

移動軌跡と頭部の向きに基づく歩行者の行動意味づけ方法

山田 辰美[†] 柳 沢 豊[†]
平 田 圭 二[†] 佐 藤 哲 司[†]

本稿では、人の行動をモデル化する移動軌跡に頭部の向きを付加する移動軌跡の拡張法を提案する。人の行動分析は、店舗内の主導線分析や店舗やビル等の設計に関する分野でさかんに研究されている。これらの研究では、人の時間的な変位を表す移動軌跡を対象とし、移動軌跡の近傍にある事物が移動体が強く関連しているもの、もしくは注目しているものとして分析が行われている。しかし、移動軌跡の近傍にある事物が必ずしも移動体が強く関係しているとは一般的にはいえない。そこで、我々は頭部の向きが、近似的に人が注目している対象、つまり強く関連しているものを表現するとの仮説を立て、頭部の向きを付加した移動軌跡を用いて行動をモデル化する。複数の技術展示を並べたイベント会場における実験を行い、提案手法の有効性を確認した。

A Method of Labeling Human Behavior Based on Walking Trajectory and Attentional Direction

TATSUMI YAMADA,[†] YUTAKA YANAGISAWA,[†] KEIJI HIRATA,[†]
and TETSUJI SATOH[†]

We propose an extension of human walking trajectory analysis that takes attentional direction into consideration. Studies on method of analyzing human behavior provide an essential information for marketing activities. In existing studies, human walking that approximately follows trajectory is assumed to be related to the vicinity objects. However, this assumption is not a sufficient explanation. We assume that attention direction is determined by "head direction", that is the direction one is facing. Based on attentional direction and human walking trajectory, we model human behavior. The results of an evaluation of our model are reported.

1. はじめに

近年、GPS や RFID タグ等位置取得デバイスを用いて継続的に人をはじめとする様々な移動軌跡データを取得し分析することで、移動物体の行動の特徴を発見・抽出する研究^{5),6)}が進められている。小磯ら^{1),2)}は、RFID を用いて動線を計測し、この動線に基づき群衆の行動を解析する方法を提案している。柳沢ら³⁾は、店舗や展示の最適配置のための一指標として、ある地点の前を通過したりそこで立ち止まったりする行動パターンの情報を利用する方法についての研究を進めている。特にマーケティング等の分野において、店舗やイベント会場における来場者や顧客の行動パターン分析から、来場者や顧客の意図を発見したり読み取ったりする技術には、大きな期待がかかっている。

しかし、人の移動軌跡データだけから行動パターン分析を行っても、その行動がどのような意図から発現したのかを知ることは難しい。たとえば、人がある商品の前で立ち止まったとしても、その立ち止まった理由がその商品に起因しているかどうかを移動軌跡データだけで判定することはできない。

一方、人の行動を注視情報や頭部の方向の観点から明らかにする研究が進められている^{4),8),9)}。高橋ら⁴⁾は、イベント会場内で生じている様々なインタラクションを識別することを目的に、イベント来場者やスタッフに IR トラッカ、LED タグ等を装着させ、環境側にも多数のセンサを設置し、特定の展示物を注視したか否かを検出し人の行動と関係づける研究を行っている。また、鈴木ら⁸⁾は被験者にアイカメラを装着させ、迷路を複数回歩かせることによる学習過程と探索歩行時の注視行動に着目して、注視パターンと頭部の動きパターンの分類を行っている。さらに北濱ら⁹⁾はこの研究を地下鉄駅舎に適用し現実環境における注視行動の

[†] NTT コミュニケーション科学基礎研究所
NTT Communication Science Laboratories

パターン分けを行っている。鈴木ら、北濱らの研究は視線の注視時間に着目し、視線の注視パターンが同一環境を繰り返し歩行することによりどのように変化するか、もしくは、歩行する環境によりどのように視線の注視パターンが変化するかに力点を置き、視線の移動、頭部の動き、身体の軌跡の学習効果による連動性に関して述べている。しかし、人の意図、頭部の向きの変化、人の移動の間の関係については、いずれの研究においても述べられていない。

我々は、人の移動行動と注視行動は相互に影響を及ぼしあっており、一方が他方の原因あるいは結果となるような関係にはないと考えている。つまり人が移動の最中にどこかを注視したために移動軌跡が影響を受け、その変化した移動軌跡が注視行動に影響を与えるという考え方である。

そこで本研究では、移動と注視がどのように相互に影響を及ぼしあっているかを調べ、それに関するいくつかの仮説を提案する。この仮説を採用した人の行動目的の分類は、そのまま人の行動意味づけに用いることができる。

なお、本稿では注視方向を移動中の視線の動きととらえ、頭部の向きにより近似できると考え、頭部の向きを注視方向として採用する。

本稿では以下、2章で行動パターンの仮説に立てる。3章でその仮説検証のための実験とデータ収集方法について述べ、4章で実験のデータに基づく仮説の検証を行う。さらに5章では、他のデータへの検証結果の適用を行い、6章ではデータの検証結果から得られた知見に基づく仮説を追加し、実験データのさらなる検証を行う。最後に7章でまとめを述べる。

2. 行動パターンの仮説

2.1 移動行動と頭部の向き

本稿では、頭部の方向は移動軌跡に付随する情報として考える。移動行動に付随した情報として頭部の方向を考える場合、移動方向を考慮していない“北向き”や“南向き”等の頭部の絶対方向は、有効ではなく、むしろ移動の方向に対して“右向き”や“左向き”という相対方向が重要となる。そこで、移動方向と頭部の絶対方向の差分の角を頭部の方向として扱い、この角のことを“頭部変位角”と呼ぶこととする。

