

ARを利用した家電機器操作のためのマーカ技術の検討

A Study of Augmented Reality Marker Design for Operating Home Appliances

三原 進也 † 坂本 陽 ‡ 綾木 良太 ‡ 島田 秀輝 † 佐藤 健哉 ‡
Shinya Mihara Akira Sakamoto Ryota Ayaki Hideki Shimada Kenya Sato

1 はじめに

近年、家電機器の性能が発達したことにより、ネットワークに接続できる家電機器が増加し、その機能は複雑になってきた。家電機器の操作が難しくなるにつれ、家電機器には分かりやすい直感的な操作性の需要が高まってきた。一つの解決策として拡張現実感技術 (Augmented Reality: AR) を用い、カメラに映る家電機器を操作する手法がある [1]。AR とはカメラ画面を通して視認できない情報や作成された CG を画面上に表示させる技術である。カメラの解像度や画像処理技術の進歩、及びスマートフォンなど高性能な携帯端末の普及により、現在、AR は様々な環境で活用できるようになった。AR はその特徴からシミュレーションツールやソフトウェアコンテンツの可視化など新しい機能が期待できる [2]。

しかし、現状の AR は家電機器を特定するためにはある決まった形状の画像をマーカとして機器に貼り付ける作業や、事前準備が必要であり、これにより照明等の環境の変化による認識度低下の問題がある。本稿ではその解決策として AR のマーカとして LED の光源を用いたマーカを提案し、その効果について検討する。

2 ARを利用した家電機器操作

2.1 AR マーカ

AR において AR 画像を画面に付加するには、AR 画像を表示する対象物の実世界での識別するための ID (以下、識別子)、位置、角度、そして AR 画像を投写する画面上の位置を必要とする。これらの情報を得るために対象物に画像マーカを付ける手法と背景の形状から対象物の情報を得るマーカレス手法が存在する。

画像マーカ手法

画像マーカ手法では AR 画像を表示する対象物に画像マーカを置き、カメラに映る画像マーカの形状から位置、角度、識別子を得る。一般的に画像マーカ手法では画像マーカの四角枠から向き、傾き、距離、画面上の位置を取得し、画像マーカの枠内の文字列等から識別子を得て AR 画像を表示している。

マーカレス手法

マーカレス手法は実装環境の背景の形状や色をあらかじめ登録しておき、マーカを用いず AR 画像を表示する。実例としてソフトウェアの D'Fusion がある [3]。登録した背景の形状、色から抽出した背景の向き、傾き、位置、距離の情報を基にコンピュータ内で仮想的な背景のモデルを作成し、AR 画像を出

力する場所を計算、AR 画像を表示する手法である。識別子は背景の色や特殊な形状によって識別する。

2.2 システム概要

既存の AR マーカを用いて家電機器を操作するシステムでは識別子を取得し、家電機器を識別した後、無線 LAN でネットワークを介してその家電機器と接続することができる。接続方法は Digital Living Network Alliance (DLNA) [4] のガイドラインに従って家電機器の状態や保持されているコンテンツ情報を送る。

画像マーカ手法を用いた AR はある決まった形状での画像マーカ用紙が必要であり、その形状に従った画像マーカ用紙でないとカメラの位置情報が取得できず、AR 画像を表示できない。また画像マーカの一部がカメラの画面上から消えてしまっても AR 画像は表示されなくなる。最後にカメラが画像マーカの四角枠を認識できる、ある程度の距離でなければカメラの画像フレームから画像マーカを識別することが不可能であり、AR 画像を表示することができない。

マーカレス手法では実装環境の家具やインテリア等を動かすと誤認識を起し、AR 画像が表示されなくなるのである。また家電機器の多くはカメラが抽出できる特殊な色をしている物が少なく、多種多様な家電機器を操作するには向いていない。

2つの手法の共通する問題点として実装環境の部屋が暗い場合や影に覆われてカメラに映る背景が変化すると画像マーカ、背景の形状を抽出することができなくなり、AR 画像の表示が困難になる。

現状の AR の画像マーカ及びマーカレス手法では家電機器を操作するにあたって上記のような問題点が存在する。この解決策として LED の光源を AR マーカとして AR 画像を表示するシステムを提案する。

3 可視光マーカの提案

3.1 提案手法の概要

本研究では可視光マーカによる家電機器を識別化するシステムを提案する。

家電機器の操作にあたって可視光マーカから得られる必要最低限の情報はマーカの画面上の位置と識別子のみである。可視光マーカとは AR において、光源をパターンをつけて点滅させ、AR マーカとして機能するマーカのことである。

画面上の位置は画像処理にて抽出して位置を割り出し、識別子は可視光マーカの点滅パターンによって得られる。対象物の向き、傾きと距離が必要であれば可視光マーカを複数用いて x, y, z 軸の3点に可視光マーカをそれぞれ決まった角度、長さで配置することで抽出結果から計算し、向き、傾き、奥行き等の情報を取得することが可能である。

