

監視カメラ画像を利用した噴火の自動検知

鹿児島大学 正会員 ○中谷 剛

1. 目的

桜島は活発な活動をしている火山である。また 10km 西には 60 万人都市の鹿児島市中心部が位置し、都市圏に近い火山でもある。そのため、様々な観測によって噴火監視が行われている。最も一般的な観測は監視カメラ画像によるモニタリングであるが、噴火は目視等の人の判断を要するため、火山防災システムとの連携は限定的となっている。本研究は、監視カメラ映像を利用し自動で噴火の瞬間を捉える手法を開発し、火山防災の高度化を目指すものである。

2. 混合ガウス分布モデルによる動体検知

火山噴火に限らず土石流や地滑り等の現象は、静的状態から動的状態へ突発的に変化する現象とみなせるので、画像処理手法でその瞬間を検知すればよい。最も一般的な検知の方法は、画像の背景差分を利用する方法である。この方法は、予め静的状態を背景画像として準備し、現象が起きた後の画像との差分から現象を捉える。しかし、火山噴火のような自然環境の中で起こる現象を対象とする場合は、空や太陽のほか雲や降雨等が背景画像に影響するので応用が難しい。そこで、混合ガウス分布モデル (Gaussian Mixture Model: GMM) により背景モデルを自動的に生成する動体検知手法を応用した。GMM はデータを自動的に分類するクラスタリング手法で、画素毎に入力画像の輝度を背景または後景 (動体) に分類することができる。

3. 噴火の自動検知実験

GMM による動体検知手法の適用性を確認するため、噴火画像を用いて検知実験を行った。噴火画像は、噴火の直前からの約 2 分間の動画ファイルで、10 地点 (内 2 地点は赤外画像)、23 の異なる時間帯の 230 ケースから、著しく画像の悪いものを除いた 202 ケースを利用した。検知実験に用いた動画の諸元を表 1 に示す。表 2 には検知実験の結果を示す。約 90% のケースで画像による噴火の検知ができた。

表 1 動画の諸元

| 観測期間2013年 | 画像ファイル数 |
|-----------|---------|
| 5月        | 10      |
| 6月        | 20      |
| 7月        | 50      |
| 8月        | 30      |
| 9月        | 50      |
| 10月       | 60      |
| 11月       | 10      |
| 観測時間      | 画像ファイル数 |
| 6-12時     | 80      |
| 12-18時    | 120     |
| 18時以降     | 30      |

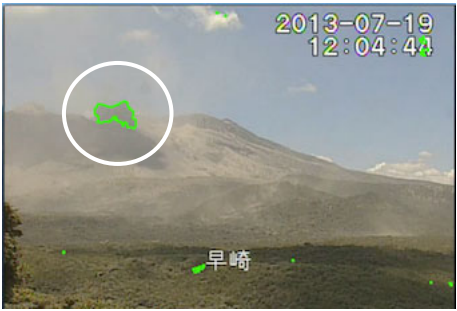


図 1 画像による検知事例  
(緑線は噴火として判断された画素の輪郭)

表 2 自動検知実験結果

|           |     |                                                                     |
|-----------|-----|---------------------------------------------------------------------|
| 画像ファイル総数  | 230 | 46ファイルは、赤外画像ファイル                                                    |
| 利用画像ファイル数 | 202 | 14ファイルは、カメラ機器による画像の乱れ、振動、録画ミス等で利用不可<br>14ファイルは、夜間撮影、雲によって目視でも確認できない |
| 検知画像ファイル数 | 181 | 検知できなかった21ファイルは、コントラスト不足、雲による部分的な遮蔽、低い画質等により目視でも確認が難しいものが含まれている     |

4. 噴火判定基準式

図 2 に動体として検知された画素数 (動体画素数) の時間変化を示した。図中の動体画素数が急増している時刻と噴火の時刻は一致している。したがって、動体画素数が急増する点を自動判定することで、噴火の

