

屋外拡張現実感のための縦方向の直線エッジを用いたパノラマ画像との位置合わせ

児玉 真吾*1 吉高 淳夫*1 平嶋 宗*1

*1 広島大学大学院工学研究科

概要

屋外拡張現実感に関する研究における課題の一つとして、注釈情報の提示対象の認識や、位置、姿勢の測定のための入力画像と、事前に実世界の位置や対象と関連付けられたパノラマ画像との位置合わせがある。本研究では注釈情報の提示対象を建物とし、建物が多くの直線成分から構成されることに着目し、縦方向の直線エッジを用いた入力画像とパノラマ画像の位置合わせ手法を提案する。本手法は、従来の位置合わせの手法に比べて、(1)リアルタイムで処理できる(2)ユーザの位置にロバストである、という特徴を持っており、屋外拡張現実感における建物に対する注釈の実現において有効であると考えている。

Alignment Method with Panoramic Image Applying Vertical Edge Matching for Outdoor Augmented Reality

Shingo Kodama*1 Atsuo Yoshitaka*1 Tsukasa Hirashima*1

*1 Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Abstract

One of the issues in the research of Outdoor Augmented Reality is an alignment between a panoramic image and a view image. In this paper, a building is conceived of the main object in the Outdoor Augmented Reality. Therefore we focus on the building contains a straight vertical line-component, and suggest that the method of the alignment between a panoramic image and a view image using the straight vertical edge. Our method is superior to other alignment method (1) in the real-time calculation and (2) in the robustness for the stand position of a users. We consider that our method is effective in the implementation of the annotation on the building for Outdoor Augmented Reality.

1. はじめに

近年、コンピュータ、カメラやセンサ類の小型化、高性能化により拡張現実感をウェアラブルコンピュータ上で実現することが可能となった。拡張現実感(Augmented Reality, 以下 AR と略す)とは、ユーザに対して、実世界における対象やユーザの置かれた状況に応じて情報を提示することで、ユーザと実世界のコミュニケーションを円滑にすることを目的とする試みである。

本研究では、注目を用いた注釈情報提示システム[1]に基づいて、注目した建物に関する注釈情報を提示する屋外 AR システムを提案し、構築する。交差点や案内板がある周辺などにおいて、ユーザが建物に注目したときに建物の情報を提示することでユーザは目的の

建物を簡単に見つけることができ、また、建物の外観以上の情報を得ることができるのでナビゲーションシステムとして利用できることが考えられる。

提案するシステムでは、環境内の交差点や案内板があるようなユーザが目的地に行く途中で道を選択するような位置や、目的地のおおよその位置を確認するような位置など、建物に対する注釈情報を提示することでナビゲーションに有効となる地点(図 1.1)において、事前にパノラマ画像を撮影し、パノラマ画像上の注釈対象となる建物が存在する領域を定義して注釈情報と関連付けておく。そして、GPS によってユーザが情報を提示する地点にいると判断され、ユーザが対象に注目したときに、頭部に設置した 3 次元姿勢角センサのデータによりパノラマ画像のマッチングをする範囲を

限定し、ユーザの視界を撮影するカメラからの画像(以下、視界画像と呼ぶ)とパノラマ画像をマッチングすることによって、画像間の位置合わせを行う。その後、ユーザの眼球を撮影するカメラからの画像(以下、眼球画像と呼ぶ)を解析することで検出されたユーザの視線が、定義された領域に含まれているか判断することによって、注目した対象を認識する。そして、その対象の注釈情報を提示することによってユーザに対するナビゲーションを行う。

ここで、注釈情報を提示する地点は1点でなく、ある程度の範囲をもった方が、利便性が高いことが言える。また、提案するシステムでは、パノラマ画像を定義した位置にユーザが存在するかを判定するためにGPSから得られるデータを用いているが、GPSから得られるデータは誤差を含むため、パノラマ画像を撮影した地点からGPSの誤差範囲内において視界画像とパノラマ画像の位置合わせに対応する必要がある。このような条件下では誤差範囲内において一定間隔でパノラマ画像を用意し、逐次的にマッチングしていく方法も考えられるが、パノラマ画像のデータ量の増加やそれに伴うパノラマ画像作成の手間、計算コストの増加を考えると、1枚のパノラマ画像で対応範囲を対象としてマッチングができる方が望ましい。

