

低消費電力の高速無線通信方式及び 組み込みシステム実装技術の研究開発

蔡 大維（岩手県立大学、准教授）、有田 寛之（国立科学博物館経営管理部、係長）

<要旨>

爆発的に普及している携帯情報端末の高速無線データ通信のニーズが急拡大しているが、本研究の目的は、低消費電力且つ効率的に、携帯情報端末向けの大容量コンテンツの高速配信技術を提供することである。岩手県立大学の研究グループが赤外線データ放送の技術を開発し、製品化を成功した。本研究はこの赤外線データ放送技術を無線通信に適用し、大容量コンテンツの配信向けの低消費電力と低消費電力の高速無線通信プロトコルを提案する。更に、組み込みシステムでの通信プロトコル実装技術の開発と性能評価用通信プロトタイプ機の試作評価を行う。5 Mbps以上のスループットとWLANの20%以下の消費電力を実現する。

1 研究の概要

岩手県立大学の研究グループが赤外線を用いる超高速赤外線データ放送の技術を開発し、この赤外線データ放送を搭載した展示案内用携帯情報端末の実用化を成功した。この携帯情報端末が県内企業による商品化され、県内外の観光施設で利用されている。近年、爆発的に普及している携帯情報端末の高速無線データ通信のニーズが急拡大しているが、ユーザーからある点への不満が噴出している。電池残量がすぐに減ってしまい、いわゆる「電池の持ち」が極めて悪いのだ。本研究の目的は、低消費電力且つ効率的に、携帯情報端末向けの大容量コンテンツの高速配信技術を提供することである。本研究は不特定多数の携帯情報端末へ一斉に大容量コンテンツを配信する能力を特徴とする赤外線データ放送技術を無線通信に適用し、2.4GHzバンドの無線電波で大容量コンテンツの配信向けの低消費電力と低消費電力の高速無線通信プロトコルを提案する。近年急速に普及している組み込みLinux又はAndroidのような組み込みシステムでの通信プロトコル実装課題と技術として、空間多重チャンネルの利用効率向上課題を

解決するために、無線通信SNRによるパケットロスの状況に適応するパケット伝送アルゴリズムの確立が重要である。提案した通信プロトコルのドライバー仕組みを設計し、ドライバーの形で技術を供与する。提案した通信プロトコルを実装したプロトタイプ機を試作し、通信性能の評価考察を行う。研究成果として、大容量コンテンツ配信用の無線通信プロトコルとそのLinuxドライバーを完成する。5 Mbps以上のスループットとWLANの20%以下の消費電力を実現する。

無線通信関係の応用と研究が非常に注目され、基幹部品の高性能化と低価格化が進んでいる。本研究では、赤外線を利用する赤外線データ放送の技術を2.4GHzの無線通信に適用し、大容量コンテンツの配信向けの2.4GHzバンドを利用する低コストと低消費電力の高速無線通信を実現するために、コンテンツ伝送用プロトコル及びハードウェアアーキテクチャを提案し、組み込みシステムでの実装技術を開発する。これによって、従来のWLANの20%以下の消費電力で、大容量コンテンツの伝送を実現する。携帯端末の軽量化を実現する。容量の少ない電池で

も長時間の利用が可能になる。この技術を搭載する新型携帯情報端末のプロトタイプを試作し、性能評価を行う。この技術を確立してから、技術の提供やこの技術を搭載する製品の共同開発などを地元の企業に供与することを考えている。

現在、ネットワークに接続されている端末向けのブロードキャスト又はIGMP方式がある。本研究の特徴は、従来のWLAN通信プロトコルと違って、端末がネットワークに接続せずに、独自のパケット制御手法で、通信エリアにある不特定多数の端末にデータを一齐に配信することである。多数端末向けの大容量コンテンツ配信の場合、WLAN通信での端末数の増加による接続速度低下と接続困難の問題を解決する。WLANの10分の1程度の低消費電力で、高いスループットを達成できる。この技術を応用すると、小さい電池でも長時間の稼働が可能になる。低コスト、軽量小型携帯情報端末が可能になり、観光地の情報配信だけではなく、災害時の緊急速報や避難情報を一齐の配信などに応用できる。

