

## 周波数利用率に対する季節調整手法の検討

## Seasonal adjustment methods for spectrum occupancy ratio

田淵 匠\* 梅林 健太\*

Takumi TABUCHI\* Kenta UMEBAYASHI\*

\* 東京農工大学 工学府 電気電子工学専攻

\* Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

## 1 はじめに

近年、無線通信サービスの増加に伴い、周波数逼迫問題が生じている。有限の周波数資源をより効率的に利用するため、周波数利用率 (DC:Duty Cycle) の把握は非常に重要である [1]。本稿では、DC の予測モデルとして季節調整モデルと SARIMA モデルを組み合わせた予測モデルを提案する。

## 2 DC の算出と時系列構成

ある周波数帯域における信号電力を観測し、単位時間当たりの信号占有率として図 1 のように DC を算出する。

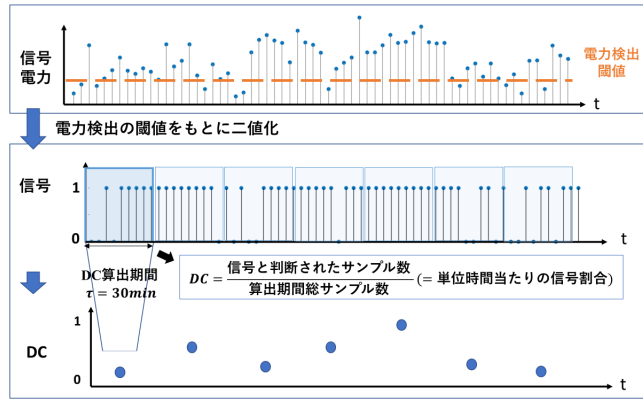


図 1: DC の算出方法

DC は一日ごとに周期性を持った変動が見られたため、時系列データの基本的な構成として古典的分解を仮定する [2]。DC の時系列  $y_t$  は季節成分  $S_t$ 、ランダム成分  $W_t$  で構成され、式 (1) で与えられる。

$$y_t = S_t \times W_t \quad (1)$$

## 3 季節調整手法

通常の SARIMA モデルでは前周期の時系列値との差分を取ることで季節成分の影響を除去する。季節成分  $S_t$  は毎周期等しい値を取る周期関数で想定されるが DC の季節成分は日付けに応じてそのピーク値や変動に差異が見られた。したがって、観測日  $m$  の  $n$  サンプルにおける DC の季節成分の期待値は式 (2) である。ここで  $\delta_m$  は各日の季節変動の変化率であり、 $S'_n$  は周期関数である。

$$E[S_{mn}] = \delta_m S'_n \quad (2)$$

## 3.1 提案手法

$\delta_m$  による季節調整誤差を軽減するため、提案手法では期別平均法を用いて季節成分の影響を除去してから SARIMA モデルによって予測を行う。各日の  $n$  サンプル目の平均値を季節調整値  $\hat{S}_t$  とし、季節成分と推定する。原系列  $y_t$  に対して  $\hat{S}_t$  で除算することで季節調整時系列  $Y_t$  を算出する。ここで  $M$  は観測日数である。

$$\hat{S}_t = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M y_{mn} \quad (3)$$

$$Y_t = \frac{y_t}{\hat{S}_t}$$

次に  $\delta_m$  によるバイアスを提案手法と差分操作のそれぞれで計算すると式 (4) となる。簡単のため、季節調整値  $\hat{S}_n$  と原系列の周期関数  $S'_t$  を等しく考え、 $\delta_m$  はその周期関数からの変化率とする。また、 $N$  は一日のサンプル数である。

$$\text{Bias}[Y_t] = \delta_m - 1 \quad (4)$$

$$\text{Bias}[y_t - y_{t-N}] = S'_t (\delta_m - \delta_{m-1})$$

提案する季節調整手法ではバイアスが  $\delta_m$  のみに依存する。SARIMA モデルにおける差分操作による季節性除去は  $\delta_m$  と  $\delta_{m-1}$  の差異が大きいほどバイアスが大きくなり、予測の精度が低下する。

## 4 予測モデルの評価

予測モデルの評価対象として AR モデルと差分を用いる SARIMA モデル、提案モデルで比較を行う。

DC の予測精度は二乗平均平方根誤差 (RMSE:Root Mean Square Error) でそれぞれ評価を行う。学習データを 20 日間、テストデータを 5 日間としてその評価を行う。その予測精度を表 1、予測結果を図 2 に示す。

表 1: DC の予測精度

予測モデル	RMSE
AR	5.0576
SARIMA	5.1454
Proposed model	4.0162

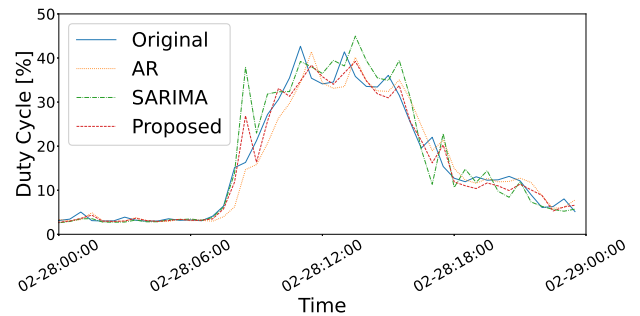


図 2: DC 予測結果

表 1 に示したように、提案手法では予測精度が一番高い結果となった。提案手法は DC のように、日によって季節変動に差が生じる時系列に有効であると考えられる。

## 5 まとめと今後の展望

DC と AP に接続する機器台数に相関があるため、現在の自己回帰なモデルに加えて多変量な解析を取り入れ、精度の向上を目指す。

## 参考文献

- [1] 梅林健太, 'Development of a measurement system for spectrum awareness', 2014.
- [2] P.J.Blockwell, R.A.Davis, 'Introduction to Time Series and Forecasting', 2016.