

# イベント感知機能を有するエラスティックマップシステム

木村 直希<sup>†</sup> 細川 宜秀<sup>†</sup> 高橋 直久<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 名古屋工業大学大学院情報工学専攻 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町  
E-mail: †kimura@moss.elcom.nitech.ac.jp, ††{hosokawa,naohisa}@nitech.ac.jp

あらまし 本稿では、利用者の現在地を含む地図（初期地図）と渋滞などのイベント（時間的な有効期限と位置が付加された事象）の位置を用いてそのイベントと利用者の現在地間の地理的關係を容易に認識可能な一面面サイズの地図を自動的に生成するシステムを提案する。提案システムが生成した地図によって、利用者は、自身の近未来の行動計画策定に必要な地理的關係を短時間に認識できる。その結果、利用者は、より良い近未来の行動計画の策定に費やす時間を相対的に大きくすることができる。提案システムの特徴は、利用者がイベントの重要度評価と新たな進路の決定に必要な地理的關係を容易に認識可能なイベント配置地図を自動的に生成している点にある。本稿では、提案システムの実現方法と妥当性評価について述べる。

キーワード モバイル、情報配信、情報獲得、地理情報システム

## Map generating system with a function sensing urgent events

Naoki KIMURA<sup>†</sup>, Yoshihide HOSOKAWA<sup>†</sup>, and Naohisa TAKAHASHI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Computer Science and Engineering Nagoya Institute of Technology  
Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 466-8555 Japan

E-mail: †kimura@moss.elcom.nitech.ac.jp, ††{hosokawa,naohisa}@nitech.ac.jp

**Abstract** In this paper we propose a map generation system using which it will be possible to generate a map containing geographical relationships among the current location and the location of urgent events(traffic information etc.,). these relationships are easily recognized by the system. Finally even after many transformations, depending on the events occurred and the user's location the map itself is displayed in just one single display frame.This system automatically generates a map including the location of the event. The map make it easy for users to recognise the geographical relationships which are necessary to evaluate the importance of the event and to find a suitable root for a user. This paper also presents impliment methods of the proposed system and evaluation result and its evaluation results.

**Key words** broadcasting information , geographical information sysytem

### 1. はじめに

GPS 付き携帯電話やカーナビゲーションなどの発展によって、利用者の現在地（現在地）に基づいた情報提供サービス（位置情報サービス）の社会的価値が向上してきた。この社会的価値が向上してきた理由として、利用者の近未来の行動計画の決定に、サービスが提供した利用者の現在地に基づいた情報が貢献していることが挙げられる。

現在地と各イベント位置間の地理的關係を認識することは、利用者がより良い行動計画を策定する上で本質のプロセスとして位置づけられる。ここで、イベントとは、例えば渋滞や事故など、時間的な有効期限と位置が付加された事象である。一方、既存の位置情報サービスの多くは地図

を介した情報提供手法を採用して発展してきた。具体的には、これらのサービスの情報提供は、利用者の現在地と配信すべき情報が関連する位置を含む一画面サイズの地図を生成し、その地図上に配信すべき情報を載せることにより実現されてきた。しかし、例えば VICS のような渋滞情報を提示する位置情報サービスでは、イベント（渋滞情報）と利用者の現在地間の距離が大きい場合に利用者の居る交差点において各道路の先で生じている渋滞を、その長さや時間などで表示する。この場合に、利用者が正確に渋滞の場所を特定し、その場所に応じて適切な道路を選択するためには、広域地図に切り替えて渋滞のある道路を表示させたり、スクロールして渋滞の周辺道路を確認する必要がある。したがって、現在地とイベントの位置間の地理的關係認識

に、より多くの時間を費やさなければならず、近未来の行動計画に対するそのイベントの重要度評価に費やせる時間が相対的に短くなる。その結果、より良い行動計画の策定が困難となる。このことから、この時間を短縮するための技術の確立は本質的であるといえる。

利用者が、近未来の行動計画に対するイベントの重要度を評価し、さらにその結果にしたがって、新たな進路を決めるためには、イベントを配置した地図から次のような地理的関係を認識する必要がある。イベントの重要度評価では、イベントとその周辺の地物との地理的関係(地理的関係1)、および、現在地とイベントとの地理的関係(地理的関係2)が重要である。また、新たな進路の決定では、地理的関係2に加えて、現在地とその周辺の地物との地理的関係(地理的関係3)が重要である。

本稿では、上記1~3の地理的関係を容易に認識可能な地図(イベント配置地図)を自動的に生成するシステムの実現法を提案する。特に、利用者が、カーナビゲーションなどで現在地周辺が表示されている一画面サイズの地図(初期地図)を見ているときに、縮尺変更やスクロールなどの操作をしなければ、その画面に表示させることが困難なイベントを対象とする。

提案システムでは、初期地図とイベントの位置が与えられたときに、以下の4つの性質を満たすイベント配置地図を生成することを目標とする。

目標-1 イベント周辺の表示は、利用者が地理的関係1を把握できる程度に詳細である。これにより、利用者がイベントの重要度を認識できるようになる。

目標-2 現在地周辺の表示は、利用者が地理的関係3を把握できる程度に詳細である。これにより、利用者が最初に選択すべき道を直ちに認識可能にする。

目標-3 現在地周辺とイベント周辺の間に表示は、利用者が地理的関係2を把握できる程度に詳細である。これにより、利用者が現在地からイベント周辺までの経路を辿ることを可能にする。

