

色情報とエッジ情報を用いた航空写真からの局的な地震被害の把握

石井 真人 杉山 岳弘 阿部 圭一

静岡大学 大学院情報学研究科

抄録： 大規模な災害後の復旧支援活動を円滑に行うには、局的な被害把握が必要となる。本研究では、上空から撮影した航空写真から、色情報とエッジ情報の2つの特徴を用いて被害地域を検出する手法を提案する。被害地域では、倒壊した建物により、全体として茶褐色かつ不規則な方向のエッジを多く生じている。そこで、色の種類をあらわす色相を用いて茶褐色領域を抽出し、また、局所領域内におけるエッジの方向のヒストグラムから不規則な方向のエッジが多く存在する領域を抽出する。両者で抽出された領域の共通部分をとることにより、被害地域の検出結果とした。人が目で見て被害地域を作成した結果と比較すると、本手法を用いた場合には、文献[1]で用いた手法に比べて誤検出や検出漏れが明らかに減っている。

Detection of Earthquake Damaged Area from Aerial Photographs by Using Color and Edge Information

Masato Ishii Takahiro Sugiyama Keiichi Abe
Graduate School of Information, Shizuoka University

Abstract: To grasp the range and seriousness of the damage is indispensable for starting up quickly life-supporting activities after a wide-area disaster, such as a big earthquake. In this study utilization of aerial images for this purpose is considered. Color and edge information is used for detecting the damaged area. Usually areas of collapsed buildings have a brown color and a lot of edges of random directions. Thus we detect brown areas in the hue image, and also areas where the number of edge points is larger than a threshold and their edge orientations are somewhat uniform referring to the histogram of edge orientations in the brightness image. Then we make the intersection of those areas extracted by color information and edge information. In comparison to a human made result, our method produced a fewer misdetections as well as a fewer false alarm areas than a method described in a preceding report.

1 はじめに

災害時、特に地震のような大規模な自然災害時には、いち早く災害状況を把握し、これらの状況を解決するために、地上の広い地域の情報を得る必要がある。ゆえに、航空写真を利用し上空からの情報を解析することは非常に有効であると考え、本研究では、災害前と災害後の同一の地域を撮影した航空写真を用いて局的な被害検出を行う。

現段階で想定している検出のおおまかな流れを述べる。まず、災害後の画像に対して被害検出を行う。そして、その結果と災害前の画像の比較または、検討を行うことで、被害情報を作成する。次に、その被害

情報をもとにして、被害による道路の通行可・不可などの情報、避難経路や緊急車両の侵入経路などの情報を表示した地図を作成する。そこで、本研究ではまずその第一段階である災害後の画像に対して被害検出を行う。

航空写真における被害地域は、倒壊した建物の影響により、全体として茶褐色でかつ不規則な方向のエッジが多く生じている。文献 [1] では、色の種類をあわらす色相を用いて茶褐色の領域を抽出する方法と、エッジ強度の分散の小さな地域を抽出する方法を用いて、被害地域の検出を行っている。しかし、色が茶褐色で同方向のエッジが多く存在する鉄道線路などの非被害地域も、エッジ強度の分散を用いた場合には誤って検出されてしまう。そこで、本研究では、色相とエッジの密度に加え、エッジの方向分布に着目し、茶褐色で不規則な方向のエッジが多く存在する領域を被害地域として検出する手法を提案する。被害検出の流れを図 1 に示す。

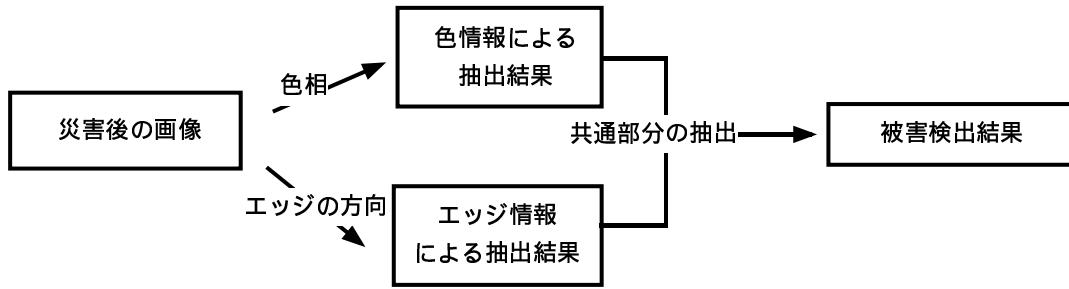


図 1: 被害検出の流れ

2 本手法の概要

2.1 色情報による抽出

色の情報において、被害地域が、全体として茶褐色を示している点に注目する。そこで、色相に対してしきい値処理を行い茶褐色である領域を画像から抽出した。抽出結果に対し大きさ 15×15 画素の一様なフィルタを用いて平滑化を行い、しきい値処理を行う。これを色情報による抽出結果とする。

