

坑内自動運搬車両のための壁面接触を利用した高速走行法

High-speed wall-contacting drive for underground automatic transport vehicle

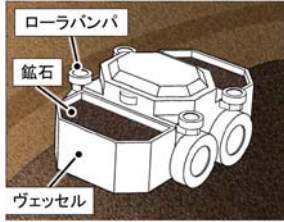
福井類 ○大久保拓郎 中尾政之

[背景・目的]

■坑内掘り鉱山での運搬車両における要求

- ・従業員の安全確保 → 無人運転
- ・人件費削減 → 高速走行
- ・生産性向上 → 高速走行

→ 狭い坑道を高速走行する自動走行車両

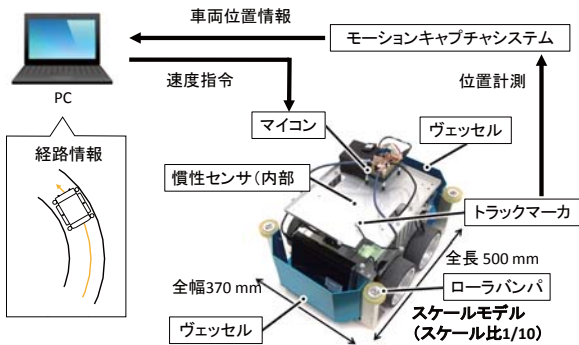


■提案車両

- ・ローラバンパにより、壁面への接触を許容
- 狭い坑内でも高速走行可能
- ・壁面を物理ガイドとして活用
- 大雑把な自己位置推定でも安定して走行可能
- 壁面への接触を許容する車両の課題
- ・壁面に凹凸が発生した場合に車両が影響を受ける

[スケールモデル]

スケールモデルを用いて自動走行法の開発を行う

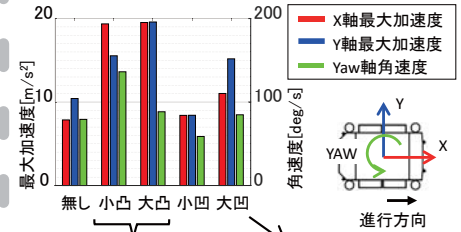
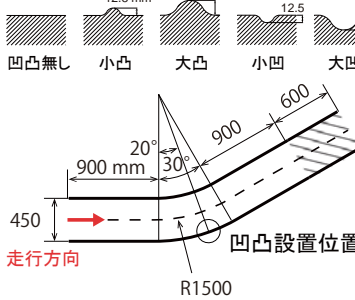


[予備実験]

実験コースに凹凸を設け、車両の走行による影響を確認

凹凸形状5種類(凹凸無し・凹凸各2種類)

※ローラ直径50 mm



凸形状、大きな凹形状による影響が大きい
壁面凹凸を検出して回避する機能が必要

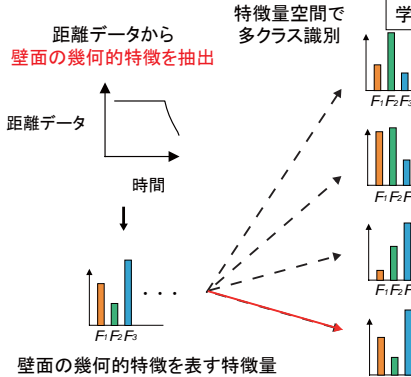
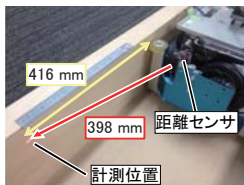
[壁面凹凸を回避するフレームワーク]

ローカル制御(速い制御周期)

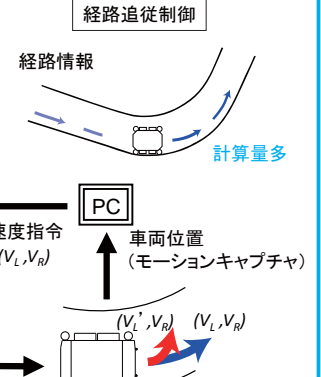
グローバル制御(遅い制御周期)

計算量の多い経路追従はグローバル制御で行い、壁面凹凸には制御周期の速いローカル制御で対応

距離センサで前方壁面を計測

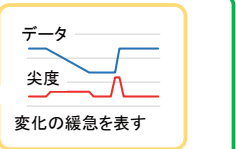
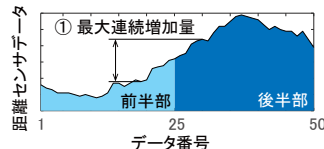


凹凸クラスが識別された場合、速度指令を変更することで回避



仮説: 特徴量(F1, F2, F3)を複数用いることで走行速度やカーブ形状にかかわらず、壁面凹凸を識別できる

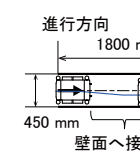
直近50データ(約0.06秒, 3 km/hで約50 mmに相当)から特徴量を算出
計算量が少ない統計量を中心に30種検討
凹凸形状を計測した際に大きく変化する3特徴量を設計



[実験]

実験設定

■実験コース
組み換えにより3種類のカーブを作成可能



■学習データ

R1200, 4 km/hのデータを用いて作成
10クラスの内、3クラスが凹凸に相当

凹凸識別実験

■識別に用いる特徴量の数を変えて識別成功率を比較

3つ(最大連続増加量, 1つ前後半面積比, 尖度) (最大連続増加量のみ)

カーブ	速度	3特徴量				1特徴量			
		小凸	大凸	小凹	大凹	小凸	大凸	小凹	大凹
R700	4 km/h	100	100	100	100	20	100	0	100
R1200	4 km/h	100	100	100	100	100	100	20	100

①カーブ半径R1200で速度を変えて識別成功率を確認

速度	凹凸形状			
	小凸	大凸	小凹	大凹
3 km/h	100	100	100	100
4 km/h	100	100	100	100
5 km/h	100	100	80	100

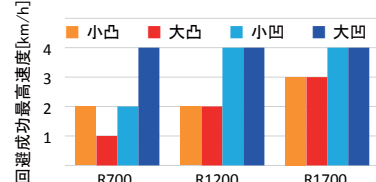
②速度4 km/hでカーブ半径を変えて識別成功率を確認

半径	凹凸形状			
	小凸	大凸	小凹	大凹
R700	100	100	100	100
R1200	100	100	100	100
R1700	100	100	100	100

複数特徴量を用いることで
走行速度・カーブ半径によらず壁面凹凸を識別できた

凹凸回避実験

■各カーブ半径で凹凸を回避可能な最高速度を検証



・カーブ半径が小さいと計測位置が車両に近づき、距離的猶予が減ってしまう
・凸形状は必要な回避量が大きい

・制動能力の向上
・壁面計測位置の変更 } 将来課題