

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26540114

研究課題名(和文) 災害対策問題を集合知的に解決するための実世界ゲーミフィケーション環境の構築と評価

研究課題名(英文) Real World Gamification Environment for Resolving Disaster Planning Issues Collectively

研究代表者

長尾 確 (Nagao, Katashi)

名古屋大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：70343209

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、集合知を用いて、実際の建物の内部を仮想化し、災害状況をシミュレーションすることで災害対策手段を考察しやすくすることを目的とする。

前半は、シミュレーション結果に基づいてオンラインでディスカッションを行うための環境を構築した。後半は、シミュレーションをよりリアルに行うために、既存技術である3次元地図に人物や家具のような構造物の3Dデータを統合する手段を構築した。

環境の基本的な部分の構築はほぼ終了したため、今後は実運用のために本研究成果を拡張する予定である。

研究成果の概要(英文)：This research aims at development of real world gamification environment for resolving disaster planning issues collectively through the internet. This research involves virtualization of indoor situations of real buildings. We already developed an automatic indoor 3D map generation system.

We developed an online discussion environment for discussing results of simulation at the first year of the period. Then, we developed a method for virtualizing human figures and artifacts such as furnitures in the building and added their 3D data into the indoor 3D map.

We almost finished to construct a virtualization and simulation environment and started to deploy it online for gamification of disaster planning.

研究分野：知能情報学

キーワード：災害対策 実世界の仮想化 シミュレーション ゲーミフィケーション 集合知

1. 研究開始当初の背景

現実の建物において避難訓練などの予行演習を行って、災害時の問題を発見し、対策のプランニングを行うのは一般に困難である。そこで、仮想世界において建物を詳細に再現し、シミュレーションを行うことによって災害対策を立案する必要がある。

そのシミュレーションは様々な場合を想定して行うべきであるが、特定の間人や組織の考えられる範囲には限界がある。

そこで、シミュレーションによる災害対策プランニングを不特定多数の参加する社会的問題として定義し、集合知を利用して解決する方法が考えられる。そのためには、ゲーミフィケーションのアイデアを導入することが有効である。

ゲーミフィケーションは、様々な問題にゲームの要素を採り入れ、参加者が共通の目標を持って競い合うことで、問題を解決に導く手法である。

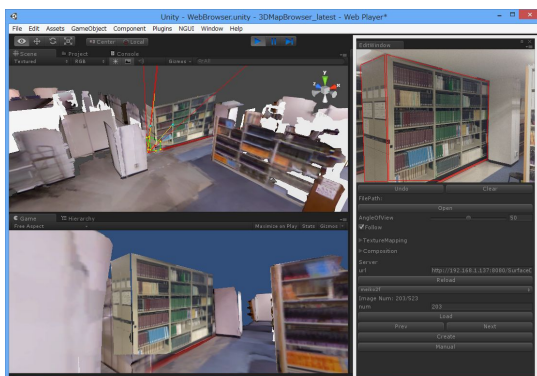
2. 研究の目的

本研究では、シミュレーションによる災害対策プランニングを不特定多数の参加する社会的問題として定義し、集合知を利用して解決するための仕組みを構築する。

そのためにゲーミフィケーションのアイデアを導入し、参加者が共通の目標を持って競い合うことで、大規模で複雑な問題を解決に導くことを目的とする。

3. 研究の方法

我々は、これまで、以下の図に示すように、自律移動ロボットを用いて屋内の3次元地図を自動生成し、Webで共有しユーザーが容易にアノテーションできる技術を実現した。



この技術を発展させて、大規模屋内施設の災害対策にゲーミフィケーションを適用できるプラットフォームを実現する。具体的には、研究代表者が2010年4月より研究開発している、自律移動ロボットとその制御ソフトウェア、および屋内3次元地図の生成と応用技術をベースにして、災害対策シミュレーションシステムおよびゲーミフィケーションの

実践的プラットフォームを開発する。

まず、既存技術である屋内3次元地図の自動生成手法の高度化を行う。それと同時に、災害対策シミュレーションの結果について複数のユーザーが議論を行える環境を構築し、その議論の内容から問題解決のための知識発見が行えるようにする。その実運用のためのシステムの設計と実装を行う。

4. 研究成果

本研究の前半では、シミュレーション結果に基づいてオンラインでディスカッションを行うための環境を構築した。ディスカッション支援環境では、参加者のすべての発言を記録・構造化・管理でき、その分析に役立てることができる。

後半では、シミュレーションをよりリアルに行うために、既存技術である3次元地図に人物や構造物などの3Dデータを統合する手法を構築した。この手法では、3次元地図と同様に、後述する自律移動ロボットを用いることで、人物や構造物の自動3Dスキャンが可能である。また、人型ロボットを対象としたシステムの評価実験を行い、おおむね良好に3Dデータが取得できていることを確認した。今後の課題として、色による点群のノイズ除去や点群のスージング処理による全点群データ生成の精度向上、点群データからメッシュデータの生成、実際の人物を対象としたシステムの評価実験、スキャン速度の向上などが挙げられる。以下ではこの研究成果に関して、より詳しく述べる。

3D スキャン用自律移動ロボット

自動的な3Dスキャンを行うにあたって、RGB-Dカメラやレーザーレンジセンサを搭載して移動させるための自律移動ロボットを開発した。このロボットは、ベースとなる対向二輪型の移動機構の上に、対象物の三次元点群データを取得するためのRGB-Dカメラと、周囲環境と移動体間の水平距離を計測するためのレーザーレンジセンサ、その他にノートPCやRGB-Dカメラ用のバッテリーを載せたものになっている(図1)。



