

白書： 指向性アンテナによる省電力

要約

この白書では、あらゆるものが無線機能を備えて携帯・移動でき、かつバッテリーから電源を供給するようになった今日の携帯装置の省電力の必要性について議論する。次に携帯装置のどこで最も電力が消費されているかを、細かく見ていく。指向性アンテナの理解を深めるため、この効果的な技術の主な利点を概説し、最後にそれらの技術を組み合わせ、どのようにして指向性アンテナの技術が携帯装置に大幅な省電力化を可能にし、バッテリー寿命を伸ばすことで、より長時間の移動性を確保できるか説明する。

省電力の必要性

あらゆるものが携帯可能になり、人々が至るところでオンライン接続を必要とする今日の世界では、誰もがコミュニケーションニーズを携帯装置に依存している。最も一般的な携帯装置は、携帯電話と PDA である。最近では、この 2 つ間の境界があいまいになり、PDA の機能を備えた携帯電話、あるいは、電話機能を備えた PDA が増え、広く普及してきている。これらの装置は、全てバッテリー電源に依存し、定期的な充電が必要である。バッテリー寿命を長くでき、次の充電までの使用時間を延長できれば、製品競争で大変有利になる。消費電力を多く節約できれば、その分、次の充電までの使用時間が長くなるので、市場でその会社のモデルの人気の高くなる。省電力化は、携帯電話メーカーが求める最も重要な課題の 1 つになってきている。

どこで電力が消費されるか

携帯装置は全て、通信のために無線用のモデムと送受信機を使用している。これら通信用の部分は、デジタル回路とアナログ&RF 回路という 2 つの基本モジュールに分けられる。簡単に説明すると、デジタル回路のモジュールは、主に送信するデータのフレーム分割、フォーマットおよび準備を担当し、アナログ&RF 回路のモジュールは、そのデータを無線で送受信する。電力消費が最も大きいのは、アナログ&RF 回路のモジュール内、特にアンテナ伝送を駆動する高出力電力増幅器 (PA) である。送信された RF 信号の出力電力は、最高で 1 ワット (30 dBm) になるが、このような高い出力電力を可能にするためには、PA による非常に高い駆動電流が必要になる。この電力が、携帯装置と基地局間の通信を可能にする。

指向性アンテナの長所

指向性アンテナは、基本的に電力を特定方向に集中させる。つまり、全方向に送信する無指向性アンテナを使用する代わりに指向性アンテナを使用すると、同じ出力電力が特定方向だけに向けられることを意味する。これは無指向性の場合と比較して、高い利得あるいは出力電力を達成できることと同等である。

しかし、この効果を発揮するためには、指向性アンテナの出力電力を送受信伝送の正しい方向に向ける必要がある。ところが、携帯装置は移動するので、指向性アンテナは携帯装置の移動を感知し、それに応じて、携帯装置の移動分を補正するためにビームの向きを変え、指向性アンテナのビームが常に正しい方向を向くようにする必要がある。このような能力を携帯装置が持つことができた場合、指向性アンテナは、無指向性アンテナよりも 6 dB 以上高い実効利得が得られる。

BON の指向性アンテナは、指向性およびマルチインプット・マルチアウトプット (MIMO) の両方に対応している。この携帯装置用アンテナシステムは、2×2 MIMO 構成に対応し、独立して別々に指向する 2 本のアンテナビームを備え、2 つの MIMO RF チェーン間で最適なダイバーシチを可能にする。

指向性アンテナによって達成できる省電力

携帯装置の移動分を補正するため、電子的に探知し、アンテナの向きを調整する能力を持つ指向性アンテナを携帯装置に組み込むことで、アンテナから高い利得（6 dB）を獲得し、これを利用して省電力を達成できる。使用中の携帯装置は、基地局との接続維持に必要な最小限の電力で送信するので、この6dB利得の大半はPAの出力電力（削減）から稼ぎ出される。PAの出力電力が6dB削減できると、PAの電力消費を最大で75%節約することに相当し、携帯装置で最も大きな省電力効果が得られるため、携帯装置使用時のバッテリー寿命を大きく延長することができる。

