

建物名重畳システムにおける遠方に見える ランドマーク名検索の一手法

隅田 知代[†] 増永 良文[‡]

[†]お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科博士前期課程 数理・情報科学専攻

〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

[‡]お茶の水女子大学 理学部情報科学科 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

E-mail: [†]tomoyo@db.is.ocha.ac.jp, [‡]masunaga@is.ocha.ac.jp

あらまし 我々は、目にしている建物の名称を重畳表示するシステムを提案・実装してきた。建物の名称は、3次元地図から検索し、選択された建物ごとに、ユーザとの間に視界を遮る建物が存在しないか判定するという手法で取得してきた。しかし、従来手法では、ユーザから遠方に見えるランドマークの名称抽出は、計算時間等の点で困難であった。本稿では、ユーザが見ている映像を利用して、ランドマークまでの距離を推定する手法を試みる。本手法では、異なる2地点でユーザが見ている映像を静止画として取得し、それらの画像の視差からランドマークの座標を推定する。そして、推定した座標を手がかりとしてランドマークの名称を検索する。

キーワード 3次元地図, 拡張現実感, ウェアラブルコンピュータ

An Approach to Retrieval of the Name of a Landmark Seen in the Distance in a Building Name Superimposing System

Tomoyo SUMIDA[†] and Yoshifumi MASUNAGA[‡]

[†] Graduate Division of Mathematics and Computer Science (Master's Program), Ochanomizu University

2-1-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610 Japan

[‡] Department of Information Science, Ochanomizu University 2-1-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610 Japan

E-mail: [†]tomoyo@db.is.ocha.ac.jp, [‡]masunaga@is.ocha.ac.jp

Abstract We have been constructing a building name superimposing system. In the system, the name of a building has been acquired using a three-dimension map in addition to the location and the posture data of a user, and judging the visibility of the building by taking into consideration the cut-off of the view between the user and the selected building. However, the extraction of the name of a landmark that looked far from a user has been left as a future work. In this article, a technique for presuming the distance to a landmark is proposed by using computer vision technology. By this technique, the images at which a user is looking in two different points are acquired as still pictures, and the coordinates of the landmark are estimated from the parallax of those images. In addition, using the coordinates estimated, the name of the landmark is retrieved.

Keyword 3-D map, Augmented Reality, Wearable Computer

1. はじめに

拡張現実感とは、現実環境に仮想物体や付加情報を重畳表示する技術である。拡張現実感の応用例としては、史跡や観光名所を散策するユーザを想定し、目にしている建物に即した由来や歴史に関する情報を提供するようなアプリケーションがある[1][2][3]。これらの多くは、学内や史跡といった限られた地区を対象として、仮想物体の重畳位置の正確さや、コンテンツに

主眼を置いた研究がなされてきた。

しかし、観光名所や史跡に限らず、一般的な市街地においても、建物や周囲に関する情報を表示するシステムがあると便利だと思われる。例えば、ある建物の名前を知りたいと思っても、名称の表示が見あたらなかったり、地図は持っているが、地図上での現在地や、方角がわからないために、現実の建物や道路との対応付けに悩まされたりする場面である。

そこで、我々は、東京都中央区銀座のような市街地で、ユーザが目にしていない建物に、その名称を重畳表示する建物名重畳システムを開発してきた[4][5]. 本システムでは、ユーザの行動範囲が一地区から都市の規模に拡大しても容易にサービスを提供できるように、拡張性を重視して設計している. これまでにプロトタイプを作成し、実際に銀座中央通で実験を行ってきた. これによりユーザから、80メートル程度の範囲内に存在する建物の名称を表示することが可能になった.

しかしながら、現在のアルゴリズムでは東京タワーのような建物が遠方に見えている場合、その名称を表示することは難しい. そこで、東京タワーのようなランドマークの名称を、自動取得するアルゴリズムを提案する. ここでは、ランドマークとして、高さ100メートル以上の超高層建造物を想定している.

以降の本稿の構成は、第2章で建物名重畳システムの概要について述べる. 第3章で近距離に対する名称の取得法、第4章で遠方にあるランドマークへの名称重畳手法の提案を行い、第5章でまとめる.

2. 建物名重畳システム

2.1. 建物名重畳システム概要と構成

建物名重畳システムは、ユーザが視認している建物の名称を実在する建物に重ね合わせて表示するシステムである. 図1に実行例を示す. これは、東京都中央区にあるデパート松屋銀座をユーザが見ている場合であり、実在する松屋銀座の建物に名称が重畳されている場合のものである.



