

# LTE方式携帯電話信号の識別アルゴリズム

電子科  
 アールエフネットワーク株式会社  
 静岡大学大学院総合科学技術研究科工学専攻電気電子工学コース

杉森正康\* 山田浩文 増田康利 松田 稔  
 田内正治  
 犬塚 博

## Identifying Algorithm for LTE Mobile Phone Signal

Masayasu SUGIMORI, Hirofumi YAMADA, Yasutoshi MASUDA,  
 Minoru MATSUDA, Masaharu TANAI and Hiroshi INUZUKA

Keywords : Radio communication wave identification, Detection system of mobile phone call, LTE, Complex autocorrelation, CP area

キーワード : 電波識別、携帯電話通話検知装置、LTE、複素自己相関、CP領域

### 1 はじめに

我々は、振込め詐欺被害削減を目的として、銀行等のATM周辺での利用を想定した「携帯電話通話検知装置」を開発している。本装置は、様々な電波信号やノイズの中から携帯電話信号のみを識別するため、高度な信号処理演算が必要となる。ここでは、これまでに開発・蓄積してきた電波識別技術<sup>1)</sup>を応用し、LTE(Long Term Evolution)方式携帯電話信号を識別するアルゴリズムについて述べる。

### 2 方法

LTE携帯電話では通信データを無線信号に載せる

ためにOFDMおよびSC-FDMA変調方式が使われる。これらの方式の信号は、LTE携帯電話特有のパラメータに従って一定間隔毎に同じデータを繰り返すCP(Cyclic Prefix)領域を持つ(図1)。そのためパラメータに則ったCP領域の存在を検出することでLTE携帯電話信号であることが識別できる。このような同じデータが一定間隔で繰り返す現象を検出するためには、一般に自己相関演算が用いられる。しかし、携帯電話等の無線通信では、通信データが同じでも変調前の無線信号の位相の違いにより変調後の信号波形は同じにはならず、一般的な自己相関演算では上記の検出はできない(図2)。

