K6-77

ハンドル操舵による自律型自転車の直立安定制御の提案

Proposal of Upright Stability Control of the Free-Standing Bicycle by Steering

○鈴木真悟[1]，大石祐輝[1]，杉山優人[1]，田中穣[2]，富永茂[3]，岡野道治[3]
*Shingo Suzuki, Yuki Oishi, Yuto Sugiyama, Yutaka Tanaka, Shigeru Tominaga, Michiharu Okano

Abstract: Bicycle is one of the well-used vehicles as transportation tool. But, it is unstable on the inherent properties and the stable control of bicycle has not been developed. The purpose of study is development of autonomous bicycle robot by steering control at low speed area of 2m/s. standing stable control algorithm is based on control action of human and conduct control experiment by bicycle robot. We consider proportional control and proportional differential control of steering angle and roll angle. Therefore we examine relation velocity and feedback gain by standing stable control algorithm. Then we control autonomous bicycle robot by using feedback gain.

１．はじめに

普段よく利用される乗り物として自転車がある．自転車単体では不安定であり，人が操縦し車両を安定させている．

小西らは自律型自転車の安定化制御としてハンドル操舵と重心移動の 2 通りの制御方法を検討し，ハンドル操舵が直立安定に有効であることを報告している．また，仁木らは自転車のハンドル系にアクチュエータを組み込み，実車を用いてハンドル操舵による直立安定走行を行っている[1]．しかし，長時間の安定走行に成功した例は報告されていない．

上記のことから，本研究ではハンドル操舵による自律型自転車を用い，低速域での長時間の安定走行の実現を試みる．

２．過去の研究内容

有松らは PD 制御を用いて車両速度 2m/s で自律型走行自転車を走行させている．比例ゲインの値は 7，微分ゲインの値を 0.7, 0.9 とした. 実車走行させた結果，比例ゲインが 7，微分ゲインが 0.9 の時，スタートから 6 秒でコースアウトし, 微分ゲインが 0.7 の時はスタートから 7 秒でコースアウトした．

走行実験の結果から車両を安定させるためには下記の 3 つのうちいずれかの項目を改善する必要がある．

・加速度センサのフィルタの改良によるノイズの低減
・ノイズの影響を受けない制御系の改良
・操舵機構の改良

３．自律型自転車

３．１．諸元

Fig.1 に本研究で使用する自律型自転車を示す．Fig.2 に車両の概略図を，また，自律型自転車の諸元を Table.1 に示し, Fig.3 に自律型自転車の配線図を示す．

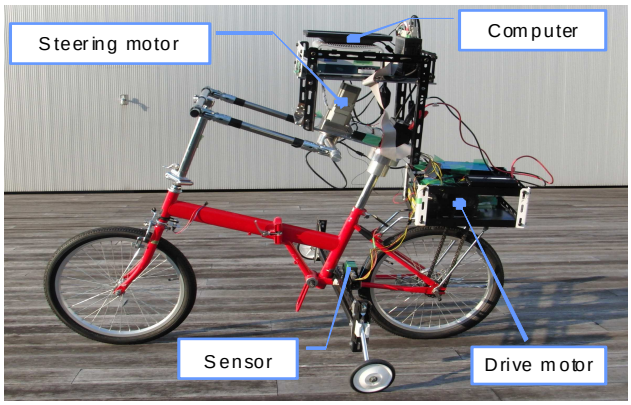

Figure 1. Overview of Bicycle Robot

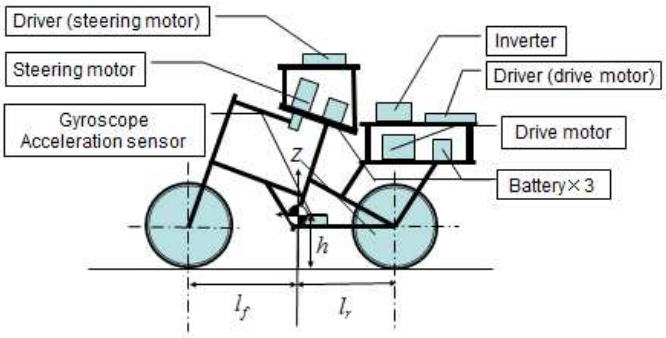

Figure 2. Schematic of Bicycle Robot

１：日大理工・学部・機械　２：日大理工・院生・機械　３：日大理工・教員・機械

Table 1. Specification of Bicycle Robot

m	Mass(kg)	51.0
l_f	Distance from front wheel to center of gravity(m)	0.720
l_r	Distance from rear wheel to center of gravity(m)	0.320
h	Distance from ground to center of gravity(m)	0.679
I_z	Mass moment of inertia around Z axis(kg・m^2)	4.62
I_x	Mass moment of inertia around X axis(kg・m^2)	2.59

