

# 赤外線と無線電波によるハイブリッド無線通信及び DPS への応用に関する研究

曹琦峰 蔡大维

岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科

## 1. 研究目的と背景

近年、無線 LAN などのワイヤレス通信技術は著しい進展しており、すでに社会の多くの用途に広く活用されている。従来有線システムを中心としていた工業用計測制御ネットワーク分野においても、生産性を向上するために無線通信技術の活用が期待されている。産業現場に無線技術の導入には二つ利点がある。(1) ケーブルなどのコストと配線工事の時間及び資金のコストが低減されることより、生産性が向上される。(2) 無線通信端末の追加とネットワークの変更など単なる端末を設置するだけで行える。ケーブルなどの追加と変更から招く生産停止、工事コストなどが回避できることより、生産性が向上される。

産業用通信ネットワークには、民生製品より高い信頼性とリアルタイム性が要求されているので、無線通信システムを産業応用に導入するのは信頼性とリアルタイム性の課題がある。既存の無線通信システムでは、無線端末が多い場合、無線衝突が発生し、リアルタイム性が端末数と指数関係で激減し、信頼性の保証も困難である。高信頼性と高いリアルタイム性を備える無線通信システムの産業応用は、生産率の向上と生産コストの低減として大きく期待されている。無線通信のリアルタイム性及び信頼性を大きく影響する原因の一つは無線通信の衝突問題である。現在、無線通信衝突回避について、いろいろな手法が提案されているが、産業分野のように多数端末が接続される時、衝突の発生頻度が急激に増大し、システムのリアルタイム性が大きく劣化してしまう。本研究では、無線通信の衝突を完全に回避でき、無線通信のリアルタイム性と信頼性を両立させる新しいハイブリッド無線通信方式を提案し、産業応用への試みを行った。

## 2. 赤外線と無線電波によるハイブリッド無線通信方式

図 1 で示されるように、ハイブリッド無線通

信は一つの上位コントローラと複数のサブシステムから構築されている。上位コントローラとサブシステム間に Ethernet を使って通信する。各サブシステムには一つのマスターと複数のスレーブから構築され、下りと上り通信でそれぞれ赤外線通信と無線電波通信を用いる。特に、下りの赤外線通信信号はデータを伝送するだけではなく、赤外線信号のタイミングを利用して、上り無線電波通信の送信タイミングを制御することである

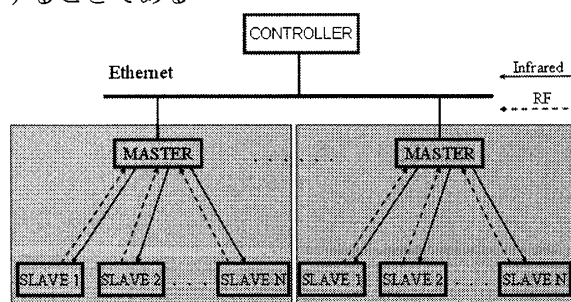


図 1. ハイブリッド通信のトポロジー

図 2 に示されるように、マスターはブロードキャストで複数スレーブに赤外線パケットを送信する。各スレーブが受信した赤外線パケットを解析し、関連データと制御メッセージを読み込む。特に赤外線パケットのタイミング情報を利用して、マスターへの無線電波送信タイミングを同期させる。これによって、各スレーブの無線電波送信時間を完全に隔離することを實現し、通信衝突を完全に回避する。

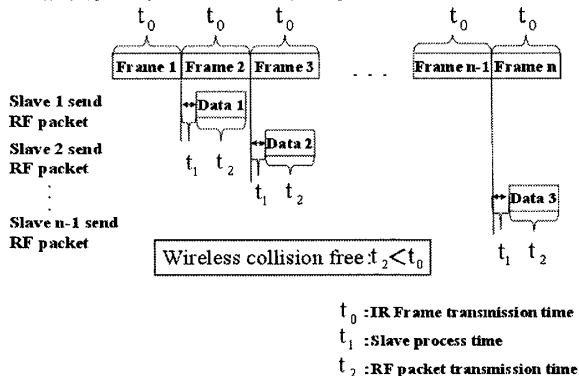


図 2. ハイブリッド無線通信の仕組み

ネットワーク OSI 規格を参照して、物理層、データリンク層、ネットワーク層、トランスポート層から構成され、階層的なハイブリッド無線通信のプロトコルを設計、実装した。赤外線信号でスレーブの無線電波送信タイミングを正確に制御するには、正確な赤外線パケット受信を保証することが要求される。データリンク層では、優れた符号訂正性能のハミングコード (16, 11) を導入し、受信した赤外線パケットに対するエラーチェックと訂正処理を行うことによって、スレーブは常に正確に受信した赤外線パケットを利用することを保証する。トランスポート層では、パケットロスの検出、再送機能を提供し、通信の信頼性を保証する。上位のネットワーク層では、受信確認など処理を行う。赤外線通信、無線電波通信及び混合通信の計測実験によって、通信プロトコルの信頼性とリアルタイム性が確認できた。

