

報告番号 ※ Δ 第 2296号

主論文の要旨

題名 テレビジョン信号の2次元信号処理の研究

氏名 阿知葉 征彦

主論文の要旨

(1)

報告番号	※甲第	号	氏名	阿知葉 征彦
------	-----	---	----	--------

テレビジョン信号の周波数帯域は約4.5 MHzであり、これをデジタル化すると約100Mビット/秒の伝送速度となる。このため出来る限りデータ量を圧縮する高能率符号化が重要な研究課題となっている。画像の高能率符号化技術は、(1)標本化周波数を低くするサブナイキスト標本化方式と、(2)画素あたりのビット数を少なくする符号化いわゆるDPOM等とに分けることができる。本論文は、筆者が日立製作所中央研究所において11年間にわたり行なった画像信号処理技術に関する研究のうち、サブナイキスト標本化を中心とするデジタル信号の2次元処理に関する研究をまとめたものである。本論文はつぎのような内容から成っている。

第1章では、画像信号の高能率符号化技術の背景、研究の目的を述べ、本論文の位置づけを行なった。すなわち1.1節では、画像通信の発展につれて、画像信号の高能率符号化技術がシステムの経済的実現の上に欠かせないものとなってゆく技術的、社会的背景について述べ、1.2節では画像符号化方式の基礎的技術の概要を述べ、従来の研究成果をまとめた。1.3節では内外の研究の歴史的経過と本研究の位置づけを行ない、1.4節で本論文の概要をまとめた。

第2章では、カラーテレビジョン信号の周波数スペクトルの解析に関する研究成果について述べ、第3章以降で述べるサブナイキスト標本化方式の方式検討を行ない解析手法を明らかにした。

2.1節では、テレビジョン信号の周波数スペクトルに関する従来の発表例とその問題点を述べ、本論文の立場を述べた。2.2節では、モノクロテレビジョン

主論文の要旨

(2)

報告番号	※甲第	号	氏名
------	-----	---	----

ン信号を対象として、画像の持つ2次元周波数スペクトルと、これを走査して得たテレビジョン信号の持つ1次元周波数スペクトルとの関係を明らかにした。特に、テレビジョン信号に特有のインタレース走査について、その1次元周波数スペクトル構造を画像の2次元周波数スペクトルおよび走査線の2次元周波数スペクトルと関連づけて述べた。その結果、テレビジョン信号の1次元スペクトル^では画像の垂直周波数成分は直流を中心としてフィールド周波数毎のスペクトルとなってライン周波数近くまで分布し、画像の水平周波数成分はライン周波数毎のスペクトルとなって帯域端まで分布している。そして画像の斜め成分は夫々の水平周波数成分(ライン周波数の整数倍)を中心にフィールド周波数毎の輝線スペクトルとなって上下の側波帯を形成し、インタレース走査の為に、隣接した水平周波数成分の斜め高調波成分は互いにインタリーブの関係となって、フレーム周波数毎の輝線スペクトルを形成していることを明らかにした。

2.3節では、前節で述べたテレビジョン信号の1次元周波数スペクトルと2次元周波数スペクトルとの関係を発展させることにより、NTSC方式のカラーテレビジョン信号の色信号を変調している副搬送波周波数 f_{sc} の2次元スペクトルを明らかにした。すなわち、2次元副搬送波周波数の水平周波数成分は画像の水平方向の繰返周波数の整数倍であることを見出した。これにより、NTSC信号の2次元周波数スペクトルと1次元周波数スペクトルとの関係を明確に対応づけることができ、従来モデルの持っていた矛盾を解決することがで

主 論 文 の 要 旨

(3)

報告番号	※甲第	号	氏名
------	-----	---	----

きた。

2.4節では、2次元周波数解析が本論文の方式解析の基礎となっていること、及びその具体的応用例として、フィールド遅延を利用した新しいクロマインパータを提案し、その特性を2次元周波数領域で解析し、従来方式に較べ特性が大幅に改善できることを示した。

2.5節では、第2章のまとめを述べた。すなわち、本章で展開した2次元周波数解析手法は後述するサブナイキスト標本化方式の標本化周波数の選定、折返成分の2次元周波数分布等を考察する基礎を成している。特にフィールド間くし形フィルタの特性が本解析により初めて定量的に明らかになり、新しいサブナイキスト標本化方式の創案、特性解析の礎を築くことができた。

つぎに、サブナイキスト標本化方式についての研究成果を具体的に述べる。カラーテレビジョン信号のサブナイキスト標本化方式には、(a)輝度信号Yと色信号Cとを分離してサブナイキスト標本化するYC分離形と、(b)NTSC信号を直接サブナイキスト標本化する方式とがある。

第3章では、YC分離形サブナイキスト標本化方式とこれを適用した静止画像の狭帯域伝送装置の開発研究について述べた。

3.1節では、静止画像の狭帯域伝送のニーズが高まりつつあること等の技術的背景と本論文の立場を述べた。

3.2節では、カラー静止画像を電話回線を用いて伝送する際の技術課題と具体的な高能率符号化方式について検討した。すなわち、電話回線の伝送品質を

主 論 文 の 要 旨

(4)

報 告 番 号	※ 甲 第	号	氏 名
---------	-------	---	-----

考慮すると、高能率符号化方式としては、カラーテレビジョン信号をY C分離してサブナイキスト標本化する方式が画像伝送時間、受信画像品質の点から適していることを明らかにした。NTSC信号をY C分離して得た輝度信号の帯域は約2.5 MHzであり、色副搬送波信号そのものをサブナイキスト標本化周波数とすることができる。Y C分離された色信号の帯域は約0.5 MHzと狭いため、垂直方向の帯域を多少狭くしても再生画質にはさほど劣化は感じられない。そのため2種類の色差信号を走査線単位に交互に $f_{sc}/2$ で標本化する。これにより色信号の実効的標本化周波数を $1/2$ に圧縮する。このように、輝度信号を f_{sc} 、色信号を $f_{sc}/2$ で標本化することにより、総合した実効的標本化周波数を $1.5 f_{sc}$ (約5.4 MHz)とするカラーテレビジョン信号の標本化方式を提案した。

