

# 実世界集合知による利用者の認知地図の可視化とモバイルインタラクションへの適用

末田 航<sup>†1</sup> 味八木 崇<sup>†1</sup> 曆本 純一<sup>†2</sup>

モバイル機器では、位置情報を用いたアプリケーションが多用されている。GPSなどの位置測位手段から得られる緯度経度は、数値情報でありそのままで利用者にとって直感的ではないので、それを住所や番地の表現に変換するリバースジオコーディングが必要である。しかし、現状のリバースジオコーディングでは行政的な地番に基づいて変換を行うため、モバイルアプリケーションを利用する利用者の主観的な空間意識とは必ずしも一致しない（たとえば「表参道」「ハチ公前」のような表現は地番ではないため利用不可能だった）。本研究では、インターネット上の緯度経度情報付きの大量の写真とそのタグを実世界での集合知と見なし、それを集積・解析することで、人々の主観的な感覚に合致したリバースジオコーディングを自動的に行う「Social Reverse Geocoding」(SRG)を提案し、その構築の方法と、モバイルアプリケーション応用例を示す。SRGでは、統計学的手法であるカーネル密度推定法とSVMを用いることで、都市生活者としての利用者の空間意識により近い空間語とその範囲を自動推定する一連の方式を提案している。そして各種モバイル使用下での位置情報表現がより自然になり、また位置情報つき写真への自動タグレコメンデーションや、ライフログのサマライズが可能なアプリケーションを提案実装した。また、提案手法の都市計画やマーケティング分野への有効性を検証するために、従来手法による認知地図との比較、今後解決すべき問題と、関連分野への応用について議論する。

## Social Reverse Geocoding: Visualizing Image of the City from Geotagged Photos

KOH SUEDA,<sup>†1</sup> TAKASHI MIYAKI<sup>†1</sup> and JUN REKIMOTO<sup>†2</sup>

In this paper, we propose a concept that provides highly legible geographical information using users' tags from Flickr's geotagged photos for mobile user interfaces. Our proposed method, Social Reverse Geocoding, aims to realize visualizing the image of the environments in our mind through the use of a navigation system. In general, people use a number of factors to recognize a place, including landmarks, station names, and famous events. In this study,

we utilize tags from geotagged photos as social-tagging from the real world to visualize the image of our city using the folksonomic method.

## 1. はじめに

### 1.1 背景

現在、GIS (Geographic Information Systems) の発展とモバイル機器の普及によって、一般ユーザが GPSなどを用いた位置情報コンテンツを日常的に利用する機会が多くなっている。GPSは位置を緯度経度の数値情報として提供する。しかし多くのユーザにとって、得られた数値情報のみでその場所の周囲の状況を把握することが困難なため様々な形態に変換されて提供されるのが一般的である。たとえば、Google マップ<sup>†1</sup>では緯度経度をもとにその地点の地番を割り出す、リバースジオコーディングと呼ばれる方法によって、より可読性の高い位置情報をユーザに提供している。

しかしながら、リバースジオコーディングで利用される、行政的な空間定義はそれを利用するユーザの空間意識と必ずしも一致するとは限らない。利用者の頭の中には、自身の経験や、都市生活者同士で共有する空間意識をもとに、地理的情報を関連付けた、認知地図を持っていると考えられている。たとえば、多くの人に「秋葉原」として認識されている場所の大半は、地番的には「東京都千代田区外神田」と定義されていて、それによって記述された位置情報を参照したとしても、ユーザの記憶や空間意識と合致しない可能性がある。また、人々の空間意識は「界限」と呼ばれるように不特定多数の人によって曖昧に、場所によっては他の場所と重複して認識されていることが多い。

一方、インターネットなどの情報空間では、広くユーザから発信された情報を集積する集合知が注目されている。集合知は、個々の情報が主観的で包括的な視点に欠けていても、それらが集積・相互補完されることで情報の適切さが確保されることが利点としてあげられる<sup>†1</sup>。

### 1.2 本研究の特徴

本研究では実世界の集合知として、ジオタグ付き写真に付加されたユーザタグに着目をす

†1 東京大学大学院情報学環・学際情報学府

Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo

†2 ソニーコンピュータサイエンス研究所

Sony Computer Science Laboratories, Inc.

\*1 <http://maps.google.co.jp/>

る。代表的な写真共有サイト Flickr<sup>2)</sup>では、2010年6月現在、ジオタグ付きの写真が世界中で約1億点、東京都区部で60万点以上が共有されている。それぞれのユーザタグは、(対象となる被写体によってタギングされる内容は様々であるが)一般的にその写真の撮影環境に対する、ユーザの主観的な記述(例:渋谷、表参道、カワイイ、coolなど)がされている。

本研究では、これらのタグをユーザの主観的な感覚が反映された、実世界の集合知と見なす。そして利用者の感覚に合致した地理的情報の可視化と、その利活用を目的としたリバースジオコーディングを自動的に行う「Social Reverse Geocoding」(SRG)を提案する。

利用者はSRGを利用することで、従来のリバースジオコーディングでは得られなかつた都市に暮らす人々の主観的な空間意識を、地理情報として利用することが可能となる。また、複数の利用者のタグを集積することによって、利用者間に共通する空間意識を地理的な領域として定義が可能となる。本論文ではこれを実現する具体的な手法として

