

J-004

## 拡張現実感による既製の案内図への仮想3次元形状の表示 Position of Virtual 3D Shapes to Ready-Made Guide Map Based on Augmented Reality

深見 健太<sup>†</sup>  
Kenta Fukami

吉川 毅<sup>†</sup>  
Takeshi Yoshikawa

野中 秀俊<sup>†</sup>  
Hidetoshi Nonaka

### 1. はじめに

近年、現実環境にコンピュータが作り出した情報を重ね表示する拡張現実感 (AR: Augmented Reality) に関する研究が盛んに行われている。拡張現実感とは、実際にはユーザが直接見ることのできない情報を現実環境に提示可能なため、応用例としてこれまで拡張現実感による様々なナビゲーションシステムが提案されている。具体的にはウェアラブルコンピュータを用いて注釈情報を提示する研究[1]や屋内環境の案内を行う研究[2]がある。これらの研究は実際に案内を行う場所に行き、使用することが想定されている。しかし、観光地などには案内図が用意されており、それらを利用する研究は少ない。案内図は2次元平面状に建物の名称や位置関係が示されており、案内に特化している。しかし、建物の外観を知ることができない。建物の外観を見ることが可能となれば、周囲の建物と比較して自分の現在地を知ることや、目的の建物がどの方向にあるかを知ることが容易になると考える。

そこで、本研究では既製の案内図に拡張現実感を適用することを提案する[3]。既製の案内図の利用時における、建物などランドマークの視認性の向上を目的とする。案内図に拡張現実感を適用して、仮想3次元形状の建物を案内図上に重ね表示するシステムを構築する。本システムでは案内図をカメラを通して見たときに、案内図上に仮想3次元形状の建物が描画されるようにする。カメラを案内図に対して自由に動かすことで、任意の方向から案内図上の建物を観察可能とする。

本システムを応用すれば、ユーザは案内図と携帯電話などカメラが付いた携帯機器を持って歩き回り、随時実際の建物と案内図上の建物とを比べることができるようになる。また案内図があれば、旅行の計画を立てる際などに、複数人で話し合うことも可能となる (図1)。各々が携帯機器を持つことで、自由に案内図と表示されている建物を見ることが出来る。一つの建物を複数人が別方向から観察しながら対話することが可能となる。本研究ではノートパソコンとWebカメラを用い、案内図として北海道大学札幌キャンパスの構内図を用いる。



図1 想定するシステム利用例

<sup>†</sup> 北海道大学 Hokkaido University

### 2. システム構成

システム構成を図2に示す。あらかじめマーカ情報とそこに表示する建物の3次元モデルをシステムに保持しておく。実際にシステムを動作させると、まずカメラを通して案内図のキャプチャ画像が取り込まれる。次に取り込んだ画像中の案内図と保持しておいたマーカ情報を用いてパターンマッチングを行い、マッチングが正常に行われた場合には、決められた位置に3次元モデルを重ね表示させる。このようにして案内図上に仮想3次元形状の建物を表示する。

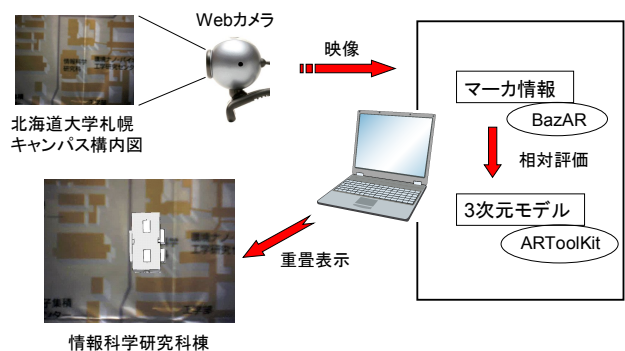


図2 システム構成

### 3. 仮想3次元形状の重ね表示

#### 3.1 建物の3次元モデル

案内図上に表示する情報科学研究科棟の3次元モデルについて述べる。本研究では Google SketchUp [4] に登録されている情報科学研究科棟のモデルを利用する。登録されている形式ではシステムに使用できないため、モデルのテクスチャを案内図上に作成した立体に ARToolKit [5] を参考にしてテクスチャマッピングを行う。これを、本システムにおける情報科学研究科棟の3次元モデルとした。また、情報科学研究科棟の3次元モデルの表示について調整を行った。具体的には陰面消去やライト、3次元モデルの位置、大きさの調整を OpenGL を利用して設定した。

#### 3.2 BazAR を利用したマーカの登録

拡張現実感を用いて既製の案内図への仮想3次元形状の重ね表示を実現するためには、まず既製の案内図をマーカとして登録する必要がある。拡張現実感のライブラリである BazAR [6] と Web カメラを用いて、北海道大学札幌キャンパスの構内図における情報科学研究科棟を正面から撮影する。マーカの位置を指定した後、特徴点抽出が行われ、特徴点の座標はテキストファイルとしてシステムに保持される。

特徴点抽出に続いてカメラキャリブレーションが実行される。カメラには中心座標や焦点距離、レンズの歪みなど、「カメラパラメータ」と呼ばれる撮影画像に影響

を与える数値が存在する。カメラパラメータはカメラごとに固有であり、これを補正することで画像をキャプチャする際の精度が上がり、マーカの認識率を向上させることができる。