目標-4 イベント配置地図の表示は、初期地図からの変化が小さい。これにより、初期地図からイベント配置地図に切り替わったときに、利用者が画面上で現在地を直ちに認識して、短時間で上記(目標-1)~(目標-4)を行えるようにする。

提案システムの実現方式の特徴は次の通りである。

特徴-1 任意の地点での縮尺を自由に設定できる機能を実現する。目標-1~4に向けてイベント配置地を生成するためにエラスティックマップシステムを用いて、初期地図上の各点をそれぞれ異なる縮尺で変形する機能を実現する。ここで、エラスティックマップシステムは、利用者が自身の状況に応じて自在に地図を変形するシステムである。変形方法は、空間フィルタと呼ぶ地図上の各点での点の変形量を記述する言語で指定される。

特徴-2 以下の変形1~3を記述した空間フィルタを自動的に作成する機能を実現する。

変形-1 利用者がイベント周辺の地理的関係を認識可能な範囲と縮尺でイベント周辺を表現できるように地図を変形させる。(目標-1に対応)

変形-2 利用者の現在地からイベントへの方向の反対にある領域を変形させない。(目標-2, 目標-3に対応)

変形-3 現在地周辺からイベント周辺までの経路が辿れるように変形する。(目標-4に対応)

## 2. 関連研究

既存の研究のシステムと提案システムを比較することにより、提案システムの位置付けを明確にする。

提案システムは状況に応じた地図を自在に変形可能なエラスティックマップシステム[9][8]を基礎としている。このシステムでは、利用者は、初期地図外の興味のあるイ

ベント周辺を任意の縮尺で画面内に配置したり、初期地図の一部を拡大することが可能である。既存のエラスティックマップシステムでは利用者が手動で地図描画要素(地図を描画するために必要な、文字、アイコン、直線、ポリゴンなど)間の位相を保つよう空間フィルタを変形させるのに対し、提案システムはイベントの位置に応じて自動でこれを行っている点で異なる。

つぎに、初期地図外のイベントを対象としたシステムと比較する。このようなイベントを対象としたシステムは、文献[7]にて提案されているHaloや文献[8]が挙げられる。Haloは、初期地図のイベントを中心とする円弧を初期地図に載せるシステムである。このとき、イベントまでの距離は円弧の大きさから認識でき、イベント方向は円弧が表示されている場所からある程度認識できる。これに対し、提案システムでは、生成されたイベント配置地図は利用者の周辺とイベントとその周辺とその間の地理的関係を把握できる点で異なる。文献[8]のシステムは、利用者が対象となるイベントが画面外からどれくらい離れているのかを感覚的に知っているときに、初期地図をある程度保ち、そのイベント周辺の地図を画面内に配置できるシステムである。提案システムは、このシステムがイベントの位置が確定しているものを対象としている、自動的にイベントの引き入れを行わない、という点で異なる。

さらに、イベントを利用者の望む詳細さで見るという観点で、既存のシステムと提案システムについて比較する。画面内に配置されている利用者が注目したいイベントの周辺を拡大し、その拡大した領域に部分だけより多くの地図描画要素を配置し、それ以外の部分は少なく配置するという変形方式[4]がある。この発展型[6]では、変形の度合いを利用者が分かりやすいように可視化して操作できるようになっている。また、文献[4]では考慮されていなかった、近い位置で2つの焦点を持つ魚眼レンズを適用した場合に生じる歪みが考慮されている。しかし、これらは画面外のイベントを対象としない点で提案システムと異なるほか、初期地図から略地図に切り替わるときの変化を小さくすることを考慮に入れていない点で異なる。

最後に、略地図の研究と比較する。文献[2]の方法は、現在地と目的地の両方が確定した時点で、その間の経路をわかりやすく図で表現することに主眼が置かれている。一方、提案システムは現在地は確定しているが目的地が不確定であるという点で異なる。

## 3. 提案システムの実現方式

提案システムは利用者が初期地図を見ていた場合に、その地図がイベント配置地図に切り替わるという状況に適した空間フィルタを実現することによりイベント配置地図を生成する。ここで、空間フィルタとは、地図を自在に変形することのできるエラスティックマップシステムにおいて、地図の変形を記述できるものである。また、提案システムでは、空間フィルタと初期地図の大きさは等しいとする。本章では、このイベント配置地図を自動的に生成するシステムの実現方式について述べる。

