

Title	M5Stackを用いて血流センサとLEDライトを繋げた生体インタラクションの開発
Author(s)	木村, 正子; 岩崎, 弾; 宮田, 一乗
Citation	映像情報メディア学会技術報告, 43(13): 61-66
Issue Date	2019-05-30
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17029
Rights	Copyright (C) 2019 映像情報メディア学会. 木村 正子, 岩崎 弾, 宮田 一乗, 映像情報メディア学会技術報告, 43(13), 2019, pp.61-66.
Description	

M5Stack を用いて血流センサと LED ライトを繋げた 生体インタラクションの開発

木村正子^{†, ††, a)} 岩崎弾^{‡, b)} 宮田一乗^{†, c)}

[†] 北陸先端科学技術大学院大学 〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1

[‡] 株式会社 ピラミッドフィルムクアドラ 〒108-0023 東京都港区芝浦 2-12-16 6F

^{††} 日本 サード・パーティ株式会社 〒140-0001 東京都品川区北品川 4-7-35 12F

E-mail: a) shoko.kimura@jaist.ac.jp, b) dan@imagineers-guild.biz, c) miyata@jaist.ac.jp

概要 ヒトの感情のリアルな状態を血流状態のセンシングデータを用いて可視化する研究が行われている。しかし、従来法は高額な機材を必要とし、手軽には血流量をセンシングできなかった。近年、スマートフォンに連動するウェアラブルデバイスの登場により血流量をセンシング可能になったのをきっかけに、Arduino 等の小型かつ安価なデバイスを用いて、より手軽にセンサを電子基板に接続可能となった。本稿では、M5Stack という電子機器キットを用いて血流センサおよび LED をよりシンプルかつ簡単な方法で接続し、発光による感情の可視化を目指す。本実験では著者を実験台とし、ヒトの血管より生体情報を取得し検証を行った。

キーワード M5Stack, LED, 血流センサ, インタラクション, 感情の可視化,

Development of Biological Interaction connecting Blood Flow Sensor and LED Light Using M5Stack

Shoko Kimura^{†, ††, a)} Dan Iwasaki^{‡, b)} Kazunori Miyata^{†, c)}

[†]JAIST 1-1-1, Asahidai, Nomi, Ishikawa, 923-1292, Japan

[‡]PYRAMID FILM QUADRA INC., 6F, 2-12-16, Shibaura, Minato, Tokyo, 108-0023, Japan

^{††}Japan Third Party Co., Ltd 12F, 4-7-35, Kitashinagawa, Shinagawa, Tokyo, 140-0001, Japan

E-mail: a) shoko.kimura@jaist.ac.jp, b) dan@imagineers-guild.biz, c) miyata@jaist.ac.jp

Abstract There are some researches in which the real state of emotion is visualized by sensing the blood flow. However, the conventional method requires expensive equipment and cannot easily sense blood flow. In recent years, with the advent of wearable devices linked to smartphones, it became possible to sense blood flow and connect inexpensive electronic boards such as Arduino easily. In this study, we will connect the blood flow sensor to the relatively new, easy-to-install, electronic equipment kit called M5Stack and connect it to LED lights in a simpler and easy way, and aim to visualize emotions by light emission. In this experiment, we got biometric information from blood vessel of one of the authors and verified the data.

Keyword M5Stack, LED, Blood flow sensor, Interaction, Emotional visualization

1. はじめに

2000 年後半からシンプルかつ扱い易い電子基板の登場で、プログラミングに不慣れな芸術系の学生や一般の方々でも手軽に電子基板を使用することができ、電子基板を活用した作品が多く制作されるようになった。オープンソースになる事で電子基板の可能性が大幅に拡大した。

いっぽう、自分自身で健康管理をすることが大病を防ぐのに有効であるという研究成果が出てきている [1]。近年の傾向として、スマートフォンと連動するウェアラブルデバイスにより自身で心拍や血流量の計測が手軽になり、スマートフォン内のアプリ管理により健康維持や管理に役立っている。 [2]

本研究では、血流センサの応用として「感情の可視

化の補助」を想定している。それは、発達障害や自閉症など人の気持ちや空気を読めない人たちに対しての補助器具として役立つ可能性が大いにあるためである。その人たちは人の気持ちや感情を汲み取る事を苦手とし、世間一般では”コミュ障”と呼ばれる。見た目ではわからないコミュニケーションの障害であり、場に不適切な発言や行動を適切に取る事ができないために健常者からは誤解を産み、溝を深めてしまうことがある。そこで、蛍が尾の光で求愛行動を行っているのと同じ様に、互いの気持ちを表情や雰囲気その他に光で表現する事で、気持ちが読み取れない人たちが何を思っているかの判断材料が増えると予測される。

