

機関番号：12612

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008年度～2010年度

課題番号：2030045

研究課題名（和文） 液晶テーブルトップシステムとその応用に関する研究

研究課題名（英文） A Study on LCD Tabletop System and its Applications

研究代表者

小池英樹（KOIKE HIDEKI）

電気通信大学・大学院情報システム学研究科・教授

研究者番号：70234664

研究成果の概要（和文）：本研究では液晶ディスプレイ（LCD）と偏光フィルムの組み合わせによる偏光特性に着目し、大画面 LCD を水平に設置した液晶型テーブルトップシステムとその応用に関する研究を行った。具体的には(1)液晶型テーブルトップにおける手指認識技術の開発、(2)同システム上における透明バーコードシステムの開発、(3)これらを用いた応用システムの開発を行った。

研究成果の概要（英文）：In this study we developed a LCD tabletop system and its applications by focusing on polarization of the LCD light and optical films. The followings were developed: (1) hand-finger recognition system on LCD tabletop, (2) transparent barcode system on the LCD tabletop, and (3) their applications.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2009年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2010年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
年度			
年度			
総計	12,600,000	3,780,000	16,380,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：テーブルトップ、液晶ディスプレイ、画像認識、バーコード

## 1. 研究開始当初の背景

机やテーブルといった水平面を情報表示領域とするシステム、いわゆるテーブルトップシステムの研究開発が進められている。こうした現在のテーブルトップシステムの多くは、プロジェクタを用いて机の上あるいは下から映像投影を行っている。しかし、上からの投影は天井等に重いプロジェクタを設置しなければならず、下からの投影は机下部に複雑な仕掛けが必要となる。

これに対し現在、液晶ディスプレイ（LCD）

の大型化低価格化が進んでいる。LCD はプロジェクタに比べ、装置全体の体積が小さく、設置が容易で、輝度が高く、かつ単位インチあたりのコストが安い。こうした LCD を水平に使用することで、大型で高輝度かつ安価なテーブルトップシステムが実現できると考えられる。

一方、LCD を共同作業用テーブルとして使用した場合、従来のテーブルトップシステムで利用されていた技術の幾つか、特に多点入力技術が適用できなくなる。まず、多点入力可能な大型タッチパネルは非常に高価であ

る。また、一般の CCD カメラを用いた手指認識は背景画像が動的に変化するため背景差分が難しい。

もう一つの課題は机上の実物体認識である。従来のテーブルトップシステムでは 2 次元バーコードを用いる事が多かった。しかし、人間にとって無意味なバーコードが机上の書類等に添付されているのは不自然である。

## 2. 研究の目的

本研究では LCD と偏光フィルムの組み合わせによる偏光特性に着目し、大画面 LCD を水平に設置した液晶型テーブルトップシステムとその応用に関する研究を行った。具体的には (1) 液晶型テーブルトップにおける手指認識技術の開発、(2) 同システム上における透明バーコードシステムの開発、(3) これらを用いた応用システムの開発を行った。

## 3. 研究の方法

大型 LCD を水平に置き、その上部に CCD カメラを設置する。この時、CCD カメラにはある向きに偏光フィルタをとりつける。LCD からの映像はもともと一定の方向に偏光されているので、これに垂直な向きにフィルタを調整することで、LCD の映像は CCD カメラには映らない。一方、机上の物体、例えば手の映像は CCD カメラの偏光フィルタを通過するので、この結果、背景差分を容易に行うことができる (図 1)

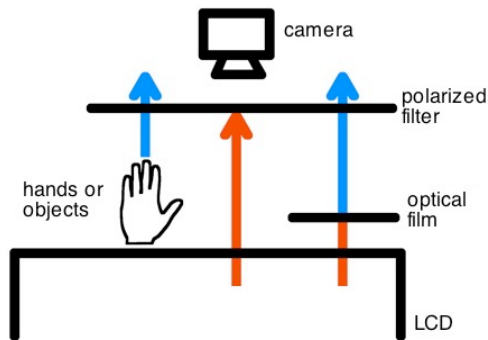


図 1 : LCD と偏光フィルムの関係

以下は研究の具体的手順である。

### (1) 手指認識システムの開発

本研究では前述した偏光フィルムを用い、手指の切り出しを行った。得られた画像に対し、正規化相関に基づくテンプレートマッチングを適用することで、高速かつ安定な手指認識を実現した (図