図1 建物名重畳システムの実行例

視認している建物は、ユーザから一定の距離内にある建物と、それ以外の建物に分けて考える. 一定の距離とは、暫定的に80mとしている. ユーザの現在位置から一定の距離内にありユーザが視認している建物群を、以降、近距離視認建物オブジェクトと呼ぶものとする. 建物名重畳システムは、全ての近距離視認建物オブジェクトに対して、その名称を常時重畳表示する. これに対して、ユーザから一定の距離以上離れている

建物は、さらにランドマークとそれ以外に分類し、ランドマークはユーザが指定したときに指定されたランドマークの名称を表示する. ランドマークには、高さが100m以上ある建物を指定する. ランドマークとなる建物は東京都内に約300棟存在する. ユーザから80m以上離れており、かつ、ランドマークではない建物については、本システムでは名称表示の対象外としている. ユーザはランドマークの名称が知りたいとき、異なる2地点で、ポインティングデバイスを用いてディスプレイ上でランドマークが写っている領域を指定するものとする.

図2に、屋外で建物名を重畳するシステムの構成を示す. ユーザはGPS、モーションセンサ、ウェアラブルコンピュータ、小型カメラを身につけて街の中を歩き回る. GPSでは、ユーザの位置(緯度、経度、高度)を取得する. モーションセンサとは、ユーザの見ている方向を3次元で取得するセンサであり、取得データをユーザの姿勢データ(ヨー、ロール、ピッチ)と呼ぶ. 近距離視認建物オブジェクトの名称抽出は、位置・姿勢データと3次元地図情報から、3章で説明するアルゴリズムで行う. また、遠方に見えるランドマークの名称は位置・姿勢データに加え、小型カメラから取得した映像を利用して抽出する. 小型カメラは、シースルーHMD越しに見える環境と同じ映像を取得しているものとする. 詳細は、4章で述べる.

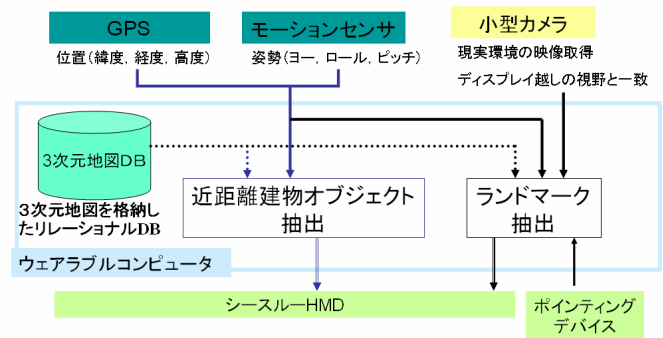


図2 建物名重畳システムの構成

2.2. 3次元地図データベース

ウェアラブルコンピュータ内に保持している3次元地図データベースについて述べる.

2.2.1. 地図データ

3次元地図データベースには、建物の3次元形状データと、名称や住所といった属性情報が格納されている. 3次元形状データには、DiaMap レベル2(三菱商事株式会社)を用いる. これは、建物ひとつひとつの形状を、高さも含めた3次元のデータでもった地図である. しかし、DiaMap レベル2には、属性情報が含まれていない. 属性情報には、Z-Map TOWN II(ゼンリ

ン社) を利用する。

DBMS は, postgresSQL に, 空間情報を扱うエクステンションである postGIS を加えて利用する。

2.2.2.3 次元地図データベースの定義

地図データをリレーショナルデータベースでモデル化するために構造分析を行った。

地図データは建物のデータの集合であるとする。3次元地図 DiaMap では, 建物は図 3 のように屋根面と側面の組合せで表現されている。これをもとに, 図 4 の構造分析木を作成した。建物は, 屋根面と側面から成り, 屋根面は 3Dポリライン, 側面はポリゴンメッシュの集合である。さらに 3Dポリラインは線分に, ポリゴンメッシュは平面に分解できる。