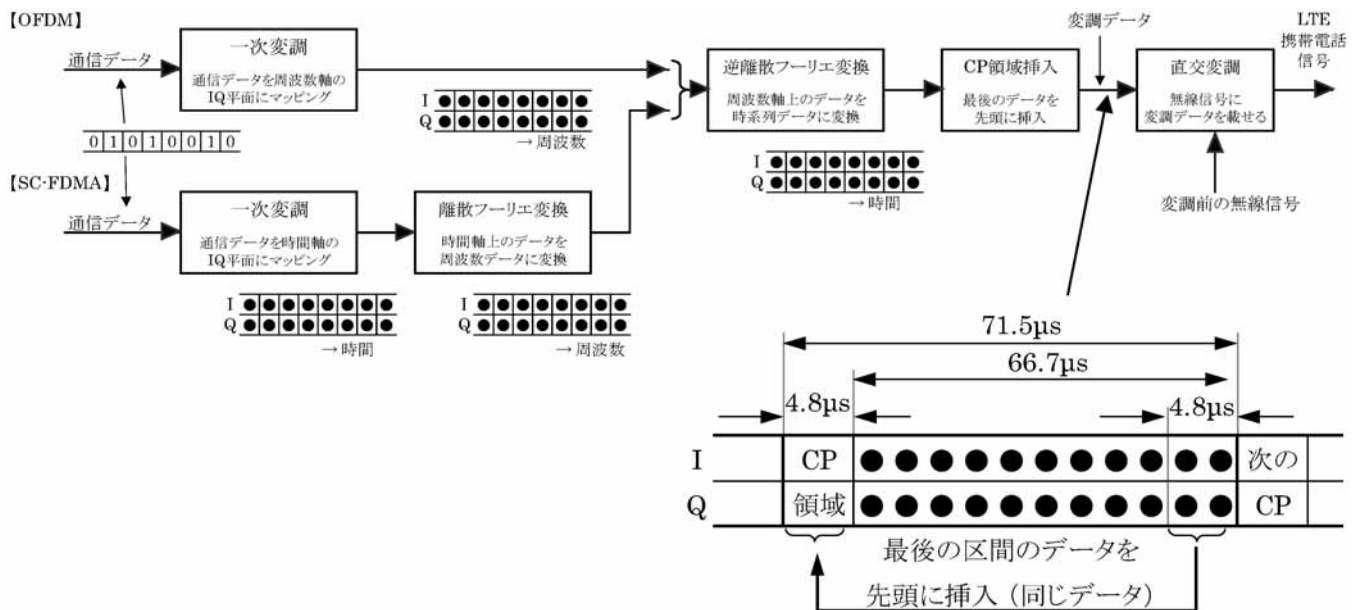


図1 LTE携帯電話におけるOFDM変調とSC-FDMA変調およびCP領域

\* 現 退職

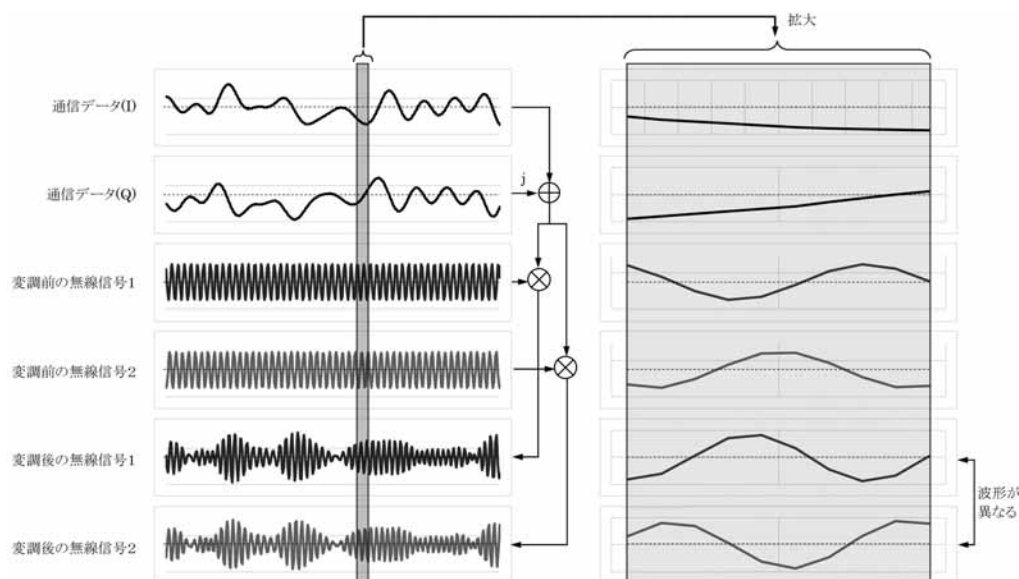


図2 無線信号の位相差による変調後の信号波形の変動  
 同じ通信データであっても、無線信号の位相差により変調後の信号波形が異なる。

一方、変調後の無線信号は図3のような位相平面上の波形として表現でき、IQ直交座標上の複素数とみなすことができる。そこで、無線信号を複素数として扱うことで位相の違いの影響を受けない自己相関演算を試みた。

### 3 結果および考察

自己相関演算式を図4に示す。一般的な実数による自己相関演算式が①で、複素数に拡張したものが②である。但し今回目的とするCP領域検出のためには、LTE携帯電話特有のパラメータに従って、 $n=0\sim 143$ 、 $j=2048$  ( $f_s=30.72\text{MHz}$ の時)の固定値とし、 $x$ の開始位置を変数とする演算を行う必要がある。修正した演算式③を用い、シミュレーション上でLTE携帯電話信号に複素自己相関演算を施した結果を図5に示す。一般的な自己相関演算では演算結果に特徴は見られないが、複素自己相関演算結果には $71.5\mu\text{s}$ 毎にピーク値が見られ、CP領域を検出できていることがわかる。

