

透明偏光マーカを用いたディスプレイとの3次元インタラクション

3-D Interaction with a large display using transparent markers

百武 暁人 尾崎 耕一郎 木谷 クリス 真実 小池 英樹*

Summary. Information displays in the city are used as an advertising medium. They provide information for passerby and people need to do nothing special to gain information. However, the displays continue to express certain advertisement and it is difficult to manipulate display objects. To solve this problem, this paper introduces the new interaction system with crystal display using transparent markers. We use the polarization properties of liquid crystal displays. User can interact with the displays and obtain information with the embedded camera on the mobile phone as a pointer.

1 はじめに

街中にある情報ディスプレイは広告媒体などに広く利用されている。これは、情報の提供者側が提供したい情報を常に表示し続け、情報へのアクセスに特に操作を必要としない。そのため、ディスプレイの近くを通りかかるだけで、情報を目にすることができ、不特定多数の人間に対して商品などの情報を広めることに適している。しかし、常に特定の情報を一方的に提示し続けるため、通行人が表示された情報に興味を持った場合、更なる情報へアクセスすることができず、ニーズに対応したインタラクティブな情報の提供ができていない。

公共の場に提示されている情報からの更なる情報へのアクセス手法としては、QRコードが挙げられる。通信技術の発達により、携帯電話の高性能化が進み、高性能なカメラが標準で搭載されるようになった。この機能を生かしたものがQRコードのカメラ読み取りによるモバイルサイトへのアクセスである。しかし、QRコードはディスプレイ映像に対する操作が行えないことや、人間の目にとっては無意味な情報でしかないコードがユーザに見えてしまうなどの問題点がある。

QRコードのような2次元コードを用いて液晶ディスプレイとのインタラクションを行う研究としては、BallagasらのPoint & Shootが挙げられる[1]。しかし、この手法では一時的ではあるがマーカがディスプレイ前面に表示され、ディスプレイ映像を損ねてしまう。これらの問題に対し、本論では、透明偏光マーカを利用した液晶ディスプレイへの新たなインタラクション手法を提案する。これにより、ユーザの視界を阻害することなく、携帯電話などの小型デバイスでディスプレイ操作を行うことが可能

となる。

2 提案手法の概要

2.1 透明偏光マーカの認識方法

本システムは、カメラをポインタとして使用することによる、ディスプレイ映像への操作を実現する。これは、ディスプレイに透明偏光マーカを、カメラに円偏光フィルタを取り付けることにより可能となる。

透明偏光マーカは偏光板を通しては視認できるが、直視では不可視となる。これにより、図1,2に示すように、マーカ部は円偏光フィルタを取り付けたカメラからのみ認識可能となり、ユーザの視界を阻害しない。透明偏光マーカは、土台となるディスプレイ大の1/4波長板のシートに同材料のマーカ部複数を等間隔に並べて張り付けたものである。

液晶ディスプレイからの映像は直線偏光であり、1/4波長板は直線偏光を円偏光へ、円偏光を直線偏光へと相互に変換する特性を持つ。そして、円偏光フィルタ(左回転用)は円偏光(右回転)を遮断する特性を持つ。これにより、図3に示すように波長板が2枚となるマーカ部のみがカメラに認識され、それ以外のディスプレイ映像はフィルタで遮断されるため、黒く認識される。



図 1. 偏光フィルタ無し

図 2. 偏光フィルタ有り

Copyright is held by the author(s).

