

ランニングテンポ伝達による盲人マラソンの伴走体験の支援

平野 智久¹ 金箱 淳一¹ 南澤 孝太¹

概要：

盲人マラソンの魅力の一つとして、視覚障害者と晴眼者の二人のランニングの動作が一致するシンクロ体験が挙げられる。しかし、初対面同士や体格差がある二人だとシンクロ体験を得ることは難しい。そこで本研究は、ランニングの際に、視覚障害者が地面を蹴り出すタイミングで晴眼者が振動を感じて、タイミングを把握することができる足のサポーターを開発した。ユーザテストや展示会のデモンストレーションを通じてシンクロ体験の意図的な誘発が可能か検証した。

キーワード：身体性メディア, 盲人マラソン, 視覚障害者, 振動提示, ランニング, テンポ

Support of the accompanied experience of the blind marathon by running tempo transmission

TOMOHISA HIRANO¹ JUNICHI KANEBAKO¹ KOUTA MINAMIZAWA¹

Abstract: One of the interesting characteristic of the blind marathon is a synchronous experience in which the behavior of the running of two people, the visually impaired and the sighted, is consistent. However, it is not always possible to obtain a synchronized experience if you are two people who have first-to-face meetings or physical differences. Therefore, in this research, at the time of running, we developed supporters of the feet that the sighted runner feels vibration at the timing when the blind runner feet feet and can grasp the timing when the feet are put out. We verified whether it is possible to intentionally induce a synchronized experience through demonstration of user tests and exhibitions.

Keywords: Embodied Media, Blind marathon, Visually impaired, Vibration presentation, Running, Tempo

1. はじめに

盲人マラソンとは図1のようにお互いに紐をもち、晴眼者が視覚障害者の伴走を伴い 42.195km 走るスポーツである [1]。このスポーツにおいて、視覚障害者と晴眼者のランニングの動作が一致し、二人の体が一つになるように感じる体験（ここではシンクロ体験と表記する）が醍醐味の一つと言える。この時、伴走を務める晴眼者は視覚障害者と信頼関係を築き、安心して走ってもらえるための振る舞いが要求される [3]。例えば、腕の振りや地面を蹴り出す際のタイミングを合わせる、進路変更の指示の徹底、周りの安全状況報告などが挙げられる。

日本盲人マラソン協会の報告では、視覚障害ランナーは全国に 1000 人以上いる一方で、伴走者として常時活動し



図1 盲人マラソンの基本姿勢

¹ 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Keio University Graduate School of Media Design



図 2 提案デバイス「Synchronized Running」

ているのは、その3分の1程度と数が不足していることが現状である[4]。このような背景から普及活動として、全国各地で盲人マラソンの伴走体験会が行われている。毎年100人余りが参加しているが、継続して伴走に参加している晴眼者は少ない。継続が難しい原因として、伴走が初心者にとって困難であることが挙げられる。例えば、上記で挙げたような視覚障害者とタイミングを合わせながら進路変更や速度変更の指示を出すことは初心者にとって大きな負担がかかる。

本研究では、図2に示す、ランニングサポーター「Synchronized Running」を開発した。これは、視覚障害者の地面を蹴り出すタイミングを晴眼者の足に振動を用いて送るデバイスである。このデバイスを用いることで、晴眼者は地面を蹴り出すタイミングを直感的に理解することができ、視覚障害者も安心感を持って走ることができる。このランニングサポーターを盲人マラソンの伴走体験会で使用し、ユーザテストを行なった。また、渋谷ヒカリエで行われた超福祉展[5]にも出展し、デモンストレーションを行うことで当事者から盲人マラソンを知らない晴眼者まで数多くのフィードバックを得た。

2. 関連研究

以下に盲人マラソンの伴走、歩行検出、運動における振動提示に関する研究を述べる。

2.1 盲人マラソンの伴走に関する研究

Marcoら[6][7]は電磁気を用いて視覚障害者のランナーを誘導することによって晴眼者の伴走なしでも盲人マラソンを行えるウェアラブルデバイスを開発した。このデバイスは、高速歩行においてはカーブなども安全に歩行できるが、走行においては振動触覚インタフェースの改善が必要であるとされている。

