

F1-49

RTK-GPS を用いたセグウェイの挙動特性に関する研究

Study on the behavior characteristic of segway using RTK-GPS

○笹本高輔¹, 佐田達典², 石坂哲宏²*Kousuke Sasamoto¹, Tatsunori Sada², Tetsuhiro Ishizaka²

Abstract : The use of segway is expected to increase in the future. However segway worries about occurrence of the accident, because segway uses same space as pedestrian. It is necessary to understand what behavior segway does to take precautions against possible accidents. Therefore, the purpose of this study to clarify detailed behavior of by segway by using RTK-GPS. As a result of installing GPS receiver in segway and the experiment, detailed behavior including the acceleration and speed was able to be clarified.

1. はじめに

セグウェイはテーマパークやイベント会場, ショッピングモールなど, 歩行者と同じ空間で利用されている。しかし, 既存の研究ではセグウェイ乗車時の視点や感覚などの研究がされていたが, セグウェイの事故を未然に防止するための対策を考案するには, セグウェイの走行挙動を十分に明らかにすることが重要である。本稿ではセグウェイの減速特性を明らかにするための実験方法を検討し, 基礎的実験を通してその挙動を明らかにすることを目的とする。

2. 測定方法

(1) RTK-GPS の利用

セグウェイの動きを測定する方法として, 高精度測位が可能な RTK-GPS を用いることとした。RTK-GPS とは Real time Kinematic GPS と呼ばれる実時間でキネマティック測位を行う方式である。基準局はその観測した位相積算値データを通信システムを介して移動局へ伝送する。移動局ではそのデータを利用し, リアルタイムに移動局の干渉測位計算を行い結果を出力する^[1]。

(2) 測位解の種類

RTK 測位で求められる測位解については, バイアスを整数値で求めた解を Fix 解 (厳密解) と呼び, 実数値で求めた解を Float 解 (非厳密解) と呼ぶ。Fix 解の精度は 5mm~20mm 程度であり, Float 解の精度は 10cm~数 m 程度である^[1]。したがって本実験の目的である減速特性を把握するには, 少なくとも Fix 解のデータが必要であると考えらる。

3. 減速特性に関する実験

基準局 (Figure 1) として trimble5700 システム, 移動局 (Figure 2) として LEGACY-E+ をセグウェイに取り付けて, 実験場所を測量センター前の駐車場としてセグウェイの減速特性に関する走行実験を行った。



Figure 1 .Reference station Figure 2 .Removal station

Figure3 に示す駐車場の外側のスタートラインから走行を開始し, 走行速度がそれぞれ 5 km/h, 10 km/h, 15 km/h のときに駐車場にある白線の 4 本目をブレーキラインとしてブレーキをかけて停止させた。

本実験は Figure 4 のように, ブレーキラインを通過してからブレーキをかけてからの時間から反応時間, ブレーキをかけはじめてから完全に停止するまでの距離・時間を計測してセグウェイの減速特性を明らかにした。

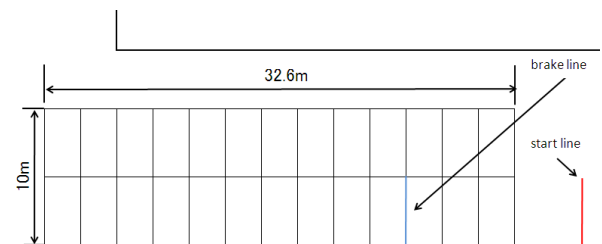


Figure 3.Location of brake and start line

3. 実験結果

まず, 本実験のデータは誤差があっても 5mm~20mm 程度である Fix 解のデータが得られた。

続いて実験結果を Figure5 に示す。GPS から速度データを得る場合, 位置情報を受信機で計算して得られる速度データ(オンライン)と得られた位置情報と時刻から事後(オフライン)に算出する 2 つの方法がある。

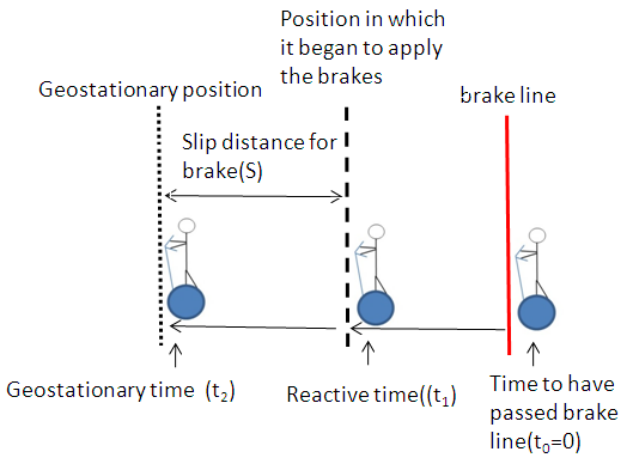


Figure 4 .Reactive time and Slip distance for brake

Figure5 に 5km/h のときの両者のデータを示す。両者ともに 0.1 秒ごとに速度が上下しているが、実際には細かな速度変化は行っていないはずである。そこで両者に線形回帰し、速度の曲線を求めた。GPS から得たデータの R² 値が 0.811 であったのに対して位置データから得たデータの場合は R² 値は 0.912 であった。よって本実験で扱う速度データは位置データから得たものを使用する。