一般に、屋外ARにおいてはユーザが要求する注釈情報を正確な位置に表示するためなどに、対象の認識やユーザの位置、姿勢の検出をすることは重要な課題の一つである。ユーザの位置、姿勢を検出する方法としてGPSとジャイロセンサや加速度センサなどの姿勢センサを用いる方法が提案されている[2]。しかし、GPSから得られるデータは潜在的な誤差を含み、姿勢センサから得られるデータは地磁気などの影響で誤差が発生するといった問題があるので、視線の検出と合わせて対象を認識するための実世界との対応付けはできない。また、ユーザに取り付けたカメラによって獲得された画像と、事前に撮影した場所が関連付けられたパノラマ画像や、3次元地図との画像処理によるマッチングによって対象を認識、または位置、姿勢を特定する方法がある[3]。しかし、この方法は一般に処理に時間がかかるのでユーザが情報を必要とする時に即時に注釈情報を提示できない。そこで、これらの問題を互いに補完するハイブリッド手法として、GPS、姿勢センサによって位置、姿勢を測定し、その値に基づいて画像処理を行う範囲を限定し、画像処理を用い

たマッチングによって正確な位置、姿勢を求めたり対象を認識する方法が提案されている[4-7]。このうち[4-5]は姿勢センサのドリフト誤差のみを画像処理で補正しており、正確な位置の検出については目的とされていない。[6-7]はGPS、姿勢センサのデータを基にし、画像処理によってユーザの正確な位置、姿勢を求めている。[6]は建物の角にあたる部分のランドマークを用いたテンプレートマッチングによって、[7]は建物と空との境界線のDPマッチングによってユーザの正確な位置姿勢を求めているが、共に計算コストが高く、リアルタイムで処理することが出来ない。提案するシステムでは、ユーザが建物に注目したときに即時に注釈情報を提示する必要があり、また、GPSの誤差とパノラマ画像のデータ量増加などの問題により、ある程度の範囲から1つのパノラマ画像でマッチングできるユーザの位置の変化にロバストなマッチング方法が必要であるが、それらを両立させて実現できる方法は存在しない。

そこで、パノラマ画像を撮影した地点の周辺からの建物を対象としたパノラマ画像と視界画像とのマッチング方法として、本研究では多くの建物が直線成分で構成されていることに注目し、直線成分、特に縦方向の直線エッジを用いたマッチング方法を提案する。建物を構成する縦方向の直線エッジ(以下、縦エッジと呼ぶ)は、建物とユーザの位置がある程度の離れている場合、少量のユーザの移動において、長さ、傾きが変化しにくく、縦エッジの間隔が若干変化するといった特徴がある(図1.2)。そこで、本研究では、この特徴を利用し縦エッジの出現パターンのマッチングによって、パノラマ画像と視界画像の位置合わせを行う。パターンの類似性の判定に縦エッジの長さの差、対応するエッジの相対位置の差を用いて高速に位置合わせを行うことができる。また、マッチするエッジ探索の際に、環境や条件に応じて幅を持たせて探索することによりユーザの位置の移動による縦エッジの出現間隔のずれに対応したマッチングをすることができる。

本稿の章構成として、2章で縦エッジを用いたパノラマ画像とのマッチング方法を提案し、3章で注目に基づく注釈情報提示システムについて説明したあとに、4章でパノラマ画像を評価することによる本手法が適用できない場所の検出について説明する。そして、5章で提案した手法の適用可能範囲とマッチングの成功率を求める実験結果について述べ、6章でまとめと今