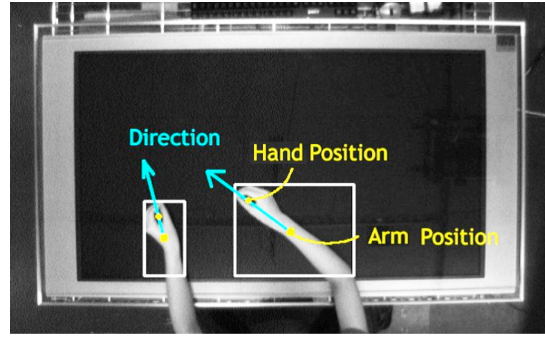


図 2 : 手指認識システム

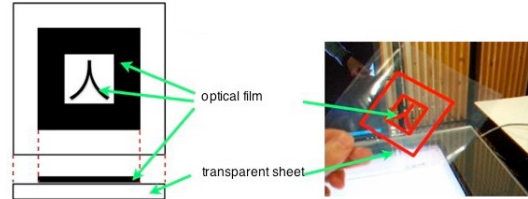


図 3 : 透明バーコード

2) .

### (2) 偏光フィルムを用いた透明な 2 次元バーコードシステムの開発

本研究が提案する液晶型テーブルトップシステムを用いると、透明なバーコードが実現できる。具体的には、従来白黒で印刷されていたバーコードに対し、白い部分を普通の無色透明フィルム、黒い部分に偏光フィルムを利用する。この結果、人間にはほぼ透明に見えるフィルムが、偏光フィルタをかけた CCD カメラにはバーコードとして認識される (図 3)。

### (3) 擬似電子ペーパーシステムの実現

透明バーコードを添付した A4 サイズ程度の透明なシートを使用した「擬似電子ペーパー」システムを開発した。バーコードにはシートのサイズ、表示機能がエンコードされた。システムはバーコードからシートの位置、姿勢、大きさ情報を獲得し、割り当てられた表示機能に基づきシートを置いた部分だけ LCD の表示を変化させた。

## 4. 研究成果

LCD からの偏光をカメラに装着した偏光フィルムで遮断することにより背景差分を行い、また高速度カメラの使用とそれにもなう認識アルゴリズムの改良により、複数人に対応した高速な実時間手指認識技術を開発した。

次に、偏光フィルム的一种である1/4波長板を組み合わせるにより、液晶ディスプレイからの偏光をカメラに装着された偏光フィルタに遮断されることなく透過させることに成功した。この波長板を利用することで、透明なバーコードを開発した。

さらに開発した透明バーコードを用いて複数のアプリケーションを作成した。1つは翻訳システムである(図4)。これは英文を表示したディスプレイ上に透明バーコードの付いた透明なパネルを置くと、そのパネル内の英文を日本語に翻訳するものである。2つ目は地図ブラウザである(図5)。これは地図を表示したディスプレイ上に透明バーコード付きパネルを置くと、そのパネル内は衛星画像など他の地理情報が表示されるシステムである。

また、透明バーコードを用いて擬似電子ペーパーシステムを開発した。これは透明バーコードを添付した透明なシートを液晶テーブル上にかざすと、各バーコードに関連付けられたアプリケーション(例: web browser, pdf browser など)がシート内に表示される。ユーザはシートを動かすことでウィンドウ操作を行い、またシート上でのジェスチャ操作によりアプリケーションの操作を行う。実験の結果、仮想的なウィンドウをタッチパネル操作で移動させるよりも、直感的かつ高速にウィンドウ操作ができることがわかった。

今後の発展としては以下のような点が考えられる。

現在は液晶ディスプレイの上方からカメラで撮影する方式をとっているが、液晶ディスプレイ内にカメラを埋め込むことでさらにポータブルで操作性のよいシステムにすることが可能である。透明バーコードの作成には偏光フィルムの複雑な組み合わせが必要だが、偏光フィルムを使う代わりに、アクリルパネルに圧力変形を施すことで、透明バーコードを作成することができる。透明弾性体による立体ディスプレイにおける問題点の1つはレンズ効果によるディスプレイ映像の歪みである。これを補正するアルゴリズムの開発が必要である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

