

短距離走における振動刺激を用いたスタート合図通知システムの開発

白石優旗¹⁾, 設楽明寿²⁾, 生田目美紀¹⁾

筑波技術大学 産業技術学部 産業情報学科¹⁾

筑波技術大学大学院 技術科学研究科 産業技術学専攻²⁾

キーワード: 聴覚障害者, 陸上競技, スタート合図, 振動刺激, 反応時間

1. はじめに

一般に, 陸上競技短距離走においては, スタート合図通知方法として, ピistol音による音刺激が利用されている。しかし, 聴覚障害者はその障害特性上, 音刺激を知覚することが困難なことから, 聴覚障害者陸上競技短距離走においては, 光刺激によるスタート合図 [1] が利用されている。しかし, 聴覚比較における知覚反応時間を調査した結果, 視覚 (聴覚から約 30ms 遅れ) よりも触覚 (聴覚から約 5ms 遅れ) の方が速いことが報告されている [2]。したがって, 視覚刺激を用いた場合の聴覚刺激に対する遅れ時間は, 写真判定によるレースの最小時間単位である 10ms [3] を超過してしまい, レースの記録に影響を与える可能性がある。

そこで, 本研究では, 振動刺激によるスタートシステムを新たに提案している。昨年度は, 光刺激と振動刺激に対するリアクションタイムを計測可能なプロトタイプを開発し, 予備実験を行なった [4]。

本年度は, 本実験を行うにあたり, まずは, 振動モーターの応答時間を計測調査し, 正確な反応時間について測定可能とした。次に, 複数の実験協力者を対象とした評価実験を行なった。本成果については, 国際学会で発表するとともに, 査読付き雑誌論文 [5] に採択されている。本論文では, これらの概要について述べる。詳細については, 参考文献 [4-5] を参照されたし。

最後に, 実験結果に基づき, 感性科学的に手法により新規に振動刺激デバイスをデザインし開発するとともに, 再度評価実験を行なった。本成果については, さらなる解析を行い, 学会発表を行う予定である。

2. システム概要

提案システムは, 振動発生コントローラ, 光, 振動それぞれの発生装置, 組み込みボード, スタート合図ブロックに取り付けたロードセルからなる (図 1)。なお, 反応時間の計測

手法は, 横倉の開発した陸上競技用スタート動作の検出方式 [6] を参考にした。

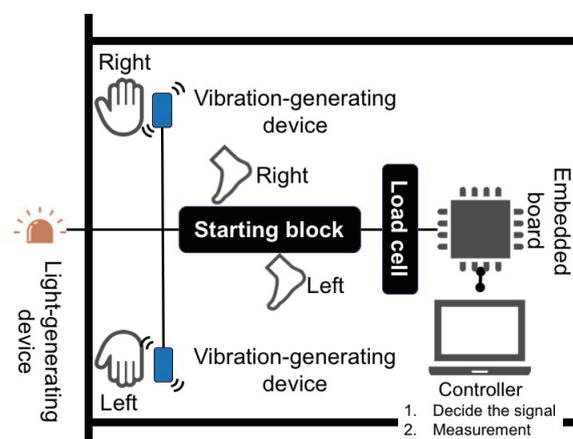


図1 提案システム

開発したシステムを図 2 に示す。ここで, 組み込みボード (mbed) を用いて, 各刺激の発生プログラム並びに反応時間測定計測用プログラム作成し, 組み込みボードとロードセルを接続している。

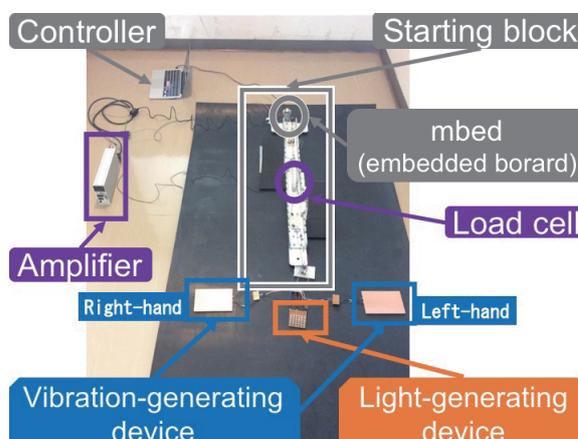


図2 開発システム

我々の開発した振動刺激発生装置を図3に示す。振動モーターは、その原理上、一定以上の力が加わると振動することができない。そこで、直接振動モーターに手で体重をかける方式ではなく、両手の親指と小指を、振動モーターを取り付けた振動板に触れさせる方式を採用している。

