

第5回(平成26年度第2回)CRCフォーラム(平成26年9月19日(金)開催)
「安全・安心のための画像・映像技術」

カメラ映像からの三次元復元 技術を用いた災害状況の把握

長谷川 誠 准教授
工学部情報通信工学科



カメラ映像からの三次元復元 技術を用いた災害状況の把握

東京電機大学工学部

情報通信工学科

長谷川誠

目次

1. はじめに: 災害状況の把握
2. 研究課題: 携帯カメラを用いた住民による災害画像の投稿と災害状況の把握
3. RGB-Dカメラ(Kinectセンサ)を用いる方法との比較
4. 先行研究の紹介
5. 三次元復元事例
6. 技術的課題
7. 研究計画
8. まとめ

災害状況の把握

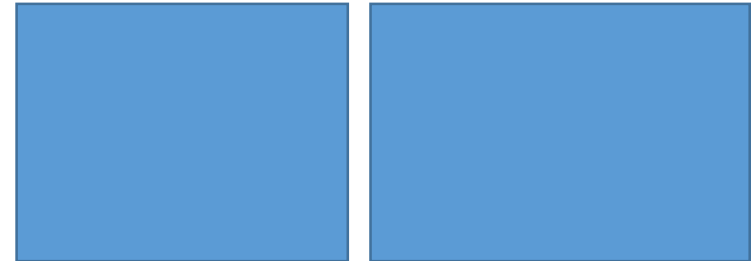
- 航空機や衛星を用いた災害状況把握・管理システム
- 災害監視カメラ
- 災害情報収集ラジコンヘリコプタ
- 住民による災害状況の投稿

(大震災への対策)

- ソーシャルメディア上の「つぶやき」を利用した災害情報の入手(国土交通省)
- 住民がつくるデジタル防災地図(文・写真投稿)

(研究課題)

- 携帯カメラを用いた災害画像の投稿
- 災害画像(多視点画像)を用いた災害現場の三次元復元



災害監視カメラ ラジコンヘリコプタ



Twitter

研究課題

携帯カメラを用いた住民による災害画像の投稿

三次元復元技術(SfM)を用いて三次元形状を復元

- 住民の投稿による早急な情報把握
- 画像および三次元形状で災害現場を可視化
- 複数の投稿(多視点画像)を統合することが可能

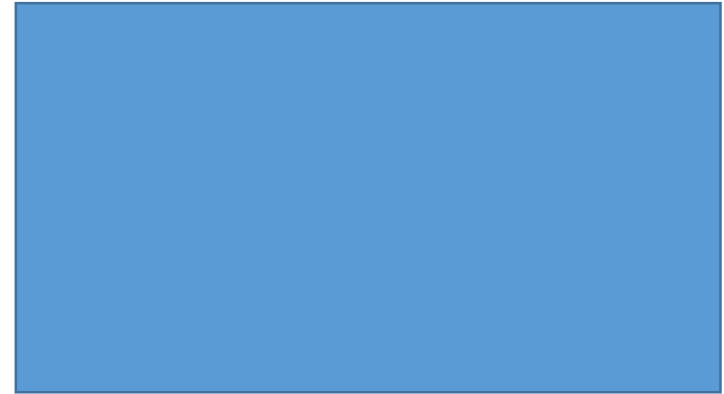


ビデオカメラで移動しながら撮影, または複数の写真を撮影, 投稿

RGB-Dカメラ (Kinectセンサ) を用いる方法との比較

RGB-Dカメラ (Kinectセンサ)

- 一般的なムービーカメラ (RGB カラーカメラ) の他に赤外線ラザンダムドットパターンプロジェクタと赤外線カメラを装備
- 被写体の三次元形状復元が可能
- 計測可能範囲 (**cm ~ *m) 災害状況撮影は現状では不可能
- 交流電源が必要; 携帯できない



