

没入型歩行環境を用いた注視と歩行の解析

岡田 典^{1,a)} 山添 大丈^{1,b)} 満上 育久^{1,c)} 八木 康史^{1,d)}

1. はじめに

注視方向に応じて、人の歩き方が変化することが知られている。我々はこの関係性を詳細に調べモデル化することで、例えば顔向きが判別不可能なカメラ映像からでも、その歩行の様子から注視方向を推定できる技術の実現を目指している。本稿では、被験者データ収集のために構築した没入型歩行環境と、没入型歩行環境を用いた注視と歩行の分析結果について述べる。

2. 没入型歩行環境

図 1 に本研究で用いる没入型歩行環境を示す。トレッドミルとマルチディスプレイからなっており被験者の歩行にあわせて、仮想空間を提示するとともに、注視と歩行の分析のために、注視対象を提示できる。

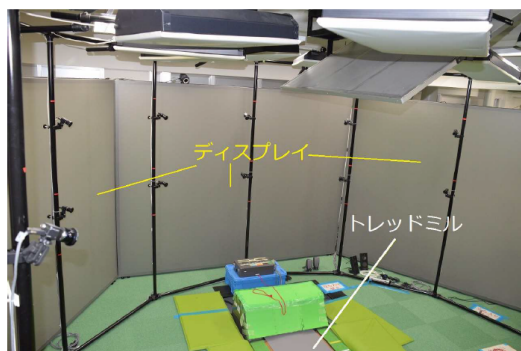


図 1 実験環境

環境を歩行中の被験者の歩行動作と視線方向は、モーションキャプチャシステム (VICON) と眼球計測装置 (NAC EMR-9) を用いて計測される。ここで、モーションキャプチャシステムと眼球計測装置は、それぞれ異なる座標系でデータが取得されるため、両システム間の関係をあらかじめキャリブレーションしておくことで、歩行動作・視線方向の計測データを共通の座標系で取得することができる。

3. 実験

注視と歩行の関係を調べるため、以下のような実験を行った。本稿では、その予備的な分析結果について述べる。実験手順: 実験では、まずトレッドミル歩行に慣れてもらうため、10 分間歩行してもらう。この時、トレッドミルは被験者が歩行しやすい速度に設定した。次に、実験では注視対象として緑の球体を提示し (図 2)、被験者には常に注視対象を注視しながら歩行するように教示した。仮想空間中での被験者からの距離 4[m] の半円上の前方 5 方向 (水平方向左 30 度-右 30 度まで 15 度ごと) に注視対象を 6 秒間ずつ提示した場合の 5 条件について実験した。慣れや疲れなどによる影響を排除するため、被験者ごとの各条件の提示順については、カウンターバランスを取った。また、疲れの影響を最小限にするため、5 分間の歩行ごとに 3 分間の休憩をはさみながら実験を行った。

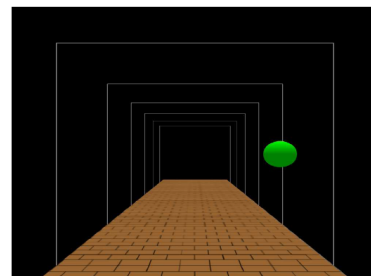


図 2 仮想空間と注視対象提示の例

実験結果: 9 名の被験者に対して実験を行った。ここでは、特に変化が見られた前腕の動きの結果について述べる。実験で得られた前腕の姿勢変化の一例を図 3 に示す。前腕の姿勢は鉛直下向き時を 0 度、前方に上げた時を正としている。このような姿勢データから歩行周期ごとに振幅と最前点・最後点を抽出し、注視方向との関係を分析する。

図 4~図 5 に、被験者 F の左右前腕の腕振りの振幅とその時の水平注視方向の関係を示す。図中の直線は、前腕の姿勢データに対して線形回帰を行った結果であり、外れ値の影響を排除するため、ロバスト推定法を用いた。

全被験者の左右前腕の振幅データについて、線形回帰による求めた注視角度に対する平均変化率 (グラフの傾き)