† 同志社大学 理工学部 情報システムデザイン学科

‡ 同志社大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

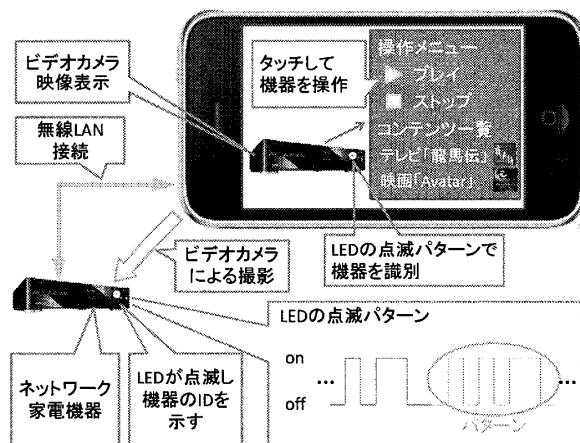


図1 LED発信機を用いた家電機器操作の構成図

なお、前提条件としては家電機器がDLNAによるネットワークに接続可能であり、家電機器の情報を引き出せる環境にあることである。

3.2 家電機器の操作

可視光マーカを用いた家電機器操作の全体図を図1に示す。例としてDVDデッキの操作にいたるまでの手順を説明する。カメラ上に映る可視光マーカをDVDデッキと識別した後、無線LANでDVDデッキの情報を取得し、DVDデッキのコンテンツの一覧をAR画像としてカメラの画面上に表示する。コンテンツの操作はタッチパネルやクリックで操作し、操作情報を再度、無線LANの通信で行うことができる。次にカメラの可視光マーカを識別する手法について記述する。

3.3 カメラの画像処理

ソフトウェアはOpen Computer Vision Library (OpenCV)[5]によってカメラの画像処理、可視光マーカの認知を行う。最初にカメラより取得した一枚目の画像フレームに二値化処理を行い、光源の強い物体を抽出する。複数の光源の強い物体が存在する場合、その数に応じて抽出点を増やす。次に二枚目以降のフレームからn番目フレームまで抽出された箇所の点滅パターンを読み取る。

3.4 LED点滅

家電機器を特定するため、可変長符号化された信号パターンでLEDを点滅させる。LEDの点滅スピードはカメラのフレームレートを上回るとカメラで認識できなくなるため、ここでは一般的なカメラのフレームレートより遅い1秒に15回点滅、15FPSの点滅スピードと設定する。

LEDの点滅パターン例を図2に示す。カメラ側では光源となるものを全て抽出し、その画像を数十枚のフレームに記憶する。LEDはある一定の発光でLEDを消して発光を中断し、再度発光する。この点滅はカメラがフレームレートの関係により容易にLEDを認識できるように1秒間ごとの発光に0.3秒ほどLEDを消すように設定する。(カメラでLEDの発光を15FPS認知した後、5FPSの消灯を行う)保存された数十枚のフレームの中で光源があるものの中から5FPSほど消灯している抽出点をプログラム上で認知し、これをARの可視光マーカと認知する。

4 考察

本研究の提案手法は既存のAR画像表示手法である画像マーカ手法とマーカレス手法と違い、以下のような利

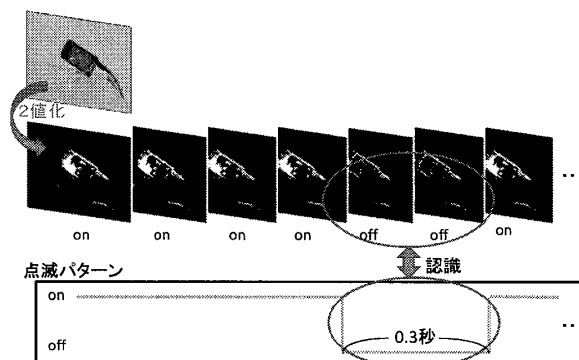


図2 LED点滅の認識法

点がある。

画像マーカ手法を用いた場合、対象物とカメラの距離や実装環境の照明によって認識度が変化する。可視光マーカを用いた場合、OpenCVの画像処理段階にて閾値を変動することによってマーカの抽出度合いを変更し、可視光マーカとカメラとの距離がある場合でも、また、環境の照明が極端に暗い状況でも可視光マーカを認知できる。ゆえに可視光マーカでは障害物がなく、可視光マーカの光源さえカメラが捉えられる状態であればカメラは可視光マーカであると認識が可能である。

マーカレス手法では事前登録の必要性や実装環境の変化には対応できなかった。提案手法では可視光マーカの点滅パターンのみで情報を受け取るため、実装環境が変化しても可視光マーカがカメラで映る範囲ならどこでも認識可能である。また事前の登録や設定も不要であり、背景の仮想モデルを作成する必要もないため、処理スピードが上がる。

可視光マーカをマーカとしたARを用いる家電機器の操作は直感的な操作を与えるだけでなく、画像マーカ手法とマーカレス手法より広範囲での操作が可能になる。さらに可視光マーカを用いることにより柔軟に家電機器を操作行うことが可能である。

5 まとめ

本研究では可視光マーカを用いたARによる家電機器の操作の提案を述べ、可視光マーカについてLED発信機の点滅パターン、及びカメラの画像処理方法を紹介することにより提案手法の実現性を述べた。ARにおいて従来の画像マーカ手法やマーカレス手法の認知可能範囲の制限や実装環境の照明による誤認識の問題を解決することができる。

参考文献

- [1] 坂本 陽, 綾木 良太, 岡部 朗, 島田 秀輝, 佐藤 健哉, 拡張現実感技術を用いた家電機器連携システムの構築, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム論文集, pp.372-377, 2010.
- [2] Azuma, T.R.: A Survey of Augmented Reality Presence: *TVE*, Vol.6 No.4, pp.355-385 (1997).
- [3] Total Immersion: Augmented Reality (AR) Solutions Product Introduction, 2008-2010 Total Immersion (オンライン), 入手先 <<http://www.t-immersion.com/en.solution-presentation.559.html>> (参照 2010-7-1).
- [4] DLNA, DLNA Networked Device Interoperability Guidelines, expanded: March 2006.
- [5] Bradski, R. G.: Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface, *Proc.IEEEWACV*, pp. 214-219, (1998).