後の課題について述べる。

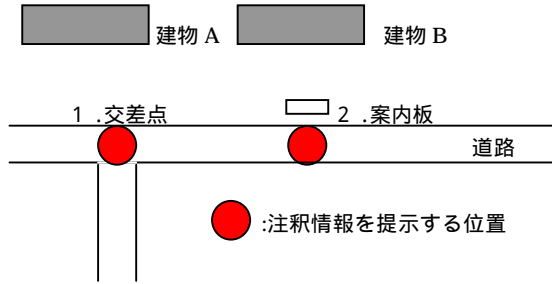


図 1.1 注釈情報を提示する位置

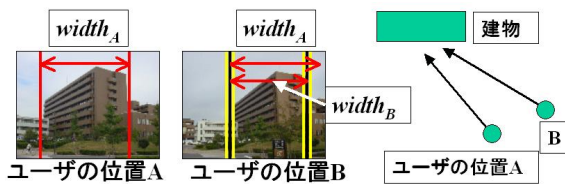


図 1.2 ユーザの位置による縦エッジの間隔の変化

2. 縦エッジを用いたパノラマ画像とのマッチングによる位置合わせ

本研究では、屋外でも比較的安定して抽出できる空と建物の境界線に含まれる縦エッジを用いて視界画像とパノラマ画像のマッチングを行う。以下、縦エッジの抽出方法と、それを用いたマッチング方法について述べる。

2.1 縦エッジの抽出

はじめに、空と建物などの境界線を抽出する。入力画像に Median フィルタをかけて平滑化した後、Roberts フィルタによってエッジを抽出する。その後、図 2.1 のように、 x 軸方向の原点から正方向にむかって 1 ピクセルごとにエッジ画像の上端から下方に走査していき、はじめに現われたエッジ成分をその x の空との境界線とする。

次に、空との境界線から建物の壁面の部分である縦エッジを抽出する。任意の x に対応する空との境界線の y 座標を y_x としたとき、 x 方向に隣接する境界線の成分との差分 d_x を $d_x = y_{x+1} - y_x$ で求める。図 2.2 にエッジ画像とそれに対応する d_x のグラフを示す。 d_x が連続して 1 より大きい区間もしくは、-1 より小さい区間を縦エッジ候補区間とする。

そして、縦エッジ候補区間でエッジ成分が縦に連続

しているかを調べ、連続していないものを候補から除去する。さらに、木の葉の部分に現われる縦エッジによってマッチングに失敗することがあるため、木の葉の部分にあたる縦エッジを除去する。あらかじめ木の葉の部分にあたる画素の色相の範囲を求めておき、その範囲に含まれる画素を葉領域とする。そして、縦エッジ候補区間が葉領域に存在するのならその縦エッジ候補区間を除去し、残ったものを縦エッジとする。

また、縦エッジの種類を、建物に対して左側に空が存在するエッジ、右側に空が存在するエッジの二つに分類する。図 2.2 において、 $d_x > 1$ の区間のエッジは建物の左側に空が存在するエッジであり $d_x < -1$ の区間のエッジは建物の右側に空が存在するエッジである。以降、それぞれを左端エッジ、右端エッジと呼ぶ。提案する手法では、右端エッジ、左端エッジ同士のみ、すなわち同じ種類のエッジ同士のみマッチするという制約をかけることによって、あきらかに正しくない組み合わせを破棄してマッチングの成功率を向上させる。

