



テーマ名	ホイールローダの土砂の掬い取り、ダンプトラックへの積み込みを最適化・自律化する制御技術
組織名	中央大学 理工学部 大隅 久 教授
技術分野	ものづくり、IT

概要

ホイールローダは建設機器として広く普及しています。また、建設用機械は自動化のニーズが高く、ホイールローダを制御機構を用いて高度化することで、人手を減らす、あるいは作業効率を上げることに繋がります。本研究では、ホイールローダが土砂を掬い取り、ダンプトラックの積み込み動作を最適に、自律的に行う制御モデルを研究開発しています。ホイールローダの動作を再現できる実験機を開発し、シミュレーションと実験によってその効果を確認しています。本技術の活用に応じたい企業を歓迎します。

簡略図

ホイールローダの土砂の掬い取り、ダンプトラックへの積み込みを最適化・自律化する制御技術

(目標)

ホイールローダの動作を自動化、最適化する制御モデルの確立

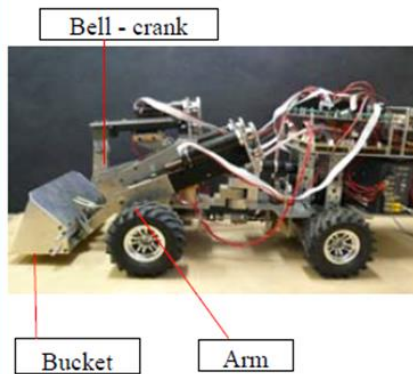
(期待される効果)

- ・ 人手を減らすこと、
- ・ 作業効率を上げること。



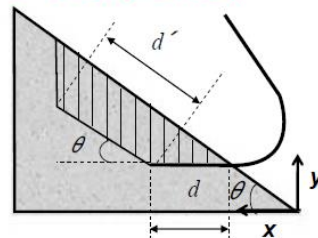
研究内容

【ホイールローダを再現する実験機】



【反力を反映した土砂の掬い取りモデル】

(小さいエネルギーで多くの土砂を掬う)



【土砂の積み込みモデル】

(平坦に積み込み、ならし作業を不要化)





背景

ホイールローダは建設機器として広く普及しています。また、建設用機械は自動化のニーズが高く、ホイールローダを制御機構を用いて高度化することで、人手を減らす、あるいは作業効率を上げることに繋がります。

本研究では、ホイールローダが土砂を掬い取り、ダンプトラックの積み込み動作を最適に、自律的に行う制御モデルを研究開発しています。

研究室ではホイールローダの動作を再現できる実験機を開発し、シミュレーションと実験によってその効果を確認しています。

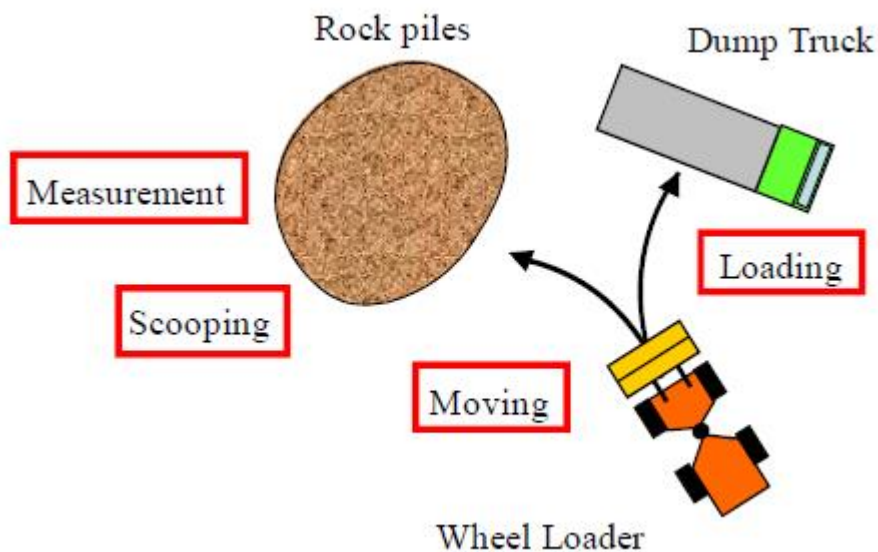
本技術の活用に応用がある企業を歓迎します。

技術内容

ホイールローダは土砂を掬い取り搬送するシステムです。(下記)

