

ドリー式トレーラを用いたレスキューロボット

Development of Rescue Robot using Dolly Trailer

システム工学群

機械・航空システム制御研究室 1180096 多田 敬佑

1. 緒言

1995年の阪神淡路大震災、地下鉄サリン事件、2001年の9.11テロ事件を機に半倒壊した建物内部や、地下の閉鎖空間内を探索するロボットの開発が強く望まれている。レスキュー活動は、「探査」と「救助」の二つのフェーズからなり、2次災害の危険の高い「探査」を行うロボットの研究開発が行われている。レスキューロボット開発の目的は、2次災害の危険がない安全な場所から、遠隔操縦により災害地を探索するロボットを構築することである。遠隔操縦で多自由度のロボットを操縦し、安全に探査を行うには操縦者に大変な労力を必要とする⁽¹⁾。

ロボットを用いて探査を行う際、トレーラをけん引させることで情報収集を行うセンサや機材などを多く搭載できる。しかし、トレーラが内輪差などにより障害物を回避しきることができないなどの課題が考えられる。トレーラに能動操舵機構を搭載することでこれらの問題は解決できるが重量の増加や操作が複雑になってしまう可能性がある。

トレーラ部に能動制御を用いることなく機械的機構のみで前方のけん引車との内輪差を少なくすることができるドリー式トレーラをレスキューロボットに用いることでけん引車のみを制御、操作するだけで自由度の高い連結型ロボットの操作を簡略化することが可能ではないかと考えた。

ここでは、ドリー式トレーラをトレーラの前輪部に回転軸を持つトレーラであると定義する。

今回の報告ではドリー式トレーラが内輪差を少なくすることが可能であるか検証を行う。実車サイズのトレーラを用いて測定を行うことは困難であるため、小型のレスキューロボットのサイズにおいて検証する。以下では試作した実験機を紹介し、それを用いてドリー式トレーラの内輪差についての検証を行った結果を述べる。

2. 実験機の製作

検証を行うにあたり製作した実験機を図1、製作に使用した部品および仕様を表1に示す。製作のために3DプリンタやCNCを用いた。動力伝達は、タイミングベルトを用いギア比はトレーラを牽引したとき十分に走行できるようモータの仕様より計算を行い20/30に決定した。けん引車の舵角操舵はサーボモータにより行った。

今後、解析を行う中で通常の4輪車両では各車輪それぞれに横すべり角が発生し解析が困難になる。解析を簡単にするためには、左右の車輪の横滑り角が等しいとし4輪車両を等価的な2輪車両に置き替える⁽²⁾ことが考えられる。試作した実験機においても二輪モデルでの製作を行った。二輪モデルでは走行中、左右のどちらかに傾いてしまい正常に走行させることができない。そのため図2に示すように全方向に移動可能であり摩擦が少ないキャスターをけん引車とトレーラの後方にそれぞれ2個ずつ取り付け付けた。

Table1 Vehicle Specification

Item	Specification
Tractor size	230×108×150[mm]
Trailer size	300×63×150[mm]
Weight	2[kg]
Wheelbase	145[mm]
Max speed	0.2[m/s]
Steering angle	-30~30[deg]
Internal sensor	Rotary encoder (RE12D-300-201-1)
DC motor	TG-01H-FU-76-KA
Power	Li-Fe (3s 9.9[v])
Servo motor	KRS6003HV
Control board	Psoc5LP, ARDUINO UNO
Material	POM, ABS, Aluminum

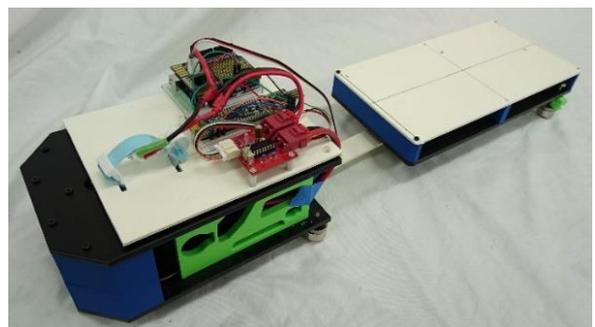


Fig.1 Experimental machine

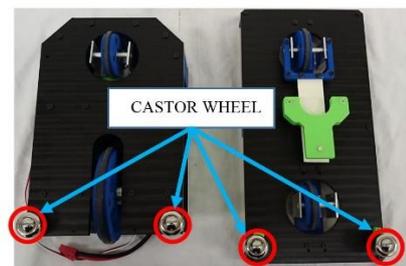


Fig.2 Castor wheel position

3. 実験機を用いた旋回半径の測定実験

3.1 測定方法

今回の旋回半径の測定実験にはモーションキャプチャを用いた。トレーラがけん引されたとき内輪差が少ないことは、けん引車とトレーラの旋回半径の差が少ないことと等しい。それを示すためには、けん引車とトレーラの動きを詳しく測定すればよい。そのために図3に示すようにけん引車には中心位置の1カ所に、トレーラには前方、中心、後方、3カ所の合計4カ所に測定用のマーカを設置しけん引車とトレーラの旋回半径の測定を行った。測定時に基板などからの反射光により誤認識が発生するのを防ぐためけん引車にはカバーを取り付けマーカのみが見えるようにした。

