# 会話型ロボットによる脳卒中予兆検知の研究

代表研究者 小 林 透 長崎大学 大学院工学研究科 教授 共同研究者 荒 井 研 一 長崎大学 大学院工学研究科 助教 共同研究者 今 井 哲 郎 長崎大学 大学院工学研究科 助教

### 1 研究の目的

今後の超高齢化社会[1]を見据えると、高齢に伴う 障害を検知することにより、高齢者と若年者双方が 安心して利用できるネットワークサービスが望まれ る。応募者は、これまでスマートフォンが使えない 高齢者でも LINE によるコミュニケーションが可能 な会話型 LINE 仲介ロボット (図 1) を開発した [2,3,4,5,6]。そこで、本研究では、本ロボットに、 脳卒中の予兆検知機能を追加することで、一人暮ら しの高齢者が自分では気が付かない危険な兆候を周 囲に通知可能とするネットワークサービスの実現を 目的とする。具体的には、シンシナティ病院前脳卒 中スケールに基づき、クラウド (Cloud Computing) と高齢者宅に設置したロボット (Fog Computing) と の連携を AI により支援することでプライバシを保 護した上で高いレスポンスを可能とするユーザセン トリックな分散 AI 処理を実現(図2)する。脳卒中 の予兆検知手法であるシンシナティ病院前脳卒中ス ケール (CPSS: Cincinnati Prehospital Stroke Scale) は、顔のゆがみがあるかどうか、閉眼させ上 肢を拳上させた場合、左右で上肢の挙げ方に違いが あるかどうか、話す言葉に滞りがあるかどうかをチ ェックし、3つの徴候のうち、ひとつでもあれば、 脳卒中の可能性が 72%であるというものである (図 3)

### 2 方法と結果

当初、NEC 製ロボット (PaPeRo) [7]に内蔵されたカメラとマイクから顔や上肢挙動の画像情報、音声情報を収集する予定であったが、PaPeRoには、腕が無いため上肢挙動の画像情報を取得する際には、音声案内で実施する計画であった。しかし、予備実験の結果、音声案内だけでは、高齢者に上肢挙動の具体的指示が伝わらないことが分かった。そこで、当初計画していなかった腕を持つ人型ロボットであるシャープ製 RoBoHoN[8]を適用できるように一部計画を変更した(図 4)。

シャープ製 RoBoHoN に内蔵されたカメラとマイクから顔や上肢挙動の画像情報、音声情報を収集する「生体情報収集機能」を Android アプリとして実装



図1 開発した LINE 仲介ロボット利用シーン



図2 脳卒中の予兆検知機能の実装

#### 1 顔面の弛緩

- □ 正常 顔面の両側が左右対称に動く
- 日 異常 顔面の動きが左右非対称

#### 2 腕の動揺

- □ 正常 両側が同様に動き、水平を保持できる
- □ 異常 一方の腕があがらないか、保持できない

#### 3 言語の異常

- □ 正常 不明瞭な発語はなく、正確に言葉を話す
- □ 異常 不明瞭な発語、単語を間違える、あるいは全くしゃべれない

図3 シンシナティ病院前脳卒中スケール



PaPeRo

RoBoHoN

図4 RoBoHoN の適用

する。生体情報から個人情報を分離した上で、Cloud 側にセキュアに転送する「プライバシ FW」を検討する。「プライバシ FW」では、生体情報から個人を特定できる情報を切り離し、匿名化 ID を付与した上で、暗号通信路により Cloud 側に送信する。Cloud 側の機能として、生体情報から特徴量を抽出し、正常時の顔情報、上肢挙動情報、音声情報をモデル化(特徴量モデル)する「学習モデル作成機能」を検討する。正常時の特徴量を学習モデルとして、Fog 側の「判定処理機能」へ転送する。その後、特徴量モデルと収集された生体情報から異常時検出を可能とする「判定処理機能」を Fog 側機能として検討する。異常検出時には、LINE により近親者に通報する「異常情報通知機能」を実装する。

