

FOMA^(R) /無線LANデュアル端末の無線LAN技術

篠原 雅仁・伊藤 正史・岩田 慎一郎
西村 康規・材津 誠

要 旨

FOMA^(R) /無線LANデュアル端末は、3G携帯電話とIP電話機能を併せ持つデュアルフォンであり、IP通信のインターフェースとして無線LANを使用しています。本稿では携帯電話に無線LANを搭載する上での課題や、IP電話の通話品質を確保する上で必要な主要要素技術に対する取り組みについて紹介します。また、今後の展開として、シームレスサービス、ブロードバンドに対する取り組みについて紹介します。

キーワード

●無線LAN ●IP電話 ●VoIP ●QoS ●ハンドオーバー ●セキュリティ ●シームレス

1. はじめに

これまでの携帯電話は事業者が提供するネットワークに接続しサービスを提供する端末として作りこまれてきました。しかし、近年は既存のオープンなIPネットワーク上で様々なサービスを低コストで利用したいとのニーズの高まりました。このため、弊社ではIPネットワークと親和性が高く高速な通信方式である無線LANを携帯電話に取り込み、IP電話機能や、SIPプロトコルを利用した各種サービスの先行開発、研究を進めていました。

その成果を利用し、これまで3G携帯電話とIP電話機能を併せ持ったFOMA/無線LANデュアル端末(FOMA N900iL/N902iL)の開発を行ってきました。N900iLはIEEE802.11b準拠で2004年11月に、N902iLはIEEE802.11b/g準拠で2007年2月にリリースしました。

図1ではFOMA/無線LANデュアル端末の利用シーンを表現しています。1台の端末でオフィスではIP電話機能を使った内線電話として、社外ではFOMA携帯電話として利用することができます。また、IPネットワークを利用したサービスとして、プレゼンスやフルブラウザなどを提供してきました。近年、家庭内で利用される無線LAN対応ルーターの普及や、無線LANが利用できるホットスポットの増加、また新幹線などでも無線LANアクセスサービスが近く始まるとされていることなどから、今後は無線LANの利用シーンは家庭や街角、移動車両などますます広がっていくものと考えています。

FOMA/無線LANデュアル端末の開発当初は、無線LAN自体



図1 FOMA/無線LANデュアル端末の利用シーン

は普及していたものの、携帯電話などの組み込み機器への搭載についてはほとんど例がありませんでした。

そこで、無線LAN機能を実装するに当たって、様々な改善検討を積み重ねてきました。第2章では、主要要素技術を軸にして、これまでの取り組みについて紹介します。

2. 無線LAN主要要素技術

本章では携帯電話に無線LANを搭載する上で課題となる実装面積や消費電力、VoIP(Voice over IP)の通話品質を確保する上で必要な主要技術への取り組みについて説明します。

2.1 実装技術

携帯電話のサイズは商品性を左右する重要なファクターであるため、無線LAN機能を搭載した上でもなお従来の携帯電話と同等のサイズにする必要がありました。そのために、無線LANモジュールの小型化の検討、マザーボード上の実装レイアウトの見直しや無線LANモジュールとホストCPU（以降CPU）のインタフェース見直しなどの検討を行いました。

モジュールの小型化の一例として図2にN902iLで採用しました無線LANモジュールの断面模式図を示します。図に示すようにモジュール基板の上面と下面に部品を実装しており、10.5×10.5mm厚さ1.8mmの小型化を達成しました。本モジュールでは、携帯電話と無線LANの両無線間の相互干渉を防ぐためのフィルターや、受信性能安定の為にダイバーシティの追加を行っています。これらの対策は部品点数が増えるため小型化には不利な要素ではありますが、より高品質なIP電話を実現するため取り入れています。

また、マザーボード上の配線スペースを少なくし実装自由度を高めるための対策として、無線LANデバイスとCPU間のインタフェースは当時一般的であったパラレルインタフェースではなくシリアルインタフェース(SPI, SDIO)を採用しました。そのほか、より高密度の実装とするため、マザーボードのレイアウトの見直しなどを行っています。