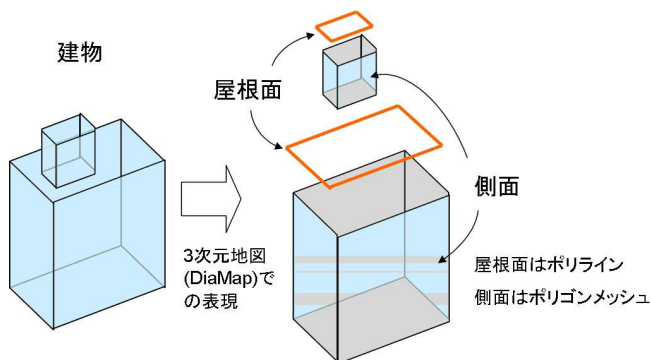


図 3 3次元地図での建物の表現

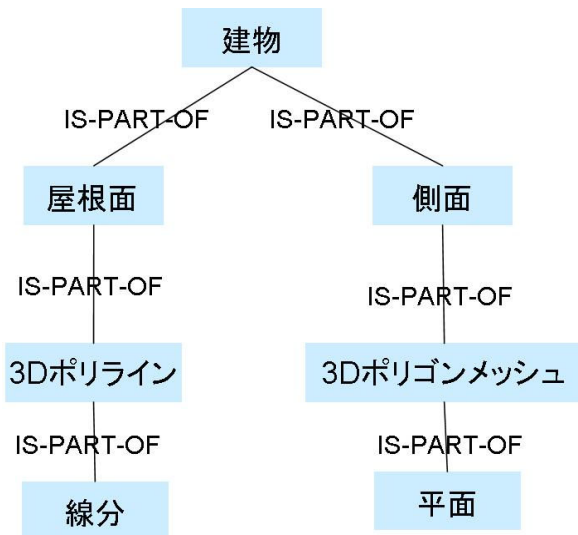


図 4 建物の構造解析

次に, 構造解析の結果を使って, 3次元地図を表すリレーショナルデータベースを構築する。各ノードに対応するリレーションを定義し, そのドメインは, ノードの属性とする。その結果, 3次元地図データベースは図 5 のように定義される。図中で, $LINESTRING(x1\ y1\ z1, x2\ y2\ z2)$ は, $(x1, y1, z1)$ を始点, $(x2, y2, z2)$ を終点とする線分を表しており, プロトタイプ

システムでは, 第 1 正規形を許容するものとする。なお, 側面 3Dポリゴンメッシュリレーション, 平面リレーションも同様に作成されるが, 図には省略する。

建物

建物ID	名称	住所	地番	階層
1	東宝日比谷ビル日比谷シャンテ	東京都千代田区有楽町1丁目-3	2	10
2	鳩居堂ビル	東京都中央区銀座5丁目-7	4	10
3	松屋銀座	東京都中央区銀座3丁目-6	1	
...

屋根面		側面	
建物ID	屋根面ID	建物ID	側面ID
1	11	1	11

3Dポリライン

建物ID	屋根面ID	ポリラインID
1	11	111
1	11	112

辺

建物ID	屋根面ID	ポリラインID	辺ID	幾何表現
1	11	111	1111	$LINESTRING(-6574.2271\ -36220.2267\ 24.8806, -6602.2524\ -36228.6378\ 24.8806)$
1	11	111	1112	$LINESTRING(-6602.2524\ -36228.6378\ 24.8806, -6596.9852\ -36221.8910\ 24.8806)$
1	11	111	1113	$LINESTRING(-6596.9852\ -36221.8910\ 24.8806, -6598.2911\ -36220.8710\ 24.8806)$
1	11	111	1114	$LINESTRING(-6598.2911\ -36220.8710\ 24.8806, -6574.2271\ -36220.2267\ 24.8806)$
1	11	112	1121	$LINESTRING(-6583.8788\ -36232.5894\ 25.8414, -6592.2896\ -36226.0230\ 25.8414)$
1	11	112	1122	$LINESTRING(-6592.2896\ -36226.0230\ 25.8414, -6586.7579\ -36218.9375\ 25.8414)$
1	11	112	1123	$LINESTRING(-6586.7579\ -36218.9375\ 25.8414, -6578.3470\ -36225.5039\ 25.8414)$
1	11	112	1124	$LINESTRING(-6578.3470\ -36225.5039\ 25.8414, -6583.8788\ -36232.5894\ 25.8414)$

図 5 3次元地図のリレーショナルデータベース表現

3. 近距離視認建物オブジェクトの抽出

本章では, 近距離にあり, ユーザが見ている建物 (= 視認建物オブジェクト) の名称を, 地図データベースから抽出する方法を述べる。

図 6 は, ディスプレイ越しにみえる領域を決定するパラメータを示している。水平画角, 垂直画角, 視点からディスプレイまでの距離 d はディスプレイの構造から決定される。また, 時刻 t における視点 E の座標と視線方向ベクトル V は, それぞれ GPS, モーションセンサの測定値求まる。 E' は視点 E を 2次元平面に射影した点であり, V' は, 視線方向ベクトル V を 2次元平面上に射影したベクトルを正数倍したベクトルである。

ユーザが見ている領域は, 視点 E からディスプレイの 4 頂点に引いた直線を稜線とするピラミッド型の空間であるが, 領域を有限にするため, V' の長さが, L となる地点に V' に垂直なクリップ面を設定し, 視点 E を頂点とし底面がクリップ面であるピラミッド型の部分を視認建物オブジェクトの検索領域とする。

視認建物オブジェクトの抽出は, 図 6 中にあるように E から角 ϕ ごとに線分 $l_1 \sim l_n$ を考え, 線分ごとに, 次の 2 つのステップを繰り返して行う。この線分を抽

