

AR マーカと行動ログを活用した地域活性化プラットフォームの考察

- e 空間実現のためのサービス実証実験 pin@clip 2010 -

Overview of Research and Development at “pin@clip” using AR marker and Lifelog

小柴 等^{†‡} 相原 健郎[†] 門倉 博之[§]

Hitoshi KOSHIBA Kenro AIHARA Hiroyuki KADOKURA

峰崎 大輔[¶] 金山 明煥[¶]

Daisuke MINEZAKI Akinori KANAYAMA

1 はじめに

現在、我が国は少子高齢化や地域経済の低迷といった多くの社会問題に直面している。地域経済低迷の一側面としては、情報格差の縮小に伴ってサービスが画一的になってしまい地域としての特色が薄れていること、地域が独自に持つ産業・サービスが十分に認知されず豊富な資源が活かしきれていないこと、などが挙げられる。一方、ICT (Information and Communication Technology) の発展・普及に伴って、情報空間のみならず、街なかやショッピングモールなど、物理空間におけるユーザの行動ログの収集・分析が容易になっている。

こうした現状を踏まえて、サービスの最適化や地域の活性化を考えると、A) 事業者の視点としては、来街者の実際の行動に基づく“今の／リアルな”街の姿を把握出来ること、B) 来街者や生活者の視点としては、自身の求める／適した情報が提供され、その街への愛着 (コミットメント) や来街意向が自然に醸成されること、などが重要と考えられる。また、そのためには C) 実サービスとしての情報基盤の整備や周知、といったことも重要である。

筆者らはこれまで、街なかでの情報共有と行動ログの収集のための技術・サービスとして、交通系非接触 IC カード (PASMO) を用いた“ぶらっと plat @自由が丘”[1] など [2] や、スマートフォンを用いて行うソーシャルサービス“pin@clip ピナクリ”[3] を開発してきた。この中で、A) については屋内における位置情報の収集手法 [4] や、街の“盛り上がり”の推定手法 [5]、ユーザの興味・関心推定手法 [2][6] などの技術を開発し、街の姿の可視化を行ってきた。B) については、行動ログからユーザの気分などコンテキストを推測する技術 [7][8] や、推定されるユーザ間の関係性に基づいた情報推薦手法 [9]、情報の価値と情報までの距離がもたらす価値割引 [10][11] の開発・考察などを通じて、街での体験価値向上支援を行ってきた。C) については、上記の技術を提供する基盤として、タウンログアーカイブなどの構築 [3] や、“pin@clip ピナクリ”アプリサービスの公開・運用を行ってきた。

これらの研究・開発・運用は提案サービス等が街なかでの

来街者・生活者 (ユーザ) の回遊性向上などに寄与することを示唆しており、地域活性化の基盤・ツールとしての有用性が確認できた。この取り組みの中で、PASMO 型のサービス“ぶらっと plat @自由が丘”は広い層のユーザ層を確保できた一方、端末を店舗などへ設置する負担が大きいため設置場所がスケールしにくい上、端末設置場所においても記録はユーザの明確な発意がなければ行われなことから、行動ログが非常に離散的になりやすいという問題があった。また、ユーザに対してその場で情報などのメリットを返すことが困難という問題があった。そのため、筆者らが行った昨年度の“pin@clip ピナクリ”では iPhone (スマートフォン) を活用することで、行動ログの取得容易性を向上すると共に、その場で様々な情報をユーザに提示することが可能なものとした。しかし今度は、PASMO のリーダなど物理世界上のオブジェクトが不要となったことで、逆に「ここでアプリを使えば情報を得られる・残せる」ということを認識・想起することが困難になった他、電波を用いた屋内位置測位の精度の問題なども生じた。

こうした経緯を踏まえ、pin@clip 2010 では送客サービスなど将来の事業化も見据えた位置検出機能の強化や、行動ログ取得精度の向上、サービス展開のための基盤情報の検討、などを含めた新規開発や改良を行った。本稿ではそれらの概要について、紹介する。