2.2 探索行動と目標到達行動

人が移動する際、頭部変位角の変化は大きく2通りに分類できよう。1つめは、周囲から何も刺激や情報が加えられない状態で移動する場合で、頭部変位角はほぼ一定の狭い範囲にとどまるであろう。2つめは、

移動経路上に予期せぬ物体や個人の関心のあるものが存在したり、まったく知らない場所を移動したりする場合には、頭部変位角の変化は激しくなるであろう。つまり、まっすぐ前を向いて歩くか、キョロキョロしながら歩くと換言できる。第1の行動パターンは明確な移動目標がありそこへ到達するときの行動パターンである。これを目標到達行動と呼ぶ。第2の行動パターンは目標とする展示物を探索する行動パターンである。これを探索行動と呼ぶ。

2.3 頭部変位角についての仮説

上で導入した頭部変位角、目標到達行動、探索行動に関して、我々は以下の仮説を立てた。

- 仮説1 移動速度が大きいほど頭部変位角の変化は小さい。
- 仮説2 目標到達行動では、頭部変位角の変化は小さい。
- 仮説3 探索行動では、頭部変位角の変化は大きい。

仮説1：一般に移動速度が上がるほど、人は自分の移動方向の先に何かがあるのかを事前に確認する必要がある。そのため、頭部変位角を小さく保つようになると考えられる。

仮説2：あらかじめ移動目標が決まっている場合や、関心のある事物を発見しその事物に向かうとき、移動方向と頭部の向きはともに移動目標に向かうと考えられる。

仮説3：移動目標を探している場合や関心のある事物を見出そうとしているとき、移動方向とは独立に周りを見回しながら移動すると考えられる。

3. 実験とデータ収集

3.1 頭部の向き情報取得方法

頭部の向き情報取得方法について述べる。頭部の向き情報取得方法としては、先に述べた高橋ら⁴⁾の方法や、鈴木ら⁸⁾、北濱ら⁹⁾の利用した帽子型のアイカメラを利用する方法、Ohnoら⁷⁾の設置型のアイカメラを利用する方法が存在する。しかし、高橋らの方法や帽子型のアイカメラは、人に特別な装置を装着させる必要があり、被験者に対し負担をかけることとなる。一方、設置型のアイカメラは人に特別な装置を装着させる必要がなく、また精度も高いが、視線の測定範囲がディスプレイ画面に限定されてしまい、人の移動にともなった視線の測定はできない。

そこで本実験では、できるだけ人に負担がかからず、かつ、多数の頭部の向き情報が取得できる方法として外部から撮影したビデオ画像から頭部の方向を検出する方法を用いることとした。

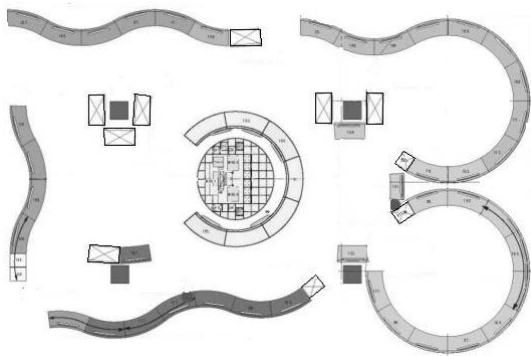


図 1 会場配置

Fig. 1 Event hall layout.

3.2 イベント会場におけるデータの収集

前述の仮説検証のため、実際に開催された技術系の展示イベント（東京，2004年2月）においてデータ収集を行った。展示イベントの来場者は、展示を見ることを目的としており、展示を走査する探索行動と特定の展示に向かって行動する目標到達行動の両行動が明確に現れることが予測される。したがって、来場者の移動軌跡データは本仮説の検証に、適切なデータであるといえる。

本実験を行ったイベント会場は約 $16\text{ m} \times 30\text{ m}$ の広さである。会場レイアウトを図 1 に示す。

中央に直径約 4 m の円柱状ブース 1 基、奥に直径約 8 m の円柱状ブース 2 基、波板状のパネル壁面が設置されている。移動軌跡データは、床から 15 cm に 10 台のレーザーセンサ（SICK 社製 LMS200）を置き来場者の足の位置を測定し、来場者の頭部の位置と向きは、天井に 5 台の鳥瞰カメラ（SONY 社製 EVI-D70）を設置し撮影した。さらに、イベント会場を出た直後の来場者のうち、適当と思われた 40 人に対し、移動理由を内省してもらい、来場目的、関心を持った展示に関して聞き取り調査を行った。イベント会場に入る前の来場者には、本実験が実施されている旨はいっさい通知されていない。

記録された来場者の足の位置測定データから移動軌跡データを全体で 204 人分、延べ $5,000$ 秒余りの移動軌跡と頭部の位置と向きに関するデータを構成した。鳥瞰カメラ画像から来場者の各時点における頭部の位置と向きの情報を人手により抽出した。なお、移動軌跡データはサンプリング時間は 0.1 秒であり、頭部の向きは 16 方向（ 22.5 度間隔）に量子化されている。頭部変位角は、その時点での移動方向と頭部の向きとの差として算出されるので、最大 ± 11.25 度の誤差を含む。また、停止している状態での頭部変位角は 0 度

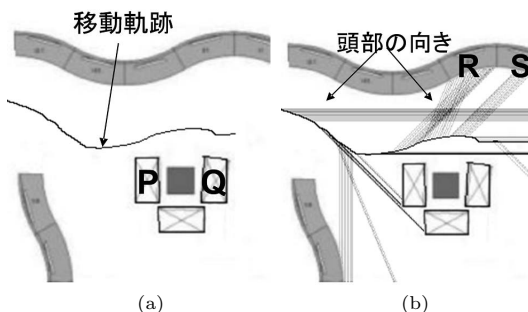


図 2 移動軌跡と頭部の向き付き移動軌跡

Fig. 2 Trajectory and trajectory with head direction.

