

K-038

# 視覚障害者のための歩行動作に着目した偏軌傾向発見 Detecting of Veering Tendency in Blind People Gait Focusing on Body Movement

中内 亮介†  
Ryosuke Nakauchi

原田 史子‡  
Fumiko Harada

島川 博光‡  
Hiromitsu Shimakawa

## 1. はじめに

現在、日本には 30 万人以上の視覚障害者が生活している。視覚障害者が社会復帰するためには外出が必要不可欠である。しかし、視覚障害者が屋外で単独歩行する上でさまざまな問題がある。問題のひとつとして閉眼歩行時に発生する偏軌傾向が挙げられる。視覚障害者が屋外で単独歩行するためには、歩行中に発生する偏軌傾向を発見して進路を戻す必要がある。

本論文では、視覚障害者の屋外での単独歩行を補助するため、歩行中に発生する偏軌傾向を発見する手法を提案する。本手法では、歩行中の足の動きを取得し、偏軌傾向発生時に現れる特徴的な足の動きを検出することで偏軌傾向を判定する。判定した偏軌傾向を視覚障害者に通知することで、危険を未然に回避できる。

## 2. 視覚障害者における歩行

視覚情報のない状態の歩行時には偏軌傾向が発生する可能性がある。偏軌傾向とは、資格情報の持たない人が直進歩行したとき、本人はまっすぐ歩いているつもりでも実際の歩行軌跡が左右のどちらかに曲がってしまう現象である。この偏軌傾向が発生すると、歩行者が誤って車道にでしてしまうなどのおそれがあり非常に危険である。偏軌傾向の原因として外部からの音などが挙げられているが、いまだ完全には解明されていない。現在の視覚障害者への歩行補助の研究として、視覚障害者を目的地までナビゲーションする既存研究 [1] などが挙げられる。しかし、この研究では偏軌傾向を発見できないため、視覚障害者が直進歩行できているかを保証できない。視覚障害者の歩行時に発生する偏軌傾向を発見できれば、既存研究と組み合わせることで視覚障害者の歩行をより高い精度で補助でき、危険を未然に回避できる。

## 3. 歩行動作に着目した偏軌傾向発見手法

### 3.1 偏軌傾向の発見

偏軌傾向が発生すると、歩行中の足の動きが変化すると考えられる。そこで本論文では、歩行動作中の足の動きを分析することで、視覚障害者の歩行中に発生する偏軌傾向を発見する手法を提案する。図 1 に偏軌傾向発見の流れを示す。本手法では視覚障害者の足に加速度センサを装着し、視覚障害者の歩行時の足の動きを取得する。取得した足の動きを分析することで歩行時の偏軌傾向を判定し、歩行者に通知することで危険を未然に回避できる。このとき進路を戻す方法も提供すべきであるが、本研究ではまず偏軌傾向を発見することに注力する。

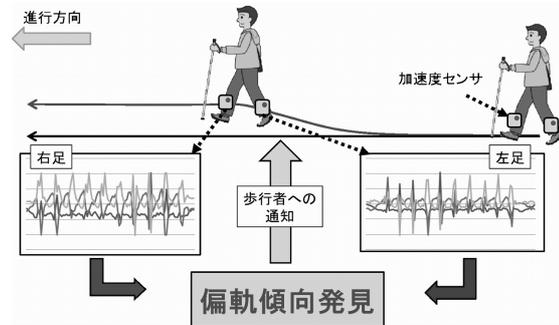


図 1: 偏軌傾向発見までの流れ

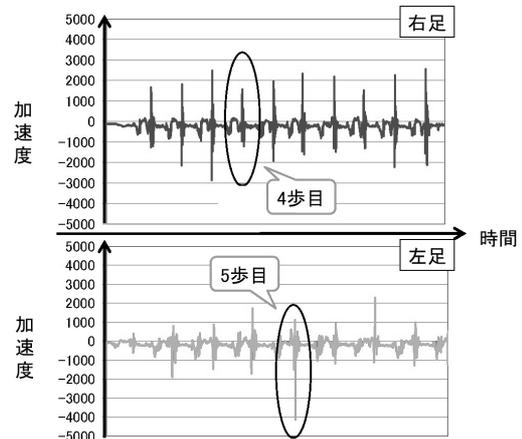


図 2: 偏軌傾向発生時の両足の左右への動き

### 3.2 偏軌傾向発生時の足の動き

偏軌傾向が発生したときに足の動きにどのような特徴があるかを検証するために事前実験を行った。実験では健康者一名の両足に加速度センサを装着し目隠しを施して 10m 歩行してもらった。

歩行中に偏軌傾向が発生したときの進行方向左右への足の動きの加速度を図 2 に示す。図 2 をみると左足の 5 歩目に特徴的な一歩があったと考えられる。実験風景を撮影した映像を確認したところ、右足の 4 歩目に大きく右に偏軌したことが肉眼でも確認できた。右足が大きく偏軌したことによってその直後の左足にも特徴的な動きが見られたと予測できる。このことから偏軌傾向を発見する上で、閉眼歩行中に現れる特徴的な一歩を検出する手法が有効であると本研究では考える。

また偏軌傾向が発生したときと発生していないときの進行方向への足の動きの加速度を図 3 に示す。図 3 より、偏軌傾向が現れていないときの足の動きと比べて、偏軌傾向が現れているときの足の動きがばらついていることがわかる。偏軌傾向が発生するときには、歩行時の両足

