

令和 2 年 12 月 7 日現在

機関番号：35309

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K13255

研究課題名（和文）自閉症スペクトラム障害児の感覚異常の対処を支援するシステムの構築

研究課題名（英文）Development of a System to Support Coping with Sensory Abnormalities in Children with Autism Spectrum Disorders

研究代表者

宮崎 仁 (MIYAZAKI, Hisashi)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・講師

研究者番号：20550396

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、自閉症スペクトラム障害児とその家族を対象として「自閉症スペクトラム障害児の感覚異常の対処を支援するシステムの構築」を目的としており、児が嫌がる反応を示すものや児が逃げる反応を示すものを、AIとして知られる技術であるディープラーニングにより学習し、スマートフォンやコンピュータによって撮影した映像の中から自閉症児・者が反応を示すものを検出し、その検出した物をユーザに提示するシステムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

事前学習モデルを用いて、入力画像から自閉症児が苦手とする物体を検出し出力する技術を開示または示唆する先行技術はこれまでに存在しなかった。本成果システムを利用することで、専門家でなくとも自閉症児がパニックを起こした原因の推定が容易となり、また自閉症児がパニックを起こす前にその原因となる可能性のあるものを把握し回避することが可能となる。またスマートフォン等のアプリとしても実装できるため世界的に広く活用されることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to "develop a system to help children with autism spectrum disorders and their families cope with sensory abnormalities".

We developed a system that detects objects that show reactions of children and persons with autism in images captured by a smartphone or computer, and presents the detected objects to the user. We used deep learning, which is a technology known as AI, to learn objects that show reactions that children do not like.

研究分野：情報工学

キーワード：感覚特性 自閉症 ASD 家族支援 物体検出 ディープラーニング AI 人工知能

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder: 以下 ASD) 児は、「視覚」「聴覚」「触覚」「嗅覚」「味覚」といった五感や、運動覚、温痛覚などの感覚に特性をもっている。例えば、音に過敏である ASD 児は緊急車両のサイレンや踏切の遮断器の音などが聞こえるとパニックを起こすことがある。

日常の中でさえ ASD 児は日々ストレスを与えられ続けているが、この感覚特性による辛さは周囲からの理解を得られにくい。家族は ASD 児にとって最も身近な支援者であるが、普段そばにいたる家族であっても理解することは難しい。特に、経験の深くない親たちは、今、目の前で泣き出して困っているわが子が何に対して恐怖心をもっているのか判断できず、どうしてあげたらいいのかわからない、といった苦勞がみられた。このように、家族は ASD 児にとって最も身近な支援者であるが、その家族もまた支援を必要とする存在である。

このような特性をもつ ASD 児や家族に対して様々な支援が行われている。特別支援学級では、集団の中で活動することが困難な ASD 児に対して、児に合わせた少人数制の教育を行っている。また、地域の療育センターや民間の施設では、児の力をひきだしてできることを少しずつ増やすための療育も行われている。しかしながら、これらの支援はすべて人手によって行われており、児と家族が幸せな生活をおくれるかどうかは、様々な事例を経験しているいい支援者と出会えるかどうかにかかっている。また支援者も少しでも多くの事例情報を得ようと、学会や研修会に参加するものの、その場で得られる情報は限られており、全国の支援者や関係者が持つ情報はまだまだ広く共有されていない現状がある。

せめて、わが子の感覚特性に反応する対象が何であるかを知ることができれば、家族の手によって対象を遠ざけたり、耳をふさいであげたりするなど、なんらかの対処を取ることができるのではないだろうか。

2. 研究の目的

ASD 児やその家族が苦慮している ASD 児の感覚特性に着目し、誰しもが持ち歩いているスマートフォンを利用して、ASD 児が反応するものを検出して利用者に知らせるシステム(図1)を開発する。スマートフォンで写真撮影を行う際に、人の顔と判断された部分が矩形で囲まれる機能を目にするが、本システムでは、スマートフォンに搭載されているカメラを用いて、撮影範囲の中で ASD 児の感覚特性に反応すると予測されるものを判定し、その対象物を矩形で囲むことで利用者に知らせる機能をもつ。

本研究の目的は、経験に富んだ専門家でなくても、ASD 児が過剰な反応を起こした原因を推定することを支援するための手段、または ASD 児が過剰な反応を起こす前にその原因となる可能性のあるものを利用者に提示するための手段を提供することである。