映像からの三次元復元技術 (SfM) の利点

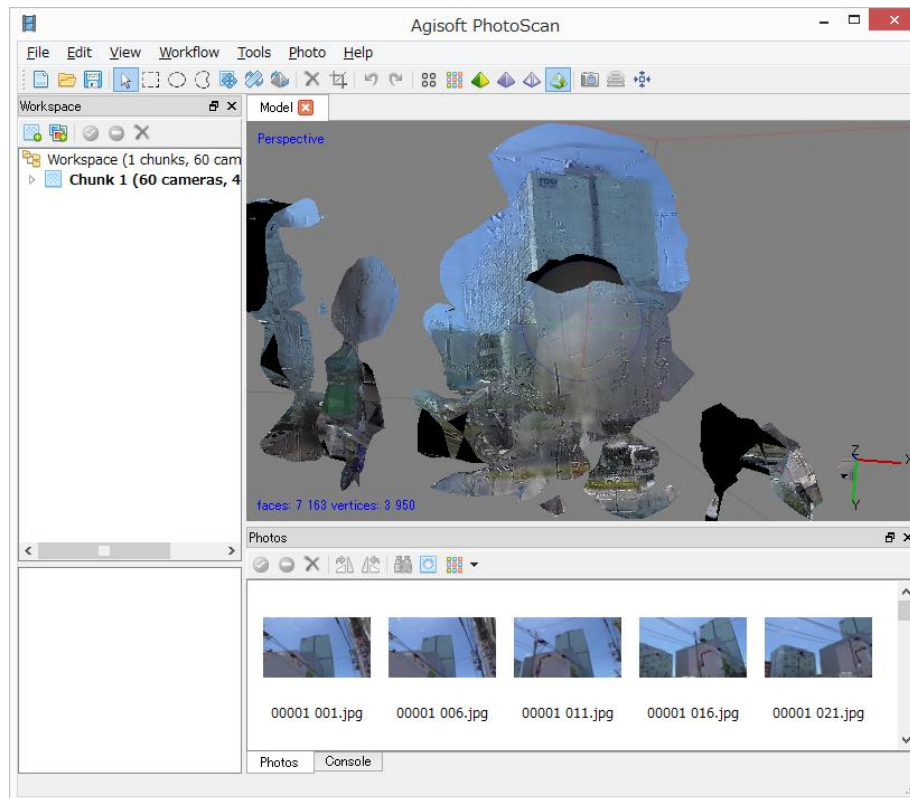
特別なセンサは必要なく、携帯端末のカメラを用いて三次元復元可能

SfMを用いた三次元復元 (structure from motion)

1. 携帯カメラによる動画像の撮影
2. 静止画像(多視点画像)の切り出し
3. 特徴点の抽出と対応づけ(SIFT法)
4. 三次元形状の推定(三次元点群データの生成)
5. カメラ位置の推定
6. 高密度点群データの生成(Clustering Views for Multi-view Stereo法 (CMVS))
7. ポリゴン生成
8. テクスチャマッピング(画像貼り付け)

