

# 動画像中のタブレット端末検出のための基礎検討

Preliminary experiment for tablet PC detection in video sequence

鈴木 広人<sup>1</sup> 小林 亜樹<sup>2</sup>  
Hiroto Suzuki Aki Kobayashi

工学院大学大学院工学研究科<sup>1</sup> 工学院大学情報学部情報通信工学科<sup>2</sup>  
Graduate School of Engineering, Kogakuin University<sup>1</sup>

Department of Information and Communications Engineering, Faculty of Informatics, Kogakuin University<sup>2</sup>

## 1 はじめに

複数タブレット端末等で仮想的に大型ディスプレイを作る研究 [1] などでは、端末間の相対的な位置関係を把握する必要があり、オブジェクト検出や位置検出用マーカーの利用などが提案されている。これに対し筆者らは、撮影カメラから見て、特にオクルージョン発生後の再検出時でも利用中の映像表示を阻害しない電子透かしによるマーカー埋め込みを研究している。本稿では、端末画面の埋め込み位置に関する知見を確認するため、予備的な実験を行った結果について報告する。

## 2 画面縁領域での変化検出

### 2.1 概要

本研究での初期目標である端末画面領域とその向きを検出には、画面縁の枠状の領域に埋め込めれば良いと考えられるため、当該領域で画素値を変化させた際に検出のための動画を撮影する外部カメラで撮影した動画像上で検出可能な変化量などを検討する。実験は、机上に配置したタブレット端末1台を外部の Web カメラで撮影する。端末画面の縁領域に任意の画素値変化（疑似透かしと呼ぶ）を与え、撮影動画像で検出可能な限界を探る。

### 2.2 疑似透かし埋め込み

端末画面解像度  $W \times H$  のカラー画像を原画像とし、この縁領域に幅  $N$  の画素値を変更させる。本稿では本来の透かしとは異なり、単なる異なる画素値に変更し、撮影動画像での検出状況を確認する。

本研究の目的から、時間軸方向にのみ埋め込み信号の不変性が担保されるため、フレーム間差分を用いての検出可能性を検証する。ただし、表示と撮影のフレーム非同期問題から、画面縁領域のみ異なる2画像を3フレーム単位に交互に表示することで疑似透かし埋め込みとする。平面上に端末を置き、端末で透かし入り動画を再生する。サーバに接続されたカメラで上方から撮影する。疑似透かし入り動画像と撮影時のフレームレートは一致させる。

### 2.3 検出

撮影動画像のフレーム番号を  $i$  とし  $F_i$  と表す。撮影動画像のフレーム間差分を用いて検出を試みるが、表示3フレーム単位で同一画像であるため、6撮影フレームを1単位として処理を行う。

6フレーム中の前半3フレーム ( $F_i, F_{i+1}, F_{i+2}$ ) と後半3フレーム ( $F_{i+3}, F_{i+4}, F_{i+5}$ ) それぞれから1フレームを選択した全組み合わせについて差分の絶対値を計算する。各差分フレーム  $D_j$  毎の画素値総和が最大の  $D_j$  を検出対象差分フレームとする。選択した  $\tilde{D}_j$  の輝度値を2値化すると、埋め込み信号のある矩形形状の輪郭線が得られると期待できる。そこで、この輪郭矩形を検出することで端末領域を特定する。複数個の輪郭が検出された場合には、面積最大のものを採用する。

### 2.4 動画像

端末画面解像度  $1920 \times 1200$  のカラー画像を原画像とし、その縁領域を幅3ピクセルだけ変化させた画像を2種類用意し、これを交互に3フレームずつ連結して実験用再生動画像とする。動画像のフレームレートは使用した Web カメラで扱える  $30[\text{fps}]$  とした。

### 2.5 撮影

平面上に置かれた端末で作成した動画を再生する。サーバに接続されたカメラで上方から撮影した。撮影時のフレームレートは  $30[\text{fps}]$  に設定した。撮影角度は垂直で、カメラから端末までの距離は約  $65[\text{cm}]$ 、撮影照度は  $465[\text{Lux}]$  である。Web カメラは、SANWA SUPPLY CMS-V32BK で、撮影動画像の解像度は  $640 \times 480$  ピクセルで、露出は auto とした。

なお、撮影画面内での端末の配置は、目視で概ね中央に画面端と平行としている。これは、本稿での簡易的な検出手法では、画面内の端末の回転（傾き）に対応できないためである。

### 2.6 結果

撮影動画像に対して、端末位置推定を行った。図1は、推定した端末位置を撮影動画像フレーム  $F_i$  に枠線を描いた例である。推定した端末位置は緑の枠線で表現している。撮影動画像全体に亘っての端末位置推定精度は、約  $0.87$  であった。

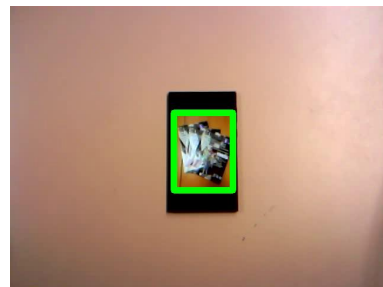


図1 端末位置推定画像

## 3 おわりに

端末画面縁領域のみの画素変化を一般的な Web カメラで検出できることを確認した。埋め込みパラメータは環境依存のため、実用では適応的な制御が必要であるとはいえる。しかし、線状の透かし情報ならば他の表示端末画面上の画像に影響を与えずに済むため、利用者への利便性を高めることができることは確認できた。具体的な透かし方式の採用、多様な環境下での検出実験などは今後の課題である。

### 参考文献

- [1] Roman Radle, Hans-Christian Jetter, Nicolai Marquardt, Harald Reiterer, Yvonne Rogers, "HuddleLamp:Spatially-Aware Mobile Displays for Ad-hoc Around-the-Table Collaboration," Proc. the 2014 conference on ACM ITS 2014 Conference, pp. 45-54, 2014.