

オンライン地図におけるユーザ操作に基づく ストリートビュー自動生成システム

小林 加織里[†] 北山 大輔[†] 角谷 和俊[‡]

^{† ‡} 兵庫県立大学環境人間学部 〒670-0092 兵庫県姫路市新在家本町 1 丁目 1-12

E-mail: [†] {nc06s078, ne07p001}@stshse.u-hyogo.ac.jp, [‡] sumiya@shse.u-hyogo.ac.jp

あらまし 近年、オンラインおよびモバイル端末における地図サービスが高度化している。特に立体的に実空間を移動することが可能なストリートビューは、俯瞰的な地図だけでは不足しがちの視覚情報を補うことに優れている。ストリートビューは現在、有効的に活用されているとはいえない。その理由として、ストリートビュー内の地理的情報が不足していること、また、表示範囲が限られてしまうためにより多くの操作を要することがあげられる。そのため、ユーザは地図と共にストリートビュー操作を行うことで、操作の回数を減らそうとする。このように、地図とストリートビュー操作は並行して行われ、これら一連の操作にはユーザの意図が含まれていると考えられる。そこで本研究では、ユーザ操作により意図を抽出し、ユーザの求めるストリートビューを自動生成するシステムを提案する。本システムでは、地図およびストリートビュー操作からユーザの意図を推定し、操作意図に基づきストリートビューの生成方法を決定する。

キーワード 意図抽出、地理情報、GIS、パーソナライゼーション、情報統合、ストリートビュー

An Automatic Street-View Generating System based on User's Digital Map Operation

Kaori KOBAYASHI[†] Daisuke KITAYAMA[†] and Kazutoshi SUMIYA[‡]

^{† ‡} School of Human Science and Environment, University of Hyogo,

1-1-12 Shinzaike-honcho, Himeji, Hyogo 670-0092, Japan

E-mail: [†] {nc06s078, ne07p001}@stshse.u-hyogo.ac.jp, [‡] sumiya@shse.u-hyogo.ac.jp

Abstract Various map services such as online maps and application of mobile device have highly functions in recent years. Street-view such as car navigation systems especially is superior to supplement vision information. However, street-view do not utilize effectually, because geographic information in street-view run short. Moreover, it needs many operations, because range of screen is limited. Therefore, most of people use street-view along with a map, and they avoid unless operations. Accordingly, it is thought that intention of the each user is included in a sequence of operation of maps and street view. We propose automatic creating street-view system for demands of users with a minimum of operation. In this system, it estimates user's intention from a map and street-view operation, and decides street-view generation based on intentions of use's operation.

Keyword Implicit intentions, Geographic information, GIS, Personalization, Information integration, Street-View

1. はじめに

近年、オンライン地図をはじめとする地図サービスはモバイル端末の発展に伴いさらに利便性が増している。地名や地理オブジェクトを検索だけでなくルート検索や略地図を作ることができるものなど、機能が多様化しており、地図サービスのみで多くの情報を得ることが可能である[2][7][14][18][22][24]。また、ストリートビューのような 3D による地理情報サービス[1][4]は、2D の俯瞰的な地図では不足している視覚情

報を得ることができる。しかし、ストリートビューは視覚的な情報に長けてはいるものの、ストリートビュー中の地理的情報は乏しく、画面に表示できる情報が限られている。そのため、たとえユーザがストリートビューに対して多くの操作を行ったとしても、ユーザの要求がすべて満たされることは難しい。このように、ストリートビューはユーザにとって煩雑な操作であるといえる。また、現在のストリートビューはオブジェクトを認識することができず、表示される画面情報は

限られているため、単独で利用することは困難である。しかしながら、ストリートビューを利用する場合、地図で補うことができなかった情報をストリートビューによって確認する意図があると考えられる。また、地図操作に加え、ストリートビューで複数回確認するという操作があれば、ストリートビューによる出力が満足できないためにその作業を繰り返している可能性が考えられる。このように、一連の操作として着目することで、ユーザの意図を推定することが可能であると考える。そこで、我々はユーザの地図操作とストリートビュー操作の一連の操作を用いることにより、ユーザが取得しようとしている情報を推定し、意図を反映した新たなストリートビューコンテンツを自動的に生成する方法を提案する。例えば、ユーザが現在地点とある地点を比較している際、ある地点と関連のある他の地点も比較することが考えられる。このとき、さらに比較すると考えられる地点をあらかじめ推定し、提示することによってユーザの操作を軽減しながらユーザ意図を反映することができると考えられる。

