

空中写真における画像処理による住宅地の被災地域検出手法の提案

市沢 公騎[†] 亀田 昌志[‡] Prima Oky Dicky Ardiansyah[‡]

[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により、岩手県及び宮城県沿岸部では津波による甚大な被害に見舞われた。現在、多くの研究機関で高分解能衛星写真及び空中写真を公開しており、その画像情報を基に被災状況の判読結果が報告されているが、災害アセスメントや防災のあり方を検討する資料の報告は少ない。

災害アセスメントとは実際に災害が発生することを予想して、予め災害時における身の回りの環境について評価、確認をしておくことである。災害アセスメントは現場把握、地震想定被害、対策検討のプロセスにより実現され、本研究では現場把握に相当する部分について、空中写真から住宅地における被害の有無を確認し、定量的に分析、評価する手法を提案する。本研究の成果は、災害アセスメントの現場把握において寄与できると考えられる。

2. 従来手法

従来研究として、災害前後の空中写真を画素差分単位で比較し、被害があった建物を検出する手法[1]がある。画像を平滑化した後、ソーベルフィルタを用いてエッジ抽出を行う。この処理を被災前の画像とデジタル地図、被災後の画像とデジタル地図間に対しそれぞれ適用し、位置合わせを行う。さらに位置合わせの結果から、被災前後の 2 枚の画像間で差分計算を行い、差分の大きい部分を災害領域、小さい部分を非災害領域としている。また、[1]の手法を改善した手法として[2]があり、画素を複数回フィルタリングすることで検出率と正解率の精度の向上を図っている。

従来研究にある手法を住宅地に適用した場合、非常に細かくエッジが検出されるため、被害地域の検出がエッジ検出精度に依存する部分が大きく、検出誤りを多く含む可能性が高い。そこで、この問題を解決するために、本研究では被災前後の空中写真に対し、離散コサイン変換とケプストラム解析を用いることで、 64×64 [画素]と 128×128 [画素]の範囲における住宅地の被害を確認する。以下にその手法の概要を記述する。

3. 提案手法

住宅地を対象として震災による家屋の倒壊等の被害を検出、解析する手法として、離散コサイン変換とケプストラム解析を用いる。離散コサイン変換は画像を周波数成分に分離することができるので、被災前後における各成分の変化を見ることで被害のある地域かどうか判別する。しかし離散コサイン変換のみだと、被害がほぼ無い、または少ない地域でも高周波成分が減少していると誤検出してしまう可能性があるため、それを訂正するためにケプストラム解析を用いる。ケプストラム解析では画像における基本周期が検出できるので、被災前後で高周波成分に変化があった画像にのみ処理を行い、被災前後で係数の変化を見ることで被害の検出を行う。

3.1 離散コサイン変換

離散コサイン変換では、画像信号を DCT 係数に変換することで異なる周波数成分に分離することができ、被災前の住宅密集地の画像信号では高周波成分が多いことが予想できる。しかし、被災により住宅が失われることにより、被災前と比べて高周波成分が減少し、逆に低周波成分が増加すると考えられる。

3.2 ケプストラム解析

画像のケプストラムとは、画像の対数振幅スペクトルを逆フーリエ変換したものである。ケプストラム解析は元々音声の分野で用いられており、例えば文献[3]では信号の基本周期が検出できているため、今回住宅地における周期性を検出するにあたり、ケプストラム解析を用いることを考えた。住宅密集地は、ほぼ一定の間隔で住宅や道路が存在することから、ケプストラム領域で見た際に周期性が確認できると予想した。被災後の画像では、周期性が失われている事実があることから、ケプストラムの値を観測することで被害の検出が可能ではないかと考えられる。

4. 実験と評価

実験に使用した画像は南三陸町の空中写真から主観で住宅密集地を選定し、各 64×64 [画素]、 128×128 [画素]で切り出した被災前後のものを使用した。これらの画像サイズについては、空中写真一枚が 1322×807 [画素]であり、その中で住宅地と目視で判断できる領域としてこの 2 種類を選択した。

Detection method of the afflicted urban area using aerial photographs

Kouki ICHIZAWA[†], Masashi KAMEDA[†], [†]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

それぞれの画像に離散コサイン変換を適用し、グラフ化したものが図 1(b)である。図 1(b)のように被災前では右下にあたる高周波成分にもエネルギーが多く、全体的に疎らに分散していることがわかる。このような性質をもつ画像の中から、被災後で高周波成分のエネルギーが減少している画像に対してのみケプストラム解析を行った。被災後で周期が失われていると、ケプストラム内の値が全体的に減少しているという事実から、計算を容易にするため整数である画素値に変換し、その差を見ることで被害の有無を確認することが可能ではないかと考えた。ケプストラム内の最小値が 0、最大値が 255 をとるように係数を変換し、全画素の合計値を被災前後で差分をとり、絶対値を確認した。被災前後の画素値の合計と差分値、主観で判断した画像における被害を表 1 に示す。

