

# 「ながらスマートフォン」状況下での衝突事故防止のための 障害物検知手法の提案

平川哲也<sup>†</sup> 小倉加奈代<sup>†</sup> ベッド・バハドゥール・ビスタ<sup>†</sup> 高田豊雄<sup>†</sup>

<sup>†</sup>岩手県立大学ソフトウェア情報学部

## 1 はじめに

歩きながらスマートフォンを操作するいわゆる歩きスマホにかかわる事故件数が年々増加傾向にある。2013年10月には、携帯電話を見ながら歩いていた男性が踏切に進入したことによる死亡事故も発生した(東京新聞 2013年10月17日夕刊)。

NTTドコモなどは歩きスマホを検知し、警告する機能を提供しているが、ユーザが導入する動機づけが弱く、十分な普及には至っていない。そこで本稿では、「歩きスマホをやめさせる」のではなく、「衝突の危険を警告し、回避を促す」というアプローチで歩きスマホの危険性を軽減を目指す。導入を容易にするため、多くのスマートフォンに標準で搭載されているカメラおよび加速度センサのみを利用することとする。

## 2 関連研究

本稿と同種の試みとしては、物体までの距離を測定できるカメラをスマートフォンに取り付け、前方の映像を取得、加工したものを操作中の画面に表示し、ユーザに注意を促すという手法 [1] が提案されている。しかしこの手法では、スマートフォンの他に持ち運びに適さないカメラが必要になることから、コストと携帯性の面で難がある。

他には、野田ら [2] の研究がある。これは、スマートフォンのセンサのみを用いるという点で本研究に類似する。カメラから取得した映像の彩度(S)・明度(V)を基に、足元と進路上の各ピクセル値を比較して障害物を検出するが、検出率が悪く、「実用には耐えない」としている。また、エッジ抽出によって障害物を検出する手法もあわせて提案しており、こちらは比較的高い検出率を実現したが、地面の模様による誤検出などの課題が残る。

本稿では、既存手法より誤検出や検出漏れの少ない有用なシステムの開発を目指し、足元の範囲と進路の範囲それぞれのS・V値に加え、色相(H)を取り入れた値の平均および標準偏差を比較する手法を提案する。

また、端末の持ち方の個人や状況による違いに対応するため、加速度センサによって検出範囲を適切に決定する手法についてもあわせて提案する。

## 3 提案手法

提案手法は、カメラからの取得映像の彩度、明度、色相を利用した障害物判定処理部と、障害物判定処理時の検出範囲決定部の大きく2つから構成される。

### 3.1 障害物判定処理部

カメラから取得した映像は、フレームごとに検出範囲を切り出し、OpenCVの提供する、HSVそれぞれの平均・標準偏差を求める機能を用いて解析する。

足元と前方の範囲の平均、標準偏差をそれぞれ算出・比較し、平均の差のH,S,V、標準偏差の差のH,S,Vのうち一つでもしきい値を上回ったとき、衝突の危険があると判断する。

### 3.2 検出範囲決定部

取得した映像から座標を固定的に指定して検出範囲を決定する場合、端末の傾斜によっては正しく検出できないことがある。例えば、水平に近く保持した場合は足元の範囲に自らの靴が映り込んだり、逆に垂直に近い場合、数十メートル先の衝突の恐れがない障害物まで検出する可能性がある。そこで、前方は2.0mから7.0m先までの範囲、足元は0.2から0.5m先までの範囲を検出対象とした。

一定距離離れた点と映像上の位置を対応させるのは、カメラの垂直画角および端末の地面からの高さや傾斜によって可能になる。画角は端末に依存するが、システム動作中に取得できる。地面からの高さは持ち方によって個人差があるため、システム起動時に設定することとする。

一方、端末の傾斜角 $\theta_d$ は端末にかかる重力加速度を長辺方向を $V_y$ 、厚み方向を $V_z$ として取得し、その比から次式によって与えられる。

$$\theta_d = \arctan\left(\frac{V_y}{V_z}\right)$$

また、端末から距離 $x$ 離れた点を見る角度 $\theta_t$ は、端末の高さ $h$ 、目標の距離 $x$ から次式により与えられる。

$$\theta_t = \arctan\left(\frac{x}{h}\right)$$

さらに、距離 $x$ 離れた点が映像に写る位置を $x'$ 、映像の垂直画素数を $n$ 、カメラの垂直画角を $\theta_c$ とすると、図1より、

$$\begin{aligned} x' : n &= \frac{\theta_c}{2} - (\theta_t - \theta_d) : \theta_c \\ x' &= \left(\frac{1}{2} - \frac{\theta_t - \theta_d}{\theta_c}\right)n \end{aligned}$$

なお、加速度センサから得られる値は歩行の加速度による影響を排除するため、100回分の計測値を平均した値を用いる。

**A System of Obstacle Detection to Avoid Collision Accidents under the Situation of Texting while Walking**  
Tetsuya HIRAKAWA<sup>†</sup>, Kanayo Ogura<sup>†</sup>, Bhed Bahadur BISTA<sup>†</sup> and Toyoo TAKATA<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