以下、本稿の構成を示す。2 節において本研究の概要と関連研究について述べる。3 節では、地図操作とストリートビュー操作について説明し、ストリートビュー自動生成について 4 節で述べる。5 節では、定義した操作チャングの網羅性の実験について述べ、最後に 6 節でまとめと今後の課題について述べる。

2. 本研究のアプローチ

2.1. 本研究の概要

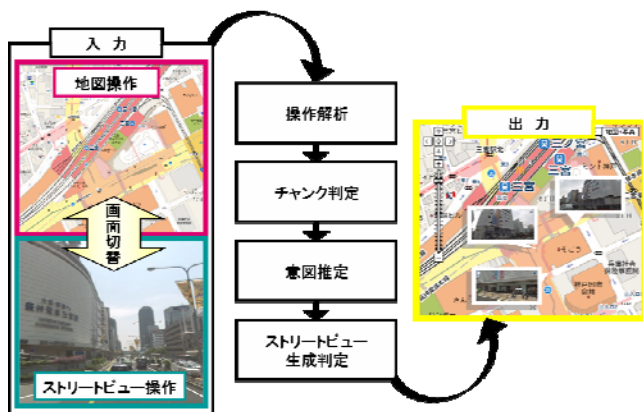


図1 ストリートビュー生成の概要

本研究では、オンライン地図とストリートビューにおけるユーザの操作意図を用いて、ユーザの意図が反映されたストリートビューを自動生成するシステムを提案する（図1）。地図操作として4種類、ストリートビュー操作として5種類を定義し、意味のある操作列（操作チャング）を検出し、それらの組み合わせによって生成するストリートビューを決定する。操作以外

に地図の表示領域およびストリートビュー操作の角度と緯度経度情報を用いる。

本研究におけるストリートビュー自動生成とは、地図操作とストリートビュー操作によるユーザ意図に基づき、地図上にストリートビューを生成することである。本稿で想定するシステムは、入力画面と出力画面の2画面で構成される。入力画面はオンライン地図操作とストリートビュー操作を行うことが可能で、ボタンによってそれらを切り替えることが可能である。入力画面により操作を行うことで、自動的に出力画面のオンライン地図上にストリートビューが付与された2Dと3Dの地理情報融合コンテンツが提示される。これにより、ユーザにとって煩雑なストリートビュー操作を軽減しながら、ユーザの求めるストリートビューを推定し、予め提示することを可能とする。

2.2. 関連研究

関連研究として、暗黙的なユーザの地図操作意図を抽出しようとする研究があげられる。Weakliam[12]らは、単一な地図操作のみでユーザの意図を抽出し、パーソナライズされた地図を生成するシステムを提案している。一方平元ら[9]は、地図操作を意味のあるまとまりで検出することにより、関心のある地名をクエリとして自動的に生成することでウェブページを検索するシステムを提案している。廣瀬ら[10]は、地図操作から領域や縮尺に関する意図を抽出することで、適切な地図表示に変更するシステムを提案している。寺谷ら[21]は、意図抽出を行う際に地理的特性と意味的特性を用いることによって、地図の表示オブジェクトの再構成を行っている。また、Kotera[19]らはユーザの地図操作とカテゴリ操作から意図を抽出し、効果的な地域情報を提示することを可能とするシステムを提案している。

次にコンテンツ生成に関連のあるデフォルメマップなどの地図生成の研究について述べる。梶田ら[13]は、認知心理学的なモデルに基づき、道路変形に伴うランドマークの移動・変形ルールを提案しているが、略地図生成の際にユーザの指示が必要となりユーザが判断すべき作業が多くなり負担となる。また、馬場口ら[3][11][19]は略地図における現在地から目的地までの経路を理解するための支援システムとして

“SKETIST”を提案している。しかしながらこのアプローチもまた、ユーザが出発地と目的地の間の目印を決定しなければならず、略地図生成時には省略度を変化させながらユーザ自身が判断しなければならない。萬上ら[15]はユーザの要求に応じた略地図の対話的な生成の支援手法を提案しているが、ユーザ個々で異なるランドマークや要求を反映できるわけではない。藤井と杉山[5][6]は携帯端末向け案内地図生成システムを

