

# サービス発見のためのゼロ受信待機電力無線システムの設計

Design of a Zero-Power-Listening Wireless System for Service Discovery

石田繁巳 猿渡俊介 鈴木誠 森川博之  
Shigemi ISHIDA Shunsuke SARUWATARI Makoto SUZUKI Hiroyuki MORIKAWA

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 / Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

## 1 はじめに

ユビキタス環境においては多様な無線ネットワーク接続デバイスが遍在する環境が実現される。このような環境では、ユーザの身の回りに数多く存在するサービスからユーザの要求に合うサービスを提供するためのサービス発見機構が求められる。

サービス発見機構はユーザの携帯する情報端末で動作することから低消費電力性が重要となる。筆者らは、ユビキタス環境の実現に向けてはサービス待ち受け時の消費電力の削減が鍵となるとの観点から、受信待機電力をゼロとするためのパッシブ型デバイスウエイクアップ機構の開発に取り組んでいる。本稿では、ゼロ受信待機電力無線システムの設計について述べる。

## 2 要件

ユビキタス環境におけるサービス発見の例として、無線通信機能を具備した携帯音楽プレイヤーのための「ここだけサービス」を考える。

ユーザが音楽 CD 店に入るとユーザの好きなジャズの無料試聴コンテンツを自動的にユーザが持ち歩く携帯音楽プレイヤーへダウンロードする。

このような「ここだけサービス」を実現するためには、以下の2つの要件が求められる。

1つ目は受信待機電力を低減するための仕組みである。ユーザがいつ店に入るかわからないことから無線通信モジュールを常に受信待機状態にしておくことが必要となる。受信待機状態は受信状態と同程度の電力を消費するため、常に受信待機状態とすることによるバッテリーの消費は非常に大きなものとなる。

2つ目は利用するサービスを選択可能にするための仕組みである。ユビキタス環境では無料試聴コンテンツサービスだけでなく、レストランの割引情報配信などの「ここだけサービス」がいたるところに展開されることが想定される。ユーザの要求に応じて利用するサービスを選択可能とすることによって、携帯音楽プレイヤーがレストランでの割引情報を受信することやユーザの好きなジャズ以外の曲をダウンロードするといった電力の無駄な消費を防ぐことが可能となる。

## 3 設計

前節での議論を踏まえ、筆者らはサービス発見をする際にゼロ電力で受信待機を実現可能なゼロ受信待機電力無線システムの実現を目指している。図1にシステム全体像を示す。

まず、受信待機電力の削減を実現するためにゼロ受信待機電力無線システムをウエイクアップモジュールとデータ通信モジュールの2つの無線モジュールを組み合わせて実現する。この時、受信側のウエイクアップモジュールは送信側のウエイクアップモジュールから送られてきた電磁波エネルギーを利用して駆動するため、無電源で動作する。データ通信モジュールは電源を持っているが、通常はスリープ状態にある。ウエイクアップモジュールがウエイクパケットを受け取るとデータ通信モジュールを起こし、送信側と受信側のデータ通信モジュール間で実際のサービスの通信が開始される。このような仕組みにより、無線通信システム全体の受信待機電力を限りなくゼロに近づけることができる。

次に、受信するサービスを選択可能とするためにウエイクアップモジュールにサービスマッチング機能を具備させる。ゼロ受信待機電力無線システムでは全てのサービスに固定のIDであるサービスIDが割り振られていることを想定している。送信側のウエイクアップモジュールは、ウエイクアップパケットに自分に割り当てられたサービスIDを含めて送信する。受信側のウエイクアップモジュールのサービスマッチング機構にはウエイクアップ判定のためにサービスIDが登録されており、ウエイクアップパケットのサービスIDと登録されているサービスIDが一致したときのみデータ通信モジュールをウエイクさせる。

図2にゼロ受信待機電力無線システムの詳細を示す。ウエイクアップモジュールは整流・昇圧回路、復調回路、ウエイクアップ判定回路、そして送信回路から構成される。整流・昇圧回路は送信機より送られた電波を直流に変換し、昇圧するための回路である。この出力を用いて復調回路とウエイクアップ判定回路を駆動する。アンテナに発生する交流電圧は微弱なものであるため、整流するとともに復調回路とウエイクアップ判定回路を駆動できる電圧まで昇圧する必要がある。復調回路は送信機より送られたウエイクアップパケットを復調する回路である。復調されたデータはウエイクアップ判定回路へと入力される。ウエイクアップ判定回路はサービスマッチングを行う機構である。サービスの選択に対応するため、ウエイクアップ判定回路にはプログラマブルなマイクロコントローラを用いる。

