

AIカメラを用いた障害者をサポートする家電制御システムの開発

Development of Home Appliance Control System Supporting People with Disabilities Using AI Camera

宮崎 英一¹ ・ 坂井 聡¹

Eiichi Miyazaki, Satoshi Sakai

要旨

ICTが発展した現代社会においても、動作に制限のある障害を持った人が家電等を自分自身で制御する事は困難である。特に日常生活において使用する家電の制御ボタンやリモコンボタンは健常者が日常的に利用するインタフェースとして開発されているので、障害を持った人に対して運動機能の制限上、利用が困難な場合が多い。しかしAIを用いた画像認識により、手指の微小な動きやパターンが認識できれば、これが操作のトリガーとして利用できる可能性がある。

そこで本研究では画像認識の基礎的なシステムであるTeachable Machineを画像認識に用い、手指のパターンから障害者の動作（意思性）を判別し、家庭内の電気製品をコントロールするインタフェースの開発を行うものである。更に障害を持った人が家電の制御を通じて自分自身のもつ能動的な力に気づいてもらえるシステムを目指す。

キーワード：AIカメラ、障害者、機械学習、Teachable Machine、IFTTT

1. はじめに

現在、“誰一人取り残さない”をテーマとして、2030年までに全世界で達成を目指すSDGs（持続可能な開発目標）は重要な国際目標である。その中で“誰一人取り残さない”ということから特に障害を持った人に対する取り組みが今後の社会に大きな意味を持つ。障害を持った人に対してSDGsでは具体的に

目標3：全ての人に健康と福祉を

目標4：質の高い教育をみんなに
等が挙げられている。

目標4に関する現状の例として、「全日制・定時制高校と特別支援学校の高等部の卒業後の進路を比較」を図1¹に示す。ここでは、全日制・定時制高校卒業者の半数以上が大学へ進学しているのに対し、特別支援学校からの大学進学率は1.7%、就職では、全日制・定時制高校17.8%、特別支援学校32.0%と逆転している。このような実態調査から、SDGsにおける障害者への教育へのアプローチは、合理的配慮を含めた応対だけでなく、障害を持った人の特性

に応じた学習支援ツール等を用いて様々な観点からのアプローチが必要になると言える。

この問題を解決する本来の研究では、ICT機器を用いて学習支援を行うユーザインタフェースの開発を目指すべきであるが、まだその効果的なシステムが提案出来ていない。そこでこの学習支援ツールにおける基礎システムとして機械学習を用いた画像認識による家電制御を開発ターゲットとした。これは、学習支援ツールと比較して家電制御はスイッチのオン・オフやエアコンの温度制御等、内容がシンプルでプログラムのシステムを構築しやすい事、機械学習を持った画像認識等のユーザインタフェースの開発が本来の目標の教育支援システムに繋がる事等のためである。更に、このシステムを通じて画像認識を用いたコントロールに慣れていくと、今後の学習支援ツールへの移行もシームレスに行える事にもなる。最終的には、このシステム開発を通じて基礎的なシステムを構築し、今後の教育支援システムに繋げる事を目指す。更にこれが完成すれば、単なる家電を制御するリモコンスイッチに留まらず、

