

LiDAR データと自然特徴を用いた地下空間での浸水情報の AR 表示

廣瀬 詢[†] 檀 寛成[‡] 尾崎 平[‡] 窪田 諭[†] 安室 喜弘[‡]

[†]関西大学大学院 理工学研究科 [‡]関西大学 環境都市工学部

1 はじめに

近年、温暖化などの影響により、短時間の集中豪雨が頻発する傾向にあり、都市部での内水氾濫の被害が増加している。平成 25 年 8 月 25 日には、大阪市周辺において局地的な短時間豪雨により、内水氾濫が発生し、床上浸水、床下浸水、道路の冠水などの被害をもたらした。内水氾濫の原因は、下水道による雨水排除能力の脆弱性である。短時間の集中豪雨により、時間雨量が下水の雨水排除能力を上回っている。また、都市部には地下駐車場や、地下鉄、地下街のような地下空間利用がなされており、多くの利用者にとって、地上での天気急変に気づき難く、地下空間特有の内水氾濫のリスクが高まっている。現状の水害対策として、国土交通省はハザードマップの推進などを行っているが、2次元のハザードマップでは実際に現場で起こる浸水深を理解し難く、また地下浸水の情報は記載されていない。

そこで本研究では、一般ユーザのモバイル端末で地下水害の予測情報を対話的に表示する可視化システムを提案し、災害時の浸水対策・避難準備に役立つよう、1人称視点で分かりやすく情報提示を実現することを目的とする。

2 関連研究・技術

2.1 地下空間の内水氾濫予測

尾崎らは短時間集中豪雨に伴う内水氾濫による地下街浸水について、3種類の豪雨モデルを用いて地上の内水氾濫解析と地下街の浸水解析を行い、地下街の構造を考慮した浸水状況を2次元の地図に表示している[1]。地盤高や地下構造を考慮して浸水解析を行っているものの、結果と

AR Visualization of Flood Information in Underground Spaces based on LiDAR Data Landmarking

Makoto Hirose[†], Hiroshige Dan[†],

Taira Ozaki[†], Satoshi Kubota[†], Yoshihiro Yasumuro[†]

[†] Graduate School of Science and Engineering, Kansai University

[‡] Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University

3-3-35 Yamate, Suita, OSAKA, 564-8680, JAPAN

して浸水深は時間別に地図上に色分けして表示されるため、直感的には被災状況が理解し難い。そのため、地下空間利用者にとって容易に理解できるような浸水表現が必要である。

2.2 AR 浸水可視化アプリ

株式会社キャドセンサーは、ハザードマップの内容を実写の映像に合成して AR 表示する携帯端末用アプリケーションを開発している [2]。GPS により、ユーザの位置に合わせたハザード情報を表示することができるが、本研究のように GPS が利用できない地下空間には未対応である。また、実写に重ねて合成される浸水情報は、やはり奥行き感の無い抽象的な表現となり直感的に理解しづらい AR となっている。

3 提案手法

3.1 提案手法の概要

本研究では浸水情報を視覚的に分かりやすく提供するために、水面と物体との隠蔽関係を考慮した AR 表現を目指す。レーザスキャナで得られた点群の3次元座標を扱い、端末撮影画像との特徴点对応による視点推定を行うことで、実空間に整合したランドマークを導入する方針を取る。これにより、GPS が利用できない地下空間でも、ユーザ端末位置に合わせた浸水情報を AR 表示することができる。

3.2 AR システム

CG で仮想的な水面を実写に重ね合わせ、対象空間内の浸水深情報の AR 表示を実現する。レーザスキャナを用いて対象空間内の3次元点群データを取得し、それを基にして対象空間の3Dモデルと点群レンダリング画像を作成する。端末の位置推定を行うために図1に示すようなシステムを構築する。まず、ユーザ撮影画像から特徴点を取得する。そして事前に作成した点群レンダリング画像とユーザ撮影画像で特徴点照合により画像座標間で対応付けを行う。レンダリング