3.3節では、上記方式検討結果をもとに、カラー静止画像伝送装置の開発設計結果を述べた。とくに、(i)NTSC信号を先ずA/D変換し、後の信号処理をすべてデジタル回路で実現した全デジタル構成、(ii)デジタルフィルタによるY C分離、(iii)輝度信号のサブナイキスト標本化のためのデジタルくし形フィルタ、(iv)色信号のデジタル復調、変調回路、(v)カラーフレーム再生回路、及び、(vi)フィールドメモリの構成等について新しい信号処理方式、処理回路構成を提案、設計した。

3.4節では、試作したカラー静止画像伝送装置の再生画像品質について述べ、さらに画像の変化した部分のみを伝送することによる準動画像の狭帯域伝送に

主 論 文 の 要 旨

(5)

報 告 番 号	※ 甲 第	号	氏 名
---------	-------	---	-----

ついて述べた。

3.5 節では、第3章のまとめを述べた。すなわち、本章では実効的標本化周波数を $1.5 f_{sc}$ とする YC 分離形サブナイキスト標本化方式を提案し、これを実現する全デジタル信号処理構成を特徴とするカラー静止画像伝送装置を開発した。本開発により、画像伝送時間は従来装置の $1/2$ と半減でき、より広いニーズに適用が可能となった。

第4章では、カラー静止画像の NTSC 信号を画質劣化少なく、効率よく符号化できるフィールド間サブナイキスト標本化方式の研究成果について述べた。

4.1 節では、NTSC 信号を直接サブナイキスト標本化する技術背景と本論文の立場及び本論文で新たに提案したフィールド間サブナイキスト標本化方式を着想するに至った経緯を述べた。

4.2 節では、フィールド間サブナイキスト標本化方式の要となるフィールド間くし形フィルタについて検討結果を述べた。NTSC 信号では、水平走査周期 H 毎に搬送色信号の極性が反転しており、画面上で隣接した走査線となる前フィールドの $262H$ 前の信号とは搬送色信号の極性は同極性である。従ってこの走査線間で標本化位相を 180° 異ならせ、両走査線の高周波成分を加算平均することにより互いに補間すれば、折返雑音を除去することができる。このフィールド間くし形フィルタの特性を第2章で述べた2次元解析手法により明らかにした。

4.3 節では、具体的なサブナイキスト標本化周波数とその折返成分の影響を

主 論 文 の 要 旨

(6)

報 告 番 号	※ 甲 第	号	氏 名
---------	-------	---	-----

2次元解析手法により検討した。

4.4 節では、NTSC信号を副搬送波周波数の2倍で標本化するフィールド間サブナイキスト標本化方式により得られた再生画像品質について検討し、従来公表されていた方式に比べ、画質劣化が極めて少ない高品質の再生画像が得られることを示した。

4.5 節では、サブナイキスト標本化方式の2次元周波数特性を、同心円状パターンから成る2次元周波数掃引信号 (zone plate) により検討し、従来方式に比べ、本論文で提案したフィールド間サブナイキスト標本化方式が格段に優れた特性を有していることを示した。

4.6 節では、フィールド間サブナイキスト標本化方式を適用した静止画像表示用フレームメモリ及び静止画像ファイル装置の開発例について述べた。

4.7 節では、第4章のまとめを述べた。すなわち本章では、NTSC信号を $2 f_{sc}$ で標本化する新しいフィールド間サブナイキスト標本化方式を提案した。この方式による再生画像品質は極めて高品質であり、新しい静止画像機器の開発実用化、及び経済化に大いに貢献した。

第5章では、標本化周波数をさらに低くしたNTSC信号の直接サブナイキスト標本化方式の研究成果について述べた。

5.1 節では、NTSC信号をより低い周波数 (具体的には $1.5 f_{sc}$) でサブナイキスト標本化する技術的背景と本論文の立場を述べた。

5.2 節では、フィールド内処理により折返成分を除去する $1.5 f_{sc}$ のサブナ

主論文の要旨

(7)

報告番号	※甲第	号	氏名
<p>イクスト標本化方式について、標本化周波数、折返成分、帯域内通過特性等を2次元周波数解析手法により検討した。</p> <p>5.3節では、フィールド間処理により折返成分を除去する$1.5 f_{sc}$サブナイキスト標本化方式を提案し、前章と同様の検討を行なった。</p> <p>5.4節では、これらの諸方式について、計算機によりシミュレーションした実験結果について述べ、前章で提案したフィールド間サブナイキスト標本化方式の標本化周波数を$1.5 f_{sc}$とした方式^(により)の伝送帯域が最も広く、折返雑音による劣化の非常に少ない高品質の再生画像が得られることを明らかにした。</p> <p>5.5節では第5章のまとめを述べた。すなわち、第2章で述べた2次元周波数解析手法を駆使することにより、NTSC信号を$1.5 f_{sc}$でサブナイキスト標本化する各種の方式を提案し、その折返雑音の影響、それを除去する2次元フィルタの設計等の検討を行なった。この新しいサブナイキスト標本化方式では、第3章で述べたYC分離形サブナイキスト標本化方式に較べ一層良好なカラー画像が再生でき、サブナイキスト標本化の技術をさらに一歩進めることができた。</p> <p>第6章では、本論文全体に対するまとめを行ない、本研究の主要な成果を要約した。</p>			