卒業論文要旨　2021年度(令和2年度)

可動部を持つ建機での過去画像を用いた遠隔操縦

Title

・Remotely Controlling Backhoe using Past Images and the Computer Graphic

（学会発表の英題と同じ）

Abstract

論文要旨

目次

図目次

1. 緒言
   1. 研究背景

・河道閉塞の説明

→山間部の河川地帯などで土砂崩れが起こった際、河川の氾濫など二次災害を引き起こす為対策が必要

→立ち入り禁止区域となる

・無人化施工の説明

→安全性の観点から人間の立ち入りができない作業領域において、建機を遠隔操縦すること

・無人化施工の課題：通信量が莫大

→現場の多くの地点や車載カメラなど、大量のカメラからの映像が常に送られ続けている。作業者はその中から、自分の操作する建機を観測するために適した映像を選択し、確認する。

・無人化施工現場にあるものは動物体と地形に大別できる

・背景である周辺の景色は変化が小さく、通信量を削減できると考えられる

・動物体のうち主要な要素である建機は、さらにトラックのような移動が主目的であるものと、ショベルなど採掘が主目的であるものの二種類に大別できる

→建機の位置、向き、移動に加えて可動部の動きがある

* 1. 過去画像による遠隔操縦手法について

・過去画像手法の説明

→地形を静止画像として準備または送信し、動物体の状態を三次元コンピュータグラフィックス（以下3DCG）などで再現して重畳することで、少ない通信量で映像を生成しようという試み