(1) カーネル密度推定法とSVMを用い、タグを分類することによって領域を定義した。

さらに、SRGを利用し得られた地理情報をもとに、

(2) ユーザの主觀に合致した、より自然な位置情報表現が可能な以下のモバイルアプリケーションを提案・実装した。

- Automatic Geo diary: ユーザの行動記録を集合知によって自動的に記述し、サマライズするライフログシステム。
- Zoomable Socioscape Navigator: 近傍にある、ジオタグ付き写真のユーザタグの頻度に対応して、近隣の地理名称をレコメンドし、利用者はそれを選択することで、当該のエリアへズームする、ナビゲーションシステム。
- Easy Tagging Cam: 集合知によって、コンテキストアウェアにタグレコメンドし、タグ付けの手間を軽減する、ユーザの記憶の整理と想起の支援ツールとなりうるライフログ用カメラアプリケーション。

## 2. Social Reverse Geocoding: 集合知によって都市イメージを可視化する

### 2.1 地番と生活者との空間意識のズレ

前述したとおり、都市生活者の空間意識は、必ずしも住所などによる空間定義と一致しない。そして都市生活者自身の記憶や都市生活者同士で共有される、空間意識に基づいて空間を定義していると考えられている<sup>3)</sup>。

図1は、渋谷区近辺のエリアでの、Flickr上で共有されている「渋谷(shibuya)」(同図左: 対象エリア 53,522件中 4,250件が該当)、「原宿(harajuku)」(同図右: 対象エリア

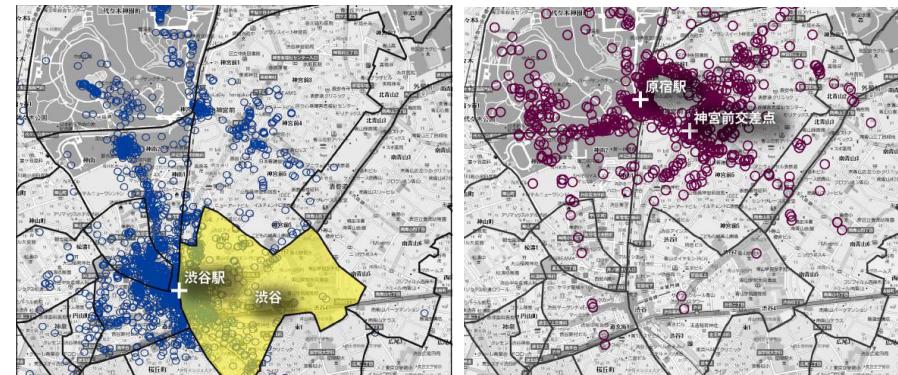


図1 地番による空間定義とユーザタグによる地名のプロットの比較: 行政区分としての「渋谷(黄色のエリア)」とユーザの感覚としての「渋谷」の分布に違いが見られる(左図)。右図では、地番として存在しない、「原宿(紫色の丸)」のタグの分布が見られる

Fig. 1 The difference between people's definition and street addresses.

53,522件中 2,043件が該当)とタギングされたジオタグ付き写真を、Googleマップ上にプロットをした結果である。

図1左図では、地番として定義され一般のリバースジオコーディングなどで提供されている「渋谷」(黄色のエリア)とユーザが「渋谷」とタギングした写真のプロット(青色の )の偏り具合いに違いが確認できる。

地番上の渋谷は青山学院大学などが位置するJR渋谷駅の東側一帯を定義しているのに対して、多くのユーザは駅の反対側である西側を「渋谷」と見なししてタギングをする傾向にある。

また、同右図は、現在地番として存在しない「原宿」の地理名称がタギングされたものをプロット(紫色)した結果である。こちらもJR原宿駅を中心に西側は明治神宮入口あたりから、代々木公園南部にかけて、同駅東側では明治通りまでのエリア一帯に多く存在している。ちなみに「原宿」の地名は50年前まで神宮前交差点の北東部の地番として存在していたが、そのエリアでのプロットは原宿駅近辺と比較してまばらである。むしろ当エリアでは「表参道」「神宮前」とタギングされた写真の方が高密度である。

この結果から、地番による空間定義と、その地名をタギングしたユーザ写真のプロットを集積することによって得られる空間定義の分布に違いがあることが観測できる。

## 2.2 カーネル密度推定法を用いた、集合知による認知地図の作成

この場所は「渋谷原宿界隈」などのように都市生活者はしばしば、複数の空間を重複して定義していることがある。このため、行政区分のような階層構造の空間定義では、生活者の空間定義を記述することが困難な場合もある。

表1は、図3で表示されたエリアにおいて、「表参道(omotesando)」とタギングされたユーザの写真に付加されたタグ群をサンプルしたものである。表中の記録では、「表参道」

表1 渋谷近辺で撮影された「表参道(omotesando)」とタギングされたジオタグ付き写真のサンプル：地名や駅名などの複数の地理名称が混在して記述されている

Table 1 The sample of photos tagged as "Omotesando".

Tags
,aoyama,...,omotesando,geo:lat=35.664...
Tokyo...omotesando,...,aoyama ...
Tokyo,omotesando,...,aoyama... tower,geotagged,earth@
...tokyo,...,omotesando,harajuku,...,表参道,原宿,神宮前,jingumae,
Tokyo,jingumae,night,light,omotesando ...hills,geotagged,geo:...
渋谷,shibuya,...,神宮前,jinguu-mae,...表参道,omote-sando, 明治神宮 me Tokyo...omotesando,...,明治神宮...meiji-jingu...

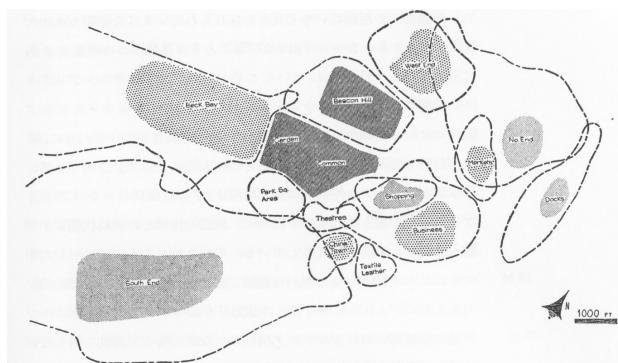


図2 インタビューと実踏調査による1960年代ボストンのパブリックイメージ。一部の領域は重複または境界が曖昧に意識される（「都市のイメージ」<sup>3)</sup>より）

Fig. 2 The public image of Boston in the 1960's. People define the districts. Some of them are overlapped (Quoted from "The image of the city" <sup>3)</sup>).

