

論文内容の要旨

博士論文題目 アンテナ指向性の周期的な可変による単一RF回路でのダイバーシチ受信の研究

氏名 塚本 悟司

(論文内容の要旨)

情報通信技術の進展と普及は目ざましく 2007 年には国内のスマートフォンや携帯電話の普及率を 95 % を超えている。無線通信の利用が一般化するにつれて、利用者は通信が常に可能である事を当然と考えるようになってきた。同時に省エネルギーや利便性向上のために無線センサや RF (Radio Frequency) タグなどの無線デバイスや家庭用ゲーム機など無線通信機能を有する機器も年々増加している。そして、これらの機器においても常に通信可能である事が期待されている。

しかし、無線通信を行う場合にはシャドウイングやマルチパスフェージングといった現象により受信信号が弱くなることで伝送速度や接続性が低下してしまうことがある。マルチパスに起因する干渉は信号処理による等化技術の進歩により、その影響を軽減することが可能となったが、受信信号強度自体の低下による影響は避けられない。最大比合成ダイバーシチはこの問題に対して有効な手段であるが、超小型無線端末では高周波回路 (RF 回路) の規模増加によるコストや消費電力の増加が問題となる。一方、単一 RF でのダイバーシチが実現できる選択ダイバーシチは回路規模の点では有利だが、受信ブランチの不適切な選択により劣化が生じる懸念がある。

近年多くの無線システムに採用されている OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式は、マルチパスによって生じる周波数選択性のフェージングに対しての耐性は高いが、周波数選択性が低いフェージング下での受信信号強度の低下ではやはり劣化が生じてしまう。しかも、OFDM システムに選択ダイバーシチを適用しようとするサブキャリアによって最適ブランチが異なる場合があり、その効果が薄い。

そこで、フェージングによる受信信号強度の低下を軽減する技術として、受信アンテナの指向性を周期的に切り替えることによる単一 RF 回路でのダイバーシチ受信方式の検討を行った。そして、簡単な構造であり電氣的に指向性を可変できるアンテナとして ESPAR (Electronically Steerable Passive Array Radiator) アンテナに着目し、その指向性を受信シンボル周期と同じ周期で高速に切り替えることで、ダイバーシチ受信を可能にする技術を考案し、超小型無線端末に採用の多いシングルキャリア方式の ZigBee や OFDM 方式を採用している無線 LAN (Local Area Network) への適用を念頭に理論検討やコンピュータシミュレーションを実施し、高速フェージング時にもダイバーシチゲインが得られる事を確認した。

氏名	塚本 悟司
----	-------

(論文審査結果の要旨)

平成 25 年 12 月 19 日に開催した公聴会の結果を参考に、平成 26 年 2 月 21 日に本博士論文の審査を実施した。

本論文では、無線センサや RF タグなど、消費電力が厳しく制限されている無線デバイスの性能改善に関する研究成果が示されている。無線通信システムでは、シャドウイングやマルチパスフェージングといった現象により、受信信号がしばしば雑音電力レベル以下に落ち込むため、伝送誤りが発生し、その結果として、伝送速度や接続性の低下を招くという問題がある。この問題を解決するために、信号処理や等化技術が検討されており、軽減することが可能となってきている。中でも、ダイバーシチは有効な手段であるが、複数の高周波回路が必要となるため、超小型無線端末では、コストや消費電力の問題が生じる。また、端末や周囲の物体の移動に伴う伝搬特性の変動に追従してダイバーシチ合成の制御を行う必要があるが、変動速度が高速になると伝搬特性の変動に追従できなくなり、ダイバーシチ効果が失われるという問題がある。

本論文では、近年多くの無線システムに採用されている OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) 方式を仮定し、低消費電力かつ高追従性を有するダイバーシチ手法の実現を目指したものである。本論文では、フェージングによる受信信号強度の低下を軽減する技術として、受信アンテナの指向性を周期的に切り替えることによる単一 RF (Radio Frequency) 回路でのダイバーシチ受信方式の検討を行っている。次に、簡単な構造であり電氣的に指向性を可変できるアンテナとして ESPAR (Electrical Steerable Passive Array Radiator) アンテナに着目し、その指向性を受信シンボル周期と同じ周期で高速に切り替えることでダイバーシチ受信を可能にする技術を提案している。超小型無線端末に採用の多いシングルキャリア方式の ZigBee や OFDM 方式を採用している無線 LAN (Local Area Network) への適用を念頭に理論検討やコンピュータシミュレーションを実施し、高速フェージング時にもダイバーシチゲインが得られる事を確認している。

以上の研究は、センサネットワークや次世代移動通信における、伝送品質の向上と消費電力削減に資する技術であり、また、学術的にも、無線空間信号処理技術の確立と応用に向けた意義の大きい研究成果である。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認める。