Agisoft PhotoScan を利用

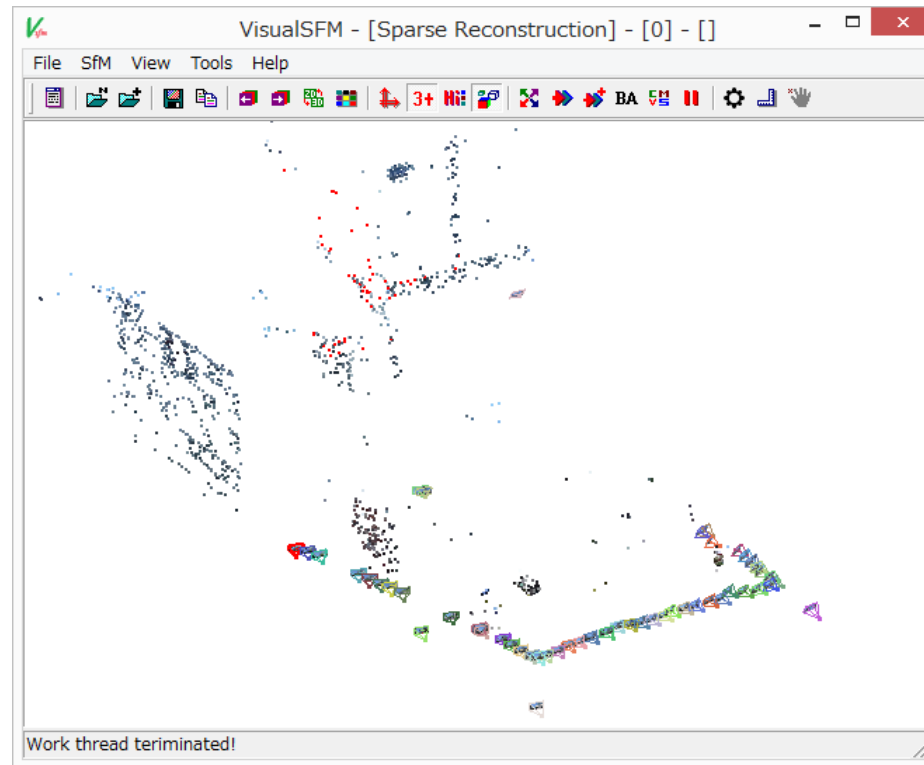
- <http://www.oakcorp.net/photoscan/>



PhotoScan実行画面

VisualSFM

- <http://ccwu.me/vsfm/>

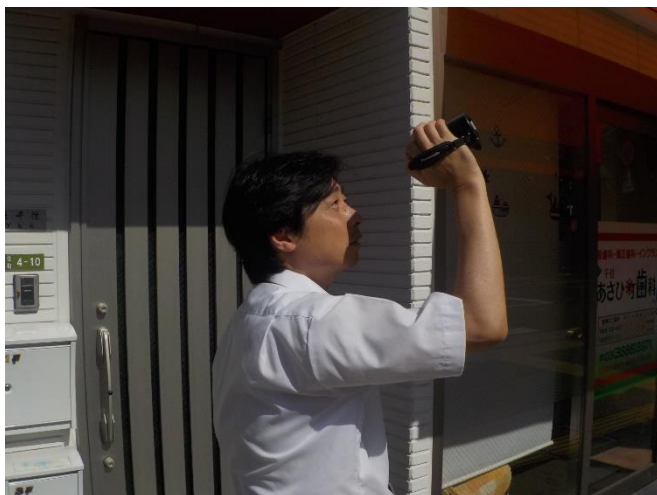


VisualSFM実行画面

三次元復元事例(1)

