

撮影状況に基づく 写真へのソーシャルタギングシステム

北出 卓矢[†] 丸谷 宜史[†] 梶田 将司[‡] 間瀬 健二[†]

写真に対しタグを付けて共有することで、他者と写真への意味付けを共有することができる。本稿では、撮影時の端末のセンサデータ（緯度・経度・方位角・仰俯角）と、他者の付けたタグを利用することで、写真に付加するタグを推薦するシステムの提案を行う。更に、適切なタグを推薦するため、システムのタグの推薦精度の評価実験を行った。その結果、およそ 30 個のタグ付けが行われれば、約 90%の精度で正しいタグが推薦されることが分かった。本研究により、写真撮影時に適切なタグ推薦を行うことができるようになると思われる。

Social Tagging System for Photographs Based on Shooting Situations

TAKUYA KITADE[†] TAKAFUMI MARUTANI[†] SHOJI KAJITA[‡] KENJI MASE[†]

We can share meanings of photographs by sharing tagged photographs. In this paper, we propose a photograph tag recommendation system using sensors data (latitude, longitude, azimuth, and elevation/depression angle) and others' photograph tagging. Furthermore, we conducted an evaluation experiment of the tag recommendation precision of the system. The result shows that the system can recommend appropriate tags at a 90% accuracy when 30 or more photographs with correct tags are provided.

1. はじめに

デジタルカメラの普及によって、多くの人々が手軽に大量のデジタル写真を撮影できるようになった。Flickr¹⁾や Panoramio²⁾といった写真共有サイトでは、写真に対してタグ付けすることで、撮影場所や撮影対象名などのタグを基に容易に目的の写真を検索することができる。しかし、写真に対しタグを付けることは手間を要し、大量の写真にタグ付けする際問題となる。また、写真は撮影者が何かを対象に撮影したものであるため、必ず対象が存在する。他者の付けたタグを推薦することは、他者の注目した対象とその意味付けを提示することである。他者のタグをユーザに推薦したり、ユーザが写真に付加したタグを他者へのタグ推薦に利用したりすることで、他者とお互いの視点を共有することが期待できる。

近年では、GPS や加速度センサ、地磁気センサ等を搭載したスマートフォンを使うことで写真の撮影と同時にユーザの状況を取得し、利用することが容易に

なっている。そこで本稿では、撮影時に取得したセンサデータを用いて他者の付けたタグを推薦し、共有するという他者とのインタラクションを通して、写真へ付加するタグの推薦システムを提案する。

これまでも写真のタグ推薦に関する研究として、写真共有サイト上にある写真に付加されたタグの共起関係を利用するもの³⁾や、撮影時のセンサデータを利用するもの等がある^{4), 5)}。しかし、これらの研究ではセンサデータを用いた実際のシステムによるタグ推薦精度の評価がなされていない。タグ推薦システムを実現するためにはその推薦精度を測定し、評価する必要がある。

そこで、提案システムの実用化のために推薦手法の評価実験の結果について報告し、その結果とタグ推薦精度の向上について考察する。

2. タグ推薦システム

2.1 概要

タグ推薦システムは、撮影時に取得したセンサデータ（緯度・経度・方位角・仰俯角）を基に、他者が付加した写真のタグを利用して、写真に付加するタグ（本研究では、写真に写っている対象物名をタグとして扱う。）をユーザへ推薦するシステムである。ユーザがカメラ及び各種センサを搭載した携帯情報通信端

[†] 名古屋大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University

[‡] 名古屋大学情報連携統括本部
Information and Communication Technology Services,
Nagoya University

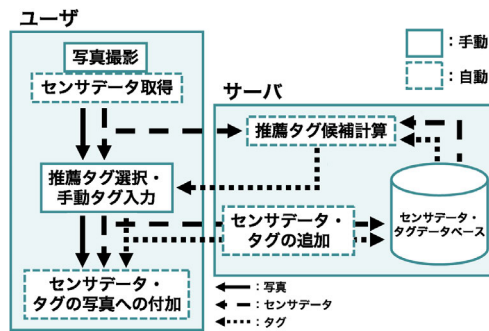


図1 タグ推薦システム流れ図

末を使って写真を撮影する際に、過去に撮影された写真に付加されたセンサーデータとの類似度を計算し、類似度が高い順に他者が付加したタグを推薦する。

本提案システムの構成及びタグ推薦の流れを図1に示す。実線で囲んだ部分はユーザ自身が行い、破線で囲んだ部分はシステムにより自動的に行われる。システムがユーザへタグを推薦する流れは以下の通りである。