出線と呼ぶ。図 7 に、抽出線 l_i に注目したときの抽出の様子を示す。

1. 平面上での建物オブジェクトの選択
2次元平面上で、線分 l_i と交差する建物を選択する。(建物オブジェクト A,B,C を選択.)
2. 高さを用いた視認建物オブジェクトの抽出
高さデータを用いて、間に遮る建物がないか判定。V' を通り XY 平面と垂直な面を作り、その面と建物オブジェクトの屋根面との交点座標 $l_1 \sim l_m$ を求める。

視線 E と交点を結ぶ線分が、他の建物オブジェクトと交差していなければ、その交点をもつ建物オブジェクトは視認できる。(A,C が抽出される。B は A に隠れてみえない。)

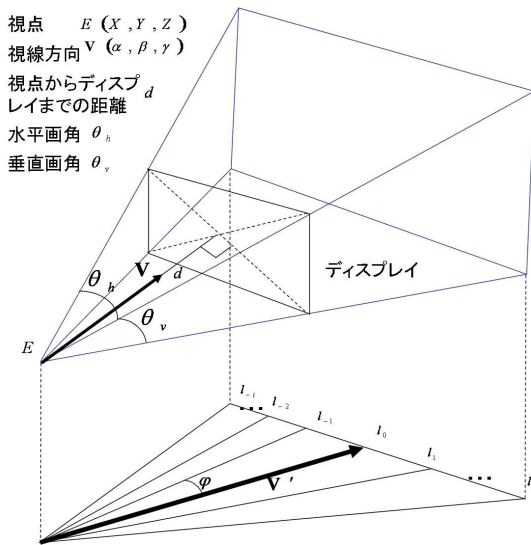


図6 ディスプレイ越しの領域を決定するパラメータ

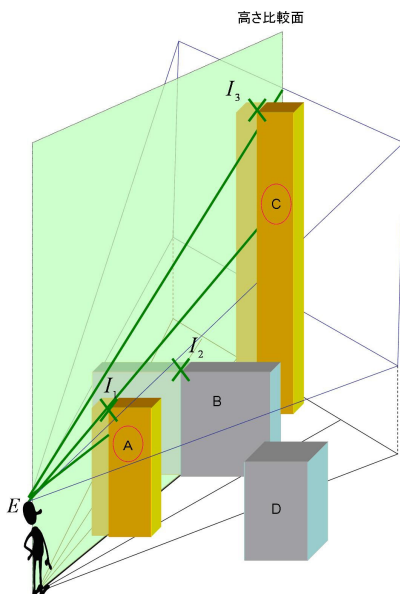


図 7 視認建物オブジェクトの抽出

3次元地図を使うことで、高さを用いた判定が可能になり、図 2 の建物 B のようなケースにも正確に判定できる。

3.1. 過少誤認 (false dismissal)

このアルゴリズムでは、2次元平面からの抽出線と交差する建物を選択する段階で、過少誤認が発生する恐れがある。過少誤認(false dismissal)とは、図 8 の建物 B のように、検索領域内にあるにもかかわらず、選択されない建物オブジェクトが存在することである。

過少誤認は、抽出線の設定間隔と、建物の形状や配置の関係によって起こる。抽出線の間隔は、線の間隔を ϕ (度)、視点からの距離 L(m) とすると、約 $2\pi L \frac{\phi}{360}$ である。

抽出線間隔 $\phi = 1^\circ$ 、 $L = 80m$ としたとき、隣接する線の間隔は約 1.4m である。建物の形状、配置によっても異なるが、1.4メートル以内の建物はあまり存在しないと思われるので過少誤認はないと考えられる。実際、3次元地図から、銀座中央通りの建物の通りに面した面の幅を、目の子で調べた。その結果、最も幅の狭かった建物は、銀座 6 丁目にある岩崎ビルで約 3.2メートルであった。(最大は、松屋銀座ビルの約 115メートルである。)

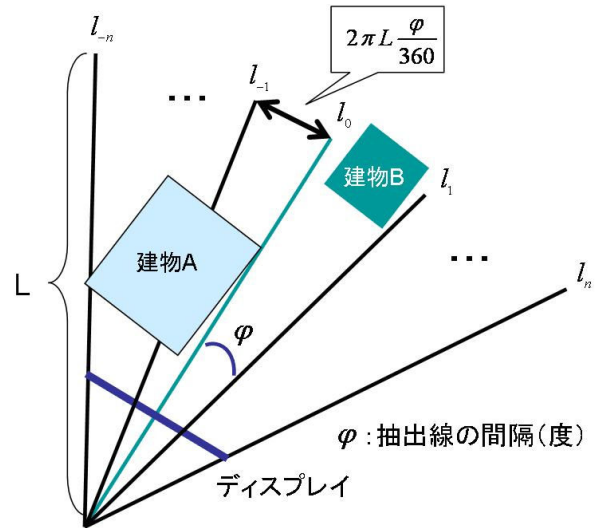


図 8 平面上での抽出時の過少誤認の発生

4. 遠方に見えるランドマークの名称表示

前章で述べた視認建物オブジェクト抽出アルゴリズムで、ユーザが視認しており、かつ近くにある建物の名称の表示は可能になった。ユーザ視野の奥行 L を大きくし、抽出線の長さを伸ばせば、より遠くにある建物の名称も得られる。しかし、検索領域が広くなれば、オブジェクトの数も増え、計算時間が増加する。また、