### 3.1 提案システムが使用するデータ

提案システムは以下のデータを使用し、イベント配置地図を生成する。

データ-1 初期地図 次のデータを用いて、利用者の現在地を中心に配置した初期地図を生成する。

データ-1.1 利用者の現在地

提案システムは、利用者の現在地として、GPSなどの利用者の位置取得デバイスにより与えられる緯度経度を用いる。

データ-1.2 初期地図の大きさ

利用者は、初期地図の大きさを縦横のpixel数によって指定する。

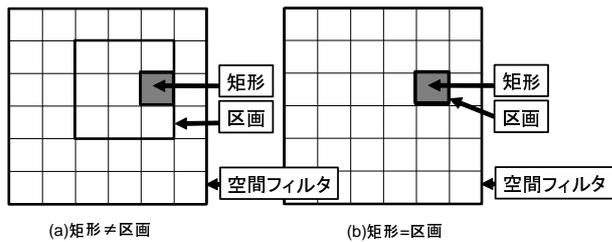


図 1 初期状態の空間フィルタの構成

### データ-1.3 初期地図の縮尺

利用者は、初期地図の表示縮尺を 1pixel に対応する実世界での領域の面積 ( $m^2$ ) により指定する。

### データ-1.4 ベクトル地図

提案システムは、データ-1.1 から 1.3 のデータから初期地図生成に必要なベクトル地図データを取得する。

### データ-2 イベント取得範囲

利用者は、イベントを取得したい範囲を、現在地を中心とした円の半径 (m) で指定する。

### データ-3 イベントの位置

提案システムは外部の位置情報サービスにより与えられるイベントの位置の緯度経度を用いる。

### データ-4 イベント周辺領域

利用者が求めるイベントの周辺の範囲を、イベントを中心とした円の半径 (m) で指定する。

### データ-5 空間フィルタの初期状態

空間フィルタの初期状態として、構造は格子状に、大きさは初期地図の大きさに設定する。このとき、利用者は格子の縦横の数を等しく入力する。また、その値を  $S$  とする。図 1 では、複数の矩形からなる区画 (a)、及び、1つの矩形からなる区画 (b) を示している。ここで、図 1(a) で示すように空間フィルタの格子を構成する最小の 4 角形を矩形と呼ぶ。そして、隣接した矩形からなる領域のうち空間フィルタ上の縦横の矩形の数が等しい 4 角形を区画と呼ぶ。

### データ-6 イベント周辺配置区画の大きさ (E)

利用者は、イベント周辺を配置するための区画の大きさを区画の一边の矩形数で指定する。

### データ-7 現在地周辺配置区画の大きさ (U)

利用者は、自身の現在地周辺を配置するための区画 (現在地周辺配置区画) の大きさを区画の一边の矩形数で指定する。

ここで、上記の現在地周辺配置区画の大きさとイベント周辺配置区画の大きさの制限について述べる。提案システムでは、空間フィルタの一番外にあるイベント周辺配置区画分の大きさの区画群 (イベント周辺配置候補区画群) からイベント周辺配置区画を決定する。そして、その区画群と現在地周辺配置区画の間にある区画の数を  $D$  とする。このとき、イベントと現在地の間の地図を縮めて配置するために必要となる領域を確保するためには、 $S, E, U, D$  は次式を満たす必要がある。

$$U + 2E + 2D = S \quad (1)$$

これ以降の説明を簡単にするために、図 (b) の空間フィルタについての議論を進める。図 2 は  $U=1, E=1, S=5$  としたときの空間フィルタの各区画とイベントとの関係を表している。