#### 2-1 生体情報収集機能

#### (1) 方法

シンシナティ病院前脳卒中スケールの判定に必要な情報として上肢の動揺に関する生体情報、言語の異常に関する生体情報、顔の弛緩に関する生体情報がある。上肢の動揺についての生体情報では、閉眼させ上肢を 10 秒間拳上しているところを動画で撮影する。脳卒中予兆検知アプリケーションが起動している状態で、高齢者が RoBoHoN に対して「腕」という言葉を話すと上肢の動揺に関する生体情報を入手するシステムが作動する。上肢の動揺の生体情報の入手するため、RoBoHoN のデモンストレーションを交えて高齢者に対して同様の動きをさせる。デモンストレーションとして、高齢者に対して音声と RoBoHoN のモーションを用いて指示を行う。RoBoHoN による指示で動作をしている高齢者を動画で 10 秒間撮影する。撮影した動画はサーバに送信されサーバでデータベースに保存される。サーバに送信する際に RoBoHoN のハードウェアに仕様上の問題があった。それは、1 度に送信できる動画の長さが最大 7 秒であるという問題である。この問題を解決するためにサーバに動画を 1 度に送信するのではなく複数回に分けて送信するという手法を用いた。図 1 に上肢の動揺に関する生体情報入手の流れを示す。



図 5 上肢の動揺についての生体情報入手の流れ

言語の異常についての生体情報では、高齢者が言葉を話しているところを動画で撮影する。脳卒中予兆検知アプリケーションが起動している状態で、高齢者が RoBoHoN に対して「音声」という言葉を話すと言語の異常に関する生体情報を入手するシステムが作動する。高齢者に動画の撮影中に話してもらう言葉として「瑠璃も玻璃も照らせば光る」という言葉を話すように RoBoHoN が指示をする。「瑠璃も玻璃も照らせば光る」という言葉を話すように RoBoHoN が指示をする。「瑠璃も玻璃も照らせば光る」という言葉はシンシナティ病院前脳卒中スケールで用いられている言葉の例である。上肢の動揺でサーバに動画を送信する手順を言語の異常についても採用し動画を複数回に切り分けてサーバに送信する。その後サーバでデータベースに保存する。図 6 に言語の異常に関する生体情報入手の流れを示す。



図6 言語の異常についての生体情報入手の流れ

顔の弛緩についての生体情報では、高齢者が笑顔の状態であるときに写真を撮影する。脳卒中予兆検知アプリケーションが起動している状態で、高齢者が RoBoHoN に対して「写真」という言葉を話すと顔の弛緩の生体情報を入手するシステムが起動する。RoBoHoN が高齢者に対して笑顔になってもらうように指示し、笑顔の顔を写真で撮影する。写真を撮影する際に顔検知を行うため、撮影した写真は顔が写真の画角から外れるということが少なくなる。撮影した写真はサーバに送信されサーバでデータベースに保存する。図7に顔の弛緩に関する生体情報入手の流れを示す。



図7 顔の弛緩についての生体情報入手の流れ

#### (2) 結果

評価実験として、まず学内の学生、職員を対象として行った。上肢の動揺についての生体情報については、手首の部分まで動画の画角に入っていないという問題や、肘のあたりまでしか撮影できていないという問題が生じ、シンシナティ病院前脳卒中スケールで必要な生体情報の入手ができていないものが含まれていた。このことから RoBoHoN との距離を指定する必要があることが分かった。言語の異常についての生体情報については、実験で撮影したものすべてにおいてシンシナティ病院前脳卒中スケールで必要な情報が含まれていた。このことから言語の異常に関する生体情報の入手は成功していると言える。顔の弛緩についての生体情報については、実験で撮影した画像すべてがシンシナティ病院前脳卒中スケールで必要な情報を含んでいた。すべての写真で被験者が笑顔の写真を撮れており RoBoHoN による指示も的確だったことが言える。図8に上肢の動揺、言語の異常、顔の弛緩について生体情報が入手出来ているかの割合を示す。



図8 生体情報の入手出来ている割合

上肢の動揺についての生体情報を入手する際の RoBoHoN のインターフェースについては、上肢の拳上の説明が曖昧であるという指摘があった。これは、上肢をまっすぐ前にあげるのか、横に広げてあげるのかがはっきりしていなかったことが原因である。そこで説明を追加し曖昧性を減らす必要がある。また、上肢の拳上方法を RoBoHoN が再現した方がよいという指摘があった。これは、現在 RoBoHoN の仕様上、腕を 10 秒間あげた状態でキープすることができていないことが原因である。腕を挙げるとすぐに下がってしまう問題があるため動作を真似することが難しい部分があった。そのため RoBoHoN の腕を挙げたままキープする方法を検討する必要がある。