本研究では、小型血流量センサと M5Stack を接続し、血流量の振幅を LED で可視化する。将来的には、発達障害や自閉症を抱えている人たちへの医療的な応用や、ライブやエンタテインメント会場にて、発光サイリウムを用いて観客の感情を可視することで、”楽しい” ”嬉しい” 感情を他者と共有することなどを想定している。

2. 実装環境

2.1 コンセプト：なぜ M5Stack なのか？

人とコンピュータを様々なセンサ技術を使用して結びつけるシステムや手法の事をフィジカルコンピューティングと呼ぶ。Arduino や Raspberry Pi と呼ばれるフィジカルコンピューティングに適した安価な多くのデバイスが販売されている。本稿では M5Stack [3] (Fig 1) を使用する。M5Stack の利点としては以下の3点があげられる

- (a) M5Stack のボードにはディスプレイ、スイッチ、カードスロット等の入出力デバイスが揃っている
- (b) 市販の拡張ユニットにより Arduino の豊富な開発資産を利用した開発を行える
- (c) オープンソースハードウェアである

本研究では、実験にて行いたい事項を短時間で実装することが必要である。Arduino は電子基板のみのデバイスである。実験に利用する場合には実験の状況を記録する入出力デバイスを接続するか PC を接続する必要がある。M5Stack は LCD, 2つのプッシュスイッチ, Micro SD カードスロットを内蔵しているの、ユーザが自らこれらを接続をする必要がなく、また、多くの拡張ユニットが市販されている。それらを接続するだけで必要な機能を M5Stack に追加することが可能である。本実験では、血流量センサを USB 経由で接続するために、USB 機能を追加する拡張ユニットを使用した。Arduino は多くのユーザが利用している

ボードであり、ライブラリと呼ばれる開発資産が多く蓄積されており、全てを開発せずに短期間で実験の準備が可能である。M5Stack は、Arduino の資産を流用できる設計とオープンソースハードウェアであり、デバイス自体の電子回路や開発ツールの設計が公開され流用も可能である。本研究では、医療現場やライブ会場で使用できるデバイスの開発を目指している。想定するデバイスは、一体化された専用のデバイスとして設計、開発をする必要がある。オープンソースハードウェアを採用する事で、専用デバイス化の際にも今までの研究結果を容易に転用可能である。以上の理由により、本研究では M5Stack を開発デバイスとして採用した。

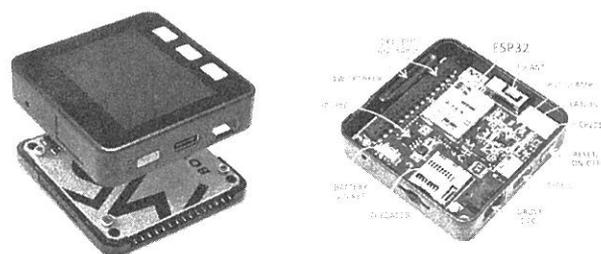


Fig 1, M5Stack の構造図 [3]

2.2 血流量センサ

本研究では人体内の血流を用いて人の感情を可視化する事を目指しており、血流をセンサを用いて量子化する必要がある。このような生体センサとしては、血流量センサ、心拍センサ、脈波センサなど取得するそれぞれの生体情報に合わせた多様なデバイスが存在する。本研究では、京セラ株式会社で開発されている血流量センサ [4] を利用する。センサ自体は $3.2 \times 1.6 \times 1.0\text{mm}$ と小型軽量である。センサ接続には接続のために別途接続基板が必要である。このセンサは、特定周波数のレーザ光を血管に照射し、血流量に応じて反射光の強度が変動する現象を利用して血流量を算出する。同センサは、高 S/N 比、小型、低消費電力の特徴を持つことから、携帯端末や、ウェアラブル機器でのバイタルセンシングに適したデバイスである。また、同センサを用いて、血液状態から判断できる脱水/熱中症検知、血圧推定、ストレス検知などへの応用が可能である。以上のことから、この血流量センサは、本研究で用いるデバイスに大変適したセンサである。

脈波センサを用いて人間の感情を擬似的に可視化した既存事例として、株式会社ピラミッドフィルムクアドラが開発した「もし壁」 [5] がある。このデバイスは、狭い空間に 2 人の被験者が入って体験する。平