抽出線の間隔が広がると、過少誤認が起きる可能性が高くなるという問題点がある。そこで、遠方に見える建物に対しての異なる抽出方法を使用することを提案する。

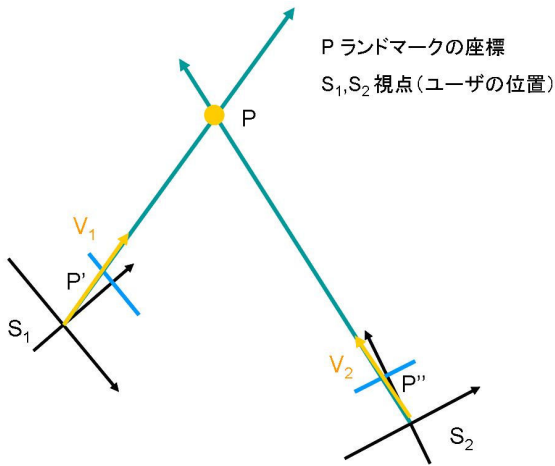
4.1. ランドマークの名称検索手法

4.1.1. ランドマークの名称検索手法の概要

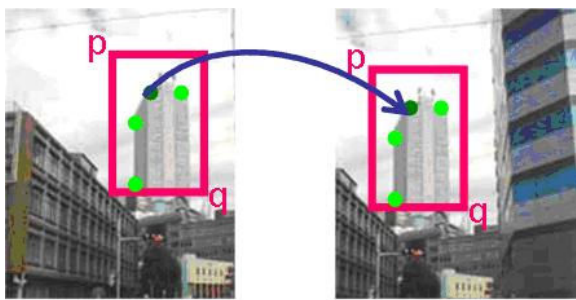
遠方にあるランドマークの名称の取得は、ランドマークの座標を推測し、その付近にあるランドマークを検索することで行う。本手法での名称を抽出するランドマークは、高さ 100m 以上の建物とする。

位置の推測には、ランドマークと、ディスプレイ上にランドマークを投影した点、および視点との関係を利用する。

ランドマークの名称は以下の手順で表示する。



(a) ランドマーク推定までの位置関係



写真A
撮影地点S₁

写真B
撮影地点S₂

(b)画像上でのランドマーク領域の指定

図 9 ランドマークの座標推定

1. ユーザはランドマークが写っているディスプレイ上の領域をマウスで指定する。
例: 図 9(b)の写真 A をディスプレイ越しの映像とする。このとき、点 p,q をクリックして知りたいランドマークが写っている領域を指定する。
2. システムは、指定されたときの画像を写真 A と

して保存する。また、そのときのユーザの位置と姿勢（方向）も記録。さらに、指定された領域内で特徴点を求める。特徴点中の 1 点を点 P' とする。図 9(a)の S₁ が写真 A の撮影地点。

3. ユーザはランドマークが視認できる第 2 地点へ移動。図 8(a)の S₂ 地点。
4. 再び、ディスプレイ上でランドマークが写っている領域をマウスで指定。見ている映像を静止画 B として取得。図 9(b)の写真 B
5. システムは、写真 B 上で、P' に対応する点 P'' を検出。
6. 写真 A, B, それぞれで視点から点 P を指したベクトル V₁, V₂ を求め、ランドマークの座標を計算する。ベクトルが平行になり交点が算出できなかった場合は、別地点へ移動し、4 から繰り返す。
7. 推測したランドマーク座標を中心として、半径 r メートル以内にある高さ 100 メートル以上の建物を問合せる。

手順 5 の 2 枚の静止画上で対応する点は、コンピュータビジョンライブラリである OpenCV (Intel 社) で実装されているオプティカルフロー計算法を用いて特定する [6]。

手順 7 では、半径 r の領域内にあるランドマークを検索する。図 10 に postGIS で点 (x,y) から 100 メートル以内にあるオブジェクトを問合せる SQL を示す。

```

点(x,y)から、100メートル以内にある建物のIDは？
SELECT 建物ID FROM 辺
WHERE
幾何表現 && GeometryFromText('BOX3D(x-100 y-100, x+100 y+100)',2451)
AND
Distance(GeometryFromText('POINT(x y)',2451), 幾何表現) < 100