### 3.2 提案システムの実行手順

本節では、提案システムを実行する手順を述べる。提案システムは大きく分けて次の 2 ステップによりイベント配置地図を生成する。

ステップ-1 イベントが配置されるように空間フィルタを変形する。

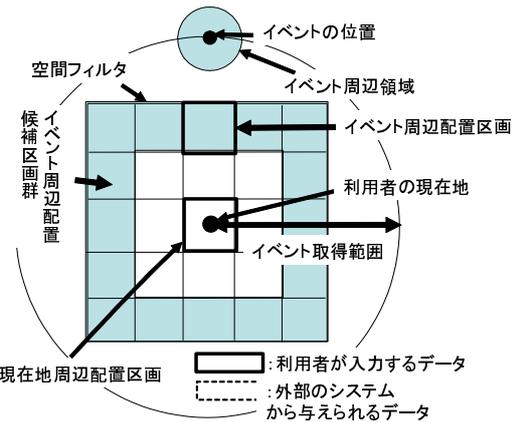


図 2 空間フィルタ (初期状態) の各区画とイベントの関係

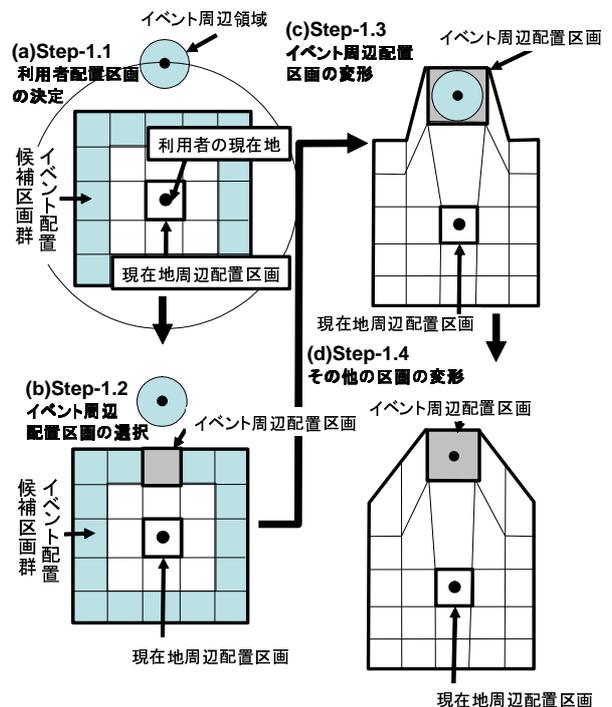


図 3 イベント配置地図のための空間フィルタの生成

ステップ-2 エラスティックマップシステムを用いて初期地図をイベント配置地図へ変形する。

まず、ステップ 1 の実行手順の詳細を述べる。ここで、イベント取得範囲内でイベントが発生し、その位置が提案システムに与えられているものとする。

#### ステップ-1.1 現在地周辺配置区画の決定

図 3(a) に示すように、利用者により指定された現在地周辺配置区画の大きさに従い、利用者の現在地が中心になるように現在地周辺配置区画を空間フィルタ上に設定する。

#### ステップ-1.2 イベント周辺配置区画の選択

図 3(c) に示すように、このイベント配置候補区画群にある区画の中から、その区画の中心がイベントと最も近いものをイベント周辺配置区画として選択する。このように選択することにより、イベント配置地図上で利用者の現在地からイベントへの方向をある程度保つことができる。

#### ステップ-1.3 イベント周辺配置区画の変形

図 3(c) に示すように、ステップ-1.2 において決定したイ

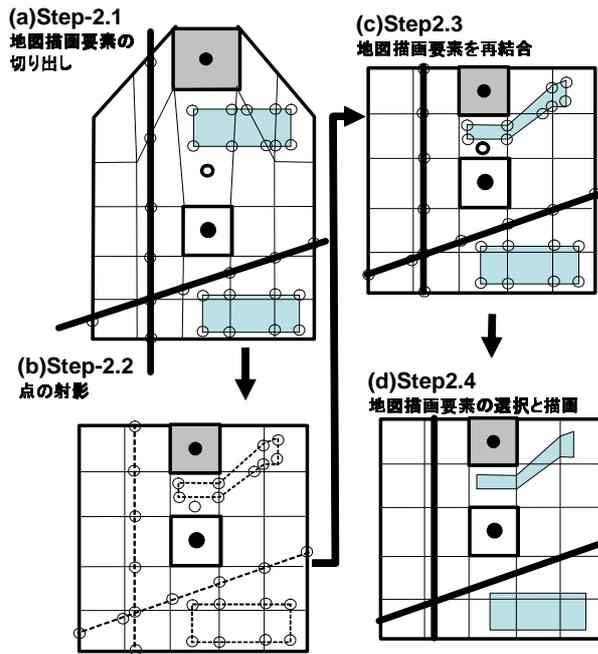


図 4 空間フィルタを用いた地図の変形手順

イベント周辺配置区画を、イベント周辺領域が内接するように移動させながら変形する。これに伴い、隣接区画を変形する。これにより、イベント周辺領域を一面サイズの地図に収めることができる。

ステップ-1.4 他の区画を接合関係を保つように変形

図 3(d) に示すように、ステップ-1.3 で変形した区画の変化量を小さくするために、現在地周辺配置区画よりも上部の矩形群を変形する。このときその他矩形群は変形しない。これにより、現在地周辺区画からイベント配置区画の方向の領域のみ変形させ、それとは反対方向の領域は初期地図の状態を保っている。この結果、初期地図からイベント配置地図への変形をできるだけ小さくすることが可能となる。

次に、ステップ-2 の実行手順を具体例を挙げて述べる。空間フィルタを用いた地図の変形法の詳細は文献 [3] を参照のこと。

ステップ-2.1 地図描画要素の切り出し

図 4(a) に示すように、各地図描画要素を各矩形の境界に沿って切り出す。

ステップ-2.2 点の射影

図 4(b) に示すように、各矩形が持つ射影関数にしたがって、変形後の各矩形内にある点を変形前の矩形内の点へ写像する。

ステップ-2.3 地図描画要素を再結合

図 4(c) に示すように、射影後の点を元の線や多角形の形状に戻す。これによって、矩形間の地図描画要素の位相を保つことが可能となる。

ステップ-2.4 地図描画要素の選択と描画

変形前の矩形と変形後の矩形から、その矩形に適用される縮尺を計算し、その縮尺で表示すべき地図描画要素を選び出し描画する。その結果、図 4(d) に示すように変形前に存在していた白丸が縮尺の変更によって描画対象から外れる。

## 4. 実験

イベント配置地図について、既存手法に比べて提案手法が目標に近づいている示すことにより、提案システムの妥

当性、有効性、既存システムに対する優位性を示す。具体的な実験は次の 2 つである。

評価実験-1 初期地図からイベント配置地図へ変化したときに、地図描画要素がどの程度、増加、消滅、移動したか調べる。これにより目標-4 の達成度を評価する。このとき、各領域毎にこれらを調べることにより、目標-2 の達成度を評価する。

評価実験-2 初期地図からイベント配置地図へ変化したときに、イベント配置地図上の位置の縮尺がどれだけ変わったか調べる。さらに、生成されたイベント配置地図を視認し比較する。これによって、目標-1, 2, 3, 4 の達成度を評価する。