常時と被験時の脈波の差分を元に、被験者双方の感情の同期性を可視化している。利用する血流量センサを示す。

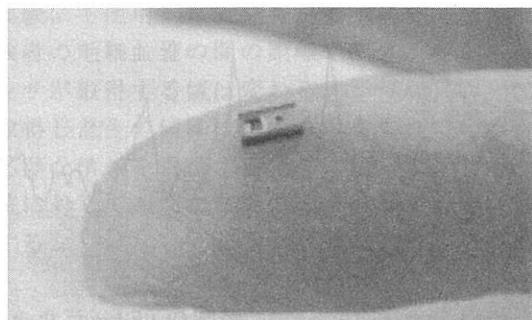


Fig 2, 血流量センサの写真[4]

2.3 フルカラーLED

本研究では中国の WorldSemi 社が開発している WS2812 フルカラーLED[6] を表示デバイスとして採用した。WS2812 は デバイス内部に赤、緑、青それぞれの LED 及び色の制御の為に半導体を内蔵する。LED は赤/緑/青 それぞれ 256 階調での制御が可能であり、16,777,216 通りの色を表現できる。また、少なくとも 1,024 個の LED を連続接続でき、接続した際に任意の LED をそれぞれ単独に制御が可能である。本研究では、デバイスの光り方で感情を表す事を目的としている。個々の LED の色を個別に制御することが可能であれば、その実験を実施する上で大変有用である。WS2812 は、Fig3 に示すように、多くの形態で販売されている。今後、造形物にフルカラーLEDを組み込む際に、これらの豊富な形態は非常に有用である。

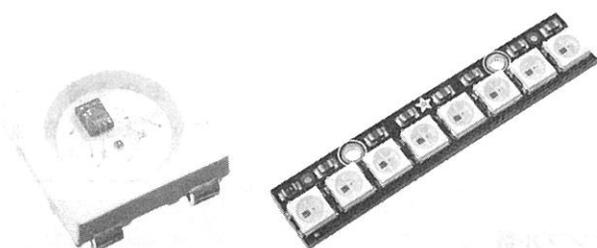


Fig 3, チップ状とスティック状 WS2812[6]

以上の理由により本研究では WS2812 を採用した

3. 実験と結果

3.1 システム構成図

今回採用した血流量センサは、USB 接続である。USB で接続する為に ThousandDIY が開発した、USB Host Shield for M5Stack[7]を利用した。システム構成図を Fig 4 に示す。

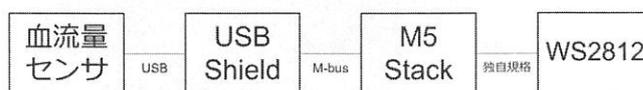


Fig 4, 血流量センサと M5Stack 接続のシステム構成

3.2 実験の概要

本研究で必要とする機能は以下の 2 つである。

(a) 血流量センサの値の取得

(b) フルカラーLED の制御

実験では、それぞれの実現性を確認する。そのため、著者を実験台とし、生体情報を取得し検証を行った。比較のために左手の親指と手首表面の二箇所から血流量を取得した。また、血流量センサから取得した値に連動してフルカラーLEDの色を制御する。そのことで、今後の感情による LED の制御を表す研究を進める上での基盤を確立することを目的とする。

京セラの血流量センサは本来指先で血流量を計測することを目的としている。本研究では、手に装着できるインタラクティブなウェアラブルデバイスの開発を目的としている。そのため、本研究では指と手首で血流量を計測し比較する。