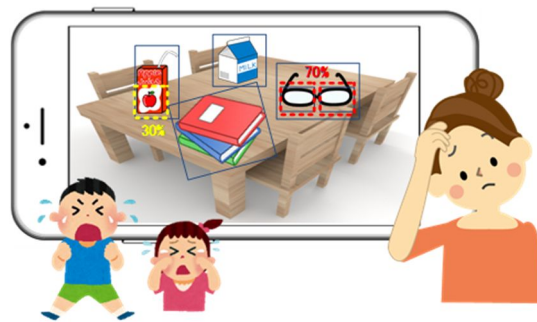


図1 発明の実装イメージ

3. 研究の方法

(1) 情報収集

情報収集は、文献調査および面接調査で行う。面接調査は、ASD と診断された ASD 児の家族を対象に、申請者の周辺地域で依頼、これまでの研究活動(15K12730)の過程で研究協力を申し出ていただいている方々に再依頼する。

(2) システム開発

収集した情報をもとに ASD 児の感覚特性による困難の対処を支援するシステムを開発する。本開発システムは大きく画像認識部と情報提示部の2つの機能に大別される。画像認識部は、近年 AI 技術として知られる機械学習により対象となる物体を学習した学習済モデルを実装する。情報提示部では、スマートフォンのカメラを入力機器とし得られた画像を対象に、実装した学習済モデルを用いて推論(物体検出)し、検出した物体を矩形で囲むことで表示する。開発はウォーターフォールではなくアジャイルで行い、開発と評価を並行して行うとともに、システムの利便性の向上をはかる。

画像の選定と前処理

対象となる物体の画像(写真)は、物体ごとに500枚をスマートフォンで撮影して収集した。このうち、300枚を学習データとして、100枚をバリレーションデータとして、残りの100枚を学習には用いないテストデータとして使用した。一般的に、機械学習による画像認識の学習素材には、検出したい物体を撮影した画像から背景をトリミングするか、あえて背景を残したままにするかであったり、オリジナルの画像を回転させたり輝度を変化させたり拡大縮小したりしていわゆるデータ拡張を行うか否かなど、様々な前処理を行うか否か、またどのように実施するかを検討する。

今回の開発システムでは、画像認識については、撮影したすべての画像において、検出すべき物体をトリミングして背景を削除することだけを行い、データ拡張処理は行わなかった。

学習

画像認識における学習では大量の画像情報が必要となる。ゼロから学習を始めるにはコストが膨大になるため、開発システムでは低コスト化と高精度化を目的としてFaster RCNNやSSD mobilenetをもとに転移学習することで実現している。転移学習は、既に学習が終了した学習済モデルのニューラルネットワークを再利用し、ニューラルネットワークの重みづけをそのまま利用し、全結合層のみ訓練する手法である。機械学習のプラットフォームにはTensorflowおよびObject Detection APIを用いた。学習プログラムでは隠れ層の数、学習回数、バッチサイズなど、いくつかのパラメータを手動で設定する必要がある。これらのパラメータに一つの解はなく、用意した学習データや前処理により、最適な値は変化する。

推論

画像認識における推論では、作成した自閉症児が反応するものを物体検出するための学習済モデルを検出プログラムで読み込み、任意の画像をプログラムに与えると、その画像の中に反応する物体が検出されれば、その物体の名前と座標を示す数値データを取得する。

テスト

学習に使用していない学習済モデルにとって未知となるテストデータを用いて、作成した学習済モデルが正しく物体を検出できるかどうか精度を評価する。認識精度が低い場合は、認識精度が高くなるまで値や設定を変えながら、およびを繰り返す。

4. 研究成果

(1) 情報収集と整理

ASD児の感覚特性にともなう困難について、医学中央雑誌20年分の論文、当事者の手記、自閉症児の家族への面接による聞き取り調査やアンケート調査により情報を収集した。医学中央雑誌web版(2019.5.2最終確認)において2000年から2018年までのおおよそ20年間で「感覚」「自閉症」「家族」の検索結果を概観したところ合計70件であった。2013年に発行された精神疾患の診断と統計マニュアル改訂版となる第5版Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th.ed(DSM-5)に、感覚という言葉が初めて掲載されたことから、自閉症児の感覚特性にも着目されるようになった経緯があり、近年ようやく感覚に着目した論文が増加している。面接調査およびアンケート調査では30件の調査結果を収集し、その中の1事例については15年間の母親の想起による分析をおこなった。