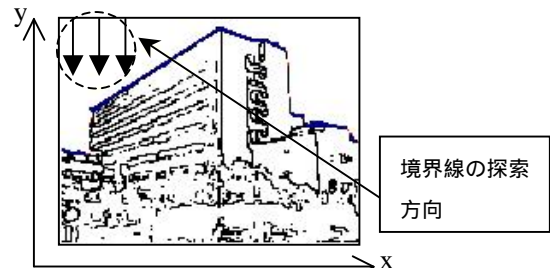


図 2.1 境界線の抽出と縦エッジ

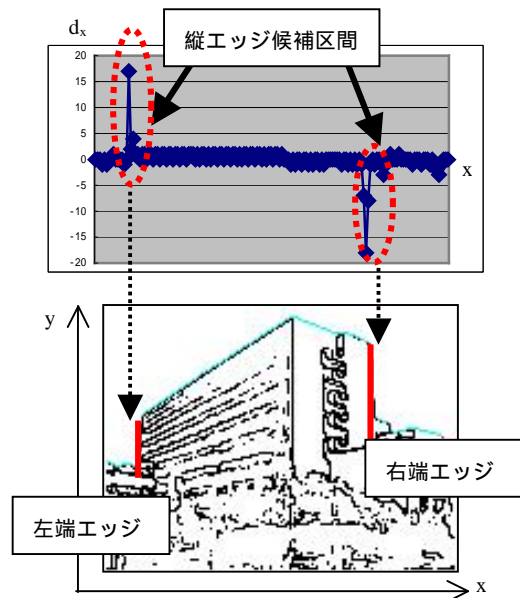


図 2.2 縦エッジの抽出

2.2 縦エッジを用いたマッチング

視界画像とパノラマ画像の縦エッジを用いたマッチングによる位置合わせ方法を述べる．まず，視界画像とパノラマ画像それぞれ原点から x 軸方向に k 番目 ($k=1, \dots, m$) と l 番目 ($l=1, \dots, n$) のエッジ ie_k, pe_l を一つずつ選び，その位置を基準としてパノラマ画像上に視界画像を貼り合わせる(図 2.3)．ただし，基準とするエッジは同じ種類のエッジとする．

次に視界画像の貼り合わせの基準となるエッジ ie_k 以外のエッジ $ie_i (i=1, \dots, m, i \neq k)$ に対して，エッジの x 方向に $\pm 5[\text{pixel}]$ の範囲内にパノラマ画像の同じ種類の縦エッジが存在するか探索する(図 2.3)．探索範囲は環境や条件によって変化する．本研究では，GPS の誤差よりパノラマ画像を撮影した地点から約 5m を注釈情報を提示する範囲としている．また構築したシステムにおける視界を撮影するカメラの画角は水平方向に 40° ，垂直方向に 27° であり，フレームサイズは $160 \times 120[\text{pixel}]$ である．ここで，仮に建物の横幅が 20m 以上とすれば，注釈対象までの距離が 26m 以上であれば画像上の縦エッジの出現間隔の x 方向の変化は $\pm 5[\text{pixel}]$ 以内に収まる．探索範囲を広げることによってより制約は緩くなるが，違う建物のエッジに対処をとることも増えるためマッチングの成功率と探索範囲はトレードオフの関係にある．実験により，最適な値を求め，本研究では $\pm 5[\text{pixel}]$ としている．

探索した範囲に同じ種類の縦エッジが存在した場合，そのパノラマ画像の縦エッジ $pe_j (j=1, \dots, n, j \neq l)$ とのエッジ対の非類似度を式(1)で求める．ただし， $\text{Diff}_{\text{len}(i,j)}$ はエッジの長さの差， $\text{Diff}_{x(i,j)}$ ， $\text{Diff}_{y(i,j)}$ は x, y 方向の相対位置の差である．エッジ対の非類似度はそれらの合計より求める．なお， $\text{len}_{\text{view}_k}$ は視界画像の縦エッジ ie_k の長さ， $(x_{\text{view}_k}, y_{\text{view}_k})$ は視界画像上の縦エッジ ie_k の上端の座標， $(x_{\text{view}_i}, y_{\text{view}_i})$ は視界画像の貼り合わせの基準となる縦エッジの上端の視界画像上の座標を表す． $\text{len}_{\text{pano}_j}$ はパノラマ画像の縦エッジ pe_j のエッジの長さ， $(x_{\text{pano}_j}, y_{\text{pano}_j})$ はパノラマ画像上の縦エッジ pe_j の上端の座標， $(x_{\text{pano}_l}, y_{\text{pano}_l})$ はパノラマ画像で貼り合わせの基準となる縦エッジのパノラマ画像上での上端の座標を表す．

$$\begin{cases} \text{Diff}_{\text{len}(i,j)} = \text{len}_{\text{pano}_j} - \text{len}_{\text{view}_i} \\ \text{Diff}_{x(i,j)} = (x_{\text{pano}_j} - x_{\text{pano}_l}) - (x_{\text{view}_i} - x_{\text{view}_k}) \\ \text{Diff}_{y(i,j)} = (y_{\text{pano}_j} - y_{\text{pano}_l}) - (y_{\text{view}_i} - y_{\text{view}_k}) \end{cases} \quad (1)$$

