

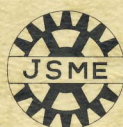
中国四国支部第47期総会・講演会

講演論文集

No.095-1

開催日：平成21年3月6日(金)

会 場：山口大学工学部



社団
法人

日本機械学会中国四国支部

〒739-8527

東広島市鏡山一丁目4番1号

広島大学工学部内

電話 (082) 424-7533

平成21年2月26日発行

1403 不整地狭路における前後独立操舵型移動機構

A movement mechanism steering front-rear independently for irregular ground and narrow roads

○学 谷口 雄司 (高知工科大)
正 北村 晋助 (高知工科大)

正 岡 宏一 (高知工科大)
学 島田 真志 (高知工科大)

Yuji TANIGUCHI, Koichi OKA, Shinsuke KITAMURA and Masashi SHIMADA
University of Technology, 185 Miyanokuchi, Tosayamada-cho, Kami-shi, Kochi

Key word: Steering front-rear independently, Irregular ground and narrow roads, Vehicle orbit

1. 緒言

近年、若者の一次産業離れや農業従事者の高齢化が問題となっており、その問題解決の一例として農業用ロボットの開発が行われている。本研究はそのようなロボットの走行部を開発することを目的とする。具体的には既存の農地やビニールハウス内を、特別に改造することなく導入できる移動機構を目指している。これにより、農業用ロボットを導入する際のコストの削減や、汎用性を目指す。

2. 前後独立操舵型移動機構の提案

畑やハウス内の畝間を走行する移動機構としては、四輪機構や無限軌道機構がよく利用されている。しかし畝間是不整地狭路であるため、四輪機構では走行が不安定であることや、方向転換する場合には大きな空間を必要としてしまうため適していない。また、無限軌道では安定した走行能力を得ることができるが、こちらも方向転換には大きな空間を必要としてしまうため適していない。そこで今回は、Fig1 のように車体と二輪機構を前部、無限軌道機構を後部としてそれらを接続した移動機構を提案する。接続部は自由に回転することができ、移動は後部のみが発生する。方向転換には Fig2 に示すように、まず前部二輪を操舵し、後部はそのまま直進する。次に車体と後部が直角になったときに、後部をその場で旋回させ方向転換を完了する。この一連の動作により、安定した走行能力と小さな空間でも方向転換を可能とする。

3. 軌道のモデル化

この移動機構の有効性を確認するために、車両軌道のモデル化を行った。方向転換する時を初期状態とし、Fig3 のように X-Y 平面上に二輪機構の車軸中心を前部、車体と無限軌道機構の接続箇所を後部として二輪モデルを作った。 θ_f は前部の操舵角である。初期状態の前部座標と後部座標、前部回転中心座標は、

$(0, L)$: 初期状態における前部座標

$(0, 0)$: 初期状態における後部座標

$\left(\frac{L}{\tan \theta_f}, 0\right)$: 初期状態における前部回転中心座標

である。次に後部が $(0, dy)$ だけ進んだとき、前部は回転中心が描く円に沿って移動する。移動後の前部の座標を (x, y) とおき、

$$\begin{cases} x^2 + (y - dy)^2 = L^2 \\ \left(x - \frac{L}{\tan \theta_f}\right)^2 + y^2 = r^2 \end{cases}$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{L}{\tan \theta_f}\right)^2 + (-dy)^2} \quad \text{: 回転中心半径}$$

の連立二元二次方程式を解くことによって移動後の前部座標を求める。移動後、前部回転中心座標は変化するため、

$$\theta_r = \sin^{-1} \frac{x}{L} \quad \text{: 移動後の車体の傾き}$$

$$\left(\frac{L \sin(90 - \theta_f)}{\sin(\theta_f + \theta_r)}, dy\right) \quad \text{: 移動後の前部回転中心座標}$$

と再び算出し、次の移動では前部はこの円に沿って移動することとする。 dy だけ動いたときにこの一連の計算を繰り返すことで軌道を求める。変位量 dy を 1mm, L を 560mm, 操舵角 θ_f を 45° として、車体が直角になるまで求めた軌道が Fig.4 である。また、同条件で θ_f を 60° として求めた軌道が Fig5 である。前部の軌道は楕円に近い動きをしていることが分かる。これにより、狭路での方向転換を可能にしている。

4. 試作車両

実際の装置で有効性を確認するために Fig.6 のような試作車両を製作した。車体の先端にホール素子センサを取り付け、磁気テープをトレースしながら走行する。今回磁気テープを使用した理由として、磁気テープ上に土が積もっても磁束は土を透過するため、センサで検出できるからである。後部と前部の傾きは、接続部であるターンテーブルにエンコーダを取り付け計測する。制御には S-Box を使用し、Fig.7 に示すように各センサを S-Box 内で処理し、アンプを介して各モータを駆動させる。直進制御方法として、前部がライン上に前輪軸中心を維持しようと操舵し、それに追従して後部が車体の傾きに対して左右の無限軌道の回転数を変化させ傾きを修正しながら直進を行う。方向転換制御は、まず後部は直進を維持し、前部は磁気テープに沿って移動をする。車体に対して後部が直角になると、後部はその場で旋回をし、方向転換を完了する。直進制御と方向転換制御の切り替えは、敷設する磁気テープの形をトリガとして切り替える。

5. 走行試験と走行結果

試作車両を実際に、ビニールハウス内で畝間 500mm の不整地狭路に敷設した磁気テープ上を走行させ、直進時の走行安定性と方向転換時の車体軌道の確認を行った。なお、曲