自動検知が可能となる。

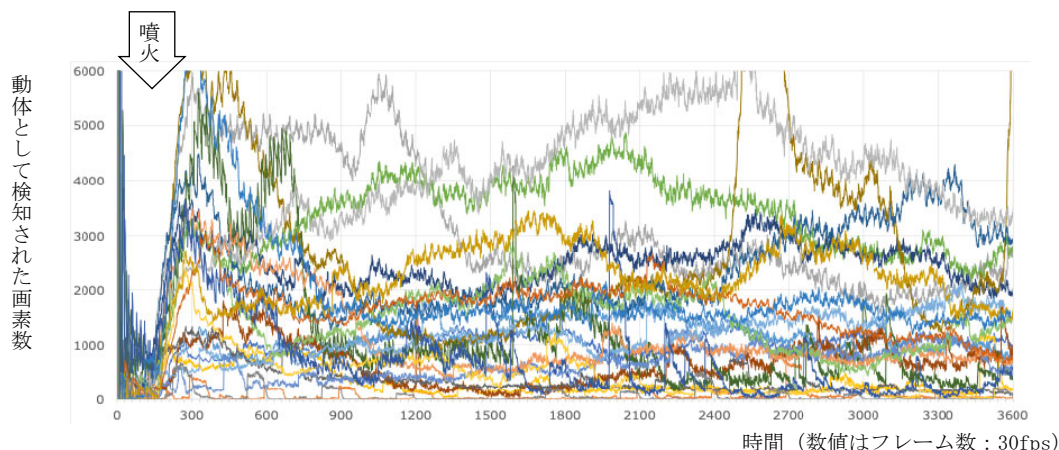


図2 動体画素数の時間変化例

噴火の自動検知の判定は、時刻  $t$  での動体検知画素数を  $P_x(t)$ 、噴火前の一定時間内で想定される動体検知画素数の最大値を  $P_{\max}(t-1)$  とすると、次のように決定できる。

$$P_x(t)/P_{\max}(t-1) > \alpha \quad (\alpha \simeq 1.0) \quad (\text{eq. 1})$$

噴火前画像には噴火とは関係のない動体（例えば雲や雲影、虫や鳥等の飛行体、船舶や車両、夜間照明等）と、監視カメラ機器によるノイズや振動等の影響による誤検知が含まれている（図3）ので、 $P_{\max}(t-1)$  を以下のように定義した。

$$P_{\max}(t-1) = \text{ave}P_x(t-1) + 3\sigma(t-1) + N \quad (\text{eq. 2})$$

ここに、 $\text{ave}P_x(t-1)$  は一定時間前の動体検知画素数の平均値、 $\sigma(t-1)$  はその平均値周りの画素数の標準偏差、 $N$  は監視カメラ機器によるノイズ（画素数）である。自動検知事例を図4に示した。噴火を検知したら、画像に「Eruption」と表示させた。図中の緑線は噴火として判断された画像の輪郭を示している。噴火の瞬間に検知ができていることがわかる。

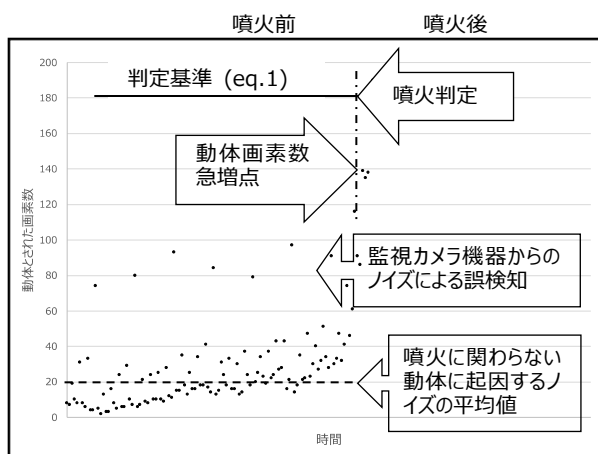


図3 噴火直前の動体画素数の時間変化



図4 噴火の自動検知例

## 5. 今後の課題

GMM による動体検知手法は土石流や地滑り等の突発的な現象への応用も可能であると考えられる。今後は適切な処理条件の設定や、自動検知をトリガーにした防災システムへの利用について検討を行う。

**謝辞：** 多数の噴火画像をご提供頂いた国交省大隈河川国道事務所様に感謝の意を表する。

キーワード 画像処理、動体検知、監視カメラ、噴火、防災

連絡先 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学地震火山地域防災センター TEL 099-285-3629