

氏 名	田 中 元 志		
授 与 学 位	博 士 (工 学)		
学位授与年月日	平成 6 年 3 月 25 日		
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 1 項		
研究科, 専攻の名称	東北大学大学院工学研究科 (博士課程) 電気及通信工学専攻		
学 位 論 文 題 目	電磁雑音によるテレビ画像劣化とその評価に関する研究		
指 導 教 官	東北大学教授 高木 相		
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 高木 相	東北大学教授 曾根 敏夫	
	東北大学教授 澤谷 邦男	東北大学教授 丸山 欣哉	
	東北大学助教授 木幡 稔		

論 文 内 容 要 旨

第 1 章 序 論

テレビ, 今日における情報メディア, 娯楽において重要な役割を果たしている。その映像については高画質なものが期待されており, 高品位テレビ (HDTV, EDTV) の開発が進んでいる。

一方, 電磁環境の悪化 (都市の発達や各種電子機器の普及等) により, パースト性やインパルス性の非ガウス性電磁雑音 (不連続性雑音) が増加し, 受信障害を引き起こしている。テレビの受信画像に妨害を与える主な雑音源としては, 自動車のイクニッション, トライヤーや掃除器等の小型モータ, 電灯のスイッチ等が挙げられる。高画質の映像を得るためには送信品質だけでなく, 受信環境, 受信品質についても検討していく必要がある。

従来より, 非ガウス性電磁雑音によるテレビ画像妨害への影響について検討されている。しかし, 非ガウス性雑音を表現するパラメータは多く, 個々のパラメータがテレビ画像に及ぼす影響についての検討は必ずしも十分ではない。

従来の評価実験では, 画像の扱い易さ, 再現性等の点から静止画像が用いられており, 筆者も静止画像を用いて評価実験を行ってきた。現在のテレビ放送はほとんどが動画像であり, 動画像に対する画質 (妨害度) の評価が必要であると考えられる。

将来の主流になるであろう高品位テレビ (HDTV) への雑音の影響について調査することも非常に意義深いものとする。特にHDTVは, 現行テレビ方式に比べて非常に画質が良い。しかし,

これは同時に、良好な受信環境が要求され、雑音に対して厳しい制約が求められることになると考えられる。本研究は、妨害度測定器の設計、及びHDTVを含めたテレビの受信環境と受信品質の改善に資する知見を得ることを目的とした。

本研究では、前述の不明な点を解明すべく、雑音のパラメータが制御できる雑音発生器を構成し、テレビ画像に及ぼす雑音の影響について主観評価実験を行った。本論文は、その結果について述べ、検討を加えたものである。

第2章 電磁雑音とそのテレビ画像への影響に関する従来の研究

通信系等に妨害を与える電磁雑音（以後、雑音と呼ぶ）を分類し、それを表現するパラメータとして、

- (1) 電力・実効値
- (2) APD (Amplitude Probability Distribution)
- (3) ACR (Average Crossing Rate)
- (4) 継続時間
- (5) 発生頻度

が挙げられることを示した。そして、これらのパラメータが制御可能な雑音発生器の必要性を示した。

また、雑音がテレビ画像へ及ぼす影響に関する従来の研究を概観した。そして、つぎの問題点を指摘し、本研究における方針を決定した。

- (1) 妨害度の測定に標準的に用いられてきた準尖頭値計の値と、主観評価値は対応しない。妨害度と評価値の対応がよい測定器がない。
- (2) 雑音を表現するパラメータと評価値の関連について十分に調査されているとは言えない。
- (3) 雑音パラメータを制御し、評価値との関係を系統的に検討した例は見当たらない。
- (4) 動画上での評価実験は行われていない。

さらに、将来主流になると考えられるHDTV画像への雑音の影響について検討が必要であることを示した。

第3章 電磁雑音によるテレビ画像劣化の評価方法

テレビ画像に及ぼす雑音の影響について、主観評価により検討するため、図1に示す測定系を構成した。

その測定系において、テレビ画像に妨害を与える雑音源として、第2章で挙げた雑音パラメータをコンピュータにより制御できる雑音発生器を構成した。これにより、連続性雑音（ガウス雑音）、不連続性雑音（周期性バースト雑音、ランダム性バースト雑音）の任意のパラメータを個々に設定でき、雑音の影響についての検討が可能となった。

主観評価の方法としては、表1の5段階評価尺度による評定尺度法を用いた。これにより、評価結果間の相互比較が可能となる。

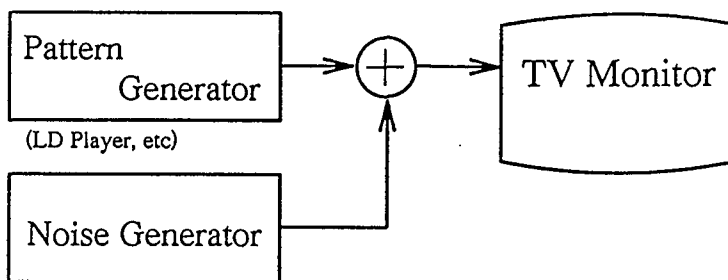


図1 測定系の構成

表1 5段階妨害尺度

評価値	評 価 語
5	(妨害が) わからない
4	(妨害が) わかるが気にならない
3	(妨害が) 気になるが邪魔にならない
2	(妨害が) 邪魔になる
1	(妨害が) 非常に邪魔になる