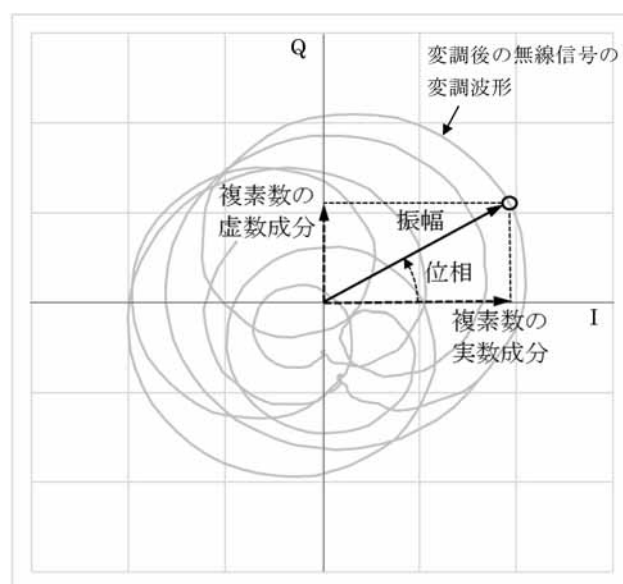


図3 無線信号の位相平面における変調波形  
 振幅と位相に変調がかかった無線信号は直交座標上で複素数とみなすことができ実数成分と虚数成分に分解して複素演算を施すことができる。

一般的な自己相関演算式	$R_{xx}(j) = \sum_n x_n \cdot x_{n-j}$	( $x$ :実数) ... ①
複素自己相関演算式	$R_{xx}(j) = \sum_n x_n \cdot \overline{x_{n-j}}$	( $x$ :複素数) ... ②
LTE携帯電話のパラメータを適用して修正した複素自己相関演算式	$R_{xx}(k) = \sum_{n=0}^{143} x_{k+n} \cdot \overline{x_{k+n-2048}}$	( $x$ :複素数) ... ③

図4 自己相関演算式

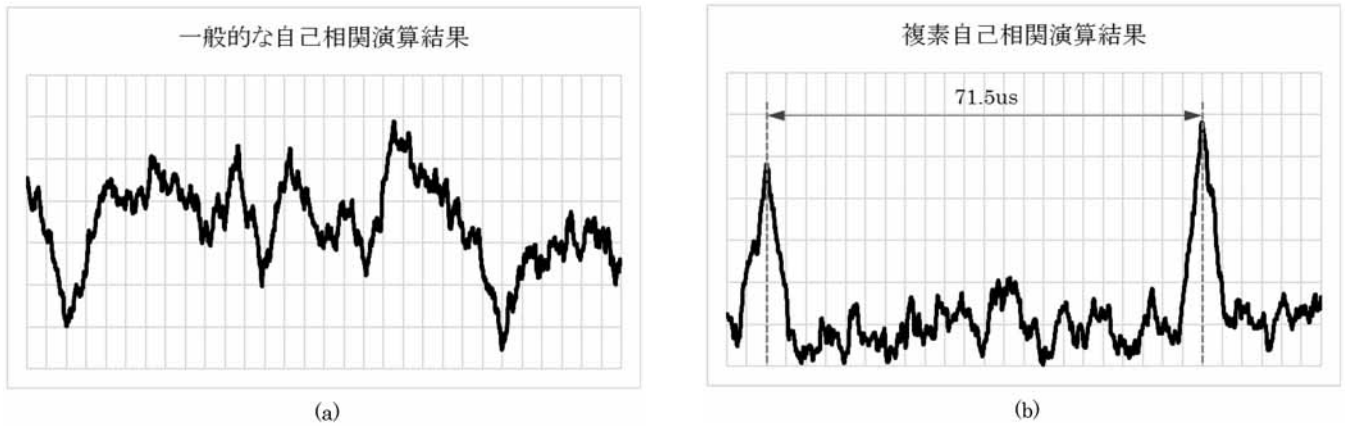


図5 自己相関演算結果

(a)は一般的な実数による自己相関演算、(b)は複素数による自己相関演算の結果を示す。71.5 $\mu$ s毎に現れるCP領域を一般的な自己相関演算では検出できないが、複素自己相関演算では検出できていることがわかる。

#### 4 まとめ

LTE携帯電話信号を検知するための識別アルゴリズムとして、複素自己相関演算によりCP領域を検出する方法を提案した。また、シミュレーションにより、通常の自己相関演算ではCP領域を検出できない場合でも、複素自己相関演算では検出できることを示した。

今後は識別演算の最適化や判定閾値の調整等により更なる識別性能向上を図る。

#### 参考文献

- 1) 杉森正康 他：電波識別装置の識別性能評価，静岡県工業技術研究所研究報告，第9号，81-86 (2017)。