

IoT と生体情報計測

大久保 英一¹⁾・内田 恭敬²⁾・永沼 充²⁾

1) 帝京短期大学 専攻科 臨床工学専攻 2) 帝京科学大学

【抄録】

【目的】 IoT (Internet of Things) とは、“モノのインターネット”のことで、様々なものが直接インターネットに接続され情報交換するしくみを指す。近年、医学と工学を結びつけた医工学の研究が活発である。生体の情報を計測し、日常生活を支援する装置も増えてきた。本稿では、医工学研究を発展させる一要素としての IoT についてひも解き、生体情報から生活状況を計測するための要素技術について調査し、まとめる。

【要素技術と現状】 生体信号の計測は、生体に電極やセンサ、プローブを装着し信号を取得する。信号として取得できる電気量は小さなエネルギーであるため、必要のない信号を除去するフィルタ処理及び増幅処理を行う。従前のものは手作業が多かった。その中で IoT を支えるインフラは半導体技術の向上でハードウェア・ソフトウェア、ネットワーク技術の進化が著しい。現在ではスマートフォン・スマートウォッチのようなハードウェアが登場し、日常生活で簡便な生体信号の計測を行うことが可能になっている。

【考察】 市販化されているスマートフォン等による計測は、日常生活目的であれば十分といえる。スマートフォンはネットワークやクラウド接続のしくみを備える。これを活用しセンシングするデバイスが接続できればソフトウェア処理で IoT 機器にできる。これらのデバイスで生活状況を可視化するためには、活動量を被験者が意識せずに測ることが有用である。運動量や移動量を測ることは、運動の促進や生活改善にもつながる。一方でセキュリティ対策については注意が必要である。

【まとめ】 技術進歩により、センサデバイスをネットワーク接続できる便利で安価なしくみが登場している。インフラストラクチャの上に乗るアプリケーションを検討することで構想を具現化しやすい環境ができつつある。今後も ICT 技術を活用した計測技術について着目し、活用を考えたい。

【キーワード】 IoT, 生活状況計測, IFTTT

I. 緒言

IoT (Internet of Things) とは、“モノのインターネット”のことで、様々なものが直接インターネットに接続され情報交換するしくみを指す。初出は 1999 年のケビン・アシュトンによるものとされる¹⁾。IoT の流れは、パロアルト研究所のマーク・ワイザーが 1991 年提案したとされるユビキタス・コンピューティング²⁾の流れを受けついだものとされる。日本では TRON プロジェクト³⁾を立ち上げた坂村健教授 (当時は東京大学) が「どこでもコンピュータ」をプロジェ

クト目標としたが同様の流れとされる。いずれの考えも、機器が直接ネットワーク接続して情報交換・情報発信をし、その情報をもとに次の行動ができることを示している。近年、医学と工学を結びつけた医工学の研究が活発である。生体の情報を計測し、日常生活を支援する装置も増えてきた。本稿では、医工学研究を発展させる一要素としての IoT についてひも解き、生体情報から生活状況を計測するための要素技術について調査し、まとめたものである。

II. 要素技術と現状

1. 生体信号と計測装置

医療技術者資格において、生体のデータを最も多くの分野で計測するのは臨床検査技師⁴⁾である。臨床検査技師の業務分野の中で、生理機能検査の分野が生体計測に最も関係が深い。生理機能検査の項目では心電図、脳波、筋電図の他超音波検査、非接触で測定するサーモグラフィなどがある。

サーモグラフィ以外の測定においては、生体に電極やセンサ、プローブを装着し信号を取得する。信号として取得できる電気量は小さなエネルギーであるため、増幅処理及び必要のない信号を除去するフィルタ処理を行う。必要部分のみになった信号を測定者が結果として取得する。計測した信号を被験者のそばで直接確認する場合、通信機能は不要である。

臨床検査技師に係る検査には病院で検査を行うものと、日常生活下で行うものがある。後者に該当するものは24時間電極を装着するホルター心電図検査、生活環境下で胸痛などの事案が発生したときに記録するイベント心電図検査、糖尿病患者に対し行う血糖値測定等がある。