言語の異常についての生体情報を入手する際の RoBoHoN のインターフェースについては、RoBoHoN の話す速度が速いのではないかという指摘があった。話す速度が速いため、RoBoHoN が話した言葉がわから

ず何も答えることができない可能性がある。また、撮影を開始するタイミングがわからないという問題もあった。適切に話しているにもかかわらず動画では最初の言葉が撮影できていないというケースが見られた。そのため、言語の異常についての生体情報システムが起動した後に RoBoHoN による指示をすぐに始めるのではなく「今から話す言葉を覚えて」という指示の後に「瑠璃も玻璃も照らせば光る」という言葉を2回繰り返す仕様に変更した。また、覚えてもらう言葉を話す際に話す速度を遅く変更した。

顔の弛緩についての生体情報を入手する際の RoBoHoN のインターフェースについては、カメラの場所が わからずどこを向いてよいかわからないという指摘があった。そこで、RoBoHoN のおでこの部分にカメラ があるためその位置を見るようにする指示を追加した。

また、すべての生体情報の入手の際に RoBoHoN との距離の指示が欲しいという意見があった。現在は距離の指定をしていないため手首が撮影されていない等の問題があるため距離を指示することでこの問題は改善されると考える。具体的には RoBoHoN との距離を知らせるプログラムを実行することで解決できるのではないかと考えている。

#### 2-2 プライバシ FW

# (1) 方法

2-1 で示した「生体情報収集機能」を実装した RoBoHoN 版のシステム構成図を図9に示す。メインシステム側に NEC のクラウドサービスである NeoFace Cloud[9]を実装することで、個人を識別できる機能を追加した。また、学習モデル作成における個人情報の秘匿性を向上させるために、サブシステム側で、生体情報から個人を特定できる情報を切り離し、匿名化 ID を付与した上で、暗号通信路により Cloud 側に送信する「プライバシFW」を実装した。暗号通信路は、HTTPS により実現している。

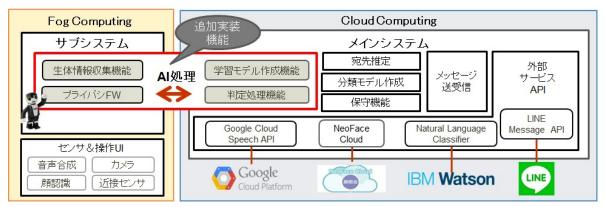


図9 RoBoHoN版のシステム構成図

#### (2) 結果

図9に示したシステムを活用することにより、具体的に図5~7に示した被験者の生体情報に該当する動画、音声、静止画をセキュアにクラウド側のメインシステムに転送できることを機能面において確認することができた。

#### 2-3 学習モデル作成機能

# (1) 方法

本研究では、シンシナティ病院前脳卒中スケール(CPSS)の「上肢の動揺」の徴候を判断する上でOpenpose[10]というライブラリを用いた。Openpose とは、コンピュータビジョンに関する国際学会 CVPR2017で CMU(カーネギーメロン大学)が発表した、keypoint (特徴点)の検出と keypoint 同士の関係の推定を行う技術である。OpenPose を使用すると、関節の位置など、人の体における特徴点がどの座標にあるのか知ることができる。本研究では、上肢の動揺の徴候を判断する手順として、大きく2つの手順に分けて考えた。ここでの入力画像とは、体全体が撮影され、両腕を肩の高さに上げた状態の画像としている。まず、1つ目の手順として入力画像をOpenpose ライブラリにかけることで肩や肘、手首などの座標を取得する。2つの手順として、取得した特徴点を用いて計算を行うことで両腕を肩の高さに上げたとき左右の誤差がどの程度あるの