マッチする縦エッジが存在しなかった場合，貼り合わせ位置 (k,l) の非類似度の値をマッチしなかったエッジの数に比例して増加させる．そのため，マッチしなかったエッジの数を Num_{miss} としてカウントしておく．全てのエッジに対して探索した後，その貼り合わせ位置 (k,l) での非類似度 $\text{DSim}(k,l)$ を式(2)より計算する．ここで， Num_{pear} は対応が取れたエッジの数， pena は非類似度を増加させるペナルティの定数とする．

$$\begin{aligned} \text{DSim}(k,l) = & \sum_{\text{Num}_{\text{pear}}} \text{Diff}_{\text{len}(i,j)} + \sum_{\text{Num}_{\text{pear}}} \text{Diff}_{x(i,j)} \\ & + \sum_{\text{Num}_{\text{pear}}} \text{Diff}_{y(i,j)} + \text{pena} \times \text{Num}_{\text{miss}} \end{aligned} \quad (2)$$

上記の方法で，全ての貼り合わせ位置 (k,l) の組み合わせに対して非類似度を求め，非類似度が一番小さかったものの位置に位置合わせをする．

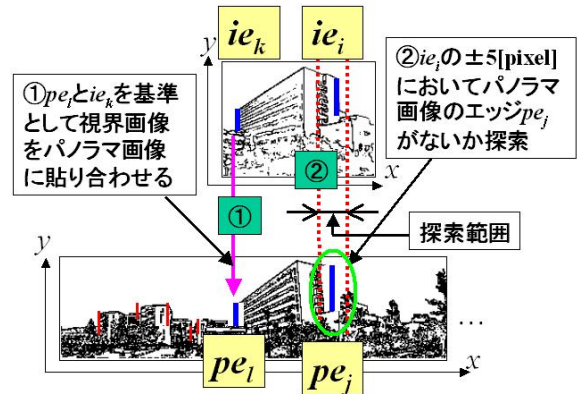


図 2.3 縦エッジを用いたパターンマッチング

3. 注目に基づく注釈情報提示システム

先行研究[1]では，絵画を情報提示の対象として，ユーザが注目した絵画に描かれている対象の情報を提示することによる絵画の閲覧補助システムを構築した．本研究では，このシステムに基づき，交差点や案内板があるようなユーザが目的地に行く途中で道を選択するような位置や，目的地のおおよその位置を確認するような位置において注目した建物に対する注釈情報を提示することによるナビゲーションシステムを構築する．

3.1 注目状態と視線の検出

注目状態と視線を検出するための眼球運動の解析について述べる．眼球運動を解析するための本システムのヘッドセットを装着した外観を図 3.1 に示す．眼球を撮影するカメラからの画像は $160 \times 120[\text{pixel}]$ で

256 階調の白黒画像であり、視界を撮影するカメラからの画像は 160×120 [pixel] で 24bit フルカラーである。ともに 10[fps] で画像を読み込む。

まず、注目状態の検出について述べる。はじめに、眼球画像を二値化して瞳孔領域を抽出する。そして、瞳孔領域の重心座標を求め、その座標を瞳孔重心座標とする。瞳孔重心座標の変位を解析することにより固視状態と跳躍を検出する。人間が静止対象に注目する際、300 ミリ秒以上の固視状態と 30 ミリ秒間の跳躍を繰り返すことが知られている[8]。実験によって、注目状態での人間の固視状態は約 3 秒以内に収まる傾向があることと、300 ミリ秒～3 秒間の固視状態が跳躍をはさんで 3 回以上連続する傾向があることがわかっていく。従って、300 ミリ秒～3 秒間の固視状態を連続して 3 回検出したとき、その 1 回目の固視状態の開始時点を注目状態の開始とし、固視状態が 3 秒以上続いたとき、跳躍が発生した後の 3 秒以内に 300 ミリ秒～3 秒間の固視状態が発生しなかった場合、最後の 300 ミリ秒～3 秒間の固視状態の終了時点を注目状態の終了とする。

次に、視線の検出について述べる。瞳孔重心座標と、視界を撮影するカメラの画像中の位置を対応付けることにより、ユーザが視界画像上でどの位置を見ているかを検出する。ここで、注目状態における視界画像上のユーザが見ている点を注視点と呼ぶ。