### 4.1 実験環境

PDA での使用を想定して、初期地図は 400pixel 四方 400m 四方の地図 (上が北となる地図) で表現されており、現在地は初期地図の中心にある。このとき、イベント周辺 80m 四方と現在地周辺 80m 四方を配置したイベント配置地図を生成する。この値を用いたときの目標は次のようになる。このときの、イベント配置地図に対する地理的関係の表現目標を次に示す。

目標-1 イベントの周辺 80m 四方と初期地図上の利用者の現在地周辺と同一縮尺になるように表現する。

目標-2 現在地の周辺 80m 四方の縮尺は初期地図と同じになるように表現する。

目標-3 利用者の現在地からイベントまでの経路をたどれるように表現する。

目標-4 初期地図からの変化が少ない。

このとき、利用者の現在地から見て北にあり、現在地から次の距離にあるイベントを考える。

距離-1: 242m 初期地図の角の地点と現在地との距離である。これは初期地図に含まれる地点の内、中心から最も遠い地点までの距離である。

距離-2: 320m この距離よりもイベントの位置が遠くなると、縮尺を変えないとイベント周辺と現在地周辺を一面サイズの地図に収めることができなくなる。

距離-3: 560m この距離よりもイベントの位置が遠くなると、縮尺を変えずにイベント周辺を一面サイズの地図に配置しようとしたときに初期地図が全く表せなくなる。

上記目標の達成に向けて以下のように各手法を設定する。

提案手法 空間フィルタの各区画について  $S=5$ ,  $U=1$ ,  $E=1$  と設定する。これにより、空間フィルタの 1 区画の大きさは 80m 四方となる。

既存手法-1 現在地を中心にイベント周辺と現在地周辺が入るように初期地図の縮尺を小さくする。すなわち、通常のデジタルマップの縮小操作に相当する。

既存手法-2 後で文献 [1] の FlatFishEye を適用したときに一面サイズの地図に収まるように、イベント周辺と現在地周辺を含むように地図縮尺を一律に小さくする。通常この縮尺は既存手法-1 よりも小さくなる。そのあと、目標-1, 目標-2 を達成できるように FlatFishEye を適用する。

既存手法-3 縮尺は変更せずに現在地周辺とイベント周辺が一面サイズの地図に収まるようにスクロールする。ただし、この手法は距離-3 では、イベントと利用者の現在地を配置することが理論的に出来ないため実験から除外する。

この実験では地図は、昭文社 [10] の 1/10000 の名古屋市内のベクトル地図を用いる。

### 4.2 評価実験-1 の実験手法

初期地図とイベント配置地図でどれだけの地図描画要素が増加、消滅、移動したか調べる。これにより目標-4 の達成度を評価する。このとき、各領域毎にこれらを調べることにより、目標-2 の達成度を評価する。その評価手法を次に述べる。

本実験では各方式を適用した際に、初期地図からイベント配置地図に切り替わる時に図 5 に示す現在地周辺領域

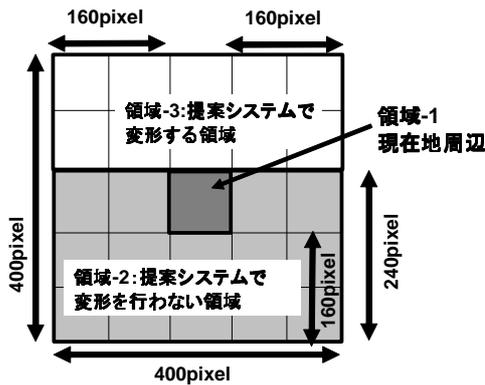


図5 評価実験-1 における領域分割

(領域-1), 提案手法において変形する領域(領域-2), その他の領域(領域-3)において地図描画要素の増加数, 消滅数, 移動数を次のように求める。また, すべての領域で増加数, 消滅数, 移動数の目標値を, それぞれ0(初期地図から変化なし)であるとする。

**増加数** 初期地図からイベント配置地図に切り替わる際に, 地図内に新規に増加する地図描画要素の数を計数する。この値が小さいほど, 初期地図からイベント配置地図へ地図が切り替わる時に利用者が認識しなければならない地図描画要素数が少なくなり, 地図を認識するための時間が小さくなる。

**消滅数** 初期地図からイベント配置地図に切り替わる際に, 地図内から消滅した地図描画要素の数を計数する。この値が小さくなるほど, 初期地図上の地図描画要素を認識するための手助けとなる地理的關係が初期地図に近づくため, 初期地図との対応を認識するための時間が小さくなる。