か判断を行う。今回の方式では、以下の 3 つの判断項目を用いることにした。1 つ目は、左右の手首の高さを比較する。2 つ目は、肘が伸びているのかチェックする。3 つ目は、腕が肩の高さ辺りまで上がっているのかチェックする。計算方法について、チェック項目の1 つ目から順番に説明する。チェック項目1 つ目の左右の手首の高さを比較するに関しては、0penPose を用いて取得した手首の y 座標の値を比較することで、計算を行っている。チェック項目 2 つ目の肘が伸びに関する判断では、首の座標を基準として計算することにした。まず、首の座標と肘の座標を使用し、首と肘に関するなす角の計算を行う。次に、首の座標と手首の座標を使用し、首と手首に関するなす角の計算を行う。最後に計算した2 つのなす角を比較することで肘が伸びているのか判断を行う。2 つのなす角を比較したときに、なす角の差が小さいほど肘が伸びているという判断を行う。

#### (2)結果

本研究では、上肢の動揺を見極める上で Openpose に関する精度評価を行った。精度評価の方法として、各指標(角度)に沿って画像を撮影し、Openpose に通すことで腕の傾きを計算する。そして、Openpose を通して計算された値と実際に測定した値(画像撮影時の指標の角度)がどの程度誤差があるのか調べる。以下に示されているものが精度評価の結果である(表 1)。

比較対象	0°	10°	20°
OpenPoseでの結果(cos の値)	0.9995	0.9860	0.9341
実際の測定値(cosの値)	1	0.9848	0.9397

表 1 Openpose の精度評価の結果

以上の結果より、Openpose に通した値と実際の測定値の誤差を見ると、ほとんど差がないことが分かる。 実際にシンシナティ病院前脳卒中スケール(CPSS)は、それほど専門知識を持ち合わせていない救急隊員や家 族が脳卒中の可能性がありそうかどうかを判断するための指標であるため、上記の結果の範囲であれば問題 ないと考えられる。

次に、Openpose ライブラリを用いて肩や肘などの座標を取得し、両腕の左右の差を比較することができた。しかし、各個人によって両腕の高さの差が異なるため、判断基準値が不明確である。そこで、今後は実際に人からデータを収集し判断基準値を決めていくことが必要となる。また、脳卒中の予兆検知において突然性といった観点がポイントとなる。そこで、実際に脳卒中の予兆検知を行う際は時系列データを取得し、変化を見極めて判断をする必要があると考えられる。

### 2-4 判定処理機能

#### (1)方法

今回は、上肢の動揺についての判定と言語の異常についての判定を行った。上肢の動揺については OpenPose[10]を使用する。これまで関節点情報を入手するためには人体にセンサーを付けて撮影したり深度 センサーを用いなければならなかったりと特殊なセンサーを必要としていたが OpenPose は特殊センサーを 用いずにカメラ1つで関節点を入手できるという利点がある。そのため OpenPose を用いることでカメラに よる撮影した画像から肘や手首といった位置を入手する。判定を行う流れを以下に説明する。まず、RoBoHoN で撮影した動画をサーバで受信しデータベースに保存する際に、撮影した動画の中から1枚の画像を作成する。今回は7秒から8秒の間の1秒間の動画の中から1枚画像を切り出している。切り出した画像をサーバ内に保存し、保存した画像を OpenPose にかける。 OpenPose にかけることで肘や手首の位置の画像を入手できる。その後、OpenPose で入手した手首の座標を取り出し、両手首の座標を比較し、手首の座標の差が閾値を超えると脳卒中の疑いがあり、閾値を超えなければ脳卒中の疑いがないという判定を行う。 座標は2次元座標で得られる。また、入手した両手首の座標の差をデータベースに保存し、記録する。以下