2.2 エッジ情報による抽出

図 2 右の画像は、原画像から、被害地域と非被害地域を抽出し、それらをエッジの方向であらわし、拡大した画像である。被害地域では、短く不規則でさまざまな方向のエッジが、多く存在するため、方向に規則性のないランダムな線であらわされた画像となる。一方、非被害地域の鉄道線路では、線路は規則性を持っているので、線路に沿ったエッジの方向の画像で表現されている。また、倒壊していない建物では、その境界は規則性を持っているので、境界に沿ったエッジの方向の画像で表現されている。

被害地域と非被害地域には、エッジの方向にこのような特徴の違いがみられるので、本手法では、この違いを考慮したエッジ情報による抽出を行う。

まず、原画像を明度画像に変換する。次に、その明度画像に対し Sobel フィルタを適用し、エッジの強度および方向を求める。点 (i, j) における明度を $f(i, j)$ とすると、Sobel フィルタの水平方向と垂直方向の強度はそれぞれ以下の式により求められる。

$$\begin{aligned}\Delta f_x(i, j) &= f(i+1, j-1) + 2f(i+1, j) + f(i+1, j+1) \\ &\quad - f(i-1, j-1) - 2f(i-1, j) - f(i-1, j+1).\end{aligned}\quad (1)$$

$$\begin{aligned}\Delta f_y(i, j) &= f(i+1, j+1) + 2f(i, j+1) + f(i-1, j+1) \\ &\quad - f(i+1, j-1) - 2f(i, j-1) - f(i-1, j-1).\end{aligned}\quad (2)$$

得られた $\Delta f_x(i, j), \Delta f_y(i, j)$ の値から、エッジの方向を次の式により求める。

$$\theta(i, j) = \arctan\left(\frac{\Delta f_x(i, j)}{\Delta f_y(i, j)}\right). \quad (3)$$

得られたエッジ強度に対してしきい値処理を行い、エッジ点を検出する。次に、検出されたエッジ点を対象に、 15×15 の局所領域内におけるエッジの方向のヒストグラムを作成する。

図 3 は被害地域と非被害地域のエッジの方向のヒストグラムの典型的な例である。これらヒストグラムは、横軸にエッジの方向、縦軸に各々のエッジの方向の頻度を示している。

被害地域では、エッジ点が多く、様々な方向のエッジの方向がほぼ均一に存在するので、エッジの方向は、全てある程度の頻度を保っている。そのため、(a) のようなヒストグラムが作成される。一方、非被害地域の建物の内部などでは、エッジがほとんど存在しないのでエッジの密度が小さくなり、(b) のようなヒストグラムが作成される。また、建物の境界などでは、1つまたは、2つの方向のエッジのみ多く存在するので、(c) のようなヒストグラムが作成される。このヒストグラムを用いて、エッジの密度が大きく、かつ、エッジの方向の頻度が、すべてあるしきい値より小さい領域を抽出する。このようにして、被害地域を特徴づける、不規則なエッジの方向が集中して存在する領域のみを抽出することができる。これをエッジ情報による抽出結果とする。

