

大阪大学工学部

学生会員 ○種村 貴士

大阪大学大学院工学研究科教授

正会員 矢吹 信喜

大阪大学大学院工学研究科准教授

正会員 福田 知弘

1. 研究の背景と目的

近年、環境デザイン、土木建築分野での景観検討において、コンピュータの中で仮想的に作られた環境である仮想世界を、現実空間のように体感することができる VR (Virtual Reality) が広まっているが、VR には、仮想世界の作成に大きな時間的、費用的コストが必要となるという課題がある。そこで、カメラ動画像に 3 次元モデルを重畳することで周辺環境の 3 次元モデルの作成を必要としない AR (Augmented Reality) が注目されている。しかし、現在の AR 技術では、既設構造物を解体、撤去し、そこに新たに構造物を建設することを想定して景観検討をおこなう場合、解体、撤去する予定の既設構造物と、重畳する新設構造物の 3 次元モデルが交わって表示され、本来見えるべきでない既設構造物の一部が見えてしまい、適切な景観検討ができないという問題がある。

この問題を解決するニーズに伴い、背景画像を除去対象物領域に重ね合わせることで、障害物を取り除く技術である DR (Diminished Reality) が着目されている。しかし、屋外の大規模構造物の解体、撤去時の景観検討に利用できるような DR 手法は未だ見当たらない。そこで、本研究では 3 次元点群データ (Point Cloud) を用いて、建物の解体、撤去時の景観検討での利用を想定した、屋外大規模構造物を対象とした DR 手法を開発することを目的とし、開発したシステムの検証実験を行うこととした。

2. PCDR システムの開発

本研究で開発したシステムは Point Cloud Diminished Reality Simulation System であり、PCDR システムと略称する。PCDR システムの動作メカニズムの平面図を図 1 に示す。本研究では、将来、大都市を中心に、3 次元レーザースキャナにより、大

半の構造物の 3 次元点群データが入手可能な状況であることを想定している。PCDR システムは、コンピュータに接続した Web カメラから撮影した映像中の除去対象物の背後にある不可視領域を、3 次元点群データによる仮想世界で除去対象物領域に合成することにより、DR を実現する。背景画像として使用する 3 次元点群データは、予め PCDR システム内に保存しておく必要がある。

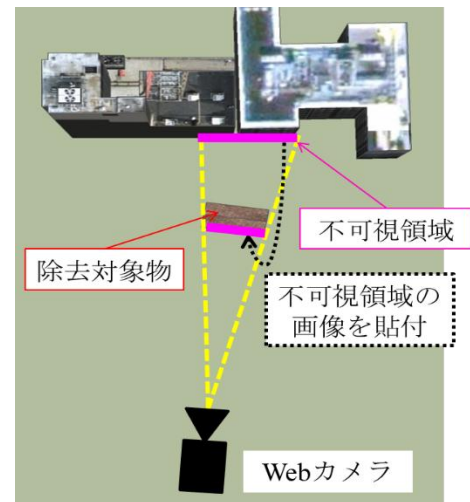


図 1 PCDR システムの動作メカニズムの平面図

PCDR システムは、起動後、Web カメラ位置の GPS 座標を入力し、Web カメラ画像中の特徴点と 3 次元点群データを用いて位置合わせ¹⁾を行う。位置合わせ後、仮想世界表示プロセスと、合成領域決定プロセスに分かれる。仮想世界表示プロセスでは、別ウィンドウで、位置合わせの行われた 3 次元点群データによる仮想世界を表示しておく。合成領域決定プロセスでは、カメラ画像に合成する仮想世界の合成領域を決定する。まず、位置合わせ後、カメラ画像中の除去対象物には、除去対象物の緑色の 3 次元モデルが重畳される。この 3 次元モデルは、後の二値化処理の際、除去対象物領域を他の領域と区別



図 2 Web カメラ画像

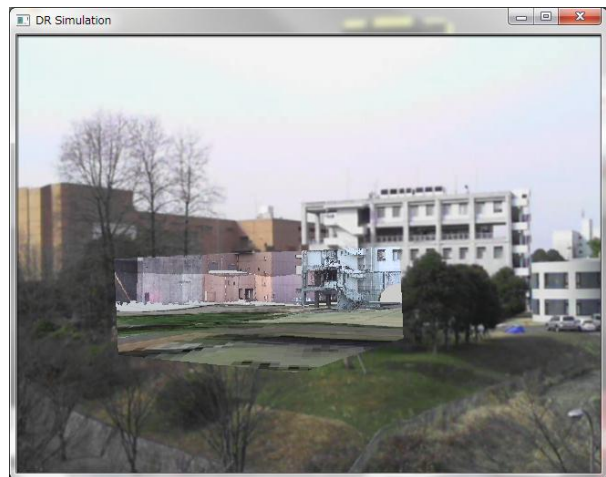


図 3 DR シミュレーション結果

するのに使用するため、緑色である必要がある。次に、緑色の 3 次元モデルが重畳されたカメラ画像から、緑色の色要素のみを持った、緑チャンネルのグレースケール画像を取得する。取得したグレースケール画像に対して、輝度値が 255 より小さいピクセルを全て輝度値 0 とし、輝度値が 255 であるピクセルには変更を加えない二値化処理を加え、マスク画像を作成する。マスク画像において、緑色の除去対象物の 3 次元モデルが重畳された領域は白色になり、他の領域は黒色になっている。以上が合成領域決定プロセスである。

最後に、マスク画像の白色の領域のみを、位置合わせのおこなわれた背景画像として使用する 3 次元点群データから、カメラ画像にコピーすることで、Web カメラから不可視領域を、3 次元点群データによる仮想世界で除去対象物領域に合成し、DR が実現する。PCDR システムは、位置合わせの際に 3 次元点群データと対応付けられた特徴点をカメラ映像に追従して、トラッキングをおこなうので、視点の移動にも対応している。

3. 検証

PCDR 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おいて行った。実験対象地については、実験当時に 3 次元点群データの取得されている建物が背景に位置するような、除去対象物およびカメラ視点を選定した。Web カメラ画像を図 2 に、二値化およびクロマキー処理後の DR シミュレーション結果を図 3 に示す。地面部分の 3 次元点群データは取得していなかったため、3 次元モデリングに

よって仮想世界の補正をおこなった。PCDR システムは屋外の大規模構造物を対象とした DR を実現できることが確認されたが、除去対象物の前面に樹木等が存在する場合は、樹木等が部分的に見えなくなるという課題も発見された。

4. 結論と今後の課題

本研究の結論を、以下にまとめる。

- ① 屋外の大規模構造物を対象としたリアルタイムレンダリング方式の DR シミュレーションシステム「PCDR システム」を開発した。
- ② 本研究で開発した PCDR システムによる DR 手法により、現在の AR 手法では適切におこなうことのできない、屋外の大規模構造物の解体、撤去を想定した、幾何学的整合性のとれた景観検討が可能であることが確認された。
- ③ あらゆる構造物や樹木等が 3 次元点群データとして取得されることが期待される将来の都市環境下においては、屋外のような場所および視点から既設構造物の解体、撤去を想定した景観検討をおこなうことができる DR 手法を提案した。

今後は、除去対象物の手前に別の物体が存在する場合、その一部が見えなくなるという問題や、仮想世界と現実世界の色調の違いといった問題を解決していきたい。

参考文献

- 1) N.Yabuki, Y.Hamada and T.Fukuda : Development of an Accurate Registration Technique for Outdoor Augmented Reality Using Point Cloud Data, ICCCB, Moscow, 2012.