の図 10、11 に動画の中から切り出した画像と OpenPose を使用することで得られる画像を示す。



図10 動画から切り出した画像

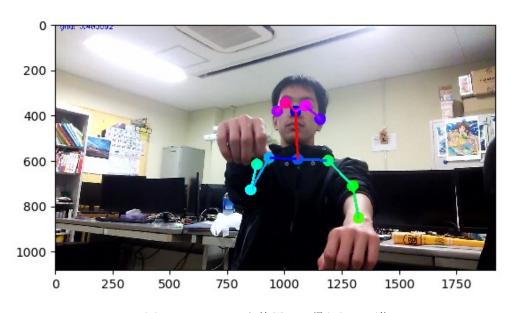


図 11 OpenPose を使用して得られる画像

手首の座標の比較について説明する。図 11 は OpenPose によって手首の位置等を入手した画像である。この画像を見ると右の手首と左の手首を認識し点で表されていることがわかる。この点で表された両手首の座標を入手し比較を行う。比較に使用するものは縦軸の値のほうで図 11 を見ると両手首の縦軸の値が大きく違うことがわかる。比較方法としては右手首の縦軸の値と左手首の縦軸の値の差の絶対値をとっている。この差が閾値を超えると脳卒中の疑いがあると判定し、差が閾値内であると脳卒中の疑いがないと判定する。言語の異常の判定として、RoBoHoNで撮影した音声を Google Cloud Speech-to-Text API を使用し[11]、正しく音声認識ができるかどうかの検証を行いその結果を用いて脳卒中の疑いがあるか否かの判定を行う。Google Cloud Speech-to-Text は Google Cloud Platform が提供しているサービスの 1 つで音声データをテキスト化する機能を持つ。この機能を用いて撮影した動画から得られた音声データをテキスト化する。判定の流れを説明する。まず、RoBoHoN で撮影した動画をサーバで受信しデータベースに保存する際に、撮影した動画に含まれる音声を音声データとして入手し音声ファイルに格納する。入手した音声データはサーバ

に保存される。保存された音声データを Google Cloud Speech-to-Text API を用いてテキスト化する。テキスト化された文字列はデータベースに保存される。テキスト化されたものが「瑠璃も玻璃も照らせば光る」と完全一致するか否かで判定を行う。完全一致すれば脳卒中の疑いがなく、完全一致しなければ脳卒中の疑いがあるという判定を行う。

#### (2) 結果

上肢の動揺についての判定について、今回は閾値を 200 と設定した。この閾値は、学生を対象に実際に複数日にデータを取得して、健常者の場合の正常な誤差から明らかに乖離している値として設定した。動作確認として腕を同じ高さまで上げた状態と図 10 のように故意に腕を異なる高さで上げた状態の 2 パターンで動作確認を行った。腕を同じ高さにあげた場合の両手首の座標差は 100 以内の値であったのに対し、腕の高さを異なる高さとした場合の両手首の座標差は 200 の値を大きく超える値であった。閾値の値は今後医師と相談しより実際的な値に設定したうえで判定を行う必要がある。また、手首の座標の違いは被験者とRoBoHoN との距離も関係している。そのため、RoBoHoN との距離も指定しなければならない。動作確認の際に両手首の座標の差を入手できたものがあった一方で、手首の座標差をとれない場合が存在した。この理由として OpenPose では図 11 のように手首の値以外にも肩や首といった位置も入手しているためそれらの位置が入手できない場合は OpenPose がエラーとなり両手首の座標差を入手することができなくなる。そのため、エラーが起きた場合はデータベースに座標差を保存することができないため、エラーが出た場合は「error」と格納した。動作実験では正しく判定できる場合とエラーが起き脳卒中の判定ができない場合があることが分かった。エラーを回避して確実に手首の位置を検知する手法の確立が今後の課題である。

言語の異常についての判定では、音声の切り出しと Google Cloud Speech-to-Text API の使用することによって得られたテキストが「瑠璃も玻璃も照らせば光る」という言葉と比較することで判定を行った。実験として学生と職員を対象として実験を行った結果を以下の表 2 に示す。