在宅医療まで範囲を広げると在宅医療を支える医療機器の動作状況の管理も計測できることが望まれる。医療機器の保守管理は医療技術者である臨床工学技士⁵⁾の業務範囲である。臨床工学技士に係る日常生活状況の把握が必要なものは、現在は来院で確認している心臓の拍動を補助するペースメーカーの動作状況、在宅で用いる人工呼吸器の動作状況や人工透析を行う場合の機器管理がある。

ホルター心電図検査は、病院で電極を装着し、翌日病院で外すものである。被験者も2回通院が必要になることや、測定後に臨床検査技師が波形を装置から取得し、ノイズ除去などの波形処理を経て臨床にデータが戻る。

2000年ごろに在宅医療用として開発されたイベント型心電計などは、パソコンにデータを取り込むことはできても管理するためにはスタンドアロンのソフトウェアが必要となり、人が手を介して送信する必要があった。使用経験では、定期的に装置を脱着し、送信手続きを取るといった手数がかかり、使用する被験者以外に手がかかる機器であった。(使用経験のある機器の情報は2022年11月現在検索できないため引用していない。)

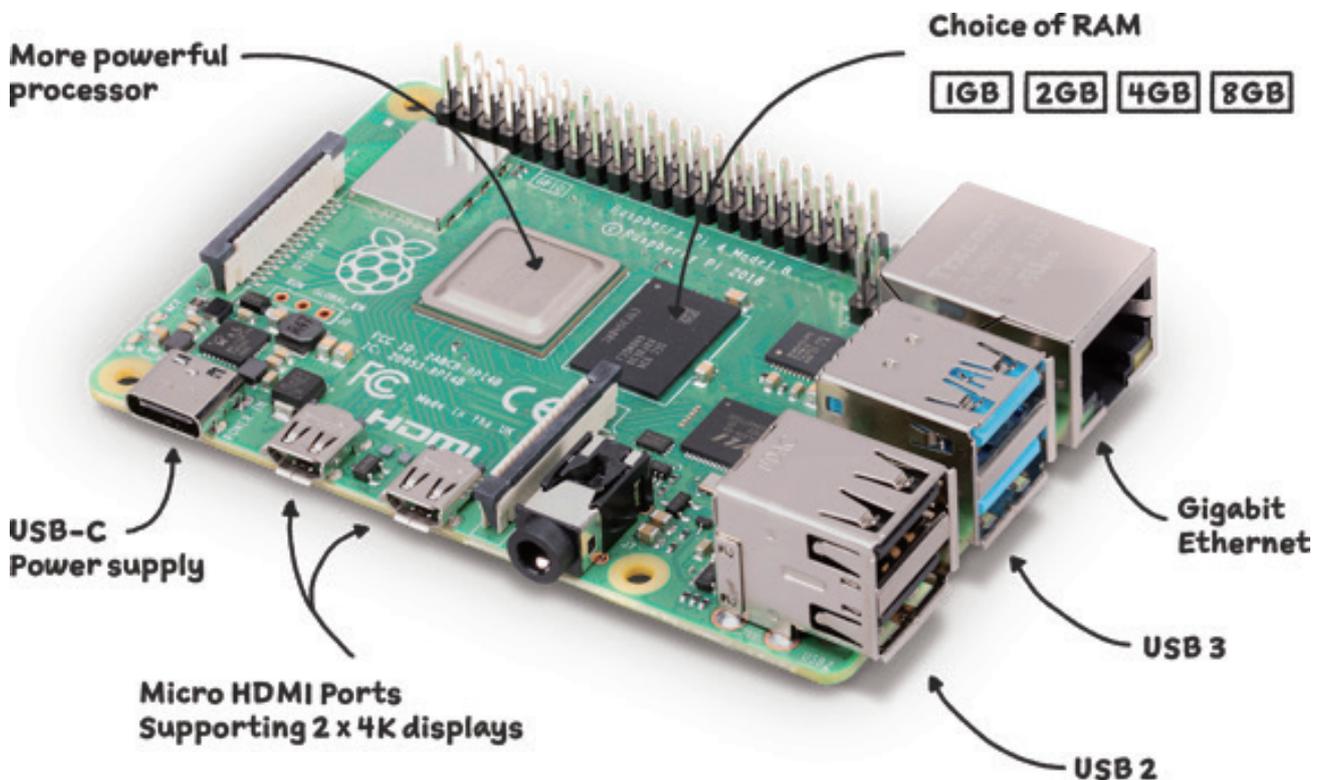


Figure 1. Overview of Raspberry Pi 4 (Quoted from The Raspberry Pi Foundation)⁶⁾

2. IoTを支えるインフラストラクチャ

機器をIoT化するインフラストラクチャの構成を考える。病院内で用いられる生体情報計測装置は伝送までをほぼ自動化し、無線通信で行っている。しかし、IoT化するためには専用の無線網ではなく、データ処理を行う基盤であるインターネットを介した通信が必要である。インターネットで用いられる機器は通信プロトコル（通信手順）にTCP/IP（Transport Control Protocol / Internet Protocol）を用いる。信号を取得後にパソコンが必要になっていたのは、データをセンサ・機器の電気信号（アナログ信号）をTCP/IPで伝送できるように変換することができなかつたためであり、その為に変換するためのパソコンが必要であった。

