

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 21 年 5 月 26 日現在

研究種目：	若手研究 (B)
研究期間：	2007~2008
課題番号：	19760232
研究課題名 (和文)	環境に配慮した液晶テレビの画像適応調光方式を用いた 高画質・省エネルギー化
研究課題名 (英文)	Picture quality improvement and power saving of eco-friendly LCDs by use of adaptive dimming technique
研究代表者	
	志賀 智一 (SHIGA TOMOKAZU)
	電気通信大学・電気通信学部・准教授
	研究者番号： 10313412

研究成果の概要：

環境に優しい LED バックライトを用いた液晶テレビに対し、画像適応調光方式を適用すべく調光パラメータの最適化を図った。一般的なテレビ映像に対しては、調光段階数を 5、領域を 16×12 分割、発光分布の広がり領域分割幅程度とすれば、従来方式の約半分の電力にできる可能性があることがわかった。また提案方式を応用したカラーブレイクアップの低減方法や、低輝度階調特性の向上など高画質化技術を提案し、その効果を確かめた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,500,000	0	2,500,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	240,000	3,540,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電子デバイス・電子機器

キーワード：表示、液晶ディスプレイ、省エネルギー

1. 研究開始当初の背景

現在、液晶テレビ用バックライトでは水銀を含む光源が使用されており、環境保護的見地からその置き換えが急務となっている。そこで最近では、環境に優しくまた発光色の優れた新光源として LED の適用が検討されている。しかし、現行光源の蛍光灯に比べ消費電力が高く、また素子の発光特性バラツキが大きいなどの問題があり普及していない。

研究代表者は、液晶テレビの低消費電力化技術として、画像適応調光方式を提案している。本方式では表示画像に応じてバックライ

ト輝度を調光して消費電力を低減し、また調光に応じて表示信号を制御するため、光源の輝度バラツキ補正機能を持つ。このため本方式を適用すれば、従来の LED バックライトにおける様々な問題を解決できる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では環境に優しい LED バックライトを用いた液晶テレビに適した画像適応調光方式の開発を目的とした。さらに低電力化のほかに、地上デジタル放送といった高画質

ソースに対応すべく、画像適応調光方式を用いて低輝度階調特性を向上することも本研究の目的とした。

3. 研究の方法

画像適応調光方式の効果は、調光段階数、バックライトの領域分割数、領域の発光分布といった調光パラメータに依存する。LED バックライトに対しこれらのパラメータの最適化を行うために、コンピュータシミュレーションを活用した。そのシミュレーションモデルを作成するために、対角15インチのLEDバックライトユニットを製作し、実験を行った。LED光源はR,G,B個別に輝度制御可能とし、ユニットは10×10の領域に分割して個別に輝度制御した。実験結果を元に作成したモデルを用いてシミュレーションを行って消費電力を計算し、各種調光パラメータを比較して最適化を行った。

また実験用に製作したLEDバックライトを用いて低輝度階調特性向上に関する実験、およびフィールドシーケンシャルカラー方式におけるカラーブレイクアップの低減に関する実験を行った。

4. 研究成果

(1)LED バックライト用画像適応調光方式の調光パラメータ最適化

消費電力低減効果は、バックライトユニットの分割領域形状やその分割領域の輝度制御方法にも依存する。実験結果を元にシミュレーションで使用するバックライトユニットの分割形状は正方形、制御方法は各領域の輝度を個別に制御する2D制御方式とした。領域の発光分布断面のいくつかを図1に示す。図中の垂直破線は分割領域の境界であり、図のように領域の幅、分布の広がりそれぞれ D, W と定義する。また発光分布の広がり率 R を $R=W/D$ と定義した。