今後は携帯電話の薄型化の要求が高まるため、部品の低背化を進める必要があると考えています。

2.2 省電力

無線LANではアクセス方式としてCSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)方式を採用しているため、消費電力においては受信動作に要する時間の影響が支配的と

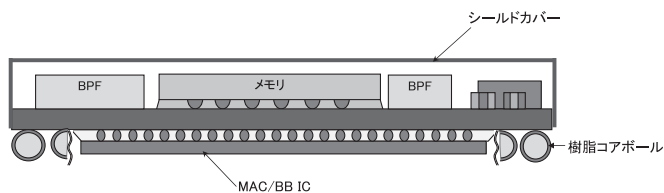


図2 無線LANモジュールの断面模式図

なります。このため弊社では、受信動作の電力が低いことと、省電力モードでのスリープ時（以下Doze）の消費電力が低いことに重点を置いて無線LANデバイスの選定を行っています。特にDozeの消費電力が重要であるため、動作クロックを低速に切り替えることで数百uWレベルまでの消費電力低減を実現しています。

図3に無線LANモジュールとCPUの機能分担を示します。無線LANの制御は無線LANモジュールとCPU側ソフトとで分担しています。消費電力を低減するため、CPUと無線LANモジュールを非同期に省電力モードに移行できるよう制御を行っています。たとえば、無線LANモジュールはAP(Access Point)との同期確保のため定期的にビーコンのタイミングでWake遷移しますが、無線LANのデータ通信が無く他のタスクも無い場合にはCPUはスリープを維持するよう制御します。また、動作モード（待ち受け、通話）や、対向APの実装状況により最適なWake遷移周期(Listen Interval)に切り替える実装を行っています。

図4に3つの動作モードの例を示します。図4(a)は、待ち受け中の動作で、Wake間隔をDTIM(Delivery Traffic Indication Message)間隔に延ばし、ビーコン受信を間引くことで消費電力を低減しています。図4(b)は、通話中の動作で、音声遅延を防ぐためビーコン間隔でWakeしPS-POLL(Power Save Poll)パケットを使ってデータ送受信を行っています。通話中であってもデータ送受信が無い期間はDozeに遷移し消費電力を低減します。図4(c)も通話中の動作を示しますが、図4(b)と違いAPがU-APSD(Unscheduled Automatic Power-Save Delivery)に対応