本稿で使用した実験装置の写真を Fig 5 に示す。



Fig 5, 実験装置の写真

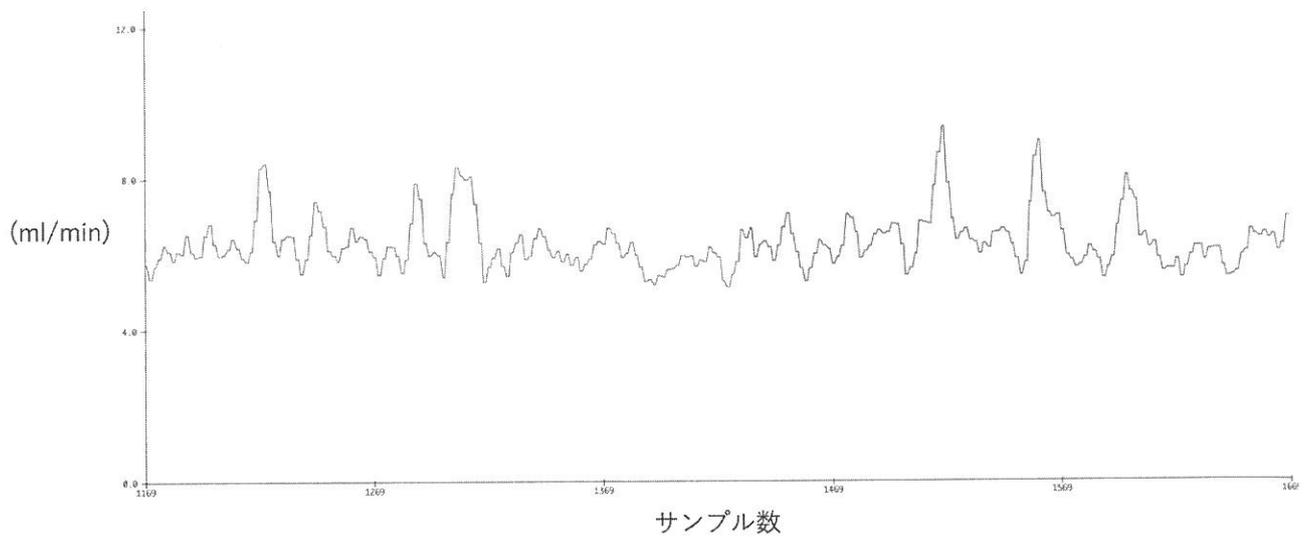


Fig 6, 左親指の血流量換算グラフ

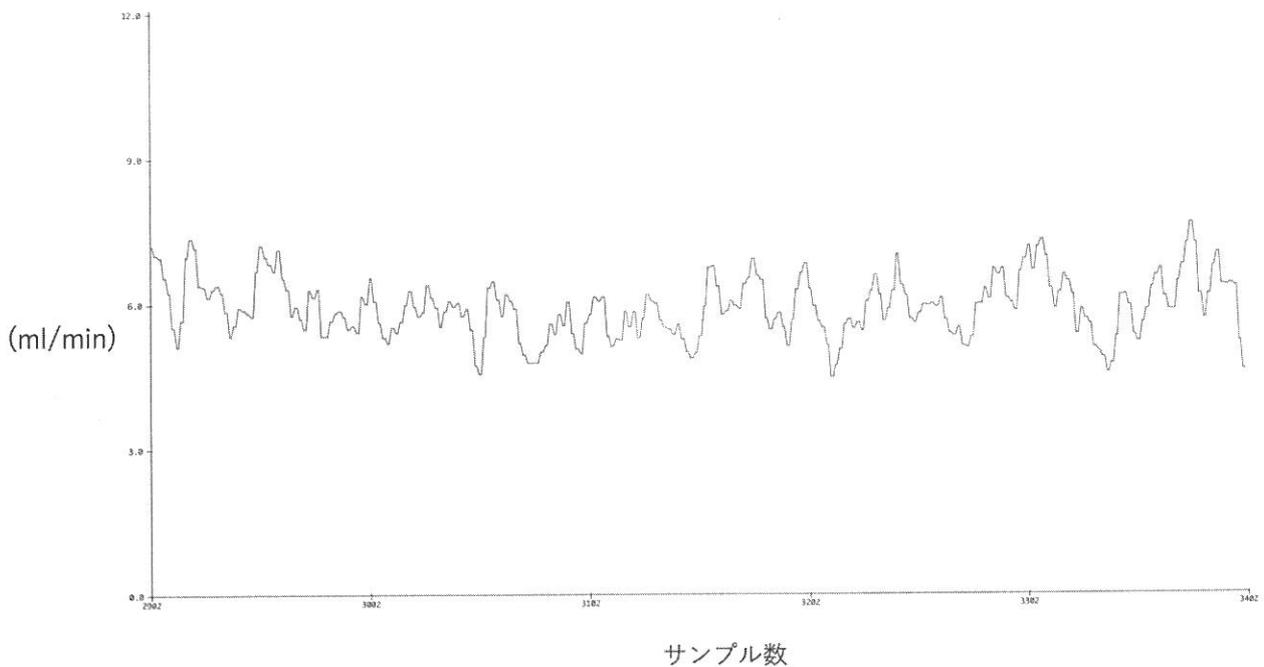


Fig 7, 左手首表面の血流量換算グラフ

3.3 実験分析

a. 血流量センサからの値の取得

値の取得が正しく行われていることを, Arduino IDE 上のシリアルプロッタ機能でグラフを表示することで確認した. 今回は将来的に手に装着する事を想定したウェアラブルデバイスに応用するために差異を比較するために左親指と左手首表面の血流量を比較した. 本センサは, 25.6/ms 毎にデータをホスト側に送

信する. すなわち, 約 391 サンプル数毎に 1 秒となる. Fig6,7 では, 横軸にサンプル数を示している.