・我々の研究グループが開発したシステム

→建機の可動部が反映されない、地形が更新されない

→可動部が主な作業となる建機は操作出来ない

* 1. 研究目的

・我々の研究グループの過去のシステムへの機能追加により、

・可動部を持つ建機でも過去画像手法で映像生成をするために必要な問題について検討し解決する

→１、可動部の反映

→２，周辺地形の変形への対応

・通信量はリアルタイム映像より少なくする。

・操作性を維持し、リアルタイム映像と遜色なく建機を操縦できるようにする

1. 設計
   1. 全方位過去画像を用いた映像生成手法について

・全方位画像と、建機の3DCGを描画する

→建機の3DCGは予め与え、位置情報

・フィールド上に原点位置およびxyz座標系を定める

・仮想空間内に、同様に原点とXYZ座標系を定める

・仮想空間内に、フィールドより十分に大きい球を描画する。

→ここに、全方位画像を反映すると、球の中心が視点位置である全方位画像が見えるようになる

→球の中心位置を、フィールド座標系内の全方位カメラの位置に対応する座標へ移動することで、その位置からの背景と動物体3DCGが適切な位置関係で重畳される

* 1. 位置姿勢状況の反映について

・HJOらのシステムについて説明（理論的な部分のみ）

・センサにより移動や相対位置を検出する

→屋内なら、壁との相対位置を把握

→屋外なら、加速度や車輪の回転で推測できる

* 1. 可動部の反映について

・建機の可動部は複数の回転ジョイントで構成された機構で表せる

→ジョイント間の距離を予め測り、ジョイント角度をセンサで測定すれば3DCGモデルで再現できる

・センサデータは数値情報として通信する

→機械要素の形状は既知であるため、3DCGの相対角度を変更する

→通信量は極めて少ない

* 1. 視点の追加および更新について

・視点追加の必要性

・追加方法

→撮影位置

→撮影タイミング

* 1. システム構成図

・HJOの作成したシステムの構成図

・本研究の構成図、更新点

1. 実装
   1. 操作機体

・実際の建機の代わりに模型を使用する

・機構学的に描いたモデル

・センサの装着位置とその種類について

* 1. 可動部についてのセンサデータの取得

・センサの種類

・Arduinoでの処理

・Arduinoからのシリアル通信の出力

* 1. 位置姿勢状況の取得

・HJOらの開発したシステムの説明

・本研究においては、屋内での実験を主に行うため、URGを用いたSLAM手法により相対位置姿勢の推定を行う。

* 1. センサデータの送受信

・ラズパイはArduinoからのシリアル通信を受け取り、すべてのセンサから値が受け取れていることを確認する

→シリアル通信は有線通信であり、高速な通信が可能

・建機・操作者側間の通信としてUDP通信を用いる

→UDP通信は非同期通信であり、信頼性が低い分高速な通信が可能

→送信側としてRaspberry Pi、受信側としてWindows内のUnityアプリケーションを使用

・UDP Socket通信の送受信プログラムの説明

→処理の流れ

→送信データ量の概算

* 1. 3DCGの描画

・3DCGの位置と向きについて、受信値を代入する。

・3DCGの可動部について、部品の相対角度の値に受信値を代入する

* 1. 視点の追加

・カメラの装着

・画像データの送信

・位置合わせ

・表示処理

1. 実験
   1. 映像生成実験
      1. 実験概要

・建機の可動部の動きについて映像を生成し、実物と比較する。

* + 1. 実験目的

・可動部の反映を確認するため

* + 1. 実験内容

・建機にセンサを配置し、可動部を動かす。

→生成映像で再現できているかを確認する

・12/18に１度目の実施

* + 1. 実験結果

（１度目）

・映像から画像を切り出して貼り付け

・映像から動きの精度・遅延時間を確認

* + 1. 考察

（１度目）

・再現の頻度が少ない

・反映が遅い

* 1. 稼働実験
     1. 実験概要

・フィールド上での建機の活動について映像を生成し、実物と比較する。

* + 1. 実験目的

・システムの正常な動作を確認する

* + 1. 実験内容

・研究室内に作業現場を模したフィールドを設置する。

・建機をフィールド上に置き、移動や可動部の変形を行う

・視点位置にカメラを配置し、通常の撮影で得られる映像を記録する

・２つの映像を比較する

* + 1. 予想

・フィールドの地形は変わらず、

・正常であれば、センサの値取得頻間隔○秒周期で更新され、通信にかかる時間は○秒オーダーとなる。

・

* 1. 通信量の比較
     1. 実験概要

・実験2の映像について、生成に用いた通信量と実写の映像の容量を比較する

* + 1. 実験目的

・通信量をどの程度減少できたかを確認する。

* + 1. 実験内容

・実験2で撮影した映像について、動画容量を確認する。これをリアルタイム映像の通信量の推定値とする

・実験2の動画時間を秒数に直し、毎秒送信回数と送信情報の容量から数値データ通信量を測定する

・映像生成に用いた全方位静止画像の画像容量を確認する。数値データ通信量との和を求め、これを提案手法での必要通信量の推定値とする

・リアルタイム映像の通信量および提案手法の必要通信量を、推定値によって比較する

* + 1. 予想

・提案手法では、全方位画像１枚分の容量

・録画映像は、画像が時間分だけ送られる

・比較すると、提案手法が時間の分だけ有利になる

* 1. 操作性の評価実験
     1. 実験概要

・協力者に操作を行ってもらい、操作性の確認をする。

※仮提出時点で実施予定はない

* + 1. 実験目的

・操作性が低下していないか確認する。

・どのような点で操作性が低下しているか確認する。

* + 1. 実験内容

・開発したシステムによって映像生成を行う。

・協力者は、生成された映像のみを見て建機模型を操縦する。

・建機模型を研究室内のフィールドで稼働させ、作業を行う。

→作業内容としては、指定した位置から別の指定した位置までボールを運搬する。

* + 1. 予想

・現状、ボールの様子が分からないため、操作性が低下していると考えられる

1. 全体の考察
   1. 研究目的について

・研究ストーリーを再び述べ、どこまでが出来たかを評価

* 1. 可動部の反映について

・可動部を再現する方法を考えた

・可動部へのセンサ実装ができた

・通信方法が出来た

* 1. 視点の追加および更新について

・可動部を再現する方法を考えた

・可動部へのセンサ実装ができた

* 1. 視点の追加および更新について

・視点を追加する方法を検討した

→建機上から撮影する場合

・カメラの実装はできなかった

1. 結言
   1. 結論
   2. 今後の展望

参考文献

謝辞