開発し、ランドマークの形状と種別からなる認知度を用いてランドマークを選択しており、丸山ら[16]も携帯端末向けの効果的なデフォルメマップ生成モデルを提案している。永田と前田[17]はエージェントを用いたランドマークフィルタリングにより、経路上のランドマークを取捨選択する手法を提案した。しかしこれらも同様に、操作するユーザが異なったとしてもランドマークや出力は画一的である。また、これらは情報を減らすアプローチであるが、本研究では情報を付与する点で異なる。

3. 地図操作とストリートビュー操作

我々は、ユーザの要求に適合したコンテンツを生成するために、ユーザの地図操作およびストリートビュー操作から意図を推定する。まず、地図操作について説明し、次にストリートビュー操作について説明する。

3.1. 地図操作チャンク

本研究では、地図操作の基本として 4 種類の操作を定義する。詳細な地図表示に縮尺を変更する操作であるズームイン (i 操作)、広域な地図表示に縮尺を変更する操作であるズームアウト (o 操作)、地図表示の位置を変更する操作である移動 (m 操作)、地点を選択して地図の中心に表示させる操作であるセンタリング (c 操作) である。

上記の基本操作を一連の操作として見たときに、意味のある操作列が存在する。ユーザの操作列を意味のあるまとまりとして着目することで、ユーザが注目しているオブジェクトや求めている情報を限定することが可能であると考えられる。

そこで、本稿では意味のある操作列を操作チャンクとして定義する。この操作チャンクによってユーザの意図の切れ目を検出する。我々は、地図の操作チャンクとして 4 種類を定義する。移動チャンク、局所表示チャンク、広範表示チャンク、位置確認チャンクであり、表 1 に示す。また、ユーザ操作は正規表現によって記述する。アスタリスク (*) は閉包の意味で用い、その操作が 0 回以上続くことを表す。正記号 (+) は正閉包の意味で用い、その操作が 1 回以上続くことを表す。大括弧 ([]) は括弧内に含まれる一文字にマッチすることを表す。

表 1 地図操作チャンク

操作チャンク名称	ユーザ操作
移動	m[mc]*
局所表示	m[mc] ⁺ i ⁺
広範表示	[mc] ⁺ o ⁺
位置確認	o ⁺ i ⁺

移動チャンク 同縮尺で画面領域内の地図の表示範囲を移動させる操作である。現在地点周辺の確認を行うためや、別の地点を探索する際に行われる。

局所表示チャンク 表示範囲を限定し、ある地点をより詳細に近傍から確認しようとする操作である。m および c 操作によって関心のある地点に近づき、i 操作により詳細に確認を行う。

広範表示チャンク 関心のあった地点から別の地点へ関心が移った際の操作である。m および i 操作による地図表示の後、o 操作によって広範な地図表示に切り替えを行う。

位置確認チャンク 広範な地図表示に切り替えて確認を行った後、元の縮尺へ戻す操作である。現在地点と別の地点との位置関係を確認するために、o 操作を行った後にその範囲内で i 操作を行う。

3.2. ストリートビュー操作チャンク

地図操作と同じく、ストリートビュー操作の基本として 5 種類の操作を定義する。より至近距離の画面表示に縮尺を変更する操作であるズームイン (I 操作)、通常の縮尺へ変更する操作であるズームアウト (O 操作)、位置を変更する操作である移動 (M 操作)、画面を左右に動かす操作である左右 (P 操作)、画面を上下に動かす操作である上下 (T 操作) である。

地図の操作チャンクと同様に、ストリートビューの操作にも意味のある操作列が存在する。ストリートビューの操作チャンクとして、4 種類を定義する。移動チャンク、周囲確認チャンク、地点確認チャンク、高低確認チャンクであり、表 2 に示す。

表 2 ストリートビュー操作チャンク

操作チャンク名称	ユーザ操作
移動	M ⁺
周囲確認	[PT] ⁺
地点確認	[PT] ⁺ I ⁺ O ⁺
高低確認	[PT] ⁺ T ⁺

移動チャンク ある地点から別の地点へ現在地を変更しようとする操作である。M 操作の繰り返しにより行われる。

周囲確認チャンク ある地点における周囲を確認する操作である。P 操作や T 操作により画面を動かすことで周囲の確認を行う。

地点確認チャンク ある地点に注目し、詳細に確認しようとする操作である。P 操作と T 操作後、I 操作により近傍で確認を行う。

高低確認チャンク ある地点の地物に注目し、高低を確認しようとする操作である。T 操作により画面を動かすことで確認を行う。



図 2 地点ストリートビュー生成の操作

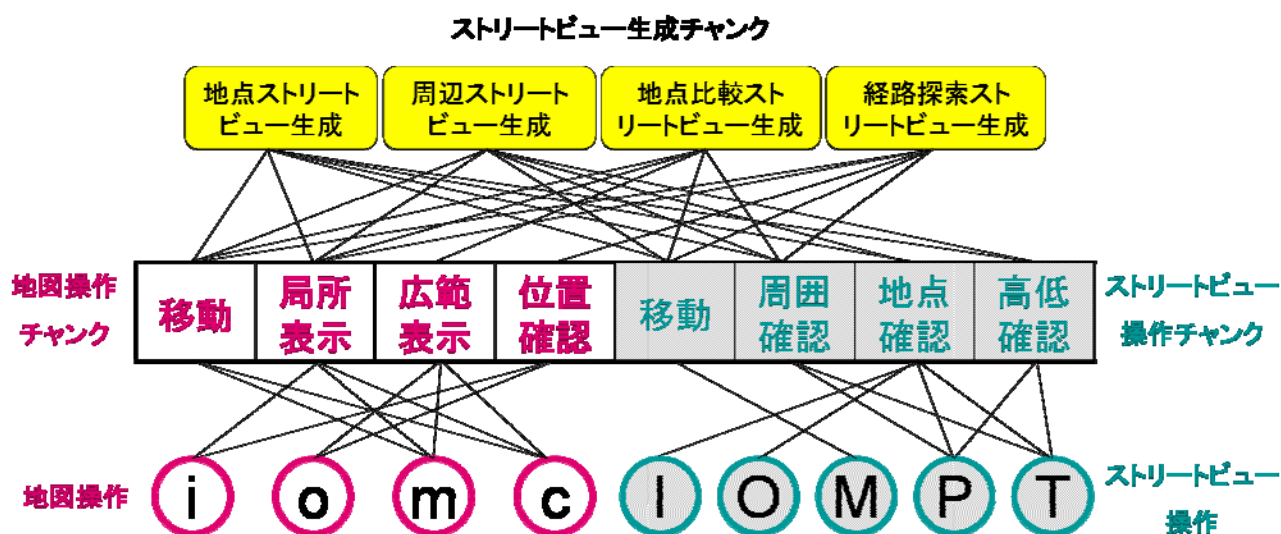


図 3 ストリートビュー生成チャンク of 概念図

4. 意図抽出によるストリートビュー自動生成

4.1. ユーザ操作からの意図抽出

本研究では、地図上に表示されている建物や公園、山などをオブジェクトと呼ぶ。地図上にはオブジェクトの名前が記載されているが、ストリートビュー中ではオブジェクトを認識することができず、地理的な情報が不足している。しかしながら、ストリートビューを利用するユーザのほとんどは、そのようなオブジェクトを視覚的に確認したいという意図を持っていることが考えられる。例えば、地図で目的地および周辺の目印を確認したものの、実際に目印になり得る物は異なる可能性がある。そのような場合、視覚的に確認したいという要求が発生し、ストリートビューに切り替えて確認することが想定できる。このように、地図操作からストリートビュー操作へ切り替えるという操作には、ユーザの詳細な意図が含まれると考えられる。そのため、地図操作およびストリートビュー操作による操作チャンクの組み合わせを解析することにより、ユーザの意図を推定できると考えた。

本システムは、ストリートビューを用いたインタフェースを想定しているため Google Maps[8]を利用する。しかしながら、Google Maps ではオブジェクトを特定することができないため、オブジェクトを特定するにはシステム内で Yahoo! Maps を利用する。以降、ストリートビュー自動生成について述べる。

4.2. ストリートビュー生成チャンク of 特性

ストリートビュー生成には、地図操作チャンクおよびストリートビュー操作チャンクの組み合わせと画面領域、ストリートビュー操作の角度および緯度経度情報を用いる。それらによって、ユーザの意図を抽出し、ユーザ意図に適したストリートビューの自動生成を行う。画面領域については、ストリートビュー生成に用いない場合もある。以下の手順によりストリートビュー自動生成を行う。

1. ストリートビュー生成チャンクの構成要素となる操作列を定義する
2. ユーザの意図に適したストリートビューを決定する
3. トリガの位置を決定する

以上の手順を用いて、作成した4種類のストリートビュー生成チャンクについて述べる。図3にストリートビュー生成チャンク概念図を示す。

ストリートビュー生成チャンクは、「オブジェクトの特定」と「地図およびストリートビューの操作意図」により構成される。

オブジェクトを特定するためのチャンクは $m[mc]^+i^+m[mc]^+M^+[PT]^+$ であるが、以降 X と表記する。オブジェクト特定の際に用いるものは4つである。1つ目は、地図上においてユーザが関心のある地点の緯度経度情報である。2つ目は、ストリートビューにおいてユーザが関心のある地点に向けた視線、つまり、角度情報および緯度経度情報であり、3つ目も同じく、次の地点におけるストリートビューの角度情報および緯度経度情報である。4つ目は、2地点におけるストリートビューによる視線の延長線上にある交点の緯度経度情報である。まず、ユーザの操作により関心のある地点の緯度経度を取得する。その緯度経度を基に Yahoo! Maps によって、画面領域内におけるその地点に近いオブジェクトの候補を選出しておく。次に、ユーザが地図に切り替える直前に操作したストリートビューの角度および緯度経度を保存しておく。さらに、次の地点におけるストリートビューの角度および緯度経度を取得することにより、2点間のストリートビューの視線の延長線の交点の緯度経度を求める。この地点と選出されたオブジェクトから一番近いオブジェクトを、ユーザが関心を持ったオブジェクトとして特定する。そして、オブジェクト特定後の操作により、生成するストリートビューの決定を行う（図2）。

4.3. ストリートビュー生成チャンク

地点ストリートビュー生成: $X[PT]^+[PT]^+T^+[PT]^+I^+$

オブジェクトを特定後、そのオブジェクト方向に対して周囲確認チャンクおよび高低確認チャンクもしくは地点確認チャンクが発生した際、そのオブジェクト領域に最も近い周囲複数地点から、オブジェクト方向のストリートビューを生成する（図4）。



図4 地点ストリートビュー生成の出力例

周辺ストリートビュー生成: $X[PT]^+[PT]^+T^+[PT]^+I^+$

オブジェクト特定の後に、オブジェクト方向外に対して周囲確認チャンクおよび高低確認チャンクもしくは地点確認チャンクが発生した際、そのオブジェクト領域に最も近い周囲複数地点から、オブジェクトの反対方向のストリートビューを生成する。

地点比較ストリートビュー生成: $X_1[mc]^+o^+m[mc]^+X_2$

オブジェクト特定 (X_1) の後に、広範表示チャンクおよび地図移動チャンクが発生し、さらに次のオブジェクト特定 (X_2) の際に、2つ目のオブジェクトと同等のオブジェクトを Yahoo! Maps により検索する。

これにより、検索されたオブジェクトに最も近い地点からのストリートビューを生成する。例えば、ある駅とあるホテルを比較した際、2つ目のオブジェクトはホテルなので、その範囲内のホテルを検索することとなる。

経路探索ストリートビュー生成: $X_1[mc]^+o^+m[mc]^+X_2 m[mc]^+i^+o^+i^+M^+$

地点比較の後に局所表示チャンクまたは位置確認チャンクが発生、さらに画面領域内に特定したオブジェクトが存在している地点からストリートビュー移動チャンクが発生した際、2点間の経路を提示し、経路に沿ったストリートビューを生成する。

5. 実験

地図操作チャンク及びストリートビュー操作チャンクが、全体の操作のうちどの程度を網羅しているかを確認する実験を行った。これによって、定義した操作チャンクでユーザの操作意図が網羅できるかを検証した。

6人の被験者が各自で目的を設定し、その目的を達成するために、地図とストリートビューの操作をそれぞれ100回以上行う。このとき、地図ではズームイン、ズームアウト、移動、センタリング操作のそれぞれを1回の操作とし、ストリートビューではズームイン、ズームアウト、移動、左右、上下操作のそれぞれを1回の操作としている。これらの各被験者から得られた操作の中で、地図操作チャンクとストリートビュー操作チャンクが含まれている割合を調べた。