- 歩きながら東京電機大学千住キャンパスをムービー撮影
- 撮影時間3分16秒

東京電機大学千住キャンパス

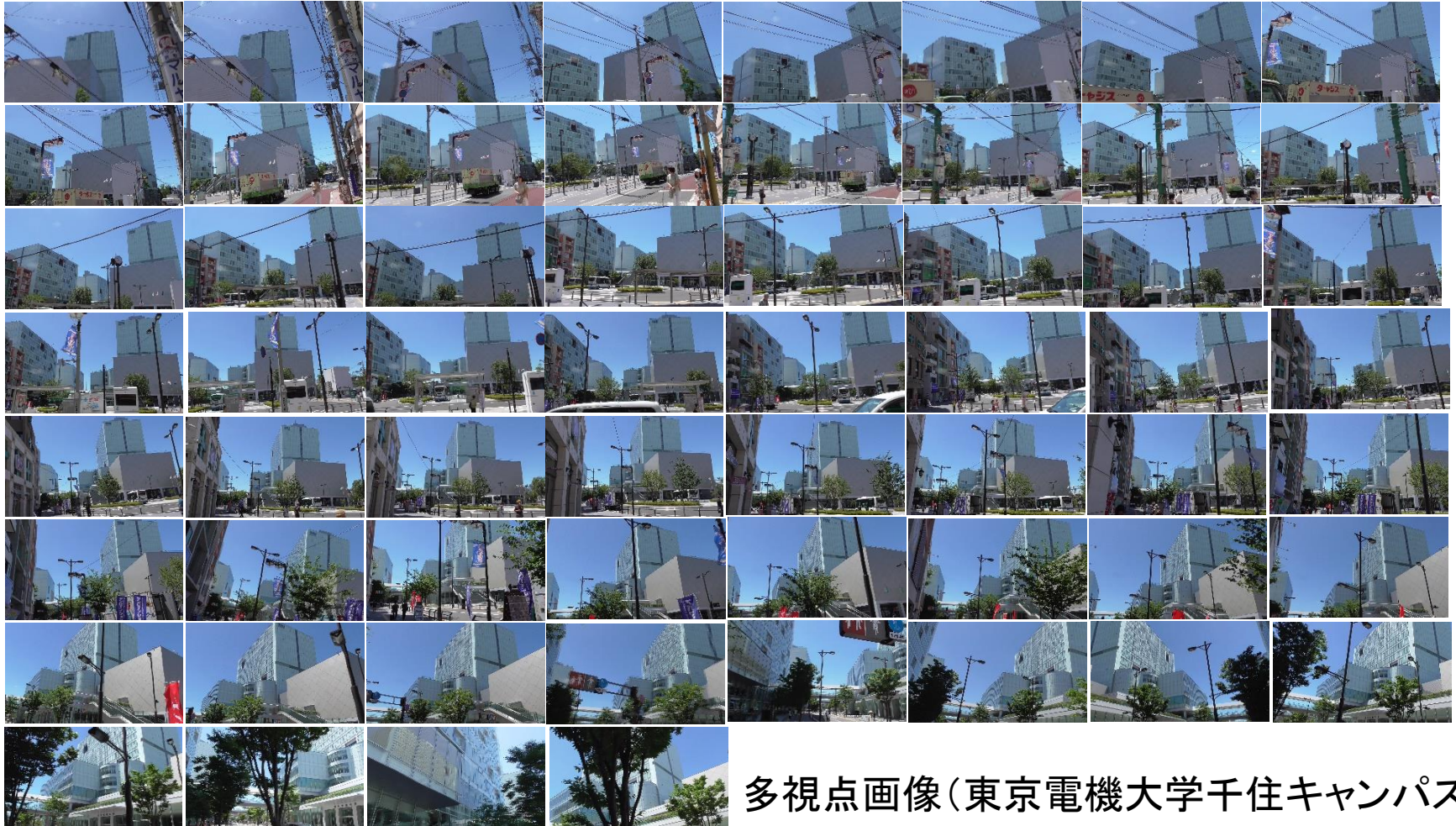


撮影の様子



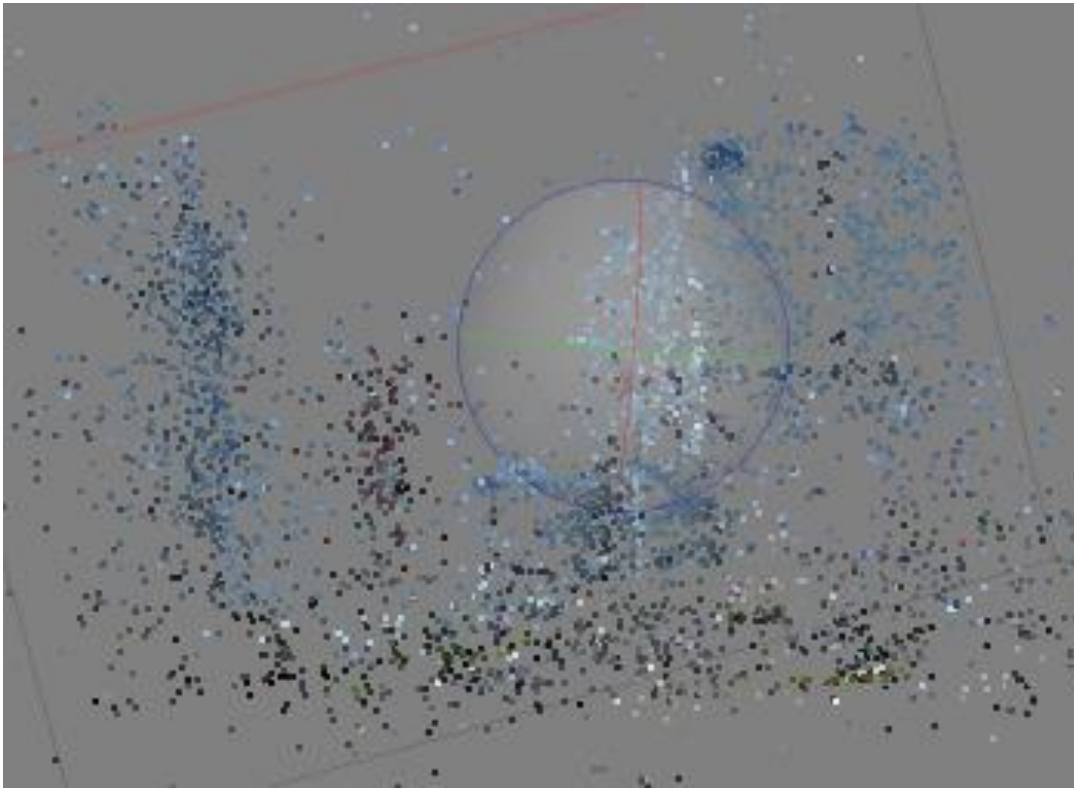
撮影経路

動画から切り出された静止画像 (60フレームの多視点画像)



多視点画像(東京電機大学千住キャンパス)

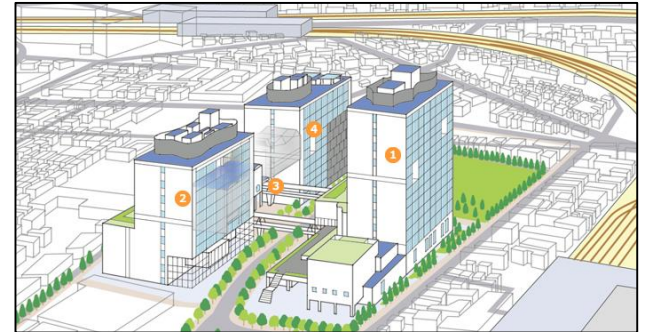
三次元点群データの生成結果



三次元点群データ(4176ポイント)

