

# クラウドセンシングを用いた 突発的事象検出システムの提案

山本 泰史<sup>†</sup> 黄 宏軒<sup>†</sup> 川越 恭二<sup>†</sup>

<sup>†</sup>立命館大学 情報理工学部

## 1 はじめに

近年、カメラやマイク等のセンサから取得した映像や音声からの事故や不審人物検出 [1][2] の研究が行われている。特に設置式センサを用いた事象 (イベント) 検出手法が提案されている。しかし、設置式センサを用いた事象検出を行うには、事前にセンサの設置が必要である。そのため、センサが設置されていないような屋内外で発生した事象を検出することができない。また、高低差のある場所や見通しの悪い場所では死角ができてしまい、事象の検出を行うことができないという問題があった。

そこで本論文では、クラウドセンシングを用いた突発的事象検出システムを提案する。本システムは、人々が日常生活で使用しているスマートフォンに搭載されている GPS センサ、加速度センサ、地磁気センサを用いて、事故、事件等の様々な突発的事象をクラウドソーシングとして自動的に検出するシステムである。GPS センサから事象発生位置、加速度センサから事象発生時のユーザの挙動、地磁気センサからユーザから見た事象発生方向の検出を行う。

突発的事象検出システムでは、事象が発生した際に事象周囲に存在する人々の視線や挙動等のデータを用いて事象の検出を行う点に特徴がある。そのため、本システムでは少なくとも 2 人が事象発生箇所の周囲に存在すれば突発的事象を検出することが理論的には可能である。そして、複数人からのデータを用いて事象の検出を行うことから、死角の問題に対応可能である。また、各種センサの精度問題についても、事象発生箇所の周囲に多数の人が存在すれば、事象の検出精度をさらに向上させることが可能である。実験によって、実際に突発的な事象が検出可能であることを確認した。

## 2 既存研究 (設置式センサを用いた事象検出)

Smeaton ら [1] は、CCTV システムで記録された映像を対象に、事象の発生を検出するシステムを提案した。CCTV システムに記録された映像を対象とした事象検出手法は、暗い場所の映像や、霧や雨等の天候が不順な状態の映像に適していなかった。本システムは、カメラ付近に設置したマイクからの事象発生時の音声を取得することにより、CCTV システムに記録された映像からの事象検出を補助を行い、事象が発生したカ

メラの場所の特定や、そのカメラの映像内からの事象発生箇所の特定を可能とする。

Harmara ら [2] は、オフィスに設置した PC とマイクを用いて、ドアの開閉や人々の会話などの事象の検出を行うシステムを提案した。本システムは、録音した音声データを収集し、音声の特徴を学習させることにより事象の推定を行う。

これらの既存研究は、建物に固定された監視カメラや設置式のマイクを用いる研究であることから、カメラやマイクの設置場所以外で発生した事象の検出は不可能である。また、入り組んだ場所や高低差のある場所で事象検出を行う際には、死角の多さや音の広がり方の違いから、大量の監視カメラやマイクを設置する必要がある。

本研究では、携帯端末であるスマートフォンを事象検出に用いるデバイスとしており、カメラやマイク等の各種センサを搭載していることから、従来研究における事象検出の場所依存の問題やコストの問題を解決可能である。

## 3 突発的事象検出システム

本システムは、情報収集部、情報格納部、事象検出部の 3 つの要素によって構成されている。図 1 にシステムの概要図を示す。

### 3.1 情報収集部

情報収集部は、Android アプリとして実装しており、Android に搭載されている GPS センサ、地磁気センサからのデータ及び現在時刻を取得し、情報格納部にそれらのデータを送信する。

### 3.2 情報格納部

情報格納部は、情報収集部から送信されたデータをデータベースに格納する。まず、情報収集部から Web-Socket を用いて送信されたデータを、nodeJS が受信し Redis に保存する。保存されたデータは一定時間ごとに Sinatra が取得し、データを事象検出に用いることが可能な形に整形した上で MySQL に格納する。

### 3.3 事象検出部

事象検出部は、ユーザーからの検索クエリと情報格納部に格納されたデータを元に事象検出を行う。まず、ブラウザをインターフェースとして、ユーザーから、検出対象時間、検出対象範囲、検出対象データベース名、検出精度、視線長、視線範囲、最低視線重複人数の 7 つの内容を含む検索クエリを受け取る。検出対象時間、検出対象範囲、検出対象データベース名は、サーバである Sinatra に渡される。Sinatra はこれらの情報を元に SQL を生成し、情報格納部に問い合わせを行

A cloud-sensing based unexpected-event detection system

Taishi Yamamoto<sup>†</sup>, Hung-Hsuan HUANG<sup>†</sup>, Kyoji KAWAGOE<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Ritsumeikan University

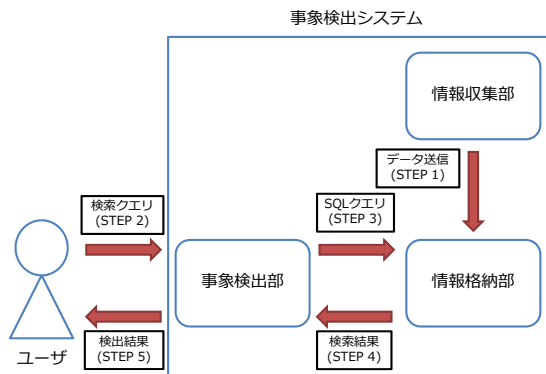


図 1: 事象検出システム概要図

う。Sinatra は情報格納部から返ってきたデータをブラウザに渡す。ブラウザは、視線長、視線範囲、検出精度、最低視線重複人数を用いてデータの絞り込みを行い、GoogleMap を用いてユーザに事象検出結果を提示する。