**移動数** 現実世界のある地点に対応する地図描画要素が初期地図からイベント配置地図に切り替わる際に移動する数を示す。ここで領域間の移動を考えるため次の3つの地図描画要素の移動数を求める。

(移動パターン-1) 同一領域内で移動した数

(移動パターン-2) 領域外に出て行った数

(移動パターン-3) 領域内に入ってきた数

これら3つの値が小さいほど, 初期地図とイベント配置地図の対応関係を認識するための時間が小さくなる。

#### 4.3 評価実験-2の実験手法

現在地からイベントの位置を結ぶ直線上における縮尺の変化を調べる。この直線をイベント・現在地直線と定義する。具体的には, イベント配置地図でこの直線上にある点における縮尺を比較する。この実験では, スクロールを使用したイベント配置地図の縮尺は初期地図と同じであるので実験対象から外す。ただし, 考察時にはこの手法を含む全ての手法を適用した時の縮尺とを比較する。ここで, 次の評価尺度をもちいる

$$\text{地図描画要素の縮尺変化率} = \frac{\text{イベント配置地図の地図描画要素の縮尺}}{\text{初期地図の縮尺}} \quad (2)$$

この指標は地図描画要素の大きさがどれだけ変化したのかを表している。この値が1に近く, 利用者の周辺や初期地図が画面内に配置されていれば地図描画要素の大きさの変化が小さいことを示している。したがって, この値を縮尺変化率の目標値とするイベント周辺で, この値が1に近い場合には目標-1に近づくすなわち初期地図上の現在地の縮尺に近いといえる。また, この指標と生成された地図を見比べることによって地図描画要素の形状の変化も確認でき

る。すなわち, イベント配置地図において, この指標の値が1に近く, 初期地図と同一縮尺の地点では, 初期地図と同じ形状を保っていることになる。すなわち, 利用者が形状に関して初期地図と比較を行うための時間を短くすることが可能となる。また, これが現在地周辺と一致しており, 値が1に近い場合は目標-2に近づくことが言える。

さらに, この実験では, 各手法で生成されたイベント配置地図を視認により比較することで目標-3にどれだけ近いかが評価する。目標-3は経路が視認できれば目標に到達したと判断する。

#### 4.4 考察

##### a) (評価実験-1の考察)

初期地図から各手法を適用してイベント配置地図を生成した場合について, 各領域毎の地図描画要素の増加数, 消滅数を表1に示し, 移動数を表2に示す。

まず, 表1を用いて増加数の目標値について考察する。距離-1, 2の時, 増加数において, 提案手法が生成したイベント配置地図は領域-1と領域-2においてはほぼ0となっており目標値にほぼ等しい。領域-3においては適用した手法の中で最も目標値に近い値となっており, 他の手法と比べた場合に, 増加による変化が最も少ないといえる。したがって, 提案システムは増加数の変化の少なさにおいて最良の手法であるといえる。消滅数については, 提案手法は領域-3において既存手法-3より目標値から遠い。しかし, 他の領域については, 提案手法は他の手法より消滅数は目標値に極めて近くなっている。したがって, 提案システムは, 消滅数の変化の少なさにおいて最良の手法であるといえる。これは, 提案システムがイベント配置地図を生成する際に, イベント周辺と現在地周辺の間の地図だけを新たに配置するためである。その結果, その領域(領域-3)以外の領域での増加数, 消滅数が極めて小さい値になる。

これにより提案システムは地図描画要素の増加・減少による変化が最も小さく目標-2, 目標-4最も近づいている手法といえる。

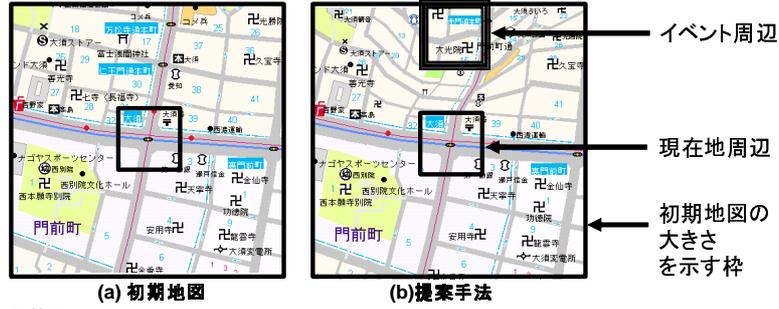
次に, 表2を用いて移動数の目標値について考察する。提案手法は領域-3内で移動した数を除くと移動数が目標値に極めて近くなっている。これに対し, 他の手法は領域-2, 領域-3の移動数が多くなっており, 目標値から遠いといえる。この理由は先の増加数, 消滅数と同じである。これより, 提案システムは地図描画要素の移動による変化が最も小さく目標-2, 目標-4に最も近い手法といえる。

##### b) (評価実験-2の考察)

図7, 8, 9は各手法を適用し生成したイベント配置地図のイベント・現在地直線上での地図描画要素の大きさの変化の度合いを示している。それぞれの図の縦軸はイベント・現在地直線上での地図描画要素の大きさの変化の度合いを示し, 横軸は現在地からの実世界での距離を示し, 北方向の場合は+, 南方向の場合は-としている。

まず, 図6と図8を用いて大きさや形状による変化について考察する。

まず, 既存手法-2と提案手法を比較する。図8を見るとイベントと現在地の間は既存手法-2も提案手法と似たような変化をしている。しかし, 既存手法-2では, 利用者から見たイベントとは反対方向の値が1より小さくなっており, すなわち地図描画要素の形状・大きさが変わってしまっている。これにより, 提案システムは既存手法-2よりも目標に近いといえる。提案手法と既存手法-1, 既存手法-3を比較する。図8より既存手法-1は一定に縮尺を変更するために形状には変化が無い。しかし, 大きさは既存手法-1の場合小さくなってしまふ。既存手法-3は単純に同じ縮尺でスクロールしているだけであるので形状の変化も大きさの変化も無いため目標値と等しい。しかし, 既存手法-3の適用範囲は距離-2以内の距離である。一方, 提案手法は現在地からイベントと反対方向の場所は目標値と一致しており, 図6からみても, 形状の変化が無いことがわかる。これから,