¹ 大阪大学, 〒 567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1

a) okada@am.sanken.osaka-u.ac.jp

b) yamazoe@osipp.osaka-u.ac.jp

c) mitsugami@am.sanken.osaka-u.ac.jp

d) yagi@am.sanken.osaka-u.ac.jp

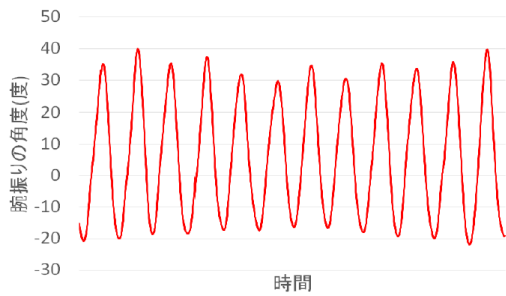


図 3 前腕の姿勢変化

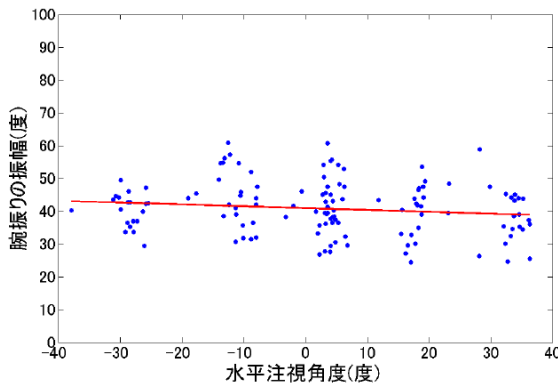


図 4 被験者 F の注視角度に対する左前腕の腕振りの振幅の角度

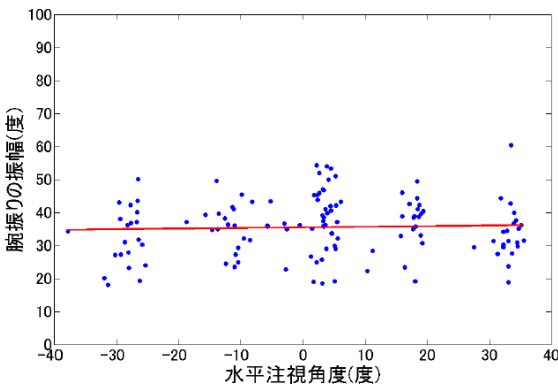


図 5 被験者 F の注視角度に対する右前腕の腕振りの振幅の角度

を表 1 に示す。最前点・最後点の平均変化率を表 2、表 3 に示す。ここで、太字は左前腕の平均変化率が負、または右前腕の平均変化率が正で、値が大きい場合を表している。結果より、振幅 (1) においては、多くの被験者において、右を注視した場合には左前腕の振幅が小さく、左を注視した場合には右前腕の振幅が小さくなっており、注視方向と反対側の腕振りの振幅が小さくなる傾向が見られている。また表 2 の結果より多くの被験者において、右を注視した場合には左前腕の最前点が小さく、左を注視した場合には右前腕の最前点が小さくなっており、振幅と同様に注視方向と反対側の腕振りの最前点が小さくなる傾向があることがわかる。

一方で、表 3 の結果から、約半数の被験者で、右を注視した場合には左前腕の最後点が小さく、左を注視した場合

には右前腕の最後点が小さくなっていることがわかった。この結果は、傾向が見られた被験者数が約半数と少ないものの、振幅や最前点とは異なる傾向となっており、今後被験者数を増やし、さらに検討を進める予定である。

表 1 注視角度に対する前腕の腕振りの振幅の平均変化率 (度/度)

	左前腕	右前腕
被験者 A	0.0094	0.0809
被験者 B	-0.0497	0.1437
被験者 C	-0.0513	-0.0041
被験者 D	-0.0516	0.0236
被験者 E	0.0006	0.0206
被験者 F	-0.0564	0.0180
被験者 G	-0.0207	-0.1208
被験者 H	-0.0561	0.0345
被験者 I	-0.0319	0.0095

表 2 注視角度に対する前腕の腕振りの最前点の平均変化率 (度/度)

	左前腕	右前腕
被験者 A	-0.0070	0.0511
被験者 B	-0.0352	0.0881
被験者 C	-0.0446	-0.0201
被験者 D	0.0140	0.0167
被験者 E	-0.0010	0.0275
被験者 F	-0.0502	0.0222
被験者 G	-0.1387	-0.0231
被験者 H	-0.0464	0.0224
被験者 I	-0.0406	-0.0226

表 3 注視角度に対する前腕の腕振りの最後点の平均変化率 (度/度)

	左前腕	右前腕
被験者 A	-0.0140	-0.0349
被験者 B	0.0166	-0.0566
被験者 C	0.0141	-0.0163
被験者 D	0.0508	-0.0139
被験者 E	0.0091	0.0027
被験者 F	0.0023	-0.0081
被験者 G	0.0547	0.0718
被験者 H	-0.0356	-0.0030
被験者 I	-0.0202	-0.0466

4. まとめ

本稿では、注視と歩行の関係を解析するため、没入型歩行環境を用いた人物の歩行と視線の同時計測による注視と歩行の関係の分析結果について述べた。

今後は、まず注視物体が移動する場合など、様々な注視条件について実験を行うとともに、一般の歩行路でも注視歩行実験を行う予定である。

謝辞 本研究は、科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 (CREST) の支援により実施した。