の他に「原宿」「神宮前」「青山」(赤字で表示)など、駅名や実際には離れて存在する地番が混在して記述されていることが観察できる。

これらをユーザの主観的な空間認識の結果の記述ととらえるならば、それぞれのタグに多少の不整合があったとしても、ソーシャルタギングなどの概念になぞらえることで、タグを集積し情報全体の傾向を俯瞰し、分類をするのに有用<sup>4)</sup>と考える。

本研究では、これらの写真に記述されたタグの密度の疎密の境界を「界隈」の境目と見立て、集積することで、ユーザ全体の意識として都市空間のイメージを図2のような一部に重複を含む非階層的なイメージとして提示することを試みた。

図3は、渋谷区近辺(図1と同様)のエリアに対し、地名および駅名が記述されたタグを含む写真の緯度経度情報を、カーネル密度推定法を用い、それぞれの地理的な名称に関する密度に応じて、各領域を定義したものである。

カーネル密度推定法は、統計学において、確率変数の確率密度関数を推定する手法の1つである。この手法は各標本の密度をカーネル関数によってコブ状に定義するため、ヒストグラムなど

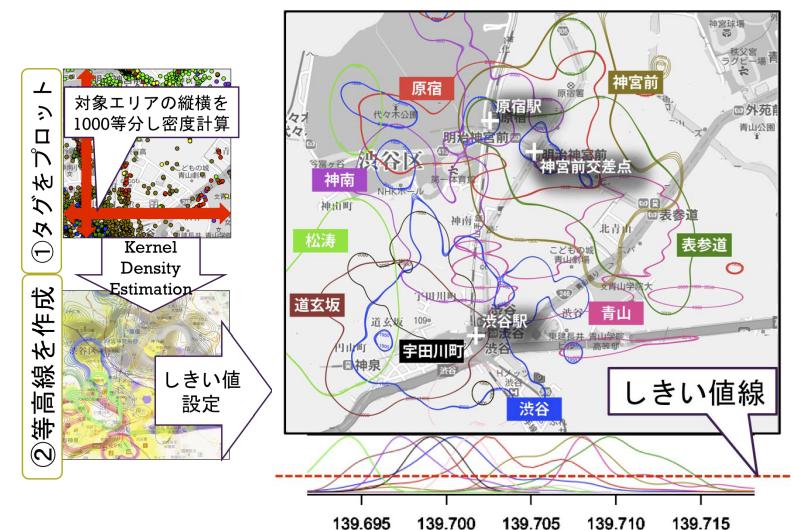


図3 ユーザタグをカーネル密度推定法により地名ごとに集計し、その領域を提示した結果：生成された等高線に閾値（赤色破線）を与え、タグの密度によって領域を定義した。図中からユーザタグによって複数の領域が重複して定義されている

Fig. 3 The place names of areas are overlapped each other.

表 2 本実験で用いた渋谷近辺の地理的名称を持つ Flickr 上のタグ数 (2010/6 現在)

Table 2 The number of tags from Shibuya area on Flickr (June 2010).

名称	点数
渋谷(または shibuya)	4250
原宿(または harajuku)	2043
表参道(または omotesando)	727
青山(または aoyama)	301
道玄坂(または dogenzaka)	150
神南(または jinnan)	141
神宮前(または jingumae)	140
宇田川町(または udagawachō)	96
松濤(または shoto)	14

を用いた密度推定と比較して、集積結果が滑らかでかつ標本の密度や数のバラつき具合に大きく影響を受けないのが特色である<sup>5)</sup>。このため、カーネル密度推定法は、犯罪発生率ヒートマップなど、対象エリアにおける標本の密度から、領域を定義する場合などに用いられている。

本研究では、タグ付けされた写真の密度によって領域を定義するために、統計演算環境「R」<sup>6)</sup>でカーネル密度推定を行う関数 kde2d<sup>7)</sup>を用いた。図の作成にあたり

1. Flickr に公開されている同エリアを南北に 1,000 等分し、同エリアの地名駅名を含む 7,918 件のジオタグ付き写真（表 2）を配置した。
2. 次に各地名が付与されたタグに関して kde2d 関数によって演算を行い、生成された密度分布を表現する等高線を作成した。
3. そして、各地名を領域化するために、閾値を設定し、地名ごとに色分け・領域化した。閾値はタグの密度の大きな差による表示の偏りの補正をする目的で、地名ごとに作成した密度分布の最大値に対して一律で 0.02 を乗じた（図 3 右下部にイメージ：図中では、最大値まで 50 等分する等高線の最小の値を表示したものを地図に合成）。

図中に提示された各領域の一部は、図 2 に示されているように互いに重複している部分が観察される。たとえば、図中の神宮前交差点では、3 つの空間定義が重複していることが観察できる（“表参道”（緑）、“原宿”（赤）、“神宮前”（オリーブ色））。

なお、本研究では密度の異なる領域表示を最適化する目的で一律な係数を乗じているが、その密度が著しく異なる場合、特に密度の低い領域表示に課題が残った。たとえば「松濤」の場合、表示エリアの一部が代々木公園近辺に表示される。また実験期間中に新たに当該タグの付与された投稿がされると表示エリアが大きく変化するなど、明らかに適切性に欠く結果が目立った。この結果は、有効な結果を得るために下限や、対象エリア全体におけるタグ

