

## 学位論文題名

対面形画像通信用表示方式におけるヒューマン  
インタフェース機能の研究

## 学位論文内容の要旨

テレビ電話やテレビ会議に代表される対面形画像通信は、音声情報に加えて映像情報を伝送するので、従来の音声通信の用件伝達的な機能に加えて、感情伝達や芸術表現的な機能も合わせ持ち、究極の通信メディアとしてその普及が期待されている。しかしながらこの対面形画像通信を使い易いものにするには解決すべき課題が多く、その一つがディスプレイのヒューマンインタフェース機能である。画像通信用ディスプレイにおいては、通常のディスプレイで要求される明るさ、解像度、色再現性などの物理的な画像再現機能に加えて、対面感、臨場感、プライバシー保護といった、対面形通信に特有の新たな機能が必要になる。

対面感を実現するにはディスプレイに表示される対話相手との視線の一致が重要である。また、臨場感を発生させる最大の要因は表示の立体感であろうが、臨場感を向上させて相手が眼前に実在するかのような感覚を与えることができれば、通話者間のコミュニケーションに図り知れない効果を及ぼす。さらに、音声通信におけるハンドセットが、通信相手の声を周囲の人に聞かれない保護機能を持つように、ディスプレイにもプライバシー保護機能をもたせる必要がある。現在のディスプレイではこれらの機能が不十分であるかあるいは全く考慮されておらないばかりか、これらの機能自体にも不明な点が多い。

本研究は、視線一致表示、立体表示、およびプライバシー保護表示に関する新たな方式を提案し、実験機の試作を通してその有効性を検討したもので、対面形画像通信用ディスプレイにおけるそれらヒューマンインタフェース機能に関する研究について述べたものであり、以下の9章からなっている。

第1章は序論であり、視線一致表示、立体表示、およびプライベートディスプレイに関わる既往の研究を概述し、大画面化視線一致表示方式、レンチキュラ板を用いるメガネなし3D表示方式、プライベート表示方式に関する未解明の事項を明らかにして本研究の目的を明らかにしている。

第2章は、新しく提案する対面感を付加した視線一致表示方式について述べている。すなわち、従来の視線一致技術の特徴、課題を明らかにした後、液晶スクリーンを用いた時分割形視線一致表示方式を新しく提案し、その動作原理と特徴について述べている。本方式は、ディスプレイの前面にデッドスペース

を生じない、大画面化に適する等の特徴を有している。また、対角40インチの実験機を試作して動作原理を確認している。

第3章は、第2章で提案した視線一致表示方式のモデル化を行い、そのモデルを用いてシミュレートした表示特性について試作機による実測結果と一致するように調整することにより、妥当なモデルを開発している。白・黒パターンを表示したときの輝度特性およびコントラスト比特性について、モデルによるシミュレーション結果は試作機による実測結果と良い対応を示した。さらに、このモデルを用いて本方式の最適動作条件を解析することにより、できるだけ短時間で撮影することが必要なことを明らかにしている。また、その場合の光量不足を解決する方法の1つとして、照明強度同期変調法を提案している。

第4章は、第2章で提案した視線一致表示方式を対角100インチ以上まで大画面化する方法について、2種類の新たな方式を提案・検討している。すなわち、100インチの大形スクリーンの全面に液晶スクリーンを用いる方法と通常のマルチスクリーンディスプレイに小形液晶スクリーン窓をはめ込む方法である。前者は、スクリーンの光学応答性低下により明るい表示が困難であること、後者は、明るい表示は実現できるものの小形窓部での継目の発生が避けられないことをそれぞれ見いだしており、今後の課題を明らかにしている。

第5章では、視線一致の概念を1人对1人から、複数人对複数人に拡張した多視線一致の方式を提案している。複数人同士が矛盾なく誰とでも視線一致するためには、ディスプレイに複数の画像を同時に表示するとともに、見る位置によって異なる画像が見えるようにする必要がある。これを実現するため、レンチキュラ板を用いた視線一致方式を提案し、レンチキュラ板の要求条件を検討し、実験機の試作により提案した多視線一致表示の動作原理を確認している。

第6章は、臨場感を付加した表示方式として、メガネなしで立体画像を観察できる、反射形レンチキュラ板を用いた投影形3D表示方式を提案している。反射形レンチキュラ板のサイドローブ設計と入射・反射方向の対称性を利用して、メガネなし立体表示実験機を試作し、レンチキュラ方式の限定された視域の問題点が、磁気センサーを用いた頭部追跡方式で解決できることを示している。