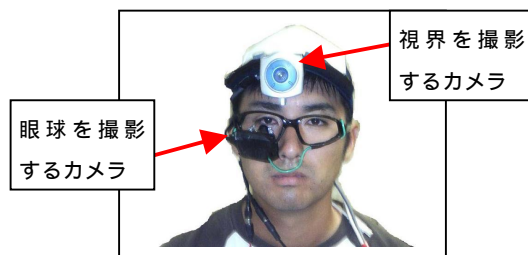


図 3.1 ヘッドセットの外観

3.2 システム概要

構築したシステムのハードウェアの構成を図 3.2 に示す。ユーザは頭部に視界を撮影するカメラと頭部の向きを獲得する 3 次元姿勢角センサを装着する。また、眼球を撮影するカメラを眼球下部に装着する。また、GPS を肩部に装着し、ユーザの位置を測定する。3 次元姿勢角センサは NEC TOKIN 製の 3D Motion Sensor MDP-A3U7 で、0.1 秒ごとにヨー角 $\pm 180^\circ$ 、ピッチ角 $\pm 60^\circ$ 、ロール角 $\pm 180^\circ$ の範囲で測定する

(図 3.3)。検出分解能は 1° で最大誤差はそれぞれ $\pm 15^\circ$ である。GPS はマイクロネットワーク製の PCNAVI-01 で、1 秒ごとに緯度・経度を 0.1 秒の検出分解能で計測する。また、それらの機器を制御し、情報提示を行うモバイル PC は NEC 製の LE300/6、CPU は mobile Athlon の 1.2GHz、メモリは 768MB である。

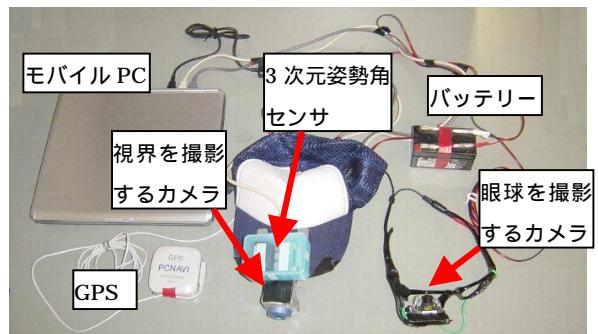


図 3.2 システムのハードウェア構成

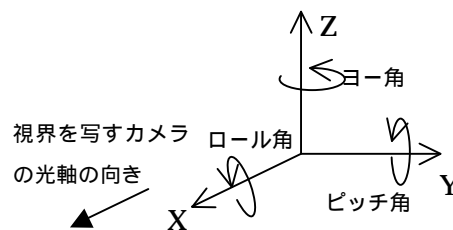


図 3.3 3次元姿勢角

3.3 注視情報の提示までの処理手順

ユーザの建物への注目から注視情報の提示までの処理の流れを述べる。図 3.4 にシステム構成と処理手順の概要を示す。

まず、眼球画像を解析することにより視線を検出し眼球運動を解析することにより注目状態を検出する。そして、ユーザが注目したと判断されたときの GPS のデータと姿勢センサのデータを獲得する。GPS のデータからユーザの位置にパノラマ画像が定義されているかどうかを判定する。定義されている場合、姿勢センサのデータにより、パノラマ画像のマッチングの探索範囲を限定し、パノラマ画像と視界画像とのマッチングを 2 章で述べた方法で行う。マッチングの結果、パノラマ画像に視界画像を位置合わせする。注目状態でのユーザの注視点は視界画像上にマッピングされており、それをパノラマ画像上に再マッピングする。パノラマ画像の注視情報を提示する建物が存在する部分には事前に注視情報定義領域(図 3.5)が定義されており、

再マッピングした注視点がどの領域に存在するかを調べることによって、システムはユーザの注目している建物を判別し、その建物の注釈情報を提示する。このとき、もし複数の領域に注視点が存在すれば、注視点の存在する数が最も多い領域の注釈情報を提示する。