収集した情報の中から画像認識を行うことができると思われるものを選別する。例えば、ピーマンやトマトのようなどこから見ても色が同じ単色のものは脳が酸欠を起こしそうなほど嫌だったという事例ではトマトやピーマン、ケチャップやマヨネーズなどを画像認識の対象とする。除外する例として、ショッピングモールでの雑踏や匂いが苦手であるといった事例がある。困難の原因となるのはショッピングモールの外観ではなく、ショッピングモール内の人が多くガヤガヤした状況や色々なにおいが混じった状況であるため特定の物体として画像で表現することが難しい。

(2) 開発システム

開発システムの概要

文献調査やASD児の家族との面談による調査によって得られたASD児の感覚特性に反応する複数種類の物体について、教師データとして撮影した画像をもとに機械学習した。これにより作成した学習済モデルを用いて、ASD児が泣いたり暴れたりした場面を撮影した画像を入力することで、ASD児が嫌がる物体を検出し出力するシステム(図4)を開発した。開発したプロトタイプモデルでは、得られた情報の中から16種類の物体(踏切、トイレ、火災報知器、バツ印など)を画像認識の学習対象とした。

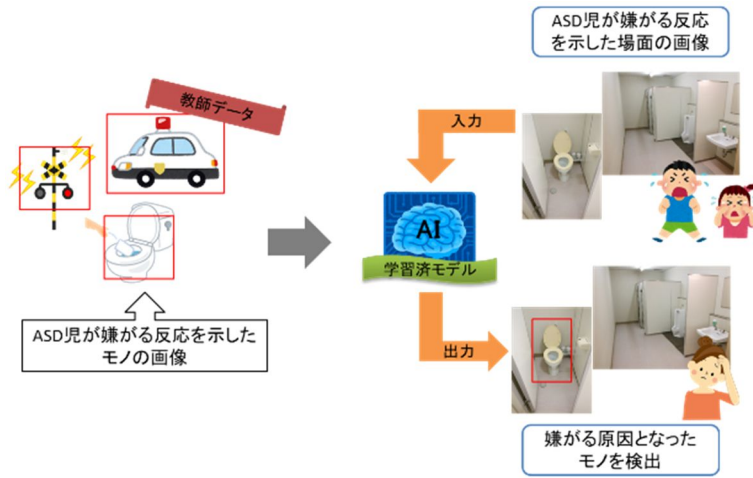


図4 開発した学習済モデル

システム構成

システム全体のソフトウェア構成を図5に示し、このソフトウェアを実装し動作させるためのハードウェア構成を図6に示す。システムは学習部、推論（検出）部およびデータ整形・表示部で構成される。それぞれの処理を学習プログラム、検出プログラムおよびデータ成形プログラムで実現した。