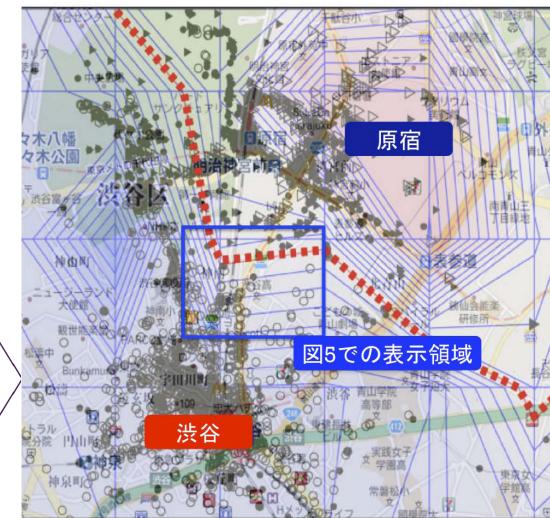
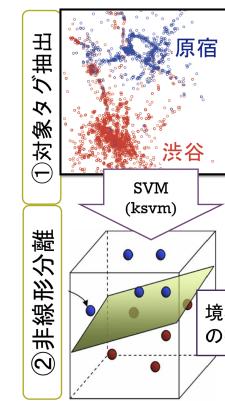


図 4 SVM を用い「渋谷」(4,250 件)「原宿」(2,043 件)のタグを含むジオタグ付き写真を分類し境界線を描いた結果（図中エリアに公開された Flickr の写真 53,522 件から抽出）

Fig. 4 Plot of the boundary by SVM using tags in geotagged photos from Flickr.

ごとの密度的な偏りに応じて、係数を最適化するなどの調整の必要性を示す。しかし、ある程度のタグが存在する地名に関して図中でタグの集積を領域化した結果は、「都市のイメージ」による研究成果として示されたパブリックイメージの図と同様に、重複して意識されている領域が観察される。この結果は、実世界集合知としての写真のユーザタグを集積することで、都市生活者に共有されている空間定義や、その変遷を、より生活者の空間意識に近い形態で可視化できる方法として示唆的である。

### 2.3 SVM を用いた界隈の境界の可視化

本研究では、これら視覚的な特徴変化による空間定義の境界をジオタグ付き写真のタグのワード群を統計的に分類することで可視化することを試みた。たとえば「渋谷」「原宿」というタグは、撮影時の風景・被写体などを頼りに記述していると考えられることから、これらの写真に付加されたユーザタグも撮影場所近辺についての特徴が反映されている可能性がある。

図 4 は、渋谷区エリア（図 1 のエリアと同一）における「渋谷」および「原宿」が混在して分布しているものを、SVM を用いて分類し図示したものである。SVM は機械学習に

より分類法として、スパムメールの分類などに用いられる統計手法の1つで、混在する要素を非線形的に分類するのに適している。

本研究では、統計演算環境 R に提供されている SVM の関数<sup>8)</sup>を用いて「渋谷」と「原宿」の視覚的に分類される領域の可視化を試みた(図4)。作図にあたり①対象エリア中に存在する「渋谷」「原宿」のタグを含む写真を抽出・配置、②ksvmによってタグ群から学習サンプル抽出と、非線形分類を実施した。その結果、両地名のタグが混在する対象エリアに対し、図中の赤破線のような境界線が得られた。

#### 2.4 集合知から風景の転換点を描く

図5は図4中の青い方形に囲われた領域を拡大し、境界線と明治通りが交差する点付近の風景写真を提示している。

同図交点の北側(左下)は、神宮前交差点あたりまで続く商業地帯となっており、道路の両脇に建物がならんでいる。一方で、南側(右下)は明治通りが渋谷駅に向けて折れ曲がる先の宮下公園が突き当たる比較的空の開けた風景が展開している。

都市生活者の空間認知の研究成果として著名な K. リンチの「都市のイメージ」<sup>3)</sup>によれば、都市生活者は地形的な特徴(河川、土地の起伏など)や構造物がつくり出す風景的な特徴(官庁街、公園、繁華街など)から、空間を定義していると考えられている。そして、各地理的な特徴が変化する場所を、その対象領域間の境界として認識していると考えられている。



図5 SVM を用いた「渋谷」「原宿」の境界付近の風景：北側は神宮前方向へ通りの両脇に建物が立ちならぶ一方、南側は宮下公園へ突き当たる比較的空の開けた風景が広がる

Fig.5 The scenery changes from buildings lining the street to the park opened to the sky, and the street is curved.

図5に示した近辺は、当街区の建造物による風景が大きく変わる地点であり、リンチらが指摘する都市生活者が領域の境界として認識する視覚的な特徴と合致する。

ここで得られた結果の整合性は、当エリアで行動する人のインタビューなどと比較をするなどの検証が必要になるが、集合知的な手法による生活者の実世界の定義を可視化する方法として示唆的である。

### 3. Social Reverse Geocoding の応用

#### 3.1 Automatic Geo diary—集合知によって行動を記述

本研究では SRG の応用例として、集合知(ユーザタグ)の集積結果を用いた、利用者の行動記録の作成を行った。また、通常のリバースジオコーディングと、提案手法 SRG の比較を行った。図6は、それらの比較結果である。

比較にあたり、本郷秋葉原周辺に土地勘のある被験者(1名)に、本実験の目的を告知せず、Holux 社製 GPS ロガー<sup>\*1</sup>を携帯してもらい、被験者が東京大学構内から買い物に徒步で秋葉原へ往復した後、JR 御茶ノ水駅から帰宅をするまでの足跡データを採集した。なお経路の取得頻度は15秒に1回とした。

