

地上デジタル放送の受信環境評価法ならびに高性能受信機の研究開発 (092306003)

A study of new evaluation method of the DTTV signal and high performance receiver

研究代表者

都竹 愛一郎 名城大学理工学部電気電子工学科
Aiichiro TSUZUKU Meijo University

研究分担者

中條 渉 名城大学理工学部電気電子工学科
Wataru CHUJO Meijo University

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

概要

地上デジタル放送の受信環境は、従来のアナログ放送の測定方法（電界強度の測定や、受信画像の目視）では正しく評価できなかった。そこで、地上デジタル放送の復調用の基準信号であるパイロット信号を用いた評価法（環境劣化量とマージン）を導入し、受信環境を正しく評価する手法を開発した。さらに、二つの誤り訂正符号（畳み込み符号と RS 符号）の連携を強化し、これまで受信できなかった弱電界地域でも受信可能となるような、高性能受信機を開発した。

Abstract

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) is used for DTTB (Digital Terrestrial Television Broadcasting). It is not affected by delayed waves easily, so SFN (Single Frequency Network) is possible. However, the signal quality cannot be measured accurately with C/N (Carrier to Noise Ratio) or MER (Modulation Error Ratio) in SFN area because of delayed waves. In this paper, we propose a new evaluation method with "Margin" and "Environmental Degradation Index". We verified the accuracy of this proposed method with field experiments. We also mention new Viterbi decoding method using error information of Reed-Solomon decoder, and describe the results of the simulation about the effectiveness of the method.

1. まえがき

地上デジタル放送は、2003年12月1日に、東京、名古屋、大阪で開始され、2011年7月24日には、アナログ放送が終了し、デジタル放送に完全移行した。

地上デジタル放送の受信環境は、従来のアナログ放送の測定方法（電界強度の測定や、受信画像の目視）では正しく評価できなかった。そこで、地上デジタル放送の復調用の基準信号であるパイロット信号を用いた評価法である「環境劣化量」と「マージン」という新しい尺度を導入して正しく評価することにより、難視聴エリアの特定とその対策、中継局の置局検討、さらには放送用周波数の有効利用に資することを目的として研究を進めた。また、地上デジタル放送で使用されている二つの誤り訂正符号（畳み込み符号と RS 符号）の連携を強化することにより誤り訂正能力を改善し、従来は放送エリア外であった地域やビル陰など、電波の弱い場所でもデジタル放送の受信が可能となるような高性能受信機の開発を行った。

2. 研究内容及び成果

2.1 受信環境評価法の確立

デジタル放送では、クリフエフェクト（受信した画像の品質が、受信信号の強度には比例せず、見えるか見えないかのどちらかになること）により、アナログ放送のように受信画像を見ただけでは評価できない。デジタル放送では、現在、受信 C/N や誤り率、MER（変調誤差比）を用いて評価している。しかし、マルチパス環境下（ビルの壁面に電波が反射し、複数の経路を通り電波が到達する状況）では、正しく評価することができていない。マルチパス環境

を模擬した室内実験の結果、C/N を用いた評価では、最大で 8dB の誤差があることが分かった。また、MER を用いた評価でも、マルチパスが無いときに比べ -4dB から +2dB の差があり、これらの数値を測っただけでは、その場所の受信環境を正しく評価することができないことが分かった。そこで、地上デジタル放送の復調用の基準信号であるパイロット信号を用いて、環境劣化量とマージンという値を新たに導入し、受信環境を正しく評価する。

