

氏名・(本籍)	染 谷 潤(千葉県)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工博乙第 104 号
学位授与の日付	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規程第 5 条第 2 項該当
研究科・専攻の名称	電子科学研究科 ナノビジョン工学
学位論文題目	動画質改善と広色域再現技術による液晶ディスプレイの高画質化に関する研究
論文審査委員	(委員長) 教授 下 平 美 文 教授 原 和 彦 教授 中 西 洋 一 郎 助教授 大 橋 剛 介 教授 中 本 正 幸

論 文 内 容 の 要 旨

2000年を目前にするあたりから液晶パネルやプラズマディスプレイパネルの開発と実用化が進み、現在では、40型はもとより60型を超える画面サイズのものまで量産されるに至った。特に、プラズマディスプレイパネルに対して高精細化の面で有利な液晶パネルは、パーソナルコンピューター用モニターで市場を席巻している。携帯電話や携帯型ゲーム機など液晶パネルの適用分野は非常に広く、画質や機能面での期待も高くなっている。この中で、動画表示特性は液晶パネルの最大の欠点とされ、複数の表示デバイスが競合するテレビ分野では、最重要課題の一つとなっている。

1992年に一時的に高い駆動電圧を与えて応答速度を改善する駆動方法LAO (Level Adaptive Overdrive) が発表されて以降、DCC (Dynamic Capacitance Compensation) やFFD (Feedforward Driving) など、信号処理による応答時間の改善技術が開発されてきた。現在では、これらの技術を総称してオーバードライブという呼び方がされている。

本研究の目的は、このオーバードライブの低コスト化を図り、より多くの分野の液晶パネルにオーバードライブ技術を適用すること、動画表示性能を客観的に評価することが可能なMPRTの妥当性を示し、統一された評価手法を早期に確立すること、さらには、高速応答を実現したパネルを用いて、より多くの色を忠実に再現できる広色域化技術を開発することにある。

本論文は、6章から構成され、以下に順を追って各章の概要を述べる。

第1章では、本研究の対象とする液晶の応答時間改善技術の実用化の研究に至る歴史的背景および技術的背景について述べ、従来の研究動向を概観し、本研究で述べるメモ

り削減技術の導入、動画質評価手法の早期確立、およびモニターの広色域化の必要性を述べ、本研究の背景と目的を明らかにする。

第2章では、信号処理による液晶の応答時間改善技術の実用化について述べる。液晶の応答時間を改善するオーバードライブの実用化における課題は、信号処理に用いられるフレームメモリと制御回路のコストにある。フレームメモリに記憶される画像データの量を削減する方法にFBTC (Fixed Block Truncation Coding) を適用し、画像データを1/3 (8bit/pixel) まで削減した。2つの復号化回路を用いることで、量子化によるデータ削減と比べてPSNR (Peak Signal to Noise Ratio) が10dB改善した。本方式を搭載した液晶制御用LSIを開発し、多くの製品に適用することができた。

第3章では、高圧縮メモリ削減技術の開発と実用化について述べる。民生分野における高精細液晶パネルや産業分野の液晶パネルにオーバードライブを適用するため、画像データを4bit/pixelに削減する手法について検討した。ディザ信号で発生する誤差の検出方法を確立してディザノイズを削減するとともに、輝度信号と色差信号のビットレートを色差信号のダイナミックレンジに応じて変更する符号化アルゴリズムを適用したことで、4bit/pixelでオーバードライブを実現した。

第4章では、動きぼやけの評価手法と主観評価結果について述べる。業界における強い要求に基づいて標準化活動を行ってきた液晶の動きぼやけ評価技術MPRTについてまとめると共に、主観評価実験により得られた結果を元にMPRTの妥当性について考察した。2種類の液晶モニターを用いて、動きぼやけの主観評価を行った結果、各被験者は同様に動きぼやけを感じていること、MPRT測定結果と主観評価結果の間に強い相関があることを確認し、MPRTが動きぼやけの量を評価できる手法であることを示した。

第5章では、広色域6原色LEDバックライト液晶モニターの開発について述べる。モニターの色再現技術は、カラーデバイスの中でも遅れており、他のカラーデバイスとのシステム構築の点でモニターの広色域化が強く望まれている。液晶パネルでの広色域化手段として、高速応答を実現した液晶パネルを用いた広色域表示方式について検討した。液晶パネルの光源として2種類の異なる発光スペクトルを持つ白色光を交互に点灯することで、6原色表示を実現し、sRGB比175%の色再現範囲を実現することができた。表面色を効率良く再現できるように6色のLEDの波長を選択したことで、単に色再現範囲が広いだけでなく、表面色の色票であるMunsell Color Cascadeに対して95%以上の包含率を達成することができた。また、高速応答パネルの駆動とLEDの点灯タイミングを最適化することで、フリッカーの抑制も実現した。

第6章では、本研究で得られた成果について総括する。

論文審査結果の要旨

液晶ディスプレイの適用分野は広く、画質や機能面での期待も大きいですが、動画表示特性は液晶パネルの最大の短所とされ、テレビ分野では重要課題である。一時的に高い駆動電圧を与えて応答速度を改善する駆動方法 LAO (Level Adaptive Overdrive) が発表されて以降、信号処理による応答時間の改善技術が開発され、この技術は総称してオーバードライブと呼ばれている。

本研究の目的は、このオーバードライブの低コスト化を図り、より多くの分野の液晶パネルにオーバードライブ技術を適用すること、動画表示性能を客観的に評価することが可能な MPRT (Moving Picture Response Time) の妥当性を示し、統一された評価手法を早期に確立すること、さらには、高速応答を実現したパネルを用いて、より多くの色を忠実に再現できる広色域化技術を開発することである。

第1章では、液晶の応答時間改善技術の研究動向を概観し、本研究で述べるメモリ削減技術の導入、動画質評価手法の確立、およびモニターの広色域化の必要性を述べ、本研究の背景と目的を明らかにしている。

第2章では、液晶の応答時間を改善するオーバードライブの実用化における課題は、信号処理に用いられるフレームメモリと制御回路のコストにあることを明らかにしている。フレームメモリに記憶される画像データの量を削減する方法に FBTC (Fixed Block Truncation Coding) を適用し、画像データを 1/3 (8bit/pixel) まで削減した。量子化に基づくデータ削減と比べて PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) を 10dB 改善している。本方式を搭載した液晶制御用 LSI を開発し、多くの製品に適用したことを述べている。

第3章では、民生分野における高精細液晶パネルや産業分野の液晶パネルにオーバードライブを適用するため、ディザ信号で発生する誤差の検出方法を確立してディザノイズを削減するとともに、輝度信号と色差信号のビットレートを色差信号のダイナミックレンジに応じて変更する符号化アルゴリズムを適用したことで、画像データを 4bit/pixel まで圧縮する方法を実現している。

第4章では、業界の要求に基づいて標準化活動を行った液晶の動きぼやけ評価技術 MPRT についてまとめると共に、主観評価実験により得られた結果を元に、MPRT が動きぼやけの量を評価できる手法であることを示した。

第5章では、液晶モニターの広色域化が強く望まれているので、液晶パネルの光源として2組の3つの異なる LED で構成された原色から成る白色光を交互に点灯することで、6原色表示を実現し、sRGB 比 175% の色再現範囲を実現したことを述べている。これは、表面色の色票である Munsell Color Cascade に対して 95% 以上の包含率を達成している。

第6章では、本研究で得られた成果について総括している。
以上のことから、本論文は博士 (工学) の学位に相応しいものと認定する。