

マルチユーザ OFDM の送信アンテナ選択

酒井信 大野修一

(広島大学大学院工学研究科)

1. 緒言

近年、携帯電話などの無線アクセス技術の高度化により、さまざまなサービスが広く普及し、その利用者も爆発的に増加すると見込まれている。そのため、現在利用されている移動通信技術に比べ、高速化・大容量化を可能にするシステムの実現が課題となっている。

アンテナ選択は、限られた送受信装置でも性能を向上させることができる。そこで、STBC(space-time block coding) と、OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) を組み合わせることにより、複数のユーザが存在する場合での、高速かつ高性能な通信を実現することを本研究の目的とする。

基地局に N_t 本の送信アンテナ、ユーザが N_r 人存在するシステムを考える。(ただし $N_t \geq 2N_r$ とする) 各ユーザは、1本の受信アンテナを持っているとする。 2×1 の STBC を用い、各ユーザに 2本ずつの送信アンテナを割り当てる。このとき最適な割り当てを行うには、それぞれの通信路において \log の計算、周波数応答の計算が必要であり、計算量が多くなる。そこで、計算量の少ない効率的な割り当て法を提案し、シミュレーションにより性能を評価する。

2. 提案アルゴリズム

通信路の次数を L 、サブキャリア数を N とし、 $H^i(W^n)$ は、 i 番目の送信アンテナからの通信路からのインパルス応答 $h^i(l)_{l=0,L}$ の DFT 点上 $W^n = \exp(-i2\pi n/N)$ における周波数応答の値とする。 ρ は受信 SN 比である。 i, j という 2本のアンテナを選択すると、通信容量 $C[\text{bps}/\text{Hz}]$ は次の式で求めることができる。

$$C = \sum_{n=0}^{N-1} \log_2 \left\{ 1 + \frac{\rho}{2} (|H^i(W^n)|^2 + |H^j(W^n)|^2) \right\} \quad (1)$$

ここで、通信容量 $C[\text{bps}/\text{Hz}]$ をもとめる際、 \log の演算、周波数応答の計算をする必要がある。そこで、計算量を少なくするため近似式を用い、通信容量を求める。式(1)の ρ が十分小さければ、式(1)は

$$C = \frac{\rho}{2 \log_e 2} (\|h^{(i)}(0)\|^2 + \|h^{(j)}\|^2) \quad (2)$$

と近似することができる。したがって、ノルムの値が大きいアンテナを用いると、通信容量が大きくなると考えることができる。ノルムは

$$\|h^{(i)}\| = \sqrt{h^i(0)^2 + \dots + h^i(L)^2} \quad (3)$$

で求めることができ、この計算を各アンテナについて行い、値の大きいアンテナを選択する。計算量を比較すると、提案法は式(3)の計算を行うだけなので、 \log の計算が必要なく、周波数応答の計算も必要ない。そのため計算は著しく簡略化することができる。

複数の送信、受信アンテナそれぞれの伝送路の容量を計算し、通信効率のよい配分アルゴリズムを考える。以下にアルゴリズムの一例を示す。

ここでは、6本の送信アンテナ、2人のユーザ (UserA, UserB) で構成されるシステムを考える。こ

で、それぞれのユーザは2本の送信アンテナと通信するものとする。

■ STEP1

まず、UserA と送信アンテナのノルムを(3)式より算出し、ノルムの最も大きいアンテナを選ぶ。

■ STEP2

次に UserB と、STEP1 で選択されたアンテナを除く送信アンテナのノルムを(3)式より算出し、ノルムの最も大きいアンテナを選ぶ。

■ STEP3

再び UserB と、選択されていない送信アンテナとの通信路のノルムを算出し、アンテナを選び、同じ操作を UserA に対しても行う。

このようなアルゴリズムで分配することにより、なるべく均等な通信資源の分配を狙っている。

図1にシミュレーション結果を示す。提案法におけるユーザ (UserA, UserB) の通信容量を表す。ここでは最適値と、ランダムに選択したときの通信容量と比較するため同時に表示した。提案法による通信容量を見ると、最適値に近い値になった。ここで、それぞれのユーザ同士の通信容量を比較すると、最初にアンテナ選択を行ったユーザのほうが若干大きくなっているが、ほぼ同じ通信容量を実現できた。

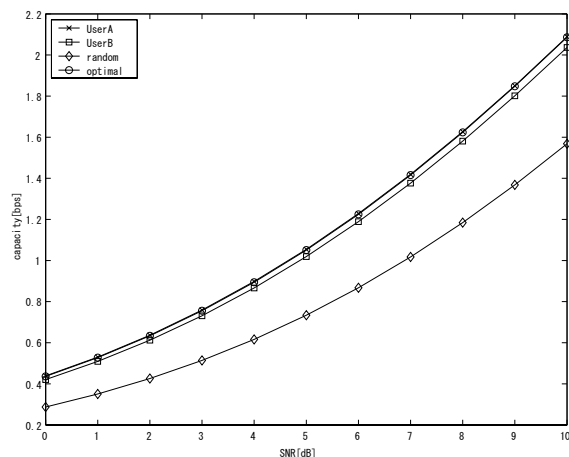


図1: 通信容量

3. 結言

提案法は最適値に近い結果が得られた。今回の提案法は、最も簡単な方法であり、ほかにも様々な選択アルゴリズムが考えられる。今後はそれらの方法との比較、検証を行い、理想的な通信を行うためのアンテナの分配アルゴリズムを考えたい。

参考文献

- [1] S.Sanayei, A.Nosratinia, "Antenna Selection in MIMO Systems", IEEE Communication Magazine, October 2004