近年は英国ラズベリーパイ財団が開発したRaspberry Pi⁶⁾ (Figure 1) に代表されるマイクロコンピュータでTCP/IPによる通信が可能となっている。

Raspberry Piは無線通信モジュールがあり、無線LANの標準であるIEEE 802.11⁷⁾に対応している。標準規格に対応することの意味は大きい。ネットワークにつながる機器の要素切り分けの規格としてISO⁸⁾によりOSI⁹⁾が開発された。メーカー独自の規格であれば開発者は全てを開発

する必要がある。しかし標準規格であれば、別の層へ引き渡す部分までを作ればよい。インターネットのインフラは企業内におけるシステム＝イントラネットを構成するなどの活用がなされ、安価で広く使われている。

人が介在して行っているデータ受付管理処理についてはサーバで行うことが可能である。これもオンプレミスではなくクラウド基盤でサービスされているものがある。クラウドではアプリケーションまで提供されるのでサーバ上でプログラムを走らせることで処理が可能である。IFTTT¹⁰⁾はインターネット上で使用できる様々なWebサービス同士を結合させるサービスである。データを確認し、自動処理するRPA¹¹⁾と似たような仕組みであるが、データだけでなくセンサからのデータ、SNSやメールなどをきっかけとして、物理デバイス进行操作するといった動作を生成することが可能になっている。IFTTTはIDを作成すると、他の人が作ったアプリ（IFTTTの中ではアプレットという名称があるため、以下はアプレットとする。）を参照することや、作り方のヒントを見ることができる。システムにサインインした画面をFigure 2に示す。

