

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| 氏 名       | 吹 拔 敬 彦<br>ふき ぬき たか ひこ  |
| 学 位 の 種 類 | 工 学 博 士                 |
| 学 位 記 番 号 | 論 工 博 第 822 号           |
| 学位授与の日付   | 昭 和 50 年 11 月 25 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    | 画像信号のフレーム内符号化方式に関する研究   |

論文調査委員 (主 査) 教 授 坂 井 利 之 教 授 矢 島 脩 三 教 授 堂 下 修 司

### 論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、画像信号の伝送過程において、画像のもつ冗長性と、人間の視覚に着目して能率的な符号化を行なう方式に関する理論とシミュレーション実験を内容とし、8章よりなっている。

第1章は序論で、この研究の目的、在来の研究との関連、意義と価値について述べている。

第2章は画像信号の統計的性質の検討と題し、画像符号化の在来の考え方にある矛盾を指摘し、これが筆者の研究の出発点となっている。すなわち、TV 信号の自己相関性は大きいということ、ならびにこの事実が伝送帯域の圧縮につながるという考え方の矛盾を指摘し、自己相関性が大きいという事実を、低周波成分を除去して、デジタル手法により、伝送に要するビット数の低減を図るという筆者の立場を明らかにしている。

第3章は予測符号化方式の最適化に関するもので、最適化の条件として、時間(空間)領域における視覚特性(差感度)を考慮した量子化雑音を最小にするという評価基準を採用し、最適予測係数は回路技術的に容易な1.0(完全積分型)とする方が良好であるとしている。これは在来、1.0より小さくしていた結果逆に画質が劣化していた事実を解明したことになる。

第4章は、画質劣化の少ない画像修正による予測符号化の効率化と題し、視覚特性として空間周波数領域の特性である斜め方向の視覚解像度が人間では劣るという点に着目し、予測効率を上げる方法を展開している。すなわち斜め方向の信号成分を低減する楕型フィルタ(修正フィルタと命名)を設け、このフィルタの空間周波数特性と相補的關係にある平面予測とを縦続的に接続するという方法であって、計算機シミュレーションでその効果を数値的に実証している。

第5章は、予測符号化方式の技術的問題点を扱っている。前2章で方式的に検討した予測符号化方式を装置化、システム化する際の問題となる事項を実験的に解決している。伝送符号誤り率の高い低品質回線における予測係数を1.0より小さくしていた実験的理由は、予測誤差信号電力の最小化のためでなく、符号誤りとの関係であること、ならびに可変長符号による符号化の新提案を行ない、その優秀性を示してい

る。さらに TV 電話システムなどでのクロック方式、カラー TV 信号の分離符号化などで有効な方法の提示とその実証を行なっている。

第6章は、アダマール変換符号化の問題を扱い、その優れた画像符号化特性を装置的に実現するため、一次元縦続型、二次元縦続型の2つの変換アルゴリズムを採用すると、従来の数分の一の素子数でよいことを見出している。ユニットは1個のデジタル加算器と2個のシフトレジスタから構成される簡単なもので、 $N=2^n$  次のアダマール変換に、 $n$ 段縦続接続するものである。試作実験装置と、これによる実験結果を述べている。

第7章は、画像信号の相関性の同期、記録などへの応用と題し、画像信号の相関性による冗長性を逆に利用する見地から新提案を行なっている。1つは PCM 伝送の語同期に対する応用で、従来の数語おきに同期用ビットを挿入することより優れていることを同期引込み時間と安定時間をパラメータにして示している。

他の1つは2次元平面にデジタル的に画像を記録する方法についてである。

第8章は結言である。

## 論文審査の結果の要旨

画像信号は、音声信号に比較して千倍以上の情報量と伝送周波数帯域をもつので、符号化伝送を必要とする点で最近の通信伝送技術の大きいテーマの一つである。

筆者は、画像信号のフレーム内符号化の方式について、画像情報のもつ統計的、視覚的特性について考察を行ない、理論的な側面と実験的な側面の両方について研究と開発を展開させている。

画像信号の符号化伝送は古くは理論的な興味からと、アナログ手法による伝送帯域の圧縮の実用的要請とから研究されていたが成功したとは言えなかった。

PCM などデジタル通信の発展と普及、画像伝送の需要の増加、メモリ素子や論理素子の急速な性能向上と価格低下によって、画像信号の情報源における能率的な符号化は最近のトピックスの位置を占めるに至った。

筆者は能率的符号化の中で、特に中心となる予測符号化、あるいは差分符号化、DPCM と呼ばれる方法と、直交変換符号化の2つの方法について研究を行なってまとめたのが本論文である。

この論文は、能率的符号化をするには、いかにすればよいかという基本的、根本的な反省から出発して、標本値（絵素）あたりの平均電力を圧縮するという立場で、より少ないビット数で画質の劣化の少ない符号化、つまり能率的符号化を扱った研究結果の纏めで、その成果は内外から注目され、以後の各方面の研究の端緒にもなっている。

本研究の主な成果をあげると次の通りである。

1) 画像信号の自己相関性が大きいという事実が帯域圧縮にうまくつながらなかった事実を再検討し、視覚特性を考慮に入れると相関性は必ずしも大きいと云えないこと、隣接走査線間では高周波成分は無相関に近いなどを明らかにした。これを数学的にみて、帯域圧縮に結びつけるのは無理で、自己相関性が大きいという事実を低域成分を除去して、デジタル手法により、伝送ビット数を低減させる高能率符号化

に進展させることである。

2) 画像信号の能率的符号化の中で最も基本的な予測符号化方式で、予測方法の最適化において新しい方式を考案・実験している。

画像信号の統計的性質と視覚特性の両方を利用して、最適予測係数の導出の仕方、これの回路技術的検討を行なっている。さらには、視覚特性の時間領域の差感度のみでなく、新たに空間周波数領域の特性である斜め方向の視覚解像度が劣るという事実を利用して、予測効率をあげ、回路的には冗長な斜め方向の信号成分を低減するフィルタと、平面予測とを縦続接続する方式を考案し、予測誤差信号電力を  $1/2$  に低減させうることを示した。

3) アダマール変換による画像符号化を、回路的に著しく簡単で、しかも優れた理論的、実際的特性を損わずに実施する方式を提案した。一次元縦続型、二次元縦続型アダマール変換と称する変換アルゴリズムで、これにより問題点であった素子数が従来の数分の一で実現可能となった。

さらに冗長性の除去の方向のみでなく、逆発想としての相関性の利用の検討とその実際的利用例を示している。

以上のように、この論文は画像信号の符号化伝送方式に関して、この分野の研究をかなり進展させ、学術上、工業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。