

人体貼り付け型偏波切替ダイバーシティアンテナの屋内実験

Indoor Experiment of Polarization Switching Diversity Antennas for On-Body Use

佐藤 弘康[†] 朱 一文[†] 陳 強[†] 須藤 隆^{††} 大石 崇文^{††} 鈴木 琢治^{††}

Hiroyasu Sato[†] Yiwen Zhu[†] Qiang Chen[†] Takashi Sudo^{††} Takafumi Ohishi^{††} Takuji Suzuki^{††}

[†]東北大学 大学院工学研究科 ^{††}株式会社東芝 ヘルスケア社

[†]Graduate School of Engineering, Tohoku University, ^{††}Healthcare company, Toshiba Corporation

1. はじめに

近年、心音、脈拍等体の健康状態を途切れなく通信可能な人体貼り付け型センサーが期待されており、Bluetooth[®]通信の通信品質の向上も望まれている。人体は立位、臥位等姿勢が変化するためアンテナの偏波面が変化し、屋内における通信ではマルチパスによる強い周波数選択性フェージングを受けるため、通信品質の向上のためにはダイバーシティ技術の利用が有望である。また、既存のタブレット端末を利用するためには貼り付け型センサーにおける送信ダイバーシティアンテナの適用が望まれる。そこで本研究では、Bluetooth[®]通信方式[1]における人体貼り付け型偏波切替ダイバーシティアンテナを試作し、その特性を屋内実験で評価した結果を示す。

2. 実験系

実験系を図1に示す。ベクトルネットワークアナライザ(Agilent N5224A)を使用してBluetooth帯域2402 MHz~2480 MHz、周波数点数79、周期 T_S で周波数を掃引する。貼り付け型送信ダイバーシティアンテナではRFスイッチを用いて送信垂直偏波(Tx. V)、送信水平偏波(Tx. H)を周期 T_P で切り替え、受信アンテナは回転移動させる。

実験環境を図2に示す。V偏波、H偏波の2個のパッチアンテナを人体等価ファントム(SPARG製)腹部に貼り付け、RFスイッチを用いて切り替えた。図2に示す屋内の実験環境においてマルチパスフェージング環境における伝搬測定を行うために、 θ 、 ϕ 方向に回転可能な回転テーブルに垂直偏波パッチアンテナ(Rx. V)を設置し、 θ 、 ϕ いずれも1 rpmの回転速度で連続的に回転させた。計測時間は300 sとした。

3. 実験結果

$T_S=100$ msで周波数掃引したときの受信電力の周波数特性を図3に示す。図3(a)はRFスイッチ無し・V偏波で送信した場合、図3(b)は切り替え周期 $T_P=2T_S=200$ msで偏波を切り替えて送信し

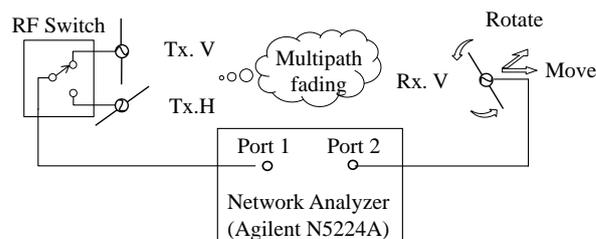


図1 実験系

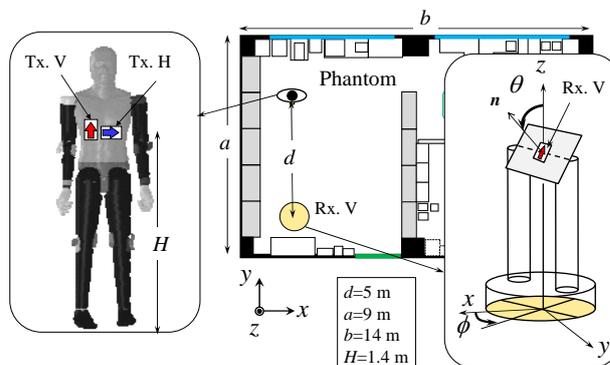


図2 実験環境

た場合である。いずれも受信アンテナの回転に応じて振幅が大幅に変化しているものの、RFスイッチの有無に対する変化は顕著ではない。

受信電力の時間変化を図4に示す。図4(a)はスイッチ無し・V偏波を送信した場合、図4(b)はスイッチ無し・周期 T_S 毎に最大値を求め周波数ダイバーシティを適用した場合、図4(c)はスイッチ有り・周期 T_P 毎に最大値を求め周波数と偏波ダイバーシティを適用した場合を示している。

スイッチが無い場合、受信アンテナの姿勢の変化に応じて受信電力が大幅に変化した。これは受信アンテナの回転に応じてパスが変化するとともに、波長に対するパスの長さが変化する周波数選択性フェージングが観測されたものと考えられる。図4(b)、図4(c)の場合は、全計測時間にわたりこの周波数選択性フェージングがほぼ解消されており、安定した受信電力が得られた。受信

電力の累積確率分布(CDF)を図 5 に示す. 図中の (a), (b), 及び(c)はそれぞれ図 4 の(a), (b), 及び(c)に対応させている. CDF= -20 dB における受信電力はそれぞれ-81.1 dBm, -60.6 dBm, -57.5 dBm であり, (b) 周波数ダイバーシティ利得 $G_F=20.5$ dB, (c)周波数・偏波ダイバーシティ利得 $G_{FP}=23.6$ dB が得られた. $G_P=G_F - G_F = 3.1$ dB であり, 偏波ダイバーシティ利得の値として妥当な値と考えられる.