* Akito Hyakutake, Koichiro Ozaki, Kris M. Kitani, Hideki Koike 電気通信大学 大学院情報システム学研究所 情報メディアシステム学専攻,

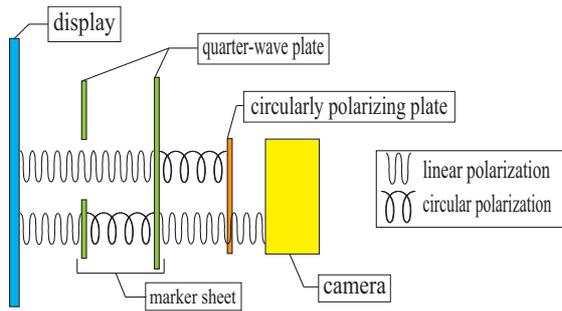


図 3. マーカの認識方法

2.2 デバイスの位置・姿勢推定

本システムでは、ディスプレイ上に格子状に配置された2次元マーカからマーカ・カメラ間の3次元的な相対位置を推定している。これは、ARToolKit に実装されているマルチマーカ機能を利用している。図4に示すように、マルチマーカでは、各マーカ間の相対関係を事前にカメラ側に登録しておくことにより、マーカ全体がカメラ視野におさまらなくとも、いずれか一つのマーカが認識可能であれば、そこから基準マーカの位置を算出して、デバイス位置を推定することが可能となっている。各マーカ座標系から基準マーカ座標系へ、基準マーカ座標系からカメラ座標系への変換行列をそれぞれ T_{rm} , T_{cr} とすると、マーカ座標系 $[X_m \ Y_m \ Z_m]^T$ からカメラ座標系 $[X_c \ Y_c \ Z_c]^T$ への座標変換は以下のように行われる。

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{bmatrix} = T_{cr} T_{rm} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \end{bmatrix} \quad (1)$$

また、マーカの事前登録の際、各マーカが 90° おきに回転した4つのパターンを登録しておくことにより、デバイスの回転も推定することが可能となっている。

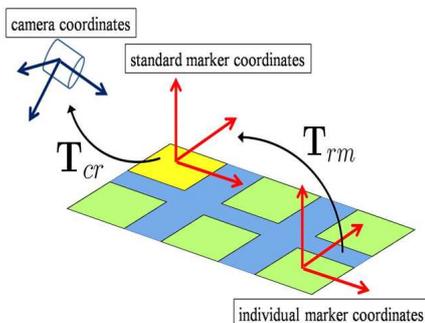


図 4. 座標系の変換

3 アプリケーション

位置・姿勢認識が可能である点を利用した、パズルゲームのアプリケーションを作成した。手で持ったカメラを動かすことで、16個のピースに分かれた絵を完成させるものである。ディスプレイに対して、カメラを前後に動かすことで、ピースを置く、持ち上げる、といった操作が可能であり、移動や回転もカメラで直観的に行うことができる。透明2次元マーカ[2]は映像を操作するために各画像に対応した異なるマーカを操作する必要があったが、本システムは一つのカメラで全てのピースを操作することが可能である。



図 5. パズル

4 まとめと今後の展望

本論では、透明偏光マーカを利用した液晶ディスプレイへの新たなインタラクション手法を提案した。これは、ディスプレイ前面に透明化した2次元マーカを敷き詰めることで、表示される情報を視覚的に損なうことなく、ディスプレイ前にあるユーザの小型デバイスの3次元位置および、その姿勢を取得することを可能とした。また、液晶ディスプレイと小型デバイスのカメラにマーカと偏光フィルタを取り付けるだけのシンプルなシステムであるため、デバイス依存性が低く、汎用性が高い。

応用としては、液晶ディスプレイへの近距離でのインタラクションが可能である点を生かして、公共の場にあるディスプレイに対して、直接接触することなく、デバイスで写真を撮るような動作で操作を行うことや、ディスプレイに表示された商品の情報を操作している小型デバイスへと転送するなどが考えられる。

参考文献

- [1] R. Ballagas, M. Rohs, J. G. Sheridan, Sweep and Point & Shoot: Phocam-Based Interactions for Large Public Displays. In *Conference on Human Factors in Computing System: CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, Vol. 2, pages 1200-1203, 2005
- [2] H. Koike, W. Nishikawa, K. Fukuchi. Transparent 2-D Markers on an LCD Tabletop System. In *Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems(CHI'09)*, pages 163-172. 2009