

スマートアンテナ技術 - SEDAN™

SEDAN とアダプティブアレイアンテナとの比較

成長を続ける広帯域無線のマーケットにおいて、近年、私たちの日々の生活に次世代型の無線通信を普及させる重要な技術的進歩がありました。利用者は選択したどのような場所でも、どのような時にでも利用できる、より高速なデータレート（転送率）で、かつより高品質のサービスを利用者は求めています。

これらの要求を満たすために、現在の無線通信の能力で必要とされている大幅な性能の向上を実現するため、多くの新たな次世代無線ネットワークが、スマートアンテナの技術に依存しています。映像伝送サービス、高速データ転送、そしてさらに高解像度のマルチメディアをサポートする場合にでも、本当の意味での広帯域無線をどのような場所の利用者に対しても実現するためには、これらの技術が必要とされています。

多重入出力（MIMO）とスマートアンテナ

すべての多様なアンテナ技術を組み合わせた一般的な用語は、MIMO と呼ばれています。MIMO は、多様なアンテナアレイ（配列）の 2 つの主要なタイプ、アルゴリズム的コード（適切なアルゴリズムのプログラム）とスマートアンテナ、に関連付けることができます。アルゴリズム的コードは、時空間符号化（space time coding）のような、より安定した通信、あるいは空間多重（spatial multiplexing）のような、改善された送受信コードのどちらかを実現することができるコードのすべてのタイプとして、ここでの記述では引用されます。受信装置で別々の送信情報を相互に関連付けすることを可能にするために時間、空間、あるいは周波数を拡散し、かつ干渉やノイズのある環境下で目的とする情報を読み取るために、同じ情報を二度以上送信することで、通常はリンクのロバスト（堅牢）性が得られます。改善された受信及び送信コードという観点から、ここでの記述は、次の段落で議論するアダプティブアレイ・スマートアンテナと主に関連しています。

スマートアンテナの種類

スマートアンテナには、大きく分けてスイッチビーム（ビーム切り替え）スマートアンテナ（SWB）とアダプティブアレイアンテナ¹（AAA）の 2 種類があります。前者（SWB）はシステムの開発段階か、もしくは製品のインストーレーションの段階で作成された事前設定のビームを利用する技術です。後者（AAA）は、高度でかつ複雑な信号処理を利用しながら連続したリアルタイム解析を通して、最も短い時間での環境変化に従って、アンテナまたは送信の特性を一般的に修正かつ適応させていくアンテナです。AAAは、改善された受信及び送信のためのMIMOアルゴリズムの 1 つの主要な方式です。

¹ 出典http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_antenna

SWB とAAAの双方とも、無線リンクの性能の点で著しい向上を図ることが可能ですが、無線システムに対して一定のコストを強いることとなります。スマートアンテナシステムに対して使われる多くのバズワード（一見専門用語のように見えるがそうではなく、明確な合意や定義のない用語）表現が他にもあるとは言え、すべてとは言えないまでも、大部分はこれら2つのカテゴリに分類されます。

アダプティブアレイ 対 スイッチビーム

これらの2つの方式の比較により、2つの方式の概念の違いがわかりやすくなります。

- AAA は、環境の変化に対応するため、複雑な信号処理を必要とするのに対し、SWB は、効率的に稼働するための信号処理をほとんど必要としない。
- AAA は、送信及び受信パスの双方で使用される各アンテナ素子に RF チェーン全体を必要とするのに対し、SWB は、同一 RF パス上の複数のアンテナを共有することができ、スマートアンテナシステムのコストとサイズを著しく削減することができる。
- AAA は、システムの移動度（モビリティ）が増えるにつれて、指数関数的により高い計算リソースを必要とするのに対して、SWB は、事前設定されたビームをナノ秒の速度で切り換えていくことができるため、仮に移動度（モビリティ）が極端に大きくなっても、実質上同じ計算能力で対応できる。
- AAA は、アンテナアレイのサイズが増加するにつれて、指数関数的により高い計算リソースを必要とするので、実質的に低価格の民生用無線機器においては一桁の数のアンテナアレイに限定されるのに対して、SWB は、二桁、時には三桁の数のアレイでさえも、ほとんど同じ計算リソースでかつその部品に対して同程度のコストで容易に実装することができる。
- AAA は、要望されたビームを一緒に生成しながら、アレイのすべてのアンテナの信号の振幅と位相の両方を変調することができるのに対して、SWB は、“同じ”ビームが要望された方向へ指向を変えることが実現できるように、信号の位相と波面の角度のみを一般に変調する。
- SWB は、膨大な AAA の実装可能なオプションの中のある特別なケースであるため、同じアンテナアレイサイズでは、理論的に AAA が SWB に比べて常時優れた性能を得ることができる。

一般的な言葉に言い換えると、AAA は特定のアンテナアレイから常により優れた性能を提供することができるとは言え、常にコストが非常に高く付き、とても高額で、日常の民生品向け機器において使用するにはいささか非現実的です。携帯電話でのケースを考えると、2つの AAA を搭載したアンテナアレイを実装することは、可能ではあるが非常に困難です。その一方、AAA を搭載していない普通の携帯電話と同じコストで、2つの RF チェーンを持つ 8 アンテナアレイの SWB を携帯電話に実装することができます。