とした。

3.3 収集データの例示

上記の方法により収集した移動軌跡データの例を図 2 に示す。図 2 (a) はレーザーセンサにより収集した移動軌跡データを示し、図 2 (b) は収集した移動軌跡データに頭部の向きを付与したものである。この移動軌跡データは図 2 の左から右への移動である。

従来の移動軌跡データ解析では、移動軌跡データ (a) は物体 P, Q の近傍を移動するため、P, Q に関連した移動として分類されてしまう。しかし、頭部の向きを付加した移動軌跡データを見ると、P, Q の近傍を移動しているときには、頭部は物体 C, D の方向を向いており、この行動は R, S に関連した移動として分類されるべき移動軌跡データであることが分かる。また、頭部の向きを付与することにより、移動軌跡の移動方向が識別しやすくなり、グラフの可読性が上がる。図 2 の場合左から右への移動であることが容易に確認できる。

3.4 探索行動の移動軌跡

図 3 は展示物を探索するときの来場者の移動軌跡である。

来場者が頭部を展示物に向けて探索しながら移動している様子が観測できる。これらの移動軌跡データ図 3 (a), (b) に関する各々の頭部変位角の時間変化を図 3 (c), (d) に示す。本グラフの縦軸は頭部変位角を、横軸は時間軸を表す。

図 3 (a) の来場者 A は、移動方向に対してほぼ ± 60 度の範囲で頭部の向きを変えていることが分かる。一方、図 3 (b) の来場者 B は、円柱ブース全体を見回しているため、 ± 180 度のほぼ全範囲に頭部の向きが分散している。

3.5 目標到達行動の移動軌跡

目標に向かって移動する来場者の移動軌跡と頭部の向きのデータを図 4 に示す。図 4 (a) では、前方を

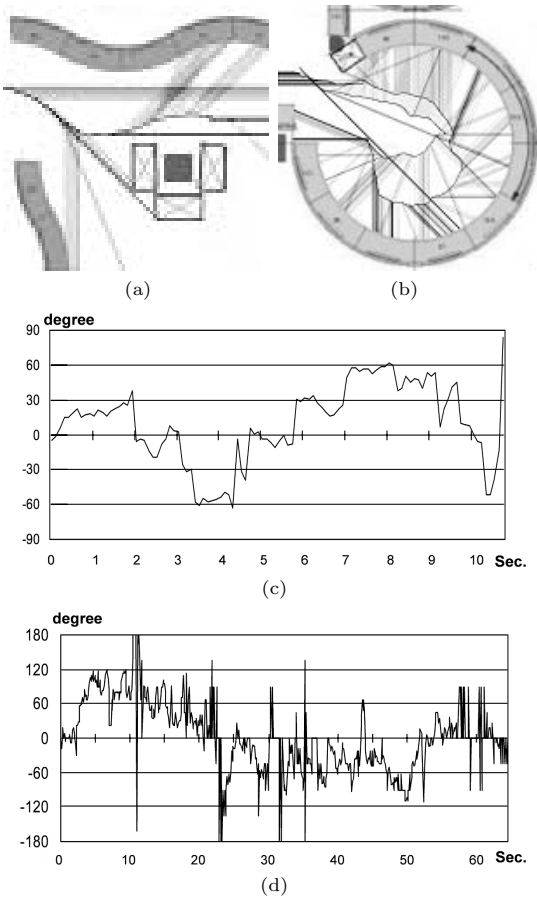


図 3 探索行動における移動軌跡データとその頭部変位角
Fig. 3 Trajectory of exploration and head difference angle.

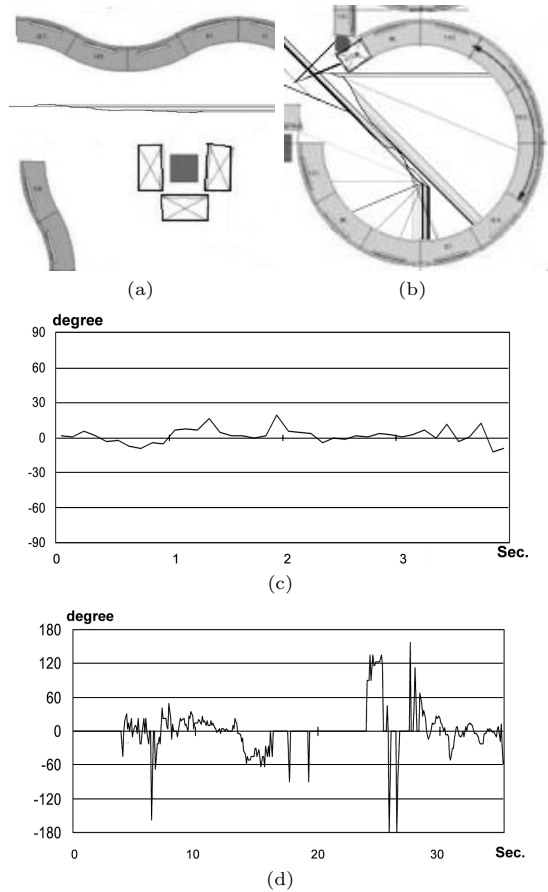


図 4 目標到達行動における移動軌跡データとその頭部変位角
Fig. 4 Trajectory of approach and head difference angle.