1 香川大学教育学部

卒業後の進路

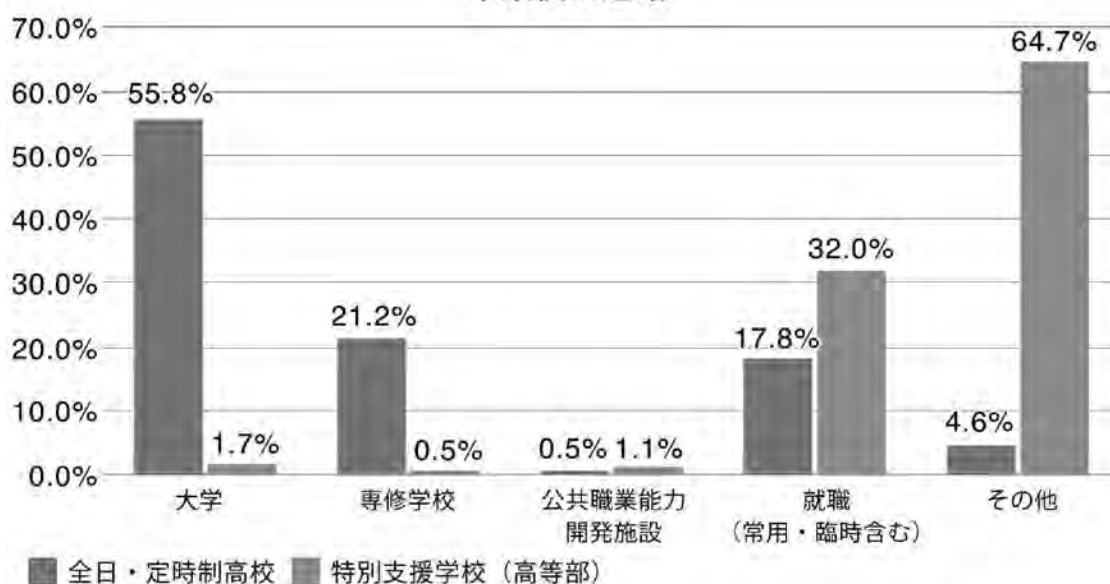


図1 全日制・定時制高校と特別支援学校の高等部の卒業後の進路

障害を持った人が自分の意思で家電の制御が行えるので、今まで出来ないと思っていたことが出来る気づき、自身の持つ能動的な態度を涵養出来る可能性が期待出来ると考えた。そして最終的にはそれが障害を持った人の日常生活の質を高める事につながるであろう。

2. 目的・意義

本研究室では、障害を持った人の特性に応じた加速度センサⁱⁱやWEBカメラを用いたユーザインタフェースの開発ⁱⁱⁱを行ってきた。本研究では、最近のSociety5.0を目指す上で重要な人工知能を用いた画像認識に着目し、これを用いた障害を持った人、特に重度重複のように複数の障害を持った人でも利用出来る可能性を持ったユーザインタフェースの開発を行った。今回は、画像認識システムとなるAIカメラとしてコンピュータとTeachable Machineを組み合わせたシステムを提案する。

従来の障害を持った人が家電を制御するシステムでは、ユーザの入力を押しボタンスイッチとする事が多かった。これは最も単純な機械的スイッチであり、押すだけで動作するので、運動機能に障害を持った人でも利用しやすい入力デバイスである。しかし重度重複障害を持った人や運動機能に大きな制限のある人にとっては使用が困難な場合もある。そこで本研究では、押しボタンスイッチの代わりに画像認識を行い事前に学習した手指のパターンによって、オン・オフの制御を行うものである。

また、家電の制御において従来は赤外線リモコンのようなデバイスを用いて家電の制御を行ってきた。この場合、制御対象となる家電が赤外線リモコンに対応している事が必須であり、全ての家電に対応しているわけではない。ま

た市販の赤外線リモコンは、本体に操作スイッチが実装されているために、何らかのインタフェースを準備^{iv}して押しボタンスイッチと赤外線リモコンを接続する必要がある。そこで、本研究では、赤外線リモコンの代わりにIoTの発展に伴い多く市販されてきたスマートプラグを用いる。このデバイスはwi-fiに直接接続され、100Vの電源のオン・オフがネットワークを介して制御可能となる。このため、この画像認識をインタフェースのトリガーとした上で、スマートプラグを用いて複数の家電機器を制御するシステムを作成した。AIカメラとしてエッジデバイスを用いる方法もあるが、本研究では、IoTコンピュータとWEBカメラを用いてAIカメラを実装している。

特に画像認識処理においてはTeachable Machineを用いる事で、機械学習における統計学習の手法を全く使用しただけでなく、画像認識におけるプログラムのコードを1行も書かずに画像認識が可能になる。これはTeachable Machine自体が機械学習を実行するツールとして使用する事を目的として開発されたたである。これにより、専門家でない多くの人でも機械学習を利用出来る環境が提供可能となった。このため、インターネット環境があれば、学校だけでなく、障害を持った人の自宅や作業所、病院等で利用可能であり、多くの環境で使用が見込まれるため、日常生活に溶け込んだシステムとなる事が期待できる。