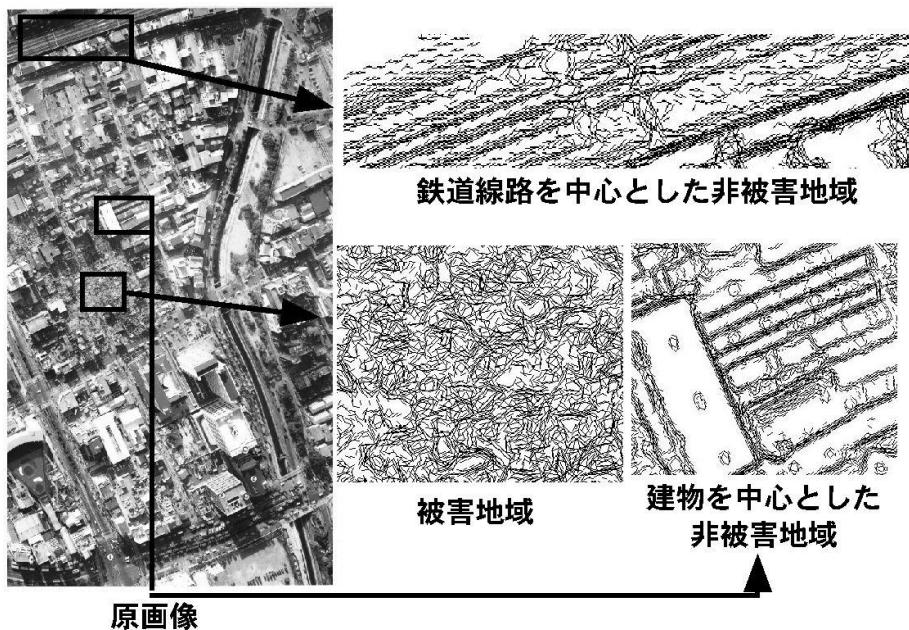


図 2: 被害地域と非被害地域の抽出

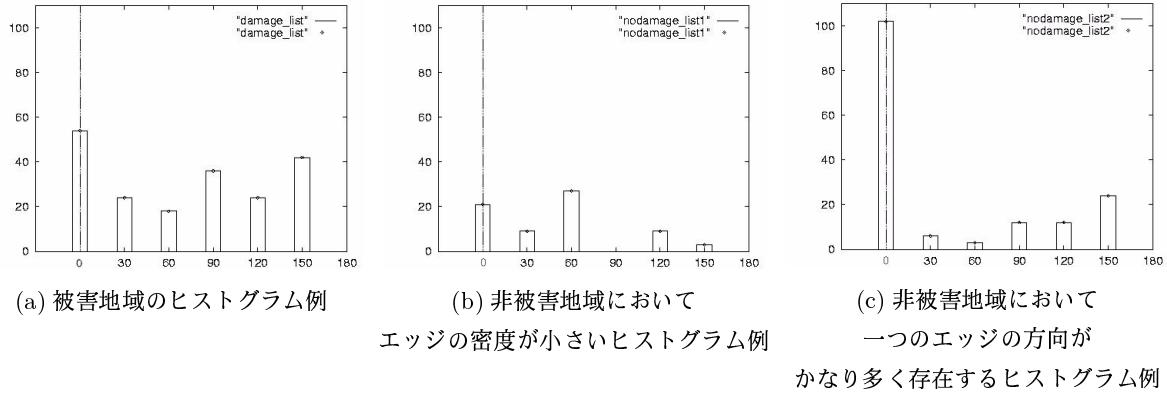


図 3: エッジの方向のヒストグラム例

2.3 抽出結果の統合

最終的に、色情報による抽出結果とエッジ情報による抽出結果の共通部分をとることにより、被害地域の検出結果とする。

3 実験結果

この手法を適用した結果を図 4 に示す。(a) に原画像、(b) に色情報により抽出した結果、(c) にエッジ情報により抽出した結果、(d) にそれらの共通部分である検出結果を示す。黒の領域は各々の処理により抽出された結果である。また、原画像に対して著者が目視を行いそれにより被害ありとした地域と、被害検出結果を組み合わせたものを (e) に示す。さらに、同じ目視判読結果と文献 [1] の手法の被害検出結果を組み合わせたものを (f) に示す。(e)、(f) 結果に示されている斜線と編目の領域は、原画像に対して著者の一人が目で見て被害地域とみなした部分である。画像中の編目の部分は、正しい検出を行った地域である。斜線の部分は、検出渋れの地域である。黒の部分は、誤って検出した地域である。

本手法による結果と文献 [1] の手法による結果の比較により、誤って検出される地域（黒の地域）に大きな違いがみられた。(e) と (f) より、誤った検出をする割合は、本手法を行った場合の方が明らかに少ない。特に画像中の左上にある非被害地域である線路の領域を誤って検出することはなかった。

しかし、まだ以下のような問題がある。

被害の検出渋れを起こした地域の特徴（斜線の地域）

- 建物の影
- 色が茶褐色でない

誤って被害を検出した地域の特徴（黒の地域）

- 道路やグランド上で人や自動車が混在している

建物の影において、検出渋れをした理由は、影の領域ではエッジ検出を行うのが非常に難しいため、エッジ情報として検出することができなかつたからである。

色が茶褐色でない地域においては、色相の値を茶褐色でしきい値処理を行っているので、色情報として検出することができなかつたからである。道路やグラウンド上で人や自動車が混在している地域において、誤って被害を検出した理由は、被害地域と同じような色とエッジの特徴をもっていたので、検出されたためである。