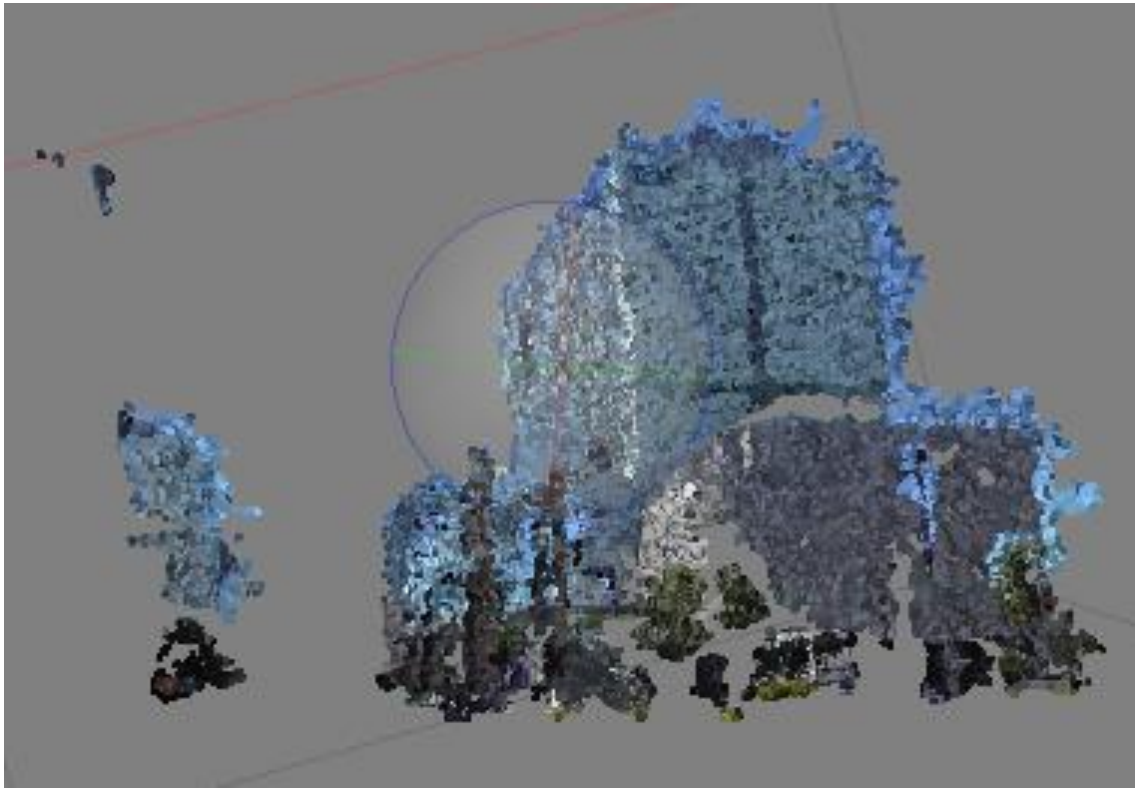


キャンパス写真



キャンパス図

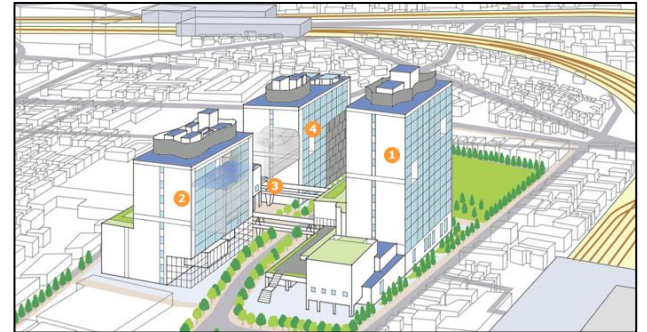
高密度点群データの生成結果



高密度点群データ(70060ポイント)