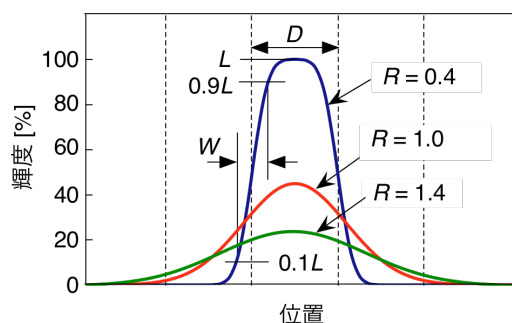


図1: 領域の発光分布例

一般的なテレビ映像に対する提案方式の効果調べるため、シミュレーションでは国際電気標準会議が定めるテレビ消費電力測定用動画相当の画像を199枚使用した。最も頻度の高いAPL(Average Picture Level)は30%程度である。

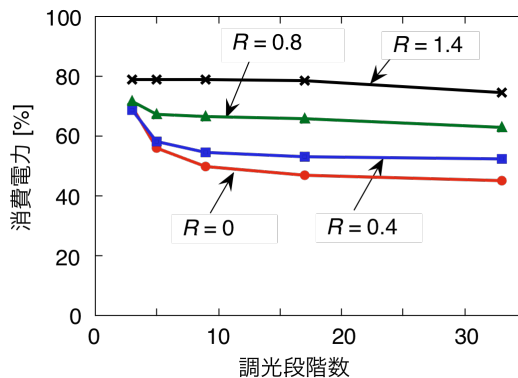


図2: 調光段階数と消費電力の関係

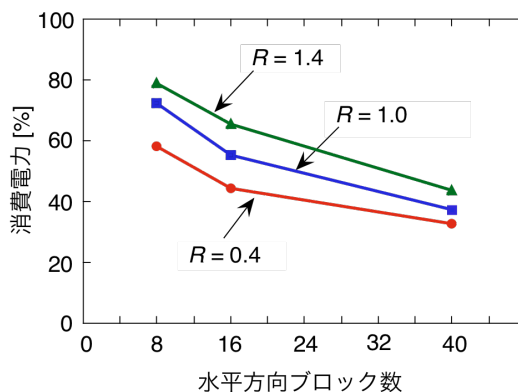


図3: 水平ブロック数と消費電力の関係

図2に調光段階数と消費電力の関係を示す。調光段階数1が従来方式で、そのときの消費電力を100%として表示している。段階数が2から5までは、消費電力の低減が大きいが、それ以上では飽和状態になる。特に R が大きいほど飽和する段階数が小さい。段階数が多いほど光源制御の回路や信号処理が複雑になるため、この結果から一般的なテレビ映像に対しては段階数5が妥当と言える。

図3は水平方向領域分割数(ブロック数)と消費電力の関係を示している。分割数を増やすほど消費電力は低減する。しかし、ブロック数を8から16に増やした場合に比べ、16から40にした場合の消費電力低減率は小さくなっている。ブロック数が増えるほどコストや計算時間が増えるので、それらも考慮してブロック数を決定することが必要である。

図2,3から R が小さいほど低消費電力となることがわかる。 R が大きいほどピーク輝度が低下するため、ある点で高輝度が必要な際には周辺領域も高い輝度で点灯しなければならず、電力低減効果が小さくなる。

以上の結果から、一般的なテレビ映像に対しては、バックライトの設計において、調光段階数を5、領域を16×12分割、発光プロファイルの広がりを領域分割幅程度とすれば消費電力は従来方式の約半分にするこ

できることがわかった。

また LED 光源を使用すると色毎の制御が可能で、単色表示であれば大幅な電力低減ができる。しかしシミュレーションから、一般的なテレビ映像の場合、色に偏りがある表示がほとんどないためその効果が少なく、最大でも 15% 程度の効果向上であることがわかった。

さらに発光プロファイルと画質の関係の調査に着手し、特に発光プロファイルの広がり非常に小さい時に生じる画質劣化要因の調査を行った。液晶パネル、バックライトの視野角依存性の測定などからその要因を検討し、画像適応調光方式と液晶パネル構造の相関による影響が最も大きいと予想した。今後はその検証を行い、画質劣化を含めたシミュレーションモデルの作成が必要である。

