

建設機械の遠隔運転シミュレータ（切羽ずり出し作業）

ホイールローダ切羽ずり出し作業の遠隔運転をサイバー空間で練習する

西松建設（株）技術研究所 ○平野 享
西松建設（株）技術研究所 高原裕介
西松建設（株）技術研究所 辻岡高志

1. 開発目的

当社では、安全性や生産性の向上を目的として、山岳トンネル切羽作業の抜本的な改善に取り組んでいる。その一環として、自律機械を用いた無人化および基盤技術となる機械運転の遠隔化を推進している。もっとも自律運転が困難な状況では、人の遠隔運転が引き続き必要で、運転スキルの習得が不可欠である。この課題に対して、安全性に優れるシミュレータ訓練での練習機会の提供が有効と考える。シミュレータ訓練は遠隔カメラ映像の視認を主体としており、遠隔運転との親和性は高い。今回、新たに自律機械化を目指すホイールローダのずり出し作業について、前作¹⁾のブレーカー作業に続きシミュレータを開発したので紹介する。

2. 本シミュレータの構成

本シミュレータは、表1および表2の構成である。

表1 前作と共通する本シミュレータの概念

目的	人とAI 双方へ練習環境の提供 デジタルツインでのテスト環境の提供
内容	自由練習、課題提供型練習
実装	パソコンソフト ゲームデバイス/現場コックピット両対応
付帯機能	遠隔カメラ位置の変更 運転レコーダーとリプレイデモ

表2 ホイールローダとブレーカーシミュレータ

仕様	ホイールローダ	ブレーカー
運転目的	発破ずりの搬出	発破露岩のはつり
運転行程	前進・積み込み・後退・ 積み下し	前進・位置合せ・ 打撃・後退
運転の認知情報	遠隔カメラ映像8画面ウォールの視認	
補助的な情報提示	積載量・姿勢角度	(なし)
運転評価	所要時間 衝突回避 荷こぼし	所要時間 位置合せ
モデル稼働部	タイヤ 中折れステアリング エンジンアクセル 前進後退ギア ブレーキ アーム	左右独立クローラ ブーム アーム バケット

	バケット ダンプ	
ワーク表現	ずりを独立 300 個の 不定形ブロックで 簡略表現	露岩凸部をリング状 に簡略表現 打撃粉の表現



図1 仮想再現した遠隔運転席からの視野

3. AI エージェントによるシミュレータプレイ

シミュレータにおける強化学習の活用が現実のものとなっている²⁾。本シミュレータに対しても、人と同様にAI を訓練して実作業に適用する、あるいはデジタルツインで未知の最適運転を探索する、といった活用を検討している。現時点で遠隔カメラ映像に着目させた強化学習を設計すると、原理的に実施は可能で、学習効率を高めた実装が課題となっている。

4. まとめ

山岳トンネル切羽作業における自律機械を活用した無人化や機械運転の遠隔化の一環として、遠隔運転シミュレータを開発した。次の目標は、AI エージェントによるシミュレータプレイの実装である。

参考文献

- 1) 平野享ほか：9. 建設機械の遠隔運転シミュレータ，建設施工と建設機械シンポジウム ポスター発表，2024.
- 2) 久保隆宏：Python で学ぶ強化学習 改訂第2版，講談社，2019.