アプレットを作るときも、パソコンに限定せずWebブラウザやスマートフォンアプリで作成

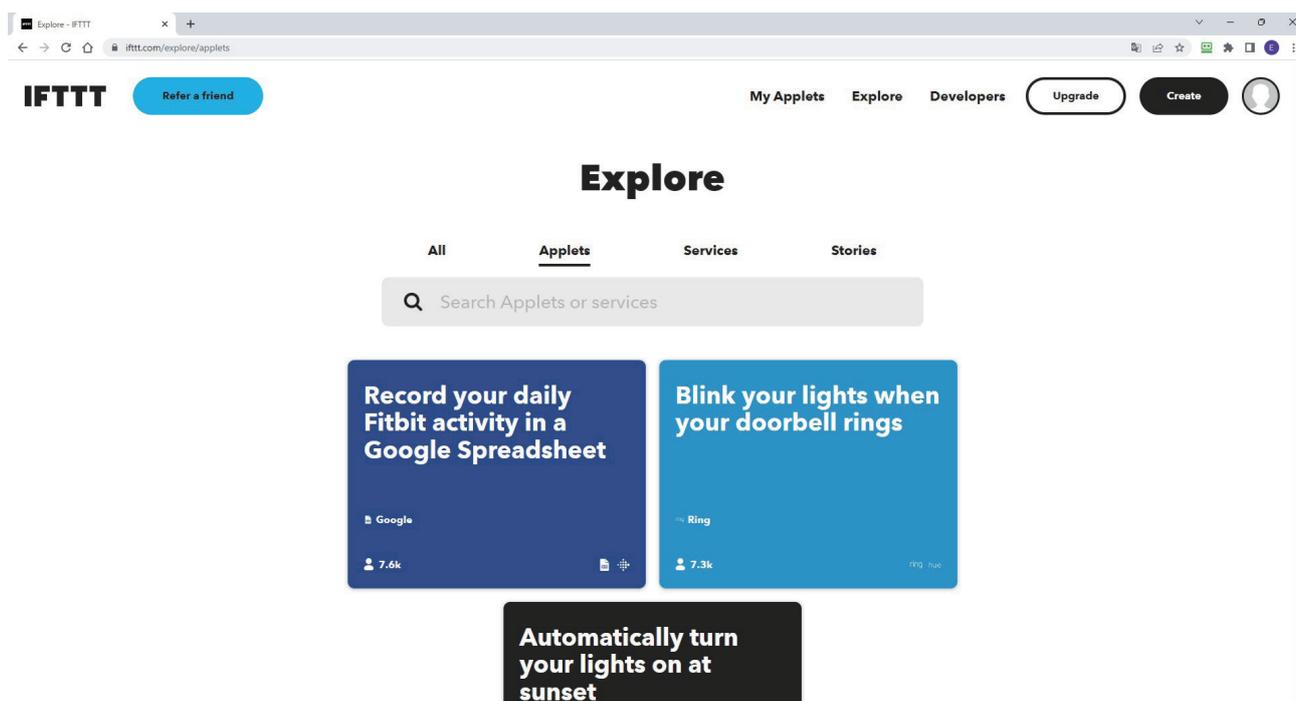


Figure 2. IFTTT Start Screen

が可能である。作成画面やメッセージは英語である。作成画面を Figure 3 に示す。

この際、きっかけや対応する動作はアプレットの中だけでなく、インターネット上の各種サー

ビス (SNS やメール, スマートフォンのカレンダーアプリなど) をつなぐことが可能となっている。Figure 4 に示す作例は 23:30 になるとスマートフォンの IFTTT アプリに対し通知を発生