しかし、このデバイスは操作をするボランティアも必要であり、視覚障害者が本当の意味で単独走行できるものではない。本研究では、伴走者の負担を減らすというアプローチで視覚障害者のランニングの補助を行う。

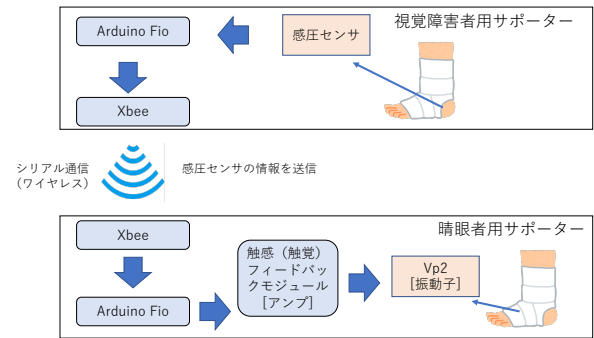


図 3 「Synchronized Running」の概要

2.2 歩行検出に関する研究

Shimaら[8]は、加速度センサを用いた歩行計測を行い、重心動揺を算出することで歩行を定量的に評価する手法を提案した。提案手法を右膝前十字靭帯損傷者と健常者に適用し、2ヶ月に渡って歩行計測を行なうことで術後のリハビリにおける改善過程の評価を行った結果、リハビリにより歩行が改善されていることが定量的に評価された。歩行実験の際に、メトロノームを116bpmに設定し、被験者は音にあわせて歩行を行っていた。これは足を踏み出すタイミングを提示することは歩行体験の改善につながることを示している。

本研究では、足を蹴り出すタイミングを提示することで、走行体験の改善が図れないかを検討する。

2.3 運動における振動提示に関する研究

横小路ら[9]は、素振り動作などの運動技能の訓練において、振動と教師視覚提示を用いた技能伝達法を提案した。教師視覚提示とは、素振りなどの動作の練習の際に、手本となる画像を訓練者に提示することである。実験を行なった結果、バックスウィングや多点教示などの視覚による提示が難しい運動動作における振動提示の有効性を示した。

盲人マラソンにおいて、シンクロ体験を生み出すためには、晴眼者が視覚障害者の足を蹴り出すタイミングを視覚的に理解して動作を合わせる必要がある。しかし、走りながら視覚的に視覚障害者の動作を視覚情報のみで完全に理解することは難しい。横小路らの研究から、振動提示を用いて晴眼者の足を蹴り出すタイミングを把握することは有効だと思われる。

3. 提案システム「Synchronized Running」

本節では提案システムの概要を述べる。図3にシステムの概要を示す。晴眼者用のサポーターは左足に、視覚障害者用のサポーターは右足につけることを意図している。これは、視覚障害者が走行コースの内側を走り、晴眼者が外側を走ることを想定しているためである。

本研究ではシンクロ体験の定義として、ランニングの際

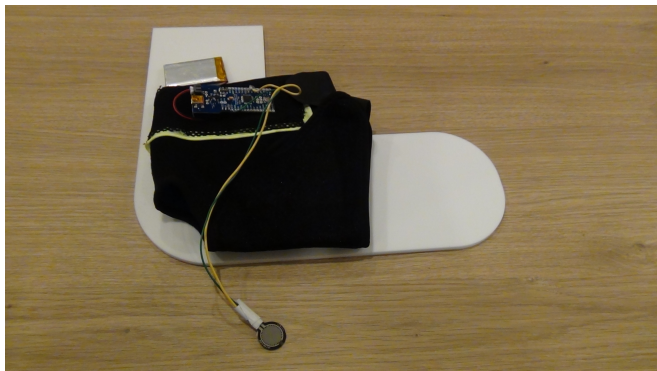


図 4 視覚障害者用サポーターの内部構造

に視覚障害者の右足を出すタイミングと、晴眼者の左足を出すタイミングが一致していることとした。これは紐で繋がっているため、お互いが左右同じ足を出すタイミングを一致させた場合、紐を引っ張り合うことになりランニングに不快感が生まれるためである。

腕ではなく足のデバイスを開発した意図として、腕は視覚障害者と晴眼者が紐で繋がっていることが挙げられる。紐の持ち方は個人差があり、短く持つことでお互いの距離が近い状態で走りたいと考えるランナーもいれば、長く持ってお互い余裕がある状態で走りたいと考えるランナーも存在する。一方、足に装着すべき道具等はないため、腕よりも足にデバイスを装着する方が適当であると判断した。