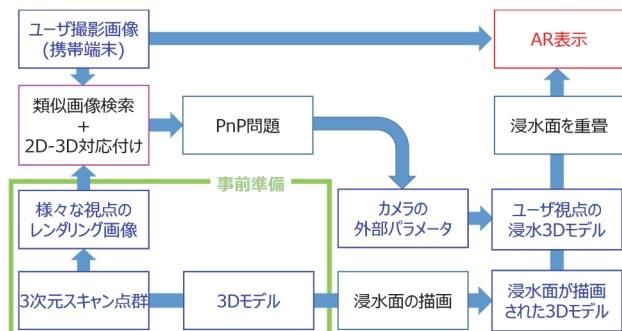


図 1：システム構成

画像の画素は3次元点群の一対一写像なので、ユーザ撮影画像の各画素とスキャンデータの3次元座標が対応づけられる。この対応関係をもとにPnP（Perspective-n-point）問題を解くことにより、3Dモデルの座標系上での端末カメラの外部パラメータを推定できる。対象空間内の3Dモデルを描画し、さらに水面を描画した後、推定されたカメラパラメータに合わせて視点を動かすことで端末視点での対象空間の予測浸水深をCGで描画できる。最終的に3Dモデル上の水面のみを撮影画像に重畳することで浸水状況のAR表示が実現できる。

4 実装

本研究では、地下構造となっている阪急電鉄関大前駅の南改札口を対象空間とし、ユーザ端末としてiPhone4を用いた。開発環境にはVisual Studio 2010（Microsoft社）を用い、ユーザ端末カメラの校正および姿勢推定、特徴点抽出などの画像処理にはOpenCV、AR表示や点群のレンダリング画像作成にはOpenGLを利用した。レーザスキャナ（Focus3D, FARO社製）を用いて現地で計測して取得した3次元点群を、フリーの点群編集ソフトであるMeshLabを用いてメッシュ化し、対象空間の3Dモデルを作成した。図2（上）は推定された端末位置から見た3Dモデルと浸水状況であり、図2（下）は浸水面だけを撮影写真と重畳したAR表示結果である。

5 考察

本研究では任意の撮影視点・方向から浸水深のAR表示が可能となり、壁面や改札機などを水が回りこんだ浸水状況が表現できている。また、浸水深も定量的に変更可能であり、雨量と場所によって変化する予測浸水深に合わせて調整することができる。スキャンデータに新しい画像を反映させて色情報を更新することで、構内の掲示物などの掲示変化に対応した参照情報の維持管理も可能である。表示結果には、モデルと

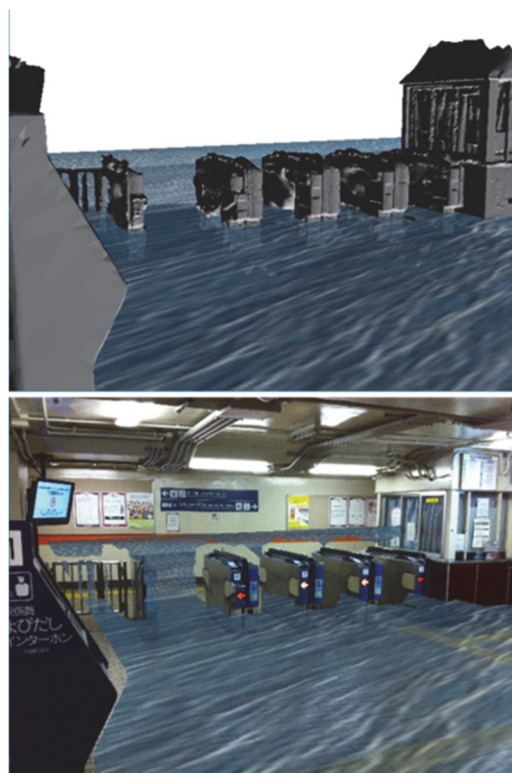


図 2：ユーザ視点での3Dモデル(上)とAR表示(下)

実際の地物に目視で確認できるずれがある。また、PnP問題の求解に数秒を要するため、今後は、端末内蔵のジャイロセンサ等で得られる姿勢情報を制約条件としてPnP問題に加え、端末位置推定の高速化と精度向上を図る予定である。

6 おわりに

本研究では、現場をレーザスキャナで計測したデータと、モバイル端末で撮影した画像の特徴点とを利用して端末のカメラパラメータを推定し、得られたカメラパラメータを用いて、撮影写真と浸水深情報の重畳を行うことで、ユーザの任意の撮影視点・方向からの対象空間の浸水深を3次元可視化できるシステムを提案した。

今後はアプリケーション化や精度向上を追求する予定である。

謝辞：本研究は科学研究費補助金、関西大学先端科学技術推進機構研究グループの助成を受けた。

参考文献

- [1] 尾崎平 他:短期間集中豪雨の伴う内水氾濫による地下街浸水特製の考察,土木学会論文集 B1(水工学),Vol.70,No.4,pp.I.1417-I.1422,2014.
- [2] 株式会社キャドセンサー:防災アプリ「ARハザードスコープシリーズ」,
<http://www.cadcenter.co.jp/camp/ARscope.html>