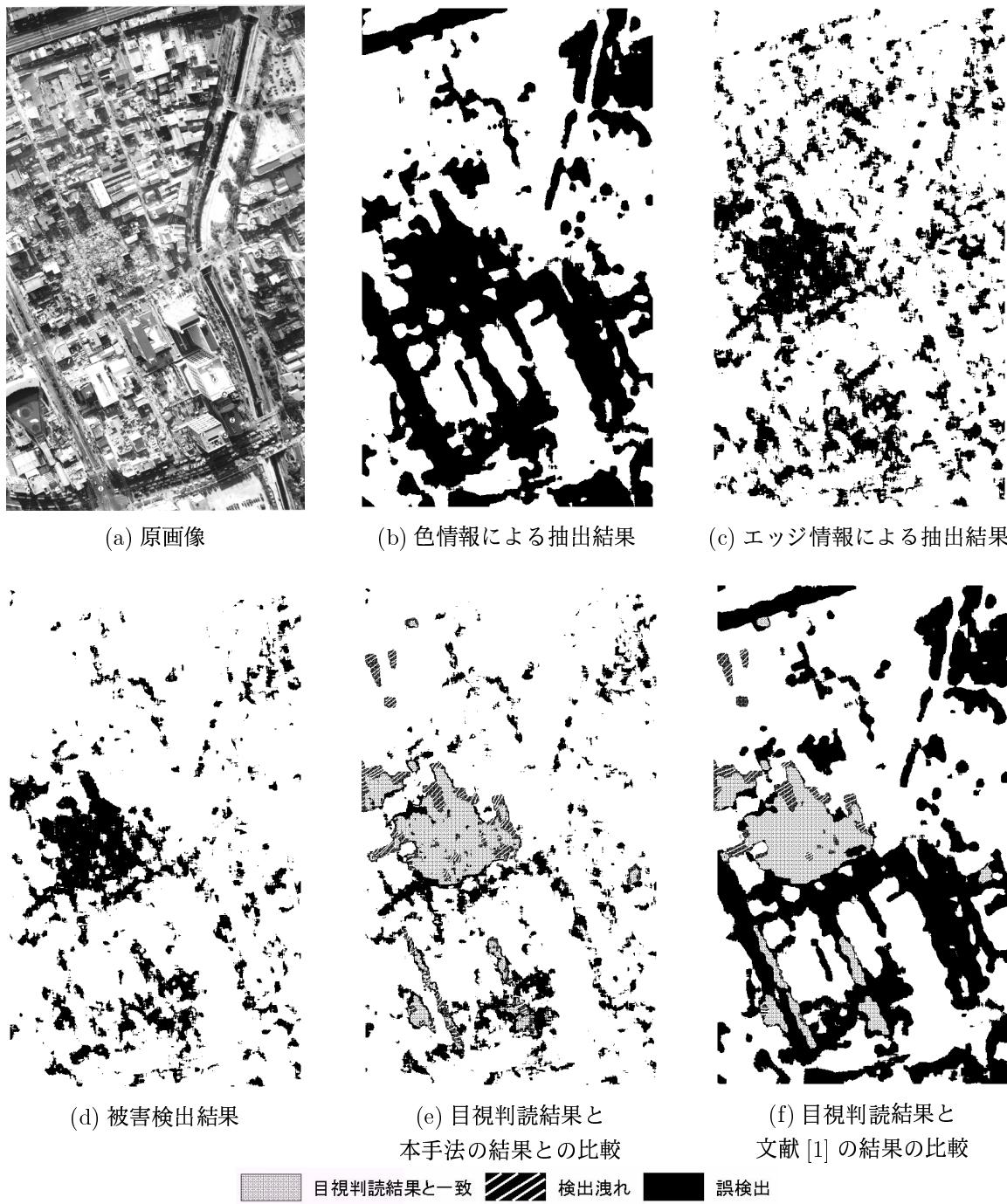


図 4: 実験結果

4まとめ

実験結果より、大局的な地震被害の把握を行うために、色相とエッジの方向分布を用いることは有効であることが確認できた。

今後の課題は、検出精度の向上のために、

- 画像に依存しない最適なしきい値の検討
- しきい値の設定の自動化
- 他の特徴について可能性を探る

本手法の検出結果でみられたような誤って検出される地域や検出洩れを減らすにはどうすればいいかを検討する。また、地図情報を利用し、グラウンドや道路などの情報を考慮することで、誤検出される地域を減らすこと等を試みる。そして、次の目的である、被害情報を地図に表示するための方法を検討する。

謝辞 本研究は、通信・放送機構の地域提案型研究開発制度による「画像処理と無線アドホックネットワークを統合した災害時ライフライン情報通信・復旧支援システム」の一環として行ったものである。貴重なご教示をいただいた理化学研究所地震防災フロンティア研究センター小樽山雅之氏に深謝します。

参考文献

[1] 長谷川, 小川, 青木, 松岡, 山崎: 空撮ハイビジョン映像および航空写真を用いた地震による被害建物の目視および自動判読, EDM Technical Report, No. 5, 2000.

対外発表論文リスト

石井真人, 杉山岳弘, 阿部圭一: 色情報とエッジ情報を用いた航空写真からの大局的な地震被害の把握, 2001 年度電子情報通信学会総合大会 (2001.3)