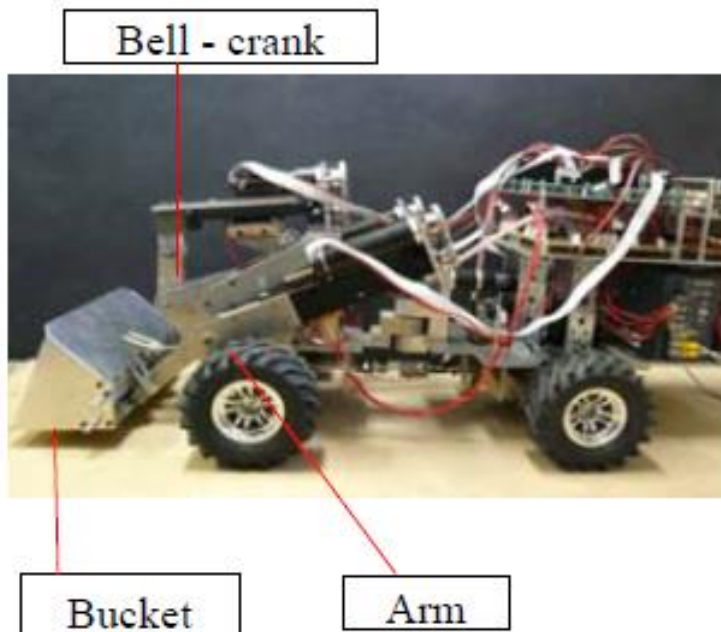


ホイールローダは、土砂 (Rock piles) から土を掬い取り、ダンプトラック (Dump Truck) に入れる作業を行います。

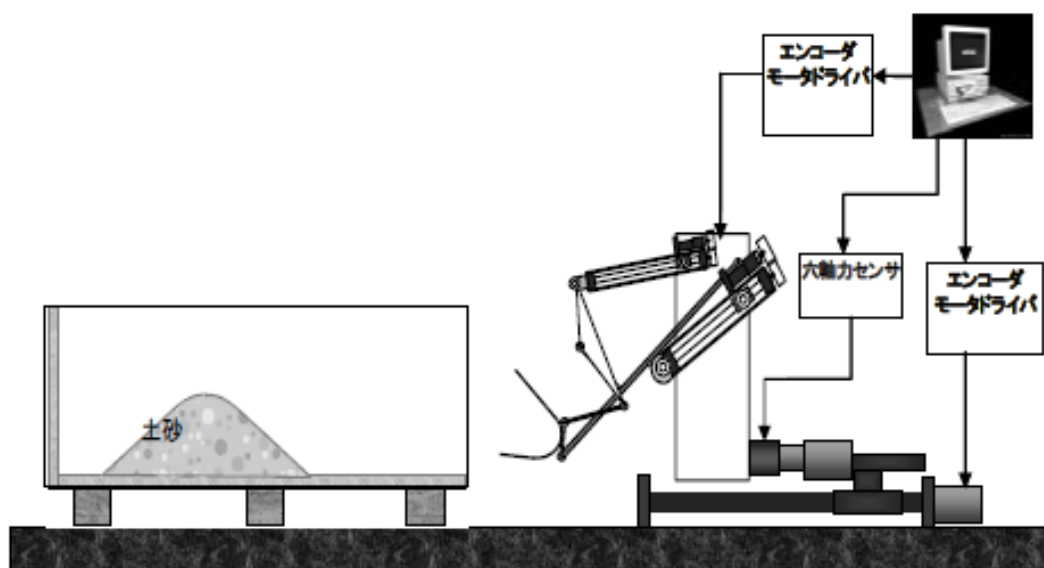




研究のため、ホイールローダの実験機（実機の 1/10 スケール）を開発しました。



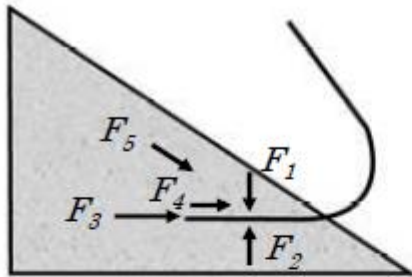
システム構成は下記のとおりです。掬い取り機の全長が約 400mm、土台ボールねじを含めると全長約 1100mm。バケットの断面は開き角が 45° の円弧両端に長さ 50mm の板が 2 枚取付けられた形状で、横幅は 250mm、バケット満載時の土砂重量はおよそ 1.6kg です。本実験機は実機と等価なベルクラント機構をボールねじで実現しており、実機のホイールローダで可能な動作を全て再現することが可能です。更に、ホイール部にもボールねじ機構を用いることで、確実なバケット動作が可能です。また、バケット・アーム機構とベース部の間に六軸力覚センサが搭載されており、これによってバケット先端に作用する外力をリアルタイムで測定できます。