3. 試作したシステムの概略

上記で説明したように本研究では、AIカメラとして

- ・ハードウェア：コンピュータ+WEBカメラ
- ・ソフトウェア：Teachable Machine

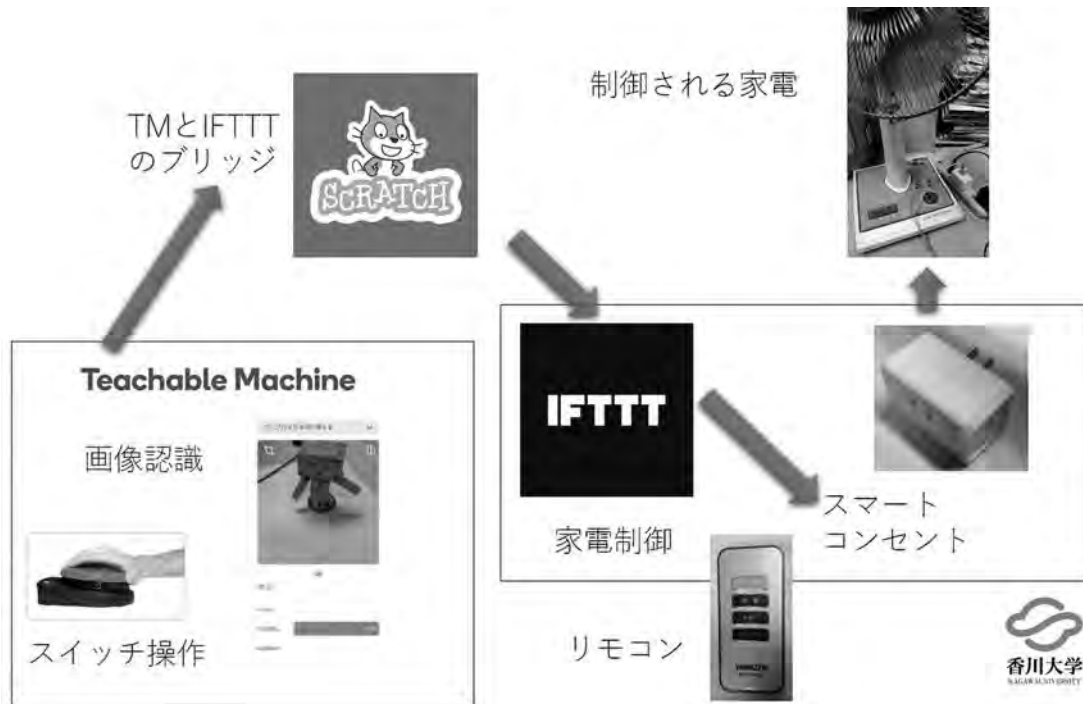


図2 画像認識を用いた家電コントロールシステム概略図

を用いて実装している。このAIカメラシステムで予めトリガーとなる指のパターンを機械学習を用いて画像認識を行い、このパターンをトリガーとして家電を制御している。

本研究で試作したシステムの概略を図2に示す。同図では、本研究で試作したシステムと従来の障害を持った人が家電を制御するシステムを対比する形で記載している。従来の障害を持った人の入力押しボタンスイッチによって行われていたが、これを画像認識のトリガーによりスイッチのオン・オフを制御する。このトリガーの発出をScratchを用いて受け取り、IFTTT^vという複数のネットワークサービスを仲介するプラットフォームを用いてIoTのスマートプラグ・スマートライトを制御する。これらの詳細は別途記載する。

このスマートプラグ等で、従来の赤外線リモコン等でコントロールしていた家電の制御を行う。このように本研究で試作したシステムは、従来の「押しボタンスイッチ+赤外線リモコン」を「画像認識+(IFTTT+スマートプラグ)」で置き換えたものである。この置き換えによって、従来のシステムでは対応が困難な人にも利用して頂けるだけでなく、これからのIoT社会に向けたスマートホームにも活用が期待でき、障害を持った人には勿論、高齢者にも優しいシステムとなる可能性を持つ。

4. システムの詳細

ここでは、上記で説明したTeachable Machineを用いた画像認識と制御システムの各部分の詳細および実験結果を記

す。

4-1 AIカメラ

本研究では、AIカメラシステムとしてコンピュータとWEBカメラをハードウェアとして、Teachable Machineで画像認識を行っている。この画面を図3に示す。ここでは手を「グー」と「パー」の形で学習し、それぞれのタグを「オン」「オフ」としている。学習したモデルの混同行列の結果を図-2に示す。ここでは、「on」を「on」として認識した結果が12個、「on」を「off」として認識した結果が0個、「off」を「off」として認識した結果が10個、「off」を「on」として認識した結果が0個と高い確率で画像認識を行っている事が示された。実際の画像認識画面を見ても、手の「グー」から「パー」の変化に対応してリアルタイムで「on」、「off」として認識されている事が確認出来た。このようにTeachable Machineを用いることでプログラムのコードを書かなくても簡単に画像認識が実現出来た。

4-2 Scratch (ブリッジ)

Scratchはブロックを組み合わせてプログラムを作成する言語であり、多くの小学校等でプログラミング教育に使用されている。テキストベースの言語と比較して初修者向けの言語と言われているが、イベントドリブン型の言語であり、様々な入力を同時に監視し制御を行う必要があるユーザインタフェースには大変適した構造になっている。更にこの言語は拡張機能を有し、ユーザが独自の機能を追加する事も可能である。実際、本研究で使用したScratchも