2 実証実験 (pin@clip 2010) の概要

pin@clip は、事業者やユーザが街に関する様々な情報を自発的に発信、共有するサービスである。店舗・施設からの一方的な情報発信だけではなく、店舗・施設とサービス利用者間、サービス利用者間のコミュニケーションを促すことで、街なかや商業施設内におけるサービス利用者の新たな行動を誘発することを目的としている。基本的には、twitter のようなマイクロブログサービスに類似するが、“街”など物理空間を強く意識したもので、全ての投稿が特定の位置に対して埋め込まれること、閲覧できる情報も基本的に自身の周囲に埋め込まれた情報であること、などが特徴である。ユーザ向けには iPhone 用のアプリケーションとして提供され、Apple 社の運営する iTunes Store から無料でダウンロードできる。

従来の pin@clip は独自のサービスで、かつ情報が楽しめるエリアも東京都渋谷区の一部エリアなどと限定されていたが、pin@clip 2010 では、より広いユーザ層の獲得を意識して、エリアの制限を排除し、さらに、twitter と連携すること

[†] 国立情報学研究所, National Institute of Informatics (NII)

[‡] 現: 産業技術総合研究所, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

[§] 株式会社 東急総合研究所, Tokyu Research Institute, Inc.

[¶] 東京急行電鉄 株式会社, Tokyu Corporation

で全ての投稿が twitter へエクスポートされる他, twitter 上の位置情報付き投稿も閲覧できるようにするなど, 連携を強めた。ただし, 従来の pin@clip にあった「匿名での情報投稿」も一部保持しており, ユーザの選択により, 顕名・匿名を選択可能である。なお, 後に述べる AR マーカや行動ログの解析コストを意識して, データの解析やプロモーションなどは引き続き東京都渋谷区の渋谷駅を中心とする約 0.6km の範囲に注目して実施している。

その他, 行動ログをより詳細に取得するため, アプリケーションがバックグラウンドで稼働している場合でも, 位置情報については一定時間毎に収集できる仕組みを新たに搭載した。これによって, ユーザが明示的にアプリを操作していない場合の行動も取得出来, 日常生活のこういった場面でアプリを活用するのかと言ったことの分析や, それに基づくコンテキストの推定などが可能になった。

行動ログの中でも, 位置情報の精度向上という面では, AR マーカの読み取り機能を搭載することで課題の解決を試みた。これは, 特定の場所に対して一意な AR マーカを添付しておき, それを読み取らせることで, 位置へのヒモ付けを行うと共にその場所に関する情報などを提示するものである。マーカの管理コストはかかるものの, PASMO のリーダーなどと異なり, 製造, 電源・通信の確保, メンテナンスなどのコストはほぼかからない上, ユーザに対しては「ここにはなにか情報がある」と言うことを認識させたり, 「あのアプリが使えるのだな」といった気付きを与えることも可能になる。

その他, 事業化を念頭に AR マーカや位置情報を利用したスタンプラリー的なイベントが適用出来る機能などを新たに追加した。

pin@clip 2010 の iTunes Store 公開は 2010 年 11 月 12 日で, 2011 年 2 月末時点までで, ダウンロード件数は 5,427 件, 渋谷の対象エリア内での起動ユーザ数は 1,611 名。うち, 2 日以上利用したりリピートユーザは 1,183 名 (73.4%)。4 日間以上利用者 (高頻度利用者) は 901 名 (55.9%) となっている*。

昨年度は 2 日以上利用したりリピートユーザが 34.0%, うち, 高頻度利用者 11.0% であったため, 上記の施策などにより, ユーザのコミットメント向上を計ることが出来たと言える。