まっすぐ見据えて左から右へ直線的に移動している様子が観測できる。一方、図 4 (b) では目標に向かって移動し、周囲を探索し、戻る様子が観測できる。次に、図 4 (a), (b) 各々の頭部変位角の時間変動を図 4 (c), (d) に示す。図 4 (a), (c) の来場者 C は、頭部を移動方向に向けたまま、移動していることが分かる。一方、図 4 (b), (d) の来場者 D は、円柱ブース奥までまっすぐ向かった後、ある展示パネル方向に頭部を向け直して少し進み、パネル前で探索を行い、円柱ブースの外に出る。来場者 D に実施した聞き取り調査から、この行動は、知人を捜しにきたが見つからなかったために戻ったことが分かっている。

次に、図 3 および図 4 の来場者の頭部変位角と移動速度の関係を図 5 に示す（縦軸は速度 (m/sec)、横軸は頭部変位角を示す）。

展示物の配置の影響を考えて、同じ場所で計測された来場者 A, B, C, D の移動をそれぞれ比較する

(図 5 (a), (b), (c), (d))。本グラフから明らかなように、移動速度 1 m/s ~ 1.5 m/s を超えれば目標到達行動といえよう。頭部変位角については、目標到達行動より探索行動の方が、その変動幅が大きいといえよう。ただし、図 5 (d) のデータには、知人を探するための見回す動作も含まれているために、変動幅が多少大きくなっている。

4. 仮説の検証

4.1 仮説 1 の検証

頭部変位角の変化を表現するため、その標準偏差を計算し、移動速度との関係を図 6 に示す。

そのグラフに対し、累乗近似曲線 ($y = ax^b$) を計算したところ、比較的良いフィッティングを示した（重ねて表示）。これより、移動速度と頭部変位角の標準偏差を関連づけていた仮説 1（移動速度が大きいほど頭部変位角の変化は小さい）が成立する可能性があるといえよう。3.3 節で述べたように、移動速度 1 m/s ~

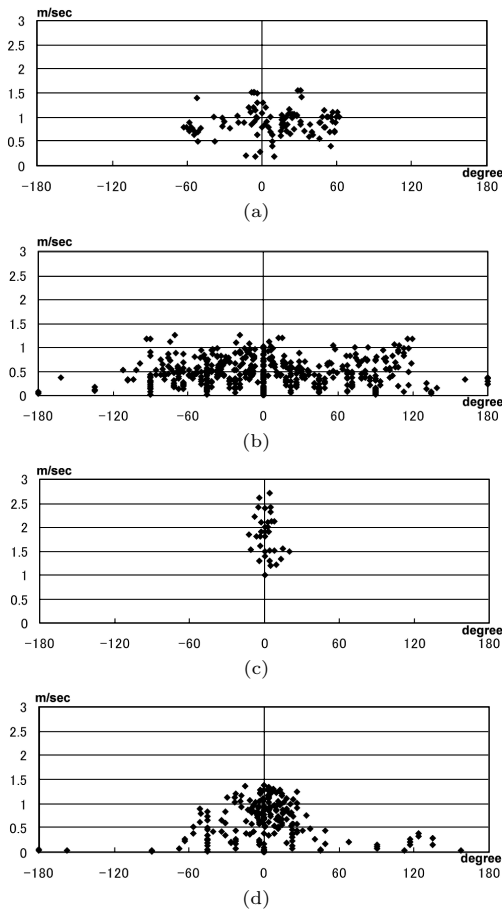


図 5 頭部変位角と速度の関係

Fig. 5 The relation between head difference angle and speed.

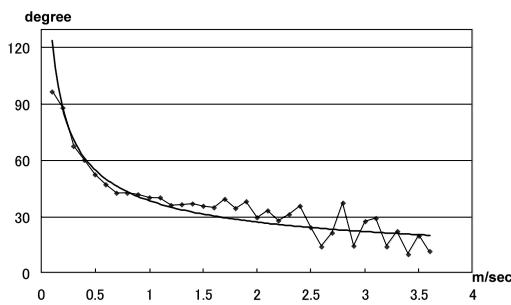


図 6 速度と頭部変位角の標準偏差

Fig. 6 Speed and standard deviation of head difference angle.

1.5 m/s を閾値として探索行動と目標到達行動が弁別できると考えられるので、図 6 より、頭部変位角の標準偏差 30 ~ 40 度を閾値としても探索行動と目標到達行動を弁別できる。

4.2 仮説 2, 3 の検証

先に聞き取り調査を行い行動の意図が分かっている

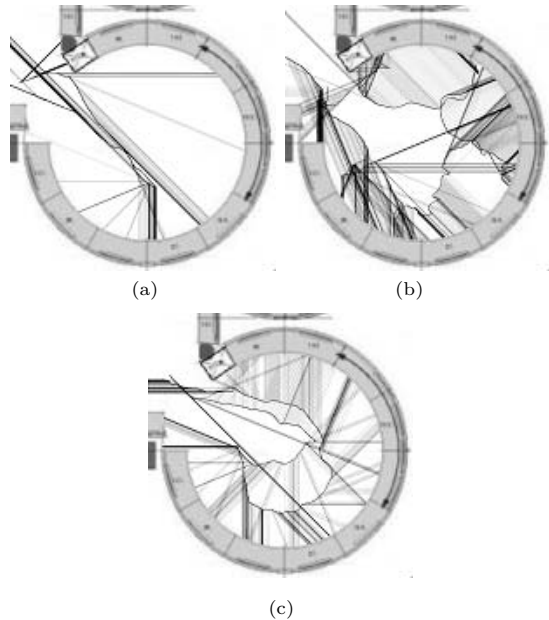


図 7 各来場者の移動軌跡データ

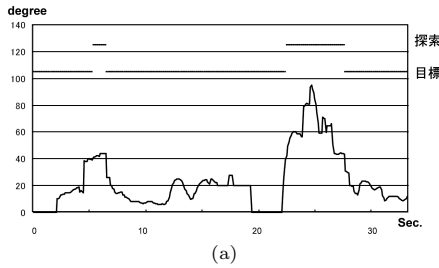
Fig. 7 Trajectories of visitors.

