

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月18日現在

機関番号：12501
 研究種目：基盤研究（C）（一般）
 研究期間：2009～2011
 課題番号：21500170
 研究課題名（和文） プラズマディスプレイとLCPによるハイダイナミックレンジ映像提示システムの開発
 研究課題名（英文） Development of High Dynamic Range Display System using Plasma Display and Liquid Cristal Panel
 研究代表者
 眞鍋 佳嗣（YOSHITSUGU MANABE）
 千葉大学・大学院融合科学研究科・教授
 研究者番号：50273610

研究成果の概要（和文）：本研究は、プラズマディスプレイと液晶パネルを組み合わせ、プラズマディスプレイをバックライトに採用することによる画素ごとの輝度・色の制御を実現し、より高コントラストで色再現性の高いハイダイナミックレンジ提示装置の実現を目指した。試作システムを用いて評価したところ、プラズマディスプレイをバックライトにすることで、ハイダイナミックレンジのディスプレイが実現できることを示すことができた。

研究成果の概要（英文）：The dynamic range of current display is much smaller than the dynamic range of real-world environment between starlight in a night and sunlight in a day. This research proposes a method of High Dynamic Range Display that consists of a plasma display and a liquid crystal panel. The prototype system showed that our proposed method can realize the High Dynamic Range Display by the evaluation experiment.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：画像情報処理，ハイダイナミックレンジ映像提示

1. 研究開始当初の背景

近年の映像装置の進歩は目覚ましい物がある。撮影装置では、約2,500万画素(6048×4032)のデジタルカメラが市販されており高精細な画像が一般ユーザでも手軽に撮影できるようになったり、撮像素子の工夫によりダイナミックレンジを拡張した画像や、色再現も良くなっている。また、動画像を撮影するビデオカメラもフルハイビジョンの画質での撮影可能なものが普及し始めている。

一方、表示装置では、ディスプレイデバイスの開発が進み、コントラストや色再現のよい装置が市販されている。また、液晶ディスプレイのバックライトにLEDアレイを用いることで、階調を変えた部分発光が可能になり、さらに高コントラストでダイナミックレンジが広い映像提示が可能になっている。しかし、撮影装置に比べ表示装置の進歩はまだ十分とは言えない。特に、表示対象の光沢感や深みといった質感を表現するには、色再現および広いダイナミックレンジの高精細表

示を可能にする表示装置が不可欠で、新たな表示装置の開発が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、LED アレイのバックライトをさらに高精度にするために、プラズマディスプレイをバックライトに使用したハイダイナミックレンジの映像提示システムの開発を目指した。

本研究で提案している液晶パネルとバックライトに発光ディスプレイを組み合わせたハイダイナミックレンジ提示装置の基本的なアイデアは、2004 年の SIGGRAPH で発表された「High Dynamic Range Display Systems」である。この研究では DLP プロジェクタと LED アレイによるハイダイナミックレンジディスプレイを実現している。また、この考え方を導入した液晶テレビが平成 20 年に商品化され市販され始めている。しかし、バックライトに LED アレイを使っているため画素毎の制御は現状では不可能であり、輝度や色のにじみが生じると考えられる。

そこで本研究では、ほぼ同サイズのプラズマディスプレイと液晶パネルを組み合わせ、プラズマディスプレイをバックライトに採用することによる画素ごとの輝度・色の制御を実現し、より高コントラストで色再現性の高いハイダイナミックレンジ提示装置の実現を目指した。

本研究で提案するハイダイナミックレンジ映像提示システムが実現できれば、よりリアルな表示が可能になり、教育用コンテンツの提示による効果的な教育の実現や、博物館、美術館での所蔵文化財のデジタルアーカイブの展示など、幅広い活用が考えられる。さらに、物体や現象の質感を正確に表現が可能になれば、現実世界と仮想世界の境界がどこにあるのか、何が現実感を損なう要因になるのかを検討することも可能になると考えられる。

3. 研究の方法

本研究では、プラズマディスプレイと液晶パネルを組み合わせたハイダイナミックレンジ映像の提示を可能にするシステムの開発を目指し、提示システム構築および提示映像の分解能の検証を行った。

まず、プラズマディスプレイと液晶パネルを用いたシステムの構築では、市販の液晶ディスプレイを分解し、液晶パネルのみを取り出しプラズマディスプレイと組み合わせた。組み合わせる際には、できるだけ精密な位置合わせを行うようにした。

次に、構築したシステムを用いて、精密な位置合わせを行う前に、バックライトとなるプラズマディスプレイの輝度を変化させながら液晶パネルの透過率を変化させ、どの程度の輝度分解能が実現できているのかを、分光輝度計を用いて計測を行った。理論上はプラズマディスプレイ、液晶パネルともに 8bit の輝度分解能をもつため 16bit の分解能の実