3 AR マーカ

屋内での位置測位補助と, ユーザへの告知をかねた媒体として pin@clip 2010 では AR マーカを採用した。AR マーカは以下の 4 種類を用意した。

パブリックマーカ 駅や公共施設に設置。公共性の高い情報が提示される。緑色基調のデザイン。

駅なか乗り換え案内マーカ 渋谷駅の各路線への乗り換え案内情報が提示される。

駅なかトイレ案内マーカ 渋谷駅のお手洗いへの道案内情報が提示される。

駅なかインフォメーションマーカ 渋谷駅から主要拠点

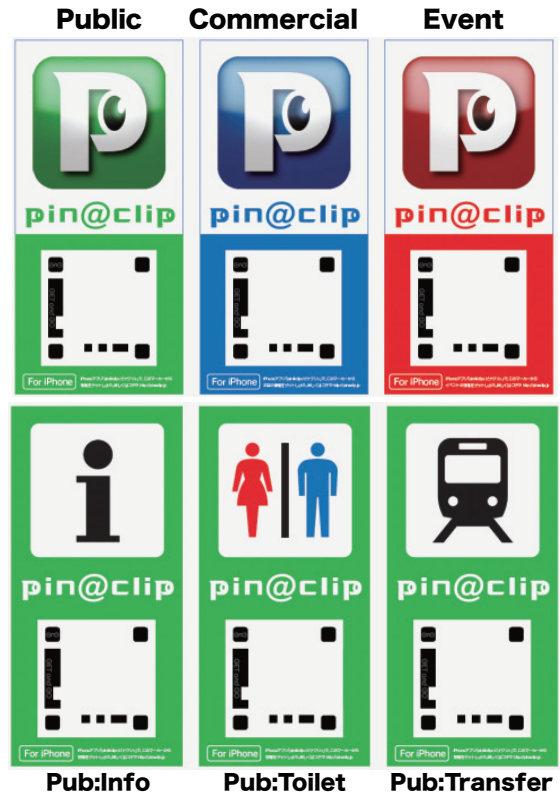


図1 AR マーカの種類



図2 AR マーカの掲出例

への道案内情報が提示される。

コマーシャルマーカ (店内・店外) お店や商業施設に設置。メニューやクーポンなど店舗に関する情報が提示される。青色基調のデザイン。

イベントマーカ イベント会場などに設置。芸術作品の解説や, 宝探しのヒント, クーポンなどイベントに応じた情報が提示される。赤色基調のデザイン。

* pin@clip 2010 は 2011 年 7 月 1 日現在も公開・運用中。

† pin@clip 独自の店舗情報の他, 協力企業である株式会社ぐるなびなどから提供された店舗情報など。

マーカのサンプルと掲出例を図1図2に示す。

今回は渋谷駅を中心とする渋谷区に1600枚以上（コマerialマーカは店内と店外があるため、場所としては500カ所程度）のARマーカを掲出した。イベントマーカについては株式会社ローソンのイメージキャラクターを用いたスタンプラリーイベント「あきこちゃんキャンペーン」や、渋谷区の各商店街などで構成される渋谷芸術祭実行委員会の「渋谷芸術祭」、おなじく渋谷区の企業などで構成されるshibuya1000実行委員会の「shibuya1000」、といったイベントで活用された。また、これらのイベントとは別にARマーカ読み取りを促進するために、マーカの読み取りに応じてポイントが取得出来るゲームなどをアプリ内に組み込んで利用促進を計った。

最終的に渋谷区内に設定したマーカ添付エリアにおける利用者（アプリ起動者）全体に対して、ARマーカ読み取り経験者数が占める割合は約37%、読込総数に占めるマーカ種類の割合は、パブリック25%、コマerial（店外）15%、コマerial（店内）10%、イベント50%であった。

これらのマーカの利用状況を見る限り、特に渋谷エリア全域に掲出したコマerialマーカについては、必ずしも利用頻度が高いとは言えない。つまり、マーカが掲出されていた渋谷エリア内でのアプリ利用者について、マーカの自発的な読み込みまで行う割合が高くなかったと考えられる。