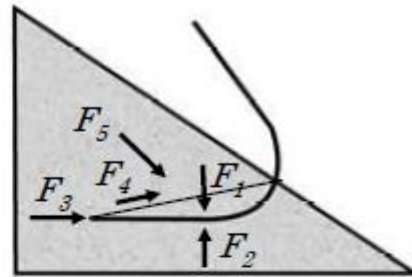


土砂にバケットを挿入するときには反力が掛かります。

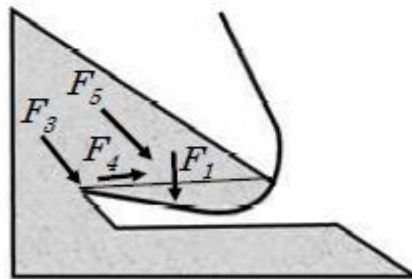
下記のようにモデル化しています。



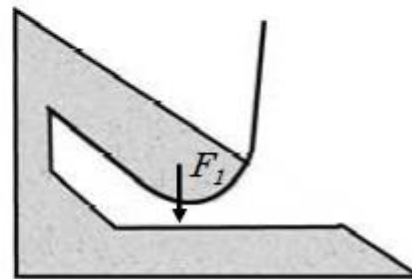
① 挿入初期段階



② 挿入後期段階

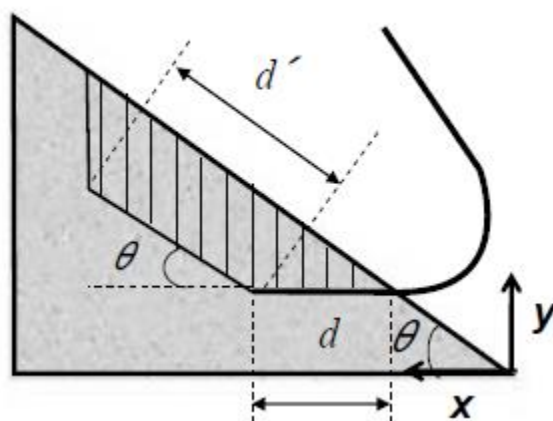


③ 掬い取り初期段階

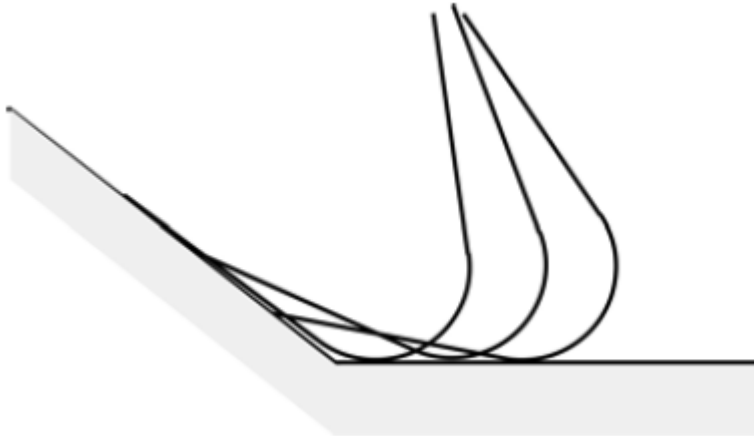


④ 掬い取り後期段階

土砂から受ける反力を元に、バケットの最適軌道を求めるアルゴリズムも実現しています。効率良く土砂を掬うことが可能です。下記が軌道生成のモデル図です。

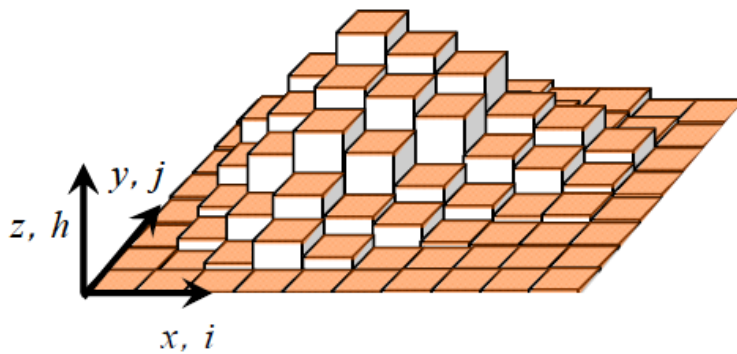


実機への適用を考慮してアームによるバケット動作に加えてチルトを動作させることにより、土砂を掬い取る際にバケット底面に傾きを与えながら動作させるよう工夫しています。これにより、土砂から受ける反力の抑制と掬い取れる土砂量の増加の効果が得られることが分かっています。

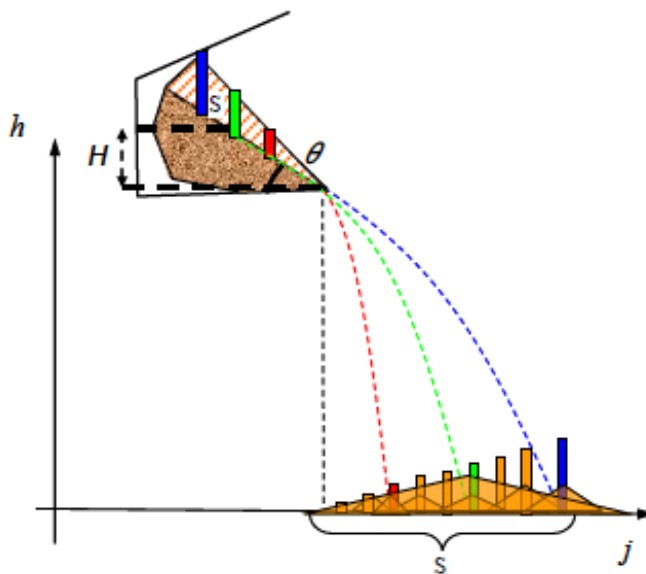


ダンプトラックに土砂を積み込む際、通常は土砂を数回流した後に「ならし」を行って平坦化させる作業が発生します。そこで、土砂の最適な流し方を行うことで、積み込んだ時点で平坦化され、ならし作業を不要にするよう研究しています。

下記は土砂を流し込んだときの3次元モデルです。高さ方向まで可視化できます。



