

電動車いすユーザの操作能力評価のための走行環境・走行状態判別手法の開発

Estimation of Driving Environment and Driving State of Powered Wheelchairs in order to

Evaluate the Maneuvering Ability of Wheelchair Users

舟見幸一郎 (国リハ,東大) 硯川潤 (国リハ,JST さきがけ) 高本健吾(国リハ)

小竹元基 (東大) ,井上剛伸 (国リハ)

KoichiroFUNAMI, University Of Tokyo

Jun SUZURIKAWA, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities, PRESTO JST

Kengo KOMOTO, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

Motoki SHINO, University of Tokyo

Inoue Takenobu, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

Abstract: To properly assist the driving of powered wheelchair users, it is essential to evaluate the maneuvering ability of users. To evaluate maneuvering ability from everyday driving, wheelchair's driving environment and driving state should be detected remotely. We developed a removable sensor-system which captures the movements of wheelchair and its joystick. By setting thresholds on the joystick movements, we created a technique that discriminate the driver state such as maneuvering-sideways. Then, through an experiment study which observes the everyday-drive of an powered wheelchair user, we extracted some driving environments which seem to require maneuvering abilities. Altogether with the technique of detecting driving status, we developed evaluation tool which can observe how an powered wheelchair user adopts to the environments that require driving abilities through maneuvering.

Key Words: Powered Wheelchair, Maneuvering Ability

1. はじめに

近年肢体不自由者の増加に伴い、肢体不自由者の QOL 向上のための走行支援機器として、電動車いすの需要が高まっている。電動車いすの処方、市区町村の更生相談所で職員が行っている。平成24年に行われた調査^[1]によると電動車いす処方の基準は生活環境において適切に操作を適応できるかという操作能力を評価しているが、評価基準は担当者が主観的に行っており、実験室環境で評価されている。しかし、過不足ない支援機能を有する電動車いす走行支援を行うためには実生活環境で定量的な基準を用いて操作能力を評価する必要がある。

電動車いすの操作能力の評価に関する既存研究では、実験室環境でシミュレーターを用い、定量的に操作能力を評価する研究^[2]と、実生活環境で実験者が定性的に評価を行う研究^[3]があるが、実生活環境で定量的に評価を行っている研究は存在しない。

実生活環境で操作能力評価を行うためには電動車いすユーザの走行環境・走行状態を抽出し、各環境・状態における操作の適応行動の評価方法を確立する必要がある。

本研究では前者の「実生活環境において電動車いすの操作能力評価のための走行環境・走行状態判別手法の開発」を研究目的とする。

この目的達成には、電動車いすの走行・操作情報の計測手法を開発し、実験室環境で使用される既存の操作能力評価項目が注目している走行環境が、実生活環境においても操作の適応行動が必要とされる環境であることを確認し、判別を行う走行環境・走行状態を選定する。そして、その走行環境とその環境における走行状態を走行・操作情報から抽出する手法を構築する必要がある。

2. 方法

2-1. 考案した走行・情報の計測手法

実生活環境で操作情報・走行環境情報取得方法の開発には、操作や走行に干渉しないように、センサを全て外付けで取り付ける必要がある。また、プライバシー保護の観点から画像認識技術は使用できないという制約条件がある。以上の条件を満たすセンサシステムとして、Well-SphERE^[1]センサシステムを用いた。このセンサシステムは車体フレームに加速度センサ、ジャイロセンサ、ジョイスティック先端に加速度センサを外付けで装着することで走行情報・操作情報を抽出するセンサシステムである。

2-2. 判別する走行環境・走行状態の選定

既存の実験室環境における操作能力評価項目が注目している環境が、実生活環境においても操作の適応行動が必要とされる環境かを確認するため、車いす当事者1名の実生活走行データ1週間分を計測し、環境と操作の対応を分析した。その結果、主に次のような適応行動を行っていた。

- ・段差昇降直後に速度を落とし車体の振動安定させる
- ・粗い路面走行中に速度を落とし、車体の振動を安定させる
- ・斜面を走行中に前輪が斜面に流れることによる進行方向のブレを補正する。

これらの適応行動が見られた環境(段差、粗い路面、斜面)は標準的に使用されている実験室環境での操作能力の評価項目であるWST (Wheelchairs Skills Test) のにも含まれていた。

また、走行する環境に加え、その環境での走行状態によって必要な適応行動は変わると考えられる。既存の評価項目WSTでは、主に具体的には後進、後進かつ旋回、直進、直進かつ旋回、その場旋回の5つの走行状態が評価されてい

る.よってこれらを判別が必要な走行状態として設定する.

2-3. 走行環境判別手法の検討

斜面の傾斜角は角度センサを用いれば判別できるが, 段差・粗い路面には走行環境判別手法を検討する必要がある.

車体が段差を超える際,上下方向に一度大きく振動する.そのため,車体前方回転角加速度を異なる速度において段差を乗り越えた際に計測した所,車体の最小速度(3m/s)から最大速度(6m/s)において 250(deg/s²)以上を計測していた.よってこれを段差判別の閾値として採用した.

次に粗い路面を走行する際,上下方向の連続的な振動が車体に生じる.よって,粗い路面を走行したデータの PSD(サンプル周波数 25Hz) の平均を求めたところ,5m/s から 6m/s の速度の走行データにおいて PSD の平均が 0.012 以上を計測した,よってこれを粗い路面判別の閾値として採用した.