左列(青色)は、通常のリバースジオコーディングによって、被験者の移動経路を地番に変換した行動記録。中列(黄色)は同経路を SRG によって、変換した行動記録、右列(橙色)は被験者の記述。

	従来手法 Reverse Geocoding	提案手法 Social Reverse Geocoding	被験者による記述 Subject
15:45	本郷7丁目	本郷	本郷
15:48	本郷3丁目	湯島	湯島
15:51	湯島2丁目	御茶ノ水	御茶ノ水
16:04	外神田2丁目	秋葉原	秋葉原
16:07	外神田1丁目	湯島	湯島
16:55	外神田3丁目	本郷	本郷
17:03	湯島1丁目		
17:05	湯島2丁目		
17:14	本郷3丁目		
17:17	本郷7丁目		
21:07	本郷3丁目		
21:15	湯島1丁目		
21:18	神田駿河台	御茶ノ水	御茶ノ水

図6 通常のリバースジオコーディングと、SRG(提案手法)、被験者の経路記述の比較：集合知によって空間定義を行う SRG の記述が、通常のリバースジオコーディングよりも被験者のインタビュー結果に近いことが分かる

Fig.6 Comparing with the activity logs by SRG and conventional reverse geocoding.

\*1 Holux M-241: [http://www.holux.com/JCore/en/products/products\\_content.jsp?pno=341](http://www.holux.com/JCore/en/products/products_content.jsp?pno=341)

色)は実験の1週間後に、対象とした日の行動履歴をインタビューし、その経路を記述したものである。インタビューは実験終了後にGPSロガーを回収し、その1週間後に実施した。インタビューの記述にあたっては、会話内容から地名を抽出し、会話中に登場する、雑談や途中に立ち寄った店舗の名称やランドマークの名称などは省略してある。青列の記述はGoogleマップを用いた地図に実際に移動経路をプロットし、各記録地点から得られる住所の情報を集計しリスト化した。また、黄列のSocial Reverse Geocodingでは、対象エリアのタグを前章と同じ方法で集積し、エリア定義の重複する地点に関しては、同じく前章で述べた、SVMによる2地点間の境界を設定することで定義し、被験者の行動記録の各点について集計リスト化した。

図中左の青列の通常のリバースジオコーディングによる記録では、被験者の経路は「本郷-湯島-外神田-湯島-本郷-湯島-神田駿河台(丁番は省略)」となっている。

こちらと被験者の記述とを比較すると、青列では記録されていた湯島と外神田、神田駿河台(JR御茶ノ水駅付近の地番)は記述されていない。特に「外神田」「神田駿河台」に関しては、地番として存在しない場所である「秋葉原(正確には台東区に存在)」「御茶ノ水」として認識をしていると考えられる。

一方、SRGと被験者の記述とを比較すると、「湯島」の記述以外は、リストの内容と順序が同一であることが確認できる。

この結果から、集合知による空間定義は、利用者の空間定義により近いことが看取できる。また、ユーザの行動履歴を緯度経度によって記録し続け、その記録を再参照する際の可読性向上と、それを参考することによる記憶想起支援が期待できる。

### 3.2 Zoomable Socioscape Navigator: 集合知によるモバイル向けナビゲーション

Zoomable Socioscape Navigator(ZSN)は、SRGを、ナビゲーションシステムとして、Apple社のiPhoneアプリケーションとして応用実装した例である(図7)。位置情報付きの集合知を利用することで、通常のナビゲーションでは表示することが難しかった、地番として存在しないエリアや、「浅草」界隈などのように生活者の間で曖昧に意識されている領域へ、提示された地名などを選択することでモバイル環境上での文字入力をともなわず、スピーディにナビゲートできる。

従来のインターフェースの場合、ユーザの目的に応じて、検索文字入力やズーム操作をする必要があった。しかし提案システムでは、この一連の操作を文字入力などをともなわずに、レコメンドされたタグを選択することで完了できるため、モバイル機器上の操作を軽減することができる。



図7 Zoomable Socioscape Navigatorの画面遷移例：集合知によって定義された地名を選択することで、対象となる領域へズームをする(Flickr APIから近傍タグを集計)

Fig. 7 The screen shots of Zoomable Socioscape Navigator.

図中の試作インターフェースでは、初期に表示した領域近辺の位置情報付き写真のタグを集積し、ナビゲート可能なエリアの候補として、提示されるようになっている。また絞り込み検索の要領で、これらのタグを選択することで、その領域に含まれるさらに詳細な領域へとリンクすることが可能(逆の操作も可能)となる。

このようなシステムを利用することで、旅行者など、土地勘のないユーザでも、一般的な地理感覚と地番のズレによる不適切なナビゲーション(例：地番検索では秋葉原は、台東区秋葉原が検索される)の減少が期待できる。

また、ユーザ層別にタグを管理することで、訪問者と居住者の地理感覚の違いなども表現することが可能となり、旅行者としての地理感覚を共有する観光向けナビゲーションとして、または地元の人の隠れ名所地図のような利用方法も考えられるだろう。

### 3.3 Easy Tagging Cam: 持続的なライフログの利活用を促進するタグ付け支援カメラ

ライフログの目的の1つに、ユーザの記憶想起を支援することがあげられるが、蓄積されたライフログの再利用性・検索性を高めるためにはデータの組織化が大変重要である。

ライフログデータの組織化にはタグ付けは有効な手段であるが、タグ付け作業を継続的に行うための動機の維持はむずかしい。たとえば写真の場合、一般的には撮影後に画像データに対して、自身の記憶や被写体の種類に基づいて逐一タグ付けを行う手間がかかる。これをしばらく怠ると、未分類の写真が大量に蓄積され、検索性の確保が難しくなる。