典型的な省電力推定値を、次の表に示す。

	平均電流 (mA)		
	デジタル	アナログ&RF	合計
典型的なモバイル WiMAX 電話機	30	270	300
BON アンテナ付きのモバイル WiMAX 電話機	30	108	138

アンテナビーム

先に説明したように、この省電力を実現するため指向性アンテナは、携帯装置から基地局への接続を維持するため、常時送受信の方向を探知する必要がある。このため、アンテナビームの駆動にアンテナコントローラが使用される。このコントローラは、必要に応じてアンテナビームの向きを変えことができ、また常時最適なビームを使用できるよう判断するため、各ビームの性能を測定できる。以上の処理を全てシームレスに実行できることが、BON 製スマートアンテナの大きな特長である。携帯装置は、指向性アンテナを使用していることを全く意識しない。ただ携帯装置は、送受信にとって利用可能で最適な接続経路を見つけ、PA 出力電力を自動的に低くしてバッテリー消費電力を節約する。

アンテナコントローラは、モード選択を使用して（一部を以下に示す）、最適なビーム方向を探知する。

- ◆ **T/R切替モード**：BON製アンテナコントローラは、指向性アンテナの操作と制御に加え、携帯装置のT/R（送受信）切替も行う。このモードで携帯装置からT/R切替コマンドが要求されると、送信状態から受信状態、または受信状態から送信状態へ切り替えるため、まずアンテナコントローラは素早く別のビームに切り替えてビーム性能を測定し、作動中の元のビームに復帰してT/Rコマンドの実行を継続する。アンテナコントローラは、状況に応じて別のビームに切り替えてその性能を記録するので、ビーム性能の変化をリアルタイムに監視でき、最適なビームを選択できる。これは、携帯装置の移動分を補正できる十分な頻度、および利用可能な最高の接続状態を維持するために十分な速度で実行される。
- ◆ **タイマーモード**：このモードでは、ビーム性能を検査するため、BON製アンテナコントローラは別のビームに切り替える自己起動切替を実行する。これは、指定時間ごとに実行されるが、携帯装置の移動分を補正できる十分な頻度で実行される。コントローラは、次に全てのビームを測定し、アンテナビームを最適な方向に維持する。
- ◆ **コマンドモード**：このモードでは、別のビームに切り替えて、素早く測定を実行し、かつ最適ビームに復帰することを命令する特定のコマンドを、コントローラは待っている。

BON 製指向性アンテナは、1 マイクロ秒 (μs) 未満でビームを切り替え、3 μs 未満で別のアンテナを測定できる（アンテナビームの方向変更、測定、および元のビームへの復帰を含む）。したがって、この処理は、携帯装置にはほとんど影響を与えない。これは、20 ミリ秒 (ms) に1回の全ビームスキャン完了には十分であり、最適ビーム方向探知の実効時間は、携帯装置の負荷サイクル（デューティサイクル）の0.5%未満となる。

BON 製アンテナ仕様

パラメータ	値	備考
アンテナサイズ (2.3 - 2.5 GHz MIMO 対応)	アンテナ 1 台 15mm×15mm×1mm を 4 基	Tmm10i (セラミック熱硬化性ポリマー複合材)。その他の基盤材も可
MIMO ダイバーシティ	<-15 dB 対比	
アンテナコントローラサイズ	5mm×5mm	シングルチップ
省電力	~50%	携帯装置/ネットワークに依存
内部 PA/LNA	(オプション)	
切替時間	3 μs	T/R + 探知
探知負荷サイクル(使用率)	<0.5%	モードに依存
最大電力	ピーク時 30 dBm : 平均 24 dBm	