現が可能であるが、実際にどの程度の輝度分解能になっているかを評価した。

4. 研究成果

①試作システムの構築

プラズマディスプレイと液晶パネルを組み合わせ、試作システムを構築した。研究当初は、プラズマディスプレイおよび液晶パネルとも 42 インチのサイズの物を用いていたが、評価実験の最中に液晶パネルを制御する基板が故障してしまった。同サイズの液晶パネルを準備することができなかったため、急遽途中から 24 インチの液晶ディスプレイから液晶パネルを取り出し、システムを試作し直して評価実験を行った。図1がその試作システムである。



図1 試作ディスプレイ

この試作システムは、液晶パネルと制御基板を液晶ディスプレイから取り出し、プラズマディスプレイ上に重ねた物である。これにより、プラズマディスプレイと液晶パネル双方を操作することで、数画素単位で輝度調節が可能なバックライトを液晶で透過調節できるディスプレイとなる。構造自体は、従来の液晶ディスプレイのバックライト部をプラズマディスプレイに変更したものとなっている。

この試作システムの輝度調節可能単位を求めた結果、理論値ではプラズマディスプレイ 1 画素に対し液晶約 3 画素分のサイズとなった。よってこの試作機は LED 液晶ディスプレイより細かい範囲での輝度調整が可能になっている。

②輝度分解能の評価

次に、試作システムのもつ輝度分解能が通常の分解能である 256 段階以上あるか測定を行った。この測定は、暗室内にて分光放射輝度計 SR-3 を用いて行った。SR-3 の測定角を 2° 、ディスプレイとの距離を 1m とすることで面積比から測定を行う画素数は液晶パネルおよそ 2000 画素となった。

液晶パネルの透過値を 6 段階 (116, 155,

186, 212, 235, 255) に固定して測定した。これは、階調値 255 が最大輝度となる時それぞれ輝度が 1/6, 5/6 になるときの階調値である。液晶パネルの階調 1 段階につきプラズマディスプレイの階調値を [0, 255] で 3 階調ずつ変えて 86 段階を 1 セット、計 516 段階の測定を行った。測定結果を図 2 に示す。横軸はプラズマディスプレイの階調値、縦軸はバックライトからの光が液晶パネルを通過した状態の輝度値 [cd/m²] であり、6 種類のデータ群がそれぞれ液晶パネルの階調値 116, 155, 186, 212, 235, 255 になっている。

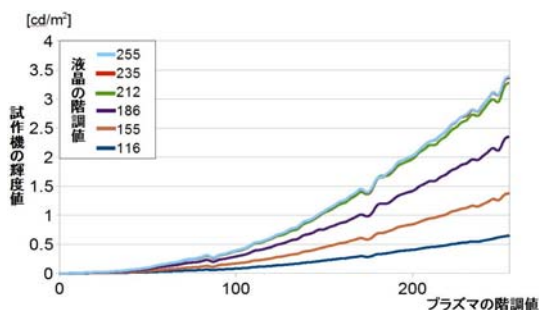


図 2 試作システムの輝度値グラフ

この測定結果をもとに、試作システムの分解能を有効数字 4 桁で同一数値を削除してカウントしたところ 375 階調となった。これにより、試作システムは従来のディスプレイがもつ分解能 256 段階を超える分解能を実際にもっていることが確認できた。

一方で、理論的には 516 階調表現できるはずのところ、375 階調しか表現できていない。この原因としては、プラズマディスプレイの階調値が低い部分において試作システム全体が放つ輝度に大きな差がつかず、その結果有効数字でカットされる事、また液晶パネルの内部設定により階調値の高い部分で飽和してしまい本来の液晶パネル分解能の理論値を出すことが出来なかった事が考えられる。

また、他の問題点として、試作システムの最大輝度値が従来のディスプレイに対し小さいことが分かった。これは、プラズマディスプレイの最大輝度値が従来の液晶のバックライトに対し小さい事が考えられる。

③HDR 画像表示実験

試作システムで HDR 画像の表示を試みた。今回は試作システムでの輝度測定を行った階調値のみを用いることにし、液晶パネル、プラズマディスプレイそれぞれで RGB 値を 1 つの階調値に固定したグレイスケール画像の重畳表現による HDR 画像の表示を試みた。まず、試作機の 2 つの階調値と輝度値を線形の関係にするため、測定した輝度値にガンマ補正を行い、ガンマ補正した輝度値 508 段階に対してその輝度を記録したときの液晶パ

ネル、プラズマディスプレイの階調値の対応付けを行った。この対応付けにもとづき、表示する HDR 画像の画素がもつ輝度値から液晶パネル及びプラズマディスプレイで各画素が表示する階調値を決定した。図 3 に液晶パネルに表示させた画像とバックライトであるプラズマディスプレイに表示させた画像を示す。