3 人の来場者に着目して、その移動軌跡データを図 7 に示す。各来場者は以下のような行動をとった：

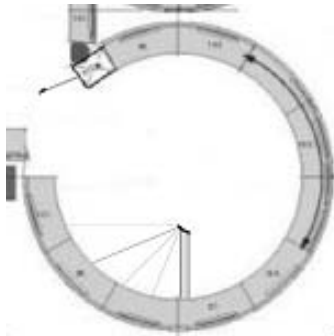
- 来場者 E：展示ブースの説明員に用事があったが、説明員が不在であることを確認し展示ブースから離れた。
- 来場者 F：各展示パネル前に置いてある資料のみを収集した。
- 来場者 G：関心のある展示項目があるかどうか探索した。

さらに、各来場者の頭部変位角の標準偏差が時間変化する様子を各々図 8、図 9、図 10 に示す。それぞれの図において (a) は頭部変位角の連続する 20 個のデータ (2 秒間) の標準偏差と弁別閾値を 40 度とした弁別結果を探索行動を「探索」、目標到達行動を「目標」とし、図上部にあわせて示している。(b)、(c) は閾値を 40 度として弁別を行った場合の探索行動 (b)、目標到達行動 (c) の移動軌跡を示している。それぞれの図において (a) はグラフ横軸の時間幅が異なっているので、比較するときは注意を要する。

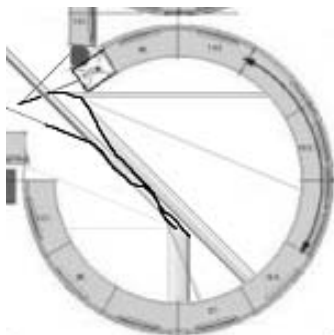
来場者 E (図 8)：知人を捜しに展示パネルの前まで来たが見つからなかったため戻ったということが分かっているので、これをさらに基本的な行動に分けると、最初は目標到達行動で、次に探索行動に移行し、また目標到達行動に戻ると解釈できる。円柱ブースの入り口から奥の展示パネルに向かうまでの間が目標到達行動であり、頭部変位角は小さくまた変動も少



(a)



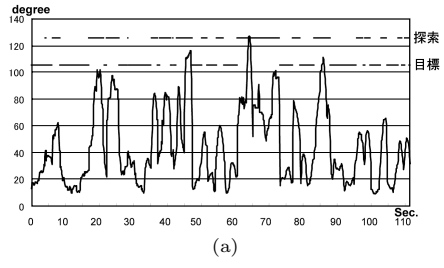
(b) Exploration



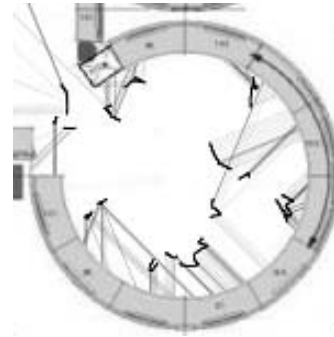
(c) Approach

図 8 頭部変位角の標準偏差 (来場者 E)

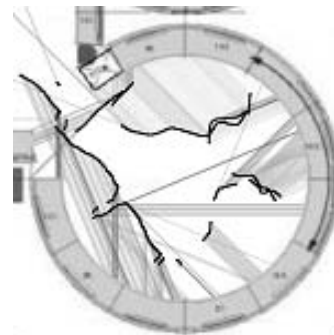
Fig. 8 Standard deviation of head difference angle (Visitor E).



(a)



(b) Exploration



(c) Approach

図 9 頭部変位角の標準偏差 (来場者 F)

Fig. 9 Standard deviation of head difference angle (Visitor F).

ない (図 8(c)). 次に、探索行動に移ると頭部変位角は大きくなり、標準偏差も大きくなっていることが分かる (図 8(b)). つまり、きょろきょろしているといえよう. そして円柱ブースから出る行動に移行した時点で頭部変位角は再び安定し、小さな幅で変動するようになることが分かる (図 8(c)).

来場者 F (図 9): 特定の展示パネル説明を聞く予定はなく、配付資料の収集を目的として各展示項目を逐次的に訪問している. この行動は、まず展示パネルを探索し資料を見つけ、その資料を取りにいくという行動の繰返しであると見なせる. 図 9(a) では、頭部変位角の変化が大きくなる区間と小さくなる区間がおおよそ 10~15 秒で交互に現れている.

来場者 G (図 10): 自分が関心のある展示パネルは

どれなのかを探索する行動であることが聞き取り調査から分かっている. 全般的に、頭部変位角の標準偏差はバースト的に変動している. これは展示パネルを遠くから眺めて内容の理解を行っているからであろう. つまり、標準偏差が小さい区間では、目標到達行動だけでなく、展示パネルの文字や図を読み内容を理解する行動も含まれていると思われる.

以上の分析により、仮説 2 (目標到達行動においては頭部変位角が小さい) および仮説 3 (探索行動においては頭部変位角が大きい) が成立する可能性が示唆された.