(2) カラーブレイクアップの低減

フィールドシーケンシャルカラー方式では、図 4 上側のように 1TV フィールドを 3 つのサブフィールドにわけ、R, G, B の順でバックライトを発光させ、それに合わせて R, G, B の信号を液晶に入力する。例えばこの方式で白色バーのような動画を表示すると図下側にあるように、表示画像の両端に本来は表示しないはずの色が発生する画質劣化が生じる。これがカラーブレイクアップで、その乱れの量、幅は 1TV フィールド内のバックライト発光期間の広がり と画像のスピードに比例する。

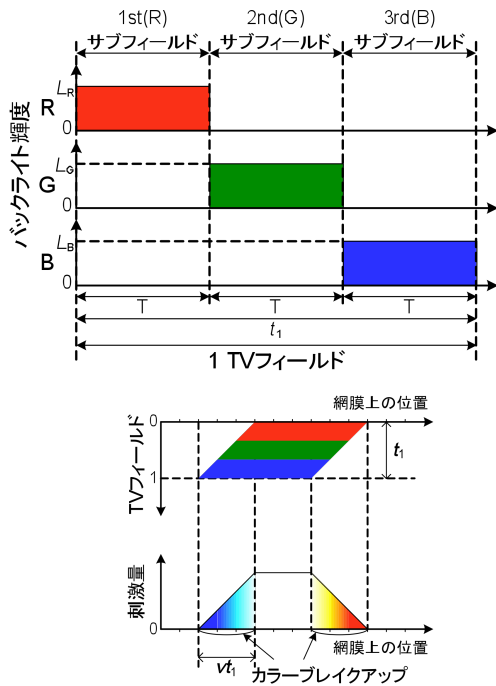


図 4: フィールドシーケンシャル方式の発光スキームとカラーブレイクアップの発生

画像適応調光方式のアイデアを応用した Overlapped RGB Emission 方式を考案し、カラーブレイクアップの低減を行った。Overlapped 方式の場合、入力画像に応じて (R+B), (R+G+B), B の順で点灯させ、その発光に応じて各サブフィールドの液晶入力信号を変更する。つまり従来方式では各サブフィールドは一つの色成分のみ表示していたが、本方式では複数の色成分の表示を行う。このとき各サブフィールドの発光期間が、できるだけ短くなるように調整する。これは画像適応調光方式で調光係数が小さくなるように設定するのに等しい。これにより図 5 に示すように発光の時間的広がり は 1TV フィールドより短くなり、カラーブレイクアップの幅が減少する。表示画像のシミュレーションから、カラーブレイクアップを従来方式の 63% に低減できることを確認した。また本方式は動画ぼやけの低減効果もあり、従来方式の 61% となることがわかった。さらに本方式は消費電力低減効果もある。

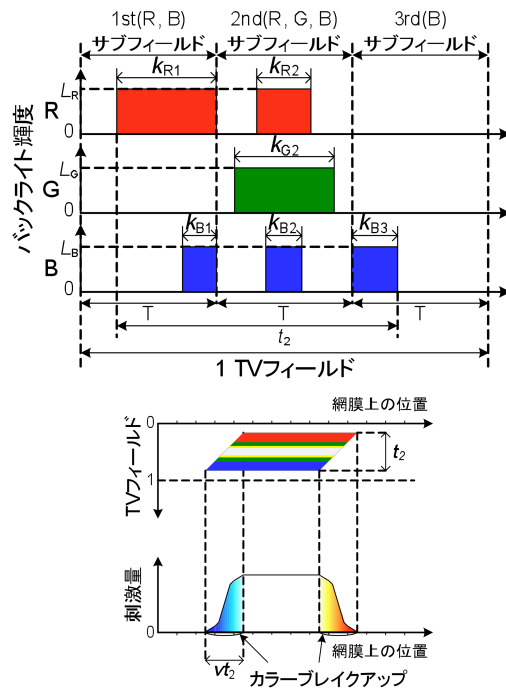


図 5: Overlapped RGB Emission 方式の発光スキームとカラーブレイクアップの低減

(3) 低輝度階調特性の向上

人間の目は、高輝度領域に比べ低輝度領域における輝度の変化に対し感度が高いという視覚特性を持つ。高画質化のためには低輝度領域でも十分なだらかな階調特性を表現できるような階調設計が必要である。一般的な 8 ビット 256 階調では不十分で、ビット数増加による対策が行われているが、この場合すべての輝度範囲で階調数が増加するため、

