学位論文題名

画像ディスプレイの調整と特性評価並びに
色再現に関する研究

学位論文内容の要旨

放送をはじめとして、映像を用いたサービスが広く普及している。当初、映像とは100年以上前に開発された映画であったが、日本では50年前にテレビ放送が始まり、白黒テレビ、カラーテレビ、ハイビジョンと進歩してきた。また、インターネットなどでのコンピューター画像もVGA(640×480画素)からSXGA(1280×1024画素)などへと進歩を続けている。従って、高精細映像によるサービスが、今後ますます増えていくことが期待されるが、新しいサービスを行う場合には、これがどのような性能なのか、従来と何が違うのかを評価しておかなければいけない。

映像サービスの評価を検討する場合、サービスが想定する使用条件や映像信号そのものが大きく関係するのはもちろんであるが、画像ディスプレイの性能や調整などディスプレイに関する項目も大きく関係している。これは、映像を用いたサービスは、利用者が使用するディスプレイ上に表示される画像の品質で評価がされること、従って画像ディスプレイの性能が、全体のサービスの品質に対して非常に重要となることによる。映像信号自体の評価は、映像信号の圧縮符号化などで広く検討されているが、ディスプレイ自体の評価はまだその方法が確立はされていない。このため、画像ディスプレイの評価の検討は、非常に重要な項目である。また、画像ディスプレイの性能は電気回路などの調整により大きく変化するため、ディスプレイの調整も重要な問題である。

従来の画像ディスプレイの調整や性能評価に関する検討は、物理特性に重きが置かれ、視聴する環境の影響や視覚特性との関係までは十分ではなかった。例えば、黒レベル輝度の調整では特殊なテストパターンが用いられるが、その調整は視覚特性とどのような関係があるのか、視聴する条件によって調整がどのように影響されるのかなど、知られてはいなかった。

そこで本論文では、視聴する条件や視覚特性を考慮しながら、高精細映像のサービスを検討する上で重要となる、画像ディスプレイの定量的な評価を目指す。そのため、まず仕様通りの性能が得られるように、ディスプレイの調整の自動化を行い、その後視覚特性を含めディスプレイの性能把握の検討を行う。

本論文は、全6章より構成される。

第2章では、ディスプレイの調整として一番頻度の高い「ブライトネス」の調整を述べる。通常のディスプレイを見る環境は、完全な暗室ではなく周囲光がある程度存在する。周囲光により画像の暗部の再現が大きく影響されるため、「ブライトネス」の調整が必要となる。PLUGE（プリュージュ）信号を用いた調整が視覚特性では輝度差の閾値を示すウェーバーの法則と関係することを示すとともに、この調整によりディスプレイの階調再現がどのように変化するかを、色再現に関係づけて論じる。このために本論文では、周囲光による画面への影響とその条件の下での PLUGE 信号による調整による画像への影響を、物理的に明らかにする。

第3章では、CRT ディスプレイの調整で最も時間のかかるコンバーゼンス補正の自動化を検討する。まず、背面投写型ディスプレイの構造を説明し、コンバーゼンス誤差の測定と補正方法を述べる。

第4章では、ディスプレイの解像度の測定方法を論じる。解像度を定量的に表す指標として MTF があるが、この測定方法は複数個あり、従来それらの関係が明らかではなかった。MTF 測定装置を開発するとともに、画像ディスプレイのモデルを提案し、各測定方法による結果の違いを明らかにする。これにより、正弦波を用いる方法が実用的であることを示す。また、動画像に対する解像度特性の方法についても論じる。

第5章では、画像の色再現を表す指標を検討する。従来あるものは、色票を対象とするもので画像には応用できない。現在提案されている s-CIELAB 法での画像評価を検討し、問題点を解決するための修正方法を提案する。一般画像を用いた計算例により、この提案方法が画像の色再現を評価するうえで有用な指標であることを示す。

第6章では、論文全体を総括する。第2章から第5章で明らかにされた点をまとめるとともに、複数の要因による画質への影響など今後の検討が必要になる課題を示し、ディスプレイの評価について今後の展望を述べる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 北 島 秀 夫
副 査 教 授 青 木 由 直
副 査 教 授 荒 木 健 治
副 査 助 教 授 長 谷 山 美 紀

