

空間相関低減を目的とした電磁波反射材配置法の検討

日大生産工(院) ○村林 光 日大生産工 関 智弘, 新井 麻希

1. まえがき

近年、スマートフォンなどのデバイスの急速な普及により、無線で大容量データをやりとりするケースが増えている。徐々に形成されつつあるIoT (Internet of Things) 社会ではこれまで通信を行っていたもの他に家電や自動車、ドアの鍵に至るまであらゆるものと通信が行われ、今後も通信トラヒックは増加していくと考えられる。この上で、更なる大容量通信を行うにあたって、有限資源である周波数帯域幅をできるだけ用いずに通信を行うことが求められている。そのためには通信路容量の改善が必要である。その改善方法として、屋内などの密閉空間において電磁波反射材を設置することにより、通信路の数を増やし、より良い通信路を選択することで通信路容量を増やすことができるのではないかと考えられる。この電磁波反射材の材質、配置の変数による通信路容量を評価し、最善の配置法について明らかにする。本検討ではその基礎検討としてアンテナ数と通信容量の関係、今後用いる周波数の波形について明らかにした。

2. 提案構成

Fig.1 は本検討のシステムイメージである。前述の通り屋内を想定しており、一室で通信体に向けてビームを送信し、その道中で壁面に取り付けられた反射材がビームを反射、それによって通信路を増やしている。Fig. 2 ではターゲットモデルを示している。ここではFig.1でのシステムイメージで解析を行うために具体的な数値、方法を示している。ここで、解析条件として搬送波の周波数は60 GHz帯を想定しており、部屋の大きさは日本の一般的なリビングルームの大きさである21 畳より、幅×奥行×高さが $6 \times 6 \times 2.5$ m、材質であるコンクリートの数値として比誘電率は6.8、導電率は0.0023 S/mで構成されている。送受信は 2×2 MIMOでそれぞれ床面より1 mの位置に設置されており、受信点はX軸とY軸の方

向に1 m毎に設置されている。また2つの送信ビームの角度差は $\theta = 60^\circ$ としている。解析の方法としてはFig. 2で示されるように反射材をX軸に移動させ、その時の通信路容量について評価していく。

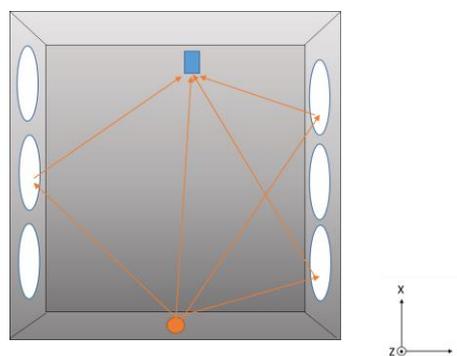


Fig. 1 システムイメージ

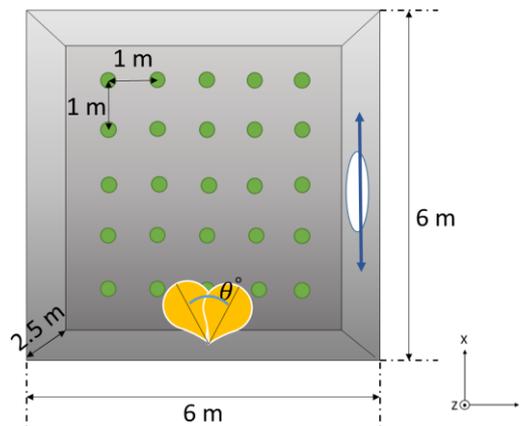


Fig. 2 ターゲットモデル

For the purpose of reducing spatial correlation
Examination of electromagnetic wave reflector placement method

