

補助事業番号 2023M-351

補助事業名 2023年度 DNNによる過酷地形での移動ロボットの事故危険性予測 補助事業

補助事業者名 大分工業高等専門学校 重松 康祐

1 研究の概要

本研究では、移動ロボットに加わる可能性のある機械的衝撃を事前に予測するシステムを開発します。深層ニューラルネットワーク(DNN)を活用して、ロボットに数秒以内に加わる最大加速度をリアルタイムで予測し、適切な回避行動を取ることを目指します。これにより、ロボットの機能喪失や環境への損傷を未然に防ぐことが可能となります。具体的には、深度カメラや加速度センサーなどから取得したデータをDNNに入力し、将来の加速度を高精度で予測します。

2 研究の目的と背景

移動ロボットは多様なアプリケーションにおいて使用され、特に過酷な環境での運用が期待されています。しかし、こうした環境では、ロボットは落下や障害物との衝突などによる機械的衝撃にさらされるリスクが高く、これが原因でロボットの機能喪失や、周囲の環境に損傷を与える可能性があります。従来の方法では、物理モデルを用いてこれらのリスクを予測することが試みられてきましたが、計算コストが高く、リアルタイム性に欠けるという課題がありました。近年、DNNが建設現場での人間と機械の衝突予測に利用されているように、リアルタイムのリスク評価を実現する技術として注目されています。本研究では、このDNNの能力を活用して、移動ロボットの加速度予測システムを構築し、リアルタイムでの衝撃予測と回避行動を可能にすることを目指します。

3 研究内容

(1) DNNによる過酷地形での移動ロボットの事故危険性予測の研究 (URL)

本研究では、DNNを用いて移動ロボットに加わる可能性のある加速度を事前に予測するシステムを提案しました。図1に示すように深度カメラから得られた3次元点群を2次元に変換した鳥瞰図、加速度、車両速度をDNNの入力として使用し、次の数秒間に発生する最大加速度を予測します。

評価のために、図2に示すRealsense D435f深度カメラとIMU(慣性計測ユニット)を搭載したロボットを使用して、さまざまな道路条件下でデータを収集しました。収集したデータの80%を訓練用、残りの20%をテスト用に使用しました。結果として、システムは1秒先の加速度の大きさをRMSE(平均二乗根誤差) 2.39 m/s^2 で予測できることが示され、システムの有効性が実証されました。

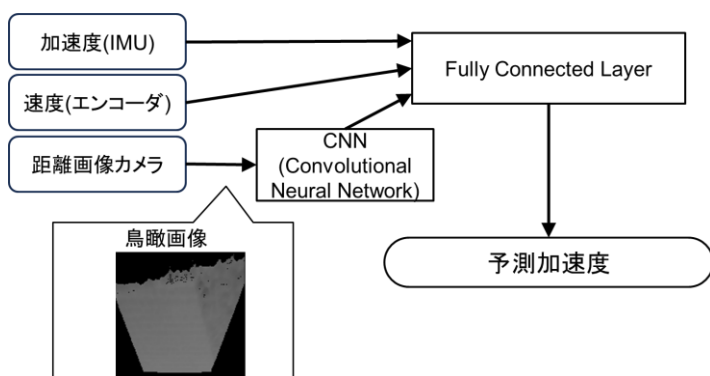


図 1 提案システムの概要

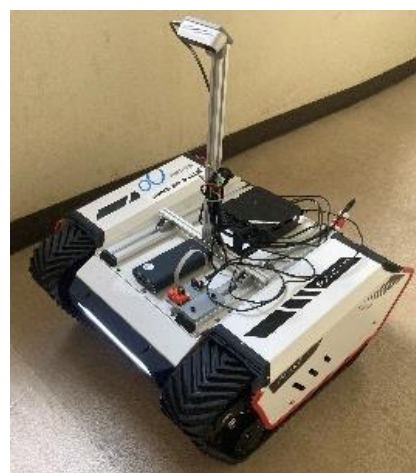


図 2 実験用ロボット

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究の成果は、災害対応ロボットや建設機械などの移動ビークルにも適用可能であり、これによりこれらの機器が過酷な環境下でもより安全に動作することが期待されます。特に、DNN(ディープニューラルネットワーク)を用いることで推論が迅速に行えるため、リアルタイムでの衝撃予測と回避行動が実現します。将来的には、災害ロボットの頑健性をさらに向上させ、より安全な運用を実現することが見込まれます。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまでに、油圧ショベルの転倒防止システムに関する研究を行ってきました。この研究では、物理モデルを用いて転倒の危険性を予測していましたが、計算コストが高く、リアルタイム性に課題がありました。そのため、本研究ではDNNを用いることで、高速かつリアルタイムでの予測を実現しようと試みました。さらに、適用範囲を広げて移動ロボットに対する事故防止技術を開発することで、これまでの研究成果を基盤にしながら新たな技術の導入と拡張を図っています。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特になし。

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

研究紹介ホームページ

<https://sites.google.com/view/nit-oita-shigematsu/%E3%83%9B%E3%83%BC%E3%83%A0/2024-03-31-jka>

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

特になし。

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 大分工業高等専門学校（オオイタコウギョウコウトウセンモンガッコウ）

住 所： 〒870-0152

大分県大分市牧1666

担 当 者： 准教授 重松 康祐(シゲマツ コウスケ)

担 当 部 署： 情報工学科(情報工学科)

E - m a i l： k-shigematsu@oita-ct.ac.jp

U R L： <https://sites.google.com/view/nit-oita-shigematsu>