

未来社会創造事業（探索加速型）
「次世代情報社会の実現」領域
終了報告書（探索研究）

令和3年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:相澤 清晴]

[東京大学大学院 情報理工学系研究科・教授]

[研究開発課題名:360度映像技術による回遊・滞在するデジタルツイン空間の創出]

実施期間：令和3年10月1日～令和6年3月31日

§1. 研究実施体制

(1) 相澤グループ(東京大学)

① 研究開発代表者: 相澤清晴(東京大学大学院情報理工学系研究科、教授)

② 研究項目

- ・360度映像群からのムービーマップ映像データベースの構築
- ・360度映像画像処理基盤技術
- ・ムービーマップ映像へのライブ等の新映像の合成
- ・ムービーマップ映像でのインタラクションの実現
- ・ユーザステディ、ケーススタディを通じた検証

(2) 池畑グループ(国立情報学研究所)

① 主たる共同研究者: 池畑諭(国立情報学研究所コンテンツ科学研究系、助教)

② 研究項目

- ・3次元モデリング
- ・新規視点映像合成

(3) 齋藤グループ(東京大学)

① 主たる共同研究者: 齋藤大輔(東京大学工学系研究科、准教授)

② 研究項目

- ・ムービーマップのための音処理

§2. 研究開発成果の概要

本研究では、実写映像を用いて、バーチャルな探訪・回遊・滞在を実現するための究極的な取り組みとしてのデジタルツインの街を具現化する。具体的には、360度映像群を用いて、所与の地域内をバーチャルに回遊し、リアルなイベントを体験でき、インタラクションが可能となる写実的な映像空間による新しいムービーマップを築く基盤技術を構築する。

以下の項目での研究開発の成果を得た。

(a) ムービーマップ映像空間の構築基盤技術

1. 地域映像の取得とムービーマップの構築: 広島平和記念公園、姫路市街、品川駅前、秋葉原、下北沢等の映像を取得し、ムービーマップの構築を行った。<http://moviemap.jp>にて閲覧できる。
2. 映像交差の検出
新しい映像交差検出手法として、PDoT(Possible Direction of Travel)の類別に基づく手法を提案し、単一の360度画像からの交差点画像の検出が可能であることを示した。
3. 修正、追加更新ツールの開発: 映像交差の検出結果について誤りがある場合の修正、映像の随時追加が可能なツールの開発を行った。

(b) 360 度映像処理基盤技術

360 度映像の処理技術として、以下に関しての研究開発を行った。

1. 360 度 RoI: 360 度映像からの顕著性マップに基づく RoI (Region of Interest)の自動検出手法を開発し、その RoI をあわせて提示するインタフェースを作成した。
2. 360 度物体検出: 360 度画像からの物体検出として、あらたに Dual-ERP 方式を提案した。また、あらたな物体検出の指標として、測地線距離に基づく FoV-IoU を提案した。通常の 360 度映像の ERP の高緯度での歪みや辺での不連続の問題を解決し、精度よい検出を実現した。
3. 360 度映像補完: 撮影者等を削除した部分的な欠落に対しての効果的にインペイントを行う手法を提案した。
4. 360 度画像からのデプス推定: 教師なし学習によるデプス推定のフレームワークを提案し、GT データがないために応用の難しかった屋外での適用を可能にした。
5. CityGML(Plateau)といった都市の幾何モデルを利用し、360 度映像を動的に投影する VR 空間の構成という新しい方法を示した。
6. 第 3 者が、ムービーマップを構築するためのプラットフォームの構築を進めている。

(c) 映像空間でのインタラクションの実現、新規コンテンツの提示

1. 360 度映像からインタラクティブなバーチャル空間(360RVW)の構築を行った。
2. ブラウザーで表示可能なムービーマップに対し、あらたな Unity ベースのインタフェースを作成した。
3. 360RVW にアバターの導入を行い、自然に見えるよう描画を工夫した。
4. 設定した View 領域に対して、移動特定区間で、ライブ映像の表示など新規コンテンツの表示を行った。

(d) ユーザスタディでの検証

1. 360 度動画に対して、ユーザの反応、心理的な評価を 360 度静止画、通常動画の両者とユーザスタディにて比較した。
2. 連携研究機関とともに姫路でのケーススタディを通じたムービーマップの効果検証を行った。

【代表的な原著論文情報】

1. Mizuki Takenawa, Naoki Sugimoto, Leslie Wöhler, Satoshi Ikehata, Kiyoharu Aizawa, 360RVW: Fusing Real 360°Videos and Interactive Virtual Worlds, ACM Multimedia 2023 (Technical Demos)
2. Miao Cao, Satoshi Ikehata, Kiyoharu Aizawa, Field-of-View IoU for Object Detection in 360°images, IEEE Trans. Image Processing, doi: 10.1109/TIP.2023.3296013
3. Yuuki Sawabe, Satoshi Ikehata, Kiyoharu Aizawa, Saliency-Based Multiple Region of Interest Detection From a Single 360° Image, IEEE ACCESS, vol. 10, pp. 89124-89133, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3200486.