第4章 テレビ画像劣化の評価に及ぼす雑音パラメータの影響

第2章で挙げた雑音パラメータがテレビ画像妨害の評価に及ぼす影響について、主観評価実験を行った。

その結果、主に次の点が明らかとなった。

- (1) 雑音電力による影響が最も大きい。
- (2) 雑音電力一定の条件下では、
 - ① 確率統計量の影響が小さいことから、雑音の微細構造は大きく影響しない。
 - ② 連続性雑音と不連続性雑音とでは評価値が異なる。
 - ③ 実効値、継続時間、発生頻度の中では、実効値の影響が最も大きい。
- (3) 不連続性雑音が周期的に発生する場合とランダムに発生する場合とでは、発生頻度 $10 [S^{-1}]$ 付近で評価値の傾向が異なる。
- (4) 白黒画面上とカラー画面上とでは、白黒画面の方が妨害を感じやすい。

第5章 静止画像と動画像に及ぼす雑音の影響

静止画像上での評価と動画像上での評価について、連続性雑音と不連続性雑音による妨害について評価実験を行い、その結果を比較した。

雑音電力の増加に伴い評価値はほぼ直線的に劣化しており、静止画・動画どちらの画像上でも特

に大きな違いは見られなかった。図2は、不連続性雑音での結果である。妨害の小さいところで評価に若干の違いが見られるが、全体的には静止画と動画上とはほぼ同様な評価が得られている。静止画と動画上の妨害雑音の影響の感じかたの差はあまりないと考えられる。

そこで、Logistic関数を用いて評価値(MOS)と雑音電力(P[μW])パラメータの関係を次式で近似した(図2中の点線)。

$$\text{MOS}(P) = 1 + \frac{4}{1 + \exp(A - B \cdot \log P)} \quad (1)$$

ここで、A、Bは評価値が直線的に変化する部分の回帰分析から求められ、 $A=1.2$ 、 $B=1.25$ であった。これより、雑音の電力値がわかると評価値が推定できることになる。

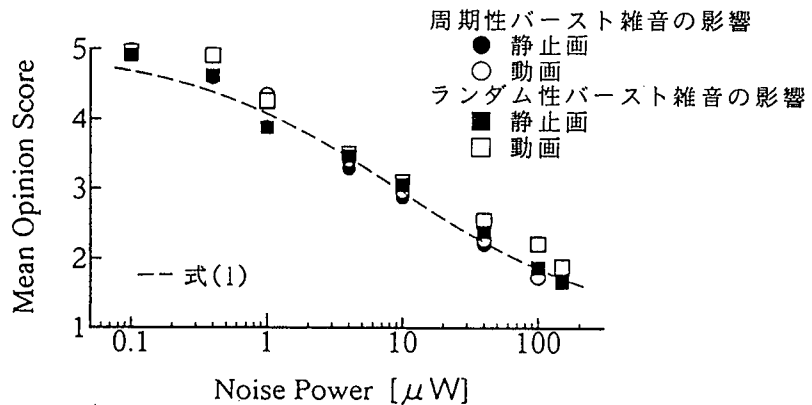


図2 静止画と動画上での評価結果

第6章 HDTV画像に及ぼす雑音の影響に関する基礎検討

テレビ周辺で発生する電磁雑音がHDTV画像へ及ぼす影響について実験を行ったが、雑音の混入は殆ど見られなかった。そこで、受信レベル低下によるHDTV画像の劣化について主観評価実験を行った。その結果、評価値の傾向は段階状の変化しており、第4章や第5章で得られた結果や衛生放送画像の評価結果の傾向と若干異なった。

第7章 結論

本研究では、HDTVを含めたテレビの受信環境と受信品質の改善に資する知見を得ることを目的とし、

- (1) 雑音を表現するパラメータの影響
- (2) 静止画と動画上での評価と動画上での評価
- (3) HDTVへの雑音の影響

について主観評価実験を行い、若干の検討を加えた。

本研究により、これからのテレビの構築、受信環境や受信品質の改善、妨害度測定器の実現等に向けた基礎資料が得られた。

審査結果の要旨

テレビ受像機は画像情報を提供する重要な装置であることから、常に画像の高品質化が図られて来た。しかし、画像情報の伝送中に混入する電磁雑音（ノイズ）と画像品質との関係についての研究はまだ十分に行われていないのが現状である。著者は将来の高品位テレビ（HDTV）の時代に備えて、ノイズに汚されたテレビ画像の画像劣化度（主観評価値）について研究を行い、ノイズのパラメータと画像劣化度との関係を明らかにした。本論文はこの研究成果を取り纏めたもので全編7章よりなる。

第1章は序論である。

第2章では、本研究に関する従来の研究を概観し、本研究を遂行するための具体的な課題を明らかにしている。

第3章では、ノイズによるテレビ画像劣化の評価方法について述べている。この中でノイズを定量化できるプログラマブルノイズ発生器の必要性について述べ、著者らのグループが開発した複合ノイズ発生器が有効に利用できることを明らかにしている。

第4章では、テレビ画像劣化の主観評価値に及ぼすノイズパラメータの影響に関する実験結果について述べている。ここで、主観評価値はノイズのパラメータのうち、振幅確率分布やインパルス性ノイズの発生頻度などのパラメータにはほとんど関係せず、ノイズの電力との相関が極めて大きいことを明らかにしている。また白黒画像はカラー画像よりノイズの影響を強く感じることも明らかにしている。これらは新しい知見である。

第5章では、ノイズに対する静止画像と動画像との違いについての実験結果について述べ、両者の主観評価値にはほとんど差はないことを明らかにしている。これにより、ノイズの影響はひとつの実験式で一般的に表示できることを示している。これは画像評価技術に新しい知見を加えたものとして高く評価される。

第6章では、HDTV 画像について同様の実験を試みた結果について述べ、今後の課題を明らかにしている。

第7章は結論である。

以上要するに本論文は、従来不明であったノイズのパラメータとテレビ画像の劣化度との関係を明らかにするとともに、同一ノイズによる静止画像と動画像の劣化度の差はほとんどないことを明らかにするなど、テレビジョン工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認める。