図3-1 Teachable Machineでの画像認識

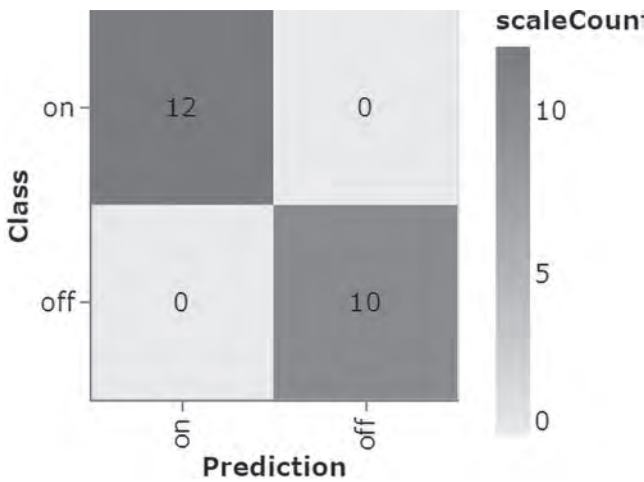


図3-2 混同行列結果

Teachable Machineと接続したり、IFTTTと接続したりする拡張機能を利用している。この詳細を図4に示す。

ここでは、拡張機能を組み込んだ特別版のScratch (stretch3^{vi}) を使用させて頂いた。同図に示したように、本研究では、Teachable Machine用「TM2Scratch^{vii}」、IFTTT用「iftttWebhooks」、音声出力「音声合成」、外部機器制御表示「micro: bit More」を使用させて頂いた。これらの拡張機能を利用する事で、画像認識やIFTTTのサービス等を連携してコントロールする事が実現できた。

ScratchからIFTTTをコールするブロックを図5に示す。ここでは予めIFTTTのWebhooksトリガーで設定した「Event Name」に指定した値 (input_off) を入れている。また同時に一意に割り振られるIFTTTキーを指定している。この指定により、世界中のあるIoTデバイス (スマートプラグ等) を誤認識なく制御する事が可能になっている。

4-3 IFTTT

上記で説明したIFTTTは各種のWEBネットワークサービスを連携させるプラットフォームである。例えば「誰かがSNSに投稿すれば、その投稿内容を抜き出して自動的にメールで決まった相手に送信する」ように別々のWEBサービスを連携させる事が可能である。

この具体的な記述を図6に示す。ここでは画像認識からトリガーが発行されると、それをWebhookとして指定したURLにPOSTリクエストする。このリクエストにより、IFTTT側でトリガーを受け取る。これは同図の「if」部分