第7章は、LCDの前面にレンチキュラ板を設置する構成により、直視形3D表示方式を実現し、それを用いて対角15インチの直視形立体表示実験機を試作して、立体画像通信の観点から表示特性を評価している。すなわち、試作立体表示機による2D表示と3D表示について臨場感特性の比較を行い、臨場感に与える3D表示の優位性を明らかにしている。

第8章では、プライバシー保護機能を付加したディスプレイ方式として、レンチキュラ板付き光源とLCDを組み合わせたプライベートディスプレイを新たに提案している。他人にディスプレイを覗かれにくくする効果の有効性を明らかにするため、切り替え可能な3方向からのみ観察できる実験機を試作して、提案方式の動作原理を確認している。

第9章は結言であり、本論文の結論を述べている。

## 学位論文審査の要旨

主査	教授	大場	良次
副査	教授	大塚	喜弘
副査	教授	堤	耀広
副査	教授	伊達	惇
副査	教授	青木	由直

### 学位論文題名

## 対面形画像通信用表示方式におけるヒューマン インタフェース機能の研究

テレビ会議に代表される対面形画像通信は、マルチメディア時代における主要な通信メディアとしてその普及が期待されている。しかしその実用化には解決すべき課題が多く、中でもそのディスプレイは通常のディスプレイに要求される機能に加えて、対面感、臨場感、プライバシー保護といった、対面形通信に特有のヒューマンインタフェース機能が要求される。現在のディスプレイではこれらのヒューマンインタフェース機能が全く考慮されていないかあるいは不十分である。これらのヒューマンインタフェース機能自体に不明な点が多く、その研究はようやく緒についた状況にある。

本研究は、対面形画像通信用ディスプレイにおける視線一致表示、立体表示、およびプライバシー保護表示等のヒューマンインタフェース機能に関する研究について述べたもので、いくつかの新たな方式を提案すると共に、実験機の試作を通してその有効性を検討したもので、以下のような新しい知見を含んでいる。

- 1) 対面感を付加した視線一致表示方式として、液晶スクリーンを用いた時分割形視線一致表示方式を新しく提案してその動作原理と特徴を明らかにし、さらに本方式によるディスプレイの実験機を試作して動作原理を確認している。また、本表示方式の妥当なモデルを開発し、そのモデルを用いて解析することにより、いくつかの本方式の最適動作条件を見出している。
- 2) 視線一致の概念を1人対1人から、複数人対複数人に拡張した多視線一致の概念を新たに提案し、その一実現法を提案している。すなわち、複数人同士が矛盾なく誰とも視線一致できるためには、ディスプレイに同時に複数の画像を表示するととも

に、見る位置に応じてその特定の一画像が選択的に見えるようにする必要があることを初めて明らかにしている。さらにその実現ために、レンチキュラ板を用いる新しい視線一致方式を提案し、レンチキュラ板の性能に対する要求条件を検討し、実験機の試作により提案した多視線一致表示の動作原理を確認している。

- 3) 臨場感を付加した表示方式として、反射型レンチキュラ板のサイドローブ設計と入射・反射方向の対称性を利用して、メガネなしで立体画像を観察できる投影形3次元表示方式を新たに提案している。さらに、本方式によるメガネなし立体表示実験機を試作して、動作原理を実証している。また試作立体表示機による2次元表示と3次元表示について臨場感特性の比較を行い、臨場感に与える3次元表示の優位性を明らかにしている。
- 4) ディスプレイにおけるプライバシー保護機能の概念を新たに提案し、それを実現する一方式として、レンチキュラ板付き光源と液晶表示装置(LCD)を組み合わせたプライベートディスプレイを提案している。その有効性を明らかにするため、切り替え可能な3方向からのみ観察できる実験機を試作して、本方式の動作原理を確認している。

以上のように、本論文は対面形画像通信表示方式のためのヒューマンインタフェース機能に関する研究を述べたもので、いくつかの新しい表示方式を提案し、試作機によりその有効性を実証しており、情報光学、画像工学に関して新たな手段を与え、情報光学および応用光学上の新しい知見を含むものであり、応用物理学・メディア工学に寄与するところが大きい。

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。