初期地図の表示範囲



図 6 イベント配置地図の生成結果 (距離-2 の場合)

表 1 イベント配置地図の各領域における地図描画要素の増加数と消滅数の比較評価

イベントの距離	適用手法	増加数			消滅数 (初期の地図描画要素)		
		領域-1	領域-2	領域-3	領域-1(20)	領域-2(116)	領域-3(112)
距離-1	提案手法	0	0	35	1	0	7
	既存手法-1	0	85	89	2	22	21
	既存手法-2	0	108	110	0	23	21
	既存手法-3	0	0	52	0	38	0
距離-2	提案手法	0	0	61	1	0	13
	既存手法-1	0	191	162	3	24	23
	既存手法-2	0	261	200	0	28	27
	既存手法-3	0	0	95	0	70	0
距離-3	提案手法	0	0	114	1	0	20
	既存手法-1	0	605	512	3	34	32
	既存手法-2	0	809	720	1	34	32

表 2 イベント配置地図の各領域における地図描画要素の移動数の比較評価

イベントの距離	適用手法	同一領域内で移動した数			領域外に出て行った数			領域内に入ってきた数		
		領域-1	領域-2	領域-3	領域-1	領域-2	領域-3	領域-1	領域-2	領域-3
距離-1	提案手法	1	0	75	0	0	0	4	9	0
	既存手法-1	14	84	76	0	1	7	6	16	2
	既存手法-2	15	84	77	1	0	6	4	13	2
	既存手法-3	1	70	60	17	0	47	14	54	0
距離-2	提案手法	2	0	72	0	0	0	4	9	0
	既存手法-1	13	83	68	0	0	14	17	17	2
	既存手法-2	15	79	70	1	0	8	4	18	2
	既存手法-3	1	39	17	17	0	90	17	103	0
距離-3	提案手法	2	0	65	0	0	0	4	9	0
	既存手法-1	13	62	45	0	11	30	53	13	2
	既存手法-2	14	73	59	0	0	15	4	23	2

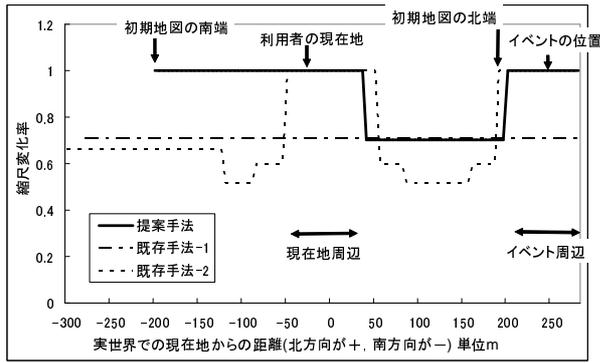


図 7 縮尺変化率を用いた大きさや形状の変化の評価結果 (距離-1 の位置にイベントが発生した場合)

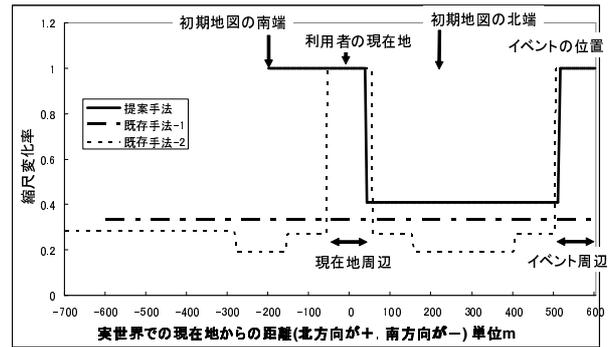


図 9 縮尺変化率を用いた大きさや形状の変化の評価結果 (距離-3 の位置にイベントが発生した場合)

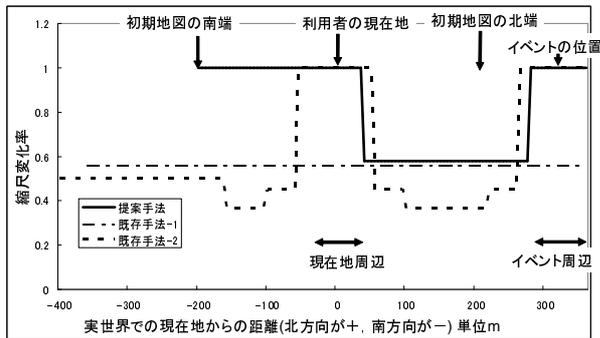


図 8 縮尺変化率を用いた大きさや形状の変化の評価結果 (距離-2 の位置にイベントが発生した場合)

この形状と大きさの変化に関しては、現在地からイベントへの反対方向に関しては提案手法と既存手法-3 が目標-4 を達成するための最良の手法の 1 つであるといえる。