ブリッジとしての Scratch



図4 本研究で試作したScratchの拡張機能

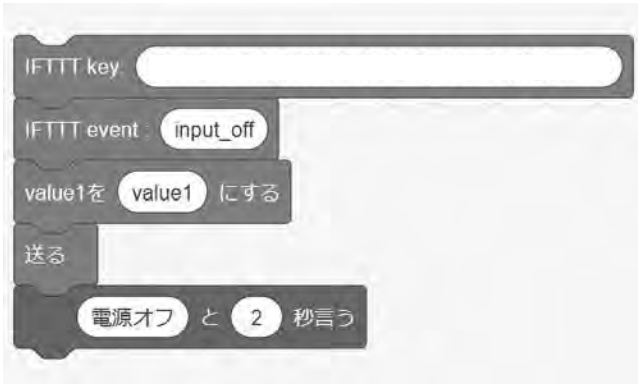


図5 ScratchからのIFTTTコール

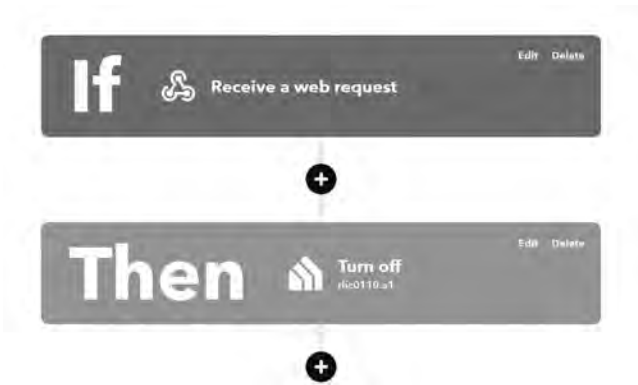


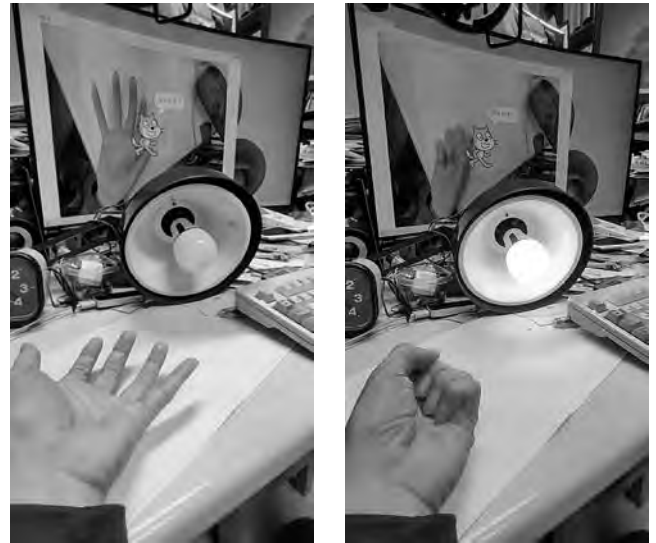
図6 IFTTTの中身

である。この「if」を受け取ると、同図「Then」部分が実行される。この「Then」部分がスマートプラグの「オン・オフ」制御となる。ここではアプレット（IFTTTにおいてトリガーとアクションを記述したルール）の中身が「Turn OFF」となっているので、ネットワークを介して接続されたスマートプラグがオフになる。その結果、このプラグに接続された家電の100Vがオフになり、家電の制御が行える。本研究では、スマートプラグの「オン・オフ」で2個、スマートライトの「オン・オフ」で2個のアプレットを記述した。ここでもプログラムコードを1行も書かず、wi-fiで接続されたスマートプラグの制御が実行できた。

4-4 制御結果

ここでは上記で説明したシステムを用いて画像認識をトリガーとして家電（ライト）のオン・オフの制御を行った。その結果を図7に示す。同図の左側の写真は手が「パー」のパターンを認識し、ライトが消灯している。同図の右側の写真では、手が「グー」のパターンを認識し、ライトが点灯している。当方がテストした結果では、定量的な評価になるが、手のパターンの認識率は高く、スイッチとして使用する場合、実用上問題ない認識レベルであった。

しかし、IFTTTを無料枠で使用しているため、ScratchからIFTTTに制御信号を送信してもスマートプラグが切り替



OFF

ON

図7 画像認識による家電制御

わるまでに5～10秒程度のタイムラグが発生している。このため、このタイムラグを考慮しないと、操作の反応が無いと勘違いして何度も送ってしまい、制御が出来ていないと勘違いする場面もあった。

5. おわりに

本研究では、Teachable MachineとScratchを用いる事で、動作に制限のある障害を持った人に対して有効性を持つと期待できる、AIを用いた画像認識によるインタフェース・システムを提案した。テストにおいては、高い精度で画像認識が行われ、家電の制御もほぼ問題無く実行された。

今後は、障害を持った人に無理な負担なく使用して頂けるか等の実際の運用に関して解決すべき点が多々ある。これに加えて実際の現場において本システムの有効性を検証し、より多くの障害を持った人の支援に役立つものとして改善を行う必要がある。

6. 謝辞

本研究は、令和4年度科学研究費補助金基盤研究（C）「重度重複障害児のコミュニケーション獲得性に向けた支援者支援機械学習システムの試作（課題番号：19K11417）」の一部として行われたことを記して謝意を示す。

参考文献

- i SDGsの取組みと障害者の関係性 公益財団法人 日本ケアフィット共育機構
<https://www.carefit.org/sdgs/disability/>
- ii 加速度計を用いた不随意運動を伴うスイッチ動作の測定、宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、佐野将大、野田知智、近藤創 香川大学教育学部研究報告第II部 67（2）59-

66-66 2017

- iii オプティカルフローを用いた運動機能障がいをサポートするユーザインタフェースの試作、宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、佐野将大、近藤創、野田知智 香川大学教育学部研究報告第Ⅱ部 68(1) 1-8、201
- iv 重度肢体不自由者用小型赤外線リモコン装置の開発と利用、小山智史、小関敦、佐藤勇、河原優美子、弘前大学教育学部紀要 第95号：137-143(2006年3月)
- v IFTTT <https://ifttt.com/explore>
- vi Stretch3 <https://github.com/stretch3/stretch3.github.io>
- vii TeachableMachine 向け Scratch 拡張機能 (TM2Scratch) <https://mirapro.mext.go.jp/assets/tm2scratch.pdf>