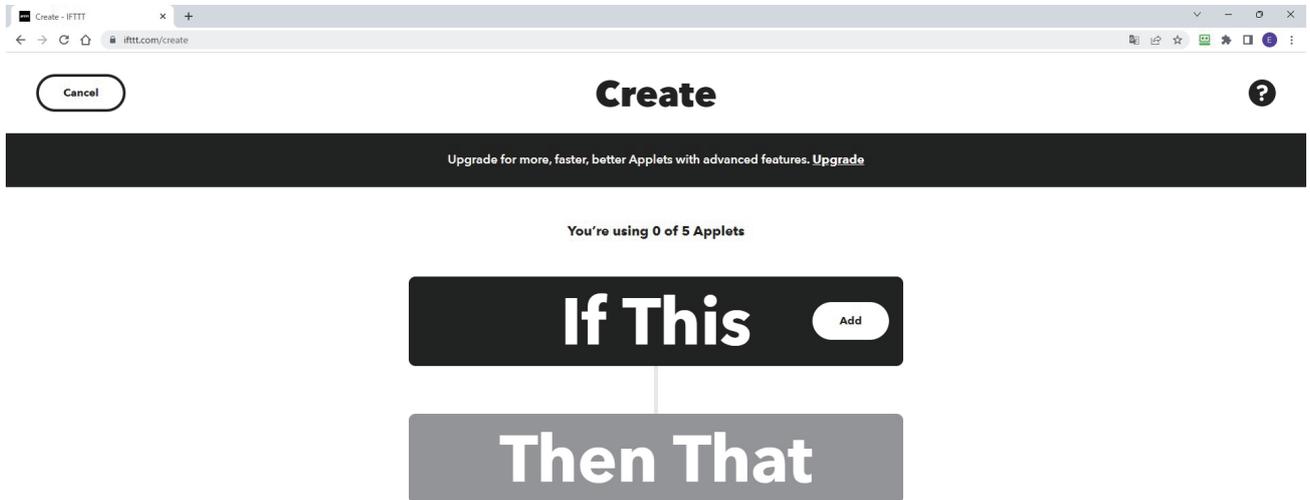


Figure 3. Screen of create applet

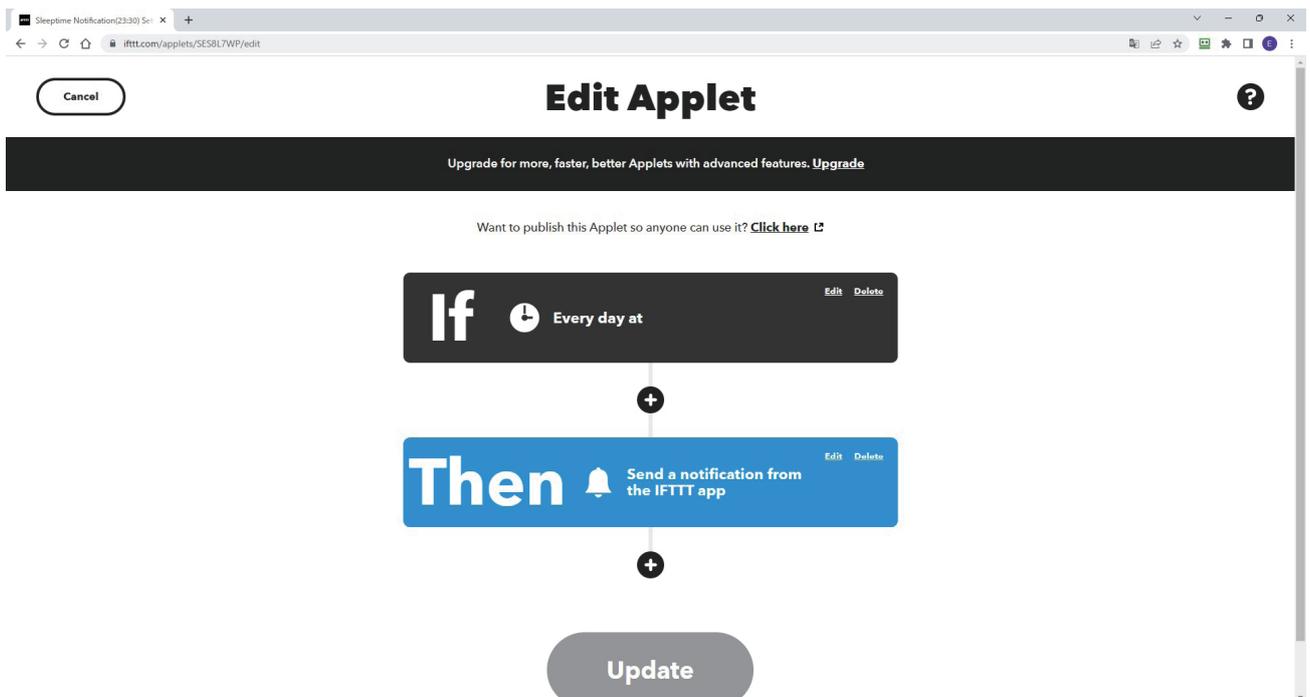


Figure 4. Screen of applet script image

するアプレットである。

出来上がったアプレットは、動作させる ID に紐づけ (Connect) を行うことで決められた時間に所定の動作を行う。設定を行った画面例を Figure 5 に示す。

アプリを作る場合は大半の場合プログラミング言語が必要となり、プログラムの流れ (アルゴリズム) を考えたうえでプログラミング言語の作法に従った表現を考えて記述することが必要である。しかし、IFTTT のようなノーコードのシステムは、プログラミング言語で記述をすることなくマウスなどで直感的にアルゴリズムを記載していけばアプレットが作成できる。この仕組みを用いればデータの入力・きっかけも自動化でき、処理判断も自動化して接続することが可能となる。

