

スマート自転車「トマルくん」の開発

—交通事故防止アプリ「マモールくん」との連携プロジェクトを目指して—
群馬県立前橋高等学校 2年 猪熊蓮音 大嶋輝希 金澤侑一郎 湯澤拓哉

動機・目的

動機

中・高生の自転車事故の現状(文献1)

改善傾向少ない

自転車の対自動車事故: **79.1%**

出会い頭での事故: **52.9%**

目的

自動ブレーキ補助システム「トマルくん」を開発し、**出会い頭事故を減少**させたい

ブレーキ補助システムの基本仕様

YOLOv8が車を判定 → サーボモータでブレーキON

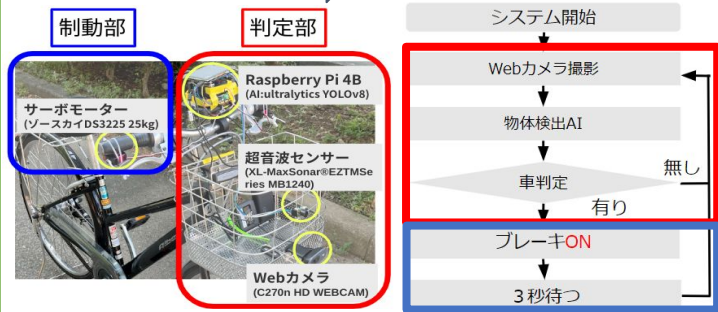


図1 システムの判定部と制動部(左)とシステムフロー図(右)

物体判定部の仕様

出会い頭での車両を想定 → YOLOv8で横向き車両を学習
YOLOv8モデル: tf-lite形式EdgeTPU変換して使用

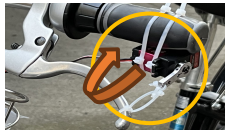
40fpsでの検出サイクル
検出から制動開始まで **0.5s**



ブレーキ制動部の仕様

サーボモータとブレーキレバーで
人間の指の動きを再現

最大 **350N・cm** のブレーキをかけることができる



評価指針

国土交通省の自動制動要件(文献2)
38km/hの自動車が15km/hの自転車に衝突をしない

自転車の最低要件: **15km/hで11m以内で停止**

人間のドライバーでの測定: 時速15km/hで制動距離は2.1m

自転車に求められる理想要件: **15km/hで2.1m以内に停止する**



検証1: システムの制動能力と制動条件の比較

目的

制動部が確かに機能するか評価

方法

サーボモータのみ作動させて
制動初速度と制動距離を測定

結果

140N・cm ~ 350N・cmまでの制動を検証



図5 初速度と制動距離測定

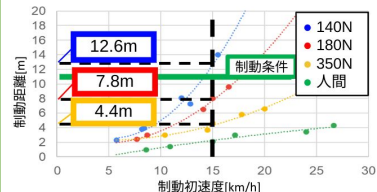


図3 制動距離と初速度、制動条件の関係

考察

等加速度直線運動で近似できると考え2次フィットを実施した。
180N~350Nで「15km/hで11m以内で停止」を確認した。

制動機構 180N・cm
以上出力モータで
制動条件
達成

検証2: 判定部と制動部の連携時の制動条件の比較

目的

対静止車両時での判定部
と制動部の連携状況検証

方法

GPIO入力時にTr回路でLED
を点灯: 判定開始判断
判定後初速度と制動距離
を測定

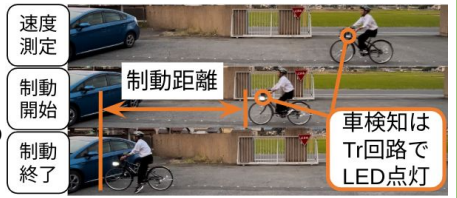


図5 連携時での初速度と制動距離測定

結果 連携時でも制動条件以下の制動距離 **4.1m**

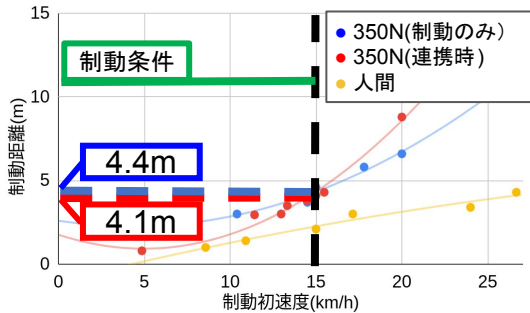


図6 連携時の制動距離と制動初速度、制動条件の関係

考察

YOLOv8の判定とサーボモータ制動なら15km/h以下において人間に近い挙動が可能である。

対静止
車両で
システム
有効
制動条件
達成

検証3: 対運動車両での判定部と制動部の連携

目的

対運動車両時での判定部と
制動部の連携状況検証

方法

GPIO入力時にTr回路でLED
を点灯: 制動開始判断
初速度と制動距離を測定



図2 連携時での初速度と制動距離測定

結果 連携時でも制動条件以下の制動距離 **5.4m**

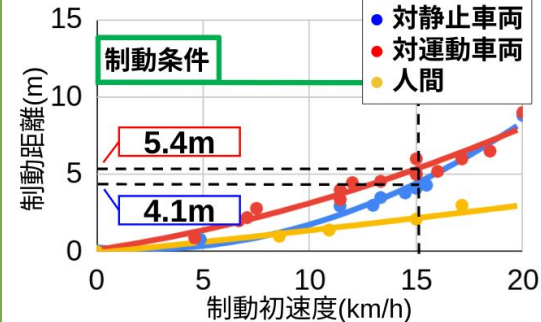


図3 連携時の制動距離と初速度、制動条件の関係

考察

YOLOv8の判定とサーボモータ制動なら国土交通省が定める制動要件を満たす。連続稼働時間が短いことが課題である。

対運動
車両で
システム
有効
制動条件
達成

展望: 交通事故防止アプリ「マモールくん」との連携

YOLOv8はRaspberry Pie 4Bでは4分程度でフリーズする傾向にある。判定部をMediaPipeのObjectionと連携したWebアプリ「マモールくん」に移行し、「トマルくん」では制動のみを行い、それぞれをソケット通信により連携するように技術開発中である。

参考文献

- 群馬県警「交通事故発生状況(高校生・自転車)」
<https://www.police.pref.gunma.jp/28622.html> (2023年10月閲覧)
- 国土交通省「第1回車両安全対策検討会(安全-資料3-2)」
<https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001412115.pdf> (2023年9月閲覧)
- 猪熊, 大嶋「物体検出AIを活用した自転車における一時停止補助システムの開発」第47回全国総合文化祭自然科学部門ポスター発表(2023)