2 研究の内容

本研究では、次の内容を研究する。

1. 赤外線データ放送の赤外線と違って、無線電波の場合、外部干渉を受けやすく、パケットロスが発生しやすい。高いスループットで大容量のコンテンツを伝送するには、パケットロスの処理を考慮し、低消費電力と高いスループットを両立させるために、大容量コンテンツの分割管理とSNRに応じる適応的なパケットの並列的な送信アルゴリズムを設計する。
2. 組み込みLinux及びAndroidを採用する携帯情報端末が急速に増えている。通信技術を容易に移転するために、スマホなどで利用されているARM系のSoCと組み込みLinuxのOSをプラットフォームとして、新しい通信プロトコルの実装技術を研究し、ハードウェアの基本設計とLinux用の通信ドライバーを設計開発する。
3. FreeScaleのiMX233のSoCをコアとするHW

と組み込みLinuxを用いて、機能検証用の送信モジュールと受信モジュールを開発する。本研究では、5 Mbps以上のスループットと30mA以下の低消費電力（WLANの約5分の1程度）これによって、通信評価実験を行い、通信速度性能と消費電力の評価考察を実施する。

4. 新しい無線通信機能を搭載する携帯情報端末の機能検証用プロトタイプを開発する。この試作機では、マルチメディアコンテンツの配信と再生機能を実現し、通信技術の商品化の性能検証と利用方法の考察を行う。純粹の技術より、製品又は製品完成度の高いプロトタイプは企業に移転・吸収しやすい。ここで、共同研究者から端末プロトタイプの性能評価を行う。

3 これまで得られた研究の成果

PAN通信を用いる新しい通信プロトコルを開発した。観光分野で応用するために、提案した通信プロトコルは1対Nの通信及び1対1の通信の双方向通信を対応できる。これによって、送信のマスター側が一齐に複数（数百台）の受信スレーブに大容量のコンテンツを効率よく配信する。また、各スレーブから個別のデータ（利用履歴）を受信する。従来の通信方式を利用する場合の通信時間は、配信を受けるクライアント数の倍数時間が必要である。たとえば、中規模の博物館や科学館施設に使われる展示案内携帯端末の代数は200台程度である。そうすると、全部のコンテンツを配信するには、非常に時間がかかる作業である。提案した通信プロトコルでは、配信を受けるクライアント数に殆ど影響を受けず、一定の伝送時間でコンテンツを配信する特徴がある。

図1は通信機器台数による通信時間の関係図である。系列1は端末台数による提案する通信プロトコルの通信時間の推移で、系列2は従来の通信方式による通信時間の推移である。通信台数が増えると、従来の通信方式による通信時間が急速に増えてしまう。逆に、提案した通信方式で通信時間がほぼ一定になる。

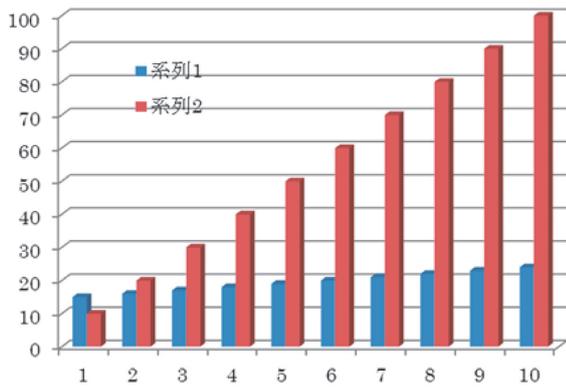


図1 通信時間の比較

提案する通信プロトコルの性能評価及び実装技術の開発を実現するために、携帯電話や携帯デジタルプレーヤーなど携帯製品に広く採用されるARM系MPUと組み込みOSを用いて、通信機能検証用システムを構築した。PAN通信のPHSでは、32バイトのパケットだけをサポートするので、不特定多数スレーブに大容量のコンテンツを送信するには、新しいパケット構成層を追加し、通信プロトコルを構築した。図2は基本構成の概念図である。