### 3. DPS への応用

DPS(digital picking system)は工場に部品のピッキング作業に支援するシステムである。部品棚に電子端末が設置され、部品ピッキングの数と種類が表示されることで職人のピッキング作業を指示する。今まで、DPS の通信機能として、AS-i という産業用ネットワークプロトコルを用いる。DPS 端末はケーブルで接続されるので、生産の変動に柔軟に対応できない問題がある。本研究では、AS-i の代わりに、提案したハイブリッド無線通信プロトコルを用いる新しい DPS システムを開発した。システムの構築では、FreeSacle 社製の高性能 SoC の STMP3600 とリアルタイム OS の ThreadX を用いて、マスター装置を実装した。また優れた低消費電力の MSP430 をコントロールとして、ハイブリッド無線通信プロトコルを搭載するスレーブ端末を開発した。実装した DPS は図 3 に示されている。

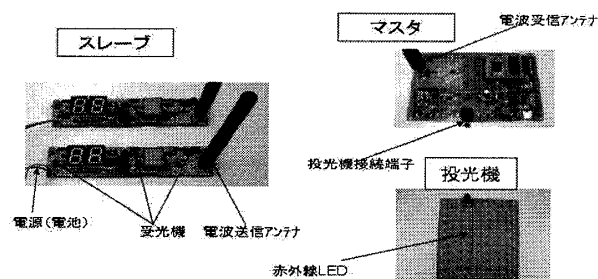


図 3. 実装した DPS ハードウェアの写真

ハイブリッド無線通信の衝突回避性能を確認するため、無線電波送信実験とハイブリッド通信 DPS 通信実験を行った。結果は図 4 で示され

ている。

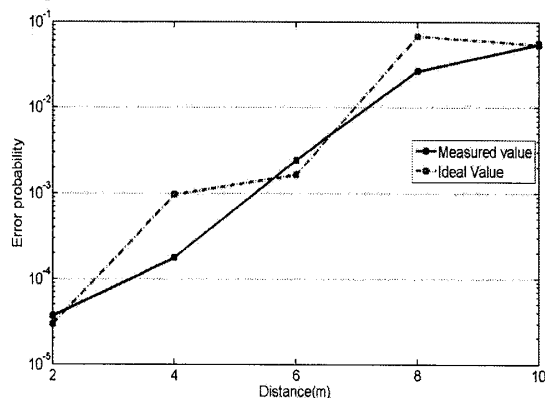


図 4. DPS 通信エラー発生率と計測率の比較

ハイブリッド通信 DPS は多数の無線端末で無線電波送信し、エラー発生率が一つの無線端末の送信実験の結果と近似することで、無線電波の衝突回避が確認された

DPS システムでは、一台マスター装置で、最大 127 台のスレーブ端末との通信を制御できる。通信サークル時間は 22.8ms である。既存のケーブル DPS と同様のリアルタイム性を提供できる。実験室と自動車組み立て工場で実施した動作テストでは、システムの正常な動作を確認することができた。

### 4. まとめ

本研究では、産業用無線通信の応用から要求されるリアルタイム性と信頼性を提供できるように、赤外線通信と無線電波通信を有機的に融合して、従来の無線通信でよく発生する通信衝突を完全に回避できる新型ハイブリッド無線通信方式を提案した。評価システムを構築し、赤外線と無線電波通信の基本通信性能の計測とシステム通信性能の解析を実施し、提案した新型通信方式の良好なリアルタイム性と信頼性を確認した。また、ハイブリッド無線通信の有用性を考察するために、本ハイブリッド無線通信を搭載する DPS システムを開発した。実験室と工場現場の検証実験で、本 DPS システムの正常動作が確認された。

### 5. 参考文献

- 【1】出町公二, 鄭立, "工業用無線通信技術", 計測と制御, 2009. 7
- 【2】曹琦峰, 周齊, 蔡大維, "Proposals of Optical and RF Hybrid Wireless Communication without Packet Traffic Collision", 第 70 回情報処理学会全国大会講演文集, 2008