

指先の血液量変化を利用する安定・快適に装着可能な 経爪型 PPG コントローラの開発

Development of a Stable and Comfortable Trans-Nail Type PPG Controller Using Blood Volume Changes at the Fingertip

有賀 優太¹, 中村 浩平¹, 梁 耀淦¹, 杜 邦¹, 王 勝璋¹, 井上 文太¹

木野 久志², 福島 誉史¹, 清山 浩司³, 田中 徹^{1,2}

(1. 東北大院工, 2. 東北大院医工, 3. 長崎総合科学大院工)

Yuta Aruga¹, Kohei Nakamura¹, Yaogan Liang¹, Bang Du¹, Shengwei Wang¹, Bunta Inoue¹
Hisashi Kino², Takafumi Fukushima¹, Koji Kiyoyama³, and Tetsu Tanaka^{1,2}

(¹Graduate School of Engineering, Tohoku Univ., ²Graduate School of Biomedical Engineering, Tohoku Univ.,

³Dept. of Electrical and Electronics Engineering, Nagasaki Institute of Applied Science)

E-mail: link@lbc.mech.tohoku.ac.jp

1. 緒言

近年、VR(Virtual Reality)技術は没入感の高いエンターテインメントや教育、遠隔医療などの実現に向けて世界中で研究開発が行われている。現在、没入感を高めるVRコントローラとして、グローブ型やEMG信号を利用するリストバンド型コントローラが開発されているが、これらは装着快適性やセンサと人体の接触安定性に課題がある。これに対して、我々は経爪型PPG (Photo Plethysmography)コントローラの開発を行っている[1]。経爪型PPGコントローラは、汗腺が無く、固い爪に装着する小型デバイスであり、高い装着快適性とセンサの接触安定性が期待できる。その概要を図1に示す。

本研究では、爪上3箇所PPG信号を記録可能なPPG計測チップ(2.5 mm x 2.5 mm)を用いて経爪型PPGコントローラを作製して動作検証を行った。また、経爪型PPGコントローラとリザーバーコンピューティングによる動作分類検証を行った。

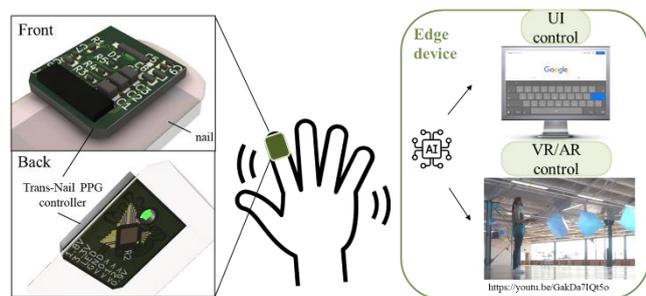


Fig. 1. Schematic illustration of the trans-nail PPG controller.

2. 経爪型 PPG コントローラ的设计

経爪型PPGコントローラに用いたPPG計測チップはTSMC 0.18 μm テクノロジーにて作製した。計測チップ内には、3つの受光素子(PD0, PD1, PD2)、及び電流増幅回路と非反転増幅回路から構成されるPPG計測回路が3つ搭載されており、各計測回路の出力が記録可能である。このチップを爪に収まるサイズ(13.3 mm x 15 mm)で設計・作製したPCB基板にワイヤボンディングし、経爪型PPGコントローラを作製した。作製したコントローラを図2に示す。照射用LEDはPCB基板表面に実装する。生体内部での光の拡散を抑えるために挟射角LEDを採用

した。基板貫通穴を通して爪に光を照射し、指からの反射光を3つの受光素子で検出する。

3. 経爪型PPGコントローラの動作検証

作製した PPG コントローラを装着して親指の上下動作を行い、爪上3箇所の PPG 信号を記録した。PPG 信号の DC 成分は装着部の血流量に反比例するため、指上げ動作によって指先の血流量が減少したとき、記録した PPG 信号の DC 成分が増加する。今回、指動作により変化する PPG 信号の記録に成功した。また、3つの PPG 信号をリザーバーコンピューティングモデルに入力して、学習・分類検証を行った。動作検証結果の詳細については講演にて説明する。

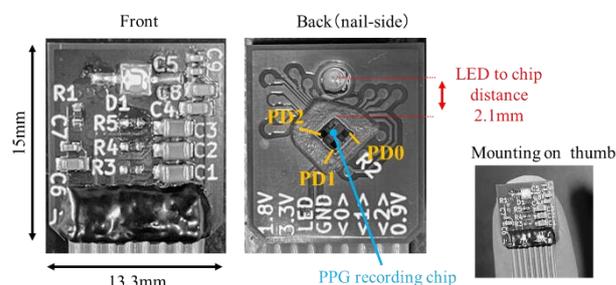


Fig. 2. Photographs of fabricated trans-nail PPG controller.

4. 結言

本研究では、爪に装着し、指動作に応じて変化する PPG 信号を記録する経爪型 PPG コントローラを作製した。作製したコントローラの動作を検証すると共に、リザーバーコンピューティングによる動作分類検証を行い、高い確度で動作分類に成功した。

謝辞

本研究は、東京大学 V D E C 活動を通して、日本ケイデンス株式会社と日本シノプシス合同会社、メンター・グラフィックス・ジャパン株式会社の協力で行われたものである。本研究の一部は株式会社リクルート・アドバンスドテクノロジーラボとの共同研究で実施された。
[1]電子情報通信学会誌Vol. 105, pp. 208-215, 2022年3月