### 3.3 システムの動作例

提案システムを実システムに実装し、動作確認を行った。今回はノートパソコンと Web カメラ (PC カメラ ECMOS35) を用い、システムの実行は室内で行った。システムを実行した結果、案内図を正面から見た場合、情報科学研究科棟の 3 次元モデルが表示され、確かに既製の案内図上に仮想 3 次元形状の建物が重畳表示されていることを確認した (図 3)。

しかし、正面から見た場合とは違い、右斜めからなどカメラを傾けた状態においてシステムを通して案内図を見ると、仮想 3 次元形状の建物は正確な位置・角度で表示されないことが多かった。また仮想 3 次元形状の建物の細かなぶれが発生することが確認された。



図3 正面から見た場合におけるシステムの動作例

### 3.4 仮想 3 次元形状のぶれの修正

これまでの実装では仮想 3 次元形状の建物のぶれが発生した。そこで、仮想 3 次元形状のぶれを軽減するために新たに修正を加える。

ぶれの原因として、キャプチャ画像取得の際のノイズや、カメラで生じるぼけなどの画像劣化が影響しているのではないかという仮説のもと、修正として画像の平滑化をフィルタを用いて行う。直前のフレーム画像との平滑化をブラーフィルタ、ガウシアンフィルタ、メディアンフィルタなど数種類のフィルタをそれぞれ用いて行い、動作を検証した。

本研究で主に使ったフィルタはバイラテラルフィルタである。バイラテラルフィルタはエッジ保持平滑化とも呼ばれている。このフィルタは、 $3 \times 3$  のフィルタを用いて平滑化する際に、エッジ部分はぼかさないという効果を持っている。バイラテラルフィルタのパラメータは直径 80 ピクセルの円形カーネルを使用する。

### 3.5 修正したシステムの動作例

平滑化を行わずに案内図を見た場合、カメラを傾けると、仮想 3 次元形状の建物は正確な位置・角度で表示されず、細かくぶれていた。主観的な評価では、平滑化に用いたフィルタの中で、ブラーフィルタ、ガウシアンフィルタ、メディアンフィルタなどではぶれに改善はほとんど見られなかった。バイラテラルフィルタを用いて平滑化を行った場合はぶれが軽減し、仮想 3 次元形状の重畳表示において改善が見られた (図 4)。これはバイラテラルフィルタの特徴である画像をスムーズにしつつも

エッジ部分をぼかさない効果が有効に働いたためではないかと考える。

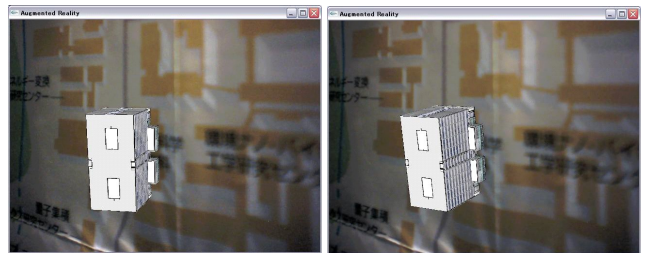


図4 平滑化を実装した場合との比較

## 4. おわりに

本研究では、既製の案内図中の建物を仮想 3 次元形状で重畳表示することにより、ランドマークの視認性が向上するのではないかという仮説のもと、案内図として北海道大学札幌キャンパスの構内図に拡張現実感を適用したシステムを実装した。システムを実行し、案内図中の情報科学研究科棟を Web カメラで見ると、案内図上に仮想 3 次元形状の情報科学研究科棟が重畳表示されていることを確認した。しかし、実装したシステムでは表示されている仮想 3 次元形状の建物に細かなぶれの発生が確認された。そこで、ぶれを軽減させるためにフィルタを用いてカメラからのキャプチャ画像に平滑化を行った。その結果、主観的な評価ではバイラテラルフィルタを用いた平滑化においてぶれに改善が見られた。

今後の課題としてまず、案内図中の全ての建物を重畳表示するシステムを実装することがあげられる。また実際に持ち歩いてランドマークを視認することや複数人で話し合うことを可能とするには、携帯電話などの端末で利用可能にする必要がある。そのため、システムのさらなる安定化および最適化が必要となる。さらには今回用いた北海道大学の構内図以外の案内図、例えば遊園地や屋内施設の案内図などでシステムを実装することも考える。その上でシステムをユーザに利用してもらい、ランドマークの視認性が向上されるか、使いやすいかなど、システムの有用性の評価実験を行う必要がある。

### 参考文献

- [1] 蔵田武志, 大隈隆史, 興梠正克, 加藤丈和, 坂上勝彦. Vizwear: コンピュータビジョンとウェアラブルディスプレイによる人間中心インタラクション. 高臨場感ディスプレイフォーラム 2001, pp. 47-52, 2001.
- [2] 永松明, 中里祐介, 神原誠之, 横矢直和, “屋内環境におけるモバイルプロジェクション型 AR 案内システム”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 14, No. 3, pp. 283-294, Sep. 2009.
- [3] 深見健太, 野中秀俊, 吉川毅: 「拡張現実感と既製の案内図を用いた 3 次元案内図」, 平成 21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北見 (Oct. 2009)
- [4] GoogleSketchUp. <http://www.google.com/intl/ja/sketchup/>
- [5] 加藤博一, “拡張現実感システム構築ツール ARToolKit の開発”, 電子情報通信学会研究技術報告書 vol.101, No.652, pp79-86, パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU 2001-232), 2001.
- [6] M. Ozuysal, P. Fua, and V. Lepetit. Fast Keypoint Recognition in Ten Lines of Code. In Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Minneapolis, MI, June 2007.