```

図 10 SQL の例

なお、領域内にあるランドマークの問合せ結果が、複数個が返された場合は、もっとも近距離にあるものを解答する。

4.1.2. ランドマーク座標の推定

図 11 は、ランドマークの点 P が投影面 X_vY_v に写りこむ様子を示している。点 P' は、点 P をディスプレイ上に投影した点、S は視点である。また、V は撮影方向を表しており、これはカメラ座標系の Z_c 軸負の方向を向いている。このとき、点 P, P', S の間で、共線条件式が成り立つ。

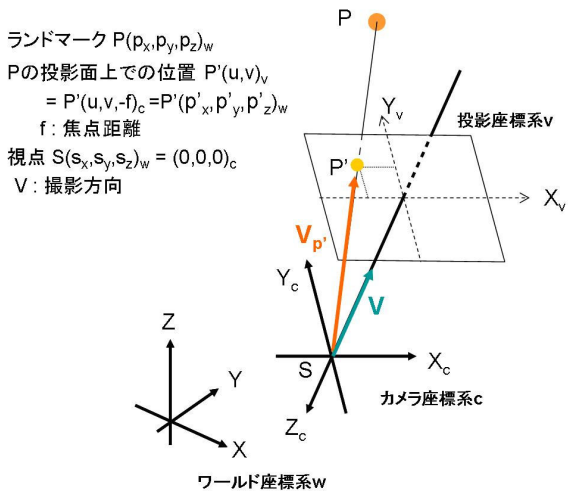


図 11 共線条件

$$\begin{aligned}
 p_x - s_x &= (p_z - s_z) \frac{p'_x - s_x}{p'_z - s_z} \\
 &= (p_z - s_z) \frac{a_{11}u + a_{12}v - a_{13}f}{a_{31}u + a_{32}v - a_{33}f} \\
 p_y - s_y &= (p_z - s_z) \frac{p'_y - s_y}{p'_z - s_z} \\
 &= (p_z - s_z) \frac{a_{21}u + a_{22}v - a_{23}f}{a_{31}u + a_{32}v - a_{33}f}
 \end{aligned}
 \quad (\text{共線条件式})$$

$$R = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$$

ここで R は、カメラ座標系からワールド座標系への写像の回転成分であり、モーションセンサの測定値から決定できる。

共線条件式から、視点 S から P の方向をもった、方向ベクトル $V_{p'}$ は次の式で求められる。

$$V_{p'} = m \begin{pmatrix} p_x - s_x \\ p_y - s_y \\ p_z - s_z \end{pmatrix}, |V_{p'}| = 1$$

図 9 の (a) に示したように、共線条件から求めた V_1, V_2 ベクトルを延長した半直線の交点が、ランドマークの推定座標 p となる。すなわち、以下の式を解けばよい。

$$p = s_1 + nV_1$$

n は、 $s_1 + nV_1 = s_2 + mV_2$ を満たす。

以上、3次元座標で議論してきたが、センサの誤差等から、現実的には V_1, V_2 がねじれの位置となり、交

点が定まらないことが多い。このため、 V_1, V_2 を 2次元上に射影したベクトルで、交点計算は行う。ランドマークの検索は、2次元で行うため高さの情報は必要としない。

4.2. ランドマークの存在領域

視点とディスプレイ上の点を結ぶ半直線の交点として、ランドマークの位置 (x, y) が推測される。しかし、求めた座標 (x, y) は、ランドマークの正確な位置を示しているものではない。

ランドマーク座標が正確に推測できない理由は、以下の影響による。

- 1ピクセルの幅
- センサの誤差

4.2.1. ピクセルの幅による領域

図 12 に示すように、ランドマーク 1~3 は、視点とランドマークを結ぶ線分はそれぞれ異なった傾きを持っているが、ディスプレイとは同じピクセルで交差している。ディスプレイ上の座標は、ピクセルの大きさに基づく離散的な値しかとらないので、これらは全て同一の点でディスプレイと交差するものとして扱われる。

図 13 に画素の幅を考慮したときの、ランドマークの存在領域を示した。 S_1, S_2 は視点を表し、ベクトル a, b は、それぞれの視点からランドマークが投影されている画素の中心点へむけたベクトルである。それぞれの視点と画素の端を通る 4 本の半直線によって囲まれる領域がランドマークの存在する領域である。