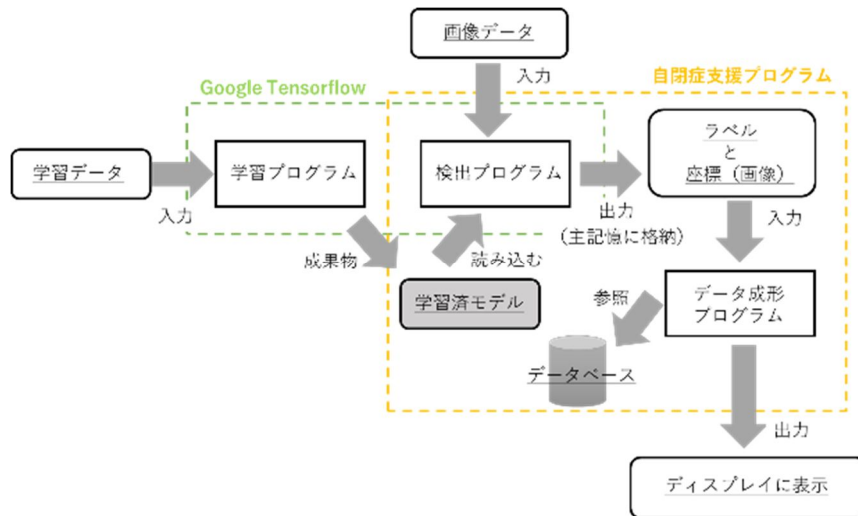


図5 システム全体の構成

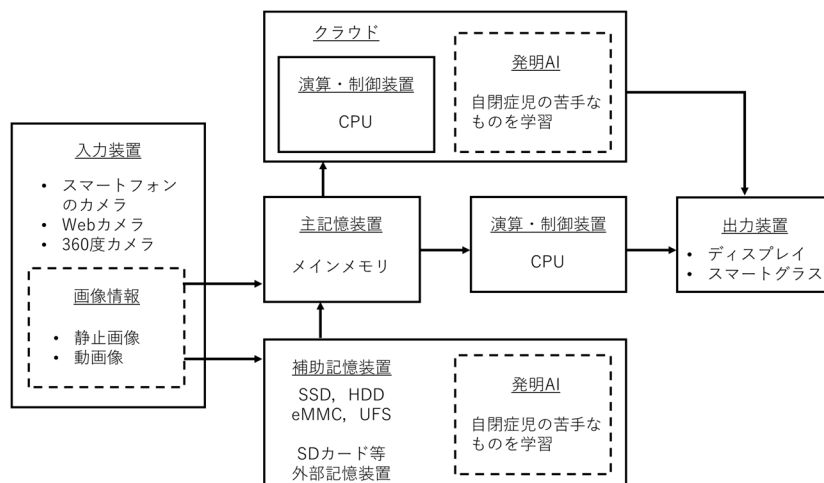


図6 実装時のハードウェア構成

システムの処理

実装したシステムを用いて、自閉症児が反応する物体を検出し表示するまでの処理の流れを図7のフローチャート図で示す。コンピュータ内に保存された静止画像や動画画像から検出する際には、入力装置によってあらかじめ撮影された画像情報は補助記憶装置に保存されており、この画像情報を主記憶装置へ転送し、補助記憶装置に保存された発明AIを利用して演算・制御装置であるCPUによって処理されることで、ASD児が苦手なものが検出され、出力装置であるディスプレイに表示される。

カメラから取得した動画画像からリアルタイムに検出する際には、入力装置であるカメラから取得した画像情報は主記憶装置に格納され、補助記憶装置に保存された発明AIを利用して演算・制御装置であるCPUによって処理されることで、ASD児が苦手なものが検出され、出力装置であるディスプレイに表示される。

本システムはスマートフォンだけでなくパーソナルコンピュータや Raspberry Pi のような小型なウェアラブルコンピュータで動作させることもできる。また、クラウド上に設置したサーバコンピュータで処理させた結果を手元にあるコンピュータの出力装置であるディスプレイに表示させることも可能である。