†立命館大学大学院 理工学研究科  
‡立命館大学 情報理工学部

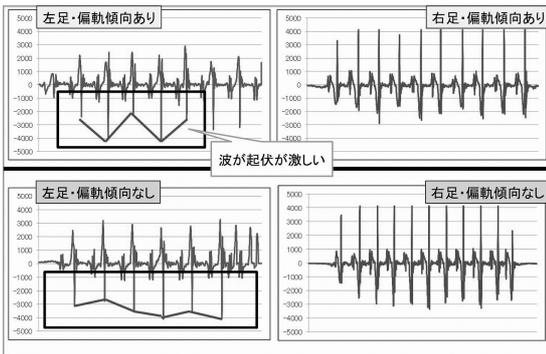


図 3: 偏軌傾向発生時と未発生時の進行方向への足の動き

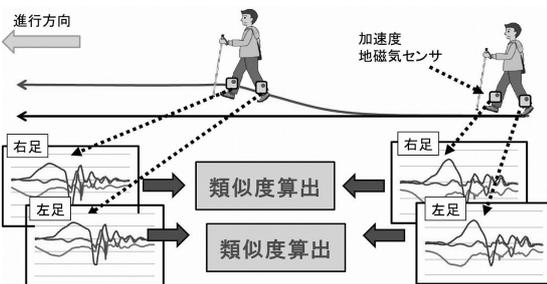


図 4: 特徴的な一步の判定の流れ

の動きのバランスが崩れていることが予想される。この両足の動きのバランスを本論文では、歩行バランスと定義する。本研究では、歩行バランスが崩れたときを発見することで偏軌傾向を発見できると考える。

### 3.3 特徴的な一步の判定

事前実験より偏軌傾向を検出する上で、閉眼歩行中に現れる特徴的な一步を検出することが有効である可能性が示唆された。閉眼歩行中に現れる特徴的な一步を判定する流れを図 4 に示す。視覚障害者の両足に装着した加速度センサから足の動きを取得する。取得した一步の足の動きを、左右それぞれ直前の一步の足の動きと DTW (dynamic time warping) を用いて足の動きの類似度を算出する。既存研究 [4] では、人の動作の認識に DTW 使用しているため、足の動きの比較でも有用であると考えられる。算出された類似度が著しく低下したときを閉眼歩行中に現れる特徴的な一步とし、偏軌傾向が発生したと判定する。

### 3.4 歩行バランスの変化

事前実験より歩行バランスをに着目することで偏軌傾向を発見できる可能性が示唆された。歩行バランスを評価する方法を図 5 に示す。歩行者から取得した両足の動きから現在の歩行のバランスを取得する。両足の足の動きを DTW を用いて類似度を算出し、その値を歩行バランスとする。また、過去に偏軌傾向が発生せずに直進歩行できているときの歩行バランスも同様に両足の動きから DTW を用いて算出しておく。最後に現在の歩行バランスと過去の偏軌傾向が発生していないときの歩行バランスを比較し、差が大きいときを偏軌傾向と判定する。

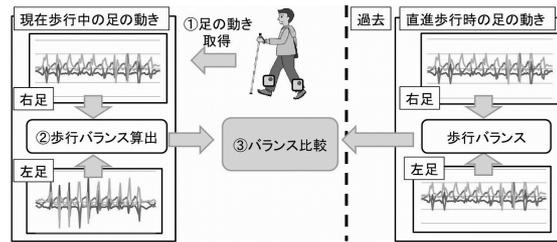


図 5: 歩行バランス評価の流れ

## 4. 既存研究との比較

既存研究 [2] では RFID タグを展示ブロックに敷き詰め、白杖に RFID タグリーダを装着し埋め込んだタグを読み込むことで歩行補助をするシステムを提案している。このシステムでは、視覚障害者の持つ RFID リーダがタグを読み取らなくなったときに偏軌傾向を発見できる。また、既存研究 [3] では、白杖とは別にもう一つ先端にタイヤのついた杖をつきながら歩行してもらうことで歩行補助を行う手法を提案している。この手法ではあらかじめ教師データを準備し、その上をタイヤが通っているかどうかを判断することで偏軌傾向を発見できる。この研究は歩行訓練への使用目的として研究されているが、歩行訓練以外でも使用可能である。これら 2 つの手法を適応するためには、あらかじめ環境を整える必要があり、導入コストが高い。それに比べ本手法は歩行者の足の動きを分析して偏軌傾向を発見するので、導入コストが低く、新たな場所であっても適応できる。

## 5. おわりに

本論文では、視覚障害者の単独歩行時に発生する偏軌傾向を発見する手法を提案した。これにより、視覚障害者の単独歩行中の危険が減少する。今後は、本手法の有用性を検証するために実験と評価を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 蔵田 武志, 興梠 正克, 石川 智也, 亀田 能成, 青木 恭太, 石川 准: 視覚障害者歩行支援システム: 測位と障害物検知に関する予備評価 (複合現実感, 仮想都市), 電子情報通信学会技術研究報告, vol.110, No.238, pp.67-72, 2010.
- [2] 鶴沼宗利: ユビキタスコンピューティングとネットワーク社会の到来にむけて: 4.RFID を用いた歩行者の経路誘導-視覚障害者向け道案内システム-, 情報処理, Vol.45, No.9, pp918-922, 2004.
- [3] 宅野 慎二, 篠田 豊, 田所 嘉昭: 視覚障害者用歩行支援システムによる歩行訓練, 電子情報通信学会論文誌, vol.83, No.2, pp.293-302, 2000.
- [4] 大崎竜太, 上原邦昭: Dynamic Time Warping 法を用いた身体運動の動作識別, 情報処理学会研究報告. データベース・システム研究会報告, Vol.98, No.58, pp.233-240, 1998.