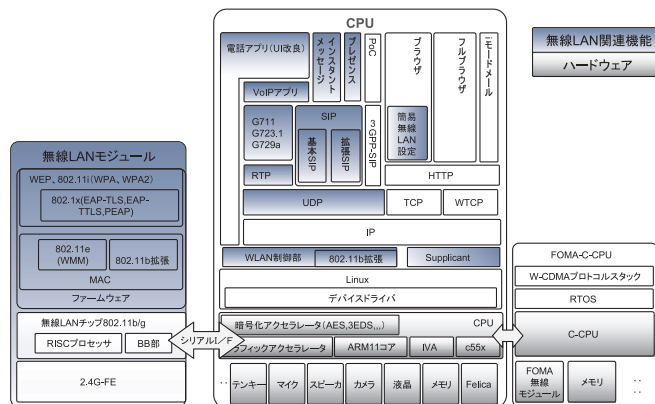


図3 ソフト、ハード構成図

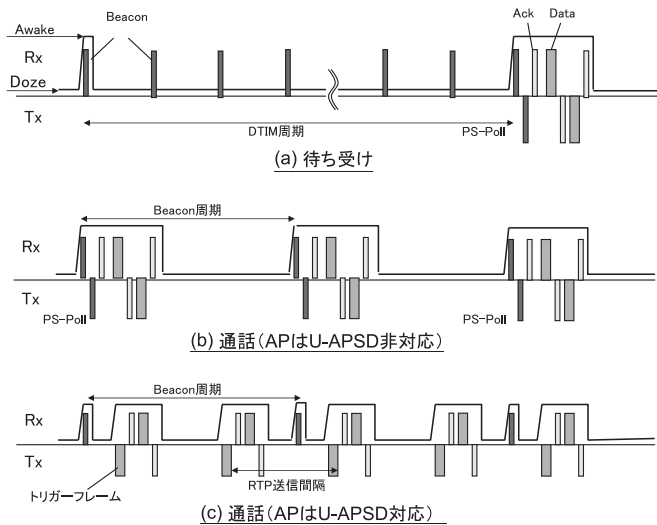


図4 省電力制御動作例

表1 N902iLの性能

通話時間	FOMA	約160分
	WLAN	約250分
待受け時間	FOMAシングル	約500時間
	WLANシングル	約400時間
	DUAL(FOMA/WLAN)	約270時間

している場合を示します。U-APSDではビーコンとは非同期にRTP間隔での送受信を行うことができ、通話品質についても図4(b)と比較して有利な条件となります。また、データ引取りにPS-POLLパケットが不要なため消費電力についても図4(b)と比較して有利な条件となります。

さらに、電波圏外での省電力のため、AP探索の周期間隔を時間経過とともに徐々に延ばす実装をしています。

これらの対策を取り入れることにより、N902iLでは表1の性能を実現しています。

2.3 QoS

IP電話の通話品質を確保するためには、QoS制御が必須となります。無線LANのQoS制御では優先度制御と帯域制御とを実装しています。

優先度制御の説明を図5に示します。図では周囲の端末の送信が完了してから送信可能となるまでの待機時間(AIFS

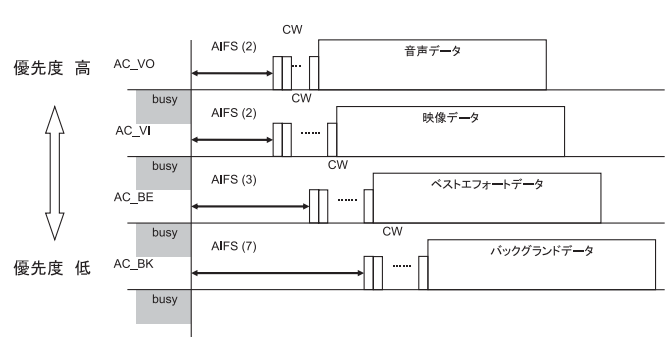


図5 優先度制御

+CW)が、優先度の高いものほど短くなっていて、他のパケットよりも優先して送信できることを示しています。VoIPのパケットについては最も優先度を高く設定し、遅延を極力防いでいます。帯域制御については、WMM(Wi-Fi Multimedia)にてオプションとして規定されているアクションフレームを用いた方式を実装しています。端末はAPに対しアクションフレームを使って必要な帯域を要求することができ、APから許可されれば、その帯域を使って安定な通信を行えます。

2.4 ハンドオーバー

通話品質を確保するためにはハンドオーバーをスムーズに行い瞬断を防ぐことも重要となります。弊社ではハンドオーバーをスムーズに行うために、電波強度に応じて事前に候補APを探索し、かつ候補AP探索中にも音声パケットを送出するなど音声瞬断を防ぐための実装を行っています。

このほか、セキュリティ方式がWPA2 (Wi-Fi Protected Access 2) の場合には、認証鍵をキャッシュする機能もサポートしており、一度帰属したAPへのハンドオーバー時には認証を省略できるため、ハンドオーバー時間を短縮することができます。

2.5 セキュリティ

初期の無線LANでは暗号化に使用していたWEP(Wired Equivalent Privacy)が脆弱だったためセキュリティに問題がありましたが、IEEE802.11iの標準化により問題が解消されました。N902iLではIEEE802.11iをベースにWFA(Wi-Fi Alliance)で策定されたWPA/WPA2に準拠したセキュリティ方式を実装し