収集したデータが人手を介することなく処理可能にする要素技術が育ち、提案されてきた IoT が具体化したといえる。IFTTT は Raspberry Pi や Arduino¹²⁾ といったマイクロコンピュータや、MIT で開発されたノーコードのプログラミング言語 Scratch 言語¹³⁾ でコントロールできる IoT ブロック MESH¹⁴⁾ を用いることで気温や接近といった物理情報をきっかけとした動作をつくることが可能になっている。

3. 生活状況計測が期待される情報

生体情報の計測による生活状況計測に着目すると、日常生活で行われる動作が考えられる。日常的に行われる運動である歩行や、離床、着座が考えられる。歩行は計測するレベルにより用いる計測技術は異なる。1 日の歩行量計測であれば簡単な仕組みなら振動センサ、誤動作を防ぎながら計測するのであれば 3 次元加速度センサが挙げられる。歩行パターンや、歩容の計測であれば重心動揺計にも用いられる圧力センサの活用が考えられる。圧力センサであれば、着座や離床にも適用可能である。医療応用される計測では前節で述べた、心電図や血糖値計測、ペースメーカーの情報がある。医療機器であれば稼働状況が計測できれば有用である。

4. 市販化されている事例

医療機器で IoT 化が実現化されている機器は増えつつある。病棟で用いられる輸液ポンプも無線 LAN を内蔵し稼働状況が確認できるモデルがある¹⁵⁾。歩行計測は専用の装置だけでなく、スマートフォンやスマートウォッチソフトウェアで実装されている。Apple 社が販売しているスマートフォンである iPhone のアプリでは歩行安定性や左右の対称性まで計測が可能である¹⁶⁾。