また、振動を感じやすくするためにウェアラブルデバイスにする必要があると考えた。靴はランナーによって履き心地が良いものは変わってくるため、足のサポーターにデバイスを組み込むことにした。

3.1 視覚障害者用サポーター

図 4 に、視覚障害者用サポーターの内部構造を示す。踵に感圧センサーを接着し、図 3 のように Arduino Fio に装着した Xbee を用いてシリアル通信で晴眼者用サポーターに感圧センサーが取得した値を送る仕組みとなっている。

踵に感圧センサーを接着する構造にした意図として、マラソンなどの長距離種目では足の接地は踵から着くことから、足全体の中で地面に最も最初に触れる箇所であることが挙げられる。

3.2 晴眼者用サポーター

図 4 に、晴眼者用サポーターの内部構造を示す。視覚障害者用サポーターから、図 3 のようにシリアル通信で値を取得し、足が地面に設置したと判定した時に株式会社アクーヴ・ラボの振動子であるボディソニックトランスデューサ Vp2 が振動する仕組みとなっている。

振動子の設置場所は足の甲とした。これは、足全体の中でも振動子の大きさが収まり、可動域が少ない場所で最も踵に近い場所だからである。

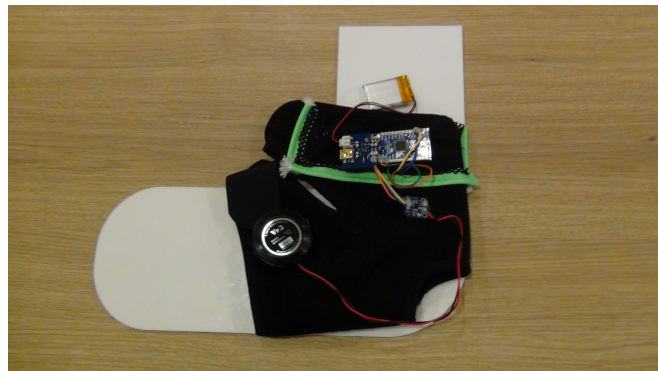


図 5 晴眼者用サポーターの内部構造



図 6 ユーザテストの様子



図 7 超福祉展展示の様子

完成したデバイスを、盲人マラソンの練習会にて図??のようにユーザテストを行った。5名の視覚障害者の伴走を著者が務め、以下の実験手順で評価を行った。また、著者はこの5名との伴走は未経験かつ初対面であった。

- (1) デバイスを着用せずに走る。
- (2) デバイスを着用し走る。
- (3) 視覚障害者へのインタビューを行う。

また、同じ手順で1名の晴眼者にもデバイスを使用してもらいフィードバックを得た。

表 1 視覚障害者からのフィードバック

参加者	性別	盲人マラソン歴	フィードバック
A	男性	未経験	・初心者でも楽しむことができると思う。 ・テンポがかみ合うことで不安感が消えて、疲労も軽減された。
B	男性	1 年	・デバイスを装着する前に比べてテンポがあっている気がした。 ・着脱がもう少し簡単になると良い。
C	女性	4 年	・伴走者が自分に合わせてくれている感じがした。
D	男性	4 年	・ストレスを感じることなくランニングに集中できた。 ・デバイス装着時に少し違和感がある。
E	男性	1 年	・デバイスを装着してからの方が楽しく走れた。

図 7 に 2017 年 11 月 7 日から 11 月 13 日まで渋谷ヒカリエで行われた、超福祉展 [5] の展示の様子を示す。この展示会では、デバイスのデモンストレーションを行なった。視覚障害者のランナーは著者が務め、体験者はデバイスを装着して伴走をすることで擬似的に盲人マラソンを体験してもらった。体験者には、時々著者が地面を蹴り出すタイミングを変えることで、タイミングが合っている時と異なっている時の両方の走行体験を提供した。

5. 結果と考察

本節では、ユーザテストと超福祉展で得られた結果およびフィードバックとその考察を示す。

5.1 ユーザテストの結果（視覚障害者）および考察

ユーザテストの結果を表 1 に示す。被験者 A と被験者 B は 2017 年 9 月 7 日に、神奈川県相模原市 けやき体育館で、ユーザテストを行なった。被験者 C は 2017 年 10 月 1 日、被験者 D は 2017 年 10 月 7 日、被験者 E は 2017 年 11 月 5 日に、東京都の代々木公園で盲人マラソンの伴走体験会にてユーザテストを行なった。

