

分類木を用いた TV ホワイトスペースの推定

B-17

TV White Space Recovery by using Classification Tree

秋元 実菜

王 瀟岩

梅比良 正弘

Mina Akimoto

Xiaoyan Wang

Masahiro Umehira

茨城大学工学部

Faculty of Engineering, Ibaraki University

1. はじめに

近年、モバイル通信の飛躍的な発展により周波数資源の不足が問題となっており、周波数を効率的に活用するコグニティブ無線技術が注目されている。コグニティブ無線技術では周波数を優先的に利用可能な1次システムを保護した上で、2次的に他の無線システムが同じ周波数を共用する[1][2]。この技術を利用するためには、使用する地点が2次利用可能かどうかの正確な推定が必要である。本文では、分類木を用いた2次利用可能エリア（ホワイトスペース）の推定手法を提案し、その精度を評価した。

2. TV ホワイトスペース二次利用システムの概要

本研究では地上デジタルテレビ放送用の空き周波数を2次利用するTVホワイトスペースに注目する。図1にTVホワイトスペース2次利用システムを示す。TVホワイトスペースを2次利用するためには、以下の2つの条件を満たす必要がある。1つ目は、2次利用する場所がTVサービス保護エリアの外であることである。2つ目は、2次利用する場所から最寄りの保護エリアの点（図1点A）において、2次利用端末からの受信電力とTV電波の受信電力との差が23dB以上となることである。なお、文献[3]より、TVサービス保護エリアは受信電力が-84dBm以上と定義されている。

上で示した2つの条件のうち、本文では1つ目のTVサービス保護エリアの正確な推定を目標とした。既存研究では、電波伝搬モデルによりTV電波の受信電力を計算し、保護エリアを推定する。この方式は、実環境では周囲の構造物や地形の影響を受けるため、推定の精度が低くなる問題がある。そこで、本研究では、分類木を用いて各TV電波の受信点の実環境条件を考慮し、2次利用可能エリアの推定を行った。

3. 分類木を用いたホワイトスペースの推定手法

機械学習の分野において分類木という予測モデルがある。本研究は、送受信点間距離、受信点から半径50m、150m以内の建物の面積の割合（建蔽率）、受信点から送信局方向の50m、150m上にある建物の割合の5つの要素を用いて、実測受信電力から分類木を生成し、受信電力が未知の地点においてホワイトスペースになるかどうかを予測する。建物の割合のデータは地図データの画像を二値化処理して入手した。また、受信電力のデータはレイトレース法を用いて電波伝搬の解析を行うソフト RapLab を使用してシミュレーションにて入手した。このシミュレーションで得たデータを実測データの代わりに用いた。送信局は茨城県日立市にあるNHK日立中継局と想定し、受信点は日立市内に2877点設置した。シミュレーションパラメータを表1に示す。また2877点のうち、分類木作成のためにランダムに選び使用した地点のデータを学習データとし、測定されたデータとして扱った。

4. 評価結果

シミュレーションを用いた2877個の受信点のうち、測定受信電力が-84dBm以下となる点は1083点あったが、自由空間伝搬モデルを用いて計算すると-84dBm以下となる点は0であった。そこで分類木を用いて推定した際、実測データ数（学習データ数）とホワイトスペースとして判定された率（回復率）の関係を評価した。図2に実測データ数に対するホワイトスペース(WS)の判定率のシミュレーション結果を示す。図より実測データが多くなるほど標準偏差が小さくなり、高い確率でホワイトスペースに回復できる。また、学習データの増加により、誤ってホワイトスペースと推定される割合も小

さくなる。結果的に、使用した実測データ数と回復率のトレードオフが存在することが分かった。

5. まとめ

実環境を考慮し分類木を用いてTVホワイトスペースの推定手法を提案した。また、分類木の生成に使用する実測データ数と回復率はトレードオフの関係になることを確認した。

<参考文献>

- [1] A. Ullah, S. Bhattarai, J. M. Park, J. H. Reed, D. Gurney, and B. Bahrak, "Multi-tier exclusion zones for dynamic spectrum sharing," in 2015 IEEE International Conference on Communications (ICC), June 2015.
- [2] X. Wang, M. Umehira, P. Li, Y. Gu and Y. Ji, "Incentivizing Crowdsourcing for Exclusion Zone Refinement in Spectrum Sharing System", in the Asia-Pacific Conference on Communications (APCC 2017), December 2017.
- [3] D. Gurney, G. Buchwald, L. Ecklund, S. Kuffner, and J. Grosspietsch, "Geo-location Database Techniques for Incumbent Protection in the TV White Space", in 2008 3rd IEEE Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks, October 2008.

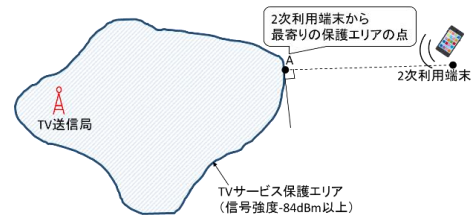


図1 TV ホワイトスペース 2次利用システム

表1 シミュレーションパラメータ

パラメータ	値
周波数	515[MHz]
送信電力	3[W]
送信アンテナ高	100[m]
受信アンテナ高	1.5[m]
最大反射回数	3[回]
最大回折回数	2[回]
最大反射回折合計回数	3[回]
受信半径	150[m]

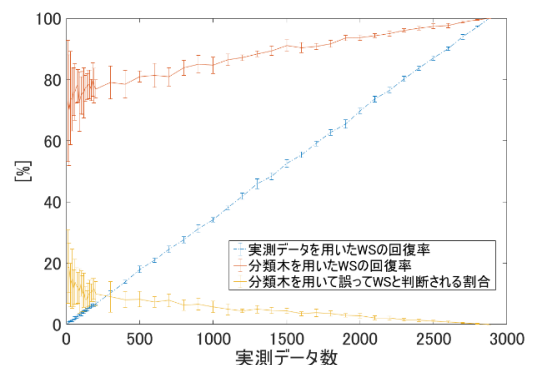


図2 ホワイトスペース(WS)の判定率