学 位 論 文 題 名

画像ディスプレイの調整と特性評価並びに 色再現に関する研究

本論文は、テレビジョン受信機、通信端末、情報端末の構成上重要な位置を占める画像ディスプレイの動作評価法に関して、著者が行った研究の成果をまとめたものである。画像ディスプレイの評価は、画像表示方式、製造方式の選択において重要であることは言うまでもないが、更に与えられた画像ディスプレイの調整法を確立する上でも重要である。

以下論文各章の内容を概括する。著者はまず第1章において研究の意義、関連分野における相対的な位置づけを行った。映像サービスの評価を検討する場合、サービスが想定する使用条件や映像信号そのものが大きく関係するのは勿論であるが、画像ディスプレイの性能や調整などディスプレイに関する項目も大きく関係していること、映像を用いたサービスは、利用者が使用するディスプレイ上に表示される画像の品質で評価がされること、従って画像ディスプレイの性能が、全体のサービスの品質に対して非常に重要となること、映像信号自体の評価は、映像信号の圧縮符号化などで広く検討されているが、ディスプレイ自体の評価はまだその方法が確立はされていないため、画像ディスプレイの評価の検討は、非常に重要な項目であり、また、画像ディスプレイの性能は電子回路などの調整により大きく変化するため、ディスプレイの調整も重要な問題であることを述べた。

更に、従来の画像ディスプレイの調整や性能評価に関する検討は、物理特性に重きが置かれ、視聴する環境の影響や視覚特性との関係までは十分ではなかったことを指摘し、黒レベル輝度の調整を例として挙げ、そこでは特殊なテストパターンが用いられるが、その調整は視覚特性とどのような関係があるのか、視聴する条件によって調整がどのように影響されるのかなど、知られてはいなかったと述べた。著者は画像ディスプレイに関するこれまでの技術状況を正確に批判的に捉えているものと評価される。

続く各章の内容を紹介する。第2章では、ディスプレイの調整として一番頻度の高い「ブライツネス」の調整を述べた。通常のディスプレイを見る環境は、完全な暗室ではなく周囲光がある程度存在する。周囲光により画像の暗部の再現が大きく影響されるため、「ブライツネス」の調整が必要となる。PLUGE（プリュージュ）信号を用いた調整が視覚特性では輝度差の閾値を示すウェーバーの法則と関係することを示すとともに、この調整によりディスプレイの階調再現がどのように変化するかを、色再現に関係づけて論じた。このために本論文では、周囲光による画面への影響とその条件の下でのPLUGE信号による調整による画像への影響を、物理的に明らかにした。

第3章では、CRTディスプレイの調整で最も時間のかかるコンバーゼンス補正の自動化を検討した。まず、背面投写型ディスプレイの構造を説明し、コンバーゼンス誤差の測定と補正方法を述べた。

第4章では、ディスプレイの解像度の測定方法を論じた。解像度を定量的に表す指標としてMTFがあるが、この測定方法は複数個あり、従来それらの関係が明らかではなかったので、MTF測定装置の開発を通じてこの問題を解決した経緯を説明した。具体的には、画像ディスプレイのモデルを提案し、各測定方法による結果の違いを明らかにした。これにより、正弦波を用いる方法が実用的であることを示した。また、動画像に対する解像度特性の方法についても論じた。

第5章では、画像の色再現を表す指標を検討した。従来あるものは、色票を対象とするもので画像には応用できない。現在提案されているs-CIELAB法での画像評価を検討し、問題点を解決するための修正方法を提案した。一般画像を用いた計算例により、この提案方法が画像の色再現を評価するうえで有用な指標であることを示した。

最後に第6章では、論文全体を総括し、引き続いて検討が必要になる課題を示し、ディスプレイの評価について今後の展望を述べた。

これらの章において論点が明瞭に示され、著者の行った研究成果の新規性、有効性が正確に述べられている。

以上を要約すると、著者は放送、通信、情報処理において益々重要性が増す画像ディスプレイの調整法及び評価並びに色再現に関して新規性・有効性の高い工学的手法を提案することにより、情報メディア工学・通信工学へ大きな貢献をした。よって、著者は博士（工学）の学位を授与される資格があるもの認める。