表2 N902iLのセキュリティ方式

セキュリティ方式	暗号化方式	認証方式
802.1x認証	WEP	EAP-TLS EAP-TTLS(PAP,CHAP) PEAP(MS-CHAPv2, EAP-GTC)
WPA	CCMP(AES), TKIP※	EAP-TLS EAP-TTLS(PAP,CHAP) PEAP(MS-CHAPv2, EAP-GTC) WPA-PSK
WPA2	CCMP(AES), TKIP※	EAP-TLS EAP-TTLS(PAP,CHAP) PEAP(MS-CHAPv2, EAP-GTC) WPA2-PSK

※1: APから複数示された場合には、CCMP>TKIPの順

ています。表2にサポートしているセキュリティ方式を示します。その他、最も強力なセキュリティ方式を自動設定する方式として最近標準化されたWPS(Wi-Fi Protected Setup)も実装しています。

2.6 CWG-RF(Converged Wireless Group RF)

FOMA/無線LANデュアル端末ではFOMAと無線LANを同時に使った場合の相互抑圧特性が重要となるため、相互の抑圧を最小限に抑えるよう考慮しています。その結果、Wi-FiとCTIA(Cellular Telecommunications & Internet Association)で策定したCWG-RFテストにおいて、世界で初めて認証取得することができました。

3. 今後の展開

FOMA/無線デュアル端末は携帯電話とIPネットワークの利用を可能としました。現時点では、ユーザがどちらのネットワークを使っているかを意識する必要がありますが、今後はユーザが意識することなく、通信品質やコストの観点から最適な通信路を自動選択し、シームレスにサービスを受けられることが望まれていると考えています。

弊社ではシームレスサービス実現に向けて研究を行っていますが、1つの試みとして3GPPで標準化が進んでいるVCC(Voice Call Continuity)について、中央研究所(システムプラトフォーム研究所、NEC Laboratories Europe)を中心に検討を行ってきました。VCCは回線交換を使った3Gの音声呼

と、無線LANなどを経由したVoIPをシームレスにハンドオーバーする技術です。この成果は、2007 3GSM World Congressにデモ展示しています。さらに、別の試みとして、来るNGN(Next Generation Network)に対応するため、SIPプロトコルをNGN対応にする準備を進めています。

また、これまで、FOMA/無線LANデュアル端末は、企業内線電話システムとしての利用が中心でしたが、今後はこれまで培った技術を基に、家庭での利用などユースシーンの拡大を進めていく予定です。

家庭での利用としては、インターネットにアクセスしての動画ストリーミングなどの利用が広まると考えています。リッチなマルチメディアコンテンツをストレス無く利用したいというニーズが高まっていくと考えられることから、無線LANの広帯域化(IEEE802.11a, 11n)や、CPU等の処理能力向上について検討を進めていきたいと考えています。

4. おわりに

FOMA/無線LANデュアル端末の無線LAN要素技術への取り組みについて紹介しました。各要素技術についてさらに改善を進めるとともに、シームレス、ブロードバンドの先行開発を進め、いつでも、どこでも、リッチなマルチメディアサービスをシームレスに享受できる携帯電話の開発をめざしていきたいと考えています。

*FOMAは、株式会社NTTドコモの登録商標です。

*Wi-Fi、WMM、WPAおよびWPA2はWi-Fi Allianceの登録商標です。

執筆者プロフィール

篠原 雅仁
モバイルターミナルプロダクト
開発事業本部
モバイルターミナル技術本部
マネージャー

伊藤 正史
モバイルターミナルプロダクト
開発事業本部
モバイルターミナル開発事業部
グループマネージャー

岩田 慎一郎
モバイルターミナルプロダクト
開発事業本部
モバイルターミナル開発事業部
マネージャー

西村 康規
モバイルターミナルプロダクト
開発事業本部
モバイルターミナル技術本部
マネージャー

材津 誠
モバイルターミナルプロダクト
開発事業本部
モバイルターミナル技術本部
主任