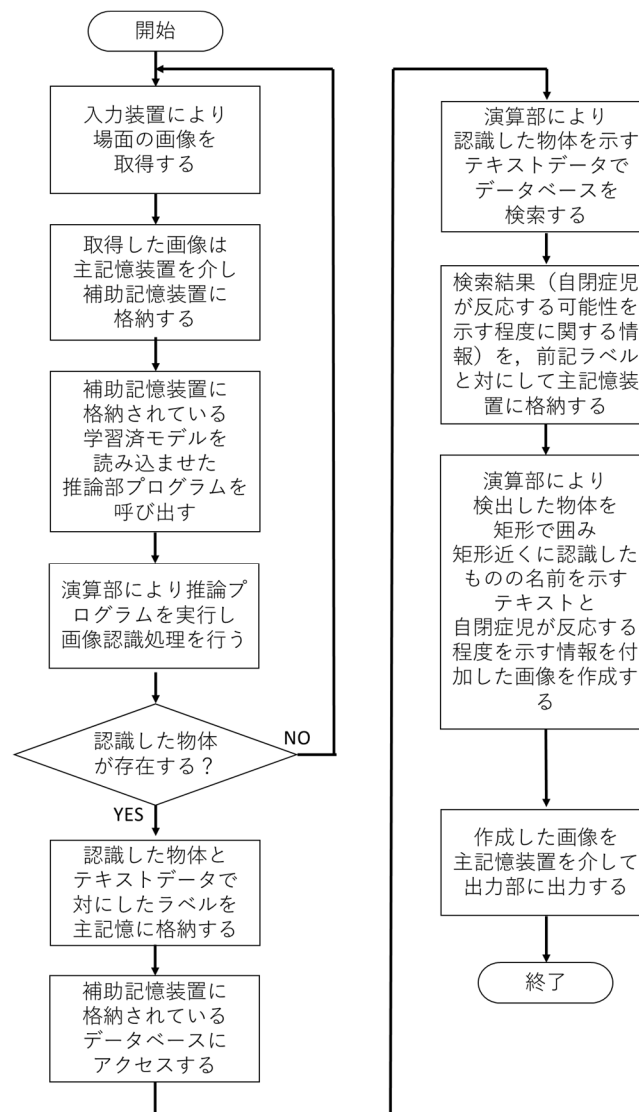


図7 システムの処理

(3) まとめと課題

スマートフォンのカメラを向けるだけで、ASD児の感覚特性に反応しパニックを起こしうる原因となる物体を提示するシステムを開発した。本研究の成果により、経験に富んだ専門家だけでなく、ASD児が過剰な反応を起こした（起こす）原因を推定することが可能となった。

本研究における情報収集の中で、原因だけでなく対処方法も合わせて得ることができた。原因を提示するだけでなく対処方法も合わせて提示するシステムとすることで、よりASD児とその家族の助けになると思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 宮崎仁
2. 発表標題 未来メガネを利用した自閉症児・者の感覚特性による困難への対処支援の提案と検討
3. 学会等名 日本自閉症スペクトラム学会第17回研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森戸雅子, 武井祐子, 三上史哲, 難波知子, 岩藤百香, 宮崎仁
2. 発表標題 地域で暮らすASD児と家族と支援者をつなぐ情報共有 目に見えにくい感覚特性を情報共有するための工夫とは
3. 学会等名 日本自閉症スペクトラム学会第17回研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮崎仁
2. 発表標題 ICTを利用した自閉症児とその家族の支援
3. 学会等名 KMSメディカル・アーク2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎仁
2. 発表標題 自閉症児とその家族を支援するシステムの開発
3. 学会等名 KMSメディカル・アーク2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hisashi Miyazaki, Fumiaki Mikami, Momoka Iwado, Sanae Odagiri, Masako Morito, Tomoko Nanba, Yuko Takei, Hideyuki Oiwa, Masaki Fujita
2. 発表標題 A support for people with ASD using smart glasses
3. 学会等名 IASSIDD World Congress 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森戸雅子, 小田桐早苗, 武井祐子, 三上史哲, 岩藤百香, 難波知子, 宮崎仁
2. 発表標題 自閉症スペクトラム障害児の地域生活における感覚特性の変化
3. 学会等名 第61回岡山県小児保健協会研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮崎仁, 難波知子, 岩藤百香, 三上史哲, 小田桐早苗, 武井祐子, 森戸雅子
2. 発表標題 ASD児の感覚特性による困難の対処を支援するシステムの開発
3. 学会等名 日本自閉症スペクトラム学会 第16回研究大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森戸雅子, 武井祐子, 小田桐早苗, 難波知子, 宮崎仁, 三上史哲, 岩藤百香
2. 発表標題 感覚特性に伴う困難を有するASD児の引越に対する母親の対処
3. 学会等名 日本自閉症スペクトラム学会 第16回研究大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 難波知子, 宮崎仁, 武井祐子, 森戸雅子, 小田桐早苗, 岩藤百香, 三上史哲
2. 発表標題 ASDの感覚特性が学校生活場面に及ぼす困難と支援課題
3. 学会等名 日本自閉症スペクトラム学会 第16回研究大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 武井祐子, 森戸雅子, 小田桐早苗, 難波知子, 宮崎仁, 岩藤百香, 三上史哲
2. 発表標題 感覚特性に伴う困難を有するASD児の母親の戸惑いに対応
3. 学会等名 日本自閉症スペクトラム学会 第16回研究大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 自閉症者支援プログラム及び自閉症者支援システム	発明者 宮崎 仁	権利者 学校法人 川崎 学園
産業財産権の種類、番号 特許、2020-143574	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	森戸 雅子 (Morito Masako)		
研究協力者	三上 史哲 (Mikami Fumiaki)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	岩藤 百香 (Iwado Momoka)		
研究協力者	小田桐 早苗 (Odagiri Sanae)		
研究協力者	難波 知子 (Namba Tomoko)		
研究協力者	武井 祐子 (Takei Yuko)		