このコマerialマーカの読み込まれ率の悪さについて考察すると、渋谷の繁華街がもつ情報量の多さに対してマーカの密度が適切ではなかった可能性が高い。一般に、街なかで店舗などに1000枚、500カ所以上の規模でマーカ掲出をすることはコストや労力の面からは大規模と言える。しかし、渋谷は人口密度や広告価値が高いため、すでに多くの広告があふれており結果として相対的に目立たない存在になったと考えられる。実際、ARマーカを使ったpin@clipサービスを認知していたユーザからも“初見ですぐにマーカを発見することが困難であった”という感想が寄せられており、そもそもマーカが存在を知らないようなユーザにとっては発見できない状態だったと考えられる。

一方、駅のコンコースを利用して行われた芸術イベント“shibuya1000”では、展示された作品のうち50数点にイベントマーカを掲出し、作品情報と共に作品に対する感想を投稿・閲覧できる企画を行った。ここでは全てのマーカが1回以上読み込まれており、かつ、作品に対する感想の投稿も1点以上が行われていた。

芸術作品の情報取得と、店舗の情報取得ではユーザの利用目的や意識が大きく異なるため、一概には比較できないものの、限られた空間内でマーカが認知しやすい状態、すなわち、空間の持つ情報量に対してマーカの密度が一定以上であると、マーカを認知できるため読み込まれ率が向上すると考えられる。また、マーカの読み込み行為が単なる情報取得のためのユーザ入力だけでなく、他のインセンティブと結びつくと、より能動的にマーカを実空間内で探索して読み込むという行動を促すと考えられる。したがって、今後はマーカの意味づけと空間における密度との関係性などを考慮した上で

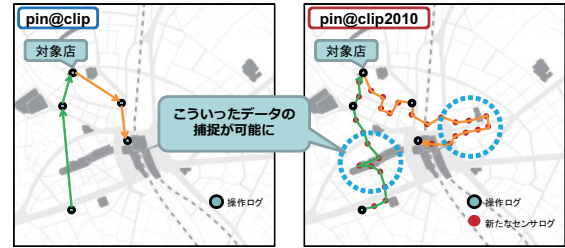


図3 行動ログ取得精度の変化イメージ

マーカ数、もしくは対象エリアを再検討し、ARマーカの有効性や必要な掲出密度を検証する。

4 行動ログ分析例

分析や推定への活用を考えると、一般的に行動ログの精度は高いほどよい。従来のpin@clipでは、アプリの操作が行われた際に、その操作や操作が行われた位置などを取得していた。pin@clip2010ではさらに、アプリがバックグラウンドにいる状態においても、iPhoneに搭載されたiOSのデーモンの一つである“Core Location”が位置情報取得した通知を発行した場合にそれを捉えて記録する仕組みを実装した。これにより、ユーザが明示的にアプリを操作していない場合でも、行動ログを取得することが可能になった。

そのため、事業者や街という視点からは、ある店舗への立ち寄り前後行動（自店に来る前にどのような店に寄ってきたのか、自店に来た後どのような店に立ち寄ったのか）といった、街中でのユーザのリアルな回遊行動をより詳細に記録することが出来ていた。イメージを図3に示す。

また、ユーザが普段どういうエリアで活動しているのか、我々のアプリを使うのはどういう場所、状況にあるときか、といった事の推測が可能になった。今回は規約上問題はなかったもののプライバシーなどを考慮し、これら取得したデータをサービスには活用しなかったが、この仕組みを用いると今いる場所の情報だけでなく、これから訪れるであろう場所の情報を先回りして提示したり、よりコンテキストを意識した情報の提示が可能になると考えられる。

図4、図5に、特別に許可を得た特定ユーザの約2ヶ月分の行動ログを可視化した一例を示す。ヒートマップは取得した位置情報全般についてカーネル密度推定を行って可視化したものである。また、アプリ上で操作が行われた際の位置情報を点で示した。