環境劣化量およびマージンの算出方法: デジタル放送波をシグナルアナライザで IF 信号の状態でもパソコンに取り込み、デジタル復調を行い、パイロットシンボルを抽出する。これから BER 特性を推定し、環境劣化量とマージンを計算する。環境劣化量とマージンおよび平均誤り率の関係を図 1 に示す。環境劣化量は、劣化が全く無い環境で復調したときのビット誤り率特性において誤り率（誤り訂正前）が 2×10^{-2} となる C/N（室内実験では 20.1dB）に比べて、同じ誤り率となる C/N（図では C_0/N と表示）が何 dB 増加しているかという値であり、以下の式で表わされる。

$$\text{環境劣化量} = C_0/N - 20.1 \quad [\text{dB}]$$

なお、この環境劣化量は、次式のように、マルチパスによる劣化分と、外来雑音および増幅器の内部雑音による劣化分に分けることができる。

$$\text{環境劣化量} = \text{マルチパスによる劣化量} + \text{雑音の増加による劣化量} \quad [\text{dB}]$$

また、マージンは、評価環境での C/N（図では C_r/N_r と表示）が C_0/N よりどれだけ大きいかを表している。

$$\text{マージン} = C_r/N_r - C_0/N \quad [\text{dB}]$$

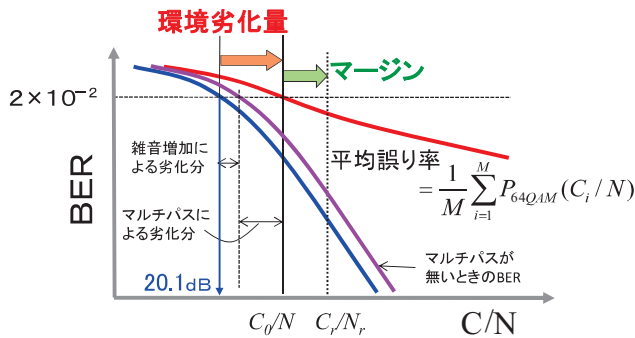


図1 環境劣化量とマージンの定義

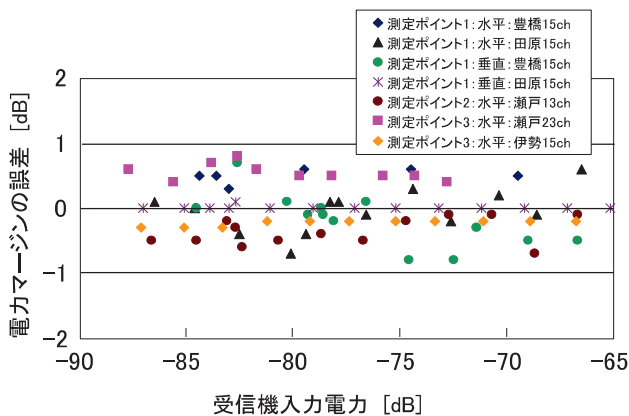


図2 屋外実験でのマージンの推定誤差

マルチパス環境における屋外実験を実施し、実環境における受信環境評価システムの有効性を検証した。屋外実験でのマージンの推定誤差を図2に示す。推定誤差は、±0.8dBに収まっていることが分かる。

放送波の伝搬距離が100kmの場合、時間率10%で約5dB、時間率1%で約9dB、受信電界が変動することが知られているが、地上デジタル放送では、2dBレベルが下がると、それまできれいに見えていた画像が、全く映らなくなってしまう。したがって、「昨日はきれいに映ったが、今日は映らない」という現象が起こる。現在、サービスエリアの所要電界の規定値60dBμV/mには、場所率と時間率がそれぞれ90%以上になるように9dBの補正值が含まれているが、C/Nには上に述べたように8dBの誤差を含むことがあり、サービス時間率が大きく低下してしまう。そこで、新たに導入する環境劣化量とマージンを測定すれば、ぎりぎりの状態で見えているのか、余裕を持って映っているのかが分かり、ぎりぎりの場合は、受信アンテナを高感度のものに換えたり、ブースターを入れるなど、事前に対策を施すことができ、弱電界地域での安定受信に貢献できる。

