り当て法の特長も示す。図から分かるように提案法を用いることによって、ランダム割り当てと比較してPDRを10%程度向上出来ていることが分かる。また、学習サンプル数を増やすことによりPDRが向上し、理想的な情報を得られた場合に漸近することがわかる。

5 まとめ

本稿では、干渉回避のための機械学習を用いた無線リソース割り当ての提案を行った。シミュレーション結果から、提案手法はランダムな割り当て法と比較して10%程度PDRを向上できることを確認した。謝辞本研究開発は総務省SCOPE(受付番号175104004)の委託を受けたものです。

参考文献

- [1] H. Claussen, "Efficient modelling of channel maps with correlated shadow fading in mobile radio systems", in *Proc. IEEE PIMRC'05*, pp. 512-516, Germany, Sept, 2005