図4のユーザは、行動エリアがかなり限定されているが、アプリを使用する場所はエリア内に分布しているように見える。図5のユーザは、行動エリアは広いがアプリは特定の3箇所で使用する傾向のあることが見える。これに活動時間帯などを重ねると、住居エリア、就業エリアなどを推定出来、ここから、将来的には“おそらくこれから帰宅するので、通勤経路の遅延情報に関するつぶやきが無いか、検索して表示する”といった、コンテキストに基づいた情報提示が可能になる。

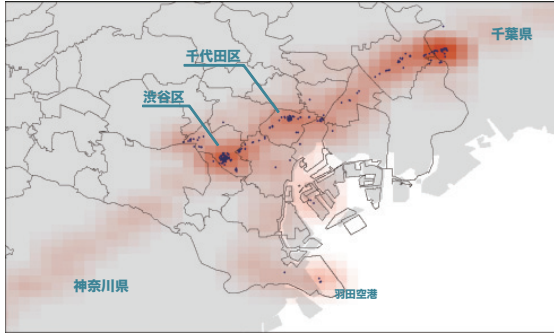


図4 行動ログの可視化例1

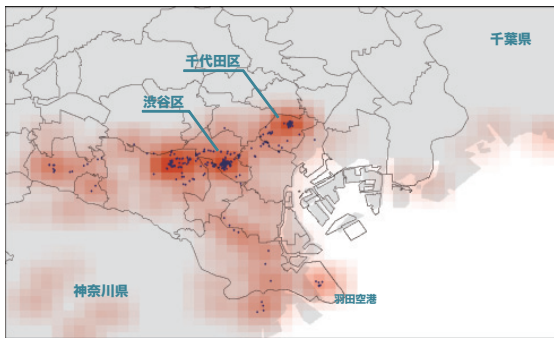


図5 行動ログの可視化例2

5 行動推定用ベースデータの検討

行動ログデータに基づいた各種の推定を行う上で、ある程度の行動ログが蓄積されていることが必要となる。一方、サービス開始当初からある程度の精度で推定が出来なければ、サービスのメリットを体験する前に、ユーザがサービスの利用をあきらめてしまう可能性が高まる。今後、サービスの他地域展開などを考えた時、特にユーザ数やユーザの行動ログデータの蓄積などが相対的に多くないと考えられる地方都市での展開などを考えた時、この cold start の課題にどう対処するかは重大な問題である。

そこで、今回取得出来たユーザの行動ログを参考に、街／ユーザの一般的・定常的な姿を取得するために活用できる既存のデータがないか検討した。

今回は

- Space Syntax
- 路線価
- 街頭カメラベースの来街者数

などについて検討した。

5.1 Space Syntax

我々が現在対象としているのは街なかでの人の行動である。物理的な意味での街の構造や人の動きに関しては、都市工学、環境工学などの分野でこれまでに様々な研究が行われている。

ここで、街と人の流れの関係について、街の構造から定量的に記述する方法として Space Syntax(SS) と呼ばれる尺度が存在する [12]。SS は空間のつながりを解析する理論であり、

都市空間構造の分析など多くの研究が成されている。その解析手法の一つとして、Axial Analysis(AA) が挙げられる。AA は街路によって空間を区切った上で、それらをグラフ構造に変換し、それらグラフのエッジの長さなどを用いて、空間の複雑さを算出するような尺度である。その上で、どのような値を持つ構造の場合にアクティブな土地利用がなされるか、人をひきつけやすいか、といった分析がなされている。これらは街路など街の物理的構造から算出するものであるため、客観性が担保できるほか、街の構造が一気に変化することは少ないため、街全体の性質を比較的变化の少ない定常的な値として記述するための指標として適切と思われる。

そこで、路線価とマスな意味でのユーザの行動ログにどの程度の相関が見られるかを調査した。

今回は AR マーカ掲出エリアである、渋谷駅を中心とする半径約 0.6km のエリアについて、AA に基づく値を算出した。

AA の具体的な算出方法は以下の通りである。1. 視覚的に見通せる空間を Axial Line と呼ばれる一本の直線で表し、その関係をグラフ化する。2. ある Axial Line から他の Axial Line に対して経由する Line 数を奥行きとして集計し、空間のつながりの定量化を図る。

