

氏名	み た せい いち 三 田 誠 一
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 2215 号
学位授与の日付	平 成 元 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	デ ィ ジ タ ル 録 画 方 式 の 研 究

(主 査)  
論文調査委員 教授 木村磐根 教授 池上文夫 教授 田丸啓吉

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は次世代の高画質、高性能の VTR（ビデオテープレコーダ）として期待されているデジタル VTR（以下 DVTR と略記）のための信号処理方式を開発し、それを用いて DVTR を試作した結果をまとめたものであって 8 章からなっている。

第 1 章は緒言であって本研究の背景と目的、研究開発動向と本研究の位置付け、ならびに本論文の概要を述べている。

第 2 章は記録信号の符号化について述べている。すなわち DVTR に用いるために考察したパーシャルレスポンスクラス 4 符号に基づいた 3 値記録符号、画像の強い相関を活用した 8-9 変換符号、ランレングス制限 NRZ の信号対雑音比、電力スペクトラム分布、アイパターン開口率等の基本特性などについて述べている。

第 3 章では波形等化部、特に識別再生して 2 値化した信号の低周波成分を再利用する低域遮断補償用波形等化方式について述べている。磁気テープのようにドロップアウトの多い系では、従来の量子化帰還方式で符号誤りの伝搬する問題を解決するため、新たに考案された開ループ構成の量子化直流再生方式について述べている。

第 4 章では波形等化部の高域遮断補償用波形等化器について検討している。すなわち波形等化後の雑音は主にナイキスト周波数近傍に集中するので、この部分で雑音増加のない等化方式の開発が重要になる。これに対して考案されたりニアキャンセラと呼ばれる非線形等化方式に最尤復号手法を付加する新しい等化法 (QLE) および DVTR への適用結果を述べている。

第 5 章では DVTR の無調整化、高信頼化に不可欠な自動等化器について述べる。前章で説明された等化法 QLE を使用する新しく考案された簡易タップ係数収束アルゴリズムと高速記録システムに適用可能な自動等化器について述べ、シミュレーションと実験により自動等化の収束特性について議論している。

第 6 章では誤り訂正符号の構成、復号方式、訂正能力に関して述べている。記録の高密度化に伴い、磁気テープの傷やゴミなどに起因する長いバースト誤りやテープ雑音、プリアンプ雑音に起因するランダム

誤りの発生が不可避になる。本章では、符号誤りの特性を明確にし、誤り訂正符号が満たすべき基本条件について述べている。つぎにリードソロモン符号を主体とした水平パリティと垂直パリティからなる2次元積符号を実際に構成して、これをDVTRに適用することにより、その符号誤りが訂正できることを述べている。また考案されたランダム誤りに対する訂正能力が高い2 out of 3 復号方式についても述べている。

第7章では以上で検討された諸方式を総合して開発された家庭用VTRカセットに1時間以上録画できるDVTRの諸元、構成について述べている。

第8章は結論であり、本研究によって得られた記録符号化方式、波形等化方式、誤り訂正方式等に関する結果を要約している。

### 論文審査の結果の要旨

アナログ記録方式を用いた録画装置としてのVTR (Video tape recorder) は放送、産業界はじめ家庭用としても広く普及しているが、記録再生過程で生ずる雑音や歪の影響を受け易く、録画テープを複写するごとにこれらが累積する欠点がある。この問題を解決する方法としてデジタル記録方式が期待されている。本論文は高画質、高速、高密度のデジタルVTRを実現するために、記録信号の符号化、波形の自動等化器、及び誤り訂正符号などにいくつかの新しいアイデアを提案し、これを総合して実用的なデジタルVTR (以下DVTRと略記) を完成させたものであって、その主な成果は以下の通りである。

1. DVTRのチャンネル特性に整合する画像の相関を活用した8—9変換符号とランレングス制限NRZ符号、およびパーシャルレスポンスに基づいた3値記録符号の3種の符号を提案し、これらに既存の符号を加えて特性評価を行い、DVTRの開発における符号選択に指針を与えた。特にランレングス制限NRZ符号は家庭用に、8—9NRZ・WI符号は高信頼度大容量DVTRに用いることが適当であることが示された。

2. 開ループ構成の量子化直流再生方式を考案し、シミュレーションによりその方式の効果を明らかにした。この結果、DVTRの低域遮断周波数がビット周波数の100分の1程度であれば、本方式を用いるとNRZ符号を実用化できることを明らかにした。

3. 記録の高密度化のために、雑音を増やすことなく符号間干渉を除去できる非線形等化方式を検討し、通常の非線形等化器であるリニアキャンセラ(LC)に最尤復号法を付加したQLEを提案し、符号誤り率の点でLCに優ることを明らかにした。これをDVTRに用いて記録密度の増大に成功している。

4. 記録システムの無調整化、高信頼性のための自動等化器としてQLE、LCを基本にしたデジタル自動等化器を開発した。また等化のために乗算を必要としない簡易収束アルゴリズムを考案し、ナイキスト周波数における信号低下が10 dBでSN比が18.5 dBのとき16回の繰り返して収束できることを示した。

5. DVTRで発生する符号誤りの訂正に適した誤り訂正符号としてリードソロモン符号を用い、20%の冗長度を有する積符号を構成して、訂正前の誤り率 $10^{-4}$ に対して5桁の改善能力があり、視覚検知限界誤り率 $10^{-8}$ を満足できることを示した。特に垂直訂正能力を向上できる高能率イレージャ(消失)訂

正方式を考案している。

6. 以上の諸方式を総合して記録レート 92 Mbps で、市販の 1/2 インチカセット VTR テープに 13  $\mu$ m 厚さのメタルテープを装着し、1 時間の録画が可能である DVTR を完成した。

以上要するに本論文は、安価で高性能なデジタル VTR を実現するために、デジタル記録システムの高密度化、無調整化、高信頼化のための符号、自動等化器、誤り訂正符号等に新しい方式を提案し、所期の目標を達成したものであって、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和63年11月29日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果合格と認めた。