

非同期パルス符号多重通信方式（APCMA）：理論と設計

Asynchronous Pulse Code Multiple Access (APCMA): Theory and Design

ペパー フェルディナンド^{†‡}

Ferdinand PEPPER^{†‡}

[†] MassioTN 株式会社 [‡] 情報通信研究機構（NICT）

概要

非同期パルス符号多重通信方式（APCMA）は、センサーネットワークなど、小さなデータパケットを扱う大規模 IoT アプリケーション向けのプロトコルである。APCMA は、相互相関を最小限に抑えた疎なパルス列にデータを符号化することで、パターン認識によって重複する送信を高い確率で分離することができる。この独自の方式によりスケジューリングが不要となり、完全非同期の送信動作を実現する。本発表では、APCMA 符号、その基礎となる理論、設計、および STD-T108 などの低電力広域（LPWA）ネットワーク規格への実用的な調整について解説する。

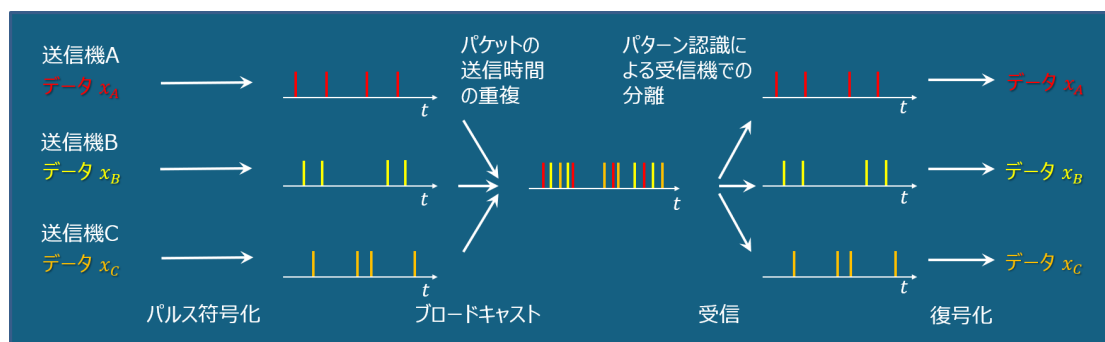


図 1. APCMA の概念：データは疎なパルスパターンとして符号化され、すべてが共通の周波数帯域で送信される。受信機はパターン認識を用いて送信信号を復号し、信号が衝突しても復号が可能。



図 2. (左) STD-T108 規格に従い APCMA 方式を実装する 1500 台の送信機（東京理科大学）、（中央）微弱 315MHz の APCMA 実装（NICT）、（右）コンピュータ上でシミュレーションした、100～30,000 台の送信機と、符号語あたり 4～10 パルスの APCMA 符号を用いた場合の通信成功確率：10,000 台の送信機と 10 パルスの符号語の場合、成功率がほぼ 100%（NICT）

Abstract

Asynchronous Pulse Code Multiple Access (APCMA) is a protocol for massive IoT applications with small data packets, like sensor networks. It encodes data into sparse pulse trains with minimal cross-correlation, allowing overlapping transmissions to be disentangled with high probability via pattern recognition. This unique approach eliminates the need for scheduling, enabling fully asynchronous transmitter operations. This presentation introduces APCMA codes, their underlying theory, designs, and practical adjustments to Low Power Wide Area (LPWA) network standards like STD-T108.