

招待論文 RunSight：弱視ランナーが夜間も掛け声式伴走ランニングに参加するための AR 技術の開発

阿部 優樹* 松島 圭佑* 原 航太郎† 坂本 大介* 小野 哲雄‡

概要. 本研究では, Augmented Reality (AR) 技術を用いて弱視ランナーの視覚を補助し, 夜間の伴走ランニングを可能にするシステム「RunSight」を提案する. 視覚障がいをもつ弱視ランナーにとって, 夜間の暗い環境下では, 前方を走る伴走ランナーを残存視力で追走する「掛け声式伴走ランニング」への参加が困難となる. これは, 暗所では視界が著しく低下し, 伴走ランナーの位置や周囲環境の把握が困難になるためである. RunSight は, ヘッドマウントディスプレイを通じて障害物や伴走ランナーの位置を視覚的に強調表示することで夜間の弱視走行を支援する. 弱視ランナー 8 名を対象に行った試走では, AR 支援なしでは全員が夜間に掛け声式伴走ランニングを実施できなかった一方, RunSight の AR 支援を利用した条件では全員が 1km 以上の夜間走行に成功した (平均 3.44km).

1 はじめに

運動への参加は身体的・精神的健康を促進する. しかし視覚障がい者, 特に残存視力はあるものの眼鏡等を使用しても日常生活に必要な視力が得られない弱視者にとって, 運動参加は容易ではない [4]. これに対し, ランニングは特別な器具を必要としないため弱視者に人気が高い. さらに, 前方を走るガイドランナーを視認して追走する「掛け声式伴走ランニング」のノウハウの蓄積 [5] と, 音声・触覚フィードバックによる支援技術の発展 [2] [3] [6] [9] により, 弱視者は日中のランニングに参加できるようになってきた.

しかし夜間のランニング参加は依然として困難である. その理由は, 暗所が多く弱視者の視機能を著しく低下させるためである (夜盲症). そのため, 日中は掛け声式伴走ランニングに参加できるが, 仕事終わりの夜間では前方のガイドランナーや周囲環境の把握が困難となり, 走行が困難な弱視者も少なくない. この問題に対して我々は, AR 技術により視覚情報を強調表示することで, 弱視ランナーの夜間掛け声式伴走ランニングを可能にする「RunSight」を提案, 実装, 評価した (図 1) [1].

2 着想

RunSight 開発の着想は, 2 名の弱視ランナーとの 3 か月間の反復的設計プロセスから得られた. 両参加者は日中は掛け声式伴走を実践していたが, 夜間も走りたいという希望がありながら視力低下によ



図 1. RunSight (A) 掛け声式伴走ランニングを行う弱視ランナー. (B) RunSight の AR 表示.

り実施できなかった.

初期段階では, 先行研究 [3] [6] を参考に音声フィードバックによる支援を試作した. しかし参加者からは「日中と同様に残存視力を活用して環境を把握したい」という明確なニーズが示された. 実際, 弱視者は聴覚や触覚だけでなく, 慣れ親しんだ視覚による情報収集を好む傾向があり, このニーズは買い物や移動などの日常活動でも報告されている [7] [8]. そこで我々は, 音声支援を補助的に残しつつ, AR 技術の視界拡張能力を利用して, 夜間に視認困難となるガイドランナーの位置や周囲環境の輪郭といった重要情報を強調表示することで, 弱視ランナーが自身の残存視力を活用して夜間走行できると着想した.

3 RunSight

RunSight は以下の 3 つの機能を統合し, 図 2 のような視界を提供する: (1) STEP Sonification: ガイドランナーの装着したスマートフォンが足の着地タイミングで音を発し, 位置と走行ペースを伝える音響機能. (2) EDGE AR: Meta Quest 3 の Passthrough API を用いて環境の輪郭線をリアルタイムに強調表示し, 路肩や障害物の認識を支援する視覚機能. (3) GUIDE AR: UWB センサによる

Copyright is held by the author(s). This paper is nonrefereed and non-archival.

