CDMAにおける通信遮断空間の確保

非会員 稲吉広道 (アイシン・エイ・ダブリュ)
正員 杉浦彰彦 (豊田工業大学)

A study of communication breaking space using code division multiple access

Hiromichi INAYOSHI, Non-member (AISIN AW Co., Ltd.)

Akihiko SUGIURA, Member (Toyota Technological Institute)

キーワード：移動体通信, CDMA, 通信遮断空間, パイロット信号

1. まえがき

近年、携帯電話やPHSの普及が急速に進み、移動体通信の利用者が急増している。これにより、何処にいても電話を利用でき、たいへん便利になったが、同時に社会問題の要因にもなってしまった。例えば、新幹線の座席での通話、コンサート会場での呼出音、医療現場での利用による電子機器障害など、場所やマナーの配慮に欠けた運用が、トラブルの原因になっている。これらのトラブルを回避するために、携帯電話の利用場所を規制し、必要に応じてスイッチの切断を呼びかけたり、携帯電話のチェックを行って対処しているが、十分な対応ができないのが現状である。

本研究では、来年度から国内でもサービスが開始される符号分割多重接続(CDMA)の携帯電話において、通信を遮断するための方式を提案し、強制的に携帯電話の利用ができない領域(通信遮断空間)の確保について検討する。ここでは、下り電波のパイロット信号を妨害する方式を用いて通信を遮断する。

2. CDMA方式の通信遮断

現在国内では、携帯電話のチャンネル多重接続方式⁽¹⁾として、FDMAとTDMAが多く利用されている。なかでもデジタル携帯電話やPHSでは、TDMA方式が主流であるが、CDMA方式についても来年度から導入が予定されている。CDMAは北米、韓国などのデジタルセルラーで実用化が進められている多重接続方式で、高速な符号系列を用いてチャンネルを区別する。符号系列の相関(空間距離)により同一帯域を共有する方式で、同じ符号系列以外の干渉波の影響を殆ど受けず、また符号系列が暗号の機能を持つため秘話性が高い⁽²⁾。フィールド試験の結果、マイクロセルラーとの相性が良く周波数利用効率が高いことが確認されたため、多くの先進国で導入が検討されている。

CDMAの実用例としては、米国のQualcomm社が開発し、北米を中心に利用されているIS95方式⁽³⁾が最も有名で、日本でもこの方式に準拠したものが検討されている。IS95では、800MHz帯に帯域幅1.25MHzでCDMAを適用し、上り下りに各63ch(通話55ch)を割り当てている。IS95のチャンネル割り当てを図1に示す。上りと下り信号はTDD(時分割デュプレックス)接続されており、各通話チャンネルには通話音声情報と電力制御情報が入っている。通話チャンネル以外の8chは、アクセス時などに用いられるチャンネルと同期、パイロット・チャンネルから構成されている。ここで、パイロット・チャンネルが基地局からの通話エリアを示す信号として用いられ、子機側はこの信号を確認できないと通話エリア圏外であると認識して、着信・発信ともにできなくなる。本研究では、このパイロット・チャンネルを妨害することで、子機側に通話エリア圏外であると認識させ、電波の発射を阻止する。具体的には、パイロット・チャンネルで用いられる符号系列を反転させたCDMA信号を発生させ、基地局から到来したパイロット信号と同期をとって、通信経路途中で発信することで、パイロット・チャンネルの相殺を図る。これにより、到来波と同程度の微弱な電力により、最も効率的に通信遮断空間の確保が実現される。

図1 CDMA方式のチャンネル割当例 (IS-95)
Fig.1 Sample of CDMA channel plan. (IS-95)