Fig 6, は取得値が 5.0~9.0 (ml/min) 数間で振れている. Fig 7 は取得値が 4.0~8.0 (ml/min) 数間でであった, このデータは, センサから取得した生左手首表面の血流量の値である. 指と手首の取得値を比較すると, 振れ幅がどちらも約 4.0 (ml/min) である. 皮膚下の血流量は, 指と手首で大差ないとされている. 今

回の実験結果から、指と手首の取得値で大差が無いことが確認出来た。本研究で必要とする血流量の差異は指でも手首でも取得が確認できた。

本実験にて使用したセンサが光学式であり、センサと被験者の毛細血管の間の距離や傾きが変化することでセンサが取得する値は変わる。一般的に、センサから取得した生の値にはノイズが含まれている。そのため必要な情報を取得するためには、センサから取得した値に対して適切な演算処理を行って必要な情報を取得する。

b. フルカラーLEDの制御

フルカラーLEDの、赤 / 緑 / 青 それぞれの色を256段階で点灯制御し、色調が変化することを確認した(Fig 7, 8)。人間が認識するLEDの値はLEDの明るさとしてLEDを点灯させている値に比例に関係しない。故に、今回の実装では、人間の視覚では点滅しているだけに見える。

エンターテインメントにおいてライブやフェスなどの人のテンションが上がっているシチュエーションでは、脈拍と血流量が上昇する。その上昇に従い、ウェアラブルデバイスに搭載されるLEDの点灯時間は、脈拍と血流量に合わせて増し、点滅ではなく連続的に点灯しているように見える。

本実装でも、装着者の状況に応じたインタラクションでLEDの点灯に変化を起こすことが可能である。今後、点灯のアルゴリズムをより解析し、そのインタラクションは可視化により人間にわかりやすく感情が伝わると予測される。

本実験では、センサの値を取得すること及びそのセンサ情報に連動させてLEDを光らせることの評価を目的としている。そのため、データ処理を行わずに生のデータをそのまま用いてLEDの輝度を制御している。血流量は人間の脈拍に応じて増減している。

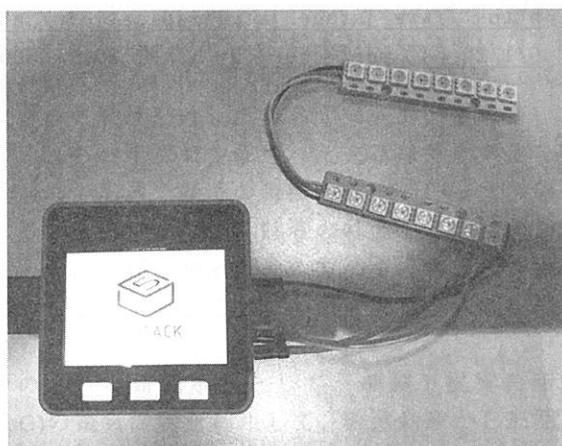


Fig 8, 消えている LED



Fig 9, 発光している LED

c. 血流量センサの取得値によるLEDの制御

血流量センサの生の値をフルカラーLEDの明るさへ比例式によってM5Stackを通じて換算した値を用い、LEDの明るさをリアルタイムに制御することに成功した(Fig 9)。下記の数式により、3~15ml/minの血流量の値を20~240のLEDのRGBの輝度値に線型に換算した。

$$\text{LEDの輝度値} = \frac{(\text{血流量} - 3) \times (240 - 20)}{(15 - 3)} + 20 \quad (1)$$

本センサは光学式でセンシングしているので、センサへの皮膚の当たり方や向きで違いが検出できる可能性がある。今後はそれらの影響を考慮した実験が必要である。

血管から感情の予測は、[11]より抑うつと怒り表出抑制との間に関連があり、心臓血管反応に影響を与えることが指摘されている通りに、血管の収縮と広がり、血流量により推測される。

