

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：34509

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25730201

研究課題名(和文) 風化金石文復元のための画像解析手法の開発

研究課題名(英文) Development of image analysis method for restoring weathered inscriptions

研究代表者

上 梶 英之 (Uesugi, Hideyuki)

神戸学院大学・現代社会学部・研究員

研究者番号：50600409

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：石碑表面の凹凸を斜光撮影を用いて撮影した後、開発した画像処理ソフト連動型の解析型デジタルアーカイブを使用し、撮影画像の照度を利用し、位相角の異なる画像同士の照度の差分を取得したり、石碑表面の形状によりモデル化した照度パターンとの比較を利用し、碑文のみ抽出することが可能となった。

本研究は、文字の自動判読を目指し画像を二値化し文字以外のノイズの除去を試みているが、風化が酷くなるにつれて、字形の喪失や、字形以外の風化による凹凸など、除去しきれないノイズが多くなり、予測される字が多くなりすぎた為、実用化にはいたらなかった。

研究成果の概要(英文)：After that, it became possible to extract inscriptions by the illuminance difference of the image and the illuminance model created by the shape of the surface of the stone, using the analytical digital archive we have already developed.

This study is aimed at automatic recognition of characters using OCR. To attain this goal, binarization of images is necessary. Although deciphering of characters is eventually possible, it is noisy. The use of OCR is only slightly possible. OCR could not be put to practical use.

研究分野：人文情報学

キーワード：金石文 石碑 考古学 画像処理 デジタルアーカイブ

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災の折、過去の津波の到達場所に在り「これより下の土地に家を立てるな」との警告を記した石碑が人々を救ったことでその価値が見直されてきている。しかし、これらの石碑のほとんどは屋外に在り、長期にわたって風化作用を受けているため、表面が苔で覆われている(図1)。文字が崩れ明瞭ではない(図2)等の理由により、通常撮影では金石文の判読が困難な場合が多く、早急なデジタル化が望まれる歴史資料でありながら、その手法は確立しているとは言い難い。

今日まで行われてきた石碑の調査の場合、撮影と現地でのデータ(文字・形状など)採取が主な手法である。そういった過去からの連続性や、効率面や費用面から考えても、金石文のデジタル化の手法を一般に普及させるためには、デジタルカメラを使用した普遍的な手法の開発が望まれる。

しかし、風化のため金石文が判読できず、通常の撮影だけでは正確なデータが得られない試料も多く、通常撮影だけではなく、画像処理を導入する必要がある。処理の手法として先ず挙げられるのが Photometric Stereo である。Photometric Stereo は、複数の照明条件で画像データを取得し、照明の位置を新たな軸として対象となる物体の3次元形状を推定する解析手法である。また、shape from shading を活用すれば、陰影から3次元形状を復元することも可能となる。これらの解析手法は研究の蓄積も多く、特に Photometric Stereo の複数の照明条件で画像データを取得する手法は、石碑表面の苔やカビなどの色情報を除くのに有効である。しかし、これらの手法はあくまで試料の3次元形状の復元であり、失われた情報を修復するものではない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、風化して読めなくなった金石文を、画像解析によって判読できる状態に復元する手法を開発することである。

これを実現するために、

- (1) 風化には材質や設置環境によって風化にはパターンがあり、金石文の風化パターンを解析することで、風化する以前の字形を推測する
- (2) 風化による凹みが、刻まれた文字の凹みより浅い場合、深さの程度(深度レベル)をヒストグラム解析し、閾値を定めることによって、深い(深度レベルの高い)凹みだけを表示する
- (3) 石碑は年号や人名、宗教用語など、ある程度の単語を定型化できる。図6のように字形が崩れている試料に対しても「文政」という年号を知っていれば判読は難しくない。このように残された線形を元に、失われた線形を補う

ライブラリを構築することで、字形を復元する

上記の三つの処理を既に開発している解析型デジタルアーカイブすてむに組み込む。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、3年間でデータ取得のための調査研究を1つ、開発・実験研究を2つ、実施した。

【調査研究】金石文の風化パターンの解析・定格化

【開発・実験研究1】深度レベルによる文字の抽出

【開発・実験研究2】線形の推測による復元とライブラリの構築

初年度はフィールドワーク中心に、御影石・砂岩・笏谷石などで作られた石碑の風化状況を調査し、材質や設置環境(建立年代・屋外・屋内・日照・水辺など)と併せてデータを収集し、金石文の風化をパターン化する。そのデータを用い、材質や地域的な特色、経年変化と風化パターンとの相関関係を調べた。