(a)液晶パネル用 (b)バックライト用
図 3 HDR 表示用テスト画像

図 3 の 2 枚の画像の重ね合わせによって表示された画像を図 4, 5, 6 に示す。



図 4 低輝度を中心とした 8bit 写真

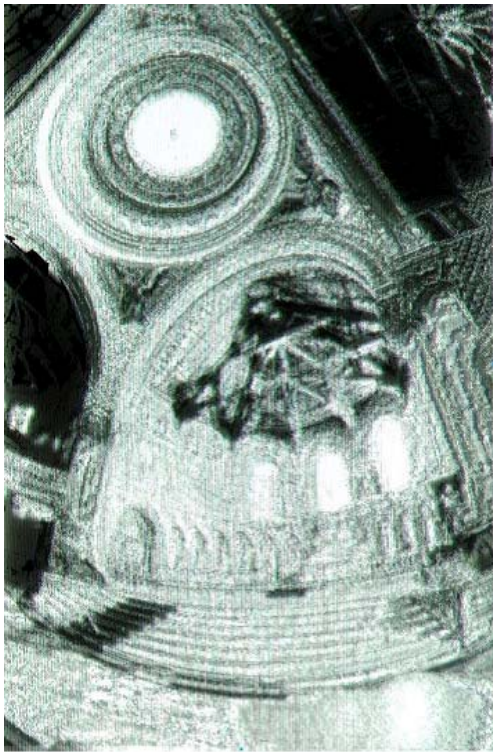


図5 中輝度を中心とした8bit写真

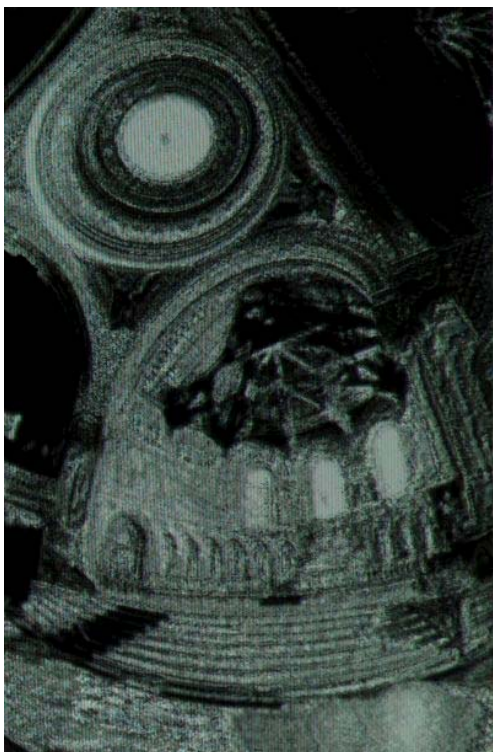


図6 高輝度を中心とした8bit写真

図4, 5, 6は試作システムが表示した画像をデジタルカメラで撮影したものであり、露光時間と絞りを調整し、輝度の低い部分をレンジに収めた画像と中間値をレンジに納めた画像と輝度の高い部分をレンジに収めた

画像である。デジタルカメラのダイナミックレンジが狭いため、このように露光時間と絞りの調整で輝度の低い箇所または輝度の高い箇所の再現について示す。この3枚の画像から、輝度の低い部分は表現できているが、図6の中央右側のスタンドグラスの部分などの輝度の高い部分が表現できていないことがわかる。これは、液晶パネルとプラズマディスプレイに表示させる階調値を決定するアルゴリズムが不完全なため、輝度の高い部分が液晶パネルの飽和している部分に重なってしまったことが原因と考えられる。今後は液晶パネルの内部設定を調整した後再度アルゴリズムを調整し輝度の高い部分も表現できるディスプレイシステムを構築する必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計4件)

- ① 江尻顕浩, 眞鍋佳嗣, 矢田紀子: プラズマディスプレイと液晶パネルによる HDR ディスプレイの開発, 日本色彩学会視覚情報基礎研究会, (2012/6/23) (東京)
- ② 江尻顕浩, 眞鍋佳嗣, 矢田紀子: プラズマディスプレイと液晶パネルによる HDR ディスプレイの試作, 映像情報メディア学会 2011 年冬季大会講演予稿集, p. 2-3 (2011/12/21) (東京)
- ③ Shoji Sakamoto, Yoshitsugu Manabe, Sei Ikeda, Kunihiko Chihara, Color Reproduction of 3D Printer, Interim Meeting of the International Colour Association 2010 (AIC2010), pp. 604-607, 査読あり (2010/10/13) (Mar del Plata, Argentina)
- ④ 三宅玲, 浦西友樹, 佐々木博史, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, 複数投影像の重畳による HDR 表示, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2009) 論文集, IS3-49, pp. 1705-1712 (2009/07/22) (松江)

[その他]

ホームページ等

<http://www.is-lab.net/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

眞鍋 佳嗣 (MANABE YOSHITSUGU)

千葉大学・大学院融合科学研究科・教授

研究者番号: 50273610