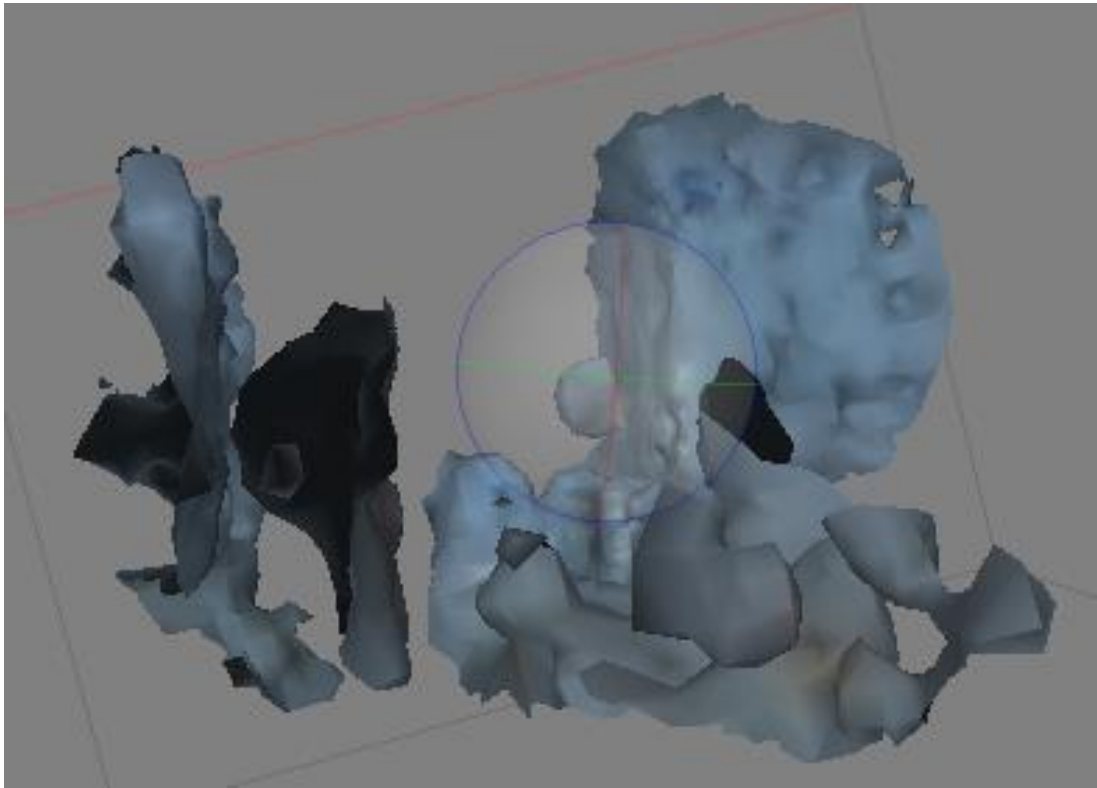
キャンパス写真



キャンパス図

チューニングパラメータは標準

ポリゴン生成結果



ポリゴン生成(7163ポリゴン)

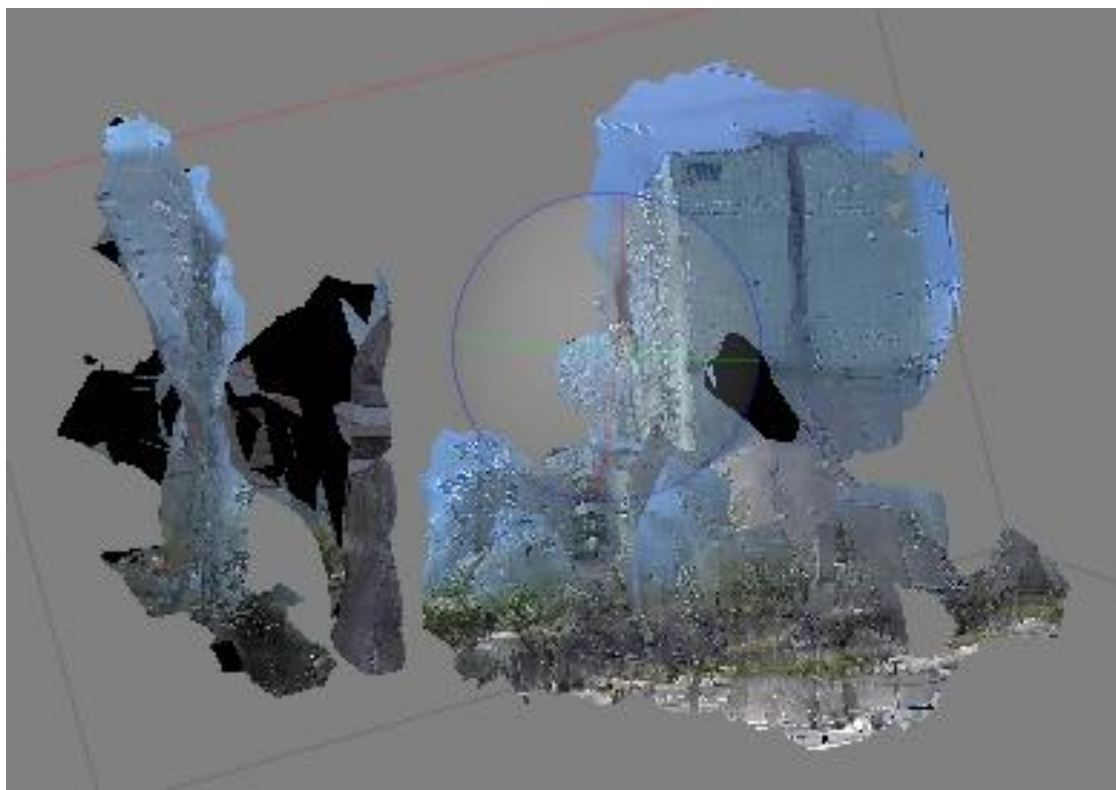


キャンパス写真

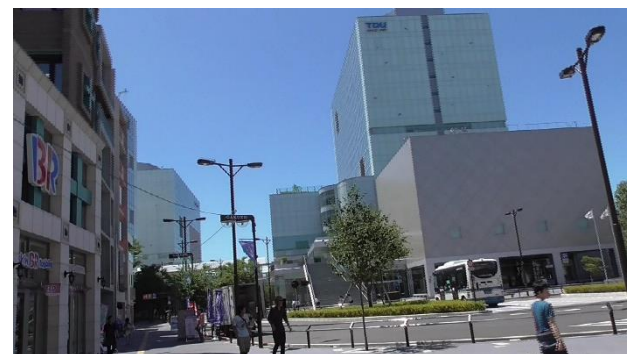


キャンパス図

テクスチャマッピング(画像貼り付け)結果



テクスチャマッピング結果



キャンパス写真



キャンパス図

チューニングパラメータは標準

処理時間

- 3分16秒の動画撮影
- 60枚の静止画を切り出し
- 横1920画素 × 縦1080画素
- Intel Core i7 動作周波数 2.1GHz, 主記憶 8GB
- チューニングパラメータは標準

