

(57) 地物と水面の位置関係を考慮した 浸水状況のAR化手法

安室 喜弘¹・鵜野 康平²

¹正会員 博(工) 関西大学環境都市工学部都市システム工学科(〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-3)

E-mail: yasumuro@kansai-u.ac.jp

²学士 関西大学環境都市工学部都市システム工学科(〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35)

震災にともなう津波やゲリラ豪雨などのように、近年でも水害による被害が相次いでいる。特に集中豪雨による水害は、範囲は限定的でも深刻な被害がみられるため、各地の水利施設や、時間当たりの降水量など、比較的局所的な対応として、災害を未然に防ぐだけでなく、災害が起きた時の被災規模の予想や、とるべき行動を周知することも重要とされ災害意識が高まっている。本研究では、拡張現実感(AR:Augmented Reality)を利用した浸水時の予想状況を可視化する手法を開発している。従来は、浸水面と地物との関係が正確に表現されておらず浸水深が知覚し難いAR表現が多くみられるが、ここでは簡単な操作で、水面と地物との隠れ関係を正しく描画する方法を提案し、マーカレスARの枠組みで実装を行った効果について報告する。

Key Words : *Streetlight, Illuminance, CG, Simulation, HDR(high-dynamic range) Imaging*

1. はじめに

平成23年に起こった東日本大震災での津波や、近年頻発するゲリラ豪雨などのように、水害による被害が相次いでいる。大震災のように大規模な被害のほか、短時間での多量な降水による氾濫や地下浸水、下水の逆流といった都市型水害は範囲は限定的でも深刻な被害がみられる。このような背景に鑑みて、災害を未然に防ぐ取組だけでなく、災害が起きた時の被災規模の予想や、とるべき行動を周知することも重要とされ災害意識が高まっている。被害範囲を示した従来の洪水ハザードマップによる抽象的に地図化された情報だけでは実際の浸水状況をイメージしにくい¹⁾。本研究では、カメラを通した映像に浸水状況をCGで描き、水害が起きた時の状況を生活者の視点で可視化し、対策に役立てることを目的とする。

2. 関連技術

図-1は拡張現実感(AR:Augmented Reality)を利用した浸水想定を可視化するシステムである²⁾。タブレット端末内蔵カメラのリアルタイム映像に、想定される浸水のイメージをAR技術により可視化したアニメーション画面に合成表示する。GPS、3軸ジャイロ及び加速度センサーにより端末のモーションを検知することで、浸水イメージのアニメーションと内蔵カメラの映像とを空間同定できる。

一方センサやマーカ等の代わりに、カメラ画像中の自然特徴点を利用してAR表示をおこなう技術にKlein等が提案したPTAMがある³⁾。PTAM内の処理は大きく分けて、マップの初期化、トラッキング、マップの更新順に行い3次元座標を作成し、実時間処理で実環境とカメラとの位置関係を把握することができる。特徴点の検出は常に行われているので、カメラが移動しても連続的に実空間とCGを描画する空間との対応付けが実行され、整合性のあるAR表示が可能である。



図-1 浸水想定ARシステム

3. 提案手法

先行研究²⁾では、物体が水に浸った表現に欠けており、周到に推算された浸水深がユーザには知覚しにくく、実感が得られ難い。そこで本研究では、水面と地物の見え方を考慮した浸水状況のAR画像の生成手法を提案する。図-2に示すように、マーカレスARにより場所を選ばずAR表示を可能にし、同時に映像内

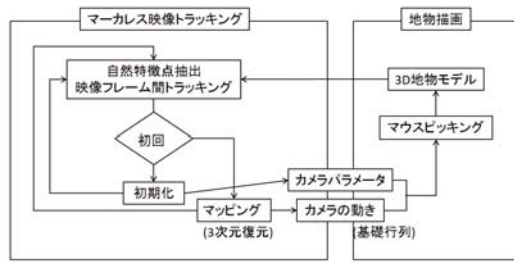


図-2 提案システム

でトラッキングしている3次元座標を利用することで、水面と地物の位置関係を正しくCGで描画する。描画を行う際、水面と地物の位置関係を定義するために簡便なマウスピッキングを使用することによって目の前の物体が水に浸かった表現が可能になると考える。ARとして浸水状況を可視化するには、3D空間の座標系とカメラ座標系からスクリーンへの座標変換を行う必要がある。3D空間の座標系を $[X_d, Y_d, Z_d, 1]^T$ カメラ座標系を $[h_c x_c, h_c y_c, h_c, 1]^T$ とくと、3D空間とカメラ間の座標変換を以下のように、モデリング変換（剛体変換） M と射影変換（中心射影） P により表現される。

$$\begin{bmatrix} h_c x_c \\ h_c y_c \\ h_c \\ 1 \end{bmatrix} = MP \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

システムの初期化とトラッキング機能で P と M が算出されていれば、次に映像画面内をクリックした場所のスクリーン座標 $(winX, winY, winZ)$ から3Dオブジェクト座標 $(objX, objY, objZ)$ を求められる。

$$\begin{bmatrix} objx \\ objy \\ objz \\ 1 \end{bmatrix} = P^{-1}M^{-1} \begin{bmatrix} \frac{2(winX-view[0])}{view[2]} - 1 \\ \frac{2(winY-view[1])}{view[3]} - 1 \\ 2(winZ) - 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

カメラの映像に映り込んでいる地物が水面と接する角をクリックし、その点を頂点とした水面に垂直な多角柱を描くことで地物の表現が可能になる。

4. 実装

実写映像のAR化には、PTAM³⁾を使用する。PTAMは初期のトラッキング処理において、3次元空間中の水平面を構成するため（図-3）、浸水高を表現するのに整合性が良い。ユーザが映像中の地物の角をピッキング（クリック）すると、システムはオブジェクト座標を取得し、その座標を頂点として水面に垂直な多角柱を描くことによって、現仮想的に水に浸かった実の地物を表現する。

カメラ画像から特徴点を検出し、カメラを平行移動



図-3 トラッキング中（左） 3次元座標表示（右）



図-4 水面を4点クリック（左） 地物出現（右）

させて得られる映像のトラッキングを行い、映像中に3次元座標を作成した結果を図-3に示す。この作業で得た3次元座標に3DCGオブジェクトの水面を水平に描画する。そしてカメラの映像に映っている地物の角（4点）をクリックすると、水に浸った3DCGオブジェクトの地物が角柱として描画され、リアルタイムにカメラ（視点）の動きに従ってAR表示が可能となった。この結果を図-4に示す。なおこの角柱部分を透明に表示することも可能である。

5. おわりに

本研究は、マーカやセンサを用いないAR技術を利用し、浸水面と映像中の地物との位置関係をCGに反映する方法を示した。マウスピッキングを利用し、映像に映っている地物の角を4点クリックすることで、水に浸かった地物を描画し、浸水深の知覚し易い表現が可能となり、その後は継続的にAR表現が可能となった。今後は、ジャイロなどの内部センサとの連動により地形の変化や地物の姿勢に対応させることが挙げられる。

謝辞： 本研究の一部は独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金（24510239）の助成による。

参考文献

- 1) 吹田市洪水避難地図 <http://www.city.suita.osaka.jp/var/rev0/0031/8886/map01.pdf> (入手 2014.7.29)
- 2) 株式会社国際航業「浸水想定ARシステム」 <http://jp.diginfo.tv/v/12-0126-r-jp.php> (入手 2014.7.29)
- 3) G. Klein et al., Parallel tracking and mapping for small AR workspaces, International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR, 2007.