3.4 電子基板とLED発光の未来

今回の実験を通じて、M5Stackで取得した血流量センサの値に応じてLEDを光らせることができることを確認した。

本実験の考察として、将来的に手に装着する事を想定したウェアラブルデバイスへの応用を想定する事を考え指と手首の血流量を比較した。指と手首の血流量の取得値に大きな差異はないと考えられた。本実験の発展として発光するサイリウムなどのウェアラブルな装置への応用を想定しているが、システムのユーザビリティの観点から指と手首のどちらが良いかを検討すると、手首の方が長時間装着しやすいと考えられる。

血流量センサを元に、今後、感情の推定を行うことにより、感情に応じたLED制御が可能になると想定している。

4 まとめ

4.1 おわりに

今回の実験では血流センサと M5Stack を繋げたデバイスにより、液体流量のセンシングに成功し、その数値による LED の発光の制御が可能な事が証明された。

電池駆動可能な M5Stack デバイス単体で、血流量の情報が取得できた。血流量の変化を安定的に取得できれば、その値を基に感情を推定できる可能性が想定される。

筆者はヒトの感情が光で表現される事に未来があると確信している。例えばホタルの尾の光は生存のため交尾する好意的な相手を探すために光源を発すると言われている。[8]ホタルを例に好意という感情だけでも表現できれば、ヒトに対しても応用が可能である。

人間の感情は複雑であり、初対面で会った人の気持ちを察するにはとても難しい。発達障害や自閉症など感情を上手く汲み取れない方々にとって、せめて相手に好感を持たれているかどうかだけでも可視化することができれば感情を理解するための手助けとなると推測される。[9]

新しいヒトの感情情報の可視化の先には、エンタテインメントなどにおいて「嬉しい」「楽しい」という感情や雰囲気共有することが可能な未来がある。そのために、M5Stack と血流センサ、そしてネオピクセル LED を繋ぎ、ライブエンターテインメントでの観客の発光による感情の可視化には意義があると考えられる。

[10]

4.2 謝辞

本実験制作に協力にて血流センサを貸出して頂いた京セラ株式会社 研究開発本部 研究企画部 小堀 真一氏、研究開発本部 メディカル開発センター 和田 孝昭氏、制作協力をして頂いた ThousandDIY に謹んで感謝の意を表す。また、本論文執筆にあたり助言を頂いた東京大学大学院情報理工学系研究科藤井綺香氏、金沢大学大学院自然科学研究科秋田純一教授に深謝する。

参考文献

- [1] 大内一成, 土井美和子 スマートフォンを用いた生活行動認識技術
https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2013/06/68_06pdf/f01.pdf (参照 2019-0425).
- [2] 山口 晃史, 小川 充洋, 田村 俊世, 戸川 達男, 健康維持管理のための行動検知
<https://ci.nii.ac.jp/naid/110003287441/>
(参照 2019-0424).

- [3] M5Stack
<https://www.m5stack.com/> (参照 2018-10).
- [4] “KYOCERA Optical Blood-Flow Sensor is Among World’s Smallest for Wearable Devices, Smartphones.”
https://global.kyocera.com/news-archive/2016/1205_nvid.html, (参照 2019-0225).
- [5] もし壁 <https://pfq.jp/works/moshikabe/>
(参照 2019-0402)
- [6] WorldSemi 社: WS2812 フルカラーLED
<http://www.world-semi.com/DownloadFile/108>
(参照 2019-0225).
“スマホで見る血液の流れ”.
<http://www.ntt.co.jp/journal/1411/files/jn201411021.pdf>, (参照 2019-0427).
- [7] ThousandDIY, USB Host Shield for M5Stack
<https://thousanddiy.wordpress.com/2018/06/16/usb-host-for-m5stack/> (参照 2019-0428).
- [8] ホタルの光を科学する No.1
http://www.shinkawa.co.jp/times/column/s-maki/vol006_no12_col02.html (参照 2019-0428).
- [9] 吉井 秀樹, 吉松 靖文
年長自閉性障害児の自己理解, 他者理解, 感情理解の関連性に関する研究
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tokkyou/41/2/41_KJ00004953094/_pdf/-char/ja
(参照 2019-0507)
- [10] M5Stack を利用した IoT プロトタイピングの実践.
<https://ndlonline.ndl.go.jp/#!/detail/R300000002-1029551676-00>, (参照 2019-0325).
- [11] 野口 理英子, 藤生 英行
抑うつと怒り表出抑制が感情と心臓血管反応に与える影響
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jahp/20/1/20_64/_pdf/-char/ja (参照 2019-0509).