本研究では、これらのタグ付けの労力低減を目的に、集合知によるコンテキストアウェアなタグ候補のレコメンデーションを行うカメラを提案実装した。図8は著者が開発したタ

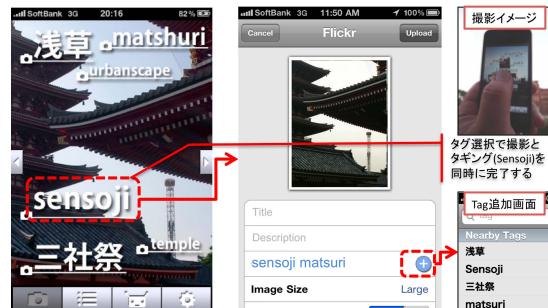


図 8 集合知によってタグ付けを支援するカメラ：ファインダに表示されるレコメンドされたタグを選択することで、タグ付けと画像の撮影保存が同時に完了する（Flickr API から近傍タグを集計）

Fig. 8 The screen shots of Easy Tagging Cam: Simultaneous photo capture and tagging conducted by tapping the overlaid tag recommendation.

グ付け支援カメラ「Easy Tagging Cam」のスクリーンショットである。

本アプリケーションでは、Flickr API を利用し（試作アプリでは、タグのフィルタリングは行っていない）、近傍のタグを集積しそれぞれの登場頻度や距離などによってスコアリングされたタグが、そのスコアに応じてタグクラウドのように大小のテキストボタンとして表示される（図 8）。ユーザはこのタグを選択することで、近隣で撮影された写真のタグ傾向に基づいたタギングを撮影（シャッターボタン押下）と同時にを行うことが可能である。

また、タグは一般的に複数付与されることを考慮して、撮影後のアップロード確認画面において、画面でレコメンドされたタグと同様のタグ群をリストして選択ができる配慮を行った。

タギングの手間が軽減されることで、ユーザのログへの再検索性が向上すると同時に、レコメンドされたタグを改めてユーザが選択/修正することで実世界集合知そのものの適切度の向上が期待できる。

#### 4. 関連研究

Kennedy らは Flickr 上の位置情報付きタグを解析し、そこから場所やイベント名を自動抽出する方法を提案している<sup>9)</sup>。さらにこれらの成果の応用として「Tagmap」<sup>10)</sup>が存在する。

本研究では、これらの成果に加えて、タグの密度の疎密に応じて、領域の境界線を定義する点が特徴である。さらに本研究では、モバイル環境上でナビゲーションを主目的に地理名称をあらかじめ抽出するため、ナビゲーション目的に関係の薄いタグをあらかじめ排除

することで可読性を確保している。また WebGIS を用い、ユーザの発信したジオタグ付き写真とコメントの共有によって、場所の再発見を促す、上田らによる「時空間ポエマー」があげられる<sup>11)</sup>。また、水口らは、検索機能と対象情報の可視化機能を統合的に扱うことで、ユーザが日常的に事物を検索する形態に近い、なめらかに地理情報を閲覧できる検索支援システムを提案している<sup>12)</sup>。

またライフログの可読性に関する関連研究として Rekimoto らによって提案された、ライフログのサマリに関する研究がある<sup>13)</sup>。この研究では、リバースジオコーディングによる地番記述のリストから滞留移動の傾向を抽出し、その特徴によって地番の羅列にたとえば「自宅」「電車」「職場」などのように、可読性の高いラベリングを行う方法を提案している。さらに、コンテキスト情報のタギング支援システムとして、気温など、写真の撮影状況をメタデータとして保持をする Watanabe らの「意図カム」は、本研究での提案システム「Easy Tagging Cam」の関連研究としてあげられる<sup>14)</sup>。

本研究で提案する方法は、この研究と同じく位置情報による行動履歴の可読性向上を目的としているが、その根拠を集合知に求めているところが相違点である。

生活者の主観を集約した認知地図：また都市生態学などの分野においては 1960 年代に K. リンチによって、インタビューや実踏調査による（人力ではあるが）集合知的な都市の動態把握手法が確立されていた。

彼らの主要成果「都市のイメージ」<sup>3)</sup>によれば、都市生活者は地番による空間定義のほかにも、地域のランドマークや、川などの地形や街の構造物のたたずまいなどの特徴から都市空間を定義しているとされる。加えて、それら個々人の空間意識が生活者の間で記憶・共有されることによって、都市空間のイメージを形成していると考えられている。

リンチはこれらの前提を根拠に、都市生活者の主観的な空間意識をインタビューによって集積した。そして、この方法によって得られた、生活者の空間意識や記憶において顕著な空間的特徴の観察と分析を繰り返すことで、都市生活者の空間意識を認知地図として描く方法を提案した。

彼らの研究で提案された、都市生活者の空間イメージの可視化方法は、発表から半世紀が経った現在においても有効な方法として広く浸透し、都市計画やそれに基づく政策決定、マーケティングなどの分野でさかんに活用されている。しかし、都市開発や人々の流入出がさかんな現在の大都市においては、従来の方法で都市や生活者の状況を恒常に把握することは、コストや規模の観点から困難である。これらの現状を解決するためには、より低コストでリアルタイムな「都市のイメージ」の可視化方法が必要とされる。

## 5. 議論と今後の展開

### 5.1 Social Reverse Geocoding と従来手法による認知地図の比較

前章で紹介した「都市のイメージ」では、ロサンゼルスをはじめとする米国3都市について生活者に対しインタビューを実施し、その結果から各都市について生活者に共通して意識されている要素について認知地図を作成した（ロサンゼルスの事例を図9右に引用）。