5. 検証結果の適用

前章で検証した仮説 1~3 が図 3(a) の移動軌跡デー

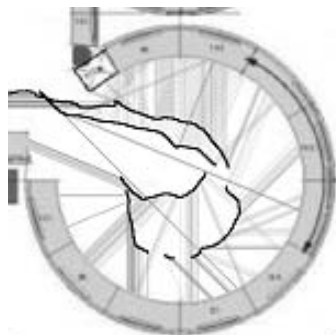
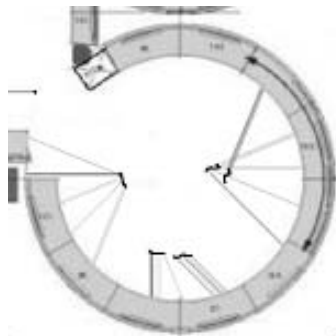
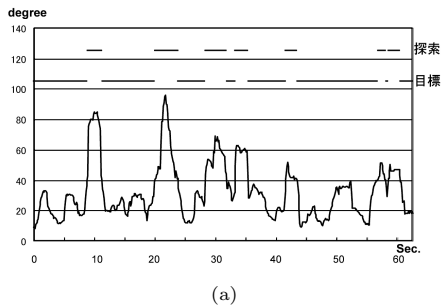


図 10 頭部変位角の標準偏差 (来場者 G)

Fig. 10 Standard deviation of head difference angle (Visitor G).

タで成立するかを調べる。

図 11 は頭部変位角の標準偏差の時間変化であり、移動中のすべての範囲で、探索行動の閾値である標準偏差 40 度を超える部分は検出されず、頭部変位角の標準偏差では弁別できない。これは、来場者の移動と展示物の配置の違いによると考えられる。まず、前章の検証で用いた図 3 (b) に示される領域において、展示物は来場者を困むような円形をしており、これらの展示を探索する行動は自然に頭部を動かすことになる。一方図 3 (a) に示される領域においては、多少波打ってはいるが、基本的には、来場者の移動方向と平行に展示が並んでおり、来場者の探索行動は、一定方向に頭部の向きを固定して一定時間移動するものとして現

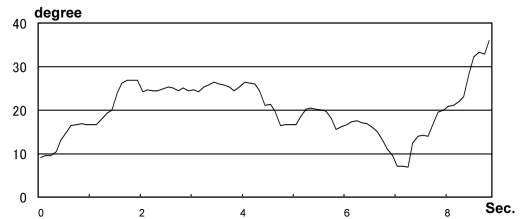


図 11 頭部変位角の標準偏差

Fig. 11 Standard deviation of head difference angle.

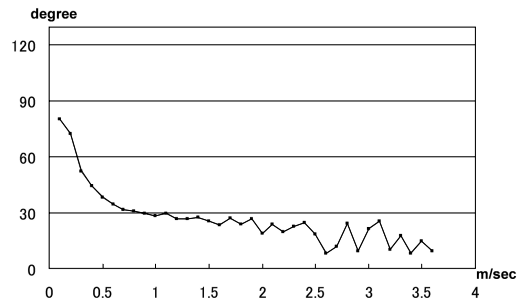


図 12 速度と頭部変位角の変位量の平均

Fig. 12 Speed and average of absolute head difference angle.

れる。したがって、探索行動に関する仮説 3 をより詳細化する必要がある。

6. 探索行動に関する仮説の追加

6.1 仮説 3 の補強

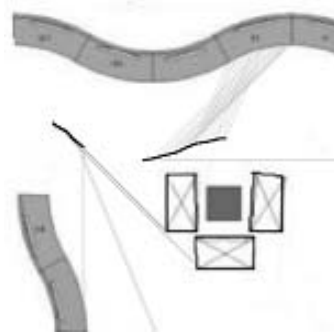
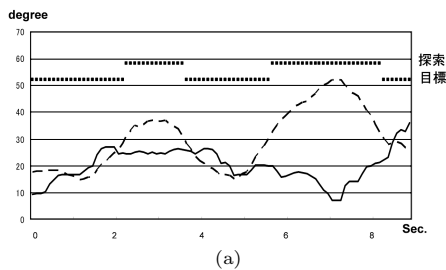
展示物が直線的に配置されている領域における探索行動に関して、仮説 3 を補強する仮説を追加する。

- 仮説 3' 探索行動では、一定時間、頭部変位角が保持される。

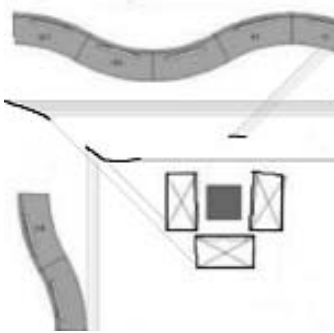
仮説 3' : イベント会場内で、自分にとって関心のある展示物を見出そうとしているとき、頭部の向きは移動方向から展示物側に偏向した状態を保持すると考えられる。

この仮説 3' は、頭部変位角の平均が一定以上の値を有し、かつ、その際の頭部変位角の標準偏差が小さい行動を見出すことで弁別が可能と考えられる。

そこで、まず、移動速度とその速度における頭部変位角の変位量(頭部変位角の絶対値)の平均との関係を図 12 に示す。標準偏差と同様に、移動速度 1 m/s ~ 1.5 m/s を閾値として探索行動と目標到達行動が弁別できると考える。したがって図 12 より、平均 20 ~ 30 度を閾値として探索行動と目標到達行動が弁別できる。よって、平均が 30 度以上でかつ、標準偏差が平均よりも小さい行動を弁別することで仮説 3' の検証を行う。



(b) Exploration



(c) Approach

図 13 頭部変位角の標準偏差と頭部変位置 (来場者 A)

Fig. 13 Standard deviation of head difference angle and average of absolute head difference angle (Visitor A).