さらに付け加えると、SWB 搭載の携帯電話の性能は、上述した AAA 搭載の携帯電話を上回ることになるでしょう。もう一つの例として、ラップトップ PC 向けの WiMAX

USB クライアントがあげることができます。BON Networks 社では、最大 15dB のゲインと 20dB のノイズ除去能力を持つ 32 素子、2RF チェーンの SWB ユニットである SEDAN WiMAX USB 25-16MF を開発しました。一方で、AAA の技術を使用して SWB と同等の性能を民生品機器上で実現することは、事実上不可能です。

複数のタイプのSWBが市販市場で入手可能

今日の広帯域無線の世界では、スマートアンテナとして使用するため、事前設定されたビームを実現するために使われる SWB の概念は複数あります。その中でより一般的なのは、アンテナ選択方式です。この方式は一つのユニットに複数のアンテナを組込むことができ、各アンテナは一般にある選択済み方向へのビームパターンを持っています。そのユニットは、次に同時に使用できるアンテナの中から一つを選択しますが、そのアンテナは特定の時間及び場所において最も良い性能を示しているものです。このスキームにより、オムニアンテナと比較して性能の改善が可能ですが、そのアンテナの各々の性能と、できる限りすべてのアプリケーションに組み込むことができる種々のアンテナの数という点では非常に制約されます。利用可能な事前設定されたビームの一般的な数は、通常おおよそ 100 ビーム程度です。

その他の優れた SWB の概念は、今日主に軍用やサテライトのアプリケーションで使用されているフェーズドアレイ技術をベースにしています。フェーズドアレイ SWB は、すべてのアンテナを常時同時に使用します。すべてのアンテナを膨大な数の理論的に可能な組み合わせにするため、各々のアンテナで送信、あるいは受信される信号を操作することができます。そのような組み合わせの各々が、それぞれの事前設定されたビームになります。

そこで例えば、8 つの別々に操作された信号を使用し、各アンテナが 4 つの別々の操作可能な 8 アンテナでは、最大 $4^8 (=65,536)$ までのビーム生成が可能であるため、事前設定された 64,000 以上のビームに変換できます。これらのビームが事前設定されていると呼ばれる理由は、ビームを生成するために計算が行われるのではなく、むしろアンテナの設計段階で既に実施済みの計算に従って、ビームを生成するための信号の操作が選択されるからです。これが、システムが稼働している特定の時間と場所に適した唯一のビームパターンを生成するため、各間隔で信号処理計算をしなければならない AAA ビームとは異なる点です。アプリケーションの移動度が増えれば増えるほど、より高速かつ複雑な計算が AAA には必要になります。

スイッチビームスマートアンテナと MIMO の結合

無線リンクの性能をさらに最大限に発揮させるため、MIMO 技術を無線モデムに統合することで、スマートアンテナの能力を拡張することができます。時空間符号化 (STC) のようなリンク品質の向上と空間多重 (SM) のようなビットレートの向上の双方のための MIMO アルゴリズムは、両分野において最良の結果を得るために、スマートアンテナ技術と連携して使用することが可能です。2x2 または 3x3 MIMO モデムを使

用し、かつ各々の RF チェーンを SWB スマートアンテナに接続することで、特定のアプリケーションまたは環境に適合させるため、アンテナアレイの性能を最適化することができます。

一例が、3x3 MIMO リンクで使用される 12 素子のアンテナアレイです。各 4 素子は、結合されて 1 つの SWB になり、かつ RF チェーンの 1 つで使用することができる 1 つの事前設定されたビームを選択することで制御されます。3 つの RF チェーンは、AAA と SWB の混成型スマートアンテナと一緒に実装されます。これらのアンテナタイプは、これからの数年間以内に広帯域無線に対する最適ソリューションの主流となります。3G, Wi-Fi, WiMAX, LTE, WPAN 及び バックフォール無線リンクなどの新しい規格が、私たちの日常生活の一部となるに従って、これらで使用されるためにスマートアンテナのこのようなタイプが求められています。

BON Networks が提供するスマートアンテナ **SEDAN**

特許申請中の技術を用いて BON Networks 社で開発された SEDAN スマートアンテナは、SWB と MIMO を組み合わせた最適なソリューションを提供します。SEDAN SWB アンテナは、要求する方向のみからの情報を送受信するために、アンテナアレイを通して信号を操作できます。ダイバシティを確保しながら、この能力を組み込まれた複数の SWB アンテナと一緒に組み合わせることで、MIMO モデムは、最適な性能でデータの送受信をするため、2 つまたは 3 つの SWB アンテナを使用することができます。この新しい概念は、すべての新たな無線規格に準拠し、使用できる空間符号化 (STC) 及び空間多重 (SM) のような MIMO アルゴリズムをなお容易にしたままで、民生用のコストとサイズで実装できる 18 素子のアンテナアレイを実現いたします。