これらつながりの強弱は、Integration Value (以下、 $Int.V$) と呼ばれる指標で表され (式 (1))、移動効率の優位さを評価することが出来る。

$$Int.V = k \frac{\log_2\{(k+2)/3\}}{(MD-1)(k-1)} \quad (1)$$

k : 全空間数

MD : 奥行きの平均

また、ある Axial Line から全ての Axial Line に対して奥行きを算出した $Int.V$ を Global、計算する奥行きの範囲 (Radius) を限定して算出した $Int.V$ を Local と呼んでいる。特に Radius が 3 の場合は、歩行者数と強い相関があることが示されている。今回は Global と Local 双方を算出した。算出した $Int.V$ の値と線の濃度を対応づけて可視化したものを図 6、図 7 に示す。

行動ログは処理の容易性からカーネル密度推定により、連続値を持つヒートマップとして算出した。また、ここではアプリ操作に関する位置情報のみを行動ログをして扱った。結果を図 8 に示す。

その上で図 6、図 7、図 8 の各図について、地図情報を排除した上でグレースケールに変換し、Axial Line が存在する領域の各画素について輝度を比較し相関係数を求めた。その結果、Local については相関性が認められなかったが、Global と行動ログの相関係数は 0.438 となっており、中程度の相関が見られた。

5.2 路線価

前述した Space Syntax は物理的な構造によって規定される値であった。そのため客観的に評価可能であり、また、街の構造が一気に変化することは少ないため、比較的变化の少ない定常的な値として利用可能である。その一方で、街なかでの人の行動は物理的な構造のみに依存しているわけではない



図6 Space Syntax による渋谷中心部の可視化 (Global)

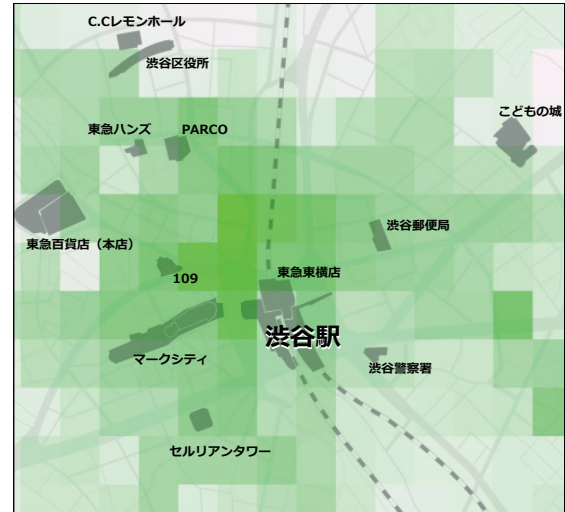


図9 路線値の可視化



図7 Space Syntax による渋谷中心部の可視化 (Local)

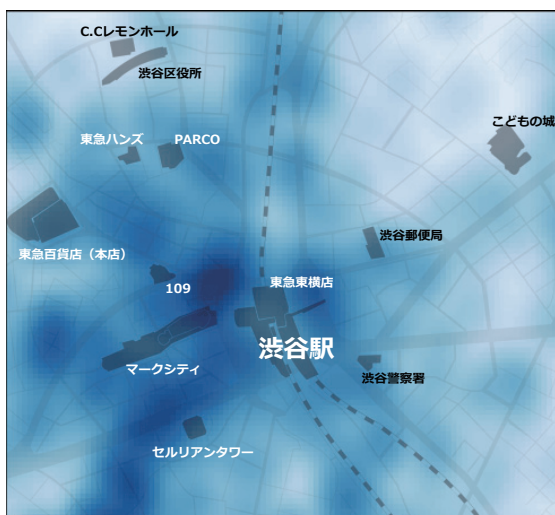


図8 行動ログの可視化

ため、地点ごとの魅力を表す初期値として用いるには十分とは言えない。また、SSのデータベースのようなものが存在するわけではないので、適時グラフの作成、計算が必要になる。