ランドマーク座標の推定は、ベクトル a, b の延長線上にランドマークが存在すると仮定して行う。その結果、推定された点が P である。

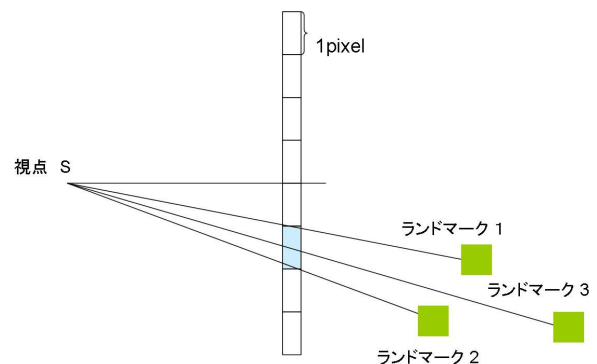


図 12 ピクセルの大きさと投影点

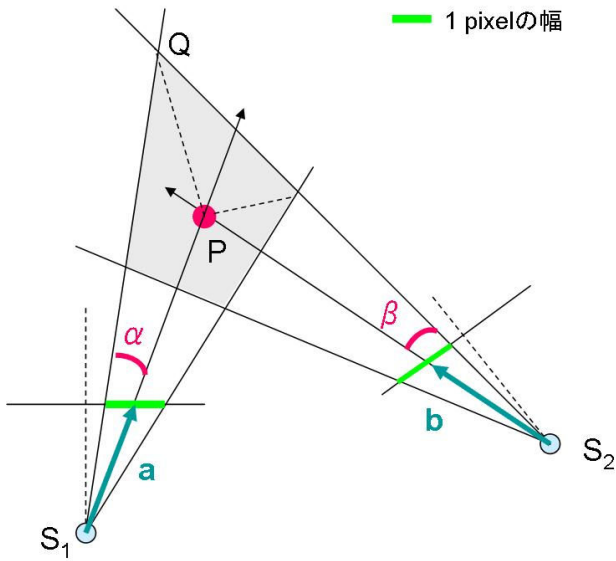


図 13 画素の大きさによる影響

ランドマークの推定点 P と、実際の存在領域の中でもっとも P と離れた点 Q との距離は次の式で表される。

$$\sqrt{(m_1^2 + n_1^2 - 2m_1n_1 \cos \alpha)} |a|$$

ここで、 m_1, n_1 は次の式を満たす。

$$\begin{aligned} s_1 + m_1 a &= s_2 + m_2 b \\ s_1 + n_1 R(\alpha) a &= s_2 + n_2 R(\beta) b \end{aligned}$$

実際、数値を代入するとどれほどの距離になるか。視点とランドマークの位置関係によって異なるが、一例として、図 14 に示す位置関係の場合で求めてみた。1 ピクセルの半画角 α は、60 cm 先に 13 インチで、解像度が 800×600 のディスプレイを想定して、0.015 rad に設定した。これは 2 km 先の建物を見ている状況であり、この時およそ 36 m の距離の差を生じる。

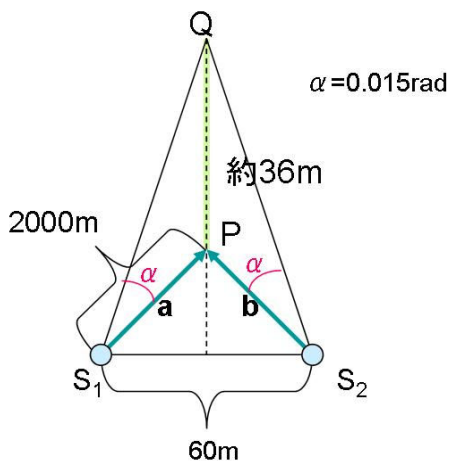


図 14 領域計算の一例

よってこの場合、P を中心とした半径 36 メートルの領

域を検索すれば、求めるランドマークが得られる。

4.2.2. モーションセンサの誤差による領域

図 15 は、モーションセンサの誤差によって、推定座標が本当のランドマーク座標からずれる様子を示している。誤差の分だけ、ランドマークと視線を結ぶ線分方向も変化している。

測定値から求めたランドマークの推定座標 P と、本当にランドマークがある座標 Q の間の距離は、4.2.1 項で示した式と同一の式で求めることができる。図 14 の位置関係を想定し、モーションセンサの誤差が 5 度あったとすると、PQ の距離は約 226 メートルとなる。