2.2 タグの推薦方法

本提案システムでは、撮影時のセンサーデータと、過去に取得した各タグに属するそれぞれのセンサーデータ集合（本稿では、タグ C が付加されたセンサーデータの集合を、「タグ C に属するセンサーデータ集合」と呼ぶ）との類似度の計算によってタグの推薦順位を求める。類似度は、撮影時のセンサーデータと過去に取得したタグごとのセンサーデータ集合との距離を計算することによって求める。以下では、センサーデータの特徴と、センサーデータの類似度計算方法について説明する。

2.2.1 センサーデータの特徴

本提案システムにおいてタグ推薦に利用するセンサーデータ $\mathbf{x}$ は以下の構造を持つ。

$$\mathbf{x} = (\text{lat}, \text{lon}, \sin(\text{azi}), \cos(\text{azi}), \text{ang})^T \quad (1)$$

ただし、 lat : 緯度 ($-90 \leq \text{lat} \leq 90$)、 lon : 経度 ($-180 \leq \text{lon} \leq 180$)、 azi : 方位角 ($0 \leq \text{azi} \leq 360$)、 ang : 仰俯角 ($-180 \leq \text{ang} \leq 180$)である。仰俯角は後述する類似度計算及びクラスタリングを容易にするため正弦関数・余弦関数を適用した値とする。

2.2.2 センサーデータの分布を考慮した類似度計算

類似度を計算するにあたり、各センサーデータ固有の分布の違いを考慮すべきである。一般に緯度・経度の分散は比較的小さく、方位角・仰俯角の分散は比較的大きくなると考えられる。そのため、類似度計算にセンサーデータの値をそのまま用いると、センサーデータ間で重みが大きく異なったものとなる。従って、これら

のセンサーデータ間の分布を考慮した類似度計算をしなければならない。

更に、タグによる分布の違いも考慮すべきである。例えば、建物を外から撮影する場合、一般的に建物の大きさによってセンサーデータの緯度・経度の分布は変わるだろうし、正面から撮影されることが多い建物や、あらゆる方向から撮影されることが多い建物もある。すなわち、タグによって分布の特徴は異なる。

以上の考察を踏まえ、以下の式(2)で表されるマハラノビス距離⁶⁾ D をセンサーデータ間の距離とする。

$$D_C^2(\mathbf{x}) = (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_C)^T \boldsymbol{\Sigma}_C^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_C) \quad (2)$$

ただし、 $\mathbf{x}$: センサーデータ列ベクトル、 $\boldsymbol{\mu}_C$: タグ C に属するセンサーデータ平均列ベクトル、 $\boldsymbol{\Sigma}_C$: タグ C に属するセンサーデータ共分散行列である。

マハラノビス距離は各要素を標準偏差で正規化した距離であるため、各センサーデータ固有の分布の違いと、タグによる分布の違いを考慮した距離である。この距離関数によって撮影時のセンサーデータと各タグに属するそれぞれのセンサーデータ集合との距離を求め、距離が小さいほど類似度が高いものとする。

2.2.3 センサーデータ集合のクラスタリング

各タグに属するセンサーデータ集合を更に分類することにより、センサーデータ集合の局所的な特徴を加味した類似度計算が可能となる。よって、各タグに属するセンサーデータ集合を Ward 法によりクラスタ分類する。

3. タグの推薦精度評価実験

タグ推薦精度の評価をするため、ユーザ側システムを構築し、6つの対象に対して写真撮影・タグ付け・センサーデータ取得を行い、実験を行った。

3.1 センサーデータの取得

実験に用いた携帯端末は Android OS 搭載の HTC 製 Nexus One である。Nexus One は、A-GPS・3軸地磁気センサ・3軸加速度センサを搭載している。名古屋大学内の建物（豊田講堂・中央図書館・工学部2号館・IB電子情報館）・モニュメント・木それぞれを様々な場所から撮影し、合計546個のセンサーデータを得た。それぞれ129, 171, 49, 127, 27, 52個のタグが得られた。

得られたセンサーデータの分布を図2に示す。凡例 latitude・longitude・azimuth・angle はそれぞれ緯度・経度・方位角・仰俯角であり、それぞれの凡例が交差する楕円に、対応する凡例の分布が示されている。プロット記号はそれぞれ豊田講堂 (X)・中央図書館