データ通信モジュールは通常の無線モジュールとCPU、そしてそれらを駆動するための電源から構成される。無線モジュールは実際にノード間でデータ通信を行うためのモジュールであり、高速な通信を行うのでIEEE 802.11などの利用を想定している。

現在、950MHz帯を用いてウエイクアップモジュールのプロトタイプ実装を行っている。ウエイクアップ判定回路のマイクロコントローラには超低消費電力マイクロコントローラであるEM Microelectronic社のEM6812(24μW@3V, 32kHz)を用い、低クロックで駆動して消費電力を低減する。アンテナには調整性の良いヘンテナを用いる。変調方式はASKを用い、ダイオード検波を行うことで低消費電力での復調を実現する。整流・昇圧回路にはコッククロフト・ウォルトン回路を用いる。ウエイクアップパケットの送信電力を10mWとし、回路の消費電力をマイクロコントローラの消費電力24μW、アンテナの利得は地上高1mに設置されたヘンテナの利得をアンテナシミュレータMMANA[1]を用いて得た11.03dBi、コッククロフト・ウォルトン回路の変換効率を5%とすると、Friisの公式を用いて1m離れた距離からウエイクさせることができる見通しである。

現在、950MHz帯を用いてウエイクアップモジュールのプロトタイプ実装を行っている。ウエイクアップ判定回路のマイクロコントローラには超低消費電力マイクロコントローラであるEM Microelectronic社のEM6812(24μW@3V, 32kHz)を用い、低クロックで駆動して消費電力を低減する。アンテナには調整性の良いヘンテナを用いる。変調方式はASKを用い、ダイオード検波を行うことで低消費電力での復調を実現する。整流・昇圧回路にはコッククロフト・ウォルトン回路を用いる。ウエイクアップパケットの送信電力を10mWとし、回路の消費電力をマイクロコントローラの消費電力24μW、アンテナの利得は地上高1mに設置されたヘンテナの利得をアンテナシミュレータMMANA[1]を用いて得た11.03dBi、コッククロフト・ウォルトン回路の変換効率を5%とすると、Friisの公式を用いて1m離れた距離からウエイクさせることができる見通しである。

## 4 関連技術

サービス発見へ応用できる無線通信技術としてパッシブ型RFID[2]やZigBee[3]が挙げられる。パッシブ型RFIDは無電源で駆動されるタグと消費電力の大きいタグリーダによって構成される単方向の通信システムである。サービス発見では双方向の通信が求められるため、サービス発見へ応用しようとすると両端末にタグリーダの機能を持たせる必要が生じ、消費電力の増大を招く。ZigBeeモジュールはビットレートを抑えることによって低消費電力を実現している無線通信モジュールである。しかしながら受信待機状態における消費電力が大きいいため、デバイス発見へ応用した際も消費電力は大きいものとなってしまふ。

## 5 まとめ

本稿ではデバイス発見のための受信待機電力ゼロの無線モジュールの設計について述べた。現在、プロトタイプの実装を行っている。

## 参考文献

- [1] 森. MMANA アンテナ解析ソフトウェア. <http://www33.ocn.ne.jp/~je3hht/mmana/index.html>.
- [2] EPCglobal. EPC radio-frequency identity protocols class-1 generation-2 UHF RFID protocol for communications at 860 MHz - 960 MHz version 1.0.9 EPCglobal Standard Specification, 2004.
- [3] ZigBee Alliance. ZigBee Specification Version 1.0, 2004.

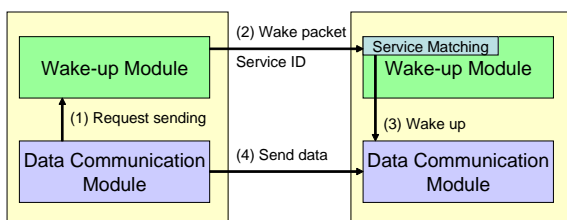


図1 ゼロ受信待機電力無線システム全体像

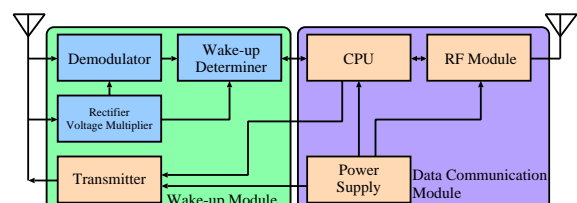


図2 ゼロ受信待機電力無線システムの詳細