ここで地点の魅力を評価する一般的な指標のひとつとして公示地価（その土地の値段）があげられる。公示地価は周囲の環境や、アクセスのしやすさなどを考慮した上で客観的に算出されるもので、街の姿を描くものとして有用と考えられる。ただし、公示価格は専有面積などに左右される他、全ての土地に付与されているわけではないことなどから、マクロなレベルで地点の魅力を考慮する上では有用と考えられるが、スマートフォンを手に徒歩で移動をしているような pin@clip の利用シーンへの活用を考えた場合は、粒度が大きすぎて問題がある。

類似の基準に路線値がある。路線値とは課税額の算出のために、土地の価額がおおむね同一と認められる一連の土地が面している路線ごとに評価した1平方メートル当たりの価額で、一部の例外（国有地に挟まれるなど、課税対象と接していない場合など）はあるものの、ほとんどの主要な道路に割り付けられているものである。算出は前述の地価公示価格、売買実例価額、不動産鑑定士等による鑑定評価、精通者意見などに基づいて算出されており、公平性及客観性、評価の多様性が確保されている。また、データは公開されており、容易に取得することが可能である。

このように路線値には、1) ほぼ全ての道路に値が割り付けられている、2) アクセスの容易性など、複数の基準を元に算出されている、3) 客観的な評価に基づいている、4) 1年毎に更新されている、といった特徴があり有用と考えられる。

そこで、路線値とユーザの行動ログのマクロ的な傾向にどの程度の相関が見られるかを調査した。

ここでは、緯度経度を用いてエリアをおおよそ100mメッシュに分割し、そのメッシュに含まれる最高路線値と最低路線値の平均を取って、そのメッシュの代表路線値と定めた。また、路線値は2009年度のものをを用いた。結果を図9に示す。

メッシュの粒度が異なるため、簡単には評価できないが、図9、図8から地図情報を排除した上で、それぞれグレースケールに変換し、各画素の輝度によって相関係数を求めた。その結果、路線価と行動ログの相関係数は0.502となっており、中程度の相関が得られた。

なお、前述したSSとの相関は0.282で弱相関となっていることから、SSと路線価は街の異なる特徴を表現していると考えられ、目的に応じて使い分けることで、行動ログとの相関をより高められる可能性がある。

5.3 その他に活用が考えられるデータ

これまで検討してきたSpace Syntaxや路線価は街の構造などに基いて算出される。特に街の構造も、地点毎が持つ魅力も、長期的な変動はあっても、今回着目しているようなレベルで急激に変化することは考えにくい。

しかしながら、街の中を動き回る人間の行動は日によって、例えば平日と休日、昼と夜、雨天と晴天、など時々の状況に応じて変化する。そこでこれらの要因を念頭に、現在、

- 定点カメラを用いて画像処理を行い、流量の概算を算出する
- 改札での乗降データを用いて、街への人の出入りを計る

などのデータの適用可能性を検証し、これらのデータを統合して使うことで地点の特徴に活用できるかを検討している。

5.4 行動推定用ベースデータのまとめ

今回取得出来たユーザの行動ログを参考に、街の一般的・定常的な姿を取得するために活用できる既存のデータがないか検討した。

その結果、Space Syntaxや路線価といったデータが活用できる可能性が示唆された。ただし、これらのデータでは天候などのコーザルデータに左右される、ミクロな行動傾向が捉えられないと言った問題がある。

今後、定点カメラの画像などを用いてそれらの行動傾向の取得などに取り組みたい。

6 まとめと今後の課題

サービスの最適化や地域の活性化を目的として、pin@clip 2010というサービスの実証実験に取り組んだ。

ここでは、従来の取り組みを踏まえてリピート率の向上、屋内位置精度向上、イベント連携機能の強化と言った機能の追加・改善を行った。また、他地域での展開を念頭に、行動ログのベースとなるデータの検討などを行った。