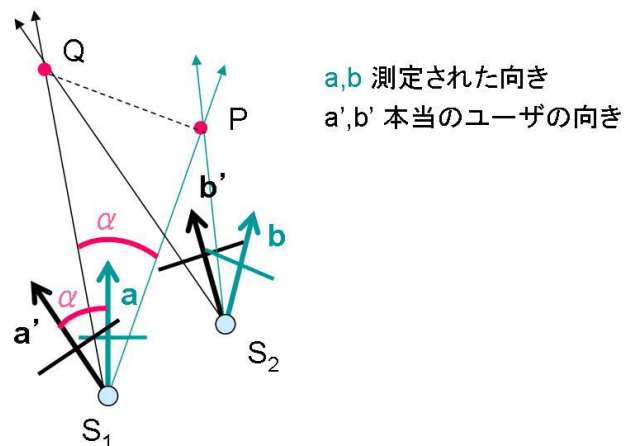


図 15 モーションセンサの誤差による影響

また、図 14 の視点 S_1, S_2 間の距離を 100 m に増加させると、PQ の距離は約 63 メートルとなる。

4.3. 問合せ半径と適用可能性

前節で述べたように、本手法では推定される座標と実際にランドマークが存在する位置の間にひらきがある。このため、推定座標を中心とした半径 r の円領域内にあるランドマークの問合せを行う。ふさわしい r の値は、建物と写真を撮影した時のユーザの位置関係によっても変化する。図 14 の状況では、モーションセンサの誤差を考慮して、 $r=230\text{m}$ となる。しかし、視点間の距離を増やせば、つまりユーザの移動量を増やせば、この値を小さくすることができる。

さて、本稿では、ランドマークとして、高さ 100 メートル以上の建造物を指定している。東京都内にランドマークとなる建物は、およそ 300 棟存在する。なかでも新宿区西新宿には約 30 棟が集中して建っている。新宿区西新宿の高層ビル群の間隔を、地図から調べたところ、100 メートル程度あった。

よって、範囲内にあるランドマークを問合せするときの半径 50 m 以下にすれば、西新宿のような高層ビルの林立地帯でも、他のランドマークと分別することができる。

4.4. ランドマーク抽出実験

ランドマークを抽出する提案手法を実装し、ランドマーク座標推定の実験を行った。図 16は東京都豊島区池袋で、高さ 239.7m のサンシャイン 60 を抽出する実験を行ったときの結果の一例である。図 16 c) の S_1, S_2 が視点であり、その距離は約 66 メートルある。視点 S_1 からみた景色が a)、視点 S_2 からの景色が b) である。ユーザは各視点で a)、b) 中の矩形領域を選択した。このとき、両映像間で対応している点として抽出されたのが選択した矩形領域中青点で示した点である。そして結果として推定されたランドマーク座標は図 c) に十字で示した。この場合、特徴点とされた建物上の一点と推定された座標の間には数十メートルずれているものとみられるが、建物自体が大きさを持つので目標のサンシャイン 60 上に推定座標が存在する結果となった。よって、ランドマークを正しく抽出することができる。



図 16 ランドマーク座標推定結果

しかし、ユーザ姿勢の測定誤差が大きい場合や、対応点の抽出がうまく行えない場合に、座標の推定がうまくいくとは限らない。とくに、姿勢の測定結果は大きく影響する。よってさらなる評価実験が必要である。

5. まとめと今後の課題

3次元地図を用いた建物名称重畳システムを、システムの流れと地図データベースの点から示した。さらに、建物名称の取得方法として、新たに遠方に見えるランドマークに対する名称の提案し、座標推定の精度について論じた。その結果、提案手法は有効であると思われる。また、簡単な実験を行った。

今後の課題としては、遠方にあるランドマークの名称を抽出する手法の評価が必要である。また、本手法においては、ユーザの移動が必要であることやポイントングデバイスを用いてユーザがランドマークを指定する必要がある。その手間を削減する方法も検討する必要がある。

文 献

- [1] S. Feiner, B. MacIntyre, T. Höller, and A. Wbster, "A Touring Machine: Prototyping 3D mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment," Proc. ISWC '97 (Int. Symp. on Wearable Computing), pp.74-81, Cambridge, MA, USA, October 1997.
- [2] 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, "拡張現実感を用いたウェアラブル観光案内システム「平城宮跡ナビ」," 電子情報通信学会 技術研究報告, PRMU2003-186, January 2004.
- [3] Ke Xu, et. al. "Visual registration for unprepared augmented reality environments," Personal and Ubiquitous Computing archive, Vol.7 ,Issue 5, pp.287-298, October 2003.
- [4] 隅田知代, 増永良文, "拡張現実感を用いた建物名重畳システムにおけるセンサ誤差の扱い," 情報処理学会研究報告, Vol.2005, No.68, 2005-DBS-137, pp.705-711, July 2005.
- [5] Yukiko Sato, Yoshifumi Masunaga, "A Novel Indexing Method for Digital Video Contents using a 3-Dimensional City Map," Proceedings of the 4th International Workshop on Web and Wireless Geographical Information Systems, pp.333-343, November 2004.
- [6] Jean-Yves Bouguet, "Pyramidal Implementation of the Lucas Kanade Feature Tracker Description of the algorithm," Technical Report, Intel Corporation, 2001.