

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	電子看板向け表示装置の画質定量化および画質向上に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	能勢将樹
Author(English)	Masaki Nose
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10236号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:内川 恵二,山口 雅浩,小池 康晴,金子 寛彦,吉村 奈津江
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10236号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学) Academic Degree Requested Doctor of
学生氏名： Student's Name	能勢 将樹		指導教員 (主)： 内川 恵二 Academic Advisor(main)
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

1 章「序論」では、電子看板に用いられている表示装置を分類し、歴史が長い LCD や LED に比べると DLP 方式や超短焦点のプロジェクタ、電子ペーパーは歴史が浅く、技術課題が多く残存することを示した。さらに、本章にて本研究の目標を 2 つ示した。1 つ目は画質定量化であり、超短焦点プロジェクタの投影像で許容される歪みの定量化と、DLP プロジェクタと電子ペーパーの好ましい画質の定量化を挙げた。2 つ目は個体差改善技術であり、DLP プロジェクタと電子ペーパーの画質の個体差を効果的に縮小する技術の開発を挙げた。

2 章「本研究の技術課題と位置付け」では、DLP プロジェクタと電子ペーパーについて、投影像の歪みや画質の好ましさに関する定量的な評価が不十分であることなど、1 章で挙げた目標に対する従来技術の課題をまとめた。また、多種の表示装置が電子看板に用いられている中、本研究の位置付けについて明確にした。

3 章「電子看板向け表示装置の画質定量化」は 3 つの項で構成し、超短焦点プロジェクタの投影像の歪み、DLP プロジェクタと電子ペーパーの好ましい画質について定量化を行い、その知見を活かした品質向上についても検討した。

3 章 3.1 項「超短焦点プロジェクタの歪み知覚の定量化」では、投影像の歪みに影響される画質劣化の定量化を検討した。実際に生じる歪み方を 4 つのパラメータ (角度誤差、歪み幅、個数、連続性) として抽出し、それらを段階的に付与した 81 パターンの評価画像に対し、5 段階の劣化尺度による主観評価を行った。その結果、当該パラメータと評価値の相関係数が 0.91 となり、歪みによる画質劣化の知覚が高精度に定量化され、歪み補正技術など品質評価に活用できることを示した。

3 章 3.2 項「DLP プロジェクタの好ましい画質の定量化」では、光学特性 (白色強度、色温度) と幾何特性 (歪み) に対して人間が知覚する好ましさにについて、7 段階の比較尺度による定量化を図った。その結果、暗環境では、白色強度は 3600~4500lm、色温度は 6500~9300K で評価値に有意差が見られない結果となった。さらに、歪みは白色強度や色温度に影響なく評価値を大幅に下げる結果が得られたことから、歪み補正技術の重要性が示された。液晶プロジェクタとも定量的に比較し、白色強度や色温度などの基本性能を同等とした場合、DLP プロジェクタの高い鮮鋭性やコントラスト比が液晶プロジェクタよりも有利に知覚させることも示した。

3 章 3.3 項「電子ペーパーの好ましい画質の画質定量化」では、印刷物や写真、一般的なディスプレイと比べてカラー画質が十分ではない電子ペーパーの品質向上を目的とし、色再現性、階調再現性などとカラー画質の好ましさを定量化を図った。その結果、コントラスト比が好ましさに最も強く効くことが示された。また、反射率 30% 以上、コントラスト比 8:1 以上、NTSC 比 20% 以上にすることで、世間に広く認知されている新聞の画質と同等の好ましきになることを明らかにした。

4 章「電子看板向け表示装置の個体差改善技術」は 2 つの項で構成し、電子看板に多用されるマルチディスプレイの品質向上に向け、DLP プロジェクタと電子ペーパーの画質の個体差を改善する技術を開発した。

4 章 4.1 項「DLP プロジェクタの個体差改善技術」では、改善する対象を白色の色温度に絞った。白色の現状色度と目標色度をパラメータし、DMD 駆動など中枢部のブラックボックス事象を固有値として扱い、導出した RGB 補正係数を映像信号に乗算する補正アルゴリズムを開発した。固有値を最適化することで、既存の手法を大きく改善する $\Delta u' v' < 0.003$ の色差を実現した。また、既存のハードウェアで実行可能であるため、コストアップなく実装できた。

4 章 4.2 項「コレステリック液晶を用いた電子ペーパーの個体差改善技術」では、液晶の反射率と静電容量が単調に変化する特性に着眼し、静電容量 (≒ 反射率) の目標値が得られる駆動電圧を求める補正アルゴリズムにより、各個体に駆動電圧の最適化を施し、画質の個体差や経年変化を自動補正する技術を開発した。その結果、5~35℃ の温度範囲において、反射率 36%、コントラスト比 8:1、NTSC 比 20% 付近の個体差のない安定したカラー表示を実現した。

5 章「総合的考察」では、3 章と 4 章の結果をまとめた。本研究で行った画質定量化と個体差改善技術の実験結果を総合的に考察し、電子看板の品質向上の効果を示した。また、本研究の成果は DLP プロジェクタや電子ペーパーのみならず、LCD や LED などの電子看板に用いられる他の表示装置にも応用可能である汎用性を述べた。

6 章「結論」では、本研究の成果の総括とともに、動画特性への着手など、今後の展望についても言及した。

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	能勢 将樹		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	内川 恵二	
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)		

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary (approx.300 English Words)

This thesis is composed of 6 chapters.

In chapter 1, we discussed the market expansion and display devices in digital signage field. Though various types of displays have been used as digital signage, we mainly focused DLP projectors and electronic papers, both of which appeared in recent years. Aims of our research were as follows: One was quantifications of image quality such as likeability, and another was individual differences improvements of image quality.

In chapter 2, we discussed issues of the previous technologies.

In chapter 3, we showed quantifications of the image quality by subjective evaluations.

In section 3.1, we tried quantification of acceptable image distortion caused by ultra-short focus projectors. We revealed a high correlation coefficient of 0.91 between four independent geometric characteristics and the subjective scores.

In section 3.2, we tried quantification of likeability of projection images projected by DLP projectors. We obtained quantitative results which show brightness between 3600lm and 4500lm, and color temperatures between 6500K and 9300K aren't have significant differences of the likeability in dark circumstance.

In section 3.3, we tried quantification of likeability of reflective images formed by electronic papers. We revealed that contrast ratio is the most significant specifics for improving likeability, and the contrast ratio of 8:1 is necessary at least.

In chapter 4, we improved the individual differences by our original methods.

In section 4.1, we achieved a simple calibration technology, whose residual errors of color temperature $\Delta u^* v^*$ are within 0.003, without driving up costs for DLP projectors.

In section 4.2, we achieved an electric calibration technology which improves individual differences of contrast ratio and color balances for electronic papers. Our technology utilizes unique characteristics of cholesteric liquid crystals between the capacitance and the reflectance.

In chapter 5, we described the results and versatility of our researches.

In chapter 6, we concluded our researches.