

学位論文題名

マルチメディア通信会議のための画像表示  
及び記録法に関する研究

学位論文内容の要旨

広帯域 ISDN の技術開発の進展に伴い、広範囲で多様なメディア、通信速度に対応可能な統合通信方式として ATM が登場し、マルチメディア通信の本格化が期待されている。マルチメディア通信会議システムによる意思疎通を向上させる上で、表示画像の臨場感向上は、非常に重要な課題である。また、会議の内容理解を深める上で、ハードコピー作成は不可欠であり、良好な記録品質を得る簡易な装置の実現は、非常に重要な課題である。

本論文は、新しいマルチメディア通信サービスを実現するための基礎資料を得ることを目的として、1) 立体映像の効率的な提示方法、2) 広視野高精細表示方法、3) 良好な記録品質を得る簡易なハードコピー作成方法、に関する検討結果を述べたもので、9章から構成される。

第1章は序論であり、臨場感向上のための画像表示技術および記録技術の発展経緯、本研究の目的と構成について述べた。

第2章では、マルチメディア通信サービスの一例として、マルチメディア多地点通信会議装置を構築した。最初に、通信会議で使用されるメディアについて考察し、メディア別の情報伝達の特質を考慮した提示方法を提案した。次に、新しいマルチメディア通信会議サービスで提供すべき内容と技術課題を示す。これに基づき、現状で実現可能なサービス内容および機能を導く。次に、この機能を実現できるソフトウェア構成を示した。さらに、機能を利用者に提供する際の具体的な課題である、利用者にわかりやすいグラフィカルインタフェースの実現法、マルチメディアの操作性の向上策を示した。最後に、プロトタイプシステムを構築し、上記の操作性向上にかかわる課題が解決できたことを示した。

第3章から第8章では、第2章で示した新しいマルチメディア通信会議サービス実現のための技術課題を解決する。

第3章では、2眼式立体画像の情報圧縮を目的として、画像の統計的性質について検討した。はじめに、検討用の2眼式立体画像を作成し、これについて画像の自己相関、左右画像の相互相関を算出し、左右の画像の相互相関を利用した情報圧縮の可能性を示した。これに基づき、左右の画像の共通部分を削除するブロック処理の方法を提案した。この処理によって得られるエントロピーを算出し、原画と比較して40%のエントロピー削減できることを示し、提案方法の有効性を示した。

第4章では、立体視知覚特性の立場より2眼式立体画像の情報圧縮について検討した。2眼式立体画像特有の画質要因として、立体形状の再現性が挙げられる。これは、奥

行きの最小振幅と奥行き空間周波数帯域の2つの要因で決定される。現行テレビジョンを用い立体表示することを考え、上記2つの要因についてそれぞれの再現性を検討した。これにより、奥行き空間周波数帯域を制限しても立体形状を視覚的な劣化なしに再現出来るが、奥行きの振幅に関しては、現行テレビジョンの水平解像度不足のために連続的な奥行き再現が難しいことを示した。さらに、この不連続的な奥行き再現を改善する方法として、視差に対し振幅1画素程度のランダムノイズを重畳する方法を提案し、これにより奥行きの連続的な再現ができ、その有効性を確認した。

第5章では、通信会議における高臨場感表示方法として、表示画枠による視野制限を感じない程度に広視野で高精細な、新しい表示方法を検討した。人の網膜上の不均一な視力特性を利用して、広視野画像を通常の画素数で表示することにより表示視野角を大きくとり、同画像に対する注視点を逐次検出し、この注視点近傍に高精細画像を重ね合わせることによって、80°程度の視野角全体で高精細と知覚できる表示法を提案し、その構成を述べた。次に、表示画像周辺部分の空間周波数と画質、視線移動時から注視画像移動までの遅延時間と画質の関係についてシミュレーション実験を実施し、本表示法の基本的な有効性を確認し、装置構成のための要求条件を示した。

第6章では、第5章で得られた要求条件を満足できる光学系の構成、画像処理装置の構成を検討し、提案した広視野高精細表示装置を構築した。次に、システム評価として、注視画像走査光学系の評価、実現した表示画像処理の評価をおこない、その装置構成法の妥当性、本表示方法の有効性を確認した。

第7章では、熱記録方法における各種のインクフィルム除去法を考案・検討し、その基本的な実現性について見通しを得た。これにより、容器内のインクを選択的に直接加熱しこれを記録紙上に転写させて所望の記録画像を得る、新しい熱記録方法サーマルレオグラフィを提案した。本記録方法は、インクとしてペースト状のインクを用い、加熱デバイスとして、発熱体中にインク通過孔を有する、多孔サーマルヘッドを用いる。次に、その記録原理を述べ、この記録方法を実現するための検討課題を示した。

第8章では、第7章の検討結果に基づき、具体的に本記録方法を構築し、その構成法を示した。まず、ペースト状インクの組成比と記録特性の関係を実験的に求め、良好な記録品質が得られるペースト状インクの成分組成比を得た。次に、多孔サーマルヘッド構成の検討として2種類の多孔サーマルヘッドを考案試作して比較した。さらに、良好であった構成の多孔サーマルヘッドを最適化するために、インク・加熱デバイス系の熱伝導解析シミュレーションを実施した。これらの検討結果を反映した構成を実現し、その記録特性を検討した。その結果、(1)線密度4lines/mm、記録周期20ms/lineで分解能劣化がなく、実用上十分な記録濃度が得られること、(2)記録濃度1.0を得るエネルギーは30mJ/mm<sup>2</sup>以下であり、G3用感熱紙と同等の記録感度が得られること、が明らかになった。これにより提案した新記録方法サーマルレオグラフィの有効性を示すと共に、その構成法の有用性を示した。