#### 4 事象検出手法

検出対象範囲  $R$  は、システムユーザが指定する検出精度  $A$  と検出対象範囲となる基準点  $(B_x, B_y)$  から生成した  $An_x * An_y$  の大きさの長方形と定義する。

検出対象範囲内の事象検出に用いる座標点は、 $(n_x + 1) * (n_y + 1)$  個の  $P_{ij} (i = 1 \dots (n_x + 1), j = 1 \dots (n_y + 1))$  の離散点とする。さらに、クラウドソーシングのユーザを  $U = \{U_k\}$  とする。

$N_u$  人のユーザ  $U_k$  の場所を  $UL_k$ 、ユーザの視線方向を  $V_k$  とする。あらかじめ与えられた視線範囲  $\alpha$  を用い、 $V_k$  を軸とした  $-\alpha/2$  から  $\alpha/2$  の角度ベクトルを  $VR_k^1$ 、 $VR_k^2$  とする。ここで、角度ベクトルの長さはシステムユーザが入力した視線長とする。そして  $R$  と  $UL_k$  から  $VR_k^1$ 、 $VR_k^2$  の共通範囲を  $RU_k$  とする。

まず、 $P_{ij}$  ごとの視線重複人数  $DU_{ij}$  を求める。ここで、 $DU_{ij} = |U'_{ij}|$  where  $U'_{ij} = \{U_l | P_{ij} \in RU_l, U_l \in U\}$  である。

次に、検出された事象の場所を  $E$ 、最低視線重複人数を  $MU (= N_u)$  とすると、 $E = \{P_{ij} | DU_{ij} \geq MU\}$  を求める。 $E$  が複数個存在した場合、 $DU_{ij}$  の値が大きい順にソートし、値が大きい場所を事象発生箇所とする。

#### 5 評価実験

##### 5.1 実験内容

7名の被験者に、サーバに接続された Android 端末 (端末) を視線方向に向けて持ってもらい、地磁気センサの値と視線方向との差異がないか、GPS センサの誤差が許容値を下回っているかを確認してもらう。地磁気センサ、GPS センサの値の誤差が大きかった場合、キャリブレーションを行う。その後、被験者に指定した位置に立ってもらう。準備が整った後、サーバから任意の端末に向けて信号を送り、その端末から音を発生させる。被験者には、音が鳴った端末の方向を向いてもらい、音がなった被験者は向きを変えず静止してもらう。実験終了後、事象検出手法を用いて事象検出結果を確認する。この際、事象が発生した場所は、音が鳴った端末が位置する周囲4点の座標点とする。

事象発生位置からの被験者の距離、被験者の場所の偏り、事象発生箇所の事前通知の有無の3つの要素を変化させた次の2パターンを実施した。

パターン1: 事象発生位置からの被験者の平均距離が3メートル、被験者の場所の偏りなし、事象発生箇所の事前通知あり

パターン2: 事象発生位置からの被験者の平均距離が6メートル、被験者の場所の偏りあり、事象発生箇所の事前通知なし

なお、特に記載がない場合、 $\alpha = 30^\circ$ 、 $\beta = 0.67$  とする。

#### 5.2 評価実験の結果

評価結果を図2、図3に示す。

図2は  $\alpha$  を変化させた時の検出精度を、図3は  $\beta$  を変化させた時の検出精度を示す。なお、精度は、 $E$  が事象発生場所を含む場合には  $1/|E|$  とし、含まない場合は0とした。図2、図3より、パターン1で  $\alpha$  が0.83および1.0のときに事象が検出できなかった以外は、すべて検出することができた。

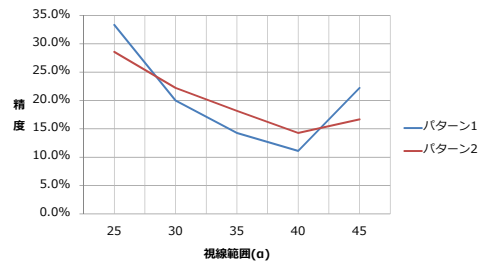


図 2: 評価結果 1

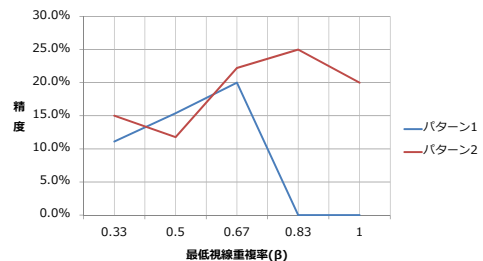


図 3: 評価結果 2

#### 6 おわりに

本研究では、クラウドセンシングを用いた突発的事象検出システムを提案した。本システムでは、人々が日常的に使用しているスマートフォンを用いることにより、死角の問題に強く、センサの設置を必要としない事象検出が可能である。実験により、本システムで発生した突発的事象を検出可能であることを確認した。

#### 参考文献

- [1] A. F. Smeaton and M. McHugh. Towards event detection in an audio-based sensor network. In *ACM, VSSN '05*, pp. 87–94, 2005.
- [2] A. Harma, M.F. McKinney, and J. Skowronek. Automatic surveillance of the acoustic activity in our living environment. In *IEEE, ICME 2005*, pp. 1–4, 2005.