4. まとめ

マルチパスフェージング環境における人体貼り付け型偏波切替ダイバーシティアンテナの実験的検討を行った. RF スイッチを用いて屋内マルチパス環境における直交偏波を拾うことで, 約 3 dB の偏波ダイバーシティ利得が得られることがわかった. 周波数ダイバーシティと偏波ダイバーシティを合わせたダイバーシティ利得 23.6 dB が得られ, 貼り付け型センサーにおけるダイバーシティ技術の有効性が確認された.

謝辞 本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム」及び JSPS 科研費 26289122 の助成を受けて行われた.

[1] Bluetooth® は米国 Bluetooth SIG, Inc.の登録商標です.

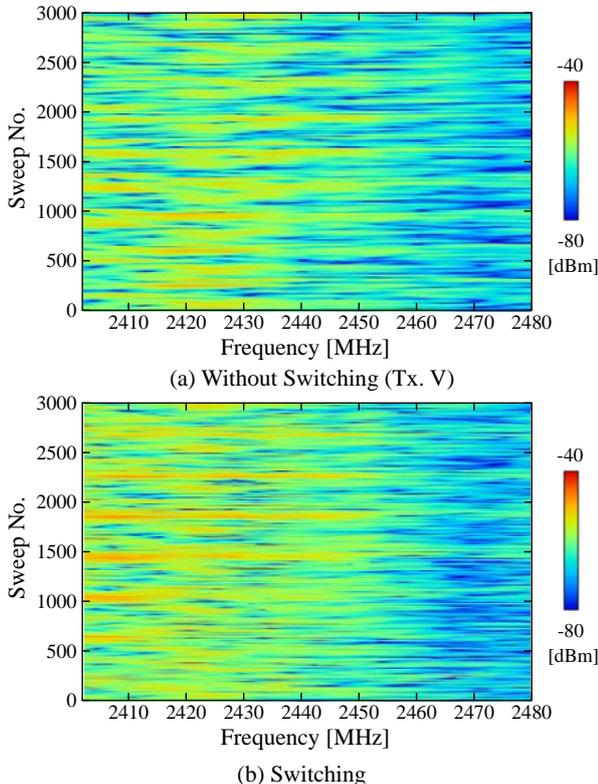


図 3 受信電力の周波数特性

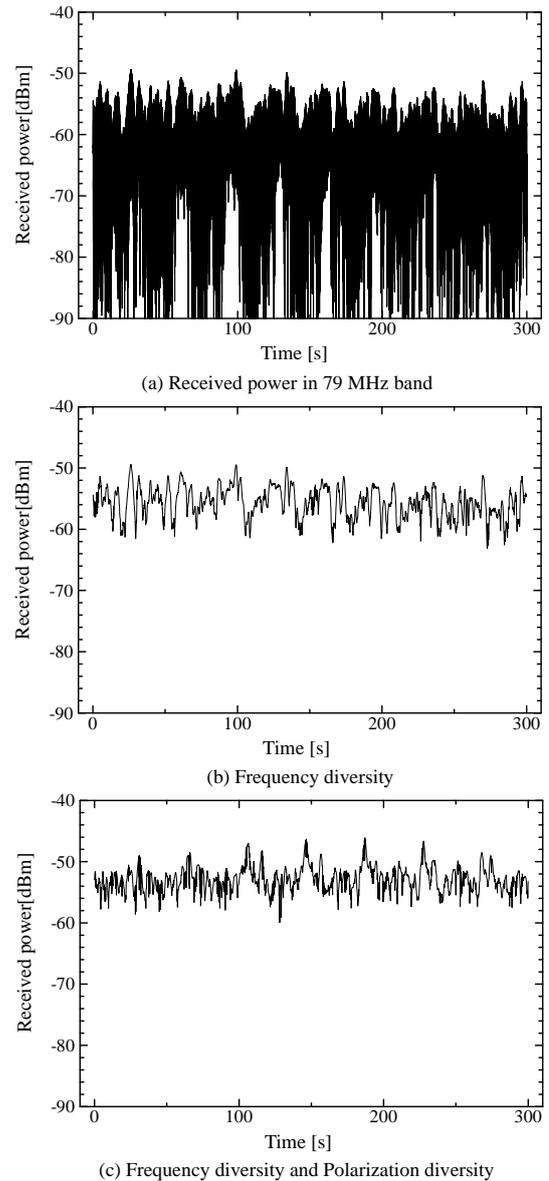


図 4 受信電力の時間変化

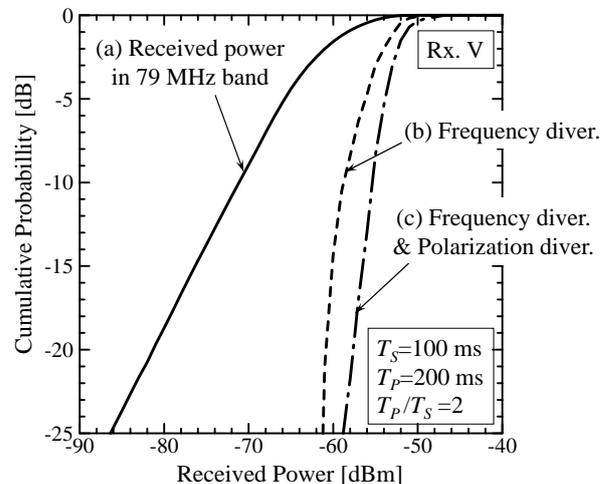


図 5 累積確率分布