* 北海道大学

† シンガポール経営大学

‡ 京都橘大学

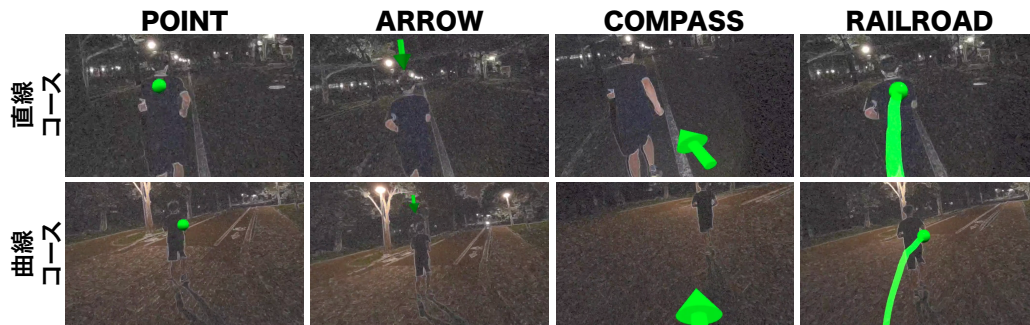


図 2. RunSight が弱視ランナーに提供する視界. GUIDE AR は POINT, ARROW, COMPASS, RAILROAD の 4 つのオプションがあり, 視覚オブジェクトの色やサイズ, 位置はカスタマイズ可能である.



図 3. RunSight のデバイス構成. (A) ガイドランナー側のデバイス, (B) 弱視ランナー側のデバイス.

測位技術を用いて, ガイドランナーの位置を視覚的に強調表示する機能. GUIDE AR は POINT (球体表示), ARROW (矢印表示), COMPASS (方向表示), RAILROAD (軌跡表示) の 4 種類の視覚表現を実装した. UWB 測位には 2 台の iPhone (13 Pro, 15 Pro) を使用し, 60fps で距離・方位角・仰角を測定する. 掛け声式伴走ランニングの位置関係を活用した拡張カルマンフィルタによりノイズを軽減し, 十分な位置推定を実現した.

RunSight のデバイス構成を図 3 に示す. ガイドランナーは STEP 機能と UWB 測位を担当する iPhone 15 Pro を左腕に装着する. 弱視ランナーは, HMD (Meta Quest 3), iPhone 13 Pro (HMD 上部に固定), ヘッドライト (600 ルーメン) を組み合わせたヘッドセットを装着する (総重量 1,255g).

4 ユーザスタディ

8 名の弱視ランナー (平均年齢 38.5 歳) を対象に, 公共ランニングコースで夜間 (18:30-20:30, 照度 3-16 ルクス) にユーザスタディを実施した. 参加者は全員弱視ランナーで, 週 1 回以上日中に掛け声式伴走を実践していたが, 視力低下により夜間走行は実施していなかった. 実験は参加者内デザインで, Baseline 条件 (AR 支援なし, STEP とヘッドライト) と RunSight 条件 (AR 支援あり, STEP・EDGE・GUIDE AR) の 2 条件を比較した. GUIDE AR は 4 つのオプションの中から, それぞれの参加者が最も好ましいと感じたものを利用した. 参加者

には目標距離 (3-5km, 身体能力に応じて調整) を設定してもらい, 両条件での完走をタスクとした. 安全確保のため, いつでもどんな理由でもタスクは中断可能であった.

5 結果と議論

RunSight により全参加者が夜間走行に成功し, 全員が最低 1km 以上を完走した (平均 3.44km, SD = 1.80km). 8 名中 7 名が目標距離を達成し, 1 名は HMD 重量により目標 5km の半分で中断したが, RunSight の有効性は認めていた. 一方, Baseline 条件では参加者全員が不安や危険を感じ, 走行タスクを始める前に明確に辞退した.

GUIDE AR の視覚表現の好みは多様であった. 6 名が RAILROAD を上位に選択し奥行き把握の容易さを評価した一方, 周辺視野に障がいのある P2 は COMPASS 表示の位置を大幅に下げて使用した. この多様性は, 明るい服やライト装着といった既存の画一的な解決策では困難な個々のニーズに, AR が柔軟に対応できる価値を示唆している.

主観評価では, 全員が RunSight の有用性 (7 段階中 5.5 点) と心理的安心感 (5.75 点) を高く評価した. 「自信を持って一步を踏み出せた」 (P4) などの肯定的評価が得られた一方, HMD の重量 (快適性 4.38 点) が課題として指摘された.