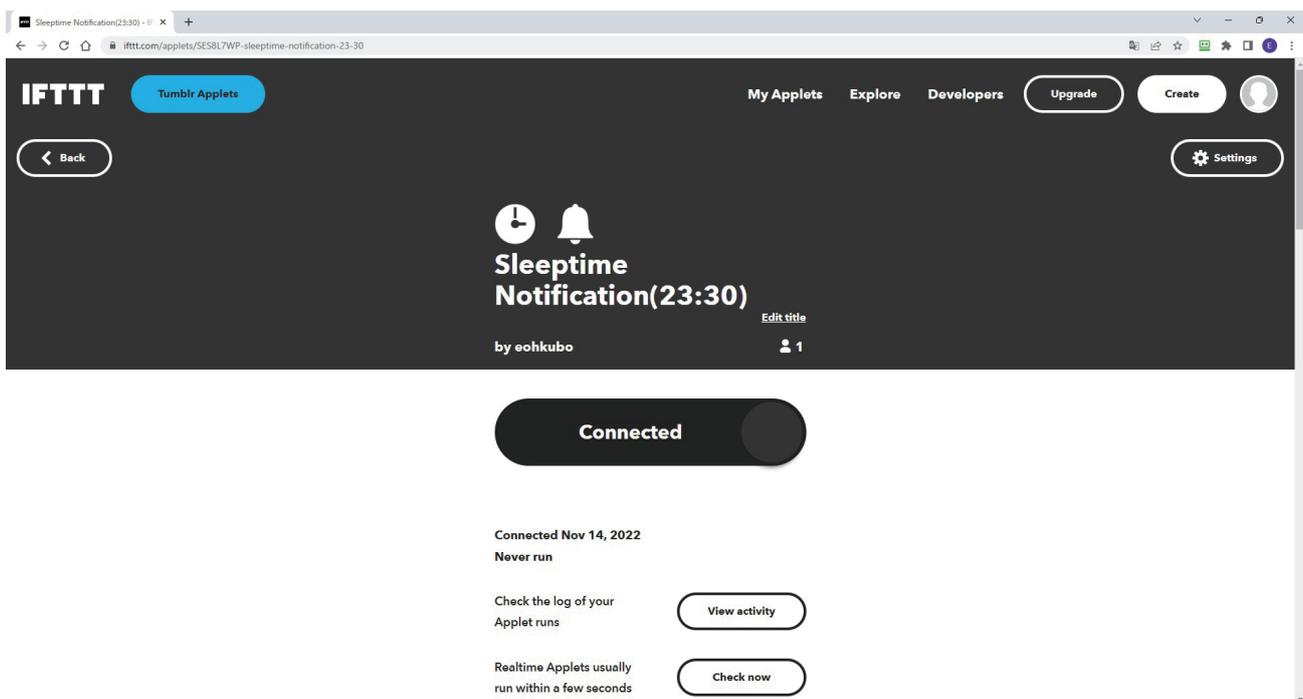


Figure 5. Screen of applet connected task

Ⅲ. 考察

市販化されているスマートフォンやスマートウオッチによる計測は、計測精度の点から見ると身体に直接電極を接続しているわけではないので誤差を含むが、日常生活目的であれば十分といえる。

スマートウオッチを組み合わせることで心拍数、心電図、血中酸素飽和度の計測も可能である。

スマートフォンであれば基本構成でネットワークやクラウド接続のしくみを備えているのでセンシングするデバイスさえ接続できればソフトウェア処理で IoT 機器にできる。ノーコードのシステムが登場したことで始める技術的なハードルは下がったといえる。詳細なデータ取得やローデータ取得では難があるが提供されているアプリで見えるレベルのデータ取得であれば十分といえる。スマートフォン、スマートウオッチの装着設定で多くのことが可能となっている。しかし、小児や高齢者へスマートフォンやスマートウオッチを装着することには困難がある。その為スマートウオッチのようなデバイスだけでなく、身につけるものにセンサデバイスを植え込むことでユーザは装着する手間を感じずにセンサを装着することが可能となる。

生活状況を可視化するためには、活動量を被験者が意識せずに測ることが有用と考える。運動量や移動量を測り、少ないようであれば運動の促進につなげることができれば、生活改善にもつながる。

IoT 化された機器は便利である一方、セキュリティ対策についてはスタンドアロン機器と比べ注意が必要である。IoT 化されたシステムは、人手を介さずデータは自動的に流れるため、ソフトウェアの不備、アプリが利用する API (Application Plathome Interface) の設定不備、セキュリティホール、認証情報の管理不備と懸念される要素は数多い。利便性の反面、提供するメーカーもユーザも配慮しなければならない。対策はセキュリティ対策の適用といった技術的なことや、心構えとして必要となる認証情報 (ID) やパスワード管理などである。今回試行した IFTTT も当然であるが ID とパスワードによって他人に勝手に使われることがないように保護がされている。

Ⅳ. まとめ

IoT が提唱され約 20 年、ユビキタス・コンピューティングが提唱されてから 30 年近くたち、具現化した技術と言える。その背景にはコンピュータ技術、通信環境の発展があり具現化したことを改めて確認できた。しかし便利なデバイスを使うにはユーザ自身の理解も必要である。

筆者らはロボットを用いたアクティビティ、セラピーの研究や日常行動の解析の研究をおこなってきた^{17) 18)}。技術進歩によりセンサデバイスをネットワークへ接続するインフラストラクチャとして便利で安価なものが登場している。インフラストラクチャの上に乗るアプリケーションを検討していくことで具現化しやすい環境ができつつある。今後も ICT 技術を活用した計測技術について着目し、活用を考えたい。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 26350676, 17K01591, 20K11924 の助成を受けたものです。なお、今回の論文に関連して開示すべき利益相反状態はありません。

【文献】

- 1) Thorsten Kramp, Rob van Kranenburg & Sebastian Lange, "Introduction to the Internet of Things" Enabling Things to Talk pp 1-10 (2013) SpringerLink DOI: 10.1007/978-3-642-40403-0_1
- 2) Weiser Mark, "The Computer for the 21st Century" <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html> (現在リンクが切れているため、Web アーカイブによって確認 Retrieved from <https://web.archive.org/web/20141022035044/http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html> (2022 年 11 月 1 日))
- 3) TRON フォーラム Retrieved from <https://www.tron.org/ja/tron-project/> (2022 年 11 月 1 日)
- 4) 一般社団法人日本臨床衛生検査技師会