6.2 仮説 3' による弁別例

図 3 (a) に示した来場者に対する弁別結果を図 13 に示す。図 13 (a) において実線は標準偏差を表し、破線は頭部変位角の変位置平均を表している。図 13 (b), (c) はそれぞれ探索、目標到達行動として判別された移動軌跡を示している。なお、標準偏差ならびに頭部変位角の変位置平均は先の検証と同様に連続する 20 個のデータ (2 秒間) により算出したものを用いている。

図 13 の結果から、この来場者は探索と目標到達の行動を繰り返しながら移動していると弁別できそうであることが分かる。

6.3 仮説 3' の検証

仮説の検証を行った来場者 E, F, G に対して、仮

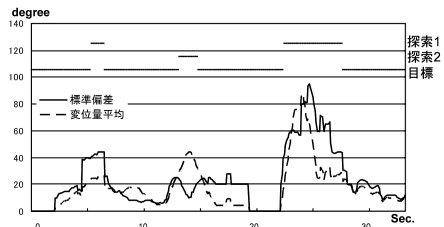


図 14 頭部変位角の標準偏差と頭部変位置 (来場者 E)

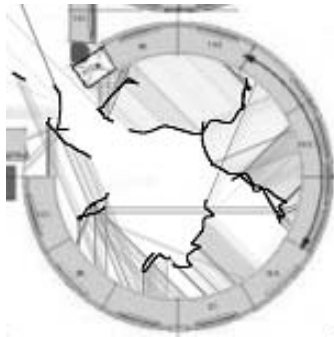
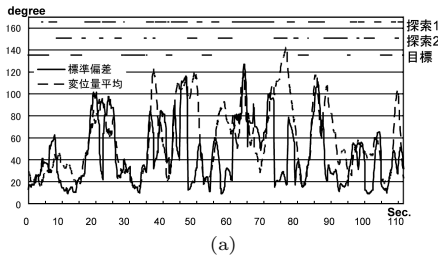
Fig. 14 Standard deviation of head difference angle and average of absolute head difference angle (Visitor E).

説 2, 3 に仮説 3' を加えて弁別を行った結果を図 14, 図 15 および図 16 に示す。図 14, 図 15 (a), 図 16 (a) は、実線で標準偏差、破線で変位置平均を示し、図上部に、先の検証で弁別した探索行動を「探索 1」、本検証でさらに弁別された探索行動を「探索 2」、目標到達行動を「目標」とし、あわせて示している。さらに図 15, 図 16 の (b) は「探索 1」ならびに「探索 2」により弁別された探索行動を、(c) には目標到達行動の移動軌跡を示している。

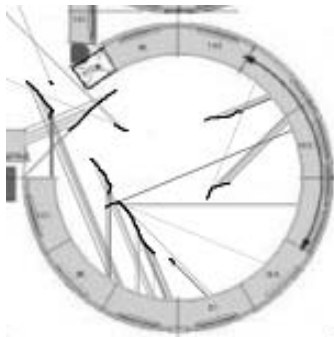
来場者 E (図 14): この来場者は、先にも説明したように人捜しが目的であり、展示にはまったく興味を示していないため、仮説 3' により新たな特徴的な探索行動はほとんど弁別されない。

来場者 F (図 15): この来場者は、資料を集めることが目的だったことは先にも説明したとおりであるが、先の判別において一定の方向を見ながら探索を行っていると思われる部分が目標到達行動に弁別されていたのに対し (図 9 (c) 上部参照), 仮説 3' による弁別をさらに行ったことにより、一定の方向を見ながらの探索が探索行動として弁別され (図 15 (b) 上部参照), 行動の弁別の精度が上がっていることが確認できる。図 15 (a) を見ると来場者 F は基本的には探索行動を行い資料を探し、目標到達行動として資料を取りにゆき、また、探索行動に戻ることがより明確に判別できる。

来場者 G (図 16): 先の弁別では、来場者 F と同様に、一定の方向を見ながら探索を行っていると思われる部分が目標到達行動に弁別された (図 10 (c) 参照)。仮説 3' による弁別をさらに行ったことにより、一定の方向を見ながらの探索が図 16 (a) の探索 2 として弁別された。この場合、直線領域はないものの仮説 3' により、来場者 G は多くの時間を関心のある展示物を探す行動に費やしていたと判定されている。特に、円形状ブースに入った直後 20 秒間ほど図 10 (a) では目標到達行動と判定されているが、図 16 (a) では、ほぼ探索 2 と判定されている。一般に、探索目的でブース



(b) Exploration



(c) Approach

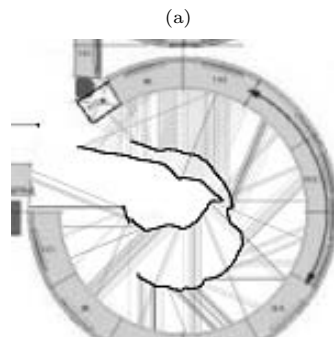
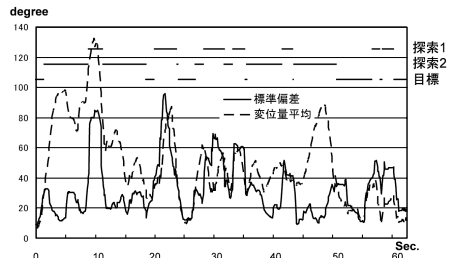
図 15 頭部変位角の標準偏差と頭部変位置 (来場者 F)

Fig.15 Standard deviation of head difference angle and average of absolute head difference angle (Visitor F).