流し込むときの高さ分布をモデル化しています。





下記のとおり平坦化できています。
土砂の材質等によって適時最適なパラメータを設定します。



技術・ノウハウの強み(新規性、優位性、有用性)

ホイールローダの自動化、あるいは制御機構の高度化に繋がります。
ホイールローダに関する研究開発事例は少なく、
オリジナリティー性が高い点が特徴です。
研究は長年行っており、技術ノウハウの蓄積があります。

連携企業のイメージ

例えば下記の企業と連携可能です。

- 1) ホイールローダの開発・販売を行っている企業
- 2) 建設用機械の開発・販売を行っている企業
- 3) 他、本技術の製品化・活用に意欲がある企業

技術・ノウハウの活用シーン(イメージ)

建設現場等での土砂の掬い取り、積み込み作業に適用可能です。
ホイールローダの自動化、あるいは人が利用する場合でも最適な掬い取り・積み込み制御機能の実装などへの展開可能性があります。

技術・ノウハウの活用の流れ

本技術の活用や製品開発に興味がある方はお気軽にお問合せください。
デモを交えてご紹介させていただきます。

専門用語の解説

【ホイールローダ】
トラクターショベルのうち、車輪で走行するものです。タイヤドーザーとも称呼されています。主に土砂や碎石などの粉体または粒体物をダンプカーに積み込んだり、構内短距離運搬する作業で用いられている建設機械です。

お問合せ先

下記から御問合せください。
http://www.open-innovation-portal.com/university/manufacture/wheel_loader.htm
[1](#)