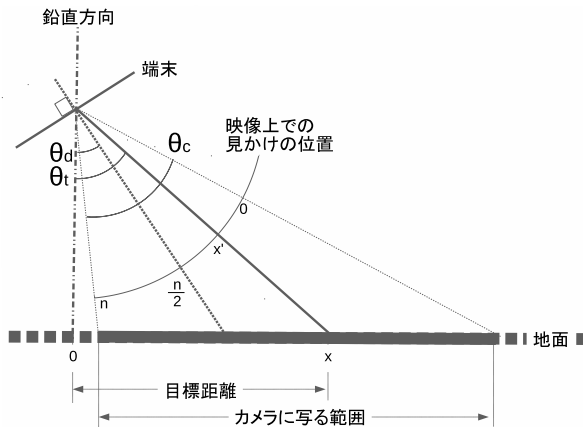


図 1: 距離  $x$  離れた地点の映像上での位置  $x'$

## 4 評価

### 4.1 検証方法

スマートフォンの背面カメラの映像だけで障害物が検出可能であること、ユーザに警告を出すための適切な手段に関しては、野田口ら [2] の研究で既に表示されているため、本稿では検証の対象としない。本稿では①障害物のない道を歩いた時の誤検出の回数と、②進路上に障害物がある場合に正検出できたかについて、それぞれ屋内外で検証する。

実験には、Samsung GALAXY S4 SC-04E を使用した。垂直画角は 1 ラジアンであり、端末の地面からの高さは 1.4m とした。平均・標準偏差のしきい値は、それぞれ H,S,V の順で (90,150,130) と (90,35,40) とした。

屋内での誤検出の実験は、大学構内の廊下 (約 200m) を、歩きスマホ時と同様にスマートフォンを保持したまま歩くことにより行った。同じく正検出の実験は、進路上にある人、壁、ドア、椅子に向かって、歩きスマホ時と同様にスマートフォンを保持し、カメラに写らない距離まで離れた上で徐々に接近し、カメラに写った時点で正しく検出できるかどうかを調べた。ただし障害物は全て静止している。障害物ごとにそれぞれ 2 回ずつ計 8 回、毎回場所を変えながら実験した。

屋外での誤検出の実験は、国道の歩道部分 (約 200m) を屋内と同様に歩くことにより行った。一方、正検出の実験は、障害物を人、壁の他は自動車、立木として、屋内と同様に行った。ただし、季節と実験場所の都合上、部分的に積雪・凍結がある。

### 4.2 結果

屋内では、誤検出実験については、8 回の誤検出と正検出実験では表 1 の結果となった。誤検出の原因は、4 回が廊下の照明が切れていたことによる影、2 回が床の模様の変り目、2 回が床に反射した照明であった。一方で正検出の実験結果を見ると、人や椅子は正しく検出できているが、壁やドアを検出できていない。これは、本手法が HSV の標準偏差の乏しい、すなわち平坦な障害物の検知に問題があることを示している。

他方、屋外では、誤検出実験については、2 回の誤検出と正検出実験では表 1 の結果となった。誤検出の原因は、2 回ともに凍結していない路面から凍結した路面への変り目であった。正検出の実験では、屋内と同じ理由により壁を 2 回中 1 回、検出できなかったものの、誤検出・正検出ともに屋内に比べ良好な結果となった。

表 1: 正検出回数 (各 2 箇所中)

屋内				屋外			
人	壁	ドア	椅子	人	壁	自動車	立木
2	0	0	2	2	1	2	2

## 5 まとめ

本稿では、カメラの映像と加速度センサから障害物を検出する手法の提案・実装・検証を行った。検証結果より、本手法は屋内で正確に障害物を検出できるとは言えず、屋外でも完全ではないものの、ユーザの注意力を補助する目的であれば利用価値はあると言える結果であった。

特に衝突対象を人に限った場合、屋内外問わず 4 回ともに正しく検出が可能できたことから、人と衝突を避けるために提案手法は有用である。また、歩道上での誤検出の内訳は、2 回とも凍結路面を検出したことであるが、言い換えれば転倒の危険のある凍結路面を事前に察知できるということでもある。

ただし、今回は季節と実験場所の都合上、積雪・凍結路面という特殊な状況下での実験となったが、今後さらに乾燥路面や濡れた路面での検証も必要である。

また、本手法では平坦な障害物の検出に問題があるが、野田口らの研究をはじめ、他の手法と併用することによって更に検出の正確さを高めることも可能であると考えられる。

## 参考文献

- [1] Juan David Hincapié-Ramos, Pourang Irani, “CrashAlert: Enhancing Peripheral Alertness for Eyes-Busy Mobile Interaction while Walking”, Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.3385-3388, 2013.
- [2] 野田口 宗, 赤池 英男, 角田博保, “歩行中のスマートフォン使用時における障害物検出および提示手法の提案と評価”, 情報処理学会研究報告, Vol.2013-HCI-151 No.3, pp.1-7, 2013.