

大阪大学 工学部環境・エネルギー工学科 4年	学生員	○横井 一樹
大阪大学教授 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻	フェロー会員	矢吹 信喜
大阪大学准教授 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻	正会員	福田 知弘
大阪大学特任教授 環境イノベーションデザインセンター	非会員	道川 隆士
大阪大学博士研究員 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻	非会員	Ali Motamedi

1. 研究の背景と目的

地下街は大都市，特にターミナル駅に存在する大規模な地下空間である。地下街は店舗が数多く立ち並ぶ商業的な役割だけでなく，天候の影響をほとんど受けることなく移動できる通路としての役割を持つ。

地下街における重大な問題に歩行者の「地下迷い」がある。地下迷いは，目的地に辿り着けないという利便性の問題だけでなく，災害時に渋滞を引き起こすなど安全面の問題があるため解決が求められる。問題の原因の一つに，ランドマークとなる地上建物が天井に遮断されることによって歩行者が方向感覚を失ってしまうことが挙げられる。これまで地下迷い問題を解決するためにいくつかの方法が提案されてきた。例えば，渋谷駅周辺地域 ICT 活用検討協議会¹⁾は，地下通路の分岐において目的地へとつながる道がどちらかを理解させるために，携帯端末画面に矢印記号を表示させるシステムを開発した。このようなシステムは地下通路における局所的な場面で経路案内を実現しているが，原因の一つに挙げた俯瞰的な情報が得られないという課題を改善する手法は提案されていない。

本研究では，Augmented Reality (AR)を用いた地下迷い問題を解決する手法を提案した。AR とは，カメラから得られる現実環境の動画像にコンピューターによって生成した仮想環境を重ね合わせることで現実世界に情報を付加する技術である。提案手法では，地下空間において携帯端末を天井に向けてかざすと，ランドマークとなる地上建物が現実空間に重

ね合わせて表示されるようにした。これらの位置情報はGPSなど位置情報取得技術に基づき，位置関係を損なわないように配置される。本システムを用いることで，地下からは不可視の地上建物の位置関係を把握でき，地下迷い問題の改善に寄与することを目指す。

2. AR を用いた地下空間からの地上透過システム

本システムは地下空間にいるユーザーが，手持ちの携帯端末を天井方向にかざして利用する。画面には，カメラで撮影された地下の映像とレーダーが表示される。レーダーには，携帯端末内蔵のGPSセンサから取得された現在位置を中心に，電子コンパスから取得されたカメラの視野範囲と，位置情報を持たせた作成モデルの位置が表示される。これらの情報は端末の方位・姿勢を変更するとそれに合わせて表示が変わる。以上のシステムを構築するためには，地上建物モデルの作成方法と，背景となる現実環境と重畳する仮想環境との位置合わせの問題がある。

本研究では，将来的に広範囲の地上建物を作成することを想定して，モデル作成手法には効率的にモデルを作成することができる Structure from Motion (SFM) 技術を応用した。

人の交通量が多い地下空間で利用することを考慮して，位置合わせには携帯端末を傾けるだけで AR 表示が可能な，GPS と電子コンパスを用いたセンサベースによる手法を用いた。

3. 結果

システムの開発は Windows 8.1 上で行い、AR アプリ開発には AR 開発キットの Metaio SDK を利用した。プログラムは Java で記述した。SFM の実装にはオープンソフトウェアの Bundler を利用し、取得した三次元点群データのメッシュ化には MeshLab を用いた。検証実験には Experia acro SO-02C (Android 2.3.4) を用いた。

本システムの屋外検証実験を大阪大学吹田キャンパス内にて実施した。対象の地上ランドマークを US1 棟としてモデルを作成し、U1W 棟地下一階からモデル表示を行った。US1 棟と U1W 棟の位置関係は Figure1 に示す。

US1 棟の画像 67 枚に対して SFM を実装して取得した点群をメッシュ化した結果は、Figure2 に示す通り、モデルに穴あきが見られた。AR 表示結果は、Figure3 に示す通り、携帯端末画面中央に US1 棟モデルが表示され、画面左上に視認領域とモデルの位置を示すレーダーが表示された。US1 棟は U1W 棟からみて東南東の方角にあるが、モデルは東北東の方角に表示された。これは GPS による現在地測位の精度が悪かったことが原因と推測される。

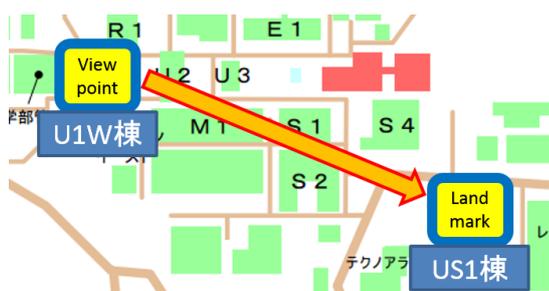


Figure 1. Location of the Buildings

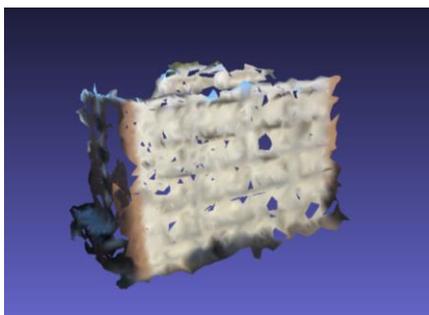


Figure 2. Mesh-data of US1 Building

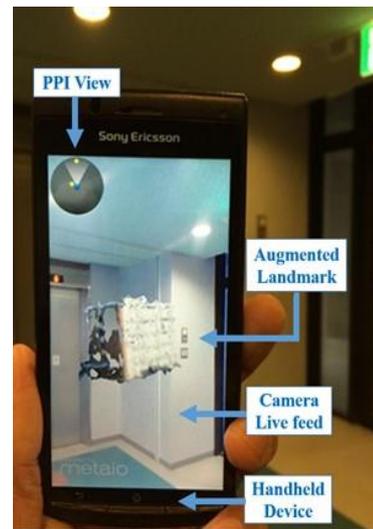


Figure 3. Snapshot of AR System

4. 総括

本研究では、地下空間の天井方向に地上ランドマークを表示する AR システムを開発し、歩行者の地下迷い問題に資する地下の閉鎖空間で俯瞰的情報が得られないという課題を克服した。本システムは、AR 技術を用いることで地下歩行者に地下空間でも地上情報を直感的に視認させることができ、経路案内に役立てられる。また、SFM によるモデル作成は効率的であり、本システムの開発は可用性があるといえる。

本システムの課題は主に二つある。第一にモデルの精度向上が挙げられ、点群の高密化処理やメッシュデータの穴埋め処理を広範囲に実施する必要がある。第二に位置合わせの精度向上が挙げられ、地下街でも高精度に現在測位ができる手法を用いる必要がある。屋内位置測位手法には、UWB を用いる手法や RFID を用いる手法、無線 LAN を用いる手法などが研究されている。今後は、大規模地下街において検証実験の実施を検討している。

参考文献

- 1) 渋谷駅周辺地域 ICT 活用検討協議会、「スマホで道案内～渋谷駅地下で実験中～」, <http://shibuya-ar-jikken.jp/>, 2014.11.28 参照。