3 通信遮断器の製作と評価

最も簡単にパイロット信号を相殺する手法として、経路途中で受信したパイロット信号を、単純に反転増幅して再送出する方法が考えられる。しかし、反転増幅器で用いられる高周波アンプ自身の遅延特性が影響して、十分な精度で信号を相殺することができない。また、到来波は雑音や信号歪みのために変形しており、この信号を増幅することは非常に能率が悪い。本研究では、基地局から到来したパイロット信号を相殺するために、パイロット・チャンネルで用いられる符号を反転させたCDMA信号を、到来波と同期して発信する装置（通信遮断器）を製作し、通信遮断空間を確保する。通常、セルラー方式においては、一基地局で広いセルをカバーしており、電波の到来する方向（経路）は限定されているので、この経路途中で通信遮断器を動作させることができる。例えば、携帯電話を室内で利用する場合には、窓や扉などの限られた方向から電波が到来するので、容易に実現できる。

本研究で提案する通信遮断器の構成を図2に示す。今後導入される方式の詳細が明確でないため、ここでは160MHz帯において、10MHzの拡散帯域幅のCDMA信号を用いた。127チップ長のPN符号をビットシフトさせることにより、上り下り各63chに符号分割し、下り1chをパイロット・チャンネルと想定して実験を行う。通信遮断器では、送信側と同一の符号系列を発生させ、コルピッツ型的高速同期捕捉器により、基地局からの到来波（パイロット・チャンネル）にロックさせ、逆拡散することでデータが重畳した搬送波を抽出する。さらに搬送波を分周することで、正確な符号クロックを得る。この符号クロックから、通信遮断器内の遅延時間を考慮して、遅延補償した反転符号系列を発生させ、抽出した搬送波に符号変調することで、正確な反転パイロット信号を発生させる。さらに実際の適用では、下り信号（TDD接続）のタイミングに合わせて、送信と受信を繰り返すことで、CDMA方式の通信遮断を実現する。

図2 本方式の構成図

Fig.2 Block diagram of this system.

実験結果とむすび

本実験では、通信遮断器の能力を比較するために、高周

波アンプを用いて到来波を単純に反転増幅して再送出する方式（反転増幅器）と、白色雑音を増幅して送出する方式（雑音発生器）により比較実験を行った。ここでは、通信遮断機側の電力を上げてDU比を変化させ、誤り率を測定した。試作装置を用いて3方式について、パイロット信号を相殺（誤り率0.5）するために必要なDU比を測定した結果を表1に示す。なお有線実験では、ケーブルを用いて到来波と通信遮断波を供給混合し、受信側におけるパイロット・チャンネルの誤り率を測定した。また、微弱無線実験では直線上に3m間隔で親器、通信遮断器、小器を配置して比較を行った。何れの実験においても、DU比は受信器入力部のBPF通過電力から求めた。有線実験では白色雑音を加えた場合と比較して約15dBの利得があった。無線実験では妨害波自身の影響で、全体的に5dB程度の性能劣化はあるものの、概ね同様な特性が確認された。また、単純に反転増幅した妨害波と比較しても、約8dB微弱な電力で通信遮断空間を確保できることを確認した。

表1 比較結果

Table 1. Comparison results.

	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
本方式	-0.1dB	-4.7dB
反転増幅	-14.8dB	-8.7dB
雑音発生	-16.3dB	-22.7dB

以上、本研究ではCDMA方式において、通信が遮断される空間の確保を目的に、下り電波のパイロット信号を妨害する方式を用いて通信を遮断した。試作装置を用いて評価したところ、有線・無線系ともに本方式の利得が確認された。今後の課題として、実際に導入されるCDMA方式において、本方式の有効性を評価したい。また、電波法における運用規定についても検討したい。

（平成8年12月19日受付）

参考文献

(1) G.C.Cooper: "Modern Communications Spread Spectrum", McGraw-Hill Book Company, (1986).
(2) R.C.Dixon: "Spread spectrum system", John Wiley and Sons, (1976).
(3) A.J.Viterbi: "CDMA Principles of Spread Spectrum Communicatin", Addison-Wesley Publishing Company, (1995)

稲吉 広道 （非会員）1972年9月29日生まれ。1997年豊田工業大学制御工学科卒業。同年アイシンAW帰社。CDMA方式の研究・開発に従事。

杉浦 彰彦 （会員）論文誌C 116巻3号330頁参照