結果、リピート率向上、イベントでの活用など当初の目標を達成できた。その一方で、ARマーカについては稼働率が芳しくなく、課題が残された。

今後、ARマーカについては適切なサイズを考慮して有効性を検証する必要がある。また、蓄積された行動ログに基づいたユーザの分類や、それらに基づいて行動傾向を推定する技術などを開発してゆく予定である。

謝辞

本研究は経済産業省平成22年度ITとサービスの融合によ

る新市場創出促進事業（ITとサービス工学の連携促進関連調査事業）地理・空間情報基盤活用サービス実証事業（e空間）の一環として行われた。記して感謝する。

参考文献

- [1] 相原健郎, 中尾敏康, 小方靖, 宮本有紀彦, 小柴等, 小西勇介, 千葉雄樹, 武田英明, 佐々木憲二, 金山明煥: 「地域活性化を支えるe空間サービスぶらっとPlat@自由が丘」における技術開発-コンセプトと全体像-, FIT2009講演論文集, Vol. 4, pp. 267-272 (2009).
- [2] 小柴等, 相原健郎, 森純一郎, 小田朋宏, 星孝哲, 松原伸人, 武田英明: 記憶の想起と記録のためのライフログ・ブログ連携型支援手法の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 1, pp. 63-81 (2010).
- [3] 中尾敏康, 相原健郎, 小方靖, 田代光平, 小柴等, 宮崎陽司, 小西勇介, 武田英明, 佐々木憲二, 金山明煥: 街なかソーシャル・ブックマーキング“pin@clip ピナクリ”-e空間実現のためのサービス実証実験の全体像-, FIT2010講演論文集, Vol. 4, pp. 417-420 (2010).
- [4] 小西勇介, 中尾敏康: 参照用無線機を用いた電波環境変動に対して頑健な無線LAN位置検知方式-e空間実現のための人口ログ収集技術の研究-, FIT2010講演論文集, Vol. 4, pp. 427-430 (2010).
- [5] 中尾敏康, 小西勇介, 千葉雄樹: 「ぶらっとPlat@自由が丘」におけるタウンログ収集(1)タウンログ収集の全体像と盛り上がりマップへの活用, FIT2009講演論文集, Vol. 4, pp. 273-276 (2009).
- [6] 千葉雄樹, 小西勇介, 中尾敏康: 「ぶらっとPlat@自由が丘」におけるタウンログ収集(3)携帯電話内蔵加速度センサを用いた関心推定, FIT2009講演論文集, Vol. 4, pp. 281-284 (2009).
- [7] Mori, J., Matsuo, Y., Koshiba, H., Aihara, K. and Takeda, H.: Predicting Customer Models Using Behavior-based Features in Shops, *The First and Seventeenth International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization (UMAP 2009)*, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 5535, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, pp. 126-137 (2009).
- [8] 相原健郎, 小柴等, 小田朋宏, 西中芳幸, 松原伸人, 武田英明: 行動ログを用いたユーザ特性の解析とその活用-e空間実現のためのユーザ特性に関する研究-, FIT2010講演論文集, Vol. 4, pp. 421-426 (2010).
- [9] 小柴等, 相原健郎, 小田朋宏, 星孝哲, 松原伸人, 森純一郎, 武田英明: 説得性に基づく情報推薦手法の提案: 送り手の属性に着目したモデルと検証, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 8, pp. 1452-1468 (2010).
- [10] 小柴等, 相原健郎, 武田英明, 宮崎陽司, 小西勇介, 中尾敏康: 距離的なコストが情報閲覧および実行に及ぼす影響-e空間実現のための価値割りに関する研究-, FIT2010講演論文集, Vol. 4, pp. 97-104 (2010).
- [11] Aihara, K., Koshiba, H. and Takeda, H.: Behavioral Cost-Based Recommendation Model for Wanderers in Town, *HCI International 2011* (2011).
- [12] HILLIER, B. and HANSON, J.: *The Social Logic of Space*, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, London (1984).