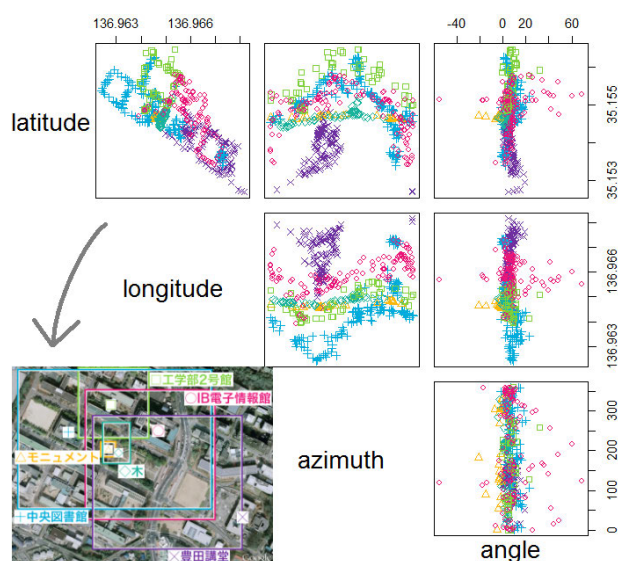


図2 センサデータの分布

(+)・工学部 2 号館 (□)・IB 電子情報館 (○)・モニュメント (△)・木 (◇) である．全て単位は度のまま表示してある．

3.2 実験結果

取得したセンサデータを用いて，Leave-one-out 交差検定によりタグの推薦精度を求めた．全 546 個のセンサデータに対し，それぞれ 1 個のセンサデータを除いて他のセンサデータを設定されたタグごとにクラス分けし，それらのクラスと 1 個のセンサデータとの距離が小さい順を推薦順とした．1 個のセンサデータに予め付加されたタグと推薦順第 1 位が等しい場合を正しい推薦とした．ただし，撮影時に複数のタグが付加されているものに対しては，それぞれのタグのクラスに属するものとして扱い，複数のタグが推薦順の上位を独占している場合を正しい推薦とした．

3.2.1 タグ推薦精度

56 個のセンサデータに対し誤ったタグを推薦し，正解率 89.7% となった．各行のタグのセンサデータがどのタグに推薦されたかを表 1・表 2 に示す．(各列名はタグの先頭文字で表す．) また，推薦順第 2 位までに予め設定したタグが推薦されたものも正解とみなすと 18 個の誤りとなり，正解率 96.7% となった．

3.2.2 センサデータ数によるタグ推薦精度の変化

更に，各タグに属するセンサデータ集合に対して，使用するセンサデータ数を制限して変化させ，当該タグの推薦精度を求めた．結果を図 3 に示す．

3.2.3 各タグに属するセンサデータ集合のクラス分類数によるタグ推薦精度の変化

次に，各タグに属するセンサデータを Ward 法を用

表1 タグ推薦結果 (各行が正しいタグを示す)

	豊	中	工	I	モ	木
豊田講堂	120			9		
中央図書館		151	3	14		
工学部 2 号館		1	39	4		
IB 電子情報館		3	2	113		
モニュメント		2	1	4	20	
木	2	6	1		2	41

表2 複数のタグが付加された写真のタグ推薦結果

	中・I	中・工	工・I
中央図書館・IB 電子情報館	3		
工学部 2 号館・IB 電子情報館		2	3

いてクラスタ分類し，それぞれのクラスに属するセンサデータ集合とのマハラノビス距離が小さい順 (類似度が高い順) にタグを推薦した．全 546 個のセンサデータに対し Leave-one-out 交差検定を行った結果を図 4 に示す．ただし，クラスタ分類した結果，あるクラスに属するセンサデータが少ない場合，マハラノビス距離を求める際に使用する共分散行列が正則でなくなり，逆行列が求められない．そのため，あるクラスに属するセンサデータが少なく，共分散行列の逆行列が求められない場合には，どのクラスに属するセンサデータの共分散行列も正則となるまで当該タグのクラス数数を 1 ずつ減らして再計算した．従って，必ずしも全てのセンサデータが図 4 のクラス数数の指定値と同じ数にクラスタ分類されたわけではない．

3.3 考察

推薦が 1 位の場合 89.7%，2 位まで含めると 96.7% の推薦精度となり，良好な正解率であると思われる．これは，方位角の値をベクトルとして扱ったことと，タグの分布特徴を類似度計算に含めたことにあると考えられる．

また，図 3 に示されているように，いずれのタグもセンサデータ数が 30 付近で推薦精度が安定していることが分かる．従って，30 個のタグ・センサデータを集めれば十分な推薦ができると予測できる．

更に，タグをクラスタに分類して類似度を計算した場合では (クラス数 1 がクラス分類しない場合に等しい)，図 4 よりタグに属するセンサデータをクラスタ分類した方が推薦精度がよいことが分かる．ただし，分類数を増やすとわずかに推薦精度は低下してい