被験者の様子を観察していると、お互いの足を蹴り出すタイミングが合っている時はランニングのスピードが上がっている様子を観察された。また、テンポが異なっている時の行動は、デバイス未装着時と比べて大きな差はなかった。これは視覚障害者のデバイスは走行中に新たな刺激を受けないことから、デバイス未装着時と状況が大きく変化しなかったことが考えられる。

また、長時間使用した結果感圧センサが破損してしまうケースも見られた。クッションなどを入れるなどして、感圧センサの周りを保護することで耐久性を向上させる必要がある。

全体的に、デバイスを装着する前に比べて晴眼者が自分の足を蹴り出すタイミングに合わせていると感じられたため、安心感を持ってランニングに集中できたという意見が多かった。この安心感から信頼関係を構築しやすくなり、疲労の軽減などにもつながっているのでは無いかと考えられる。しかし、装着時の違和感に関する意見も多くデバイスの形状の面で課題が残った。また、伴走は著者が行なっ

ているため伴走者が変わればフィードバックの内容は変わる可能性があることが考えられる。

5.2 ユーザテストの結果（晴眼者）および考察

著者と 1 名の晴眼者にデバイスを使用している様子を観察した結果、以下のことが行動が観察された。

- 振動が足を蹴り出すタイミングよりも前に伝わった時、歩幅を狭め、より速く足を動かすように走行が変化した。
 - 振動が足を蹴り出すタイミングよりも後に伝わった時、歩幅を大きくして足をゆっくり動かすように走行が変化した。
 - お互いの足を蹴り出すタイミングが合っている時は周りの状況を視覚障害者に伝える余裕が生まれ、視覚障害者を誘導するために紐をより強く引く傾向にあった。
 - お互いの足を蹴り出すタイミングが著しく異なる時は足を蹴り出すタイミングを合わせることに集中して、周囲の状況の指示が減る傾向にあった。
- 被験者の感想として以下のことが挙げられる。
- 視覚障害者との足を蹴り出すタイミングが合っている時は振動を感じにくい。
 - 視覚障害者との足を蹴り出すタイミングが異なっている時は、振動を強い違和感として感じる。
 - 身体の中にメトロノームが埋め込まれたような感覚になる。
 - 振動子が大きいため、装着時に違和感がある。

ランニングのリズムが合っている時には振動を違和感として認知しないことは興味深い発見であった。このことから、デバイスはランニング本来の楽しさを損なわずに、シンクロ体験の誘発が可能であると言えることができる。しかし、晴眼者側でも装着時の違和感は拭えないという課題を残す結果となった。

5.3 超福祉展で得られたフィードバックおよび考察

超福祉展では、盲人マラソンを知らない人々に実際のスポーツを体験してもらい、客観的なフィードバックを得ることができた。

体験を観察していると、足を蹴り出すタイミングが著者

と一致していた時に振動を感じないため少し戸惑った様子で走行していた。わざと著者が足を蹴り出すタイミングを変えると、振動を違和感として自覚し、驚いた様子を観察した。また、過去の運動体験が少ない体験者は、振動したタイミングで地面を蹴り出す動作を行えない傾向にあった。この様子から、デバイスの使用者の運動能力によってシンクロ体験の誘発しやすさが変化することが分かった。

体験を継続していると、足を蹴り出すタイミングが異なっている時でも振動を感じないという体験者がいた。これはバッテリーの残量が少なくなった時に振動が弱くなるために起こった現象と考えられる。盲人マラソンは長時間行うスポーツであり、レースや練習の終盤は視覚障害者と晴眼者の双方が疲労により足を蹴り出すタイミングが合わなくなってくる傾向にある。この時に、振動を感じることができずに、お互いの足を蹴り出すタイミングの相違を認知できない事は今後の課題と考えられる。よって、バッテリーの長寿化を図る必要がある。