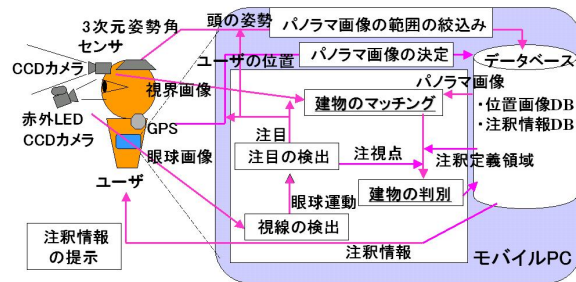


図 3.4 システム構成と処理手順



図 3.5 注釈情報定義領域の例

4. パノラマ画像の評価による本手法が有効に適用できない位置の検出

空と建物の壁面との境界線にあたる縦エッジを用いてマッチングを行う本手法は、建物の背景に存在する山など、ユーザと建物の位置関係などによって空と建物の境界線が存在しない場合があるので適用できない場所が存在する。また、建物の形や、建物までの距離によって空と建物の壁面との境界線が抽出しにくい場合があり、原理的にマッチングに失敗しやすい場所が存在するので本手法を適用できる場所は限定されている。

そこで、パノラマ画像の縦エッジの長さ、出現パターンを評価することにより、本手法を有効に適用できない場所や向きを検出する。逆説的にユーザは本手法が有効に適用できる地点を知ることができるので、限定された場所であっても本手法は有効であることを示すことができる。

縦エッジを用いたマッチングは、頭部に取り付けた姿勢センサのデータによって限定されたパノラマ画像の範囲内において、下のような場合にマッチングに失敗する可能性が高いと考えられる。事前にマッチングに失敗する可能性のある場所や向きを検出することで

適用できない場所を検出することができる。

- ・ 縦エッジが短い
建物までの距離が遠かった場合や、高さの低い一階建てなどの建物の場合、画像上に現れる縦エッジが短いので、ユーザの位置によってその建物と空との境界線部分の縦エッジが抽出できない場合がある。
- ・ 検出される縦エッジの数が少ない
検出される縦エッジの数が少ない場合、例えば、視界画像に1本しか縦エッジが存在しない場合、1本の縦エッジの長さの差のみで類似性を判定するので、マッチングに失敗する可能性が高い。
- ・ 縦エッジの出現パターンが同じ
提案するマッチング手法は、縦エッジの出現パターンのパターンマッチングによって、視界画像とパノラマ画像の類似性を求めて位置合わせをするため、集合住宅のような同じ形をした建物が同じ間隔で並んでいるような縦エッジの出現パターンに周期性がある場合は、マッチングに失敗する可能性がある。

5. 縦エッジを用いたマッチングの評価実験

提案したマッチング手法の適用範囲と、マッチングの成功率を調べる実験を行った。実験は広島大学の構内で行った。パノラマ画像は広島大学のナビゲーションに有効となるような大学構内の案内板がある場所や、交差点で撮影した。また、2.2節で述べた条件より建物までの距離が約26m以上離れている場所で撮影した。調査の結果、大学構内の交差点や案内板がある場所のうち、約7割の場所が2.2節で述べた条件を満たしており、そのうちの7地点でパノラマ画像を撮影して実験を行った。GPSの誤差より本研究での注釈情報を提示する範囲はパノラマ画像を撮影した地点から5mであるので、パノラマ画像を撮影した位置から東西南北の4方向に約5m離れた4地点において水平方向に対して全方位30°ずつの向きで合計48枚の視界画像を撮影した。7地点の合計336枚のうち、72.3%(243/336)の画像に建物が存在した。

5.1 本手法の適用可能範囲

本手法は空と建物との境界部分に存在する縦エッジを用いてマッチングを行うので、建物が存在する画像

のうち、建物の壁面と、空との境界線が存在し、縦エッジが抽出できている画像の割合から実験環境における本手法の適用可能範囲を調べた。結果を表 5.1 に示す。その結果、建物の映っている画像のうち 70.4% に対しては縦エッジが抽出でき、本手法が適用可能であることがわかった。縦エッジを抽出できなかった原因として、空との境界が木、外灯などの障害物によって隠蔽されて抽出できないものが 51.4%(37/72)、建物の背景に山などが存在して建物の壁面と空との境界線が存在しないものが 48.6%(35/72)であった。後者の理由により適用できないものに関しては、4 章で説明した方法により適用できないことを検出することができるので、それらのものを注釈対象から除去して考えると、注釈対象となる建物のうち 83.0%(171/206)のものに対して本手法を適用することができる。