がり角には R30 の磁気デープを敷設し、方向転換をさせた。直進時は後部の無限軌道機構により安定した走行が可能であった。次に、方向転換時の様子を Fig.8 に示す。特徴的な軌道により、車体が畝の角を壊さずに狭路での方向転換を可能にしていることが確認できる。

6. 結言

今回、前後独立操舵型移動機構の軌道モデルにより、軌道の特徴を確認することができた。これにより、狭路での方向転換が可能であることが分かった。また試作装置を製作し、不整地での走行安定性を確認した。

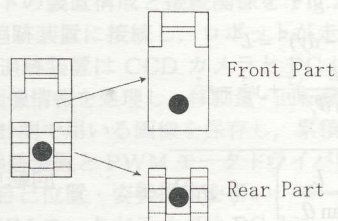


Fig.1 Structure of vehicle

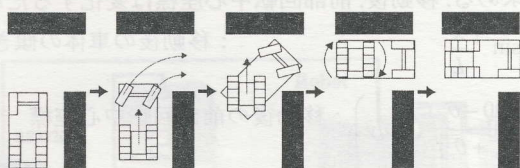


Fig.2 Steps of change in direction

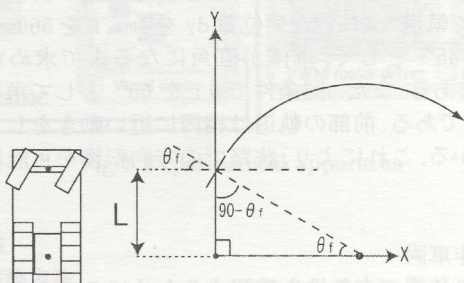


Fig.3 Orbit Model

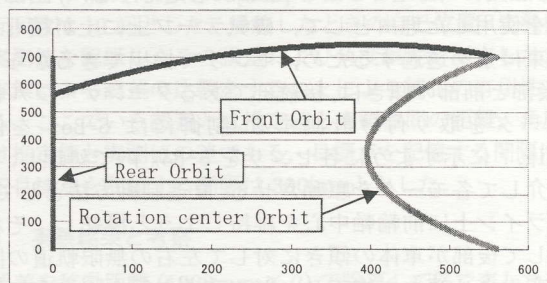


Fig.4 Vehicle orbit(45°)

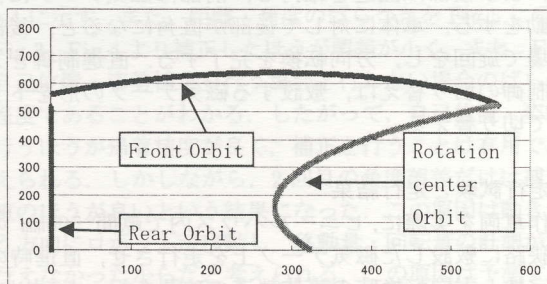


Fig.5 Vehicle orbit(60°)

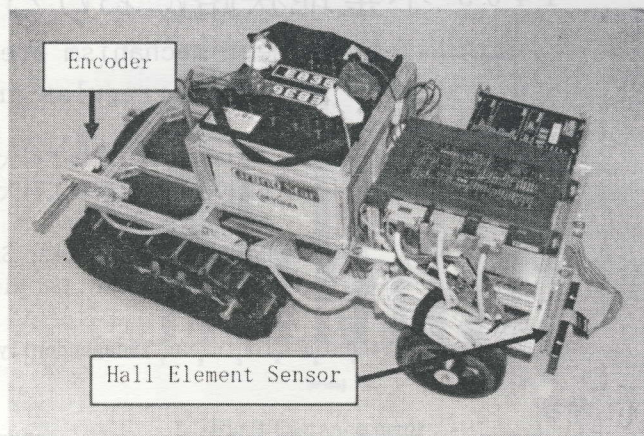


Fig.6 Prototype Vehicle

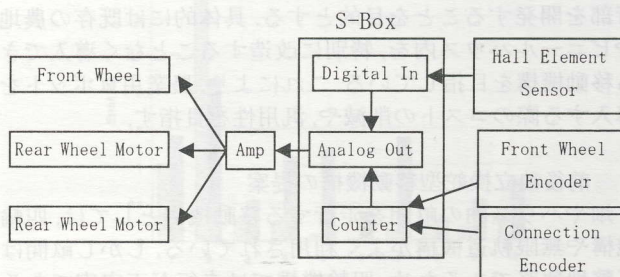
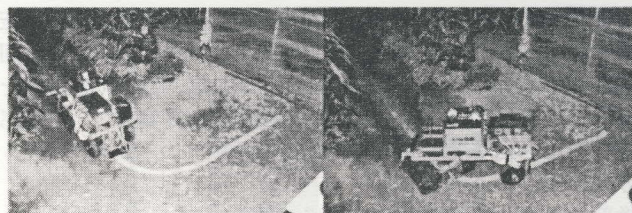
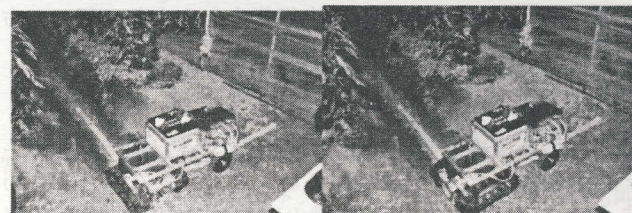


Fig.7 Control System



(a)

(b)



(c)

(d)

Fig.8 Test Run

参考文献

- (1) 河野 嘉克,『ハウス内における自動収穫ロボット用台車の開発』中国四国学生会 第36回学生員卒業研究発表講演会 講演前刷集
- (2) 木村 宣彦,『ピーマン収穫ロボットのための走行装置の開発』中国四国学生会 第37回学生員卒業研究発表講演会 講演前刷集