- ① 佐藤俊樹, 間宮暖子, 小池英樹, 福地健太郎, LCD と透明弾性体の光弾性を用いたユーザインタフェース, コンピュータソフトウェア, Vol. 27, No.1 pp. 37-47, 2010. 査読有.
- ② 福地健太郎, 佐藤俊樹, 間宮暖子, 小池英樹, 指をつまむジェスチャを認識するテーブルトップ エンタテインメントシ

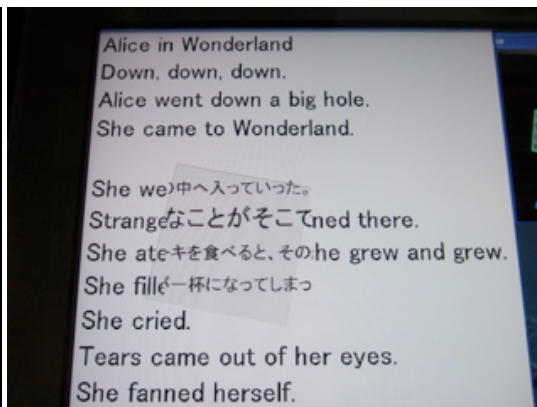


図 4 : 翻訳システム



図 5 : 地図ブラウザ

ステム向け入力手法とその応用, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol. 15, No. 2, 2010. 査読有.

- ③ 小池英樹, 西川渉, 福地健太郎, 液晶型テーブルトップシステムにおける偏光の応用: 光学フィルムを用いた透明マーカの開発, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol. 14, No. 1, pp. 111-120, 2009. 査読有.

〔学会発表〕(計7件)

- ① Kentaro Fukuchi, Toshiki Sato, Haruko Mamiya, Hideki Koike, PAC -PAC: Pinching Gesture Recognition for Tabletop Entertainment System, Proc. of Advanced Visual Interfaces (AVI 2010), pp. 267-274, 2010. 5. 28. 査読有.
- ② Akito Hyakutake, Koichiro Ozaki, Kris Makoto Kitani, Hideki Koike, 3-D Interaction with a Large Wall Display using Transparent Markers, Proc. of Advanced Visual Interfaces (AVI 2010), pp. 97-100, 2010. 5. 26. 査読有.
- ③ Hideki Koike, Wataru Nishikawa,

Kentaro Fukuchi, Transparent 2-D Markers on an LCD Tablet System, ACM Human Factors in Computing Systems (CHI 2009), pp.163-172, 2009.4.6. 査読有.

④ Toshiki Sato, Haruko Mamiya, Hideki Koike, Kentaro Fukuchi, PhotoelasticTouch: Transparent Rubbery Tangible Interface using an LCD and Photoelasticity, Proc. on the 22nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST' 09), pp.43-50, 2009.10.5. 査読有.

⑤ Toshiki Sato, Kentaro Fukuchi, Hideki Koike, Implementation and Evaluations of Vision -based Finger Flicking Gesture Recognition for Tabletops, IEEE Tabletops and Interactive Surfaces 2008 (TABLETOP 2008), 2008.10.2. 査読有.

[図書] (計1件)

① Hideki Koike, Toshiki Sato, Wataru Nishikawa, Kentaro Fukuchi, Hand and Object Recognition on Liquid Crystal Displays, Christian Muller-Tomfelde Eds, Tabletops -Horizontal Interactive Displayes, Chapter 6, pp.131-148, Springer, 2010.

[産業財産権]

○出願状況 (計2件)

名称: 透明偏光フィルムを用いた対話処理システム

発明者: 小池英樹, 福地健太郎, 西川渉, 佐藤一人

権利者: 電気通信大学

種類: 特願

番号: 2009-157360

出願年月日: 2009年7月16日

国内外の別: 国内

名称: 操作情報入力及び方法

発明者: 小池英樹, 佐藤俊樹, 間宮暖子

権利者: 電気通信大学

種類: 特願

番号: 2009-125482

出願年月日: 2009年5月25日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.vogue.is.uec.ac.jp>

メディアでの紹介

- ・ 2009年1月30日, 日本テレビ, 「世界で一番受けたい授業」
- ・ 2010年5月23日, TBS テレビ, 「夢の扉-NEXT DOOR-」
- ・ 2011年3月25日, TBS テレビ「夢の扉-NEXT DOOR-」

6. 研究組織

(1)研究代表者

小池 英樹 (KOIKE HIDEKI)

電気通信大学・大学院情報システム学研究科・教授

研究者番号: 70234664

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし