

GeminiMap: ユーザ操作を用いた地図および写真の連動方式

廣瀬 正義[†] 平元 綾子^{††} 角谷 和俊^{†††}

[†] 姫路工業大学環境人間学部 〒 670-0092 兵庫県姫路市新在家本町 1 丁目 1-12
^{††} 兵庫県立大学大学院環境人間学研究科 〒 670-0092 兵庫県姫路市新在家本町 1 丁目 1-12
^{†††} 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: †{na02x165,nd06c019}@stshse.u-hyogo.ac.jp, ††sumiya@shse.u-hyogo.ac.jp

あらまし 本論文では、ユーザのオンライン地図インタフェースに対する操作から操作意図を解析し、自動的に地図および写真を連動させ提示する方式を提案する。現在、デジタル地図において建物情報や地域情報に加え、航空写真など多くの地図データが提供されている。我々は、それら莫大な情報をより有効なかたちで提供するため、ユーザの地図操作から意味がある操作の切れ目と考えられる操作チャンクを割り出し、その意図に適した地図と写真を連動させ提示する方式を提案する。また、本方式のプロトタイプシステム“Gemini”(Geographical Enhanced Map Interface for Navigation on the Internet)を構築、評価実験を行った。

キーワード 情報統合, 情報検索, 時空間 DB

GeminiMap: A Processing Method for Digital Maps and Photos using User Operations on the Internet

Masayoshi HIROSE[†], Ryoko HIRAMOTO^{††}, and Kazutoshi SUMIYA^{†††}

[†] School of Humanities for Environmental Policy and Technology, Himeji Institute of Technology
 1-1-12 Shinzaike-honcho, Himeji, Hyogo 670-0092, Japan
^{††} Graduate School of Human Science and Environment, University of Hyogo
 1-1-12 Shinzaike-honcho, Himeji, Hyogo 670-0092, Japan
^{†††} School of Human Science and Environment, University of Hyogo
 1-1-12 Shinzaike-honcho, Himeji, Hyogo 670-0092, Japan
 E-mail: †{na02x165,nd06c019}@stshse.u-hyogo.ac.jp, ††sumiya@shse.u-hyogo.ac.jp

Abstract We propose a method that analyses the intentions of users operations on the digital map and automatically process the digital photos with the digital maps. Recently, a lot of map information, like area information and annotations is offered on the internet. In addition, we can see the photos in very good conditions. Although, we can get lots of information, they aren't provided efficiently. Therefore, we developed a system that shows effectual maps and aero photos by process the digital maps with digital photos by analyses the users operations on the digital maps.

Key words Information Integration, Information Retrieval, Spacio Temporal DB

1. はじめに

近年、インターネットのブロードバンド化に伴い、オンライン地図は幅広く利用されるようになった。また、正確で詳細な地図情報が増えると共に、Web ページへのリンクや店舗検索などの機能も豊富である [16][17][18]。特に、鮮明な航空写真の提供など写真に関するコンテンツが急激に増加している [19][20][21][22]。

オンライン地図においてユーザは、ズーム操作やセンタリング操作、移動操作など非常に単純な操作をするだけで、詳

細な地図情報を得ることが出来る。しかし、現在の地図においては、ユーザの操作自体が直接的に出力に反映されるのみである。また写真を見る際、現在の地図インタフェースにおいては、ユーザが自ら航空写真の切り替え操作を行わなければならない、効果的に写真が活用されているとはいえない。

そこで本研究では、まず意味がある操作の切れ目を操作チャンクとして定義する。その後、それを基礎にアプリケーションを定義することで意図の抽出を行い、地図と写真を連動させて提示する方式を提案する。これにより、ユーザの操作をそのまま出力するのではなく、ユーザの操作に含まれる意図に適

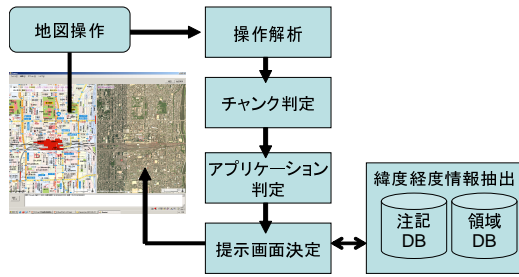


図1 概念図

したかたちの地図を提示することができ、より有効な地図の出力が可能であると考えます。また、我々は本方式のプロトタイプシステム“Gemini”(Geographical Enhanced Map Interface for Navigation on the Internet)を構築する。

以下、2節において研究の概要と関連研究について述べ、3節では操作チャンクと意図抽出について説明する。そして、4節で連動方式と提示方式について述べ、5節では評価、6節ではまとめと今後の課題について述べる。

2. 本研究の概要

2.1 本研究のアプローチ

2.1.1 ユーザ操作の意図抽出

本研究では、ユーザが操作を行っている地図画面とシステムによって自動で出力される写真画面の連動方式を提案する。システムは、ユーザが行った操作を解析し、意図を抽出する。さらに、抽出された意図に合った写真の出力画面を決定し、ユーザに提示する。それによりユーザは、自分の興味に合った情報を地図からのみではなく、写真からも得ることができる(図1)。

オンライン地図におけるユーザの地図操作として、我々は次の5種類の操作を用いる。縮尺を変更するズームイン操作とズームアウト操作、ユーザの関心がある地点を画面の中心に移動させるセンタリング操作、地図表示範囲を移動させる移動操作、および地図中の注記^(注1)に対しセンタリングを行う注記指定操作である。注記指定操作とは、我々が新たに加えた機能であり、通常解析される操作ではない。本研究においては、注記指定操作切り替えボタンを切り替えることにより有効となる操作である。

一般的に、地図操作はユーザが地図から何らかの情報を得るために行うものであり[1]、それらの地図操作にはユーザの意図が含まれていると考えられる。しかし、単一の操作からではユーザの絶対的な操作の意図を読み取ることは出来ない。例えば、ユーザがズームイン操作をするとき、その操作によって画面にはより詳細な地図情報が表示されるが、同時に表示される地図の範囲は狭くなる。このとき、ユーザの意図は「詳細な地図情報が見たい」もしくは「地図の表示範囲を狭めたい」など一意に決定することは出来ない。

そこで本研究では、まず意味がある操作の切れ目である操作チャンクを定義する。地図操作では、操作ミスの有無や個人の

癖により、様々な操作チャンクを定義することが出来るが、本研究では地図におけるユーザの関心がある範囲を決定する操作チャンクを4種類定義し、その4種類を用いて議論する。また、これらの操作チャンクを基礎にしてアプリケーションを作成し、意図が含まれる操作列を定義する。我々が用意したアプリケーション以外にも、この操作チャンクを基礎とし、複数のアプリケーションを作成することが可能である。

図2に単一の操作、操作チャンク、アプリケーションの階層関係を表す。それぞれの操作チャンクは単一操作の序列で構成されており、アプリケーションは単一の操作と1個以上の操作チャンクで構成されている。

2.1.2 地図および写真の連動方式

本システムにおいて、画面は二つ存在する。一方はユーザが操作を行う入力画面、もう一方は入力画面の地図操作の意図を反映したものを表示する出力画面である。ユーザの地図操作から意図が抽出されない場合、出力画面には入力画面の地図を衛星写真に切り替えたものを表示する。しかし、ユーザの操作から何らかの意図が抽出できた場合には、その意図を反映した地図または写真を出力する。なお、我々は出力の写真モードの状態を切り替えることが出来る写真切替ボタンの機能を作成した。これにより、ユーザは自由に出力画面の地図・写真の表示を切り替えることが可能である。

ユーザの地図操作から抽出された意図は、その地図に対する意図である。そのため、まずは、抽出された意図を地図に反映したものを出力画面に提示する。その後、出力画面に提示された地図をユーザが写真切替ボタンにより写真に切り替えた場合、その意図に対する写真切替モードがONの状態になる。以後、同じ意図が抽出された場合、出力画面は自動的に写真に切り替えられて提示される。つまり、ユーザがあるアプリケーションに適合した操作を行った後、出力された画面を写真に切り替えた際、システムはそのアプリケーションにおける写真切替モードがONである状態を記録しておく。そして、次回そのアプリケーションが検出された場合、そのアプリケーションに対する写真切替モードはONの状態であるため、出力画面を自動的に写真に切り替えて提示する。また同様に、アプリケーションにより出力された画面が写真であったものをユーザが自ら地図へ切り替えた場合、そのアプリケーションに対する写真切替モードはOFFの状態になり、次の出力は地図で提示される。

2.2 関連研究

デジタル地図における操作意図に関連する研究を挙げる。Weakliamらは、地図操作を定義することでユーザの操作に基づき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[2]。これは、ユーザの地図操作を地図に反映するという点において本研究と類似しているが、単一の地図操作にのみユーザの意図を定義しているという点において本研究とは異なる。

平元らは、オンライン地図に対するユーザの操作から操作の意図決定し、自動的にクエリを生成することで、ウェブページを検索するシステムを提案している[3][4][5][6][7]。また、手塚らは、ユーザの地図操作に基づいてウェブページの内容の詳細度と地図の詳細度を関連付けることにより、ふさわしい詳細度

(注1): 注記とは、地図画面上に描かれている文字列を指す。

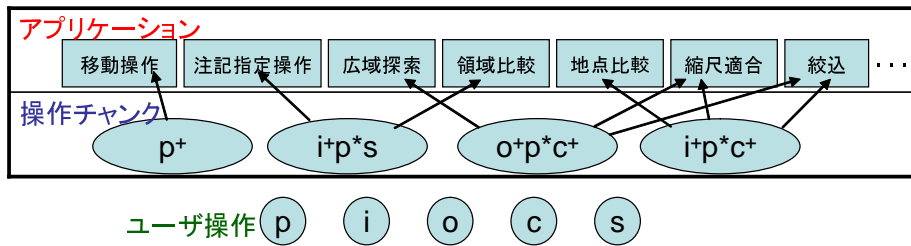


図2 操作チャックとアプリケーションの関係

を持つウェブページを決定するシステムを提案している [8] [9] . これらの研究は、そのユーザが検索したい情報をユーザの地図操作から得る点において本研究と類似している . しかしながら、ウェブページの検索を目的としている点において我々の研究とは異なる .

以下に、あるコンテンツに対する操作や表示状況の違いをユーザが求める情報の決定に利用した関連研究を述べる . SUITOR システムは、そのときユーザが行った振る舞いに応じて、タイムリーな情報を提示するシステムである [10] . ユーザがどのようなアプリケーションを使用しているのか、どのようなテキストを書いているのか、どこをスクロールしているのかという振る舞いをもとに、ユーザモデルを作成し、ユーザがその時に興味を持っているのかを決定する . また、Nadamoto らの Bilingual Comparative Web Browser (B-CWB) は、ユーザのニュースサイトの閲覧操作より、異なったニュースサイトにある同様のニュースを検索するシステムを提案である [11] .

Henzinger らおよび Ma らは、ユーザが視聴しているニュースを用いて、関係する Web 情報を提示するシステムを提案している [12] [13] . Ma らは、テレビニュースのクローズドキャプションに基づき、関連するウェブニュースを、Henzinger らは、デジタルテレビ放送のメタデータに基づき関連するウェブニュースを自動的に提示している .

Kitayama らは、ニュースのクローズドキャプションを用いてニュースを評価することにより、関連する Blog を自動的に提示するシステムを提案している [14] . また、Lieberman らは、ウェブページのハイパーリンクを解析することによりユーザの関心があるウェブページを抽出し、ユーザが閲覧しているウェブページに関連したウェブページを提示するシステムを提案している [15] .

これらのシステムは、ユーザの明示的な入力をなくして情報を検索することが可能である点において我々の研究と類似している . しかしながら、これらのシステムの入出力は、我々のシステムの入出力とは異なる .

3. 操作チャックと意図抽出

3.1 操作チャックとは

本節では、意味のある操作の切れ目である操作チャックを説明する . 我々が扱う地図の操作には、縮尺を変更するズームイン (i) とズームアウト (o), 地図の表示範囲を移動させる移動操作 (p), 任意の地点を中心に表示させるセンタリング (c), また、我々が新たに付け加えた注記指定操作 (s) がある .

表1 操作チャック

チャック名	ユーザ操作
注記指定	i^+p^*s
移動操作	p^+
広域探索	$o^+p^*c^+$
絞込	$i^+p^*c^+$

それぞれの操作は地図から情報を得るための、地図に対する直接的な操作である . そのため、連続して起こるユーザの地図操作には、ユーザが地図から何らかの情報を得ようとする意図が含まれていると考えられる .

そこで、まず、ユーザによる操作の序列を解析することで、意味がある操作の切れ目を検出する . また、本稿では意味のある操作の切れ目を操作チャックとして定義する . 我々は、操作チャックとして、注記指定操作チャック、移動操作チャック、広域探索チャック、および絞込チャックの4つのチャックを定義する . それぞれの操作チャックを表1に示す . 本研究では、操作の推移を正規表現で表す . なお、正の閉方は $r^+ = r^*r$ とする .

3.2 操作チャック

3.2.1 注記指定操作チャック

我々が新たに付け加えた操作として注記指定操作がある . これは、地名や施設名など地図中に表記されている注記をユーザがセンタリングする操作である . ユーザがズームインを行い関心がある範囲を絞った後、注記を発見し、地図中の注記をセンタリングする操作が注記指定操作チャックである . 通常の地図ではこの操作をユーザが行った際、センタリングした地点が中心に表示される . しかし、この時ユーザは、その注記が表記してある地点に関心があるのではなく、その注記の文字が意味する対象に関心があると考えられる . 例えば、地図中の「広島城」という注記をセンタリングした時、その注記が表記してある特定の地点にユーザの関心があるのではなく、広島城の領域に関心があると考えられる .

3.2.2 移動操作チャック

移動操作チャックとは、ユーザが地図の表示範囲を移動させる操作である . ユーザが今見ている地点の周辺を見るために移動操作を行うことがある . この操作は、ユーザが広範囲を見るために地図の表示範囲の移動を行う操作である . そのため、ユーザの関心は操作を開始した地点とその周辺の広範囲にあると考えられる . 例えば、ユーザが広島市民球場を画面に表示した後、南方向に移動操作する際、ユーザは球場の南にある特定の地点に関心があるのではなく、球場の周辺に関心があると考

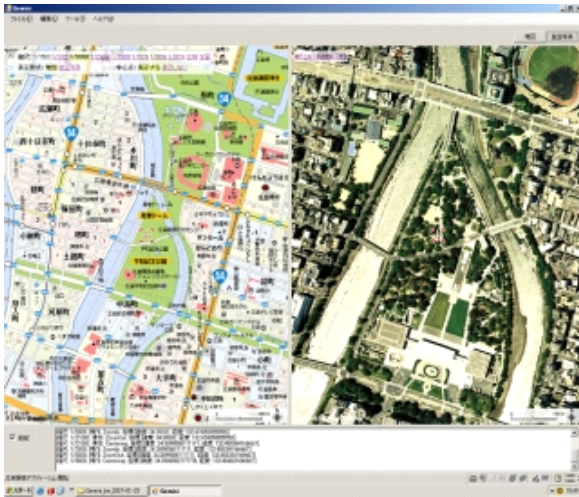


図3 写真切替モードでのアプリケーショントリガ発生時の画面

えられる。

3.2.3 広域探索チャンク

広域探索チャンクとは、ユーザが今見ている地点の周辺を見るために、ズームアウトを行った後、センタリングでユーザが関心を持った地点を決定する操作の序列である。例えば、ユーザが観光で広島を訪れる際、まず目印となる広島駅を画面中央でズームインして表示し、その後に周辺の情報を調べるためにズームアウトを行うことがある。その後に少し西方向に移動操作し、平和記念公園を発見して関心を持てば、平和記念公園付近をセンタリングすると考えられる。この時、この一連の操作の中でのセンタリング操作からは、ユーザがその地点周辺の限られた地域に関心があると考える。

3.2.4 絞込チャンク

絞込チャンクとは、ユーザが関心を持った地域をさらに詳しく調べるための操作の序列である。ユーザが、今表示している地点をズームインし、新しく表示された詳細な地図の中から自分の関心がある地点をセンタリングしていくように、関心がある対象の範囲を絞り込んでいく操作である。例えば、ユーザが広島城に関心があり、広島城全体が表示される地図からズームインをし、その後に天守閣にセンタリングしたとする。このとき、ユーザは広島城全体から、天守閣へと関心がある範囲を絞り込んでおり、最後のセンタリング地点である天守閣に最も強い関心があると考えられる。この時、この一連の操作の中でのセンタリング操作からは、ユーザがその地点に関心があると考えられる。

4. 連動方式と提示方式

4.1 連動方式

4.1.1 地図と地図の連動

本方式において行われる操作は、全て地図画面に対しての操作である。そのため、これらの操作から抽出できるユーザの意図は、操作している地図に対する意図であると考えられる。よって、本方式では写真切替モードがONの状態である時以外は、ユーザの地図操作から抽出した意図を、ユーザが操作した

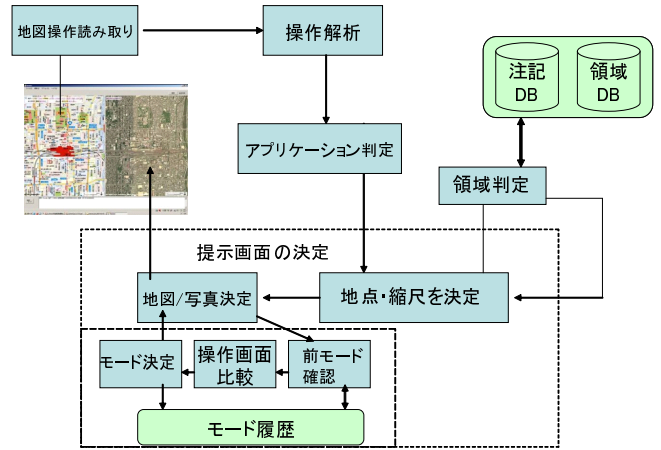


図4 連動方式

その地図に反映して表示する。そこで、操作の意図を反映した地図を出力画面に提示するために操作チャンクを基礎としてアプリケーションを作成する。

4.1.2 地図と写真の連動

ユーザがあるアプリケーションにより提示された地図を、写真切替ボタンにより写真に切り替えた場合、システムはそのアプリケーションを履歴に残しておき、次回同じアプリケーションを検出した際には、提示される地図を自動的に写真に切り替えて提示する(図3)。これが写真切替モードである。

一方、写真切替モードにより、アプリケーションによって提示される出力が写真で提示されるようになった後、ユーザがその出力された写真を地図に切り替えた場合には、次回そのアプリケーションが検出された際の出力は地図で表示されるようになる。つまり、アプリケーションによって出力される状態は、前回同じアプリケーションが検出されたときの出力画面の最終状態に依存する(図4)。

4.2 アプリケーションの特性

本研究において、アプリケーションは操作チャンクを基に、ユーザの地図操作の意図を反映して作成する。アプリケーションは以下の手順で作成することができる。

1. アプリケーションの構成要素となる操作列を定義する。
2. ユーザの操作意図に合った出力を決める。
3. トリガの位置を決める。

ただし、手順(3)において、複数のアプリケーションのトリガが重複して発生する場合、1つの出力に決定する必要がある。次に、アプリケーションの特性を以下に挙げる。

- 任意の操作チャンクを一つ以上含む。
- 任意の位置にトリガを設定することができる。
- 操作の推移を正規表現で表すことができる。
- アプリケーション内に別のアプリケーションを包含することを許す。
- アプリケーションにより出力された画面に対して、地図または写真表示の切り替えを行うことができる。

また注記指定操作を含むアプリケーションにおいて使用する、

表2 アプリケーションの操作列

アプリケーション名	ユーザ操作
注記指定操作	i^+p*s
移動操作	p^+
広域探索	o^+p*c^+
領域比較	$i^+p*s [pco]^* i^+p*s o^+$
地点比較	$c^+o^+[pc]^* (i^+p*c^+) o^+$
縮尺適合	$i^+p*c^+ o^+p*c^+ i^+$
絞込	$o^+p*c^+ i^+p*c^+$

領域を考慮した画面表示範囲を決定する式を以下に示す．

$$M = \{D_{sc} \mid \min(\{sc \mid D_{sc} \supset R\})\} \quad (1)$$

ここで、M は注記指定操作を含むアプリケーションで提示される出力画面を意味する．また、D は画面領域、sc は縮尺、R は注記指定操作によって指定された注記が指す領域を表す．

アプリケーションの出力の決定において、n 地点の中心点 (X, Y) を求める場合には以下の式を使用して中心点を決定する．

$$(X, Y) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right) \quad (2)$$

ここで、 x_i は地点 i の緯度、 y_i は地点 i の経度を表す．以上の手順を用いて我々が作成した7つのアプリケーションについて次節で述べる．また、それらの操作列を表2に示す．

4.3 アプリケーション

4.3.1 注記指定操作アプリケーション

注記指定操作アプリケーションは、注記指定操作チャックが発生した際、ユーザの関心がある注記が示す領域を提示するアプリケーションである．地図には、地名や施設名など文字表記による注記が多く載せられている．それらは土地や施設の名前を表すと同時に、その言葉が意味する領域を持っているといえる．例えば、「滋賀県」という注記であればそれが指す滋賀県全体の領域があり、また、「琵琶湖」という注記には琵琶湖が指す琵琶湖全体の領域がある．

通常の地図では、注記の位置をセンタリングした場合、注記そのものには関係なく、センタリングした地点が画面中央に表示される．しかし、ユーザの意図としては注記をセンタリングした場合、その注記が意味する対象に関心があるといえる．そのため、我々は通常のオンライン地図の機能とは別に、注記が意味する対象の領域をそれぞれ定義し、その注記と注記が意味する対象の領域を対応させたデータをデータベース化した．そして、ユーザが注記をセンタリング操作した場合にはその注記が意味する領域をユーザに提示することでユーザの操作意図に即した地図の表示を可能にした．

例えば、滋賀県大津市の地図を見る場合、全国地図など小さい縮尺の地図から、市内の詳しい情報が分かるように大きめの縮尺にズームインして表示する場合がある．その後、移動操作して画面内に琵琶湖の領域の一部分が表示されたとする．そしてユーザは地図中に「琵琶湖」と書かれた注記を発見し、その「琵琶湖」という注記をセンタリングした場合、ユーザは「琵琶

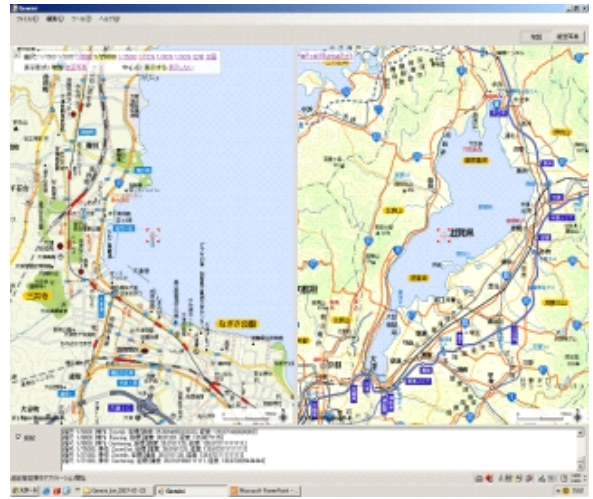


図5 注記指定操作アプリケーショントリガ発生時の画面

湖」と書かれた地点そのもの（湖面上の地点）に関心があるのではなく、「琵琶湖」の注記が意味する琵琶湖全体の領域に関心があると考えられる．そのため、琵琶湖全体の領域が表示できる縮尺に切り替え、ユーザの操作意図に合った琵琶湖領域全体を出力画面に提示する(図5)．注記指定操作アプリケーションで提示される地図範囲の決定は式(1)によって行う．また、このアプリケーションでのトリガは注記指定操作自体に設定する．

4.3.2 移動操作アプリケーション

移動操作アプリケーションは、移動操作チャックが発生した際、操作を開始した地点と操作を行った後の中心点が一画面内に収まるような広範囲を表示するアプリケーションである．ユーザが移動操作を行っている時、ユーザは操作を開始した地点周辺、特に移動方向周辺の情報に関心があるといえる．そのため、我々のシステムでは、移動した地点を中心点とし、適当な縮尺にズームアウトをすることで、始点である移動操作を行う前のセンタリング地点と、終点である移動操作を行った後の中心点が一画面内に収まるような広範囲を表示する．また、このアプリケーションでのトリガは移動操作に設定する．

4.3.3 広域探索アプリケーション

広域探索アプリケーションは、広域探索チャックが発生した際、最後のセンタリング地点を自動的にズームインして詳細な地図を表示するアプリケーションである．ユーザはある地点からズームアウトを行い、周辺の広い範囲が画面に表示された際、関心をもった地点をセンタリングすると考えられる．その時、ユーザはそのセンタリングした地点の詳しい情報に関心があると考えられるため、そのセンタリング地点をズームインしてより詳細な情報を提示する．例えば、ユーザが広島駅からズームアウトをし広島市全域が表示されたとする．ユーザはその広島市全域の地図の中に平和記念公園を発見し、その付近をセンタリングした場合、ユーザの関心は平和記念公園にあるといえる．そのため、ユーザの関心がある平和記念公園の詳細な情報を提示するため、センタリングした地点をズームインして表示する．また、このアプリケーションでのトリガはアプリケーション内のセンタリング操作に設定する．

4.3.4 領域比較アプリケーション

領域比較アプリケーションは複数の領域にユーザが関心を持っている時、それらの複数の領域の位置関係が分かるように表示するアプリケーションである。注記指定操作を行った場合、ユーザはその領域に対して関心があるといえる。そのため、注記指定アプリケーションによって表示される領域一つ一つが重要な情報であると共に、これまでに注記指定操作をして表示された領域同士の位置関係も重要となると考えられる。

一方、ユーザが領域指定操作の直後にズームアウトをした時、それらの操作の序列からは注記が意味する領域の周辺を見たいという意図が含まれると考えられる。そのため、注記指定操作の直後にズームアウトをした時、その操作にいたるまでに複数の注記指定操作があった場合、これまでに注記指定操作をしてきた領域の位置関係を知りたいという意図があると考えられる。そのため今まで注記指定操作をしてきた複数の領域が一画面に収まるように表示する。このアプリケーションで表示される地図範囲の決定は式(1)によって決定する。また、このアプリケーションでのトリガはアプリケーション内最後のズームアウト操作に設定する。

4.3.5 地点比較アプリケーション

地点比較アプリケーションは、ユーザが複数の地点に関心を持っている時、それら複数の地点の位置関係が分かるように提示するアプリケーションである。ユーザがある地点の地図を見終わり、次に関心がある地点を調べようとするとき、その地点が今の表示画面内に無い場合には、まずズームアウトを行った後に、移動操作などにより関心がある地点を画面内に表示する。そして、絞込チャックによってその関心がある地点を決定していくと考えられる。

ユーザが行った絞込チャックの操作の直後にズームアウト操作をした場合、そのズームアウト操作には、その地点周辺の情報を見たいという意図と、今のセンタリング地点と、移動して来る前に見ていたセンタリング地点との位置関係を調べたいという意図が含まれると考えられる。そのため、それら複数の地点が一画面内に収まるように表示する。また、このアプリケーションでのトリガは絞込チャック後のズームアウト操作に設定する。地点比較アプリケーション発動時の画面イメージを図6に示す。

4.3.6 縮尺適合アプリケーション

縮尺適合アプリケーションは、絞込チャックと広域探索チャックが連続して発生し、その後にズームイン操作が続いたとき、自動的に適当な縮尺を決定しズームインされるアプリケーションである。ユーザが地図操作していく中で、絞込チャックの後にズームアウト操作が発生する時、ユーザは絞込チャックが終了した時点でその地点に対して十分な情報を得たため、続いてズームアウト操作に移ったと考えられる。そのため、絞込チャックが終了した時点の縮尺はユーザがその地点の情報を得るために最もふさわしい縮尺であったと考えられる。絞込チャックの後、広域探索チャックが発生する場合、広域探索チャック内でユーザがセンタリングした地点にはそのユーザの関心があると考えられる。その後センタリングした地点の詳細な情報を

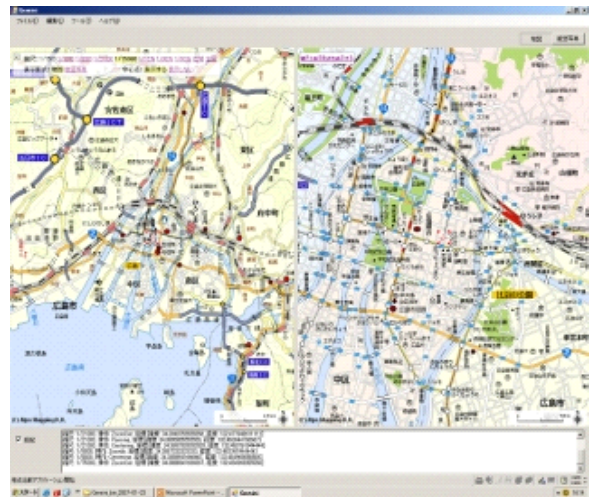


図6 地点比較アプリケーショントリガ発生時の画面

見のためにユーザがズームインを行う場合があるが、この際、以前絞込チャックで最後にセンタリングされたときと同じ縮尺で表示することが、この時のユーザに対して最も適当な縮尺での表示になると考えられる。そのため、このアプリケーションでは、広域探索チャック後のズームイン操作の際、絞込チャックの最後のセンタリング地点の縮尺を反映し、縮尺の適合を自動的にに行い表示する。また、このアプリケーションでのトリガは広域探索チャック後のズームイン操作に設定する。

4.3.7 絞込アプリケーション

絞込アプリケーションは、広域探索チャックと絞込チャックが連続して発生したとき、絞込チャックの最後のセンタリング地点を自動的にズームインして詳細な地図を表示するアプリケーションである。大きな縮尺からある地点に向かいユーザの関心がある範囲を絞っていくとき、ユーザはズームアウトされた地図から移動操作やセンタリング操作により移動し、その後センタリング地点の詳細な情報を提示するためのズームインを行っていくと考えられる。そして、その後にセンタリングされた地点はこの一連の操作においてユーザの関心が最も高い地点であると考えられる。そのため、センタリングされた地点をさらにズームインして詳細な情報を表示する。また、このアプリケーションでのトリガは絞込チャック内のセンタリング操作に設定する。

5. 評価

5.1 プロトタイプシステム

我々は、VisualC#.Net を用いて本方式のプロトタイプシステム Gemini を構築した。インターフェースの構成は、ユーザの操作を読み込む入力画面と、ユーザの操作の意図を反映した地図または写真を提示する出力画面からなる。両画面のブラウザには Yahoo!LOCALMaps の地図を呼び出し、操作の判定は JAVA スクリプトを解析することで行った。また、注記指定操作の可、不可を切り替える注記指定操作切替ボタンを付けた。

その他、注記データベースと領域データベースを構築した。注記データベースには、地図の縮尺ごとの注記とその注記が

記されている位置情報が格納されている。また、領域データベースには地図中のそれぞれの注記が指す領域を矩形で定義し、データ化されたものが格納されており、それぞれの領域にはメタデータとして、矩形の4つの頂点それぞれの緯度経度のデータが付けられている。

5.2 評価実験

5.2.1 実験内容

提案した方式の適切度を検証するため、評価実験を行った。本方式では、ユーザが地図操作を行うことで、意図が反映された地図、または写真を副次的に得ることが可能である。そのため、被験者は地図操作により、システムが提示するものがユーザの意図と適合しているかをユーザにアンケートをとることで評価する。実験1では、システムが検出した意図の適切度、実験2ではシステムが提示した出力の有効度を調べた。

5.2.2 実験1: 検出された操作意図の適合率

7種類それぞれのアプリケーションにおいて検出された意図の適切度を検証する実験を行った。被験者は8人である。全員オンライン地図を使用したことがあり、操作の仕様を理解している者である。被験者には以下の様々な状況を想定して地図操作を行うよう説明をしてから実験を開始した。これは、7種類のアプリケーションに対して同じ環境で実験を行うためである。

1. 注記を選ぶ操作^(注2)をする。
2. 二つの注記を選び、その後それら二つの注記の位置関係を調べる。
3. ある地点Aからある地点Bへ移動する。
4. ある一地点を詳しく調べ、その後少し離れたもう一つの地点を選ぶ。
5. ある一地点を詳しく調べ、その後少し離れたもう一つの地点を一つ目の地点と同じように詳しく調べる。
6. ある一地点を詳しく調べ、その後少し離れたもう一つの地点を選ぶ。
7. 二つの地点を詳しく調べ、その後それら二つの地点の位置関係を調べる。

すべての操作が終了した後、被験者にシステムが検出した意図が適切であったかどうかのアンケートをとった。被験者がその意図が適切であった(1.0)か、不適切であった(0.0)かを点数を与えることで評価を行った。上記の状況を想定した操作の中で、システムにより検出された意図を被験者に説明し、被験者が自らの意図と合致しているかどうかを判定した。

この評価をもとに、4節で示した7種類それぞれのアプリケーションに対して適合率を出した。被験者による地図操作の中でシステムが検出したアプリケーションの総数を分母、そのうち被験者が適切であると判断した適合数を分子とし適合率を計算した。その結果を表3に示す。

被験者8人が行った全830操作の内、アプリケーションの操作列に適合し、操作意図が検出された回数は224回である。その内、被験者の操作意図と適合していた回数は169回であった。

表3 検出された操作意図の適合率

アプリケーション名	適合数/検出数	適合率(%)
注記指定操作	60/74	81.1
移動操作	53/78	68.0
広域探索	32/36	88.9
領域比較	1/5	20.0
地点比較	1/1	100.0
縮尺適合	7/11	63.6
絞込	15/19	79.0
全体	169/224	75.4

7つのアプリケーション全体の適合率は169/224(適合数/検出数)で約75.4%となり、ほぼ有効であるといえる。領域比較アプリケーションの適合率は20.0%であった。領域比較アプリケーションで検出される意図は複数の領域を比較するというものである。しかし、その操作列はある一つの領域を続けて選択した場合でも検出されてしまう。今回の実験では、後者が多く発生していたため、領域比較アプリケーションの適合率が低くなったと考えられる。実際には、異なる縮尺において同じ注記を2回センタリングした後、ズームアウトするという例があった。また、地点比較アプリケーションの検出回数が少ない理由としては、そもそも複数地点の位置関係を調べることが少ないことや、アプリケーションの操作列の定義が不適切であるという理由が考えられる。

システムが検出した意図と被験者の意図が適合しない理由として以下のような点が挙げられた。

- 広域探索アプリケーションに関しては、センタリング操作を地点を選択するための操作ではなく、移動するための操作として使用することがあるため、そのセンタリング地点を被験者は詳しく見たいとは思わない。
- 移動操作アプリケーションに関しては、ある特定の地点へ移動するための操作であり、操作の始点周辺には関心がない。

5.2.3 実験2: アプリケーション出力の有効度

7種類それぞれのアプリケーションの出力の有効度を検証するため、評価実験を行った。被験者は30人である。実験は以下の手順で行った。

まず、それぞれのアプリケーションが使われると考えられる状況を想定し、定義した操作列に基づいて我々が操作をする過程を被験者に見せた。例えば、地点比較アプリケーションの実験では、京都駅付近を探索中、清水寺を見つけたことを想定し、京都駅の地点と、清水寺の地点の位置関係を提示する例を示した(図7)。出力画面に提示された地図が地図操作に対して有効であるかどうかのアンケートをとった。被験者はそれぞれのアプリケーションの出力が有効である(1.0)か、有効でない(0.0)かを点数を与えることで評価した。この評価をもとに、出力数を分母、それぞれのアプリケーションで有効と判断した数を分子とし、有効度を計算した。その結果を表4に示す。

7種類のアプリケーション全体の有効度は181/210(有効数/出力数)で約86.2%となり、ほぼ有効であるといえる。被験

(注2): 注記とは何かは事前に被験者に説明してある。



図7 地点比較アプリケーションの実験出力画面

表4 アプリケーション出力の有効度

アプリケーション名	有効数/出力数	有効度 (%)
注記指定操作	22/ 30	73.3
移動操作	30/ 30	100.0
広域探索	29/ 30	96.7
領域比較	28/ 30	93.3
地点比較	29/ 30	96.7
縮尺適合	22/ 30	73.3
絞込	21/ 30	70.0
全体	181/210	86.2

者からは、有効でないと言った理由として、出力された地図を瞬時に理解することが難しいという意見や、出力された地図は特に必要でないという意見が挙げられた。

6. まとめと今後の課題

本稿では、ユーザのオンライン地図インタフェースに対する操作を解析し、意図を決定することで、ユーザの地図操作の意図に即した地図と写真の連動方式について述べた。また、アプリケーションにおける意図検出の適切度および出力の有効度を検証する評価実験を行った。これら2つの実験から、システムが検出した意図の適切度は約75.4%、システムが提示した出力の有効度は約86.2%という結果が得られた。

ここで挙げたアプリケーション例は、地図と衛星写真を連動する例の一部である。他にも操作チャックを利用することで多くのアプリケーションが出来ると考えられる。今後は評価実験の結果をもとにアルゴリズムの改善を行うと共に、地図や写真を提示している二画面の双方向連動方式を考案する。

謝 辞

本研究の一部は、平成18年度科研費基盤研究(B)(2)「Webアーカイブと映像アーカイブを融合した次世代デジタル・ライブラリに関する研究」(課題番号:16300028)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] 高木悟, 松本一則. 地図情報を利用した情報検索. Vol.41, No.4. 2000.
- [2] Joe 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.
- [3] 平元綾子, 角谷和俊. 地図インターフェースにおけるユーザ操作からの Web 検索方式. 電子情報通信学会第17回データ工学ワークショップ (DEWS2006) 論文集, 4B-oi2, 2006.
- [4] Ryoko Hiramoto and Kazutoshi Sumiya. A Web Search System using User Operation on Digital Maps. In *Proc. of The 1st International Workshop on Future Mobile and Ubiquitous Interation Technologies (FMUIT 2006)*, 2006.
- [5] Ryoko Hiramoto and Kazutoshi Sumiya. Web Information Retrieval Based on User Operation on Digital Maps. In *In proc. of the 14th International Symposium of Advances in Geographic Information Systems (ACM GIS 2006)*, pp. 99–106, 2006.
- [6] 平元綾子, 廣瀬正義, 角谷和俊. 移動情報端末における地理オブジェクト表示特性に基づく Web 検索方式. 情報処理学会研究報告, Vol.2006, No.77, 2006-DBS-140(I), pp. 163–170, 2006.
- [7] 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. 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D, No2, pp. 257–268, 2007.
- [8] 手塚太郎, 田中克己. ウェブからのランドマーク抽出に基づくクエリフリーな地域情報閲覧. In *DBSJ Letters*, Vol.4, No1, pp. 141–144, 2006.
- [9] Taro Tezuka, Yusuke Yokota, Mizuho Iwaihara, and Katsumi Tanaka. Extraction of Cognitively-Significant Place Names and Regions from Web-Based Physical Proximity Co-occurrences. In *Proc. of The 5th International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2004)*, pp. 113–124, 2004.
- [10] Paul P. Maglio, Rob Barrett, Christopher S. Campbell, and Ted Selker. Suitor: An attentive information system. In *Proc. of the 5th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI 2000)*, pp. 169–176, 2000.
- [11] Akiyo Nadamoto and Katsumi Tanaka. A Comparative Web Browser (CWB) for Browsing and Comparing Web Pages. In *Proc. of The 12th International World Wide Web Conference (WWW 2003)*, pp. 727–735, 2003.
- [12] Monika Henzinger, Bay Wei Chang, and Brian Milch and Sergey Brin. Query-Free News Search. In *Proc. of the 12th International World Wide Web Conference (WWW 2003)*, pp. 1–10, 2003.
- [13] Qiang Ma, Kazutoshi Sumiya, and Katsumi Tanaka. WebTelop: A Dynamic TV-content Augmentation by Using Web Pages. In *Proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME 2003)*, Vol.2, pp. 173–176, 2003.
- [14] Daisuke Kitayama and Kazutoshi Sumiya. An Evaluation System for News Video Streams and Blogs. In *Proc. of the 21st ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2006)*, Vol.2, pp. 1361–1368, 2006.
- [15] Henry Lieberman, Christopher Fry, and Louis Weitzman. An agent that assists web browsing. In *Proc. of the Fourteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 1995)*, pp. 924–929, 1995.
- [16] goo Maps. <http://map.goo.ne.jp/>.
- [17] Map Fan Web. <http://www.mapfan.com/>.
- [18] いつもガイド. <http://www.its-mo.com/>.
- [19] Yahoo!Maps. <http://map.yahoo.co.jp/>.
- [20] Google Maps. <http://local.google.co.jp/>.
- [21] Live Search. <http://maps.live.com>.
- [22] livedoor 地図情報. <http://map.livedoor.com/>.