本研究ではSRGの応用として、リンクによって作成された認知地図に存在する、地名などの地理的な要素をタグとして含むFlickrの写真を集めることで、ロサンゼルス中心部の都市のイメージの変遷を可視化し比較を行った。

その結果、約50年間を経てもほぼ変わらず認知されている場所については、新旧の地図上で同じように再現され、また一方で再開発などによる都市機能の変遷などが反映されることが確認された。

図9に示した2つの地図は、それぞれ2000年代と1960年代におけるロサンゼルス中心部の空間を特徴付ける要素の認知地図を比較したものである。同図右はリンクから得られた結果から作成した1960年代の同場所の認知地図である。

図9左は同右図で定義された領域と同じ名称を含むユーザタグが付加されている、2002年から2010年までの期間に撮影されたFlickr上のジオタグ付き写真を、前章で述べた方法と同様にカーネル密度測定法で空間定義し図示したものである。

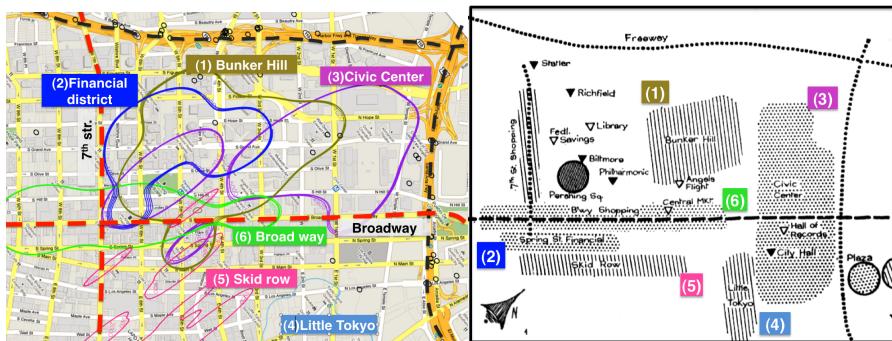


図9 2000(SRGによる)/1960年代(K.リンク: インタビューなどによる)の都市のイメージの比較:(1)(4)(6)は両方でほぼ一致する、一方、(2)は移転による変化が観察されるなど都市機能の変遷の様子も反映される

Fig.9 Comparison of the significant elements of L.A. in the 1960's and the 2000's.

左図中では“Bunker Hill”はゴールド(1), “Financial district”は青色(2), “Civic center”は紫色(3), “Little Tokyo”は水色(4), “Skid row(貧民街の俗称)”は桃色(5), “Broadway”は緑色(6)の領域として図示している。両図を観察すると、“Little Tokyo”や“Broadway”はほとんど、50年前と変化がないことが確認できる。一方で、“Financial district”については、左右の図で位置がまったく異なっているのが看取できる。ロサンゼルス中心部の歴史によると、“Financial district”は1960年代から1970年代にかけて、多くの金融機関が“7th street”と“Broadway”的北部地域に移転した<sup>15)</sup>ため衰退し、現在移転先のエリアは高層ビルが建ち並ぶ金融街となっている。同左図で“Financial district”として図示された領域は、現在の金融街とほぼ合致することから、時間の変遷を反映していると考えられる。

### 5.2 タグの目的別選別の重要性

図9は1960年代から2000年代までの空間認識の変遷を比較するために、1960年に作成された認知地図に登場するエリア名を抽出し提示を行った。しかし実際はこれに加えて新たに同エリアに登場したランドマークなどが、比較のためのエリアの名称よりも高密度なケース(Civic Centerエリアに新設されたディズニーホールや南西部のコンベンションセンターなど)も存在している。そのため単純にタグの密度に応じてプロットを行った場合、目的のタグがより高密度なタグにより隠されてしまい可読性を損ねる可能性がある。様々な種類のタグが混在する状況では、たとえば「過去と現在との地理感覚の変遷の比較」などのように目的に応じて、キーワードの抽出基準を変化させることができ、可読性の高い認知地図作成のうえで大変重要である。また、写真的メディア的な特性上、視覚的に特徴のある場所に過度に集中する可能性があり、さらには人種や文化の違いにより写真の被写体に対するタグ付けの特性の違いが指摘<sup>16)</sup>されていることから、これら偏りを適切に調整・吸収する機能が必要となるであろう。

また、一部明らかに間違ってジオタギングされた写真も存在するため、外れ値除外などの統計学的処理をすることで、さらなる精度の向上が期待できると考えられる。

### 5.3 集団的な無意識の可視化：都市生態学・マーケティング領域への応用

本比較では、時間の経過にともなう空間意識の変遷が、タグのキーワードの継続的集積と提示によって、可視化されることが示唆される。たとえば東京では、「山の手」という空間定義が存在するが、この地域は元来、都心の高台に位置する一部の地域を定義したものであった。しかし、都市の発展とともに「山の手」が拡大を続け、郊外や平坦地であっても、「山の手」として認知されるケースが存在する。

このような空間定義の変遷過程は、今後実世界集合知が持続的に成長浸透することで、從

來の調査手法よりもリアルタイムな都市空間の状況把握を可能にするだろう。

本研究ではナビゲーションなど、主に地理的キーワードを利用する必要から、地名駅名などをキーワードとして、空間を定義している。しかしキーワードとするタグのテーマの設定次第では、同じ原理を利用してトレンドの分布や、地域ベースの生活実態などの可視化が期待できる。