処理	時間(秒)
特徴点抽出	1分21秒
特徴点对応	41秒
三次元点群データの生成	18分1秒
高密度点群データの生成	9秒
ポリゴン生成	30秒
テクスチャマッピング	3分10秒

三次元復元事例(2)

- 福田大橋を歩きながら七北田川をムービー撮影
(宮城県仙台市)
- 撮影時間1分39秒



七北田川



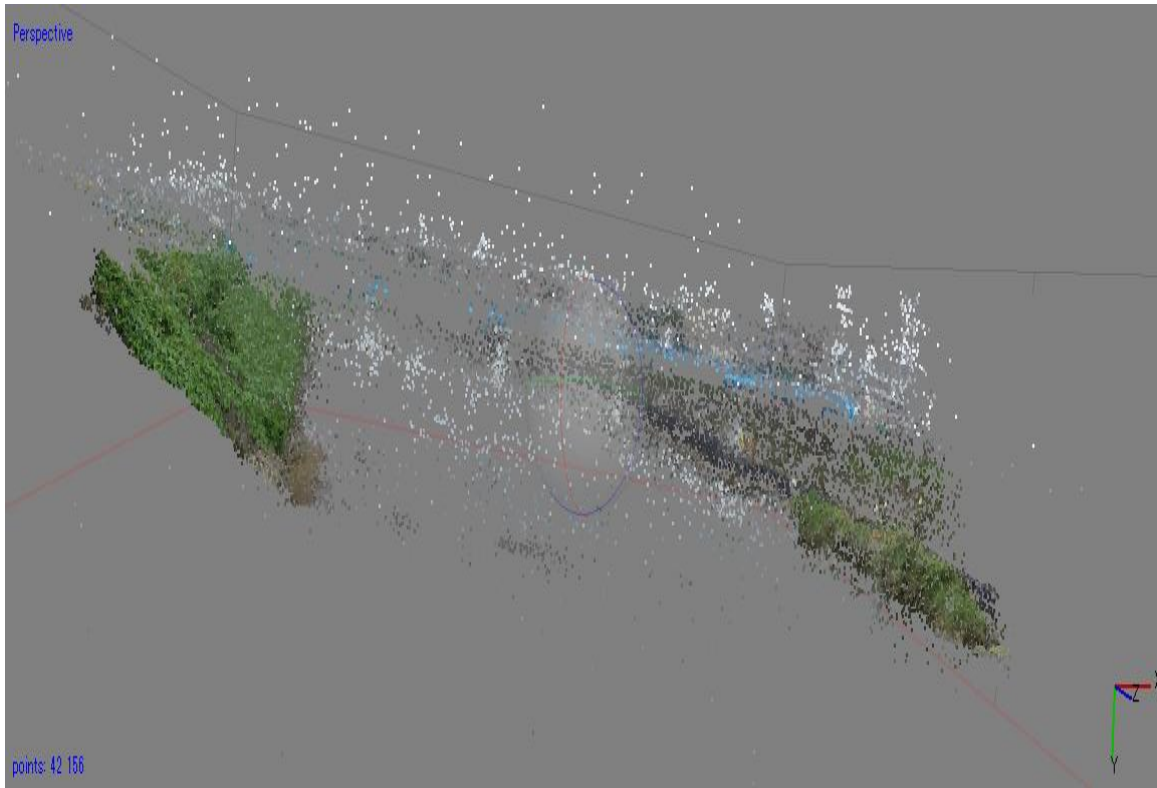
撮影経路

動画から切り出された静止画像 (140フレームの多視点画像の一部)



多視点画像(七北田川)

三次元点群データの生成結果



写真

三次元点群データ(42156ポイント)