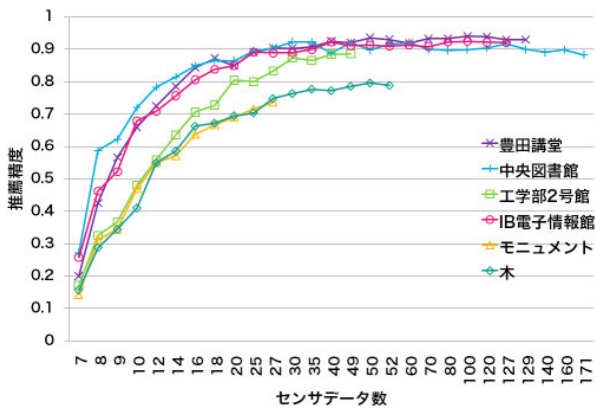


図3 センサデータ数によるタグの推薦精度変化

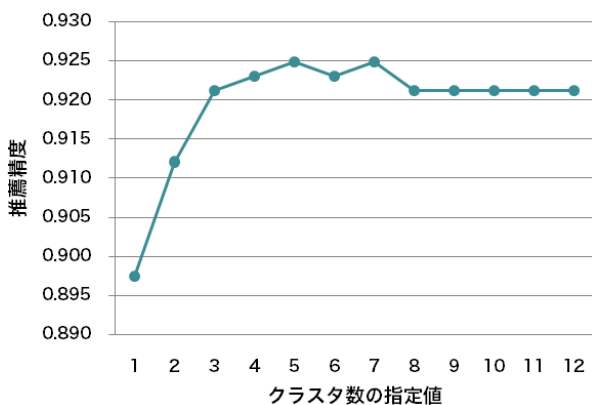


図4 クラスタ数による推薦精度変化

る。これはセンサデータ集合を細かく分類したために、各クラスタの特徴がきつく反映されたものとなり、細かく分類されていないクラスタの推薦順位が上がったためと考えられる。本来、センサデータの分布は対象によって異なるため、クラスタ分類数はタグごとに変化させるべきである。しかし、経験的にクラスタ分類数を決定してある程度の精度の向上は認められると考えられる。

4. 適用可能性の確認実験

前節の実験結果の適用可能性を確認するため、名古屋市東山動植物園動物園本園エリアを対象に、7 人に同システムを用いて動物等にタグ付けを行ってもらった。実験には Nexus One・Android OS 搭載の Sony Ericsson 製 Xperia を用いた。結果 45 種類のタグ・1823 個のセンサデータを得た。前節と同様の処理を行い、推薦が 1 位の場合 79.2%、2 位まで含めると 91.0%の推薦精度となった。いずれも前節の実験結果よりも低い精度となっているが、タグの種類の増加を考慮すると良好な結果であると考えられる。

推薦が 1 位の場合の正解率が前節の実験結果から下がった理由は、各タグ間の地理的な距離が近い対象が増えたこと、屋内から撮影したことにより GPS の位置精度が下がったことが考えられる。

5. おわりに

他者の付加したタグとセンサデータを基に撮影時のセンサデータとの類似度をマハラノビス距離を用いて計算し、適切なタグを推薦する手法を提案した。タグ推薦精度評価実験・動物園実験の結果、推薦が 1 位の場合 80, 90%, 2 位まで含めた場合 91, 97%の推薦精度となり、提案手法の有効性が確かめられた。更に動物園実験の結果より、広範囲に多くのタグが付けられた場合でもある程度タグ推薦システムが適用可能であると思われる。

今後、高度や日時、画像情報等、様々なデータを使うことで更なる精度の向上が見込まれる。また、本提案システムは写真を送信することなくタグの推薦が行えるが、ユーザの緯度・経度を利用することを考えると、ユーザのプライバシー保護も考慮しなければならない⁷⁾。

今後の課題としては、タグの分布を更に考慮することによる精度の向上と、システムの実用化を行いたい。

謝辞 本研究の一部は、独立行政法人情報通信研究機構(NICT)の委託研究「三次元映像通信・放送のための中核的要素技術」による。

参考文献

- 1) Flickr, <http://www.flickr.com/>
- 2) Panoramio, <http://www.panoramio.com/>
- 3) Sigurbjörnsson, T. and van Zwol, R.: Flickr Tag Recommendation based on Collective Knowledge, WWW '08, Proceeding of the 17th international conference on World Wide Web, pp. 327-336 (2008).
- 4) 藤田秀之, 有川正俊: 空間関係に基づく写真と注釈のデータ相補発展, 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 1, pp. 63-76 (2006).
- 5) 岩崎季世子, 神原誠之, 山澤一誠, 横矢直和: 写真キャプションのための撮影位置・姿勢情報に基づく地理情報データベースの構築, MIRU2007, pp. 1450-1455 (2007).
- 6) Mahalanobis, P. C.: On the generalized distance in statistics, Proceedings of the National Institute of Science of India, Vol. 2, No. 1, pp. 49-55 (1936).
- 7) Kitade, T., Hirano, Y., Kajita, S., Mase, K.: Personalizing Public and Privacy-Free Sensing Information with a Personal Digital Assistant, IPMU 2010, Proceedings of IPMU 2010, pp. 673-679 (2010).