図1: 自律移動ロボット

RGB-DカメラとしてMicrosoft社のKinect V2

センサを、レーザーレンジセンサとして SLAMTEC 社の RPLIDAR を、小型移動ロボットとして、iRobot 社の Create2 を使用し、比較的安価な構成となっている。小型自律移動体は、自動的にスキャン対象の人物や構造物の周りを周回しながら、Kinect センサによって人物の三次元点群データを取得する。

対象物の全周点群データ生成

(1)点群データ取得

対象物を様々な方向から撮影した複数の三次元点群データを重ね合わせることで、その全周点群データを生成する。自律移動ロボットが対象の周囲を自動的に周回し撮影することによって、その点群データを取得する。ただし、撮影時に対象が動いてしまうと、取得した点群の重ね合わせが失敗する可能性があるため、人物の場合はセンサが稼働中は静止してもらっている。対象の周囲をロボットが周回するために、対象の位置とそれまでの距離に応じて、ロボットの向きと位置を調整する。向きは、人物の場合は Kinect センサによる骨格検出を用いて人物の方向を検知することにより調整し、位置は、レーザーレンジセンサを用いて対象までの距離を計測することにより調整する。

(2)点群データの重ね合わせ

全周点群データを生成するために、取得した三次元点群データの重ね合わせを行う。重ね合わせには、三次元点群の特徴マッチングと点群の位置合わせ手法としてよく知られている ICP アルゴリズムを用いる。特徴マッチングでは、PPF (Point Pair Feature) 特徴量を用いてマッチングを行う。PPF 特徴量は、全ての点群に対して 2 点対を作り、それぞれについて算出される 4 次元特徴量 (図 2 F1~F4) である。

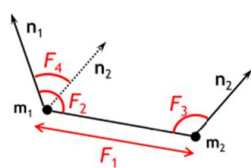


図 2 : PPF 特徴量

処理速度を上げるため、特徴量算出の前にボクセルグリッドフィルタを適用し、元々の三次元点群の形状を保持しつつ点群数を減らす。さらに、重ね合わせの障害となる外れ値と床の点群を除去する。ICP アルゴリズムは、位置合わせする点群の初期位置に大きく依存し、初期位置が悪い場合は不適な局所解に収束するため、特徴マッチングによる位置合わせを初期位置合わせとして、それに対して ICP アルゴリズムを適用する。

評価実験

提案手法により実現するシステムの性能を評価するために、人型ロボットをスキャン対象として 3D スキャンを行い、点群データの重ね合わせによって全周点群データを生成した。人型ロボットには、アルデバランロボティクス社とソフトバンク社が共同開発した Pepper を用いた。実際の人物ではなく人型ロボットを対象にした理由としては、ロボットは様々なポーズを取ったまま停止することができるため、撮影中に対象が動くことを防止でき、実験をスムーズに行うことができるためである。

実験結果と考察

図 3~図 6 は、Pepper を対象として取得した 29 個の点群データの重ね合わせにより生成した全周点群データの様子である。



図 3 : 前面



図 4 : 左側面



図 5 : 背面



図 6 : 右側面

図より、元々の人型ロボットの形状がおおむね良好に再現できているように思う。しかし、図 4 では左腕が二重になってしまっていることが確認できる。これは、29 個の点群データを重ね合わせる際に、ある 2 つの点群について重ね合わせに失敗しており、それが残っているためであると思われる。また、色に関して、全体的に灰色のノイズが乗ってしまっている。これは、Kinect センサのカラーカメラと深度カメラが異なる位置に付いているため、点群取得の際に、主に物体の境界部分に床や背景の色が付いてしまい、また、現在行っているノイズ除去が点の位置情報のみによるもので、色によるノイズ除去を行っていないためであると思われる。

このように、今後の課題はいくつか残っているが、実際の建物内の状況を高度に仮想化し、シミュレーションが行える状況になった。本研究によって、災害対策シミュレーションおよびゲーミフィケーション環境の基本的な部分の構築はほぼ終了したため、今後は実

運用のために本研究成果を拡張する予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

1. 長尾 確, Mehrdad Tehrani, Jovilyn B. Fajardo, Tools and Evaluation Methods for Discussion and Presentation Skills Training, Smart Learning Environments: A SpringerOpen Journal, Vol. 2, No. 5, doi:10.1186/s40561-015-0011-1, 2015年(査読あり)

[学会発表](計2件)

1. 長尾 確, Mehrdad Tehrani, Jovilyn B. Fajardo, A New Physical-Digital Environment for Discussion and Presentation Skills Training, Proc. the International Conference on Smart Learning Environments (ICSLE 2014), Hong Kong Institute of Education(香港), 2014年7月(査読あり)
2. 梅澤 侑生, 竹島 亮, 長尾 確, 小型移動ロボットとRGB-Dカメラを用いた実世界3Dスキャニングシステム, 情報処理学会第78回全国大会(学生奨励賞受賞), 慶應義塾大学矢上キャンパス(横浜), 2016年3月(査読なし)

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

特になし

6. 研究組織

(1)研究代表者

長尾 確 (Katashi Nagao)
名古屋大学・情報科学研究科・教授

研究者番号: 70343209

(2)研究分担者

松原 茂樹 (Shigeki Matsubara)
名古屋大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号: 20303589

大平 茂輝 (Shigeki Ohira)
名古屋大学・情報基盤センター・助教

研究者番号: 60339695

(3)連携研究者

なし