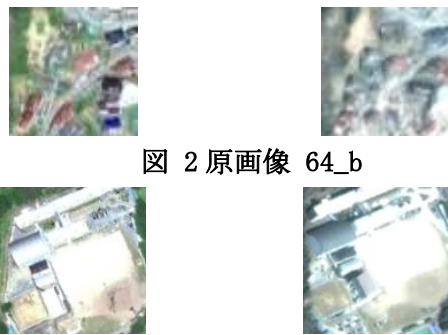
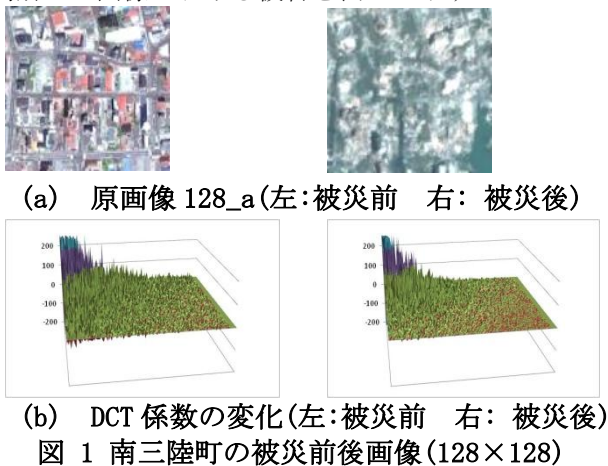


図 3 原画像 128_b

表 1 被災前後の画素値合計と差分

	被災前	被災後	差分	被害
64_a	3285	5664	2379	大
64_b	5406	4256	1150	小
128_a	2831	1003	1828	大
128_b	8608	8222	386	無

実験結果について考察する。まず図 1(a)の画像については DCT で判定し、高周波成分が減少していることが図 1(b)の結果から分かる。続けてケプストラムで判定を行った結果、表 1 より被害の有無が判定できていることから提案手法が有効であることが言える。しかし、図 2, 3 については画像

を見ると被害が小さいが DCT による判定では被災地域とされたものである。これについては、表 1 から分かるようにケプストラム解析によって判定を用いることで誤りを訂正できている。

次に提案する判定手法を別の地域に適用することで検証を行う。検証に使用した画像は荒浜沿岸の住宅密集地を用いた。離散コサイン変換を適用したところ、図 3(b)より高周波成分が減少していることが顕著に出ているため、ケプストラム係数を画素値に変換して合計値の差分をとった。

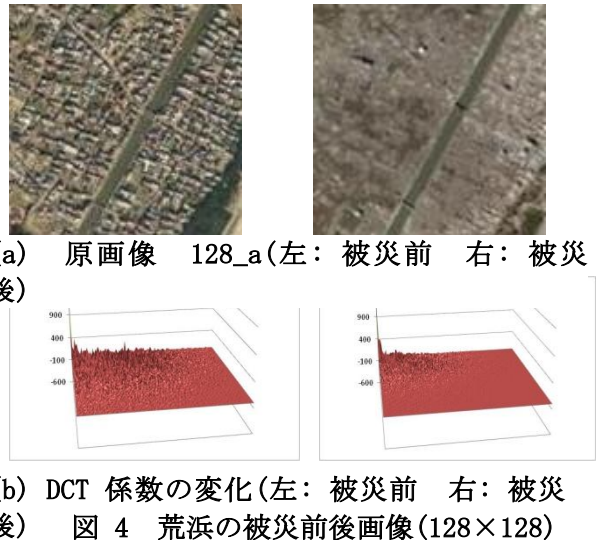


表 2 被災前後の画素値合計と差分

	被災前	被災後	差分	被害
64_a	21265	5087	16178	大
128_a	67008	65424	1584	大

表 2 を見ると、荒浜の住宅密集地についても提案手法により被害の検出ができていているといえる。

5. おわりに

本稿では、住宅密集地における空中写真を離散コサイン変換とケプストラム解析により、被災地域を検出する手法を提案した。今後の展開として地理的、地形的な立地条件を分析し、同様の条件に該当する地域を特定する。また、それら該当地域に対して災害アセスメントを作成する上で必要となる、現場把握に関する資料や防災のあり方を検討する資料として提供する。

参考文献

- [1] 清水, 内藤, 佐治, 阿部, ‘災害前後の航空画像とデジタル地図を用いた被災地域の検出,’ 電子情報通信学会 2004 年総合大会, 2004.
- [2] 石井, 白木, 杉山, 阿部, ‘画像処理による地震被害地域検出の定量的評価,’ 電子情報通信学会 2004 年総合大会, 2004.
- [3] 小林, 島村, 鈴木, 國枝, ‘改良ケプストラム法による基本周波数の抽出,’ 日本音響学会研究発表会講演論文集 1997(2), 1-2, 1997.