第9章は、結論である。本論文で述べた画像表示及び記録法が、今後の新しいマルチメディア通信サービス発展のための一助となることを期待する。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 永 井 信 夫  
副 査 教 授 小 川 吉 彦  
副 査 教 授 柄 内 香 次  
副 査 教 授 北 島 秀 夫

## 学位論文題名

### マルチメディア通信会議のための画像表示 及び記録法に関する研究

近年、電子通信技術の進展により、通信会議システムの開発が精力的に進められている。しかし、その多くは映像と音声のみを利用するテレビ会議システムであって、多様なメディアを統合的に制御・提示して意思疎通の大幅改善を図る、マルチメディア通信会議システムの構成技術に関する工学的研究は緒についたばかりである。

このような現況の中で、構成技術面からの実現可能性と設計指針の提供が強く求められている。特に、通信会議における最大のサービス要因である臨場感は、現行の画像表示技術によって十分に達成されているとはいえず、HDTV(High Definition Television)を超えた広視野高精細表示、あるいは立体画像提示技術にかかわる技術的可能性を検討する必要がある。また、通信会議の2番目に大きなサービス要因である合理性を高めるため、ハードコピー作成装置の小型化は必須の技術課題である。本論文は、上記課題に応え、マルチメディア通信会議システム実現のための構成技術面からの設計指針を提供することを目的として実施した、広視野高精細表示技術、立体画像提示技術からなる高臨場感画像表示技術の実現可能性、ハードコピー作成装置の小型化に関する研究成果をまとめたもので、9章より構成されている。

第1章では、研究の背景、目的と意義について述べ、本論文の各章の内容を概説している。

第2章では、マルチメディア通信会議システムにおける所要機能とマルチメディア統合制御の形態を分析し、1つのプロトタイプを提案している。また、高臨場感画像表示、および記録装置の小型化は、実現構成技術が不十分であると判断し、第3章から第8章までの課題と位置付けている。

第3章では、通信会議における高臨場感表示を目的として、提案している広視野高精細表示方法について述べている。提案方法は、広視野画像上の注視点近傍に高精細な注視画像を重ね合わせるものである。シミュレーション実験により、①広視野画像の最大空間周波数は3cpd程度で十分である、②注視画像の移動は300ms以内に完了する必要がある、などの装置構成上の設計要件を示すと共に、提案方法が視覚特性上有効であることを

確認している。

第4章では、第3章で示された設計要件にもとづいた、広視野画像および注視画像に対する、画像処理アルゴリズム、実現装置構成を示している。システム評価により、①注視画像の移動完了時間は充分短く、遅延は知覚されない、②注視画像の周辺部の最高空間周波数を $2^\circ$ ごとに2段階で低減させることで画像の境界が弁別できない、などの結果を示し、装置構成法を実験的に検証すると共に、提案方法の技術的実現可能性を示している。

第5章と第6章は、2眼式立体画像を効果的に提示するための技術的手法について述べている。第5章では、2眼式立体画像の自己相関、および左右の画像間の相互相関を比較検討して、相互相関を利用した情報圧縮法を提案している。提案方法により、エントロピーが $5\text{bits/画素}$ 程度まで低減できることを示し、通信会議の臨場感向上のための設計指針を示している。

第6章では、立体視知覚特性の観点より2眼式立体画像をテレビジョンに提示する際的设计条件を検討している。「奥行き空間周波数帯域」を $3\text{cpd}$ 程度に制限することによる情報圧縮の可能性を示すと共に、水平解像度不足に起因する不連続的な立体再現の改善法を明らかにして、立体視知覚特性を考慮した効果的な立体再現のための設計条件を示している。

第7章では、会議文書等のハードコピー作成装置の小型化が図れる新しい熱記録方法を探索して、インクを選択的に直接加熱し記録紙上に転写させる、熱記録方法-サーマルレオグラフィ-を提案し、基本構成を示している。

第8章では、第7章で提案した熱記録方法の、最適な記録材料成分組成比、加熱デバイス構成、および記録紙特性を示している。さらに、記録特性を評価し、①線密度 $4\text{lines/mm}$ 、記録周期 $20\text{ms/line}$ で分解能劣化がなく、実用上十分な記録濃度が得られる、②G3用感熱紙と同等の記録感度を得られる、などの結果を示して、記録構成法の有用性を確認し、装置小型化に寄与し得る記録方法を実現している。

第9章では、本論文で述べた内容を総括し、本研究の成果を要約している。

これを要するに、著者は、マルチメディア通信会議システムに関して、高臨場感画像表示方法の装置構成法を提供し、テレビジョンによる立体画像の効果的な提示方法を示し、装置小型化に寄与し得る記録構成法を確立して、マルチメディア通信会議システムを実現する上での重要な知見および有益な構成技術を提供したものであり、画像通信工学および電子工学の発展に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。