高輝度範囲において多くの階調がむだになってしまう。一方、画像適応調光方式は、低輝度領域ほど階調数を増加することができ効率的である。そこで、視覚特性を考慮して階調を設計し、画像適応調光方式を用いて実現した。

画像適応調光方式による低輝度階調特性向上の原理を、図6を用いて説明する。線形な入出力特性を持つ8ビット256階調のLCDを用いて最大輝度の10%の画像を表示する場合、その輝度範囲で表現できる階調数は26となる。これに対し提案方式を適用すると、バックライト輝度を10%まで低減し液晶への入力信号を増加させるため、入力信号を補完すればその輝度範囲で表現できる階調数は256となる。

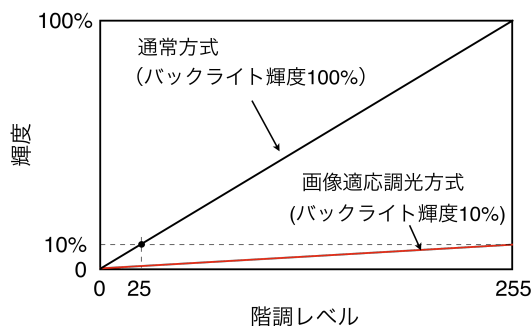


図6: 画像適応調光方式を用いた階調数の増加

表示特性が $\gamma=2.3$ で最大輝度 500cd/m^2 のLCDを想定し、ある階調と次の階調における輝度差を、人間の目の弁別閾（ある明るさに対し輝度の変動が視認できなくなる限界）と比較し、すべての階調間で弁別閾以下になるように調光係数と、入力信号を設計した。その値を用いて実験を行った結果、通常の8ビット表示では階調の77.5%が弁別閾を超えていたのに対し、提案方式を適用すると16.3%まで低減することができた。なお方式適用時に0%とならないのは、実際の液晶パネルは表示特性が $\gamma=2.3$ からのずれがあるためである。

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）

〔雑誌論文〕（計1件）

- ① T. Shiga, S. Shimizukawa, S. Mikoshiba, Power savings and enhancement of gray-scale capability of LCD TVs with an adaptive dimming techniques, J. SID, vol 16, pp. 311-316, 2007, 査読有

〔学会発表〕（計4件）

- ① 志賀智一, Adaptive Dimming 方式による

液晶テレビの低電力・高画質化, 電子情報通信学会 2008 年度総合大会, 2009.3.18, 愛媛

- ② T. Shiga, Power Reduction of LCTVs with an Adaptive Dimming Technique for Standard TV Programs, 15th International Display Workshops, 2008.12.4, Niigata, Japan
- ③ 榊原和真、下田怜、志賀智一、アダプティブディミング方式を用いた LCD の階調特性改善、電子情報通信学会ディスプレイ研究会, 2008.10.5, 東京
- ④ S. Shimizukawa, T. Shiga, S. Mikoshiba, Overlapped RGB Emissions for Reducing Color Breakup and Motion Blur of Field Sequential Color LCDs, 14th International Display Workshops, 2007.12.8, Sapporo, Japan

〔産業財産権〕

○出願状況（計1件）

名称：画像表示の信号処理方法及び画像表示装置

発明者：志賀、清水川、御子柴

権利者：電気通信大学

種類：

番号：特願 2007-311200

出願年月日：2007/11/30

国内外の別：国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

志賀 智一 (SHIGA TOMOKAZU)

電気通信大学・電気通信学部・准教授

研究者番号：10313412

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：