また、服装から什器の使用感にいたるまで、日常の些細な事柄や行動をこと細かく観察記録することで、世相や風俗を分析解明することを目指す考現学（1920年代に今和次郎によって提唱され、都市生態学など様々な分野に影響を与えていたり<sup>17)</sup>）などへの適用も検討できるだろう。本研究では、主にユーザの写真を対象としているが、さらに近い将来これらユーザの主觀が反映された様々な情報が場所と関連して記録・集合知化されるようになれば、世相や対象となる環境の機運といった都市の様相を、集合知データマイニングによって把握する、サイバー考現学なども可能になるだろう。

## 6. まとめ

本研究では、より都市生活者の地理感覚に近い位置情報提示を行うために、ジオタグ付き写真のユーザタグを実世界の集合知として活用し、それによってユーザ定義による位置情報提示を行う「Social Reverse Geocoding (SRG)」を提案した。

具体的手法として、カーネル密度推定法、SVMなどによって、ユーザタグの分布に基づく空間定義とその可視化を行った。そして、SRGによって提示された空間定義と、従来手法による空間定義やそれによって作成された認知地図との比較を行った結果、有為な関連が確認できた。また、提案手法を応用した各種モバイルデバイス向けの地理情報ツールを実装し、可読性の高いナビゲーション・ログツールとして、その活用方法についての提案を行った。

今後の課題として、ユーザの目的に合わせ、地名以外の適切なタグを選別するための技術や基準の検討が望まれる。また、本研究の提案手法は、個人のナビゲーションツールのユーザビリティ向上にとどまらず、俯瞰的に運用することで都市マーケティングなどの分野への応用と、研究調査の低コスト化が期待できるため、関連分野への適用方法を検討することもまた重要な課題である。

## 参考文献

- 1) Paul, L.: Social Tagging and Music Information Retrieval, *Journal of New Music Research*, Vol.37, No.2, pp.101–114 (2008).
- 2) Flickr. <http://www.Flickr.com>
- 3) ケヴィン・リンチ：都市のイメージ，岩波書店（2007）。
- 4) Davis, M., et al.: From context to content: Leveraging context to infer media metadata, *Proc. 12th Annual ACM International Conference on Multimedia (MULTIMEDIA'04)*, pp.188–195 (2004).
- 5) Wikipedia, カーネル密度推定. <http://ja.wikipedia.org/wiki/カーネル密度推定>
- 6) R. <http://www.r-project.org>
- 7) Two-Dimensional Kernel Density Estimation. <http://stat.ethz.ch/R-manual/R-patched/library/MASS/html/kde2d.html>
- 8) R Documentation: Support Vector Machines. <http://rss.acs.unt.edu/Rdoc/library/kernlab/html/ksvm.html>
- 9) Kennedy, L., et al.: How Flickr helps us make sense of the world: Context and content in community-contributed media collections, *Proc. 15th International Conference on Multimedia (MULTIMEDIA'07)*, pp.631–640 (2007).
- 10) Tagmap, Yahoo! Research Berkeley. <http://tagmaps.research.yahoo.com/worldexplorer.php>
- 11) 上田紀之, 中西泰人, 本江正茂, 松川昌平: 時空間ポエマー: GPS カメラケータイを用いた WebGIS の運用実験とその評価, 情報処理学会シンポジウムインタラクション 2004 予稿集, pp.145–152 (2004).
- 12) 水口 充, ジョージ・ボーデン, 柏木宏一, 増井俊之: なめらかなユーザインタフェースによる地図情報検索システム, コンピュータソフトウェア, Vol.14, No.3, pp.267–276 (1997).
- 13) Rekimoto, J., Miyaki, T. and Ishizawa, T.: LifeTag: WiFi-based Continuous Location Logging for Life Pattern Analysis, *Proc. 3rd International Symposium on Location- and Context-Awareness (LOCA2007)*, pp.35–49 (2007).
- 14) Watanabe, K., Tsukada, K. and Yasumrua, M.: WillCam: A digital camera visualizing users' interest, *Proc. CHI 2007 Conference Proceedings and Extended Abstracts*, pp.2747–2752 (2007).
- 15) Wikipedia, Financial District. [http://en.wikipedia.org/wiki/Spring\\_Street\\_Financial\\_District](http://en.wikipedia.org/wiki/Spring_Street_Financial_District)
- 16) Dong, W. and Fu, W.-T.: Cultural difference in image tagging, *Proc. 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'10)*, pp.981–984 (2010).
- 17) 今和次郎: 考現学(モデルノロジオ), 春陽堂(1930)。

(平成 22 年 6 月 28 日受付)

(平成 23 年 1 月 14 日採録)



末田 航（学生会員）

2000 年武蔵野美術大学造形学部建築学科卒業，2003 年早稲田大学大学院国際情報通信研究科修了。株式会社ボルテージ，デジタルハリウッド株式会社を経て，2008 年より東京大学大学院情報学環・学際情報学府博士課程に在籍。実世界指向ユーザインターフェース，メディア芸術・デザインに関する研究に従事。



味八木 崇（正会員）

2008 年東京大学大学院新領域創成科学研究科博士後期課程修了。同大学院情報学環特任助教を経て，現在カールスルーエ工科大学研究員。ヒューマンコンピュータインタラクション，実世界センシングに関する研究に従事。ACM, IEEE, 電子情報通信学会各会員。博士（科学）。



黒木 純一（正会員）

1986 年東京工業大学大学院情報科学研究科修士課程修了。1994 年より株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所に勤務。1999 年より同インタラクションラボラトリー室長。2007 年より東京大学大学院情報学環教授。理学博士。ヒューマンコンピュータインタラクション全般，特に実世界指向インターフェース，拡張現実感，テクノロジによる人間の拡張に興味を持つ。情報処理学会 30 周年記念論文賞，情報処理学会山下記念研究賞（1999 年），iF Interaction Design Award（2000 年），日本文化デザイン賞（2003 年），ACM SIGCHI Academy（2007 年）等を受賞。