各自で設定した目的は、「東京駅から一度訪れたことがある友人宅までの行き方を確認する」や「初めて行く仙台と札幌の位置を確認し、周辺風景を確認するとともに観光地を探す」などである。

このように6名の被験者が行った計854個の地図操作、計939個のストリートビュー操作を操作列に分割し、それぞれ4種類の操作チャンクに分類した。結果とし

て、地図操作の移動・局所表示・広範表示・位置確認のそれぞれの操作は、437 個、174 個、180 個、17 個となった。これらの地図操作の割合を図 5 に示す。一方、ストリートビュー操作の移動・周囲確認・地点確認・高低確認のそれぞれの操作は、165 個、365 個、22 個、365 個となった。これらのストリートビュー操作の割合を図 6 に示す。

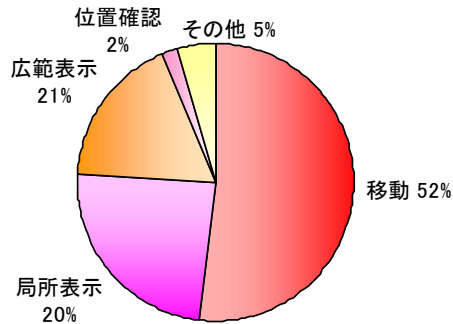


図 5 地図操作の種類の割合

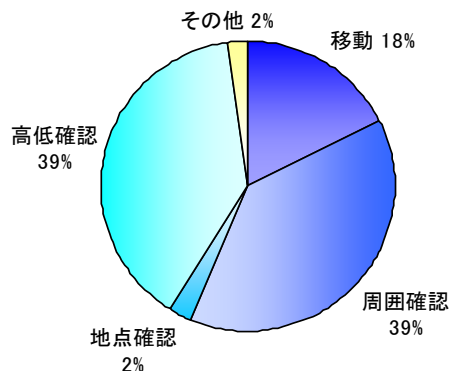


図 6 ストリートビュー操作の種類の割合

まず、地図操作では移動が全体の半分の 52% を占めており、局所表示と広範表示が 20%、21% と比較的高い割合を占めている。一方、位置確認は 2% となっている。この操作は、頻繁に複数地点を確認する際に行うことが考えられるため、目的によって使用する頻度が大きく変動することが考えられる。地図操作の全操作における 4 種類の操作チャンクの包含率は 95% となり、ユーザの地図操作を網羅できていると考えられる。

次に、ストリートビュー操作では、周囲確認と高低確認がそれぞれ 39% と高い割合を占めており、ストリートビュー操作の大半を占めていることがわかる。しかしながら、チャンクだけでなく左右の角度及び上下の角度を考慮していないために、高低を確認しているのか、周囲を確認しているのかどうか厳密な割合であるとは言えない。今後考慮すべき点である。それらに加え移動が 18% を占めており、ストリートビューではあまり多くの移動をしないということがわかる。一方、

地点確認は 2% となっている。このことから、ストリートビューによってさらに詳細に確認をするという行動は少ないと考えられる。結果として、ストリートビューは部分的な地点や周辺を確認することに用いられていると考えられる。また、ストリートビュー操作の全操作における 4 種類の操作チャンクの包含率は 98% となり、ユーザのストリートビュー操作を網羅できていると考えられる。

6. おわりに

本稿では、オンライン地図とストリートビューの操作に基づき、2D と 3D が融合されたコンテンツ自動生成システムを提案した。本システムは、オンライン地図上にユーザが求めるストリートビューが自動的に提示されるものである。地図操作およびストリートビューの操作によって推定されたユーザ意図に基づき、そのユーザに必要なストリートビューを決定した。このシステムにより、オンライン地図操作とストリートビュー操作における任意の操作から意図抽出を可能とし、ユーザの行動を先読みしたストリートビューを生成することによって、ユーザが多く操作を要することなく情報提示を可能とする。

今後の課題として、地図およびストリートビューの操作チャンクがユーザの意図と合致しているかを検証することにより、詳細な意図に対応できると考えられる。また、ストリートビュー生成チャンクの網羅性を確認することで、よりユーザ意図を正確に抽出することを目指す。さらに、現在想定しているシステムは入力部と出力部が分かれているが、最終的には入力部と出力部を限定せず、互いが入力部および出力部になり得るインタフェースを検討している。より直感的な操作で自然な入出力により、ユーザへ負荷をかけることなく暗黙的な意図を反映させることができる、インタラクティブなシステムを目指す。