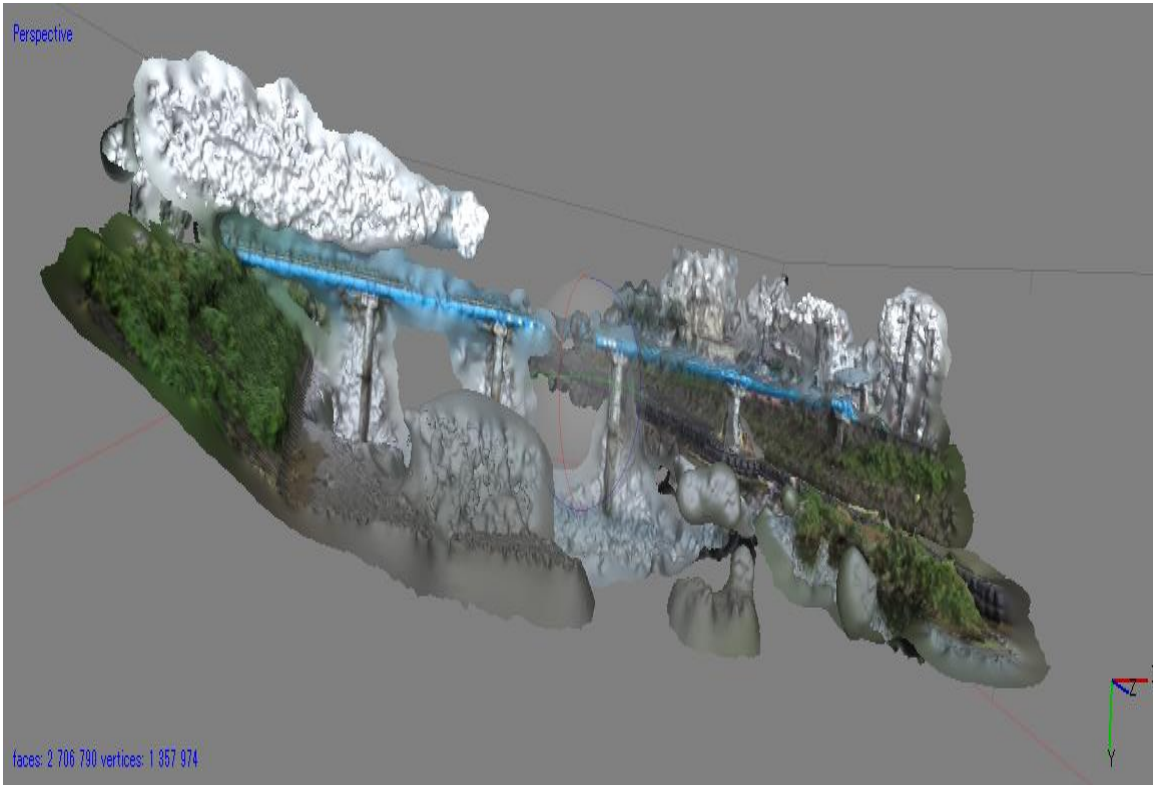
高密度点群データの生成結果



写真

高密度点群データ(1024575ポイント)

ポリゴン生成結果



ポリゴン生成



写真

テクスチャマッピング(画像貼り付け)結果



テクスチャマッピング結果



写真

処理時間

- 1分39秒の動画撮影
- 140枚の静止画を切り出し
- Intel Core i3 動作周波数 2.53GHz, 主記憶 4GB

処理	時間(秒)
三次元点群データの生成	1時間16分6秒
高密度点群データの生成	2時間2分22秒
ポリゴン生成	2分47秒
テクスチャマッピング	3分56秒

技術的課題

(三次元復元)

- 精度が低い(定性評価)
- 定量評価方法が必要
- 多視点画像数と精度の関係が不明
- 不良な画像が混入すると精度が著しく低下
- 三次元形状の誤推定が発生

(処理時間)

- 処理時間が長い; 多視点画像数が多くなると処理時間が著しく膨大

技術的課題(続き)

(耐性)

- 撮影条件への耐性が低い
- 手ぶれ・ノイズ耐性が著しく低い
- 同じ画像であっても結果が異なり不安定

(その他の性能)

- ポリゴン生成の性能が著しく低い
- 撮影位置の誤推定が発生

技術的課題(続き)

(未検討事項)

- 撮影条件(位置, 明るさ)と三次元復元精度の関係が不明
- 各種パラメータの最適化
- 複数の映像を統合して三次元復元する方法

研究計画

- (検証) 災害現場で撮影，三次元復元を繰り返し，チューニングしながら要求精度を満たすか否かの検証
- (検証) 撮影位置・多視点画像数と三次元復元精度の関係について考察
- (検討) 複数投稿の映像を統合して三次元復元する可能性・方法
- (比較) RGB-Dカメラ (Kinect センサ等) を用いる場合との比較
- (耐性) 撮影環境の違いによる三次元復元精度について検討

研究計画(続き)

- (耐性)手ぶれ・ノイズに強い方法の検討
- (コスト)リアルタイム把握のため, 計算コストを低減させる方法の検討
- (検討) SfMの改良・新たな方法の提案
- (検討) 航空機・衛星からの情報, 災害監視カメラ, 災害情報ラジコンヘリコプタとの連携
- (開発) 実用に耐えうるシステムの開発
- (耐性) 災害に強いネットワークの検討
- (運用) 大震災を想定した運用について検討

まとめ

携帯カメラを用いた住民による災害画像の投稿
災害状況の三次元復元

- 迅速な状況把握・可視化・複数投稿の統合
- SfMを用いた三次元復元の事例紹介
- 技術的課題・研究計画の検討
(直近の課題)
- 災害現場で撮影，三次元復元の試行を繰り返し，チューニングしながら要求精度を満たすか否かの検証