体験者のフィードバックは以下の通りである。

- 振動の強さがちょうどいい。
- 足ではなく膝のサポーターではダメなのか。
- レースで使うことで効果が得られるとは考えにくい。
- 盲人マラソン以外でも、ダンスやトレーニングなど、リズムのテンポを合わせるスポーツへの応用が効きそう。

「盲人マラソンを知っているか」という質問に対し、知っていると解答したのは全体のおよそ4割にとどまった。このデバイスを普及させることで盲人マラソン参加へのハードルを下げ、多くの人が伴奏に参加できるようにすることで認知度の向上に貢献できる可能性があると感じた。

6. おわりに

本研究では、どのような人同士でも盲人マラソンの醍醐味であるシンクロ体験を誘発するデバイスを開発し、ユーザテストならびに展示会でのデモンストレーションを行った。数名のユーザテストのフィードバックから、シンクロ体験が誘発できることが期待できるため、今後は定量的な実験を行い効果を数値化していきたい。

また、デバイスの耐久性と着脱の簡易化、装着時の違和感の面で課題が残った。今後はサポーターではなく、足に巻きつけるリストバンドにマイクロコンピューターや振動子などのデバイスを巻きつけて着脱を簡易化したい。足の着地のタイミングは感圧センサーを視覚障害者の踵に装着して判定しているため、センサーに体重がかかりすぎたり、長時間の使用によって劣化し破損の恐れがある。今後の視覚障害者の足の着地のタイミング取得は加速度センサで行うことで着脱面と耐久性の面での改善を図っていきたい。

このデバイスは、盲人マラソンの普及活動を行っている団体が初心者に対する導入などで使われることを想定して

今後も改良を進めていく。装着時の不快感を極力軽減し、耐久性を増すことでより多くの人に盲人マラソンの醍醐味を体験できるデバイスを目指して改良を続けていきたい。また、このデバイスを用いて伴走の簡易化を測り、盲人マラソンの普及活動に今後も貢献していきたい。

謝辞 本研究のユーザテストでは認定 NPO 法人の日本ブラインドマラソン協会 (JBMA) にご協力を頂いた。デバイスの設計やデザインには、慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科リサーチャーの神山洋一にご協力を頂いた。超福祉展の出展には、ピープルデザイン研究所のご協力を頂いた。本研究の一部は JSPS 科学研究費補助金 若手研究 (A) #26700018 の一環として実施された。

参考文献

- [1] 盲人マラソン・伴走ガイド, 入手先 (<http://www.banso.com/mojin/guide/banso.htm>) (参照 2017-11-15).
- [2] 日本ブラインドマラソン協会 (JBMA), 入手先 (<http://jbma.or.jp/>) (参照 2017-11-15).
- [3] 伴走とは, 入手先 (<http://jbma.or.jp/challenge/guiderunner/>) (参照 2017-11-15).
- [4] 2020 パラリンピックへの道 視覚障害ランナーの伴走者は, 入手先 (<http://www.nhk.or.jp/shutoken/miraima/articles/00149.html>) (参照 2017-11-15).
- [5] 2020 年、渋谷。超福祉の日常を体験しよう展 - ピープルデザイン研究所 入手先 (<http://www.peopledesign.or.jp/fukushi/>) (参照 2017-11-15).
- [6] Marco Pieralisi and Valentina Di Mattia, Valerio Petrini, Alfredo De Leo, Giovanni Manfredi, Paola Russo, Lorenzo Scalise, Graziano Cerri: *An Electromagnetic Sensor for the Autonomous Running of Visually Impaired and Blind Athletes (Part I: The Fixed Infrastructure)*, Sensors 2017, 17, 364.
- [7] Marco Pieralisi, Valentina Di Mattia, Valerio Petrini, Alfredo De Leo, Giovanni Manfredi, Paola Russo, Lorenzo Scalise, Graziano Cerri: *An Electromagnetic Sensor for the Autonomous Running of Visually Impaired and Blind Athletes (Part II: The Wearable Device)*, Sensors 2017, 17, 381.
- [8] Shima, Masanori and Okada, Shima: 加速度センサを用いた歩行計測によるリハビリテーションプロセスの評価, 理工学総合研究所研究報告, pp. 27-31, 2016.
- [9] 横小路 泰義, 河合 雅信, 吉川 恒夫: 振動と教師視覚提示を用いた運動技能伝達法の提案と基礎実験, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol4, No.2, pp.431-438, 1999.