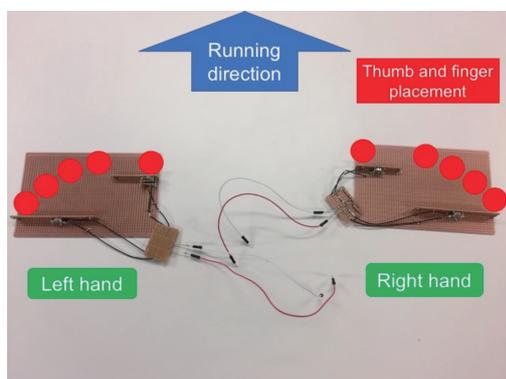


図2 振動刺激発生装置

3. 評価実験概要

開発システムの有効性を検証するため、陸上競技短距離走を経験している聴覚障害者（70dB～100dB以上）13名を対象に、光刺激、振動刺激に対する反応時間計測の実験を行なった。各刺激に対する反応時間の平均と標準偏差を表1に、各刺激に対する反応時間のヒストグラムを図4に示す。

表1 各刺激に対する反応時間の平均と標準偏差

	Mean(s)	Standard deviation(s)
Light	0.185	0.0421
Vibration	0.200	0.0625

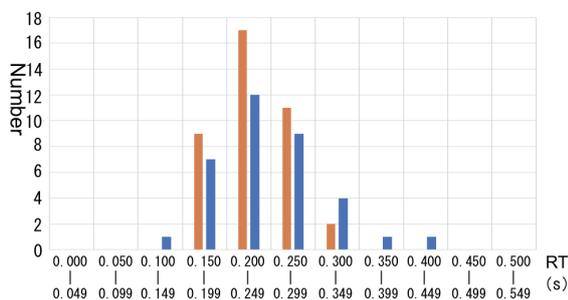


図4 各刺激に対する反応時間のヒストグラム
(Orange (Left) : Light; Blue (Right) : Vibration)

光刺激と振動刺激における反応時間についてt検定 ($p < 0.05$) を行なった結果、反応時間の平均値の差について有意差は認められなかった。ただし、反応時間の最速時間は振動刺激の方が速かった。また、アンケート調査では、

「手を置く位置を気にする」、「振動を強くしてほしい」、「手の置き方に制限がかかってしまう」という声があった。

4. まとめと今後の課題

本研究は、聴覚障害者陸上競技における新たな代行感覚を利用したスタートシステムとして、振動刺激によるスタートシステムを開発するものである。評価実験により有効性についての検討を行った結果、光刺激と振動刺激における反応時間の平均値の差について有意差は認められなかったものの、スタート合図に振動刺激を用いるというアイデアの基本的な有効性は確認できたと判断している。

なお、本論文では述べていないが、評価実験のアンケート調査の結果を参考に、感性科学的手法に基づき新規に振動刺激デバイスをデザインし開発するとともに、再度評価実験を行なっている。本成果については、さらなる解析を行い、学会発表を行う予定である。

今後は、3Dプリンターを用いて各々の実験協力者の手形状にフィットする振動伝達インターフェイスを製作し、複数の実験協力者を対象とした評価実験を行い、最適な刺激信号を特定する。更に、スタート合図に音刺激を追加した上で、健聴者に対しても同様に評価実験を行い、開発システムのユニバーサル性について検証を行う予定である。

参考文献

- [1] 青山利春, 竹見昌久, 岡本三郎, 「光刺激スタートシステム」の開発・普及活動の取り組み, 聴覚障害, 67巻, 743号, pp.21-26, 2013
- [2] 伊福部達, 発音訓練における感覚代行, 人間工学 16(1), pp.5-17, 1980
- [3] 公益財団法人日本陸上競技連盟, 第165条 計時と写真判定, 日本陸上競技連盟競技規則, 第3部 トラック競技, pp.185-191, 2016
- [4] 白石優旗, 振動信号によるデフスプリンターのスタート合図通知システムの研究開発. 筑波技術大学テクノレポート. 2017;25(1):145-146.
- [5] A. Shitara, Y. Shiraishi, M. Namatame. Proposal of a Vibration Stimulus Start System for Deaf and Hard of Hearing. Journal on Technology & Persons with Disabilities. 2018. (accepted)
- [6] 横倉三郎, 陸上競技用スタート動作の検出方式, 計測自動制御学会論文集, vol.36, no.2, pp.159-164, 2000