表 5.1 本手法が適用可能な画像の割合

位置	A	B	C	D	E	F	G	平均
適用	60.4	63.4	63.6	74.2	72.4	90.0	78.1	70.4
可能	(29/	(26/	(21/	(23/	(21/	(26/	(25/	(171/
率 %	48)	41)	33)	31)	29)	29)	32)	243)

(縦エッジ抽出成功数/建物が存在する数)

5.2 マッチングの成功率

建物の縦エッジが抽出できている画像のうち、マッチングに成功した画像の割合から縦エッジを用いたマッチングの成功率を求めた。なお、マッチングの結果、位置合わせの基準となった縦エッジ対が同じ建物の同じ部分の縦エッジであるときにマッチングに成功しているとした。結果を表 5.2 に示す。その結果、83.1%の成功率でマッチングに成功していることがわかった。処理時間は平均で 0.482 秒であり、ユーザが注釈情報を要求するときに即時に注釈情報を提示するには十分な時間だと考えられる。マッチングの失敗の原因として、木や外灯などの障害物によって建物と空との境界線が隠蔽され、縦エッジが抽出できなかったもの、また、木や外灯などのエッジによってマッチングに失敗したものが失敗した原因の 89.7%(26/29)であり、建物の形状により、縦エッジ抽出できなかったものが 10.3%(3/29)であった。

マッチングの失敗が原因で誤った注釈情報を提示してしまうことの対処として、注釈情報を提示する前に注目していると判断された注釈対象の外縁をユーザに

提示することで、マッチングの成否を判断してもらい、注目した対象であるなら注釈情報を提示し、間違っているなら再度位置などを変えて注目することをユーザに求めることで、誤った注釈情報の提示をほぼ回避できると考えている。

表 5.2 マッチングの成功率

地点	A	B	C	D	E	F	G	平均
成功	86.2	84.6	71.4	87.0	90.5	80.8	80.0	83.1
率	(25/	(22/	(15/	(20/	(19/	(21/	(20/	(142/
%	29)	26)	21)	23)	21)	26)	25)	171)

(マッチング成功数/縦エッジ抽出成功数)

6. まとめと今後の課題

本研究では、屋外環境におけるユーザのナビゲーションを目的として、建物に対する注釈情報の提示のための高速で位置の変化を考慮したパノラマ画像と視界画像のマッチングによる位置合わせ方法を提案した。そして、提案した手法を実装した AR システムを構築した。提案した手法を評価する実験の結果、約 8 割がマッチングに成功していることがわかった。

今後の課題として、画像処理により木などの障害物を除去することによってマッチング成功率の向上、本手法の適用範囲の拡大を目指すことなどが挙げられる。

参考文献

- [1] 竹内英規, 吉高厚夫, 平嶋宗, “注目領域に基づく適応的な注釈情報の提示”, 情報処理学会研究会報告, HI-112, pp.57-64, 2005.
- [2] Blaine Bell, Steven Feiner, Tobias Hollerer, “Information at a Glance in Wearable Augmented Reality System”, The 2nd CREST Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, 2003.
- [3] 興津正克, 蔵田武志, 坂上勝彦, 村岡洋一, “パノラマ画像群を位置合わせに用いたライブ映像上への注釈提示とその実時間システム”, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J84-D-II No. 10 pp. 2293-2301, 2001.
- [4] 小田島太郎, 神原誠之, 横矢直和, “拡張現実感技術を用いた屋外型ウェアラブル注釈提示システム”, 画像電子学会誌, Vol. 32, No. 6, pp. 832-840, Nov. 2003.
- [5] 佐藤清秀, 穴吹まほろ, 山本裕之, 田村秀行, “屋外装着型複合現実感のためのハイブリッド位置合わせ手法”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 7, No. 2, pp. 129-137, June 2002.
- [6] Yoshinari Kameda, Taisuke Takemasa, and Yuichi Ohta, “Outdoor See-through Vision Utilizing Surveillance Cameras”, Proceedings of the Third IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2004), 2004.
- [7] 石川高志, 全へい, 東, “画像処理を用いた屋外 AR システムのための高精度定位”, CVIM-148, Mar.-Apr. 2005.
- [8] 池田光男, “眼は何を見ているか”, 平凡社, 1988.