7. 謝辞

本研究の一部は、平成 21 年度科研費基盤研究(B)(2)「ユーザの潜在的意図を用いたレス・コンシャス情報検索基盤の構築」(課題番号: 20300039) および平成 21 年度特別研究員奨励費(21.197) によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。

文 献

- [1] 0[ZERO]. <http://www.04u.jp/>
- [2] ALPSLAB. <http://www.alpslab.jp/>
- [3] 馬場口登, 堀江政彦, 上田俊弘, 淡誠一郎, 北橋忠宏. 経路理解支援のための略地図とその案内文の生成システム. 電子情報通信学会論文誌, Vol.J80-D-II, No.3, pp.791-800, 1997.
- [4] Bing Maps.

<http://www.bing.com/maps/explore/#5003/o=&a=&s=w/5872/style=auto&lat=34.78347&lon=134.852493&z=11&pid=5874>

- [5] 藤井憲作, 杉山和弘. 歩行者ナビゲーション支援のための場所案内文生成手法. 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-D-II, No.11, pp.2026-2034, 1999.
- [6] 藤井憲作, 杉山和弘. 携帯端末向け案内地図生成システムの開発. 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.9, pp.2394-2403, 2000.
- [7] GMAP. <http://gmap.jp/gmap/>
- [8] Google Maps API.
<http://code.google.com/intl/ja/apis/maps/documentation/reference.html>
- [9] 平元綾子, 角谷和俊. オンライン地図におけるユーザ操作を用いた Web 検索方式. 電子情報通信学会, Vol.J90, No.2, pp.257-268, 2007.
- [10] 廣瀬正義, 平元綾子, 角谷和俊. Gemini:ユーザ操作を用いた地図と航空写真の連動方式. 電子情報通信学会 第 18 回データ工学ワークショップ (DEWS2007), A9-6, 2007.
- [11] 堀江政彦, 木村俊洋, 馬場口登, 淡誠一郎, 北橋忠宏. 地図画像情報システムにおけるインタラクティブ経路生成とその略地図生成への応用, 信学技報, PRU95-215, 1996.
- [12] J. Weakliam, Michela Bertolotto, and David Wilson. Implicit interaction profiling for recommending spatial content. In *Proc. of the 13th International Symposium of Advances in Geographic Information Systems (ACM GIS 2005)*, pp. 285-294, 2005.
- [13] 梶田健史, 山守一徳, 楊井誠一, 長谷川純一. デフォルメ地図の自動生成システムの開発. 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.9, pp1736-1744, 1996.
- [14] Map Fan Web. <http://www.mapfan.com/>
- [15] 萬上裕, 高倉弘喜, 上林弥彦. 多様な利用目的に応じた略地図の生成手法. 情報処理学会第 55 回 (平成 9 年後期) 全国大会, 1997.
- [16] 丸山貴志子, 谷崎正明, 嶋田茂. デフォルメマップ生成のための道路形状正規化モデルとそのシステムの評価. 電子情報通信学会論文誌, Vol.J87-A, No.1, pp.108-109, 2004.
- [17] 永田剛彦, 前田義信. エージェントを用いた略地図における地理情報選択モデルの提案. ヒューマンインタフェースシンポジウム, pp.479-484, 2006.
- [18] OffMaps. <http://www.offmaps.com/>
- [19] R.Kotera, D.Kitayama and K.Sumiya. Geographical Information Retrieval based on User's Operation on both Digital Maps and Directory Services. In *Proc. of the 17th Int. Conf. in Geoinformatics*, 2009.
- [20] 田中清, 馬場口登, 北橋忠宏. ユーザの意図を反映する略地図生成法の提案. 信学技報, HC93-78, 1994.
- [21] 寺谷隆広, 北山大輔, 宮本節子, 角谷和俊. オンライン地図における地理的・意味的特性に基づく表示オブジェクトの動的再構成方式. 第 19 回データ工学ワークショップ (DEWS2008), A4-2, 2008.
- [22] UBIQLINK. <http://www.z-an.com/>
- [23] Yahoo! Maps API.
<http://developer.yahoo.co.jp/webapi/map/>
- [24] ゼンリン いつも NAVI.
<http://www.zenrin-datacom.net/mobile/>