二年目以降は、風化パターンの試料のうち、凹みと文字の凹みを比較して文字の凹みがいずれより深く、風化がそれほど酷くない試料に対して、石碑表面の凹凸をヒストグラム解析による閾値を用いて、凹みの最も深い凹部分を表示する2値化画像を求める解析プログラムの開発・実験を行った。

三年目は、風化による凹みが深い、文字の線形が残っている試料に対し、石碑表面に残る文字を線形化することで、文字の形を復元する。復元の際にライブラリを検索し、残された線形を推測プログラムの開発を行い、されに、データの不足を補うための追加調査を計画していたが、私事によりフィールドワーク出られず、開発のみ行った。

期間を延長して四年目に追加調査を行い、全ての成果をまとめたアプリケーションを29年度中に公開する予定である。

4. 研究成果

石碑表面の凹凸を斜光撮影を用いて撮影した後、既に開発している画像処理ソフト連動型の解析型デジタルアーカイブを、位相角の異なる撮影画像同士の間隔差を利用した解析方法や、石碑表面の形状により、光源による照度パターンをモデル化し、モデルと実際の画像との比較を利用する解析方法など、石碑の状況により解析方法を変更することで、様々な保存・撮影状況に柔軟に対応できるように変更し、より多くの碑文を抽出することが可能となった。

一方で、本研究は、文字の自動判読を目指し画像を二値化し文字以外のノイズの除去を試みているが、風化が酷くなるにつれて、字形の喪失や、字形以外の風化による凹凸な

ど、除去しきれないノイズが多くなり、予測される字が多くなりすぎた為、実用化にはいたらなかった。

この課題に関しては、既に別の方法によるアプローチを既に開始している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3件)

著者名: Hideyuki Uesugi ; Masayuki Uesugi

表題: Development of the Database for images of the text on the Stone Monuments
雑誌名: Culture and Computing (Culture Computing), 2013 International Conference on

査読: 有

DOI: 10.1109/CultureComputing.2013.40

著者名: 上楯英之 上楯真之 多仁照廣

表題: 石造遺物銘文取得のためのアーカイビング手法の開発

雑誌名: 人文科学とデータベース協議会, 18, pp59-66, (2012)

査読: 無

URL:

http://www.jinbun-db.com/journal/pdf/vol_18_59-66.pdf

著者名: 上楯英之, 上楯真之, 多仁照廣

表題: 石造遺物銘文取得のためのデータベース開発

雑誌名: じんもんこん 2012 論文集

査読: 無

7, pp179-184, (2012),

URL:

https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=87033&item_no=1&page_id=13&block_id=8

[学会発表](計 5件)

発表者: Hideyuki Uesugi ; Masayuki

Uesugi ; Takanao Inaguma

表題: Stone Monument Text Image Database

学会名: Theory and Practice in Modern

Computing 2015

査読: 有

発表年月日: 2015/7/24

場所: Las Palmas de Gran Canaria

発表者: 上楯英之, 稲熊孝直

表題: 保存・修復・活用に向けた石碑アーカ

イブシステムの提案

学会名: 情報コミュニケーション学会

発表年月日: 2017/3/5

場所: 東京都国立市

発表者: 上楯英之, 上楯真之, 稲熊孝直

表題: 風化石文撮影の意義と解析型アーカイブ

学会名: 情報保存研究会

発表年月日: 2016/10/3

場所: 東京都千代田区

発表者: 上楯英之, 上楯真之

表題: 砂岩製石造遺物における銘文の風化傾向と銘文の取得方法について

学会名: 情報処理学会

発表年月日: 2014-07-26

場所: 兵庫県姫路市

著者名: 上楯英之, 上楯真之, 多仁照廣

表題: 石造遺物デジタルアーカイブ構築のための画像解析法の開発

学会名: 情報処理学会

発表年月日: 2012/10/12

場所: 東京都国立市

[図書](計 件)

[産業財産権]

出願状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

29年度四月より所属が変更となり、システムの公開が出来なくなった為、現在公開場所を模索中です。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

名前: 上梶 英之 (Hideyuki Uesugi)

所属: 神戸学院大学・現代社会学部・研究員

研究者番号: 50600409

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()