Figure 6 はセグウェイのブレーキラインから各速度における 0.1 秒ごとの速度を計算し、表したグラフである。Table1 は各速度における結果を表した表であり、反応時間とはセグウェイがブレーキラインを踏んでからブレーキをかけ始める時間である。実際得られたデータを参照してみると速度が速くなるほど反応時間が短くなっていった。これは速度の増加により、ブレーキラインを通過したとの認識の感度が鈍くなったためと考えられる。

次に Figure 6 より各速度における減速度について見てみると、速度があがるにつれてグラフの傾きが大きくなっているのがわかる。これから速度が速いときのほうが減速度が大きいことが言える。それに加え、ブレーキをかけてから完全に静止するまでの時間からも速度が速いときのほうが減速度が大きいことが言える。

最後に、ブレーキをかけはじめてから完全に静止するまでの時間・距離について見てみると、どの速度のときもブレーキをかけてから完全に静止するまでの時間は近い値であるのに対し、ブレーキをかけてから完全に静止するまでの距離は 5km/h, 10km/h, 15km/h のときそれぞれ 1.07m, 1.81m, 3.88m と大きく異なる値となった。特に 5km/h, 10km/h, の場合では 10km/h のときのほうがブレーキをかけはじめてから完全に静止するまでの時間が短いのにに対して、完全に静止するまでの距離は 0.8m も大きくなった。しかし、これらの結果はサンプル数が

少ないので、今後より精度の高い結果を得るために、今後、サンプル数を増やして、精度の高いデータを求めていく予定であるので、本研究の成果は基礎実験で得た参考値として頂きたい。

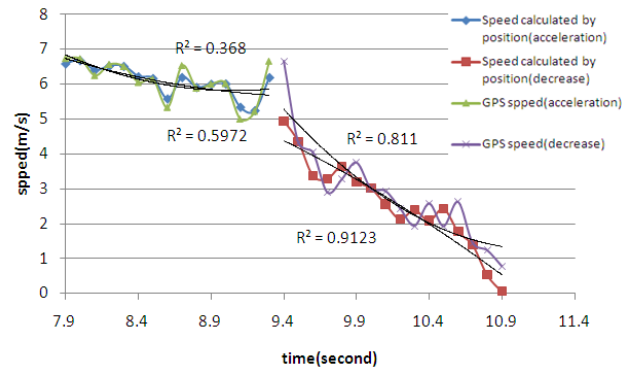


Figure 5.Comparison of speed data

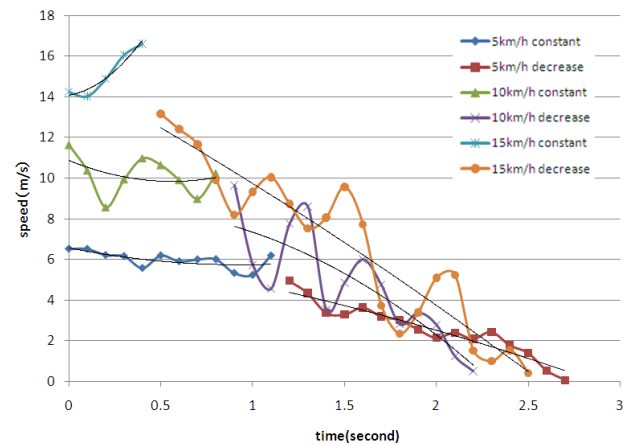


Figure 6.Graph of speed

Table 1.Outcome of an experiment

Setting speed	t ₀	t ₁	Speed before it applies the brakes	t ₂	S
5km/h	0s	1.1s	6.19km/h	1.6s	1.07m
10km/h	0s	0.8s	10.2km/h	1.4s	1.81m
15km/h	0s	0.4s	16.6km/h	2.1s	3.88m

4. おわりに

今回の実験ではセグウェイの減速特性を把握するために、RTK-GPSを用いてセグウェイの減速実験を行った。本研究ではセグウェイが静止する際の反応時間、制動距離、減速特性を明らかにするための方法として、RTK-GPS を用いた方法が利用可能であるということを示せた。

5. 参考文献

[1]近津博文, 佐田達典ほか:空間情報工学概論, 日本測量協会, pp.91,96, 2005 年