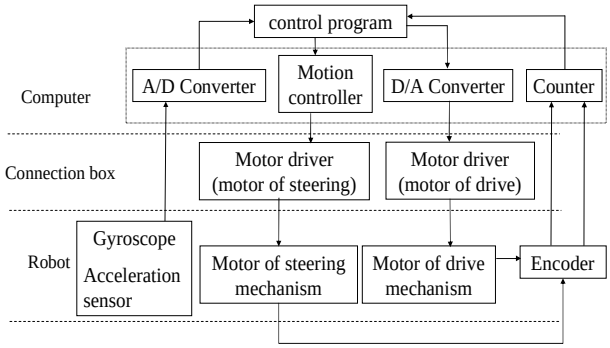

Figure 3. Connection Diagram

３．２．操舵部

人間が行うハンドル操舵を機械で再現している．自転車のサドル部に操舵用の AC サーボモータを取り付け，モータに取り付けたシャフトとハンドル部を接続し動力を伝達する．操舵用の AC サーボモータのシャフトはハンドル部と平行に設置する．

３．３．駆動部

自律型自転車の車両速度を一定にさせる．自転車の荷台に駆動用の DC サーボモータを取り付け，モータ軸に取り付けられたスプロケットからチェーンに介し後輪タイヤに伝える．車両速度は，モータドライバの内部速度設定器を用いて設定を行う．

３．４．センサ

車体のロール角速度やロール角を検知する．センサは G ジャイロセンサを重心付近に搭載する．ロール角はロール角速度から算出する．

３．５．コンピュータ

計測データの保存と制御量の入力および自律型自転車の制御を行う．ボックスコンピュータはアナログ入出力ボード，モーションコントローラを搭載している．

４．現在までの取り組み

自律型自転車の走行実験を行うために，下記の項目を行った．

・自転車の補助輪の取付け部を製作
・駆動部のモータやドライバの配線接続
・コンピュータの動作確認，操舵用モータの修理
・論文等の資料集め

５．今後の予定

引き続き自律型自転車の修理を行い，11 月頃に 3 号館の屋上で走行実験を行う. PD 制御を用いた自律型自転車を Fig.4 に示した実験コースで走らせる．

実験方法は自律型自転車の車両速度（2m/s）が一定になるまでを加速区間とし，車両速度が一定になったら実験を開始する. 目標時間である 20 秒走行することが出来た場合を成功とし，コース幅 15m を超えた場合はコースアウトとする．

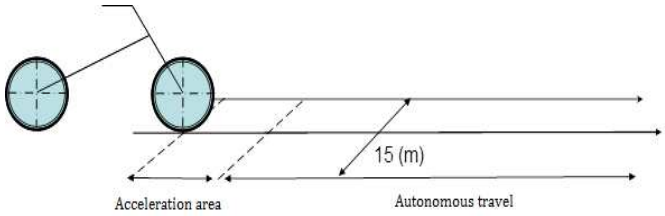

Figure 4. Course Layout

走行確認後，2 章で述べた 3 つの項目のうちいずれかの改善する．

６．まとめ

自律型自転車の安定化制御としてハンドル操舵や重心移動の研究が行われている．しかし，実車を用いた長時間の安定走行には至っていない．そこで，本研究では有松らの研究から考察された項目のいずれかを改善し，長時間の安定走行をさせる．現在は自律型自転車の修理，走行制御プログラムの確認を行っている．その後，走行実験をする．

７．参考文献

[1]仁木宏，村上俊之:「ハンドル制御による電動自転車の走行安定化に関する一考察」，電気学会論文誌 D, Vol.125，No.8，779-785