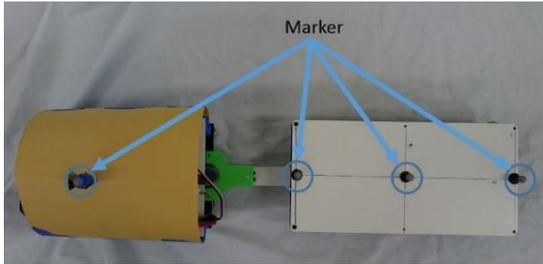


Fig.3 Marker position

3.2 実験方法

今回の実験では、車両における前輪舵角、走行速度は走行中に変化せず一定とし定常円旋回にて実験を行った。実験条件は前輪舵角を10[deg]に設定し、速度は十分低速で、かつ一定で走行させたものである。実験は反時計回りに180[deg]旋回させた結果を測定した。この条件でドリーがある場合とない場合で操舵角ごとに2回走行後、平均値を求めた。また、同様の実験条件と実験方法において車両の旋回速度を変えると旋回半径に変化が現れるかの検証を行った。

3.3 実験結果と考察

図4に前輪舵角10[deg]におけるドリーがある場合の測定結果を図5に前輪舵角10[deg]におけるドリーがない場合の測定結果、図6に図4の実験方法において速度を遅くした場合の測定結果を示す。各図とも実験条件において反時計回りとしたため、X軸、Y軸がともにゼロ付近が旋回開始でありY軸がもう一度ゼロとなった場所で旋回終了である。

図5より、ドリーなしのとき旋回開始直後はけん引車とトレーラ前方との旋回半径の差はあまり見受けられないが45[deg]旋回したあたりから差が徐々に大きくなっていき旋回終了地点では旋回開始時に比べて差が2倍程度となっている。トレーラの中央と後方はほとんど差がないがこのふたつをトレーラ前方とけん引車と比べると差が大きくなっており走行中けん引車よりかなり内側を走行していることが分かる。

図4より、ドリーありでは旋回開始地点から旋回終了地点まで旋回半径に大きな差が出ておらず、図5と同様にトレーラ中央と後方はほとんど差がない。また、トレーラ前方とけん引車の比べた場合でも差があまり現れていないことから内輪差があまり発生しておらずけん引車より大きく内側を走行することを防いでいると考えられる。しかし、旋回半径の差は少ないが一致するまでには至らなかった。

ドリーがある場合とない場合の実験結果からドリー式トレーラが機械的機構のみで内輪差を少なくできることを示すことができたと考えられる。

図6よりけん引車とトレーラの各場所は旋回半径に大きな差が発生することなく走行していることが分かる。図4と比

較すると速度を変えて旋回させた場合、ほぼ同じ軌跡を示していることが分かる。旋回半径を比較すると速度を変えた場合において旋回半径が小さくなっていることが分かる。

速度を変えた場合の実験結果より旋回半径が変化していることから製作した実験機において速度の増減によって旋回半径は変化するものであると考えられる。

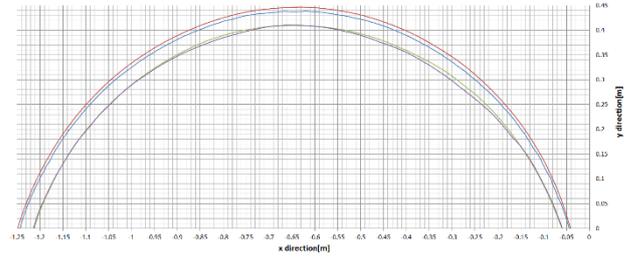


Fig.4 Steering angle 10 degrees, Function dolly

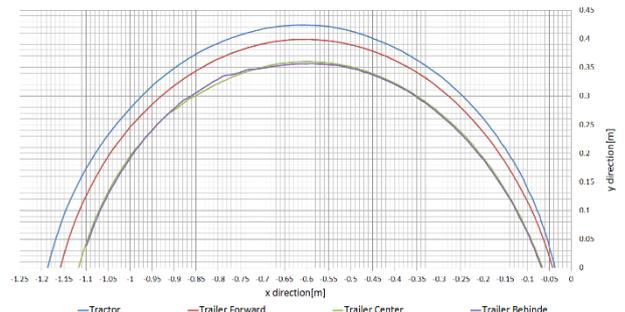


Fig.5 Steering angle 10 degrees, No function dolly

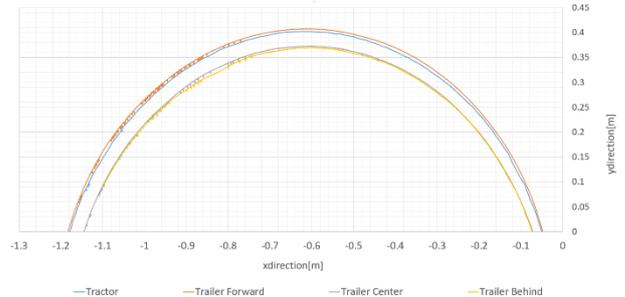


Fig.6 Steering angle 10 degrees, Function dolly, Speed change

4. 結言

今回、定常円旋回において実験機を用いた測定実験によりドリー式トレーラがけん引車との内輪差を少なくすることができるか検証を行った。その結果、ドリー式トレーラは内輪差を少なくできることを確認した。しかし、現状の実験機では障害物を乗り越えたりできないなどが今後の課題である。また、計算により旋回半径を導出できるよう運動モデルを作成することも行っていく。

文献

- (1)大野和則, レスキューロボットの研究開発と性能評価, 日本機械学会誌 2007.11 Vol.110 No1068
- (2)安倍正人, 自動車の運動と制御[第2版], 東京電機大学出版局(2014)