次に、目標-1、目標-2 にどれだけ近づいたか考察する。図 7、8 からわかるように、距離-1、2、3 の場合は提案手法と既存手法-2 は目標-1、目標-2 の目標値である 1 に到達している。このことから、提案手法と既存手法-2 は目標-1、目標-2 に近づく手法で最良の手法の 1 つであるといえる。

目標-3 にどれだけ近づいたか考察する。図 6 を見ると全ての手法をイベント配置地図はイベントと現在地までの経路をたどることができるので目標-3 を達成している。したがって、提案手法を含むすべての手法は目標-3 を達成するための最良の手法の 1 つであるといえる。

(a)、(b) の結果から、目標-1、2、3、4 を達成しようとする時に、提案手法は利用者の求める目標に最も近いといえることができる。これによって、提案手法の妥当性、有効性、既存手法に対する優位性が示された。

## 5. おわりに

本稿では、利用者の現在地とイベントの間の地理的關係が容易に認識可能な画面サイズの地図を自動的に生成するシステムを提案した。

提案システムは初期地図を見ていた場合に、その地図がイベント配置地図に切り替わるという状況に適した空間フィルタを実現することにより 4 つの目標 ((目標-1) イベント周辺の表示は、利用者が地理的關係 1 を把握できる程度に詳細である。(目標-2) 現在地周辺の表示は、利用者が地理的關係 3 を把握できる程度に詳細である。(目標-3) 現

在地周辺とイベント周辺間の表示は、利用者が地理的關係 2 を把握できる程度に詳細である。(目標-4) イベント配置地図の表示は、初期地図からの変化が小さい。) に向けたイベント配置地図を生成する。

提案システムの実現方式の特徴は次の通りである。

特徴-1 任意の地点での縮尺を自由に設定できる機能を実現する。目標-1~4 に向けてイベント配置地を生成するためにエラスティックマップシステムを用いて、初期地図上の各点をそれぞれ異なる縮尺で変形する機能を実現する。ここで、エラスティックマップシステムは、利用者が自身の状況に応じて自在に地図を変形するシステムである。変形方法は、空間フィルタと呼ぶ地図上の各点での点の変形量を記述する言語で指定される。

特徴-2 以下の変形 1~3 を記述した空間フィルタを自動的に作成する機能を実現する。

変形-1 利用者がイベント周辺の地理的關係を認識可能な範囲と縮尺でイベント周辺を表現できるように地図を変形させる。(目標-1 に対応)

変形-2 利用者の現在地からイベントへの方向の反対にある領域を変形させない。(目標-2、目標-3 に対応)

変形-3 現在地周辺からイベント周辺までの経路がたどれるように変形する。(目標-4 に対応)

提案システムの有効性、妥当性、既存方式に対する優位性を評価実験により示した。

今後の課題は、画面外の複数のイベントに対する手法の考案や提案システムに対する被験者による主観的な評価実験が挙げられる。

## 謝 辞

本研究の一部は人工知能研究振興財団の研究助成によるものである。

## 文 献

- [1] Gutwin, C., and Skopik, A. (2003) Fisheye Views are Good for Large Steering Tasks. Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'03), Fort Lauderdale
- [2] H.Honda K.Yamamori K.Kajita and J.Hasegawa: "A System for Automated Generation of Deformed Maps" Proc.IAPR Workshop on Machine Vision Applications MVA '98:pp.149-153 (Nov 1998)
- [3] Jegajothi Karthik, Takashi Saruwatari, Yoshihide Hosokawa, Naohisa Takahashi:A visual programming tool for map scale transformation rules according to user's focus area. Proceedings of the first International Joint Workshop on Ubiquitous, Pervasive and Internet Mapping, UPIMap 2004, Tokyo, Japan,

September 7-9 . pp: 69-85

- [4] Manojit Sarkar and Marc H . Brown , Graphical Fish-eye Views of Graphs , Human Factors in Computing Systems , CHI'92 Conference Proceedings: Striking A Balance , Mai , ACM Press , Penny Bauersfeld and John Bennett and Gene Lynch , 83-91 , 1992 ,
- [5] Manojit Sarkar and Steven P . Reiss , Manipulating Screen Space with *StretchTools*: Visualizing Large Structures on Small Screens , CS-92-42 , 1992
- [6] M . S . T . Carpendale and M . Tigges and D . J . Cowperthwaite and F . D . Fracchia , Bringing the Advantages of 3D Distortion Viewing into Focus , Proc . IEEE Symp . Information Visualization , InfoVis , 17-20 , 1998
- [7] Patrick Baudisch , Ruth Rosenholtz , :Halo: a Technique for Visualizing Off-Screen Locations Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI2003) , Page:481-488
- [8] 木村直希, 猿渡孝志, 細川宜秀, 高橋直久: ゴム伸縮メタファによる認知地図再生システムの実現方式, 信学技報HIP2003-12, pp.65-70(2003)
- [9] 猿渡孝志, 細川宜秀, 高橋直久: 状況依存型実時間地図合成システムの設計と実現, DBSJ Letters , Vol . 2 , No . 1 , pp . 67-70 (2003)
- [10] <http://www.mapple.co.jp/>