2-4. 走行状態判別手法の検討

走行状態判別手法は,個人差を考慮し,複数名の操作情報を基に検討を行わなければならない.よって操作情報の特徴を抽出するため電動車いす操縦経験のある5名の被験者に判別を行う走行状態の操作状態を計測した.各走行状態について,操作情報を見たところ,被験者によって左右方向・前後方向のジョイスティック操作角の遷移の仕方は異なったが,合計の舵角量は一定に見えた.そのため,左右方向・前後方向のジョイスティック舵角を3秒間積分した値をプロットしたところ図2の様分布が独立した.よって図2上にある線を状態判別の閾値として採用する

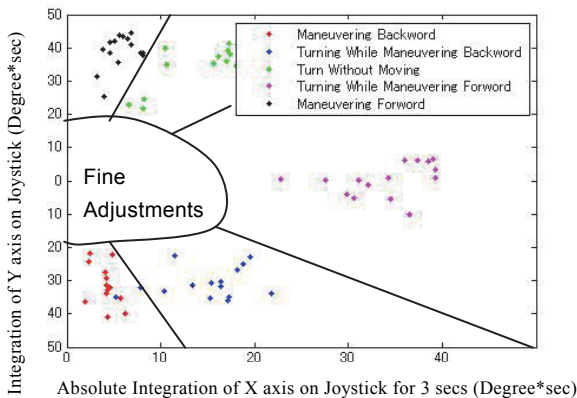


Fig.2 Plot of Integration of Joystick Angle for 3 Seconds

3. 結果・考察

構築した走行環境・走行判別手法の妥当性を評価するために,車いす操縦経験のある被験者1名の方に約十分間自由に実環境で走行させた.判別の結果と走行映像から確認した真値を走行状態と走行環境についてそれぞれ図4,図3に載せる.この判別結果は横軸が走行経過時間で縦軸が判別した環境と状態のラベリングである.

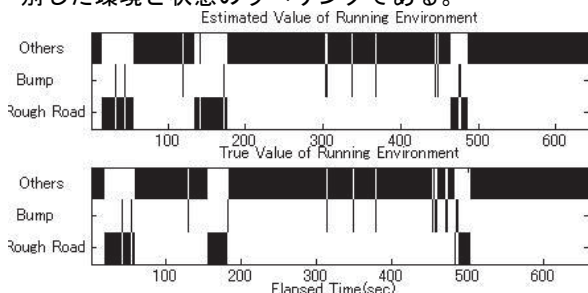


Fig.3 Result of Classification of Running Environment

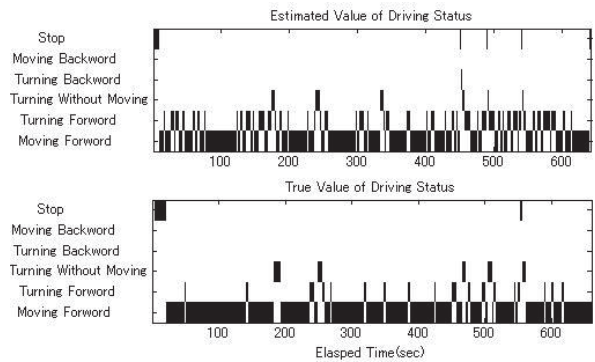


Fig.4 Result of Classification of Running Status

ある判別項目について真と判別された区間のなかで,実際に真である割合を Precision, 実際に真の区間のなかで,真と判別された割合を Recall とし,表1に各判別項目の Recall と Precision をまとめた.

Table.1 Precision And Recall Table

	Recall	Precision
<u>Running Status</u>		
Moving Forward	0.61	0.78
Turning Forward	0.63	0.22
Turning Witout Moving	0.67	0.80
<u>Running Environment</u>		
Bump	0.91	1.00
Rough Road	0.78	0.65

表1を見ると旋回の Precision が 0.22 と著しく低い.これは直進中に細かい方向修正を行なう修正操舵を,旋回と誤判定しているからであった.修正操舵とは細かい旋回であると考えられ,真値を作成する際に細かいけ経路修正を真値に加えれば Precision は向上されると考えられる.

4. おわりに

本研究では実環境における電動車いすの操作能力評価を行うため,実環境におけるユーザの走行を計測し,走行情報・操作情報に着目したところ以下の知見を構築した.

- ・ 実験室環境での操作能力評価項目が注目している環境で,電動車いすユーザが実生活環境においてどのような操作の適応行動を行っているかを明らかにした.
- ・ 実生活環境において電動車いすの適応行動が見られる走行環境・走行状態の抽出手法を設計した,6割以上の識別率で達成した.

操作能力を評価するための今後の展望としては,本研究で選定した環境での適応行動を定量的に評価する方法を検討し,操作能力の定量的な評価手法の開発を行う.

参考文献

- (1) 厚生労働科科学研究費補助金障害保健福祉総合研究事業.” 障害者の自立を促進する福祉機器の利活用のあり方に関する研究”(2012)
- (2) Hafid Niniss,“Development of an Electric Wheelchair Driving Simulator for a Prac-tical use in Clinical Evaluations”(2006)
- (3) 二瓶美里・井上剛伸, 重度障害者を対象とした電動車いすの適合にみる機器開発の課題,(2008)
- (4) 高本健吾他 (2013)電動車いすライフログシステム (WELL-SphERE)を用いた走行・操作情報推定手法の開発