Hikaru MURABAYASHI, Tomohiro SEKI and Maki ARAI

3. 解析方法

本検討では、アンテナ数と通信容量の関係について検討する。以下に表されるMIMOにおける通信路容量Cを求める式よりアンテナ数と通信路容量の関係についてグラフを示す。また、2×2 MIMOのダイバーシティ特性についてMATLABを用いて解析、評価する。

$$C = \log_2 \left[\det \left[I + \frac{P_t}{m\sigma^2} \mathbf{H}\mathbf{H}^H \right] \right]$$

4. 解析結果

4.1 アンテナ数と通信路容量の関係

Fig. 3に前述の式より算出したアンテナ数と通信路容量の関係についてグラフを示す。SNRが10 dBの場合と20 dBの時を比べるとSNRが高いほうが通信路容量は大きくなることが見て取れる。また、アンテナ数は増加するほど通信路容量は増えるが、上がり幅は徐々に減っていくことがわかる。

4.2 ダイバーシティ特性

Fig. 4に2×2MIMOのダイバーシティ特性についてグラフを示す。比較として1×1, 2×1, 1×2, そして理論値の特性を示した。送信ダイバーシティに比べて受信ダイバーシティが3 dB低いことがわかる。また、2次ダイバーシティの理論上の特性は、送信ダイバーシティと近似することが見て取れる。これは、すべてのダイバーシティ分枝で総電力が正規化されるからと考えられる。

5. まとめ

今回の検討では、アンテナ数と通信路容量の関係とダイバーシティ特性について報告した。

アンテナ数は増加する際、通信路容量は増えるが上がり幅は減っていくことから、実際の設計等の際は他のパラメータとの折り合いを見てアンテナ数を決定することになると考えられる。

今後の研究として、反射材があった時との差異を検討していくためにレイトレーシング法を用いた無相関下での通信路の評価が求められる。また、配置法の評価方法について検討が求められる。

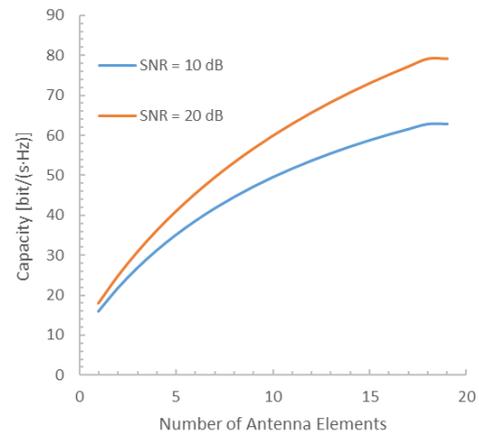


Fig. 3 アンテナ数と通信路容量の関係

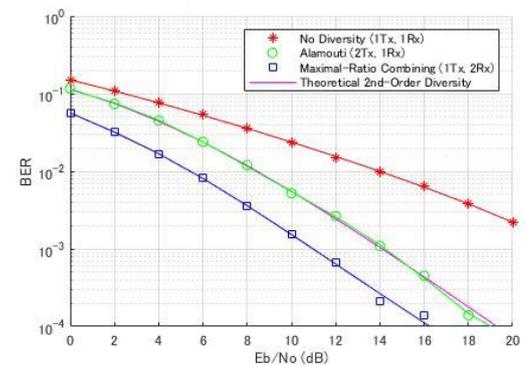


Fig. 4 ダイバーシティ特性

参考文献

- 1) 井上 祐樹, 長 敬三「室内MIMOシステムの平均チャンネル容量を最大化する基地局アンテナ指向性設計法」NTT DoCoMo テクニカルジャーナル Vol. 14 No. 4(2007), P42-45
- 2) 新井 宏之, 大橋 英征, 「アンテナ工学ハンドブック」オーム社(2008)
- 3) 小川 恭孝, 大鐘 武雄, 西村 寿彦, 「通信ソサエティマガジン No. 11[冬号]」電子情報通信学会(2009), p. 32-p. 38
- 4) Emre Telatar “Capacity of Multi-antenna Gaussian Channels” EMERGING TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES (1999), p. 585-p. 595