- Retrieved from
<https://www.jamt.or.jp/target/general/introduction/> (2022年11月1日)
- 5) 公益社団法人日本臨床工学技士会
Retrieved from
<https://ja-ces.or.jp/for-students/clinical-engineer/>
(2022年11月1日)
- 6) Raspberry Pi Foundation
Retrieved from
<https://www.raspberrypi.org/> (2022年11月1日)
- 7) IEEE 802.11 WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS Retrieved from
<https://www.ieee802.org/11/> (2022年11月1日)
- 8) International Standard Organization
Retrieved from
<https://www.iso.org/home.html> (2022年11月1日)
- 9) 一般社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター, インターネット用語1分解説 “OSI 参照モデルとは” Retrieved from
<https://www.nic.ad.jp/ja/basics/terms/osi.html>
(2022年11月1日)
- 10) IFTTT about
Retrieved from <https://ifttt.com/about> (2022年11月1日)
- 11) 野村総合研究所, 用語解説 RPA (ロボット・プロセス・オートメーション)
Retrieved from
<https://www.nri.com/jp/knowledge/glossary/1st/alphabet/rpa> (2022年11月1日)
- 12) Arduino about
Retrieved from <https://www.arduino.cc/> (2022年11月1日)
- 13) マサチューセッツ工科大学 Scratch
Retrieved from <https://scratch.mit.edu/> (2022年11月1日)
- 14) ソニーマーケティング社 MESH プロジェクト
Retrieved from <https://meshprj.com/jp/> (2022年11月1日)
- 15) ニプロ株式会社 セーフテック輸液ポンプ FP-N15 Retrieved from
https://med.nipro.co.jp/med_eq_category_detail?id=a1U2x000000U7DUEA0 (2022年11月1日)
- 16) Apple 社サポートページ, “iPhone や iPod touch でヘルスケア App を使う”, Retrieved from
<https://support.apple.com/ja-jp/HT203037> (2022年11月1日)
- 17) 内田恭敬, 船山朋子, 浅野泰仁, 木暮嘉明 (2018) 圧力センサを用いた簡易見守りシステムへの機械学習応用の可能性 第162回ヒューマンインタフェース学会研究会報告集 Vol.20 pp.59-62, 2018
- 18) 大久保英一, 加藤範子, 香川美仁, 永沼充 (2020) 少人数スタッフで実施する集団実施 RAR の環境構築に関する考察 日本ヒューマンケア・ネットワーク学会誌 Vol.18 No.1 pp.90-94, 2020

About IoT and biometrics

Eiichi OHKUBO¹⁾ • Yasutaka UCHIDA²⁾ • Mitsuru NAGANUMA²⁾

1) Department of Clinical Engineering, Teikyo Junior College 2) Teikyo University of Science

【abstract】

【Purpose】 IoT is a term that stands for "Internet of Things". Refers to a system in which various devices are connected to the Internet and exchange information. In recent years, research on medical engineering that links medicine and engineering is active. There are also devices that measure biological information to support daily life. This paper unravels the IoT as one of the elements that advance medical engineering research, and reports on elemental technologies for measuring living conditions from biological information.

【Elemental technology】 Bio signal measurement acquires signals by attaching electrodes, sensors, and probes to the living body. The amount of electricity that can be obtained is a small amount of energy. After acquisition, amplification and signal removal are performed. Previously, this work was done by humans. On the other hand, the infrastructure that supports IoT is evolving rapidly. With the advent of smartphones and smartwatches, we can easily measure biological signals in our daily lives.

【Discussion】 Measurement with a commercially available smartphone or the like is sufficient for daily life. Smartphones can connect to networks and clouds. If a sensing device can be connected using this, it can be made into an IoT device. In order to visualize living conditions with these devices, it is necessary to measure the amount of activity without the subject being aware of it. Measuring the amount of exercise and movement leads to promotion of exercise and improvement of life. On the other hand, it is necessary to pay attention to security measures.

【Conclusion】 Technological progress has made the infrastructure for connecting sensor devices to networks convenient and inexpensive. There is a prospect that infrastructure will be utilized to create an environment that is easy to implement. In the future, we would like to consider the use of measurement technology that utilizes ICT technology.

【Key words】 IoT, Measurement of living conditions, IFTTT