

研究の背景・目的

運搬車両は様々な環境で利用されているが、不整地での走行では積荷の落下の可能性が問題点として挙げられる



移動台車の4つの車輪の高さを独立して調節することで、台車の重心の位置が変わることなく水平を保ち走行が可能となる

研究の目的

- ボールねじを用いた機構を製作し、有用性を検証する
- 加速度センサを搭載し、ピッチとロールの2方向において台車の水平維持制御を行なう

実験装置

車輪高さ調節機構は、モータの回転をウォームギヤを介してボールねじに伝達させることで、車輪を上下方向に変位させる機構となっている

以下に機構1つに対する運動方程式を示す

$$(J_s + J_c)\ddot{\theta}_s = \gamma\eta_w K_t i - M \frac{p}{2\pi} \left(\frac{p}{2\pi} \ddot{\theta}_s + \frac{g}{\eta_s} \right)$$

ここで、 M : 負荷質量[kg]、 J_s : ボールねじの慣性モーメント[kgm²]、 J_c : カップリングの慣性モーメント[kgm²]、 γ : ウォームギヤの歯数比、 η_w : ウォームギヤの伝達効率、 η_s : ボールねじの伝達効率、 p : ボールねじのピッチ[m]、 K_t : モータのトルク定数[Nm/A]、 i : 印加電流[A]である

また、移動台車は4輪を持つ台車とし、前輪の左右のタイヤを独立したモータで駆動する前輪駆動車である

以下に製作した車輪高さ調節機構と移動台車の写真を示す

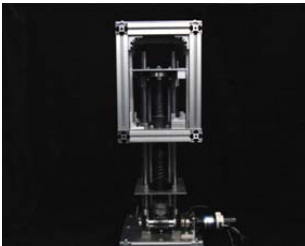


Fig.1 Photo of Wheel Height Adjustment Mechanism



Fig.2 Photo of the Experimental Apparatus

車輪高さ調節機構の動作実験

実験方法

以下の2つの場合においてPID制御を行なった

- 各機構に目標値0.02[m]のステップ入力を与えた場合
- 各機構に目標値として振幅0.02[m]、周期5.7[sec]の正弦波を与えた場合

実験結果

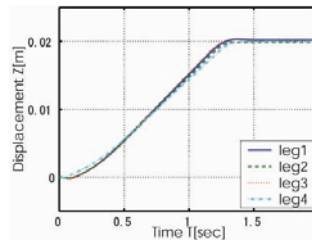


Fig.3 Displacement of the Mechanism for Step Input

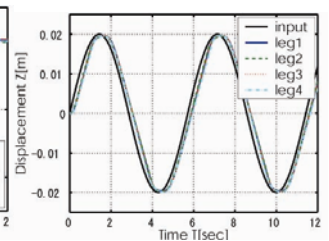


Fig.4 Displacement of the Mechanism for Sinusoidal Signal Input

- ステップ応答においては、定常偏差の最大値が 3.4×10^{-4} [m]で、目標値の1.7[%]であり許容誤差の範囲内と考えられる
- 正弦波応答においては、各機構の応答が正弦波に追従できており、位相差も少ない



実験より機構の有用性を確認でき、水平維持実験に有効であると判断した

移動台車の水平維持実験

実験方法

- ピッチとロールの2方向において、初期角度として5[deg]の傾きを与える
- 台車の傾斜角が0[deg]になるように水平維持制御を行った

実験結果

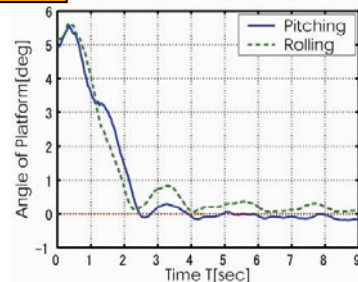


Fig.5 Response with leveling control

最終的にピッチ角は-0.16[deg]、ロール角は0.1[deg]に落ち着き、ピッチ方向とロール方向の2方向において、水平維持制御を行なった

まとめ

- ボールねじを用いて車輪の高さを調節する機構を製作し、動作実験により機構の駆動を検証できた
- ピッチ方向とロール方向の2方向において、PID制御により台車の水平維持を実現した