プロトキャスト通信プロトコル構成

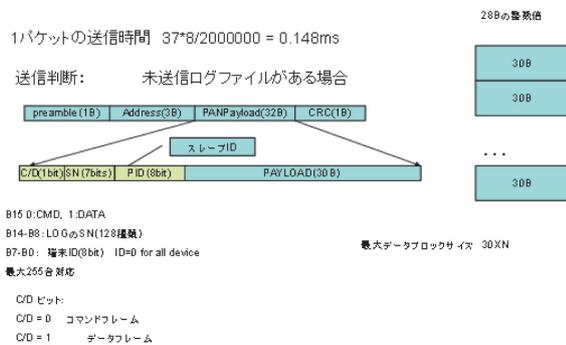


図2 通信プロトコルパケット構成

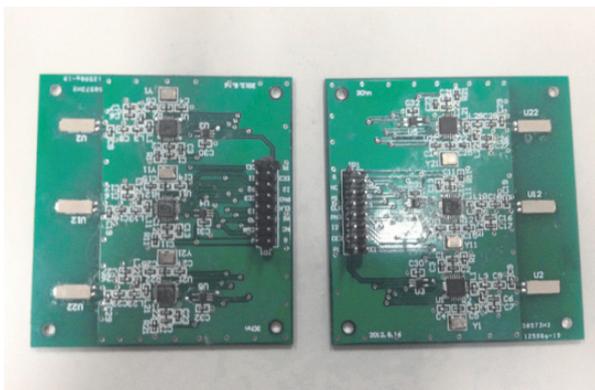


図3 開発したマルチチャンネルPAN通信ボード

図3は開発した3チャンネルのPAN通信送受信ボードである。PAN通信のPHY層では、低消費電力の2.4GHバンドのNRF24L01を用いる。20MbpsのSPIでARMコアのメインコントロールボードに接続する。このボードで構成する通信システムで、1.8Mbps/Chanのスループットを実現した。消費電力は10mA/Chnである。3チャンネルをフル稼働させる場合、5Mbpsのレベルを達成した。

提案した通信プロトコルの応用として、新しい携帯情報端末のプロトタイプ機を開発した。図4は開発した端末PCBモジュールである。図5は開発した端末のプロトタイプ機である。

携帯端末回路の改良と部品配置及びPCBパターンの最適化によって、新型携帯端末の軽量小型化を達成できた。試作プロトタイプの外形寸法が96mm X25mm X10mmで、重さが30gである。研究目標を達成した。

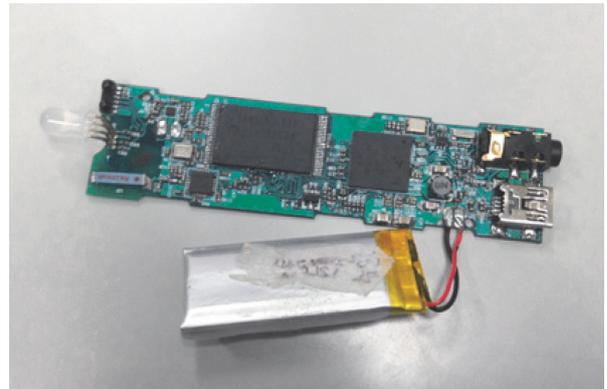


図4 新通信機能を搭載した携帯情報端末PCB



図5 新携帯情報端末のプロトタイプ機

携帯端末の稼働時間に大きく影響する消費電力の制御について、最新の手低消費電力SoCを

採用するだけでなく、端末動作モードによるCPUと周辺装置の動作クロック制御の最適化手法を提案し、動作パフォーマンスを維持しながら、最小な消費電力を実現した。一回充電で、8時間以上の連続稼働が確認された。全面的に端末性能を評価するために、携帯端末のプロトタイプ機の試作を実施し、試作機を実装した。

本研究で開発した展示案内システム用ユビキタス携帯端末は次の機能を達成できた。

- 1) 赤外線瞬時通信
- 2) PAN無線通信機能 (2.4GHz)
- 3) USB2.0 High-speed対応
- 4) 記録媒体=フラッシュメモリー (1 GB)
- 5) 対応フォーマット=MP3、WMAなど
- 6) 電源=リチウムイオン二次電池
- 7) 充電=USBバスパワー充電, 専用充電端子
- 8) サイズ、重量=幅25×高さ96×奥行き10mm、30g (電池含み)

4 今後の具体的な展開

本研究では、赤外線を利用する赤外線データ放送の技術を2.4GHzの無線通信に適用し、大容量コンテンツの配信向けの2.4GHzバンドを利用する低コストと低消費電力の高速無線通信を実現するために、コンテンツ伝送用プロトコル及びハードウェアアーキテクチャを提案し、組み込みシステムでの実装技術を開発した。これによって、従来のWLANの20%以下の消費電力で、大容量コンテンツの伝送を実現した。機能検証用プロトタイプ機で、通信速度と消費電力の指標を確認し、提案した通信プロトコルの基本構造の有効性が確認できた。今後、実際のコンテンツ配信システムを構築し、全体のコンテンツ配信速度を向上させるように、組み込み系の処理能力の効率化アルゴリズムを研究する予定である。これによって、最終的に、開発した技術の製品化と事業化を目指す。

5 論文・学会発表等の実績

1. Dawei CAI, Development of a New Museum Guidance System with a Zoomed Map

Navigation, Proceeding of IASTED SE 2013, Feb. 2013

2. 蔡 大維、ユビキタス通信携帯端末を用いる展示案内及び電子スタンプラリーシステムの開発、情報処理学会第75回全国大会、2013年3月8日