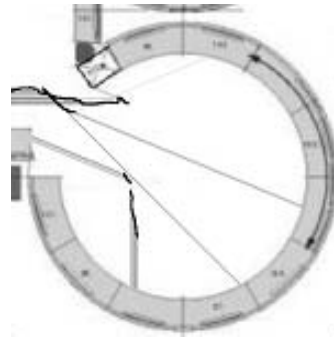
に入ってきた直後は、探索行動をとるであろうから、仮説 3' の導入により、判定精度の向上が示唆された。

7. ま と め

本稿では、移動軌跡と頭部変位角に関する仮説を立て、実際に測定した移動軌跡データと来場者への聞き取り調査の回答に基づき、視線情報の代替としての頭部変位角に関する仮説の検証を試みた。本実験の特徴の1つは聞き取り調査を行ったことである。来場者の正しい意図を把握することで、それに基づいて、移動軌跡データを正しく解釈した事例を得ることができた。その結果、頭部変位角の標準偏差が大きい行動、および頭部変位置の平均が大きく頭部変位角の標準偏差が小さい行動を弁別することにより、探索行動の弁別が



(b) Exploration



(c) Approach

図 16 頭部変位角の標準偏差と頭部変位置 (来場者 G)

Fig.16 Standard deviation of head difference angle and average of absolute head difference angle (Visitor G).

可能であることが示唆された。しかしサンプル数が少なかったため、今回の実験結果の検証は仮説を十分検証するところまでは至らなかった。また、個人差の問題にも触れることができなかった。今後は、今回行った検証結果をふまえ、被験者に様々な統制した条件を与えた実験環境での行動データを観察し、より多くの検証例から一般的な移動軌跡の意味づけ方法を提案する研究を進める。

参 考 文 献

1) 小磯貴史, 服部加奈子, 吉田琢史, 今崎直樹: 歩行者動線分析システムを用いた大型家電量販店での行動分析, 情報処理学会研究報告, 2003-UBI-2,

pp.61–66 (2003).

- 2) 服部加奈子, 小磯貴史, 今崎直樹: 滞在時間を考慮した主要行動パターン抽出方法の検討, 第17回人工知能学会大会, 2F1-02 (2003).
- 3) 柳沢 豊, 山田辰美, 佐藤哲司: 実世界中で行動する人間の移動軌跡データからの特徴抽出, 情報処理学会研究報告, 2003-UBI-2, pp.43–48 (2003).
- 4) 高橋昌史, 伊藤禎宣, 角 康之, 間瀬健二: 複数センサを利用したインタラクション・パターンの自動抽出, 情報処理学会研究報告, 2003-UBI-2, pp.213–218 (2003).
- 5) Laube, P. and Imfeld, S.: Analyzing Relative Motion within Groups of Trackable Moving-Point Objects, *Proc. GIScience 2002 Conference*, pp.132–144 (2002).
- 6) Wolfson, O., Sistla, P., Xu, B., Zhou, J. and Chamberlain, S.: DOMINO: Databases for MovINg Objects tracking, *Proc. SIGMOD'99 Conference*, pp.547–549 (1999).
- 7) Ohno, T. and Mukawa, N.: Gaze-Based Interaction for Anyone, Anytime, Vol.4 HCI2003, pp.1452–1456 (2003).
- 8) 鈴木利友, 岡崎甚幸, 徳永貴士: 地下鉄駅舎における探索歩行時の注視に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No.543, pp.163–170 (2001).
- 9) 北濱 亨, 三浦利章, 岡崎甚幸, 篠原一光, 田村仁志, 松井裕子: 迷路探索歩行時の注視と歩行に関する研究, 人間工学, Vol.35, No.3, pp.145–155 (1996).

(平成 17 年 2 月 1 日受付)

(平成 17 年 7 月 4 日採録)



山田 辰美

1988年九州芸術工科大学芸術工学部画像設計学科卒業。1990年同大学大学院修士課程修了。同年NTTインタフェース研究所入所。以来,CGモデリング技術,シームレステクスチャ生成技術,人物トラッキング技術の研究,埋設管探査装置,鳥害検査装置の開発に従事。2000年博士(芸術工学)取得。現在,NTTコミュニケーション科学基礎研究所主任研究員。画像処理,CG,インタラクションに興味を持つ。信学会会員。



柳沢 豊(正会員)

1994年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。1998年同大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年日本電信電話株式会社入社。以来,空間データベース,センサネットワーク,位置取得デバイス等に関連する研究に従事。博士(工学)。情報処理学会ほか3学会の会員。



平田 圭二(正会員)

1987年東京大学大学院工学系研究科情報工学専門課程博士課程修了。工学博士。同年NTT基礎研究所入社。1990年から1993年(財)新世代コンピュータ技術開発機構(ICOT)に出向,その間,並列推論マシンの研究開発に従事。音楽知プログラミング,インタラクションに興味を持つ。情報処理学会平成13年度論文賞受賞。JSAI,JSSST各会員。



佐藤 哲司(正会員)

1980年山梨大学工学部電子工学科卒業。同年日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所に入社。以来,論理回路の大規模一括集積技術,ハードウェアアルゴリズム,データベースマシン,マルチメディアデータベースシステムの研究・開発に従事。1994年工学博士(大阪大学)取得。現在,NTTコミュニケーション科学基礎研究所社会情報研究部長。分散並列処理,マルチメディアデータベース,情報検索・流通アーキテクチャ,インタラクションデザインに興味を持つ。電子情報通信学会会員。