6 まとめ

本研究では, AR 技術により弱視ランナーの夜間掛け声式伴走ランニングを可能にする RunSight を開発・評価した. 夜間走行が困難であった弱視ランナー 8 名全員が, RunSight の支援により 1km 以上の安定した走行を達成した. 特に, 個々の視覚特性に応じて柔軟にカスタマイズ可能な AR 表示は, 多様な弱視者のニーズに対応できることが示された. HMD の軽量化など改善すべき課題はあるものの, 本研究は弱視者が視覚的制約を超えて夜間も安全に運動を楽しめる社会に向けた重要な一歩となる.

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 (25KJ0518)、JST 創発的研究支援事業の支援を受けたものである。また研究をサポートしてくれた 伴走フレンドリー札幌支部のメンバー、特に望月達哉さんと羽立祐人さんに感謝する。

参考文献

- [1] Y. Abe, K. Matsushima, K. Hara, D. Sakamoto, and T. Ono. “I can run at night!”: Using Augmented Reality to Support Nighttime Guided Running for Low-vision Runners. In *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '25, New York, NY, USA, 2025. Association for Computing Machinery.
- [2] E. Folmer. Exploring the Use of an Aerial Robot to Guide Blind Runners. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, (112):3–7, July 2015.
- [3] T. Hirano, J. Kanabako, M. Y. Saraiji, R. L. Peiris, and K. Minamizawa. Synchronized Running: Running Support System for Guide Runners by Haptic Sharing in Blind Marathon. In *2019 IEEE World Haptics Conference (WHC)*, pp. 25–30, July 2019.
- [4] E. A. Jaarsma, R. Dekker, S. A. Koopmans, P. U. Dijkstra, and J. H. Geertzen. Barriers to and facilitators of sports participation in people with visual impairments. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 31(3):240–264, 2014.
- [5] L. J. Lieberman. Fitness for individuals who are visually impaired or deafblind. *RE: view*, 34(1):13, 2002.
- [6] K. Rector, R. Bartlett, and S. Mullan. Exploring Aural and Haptic Feedback for Visually Impaired People on a Track: A Wizard of Oz Study. In *Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, ASSETS '18, p. 295–306, New York, NY, USA, 2018. Association for Computing Machinery.
- [7] S. Szpiro, Y. Zhao, and S. Azenkot. Finding a Store, Searching for a Product: A Study of Daily Challenges of Low Vision People. In *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, UbiComp '16, pp. 61–72, New York, NY, USA, Sept. 2016. Association for Computing Machinery.
- [8] Y. Zhao, E. Kupferstein, H. Rojnirun, L. Findlater, and S. Azenkot. The Effectiveness of Visual and Audio Wayfinding Guidance on Smartglasses for People with Low Vision. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '20, p. 1–14, New York, NY, USA, 2020. Association for Computing Machinery.
- [9] Google ジャパン. Project Guideline - 誰もが自由に、思うままに走れるために。 , May 18, 2021.

未来ビジョン

私は、RunSight は「今まで視覚障がい者とされてきた人が障がい者と呼ばれなくなる」可能性を持った未来のメガネだと考えます。

文部科学省や WHO の定義では、視覚障がい (者) は眼鏡やコンタクトレンズなどで矯正しても視機能の低下により学習や生活に支障がある状態 (人) を指します。これはつまり、今、メガネをかけて普通に生活している人たちも、メガネが発明される前の時代なら“視覚障がい者”だったかもしれません。ある人が視覚障がいをもつかどうかの境界は技術とともに変化します。

RunSight は、夜盲のために夜間のランニングに参加できなかった人が走れるようになる AR メガネです。将来、RunSight のような AR 技術が走るだけでなくより多くの日常活動への参加を可能にしたとき、今「視覚障がい」と呼ばれている状態が、単に「見え方の個性」になると期待しています。

私はこの研究がとても好きです。私は視覚障がい者のガイドランナーなのですが、この研究は、土曜日によく一緒に走る (そして図 1 にも写っている) 弱視ランナーの望月さんと一緒に頑張ってきました。望月さんが「夜、仕事終わりに走れないんすよ～」と一緒にご飯を食べているときにポロっと言ったのをきっかけに、2 人の「夜走るぞ! 熱」がヒートアップ。プロトタイプを試すために、望月さんは何度も北海道大学で一緒に走ってくれました。そしてユーザスタディで望月さんが RunSight を使って走り切った後「俺、夜走れるじゃん!」と嬉しそうに叫んでいた瞬間は、私にとって大事な思い出です。なので、この言葉を CHI '25 に投稿した論文のタイトルにしました [1]。