2.2 高性能受信機の開発

地上デジタル放送では、畳み込み符号とRS符号の二つの誤り訂正符号が使われているが、図3に示すように、RS符号からの誤り訂正可否情報を畳み込み符号にフィードバックすることにより、誤り訂正能力を向上させた復号アルゴリズムを開発し、コンピュータシミュレーションにより検証した。提案手法は、複数回適用することで、訂正能力を高めることができる。マルチパスのない環境で提案手法を1回だけ用いた場合は、2dB、10回適用した場合は、2.5dB改善することができた。また、図4に示すように、D/Uが0dBというマルチパス環境では、12dBも改善できた。

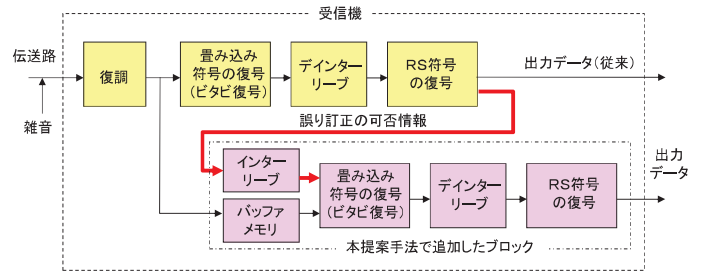


図3 誤り訂正能力の改善法

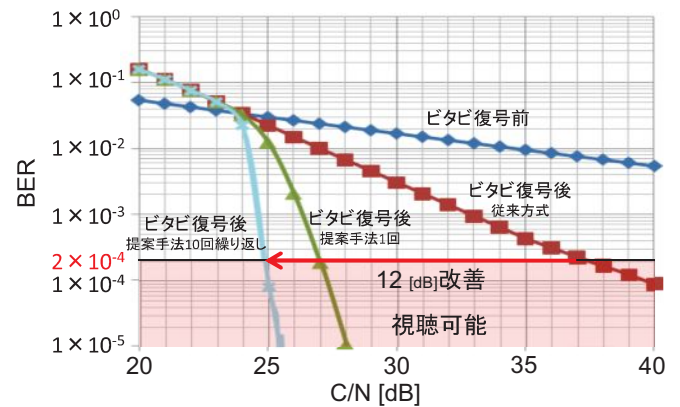


図4 誤り率特性

3. むすび

地上デジタル放送波の新しい品質評価法として、環境劣化量とマージンを用いた評価法を提案し、屋外実験を行い提案手法の精度を確認した。その結果、電力マージンの誤差は±1dB以下となり、提案手法の有効性を示すことができた。また、地上デジタル放送で使用されている二つの誤り訂正符号の連携を強化することにより誤り訂正能力を向上させる方法を提案し、シミュレーションにより本提案手法の有効性を確認した。今後は、これらの手法の実用化に向けて検討を進めていく予定である。

【誌上发表リスト】

- [1] 杉山、石川、平野、米澤、都竹、“マルチパス環境における地上デジタル放送波の新しい品質評価法の検討”、映像情報メディア学会放送技術研究会 Vol.34 No.9 pp.21-24 (2010-2)
- [2] 辻、早川、都竹、“RS復号の誤り訂正可否情報を用いたビタビ復号の改善”、映像情報メディア学会放送技術研究会 Vol.35 No.31 pp.21-24 (2011-7)
- [3] 早川、辻、都竹、“新幹線雑音が地上デジタル放送に与える影響”、映像情報メディア学会放送技術研究会 Vol.35 No.31 pp.25-28 (2011-7)

【登録特許リスト】

- [1] 都竹愛一郎、誤り訂正装置、受信装置、誤り訂正方法および誤り訂正プログラム、日本、申請2006年2月6日、登録2011年4月28日、登録番号4729726
- [2] 都竹愛一郎、品質評価装置、受信装置、品質評価方法および品質評価プログラム、日本、申請2007年2月26日、登録2011年4月28日、登録番号4729729
- [3] 都竹愛一郎、誤り訂正装置、受信装置、誤り訂正方法および誤り訂正プログラム、日本、申請2006年2月6日、登録2011年5月13日、登録番号4736044