		実際に音声を聞いてみての判定		
		正	誤	
Google Cloud Speech-to- Text API	正	8	0	
	誤	2	2	

表 2 言語の異常についての判定結果

縦軸が Google Cloud Speech-to-Text API を使用して判定を行った場合の言葉の認識の正誤判定であり横軸が実際に音声を自ら聞き取り判定を行った生後判定の表である。判定結果として縦軸、横軸ともに正の場合が8件、縦軸、横軸ともに誤の場合が2件、縦軸が誤で横軸が正の場合が2件存在した。これより、実際に耳で聞いて判定した結果と Google Cloud Speech-to-Text API を使用して行った判定で異なる場合があることが判明した。理由として、Google Cloud Speech-to-Text API の誤認識と撮影した環境が影響していることが分かった。撮影した環境中にほかの言葉を話している人がいる場合はその言葉も拾っているため誤認識してしまう。そのため RoBoHoN で動画を撮影する環境を指定する必要がある。また言葉を繰り返して話してしまった場合、今回の実験では脳卒中の疑いがあると判定される。理由として、話した言葉が「瑠璃も玻璃も照らせば光る」と完全一致するか否かで判定しているためである。そのため今後完全一致ではなく部分一致にすることで繰り返し話してしまった場合でも対応することができる。また、今回の判定についての結果は医師と相談をしていないため今後医師と相談しより正確な判定結果を追求する必要がある。

## 2-5 異常情報通知機能

# (1) 方法

サーバのデータベースに保存してあるデータを使用しメッセージアプリ「LINE」を用いて家族に対してメッセージと動画、画像を送信する[12]。送信する流れを記載する。データベースに保存してあるデータを参照し上肢の動揺、言語の異常の判定結果を決定する。顔の弛緩については、今回は判定していないため対象外とした。判定結果は、Messaging API を用いて脳卒中の疑いがあるか否かのテキストメッセージと撮影した動画、画像を合わせたものが送信される。

# (2) 結果

音声については撮影した動画とテキスト化したメッセージ、判定結果を送信している。上肢の動揺については撮影した動画、画像と判定結果をテキストで送信している。撮影した動画、画像を送信する理由として判定結果のみではなく動画を見ることで家族しか気づくことができないものがある可能性や、判定結果の補完ができるためである。図12にLINEに届くメッセージイメージを示す。図12に示したように、判定結果及びこの根拠となる動画像の情報がLINEを介して正しく送信されることが確認できた。





図 12 上肢の動揺、及び言語異常に関する異常情報通知例

# 【参考文献】

- [1] 内閣府: 平成 29 年版高齢社会白書,内閣府(オンライン),入手先 < http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/zenbun/29pdf\_index.html > .
- [2] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi, Taishi Miyazaki, and Kenichi Arai: SNS Agency Robot for Elderly People using External Cloud-based Services, the IEEE Computers, the IEEE Computer Society Signature Conference on Computers, Software and Applications, pp.908-913 (2017).
- [3] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi, Taishi Miyazaki, and Kenichi Arai: Social Media Intermediation Robot for Elderly People using External Cloud-based Services, 2017 5th IEEE International Conference on Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering, pp.31-38(2017.4) (San Francisco, USA)
- [4] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi, Kenichi Arai, Tomoya Sakai, Makoto Fujimura: Social Media Mediation System for Elderly People -Message Exchange Learning Type Switching Method-, Proc. 2016 19th International Conference on Network-Based Information Systems (NBiS 2016), pp.286-291(2016.9)

- [5] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi, Kenichi Arai, Tomoya Sakai, Makoto Fujimura: Social Media Mediation System for Closing Inter-generational Communication Gap, Proc. 2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Application Conference (COMPSAC 2016), pp.288-293 (2016.6)
- [6] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi: Social Media Mediation System for Elderly People, Proc. IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), pp.212-213 (2016.1)
- [7] NEC プ ラ ッ ト フ ォ ー ム ズ : PaPeRo i , 入 手 先 へ https://www.necplatforms.co.jp/solution/papero\_i/index.html>.
- [8] SHARP: RoBoHoN, 入手先 < https://robohon.com/>
- [9] NEC ソリューションイノベータ: NeoFace KAOATO, 入 手 先 〈https://www.nec-solutioninnovators.co.jp/sl/kaoato/〉
- [10] Sen Qiao, Yilin Wang, Jian Li, "Real-time human gesture grading based on OpenPose," 2017 10th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI), Oct. 2017.
- [11] Google Cloud: CLOUD SPEECH API, 入手先 < https://cloud.google.com/speech/?hl=ja>

# 〈発表資料〉

題名	掲載誌・学会名等	発表年月
Stroke Signs Detection System by SNS Agency Robot	IEEE International Conference on Consumer Electronics 2020	2019. 10. 15 投稿予定
SNS 仲介ロボットによる脳卒中予兆検知システム	ライフインテリジェンスとオフィ ス情報システム研究会 (LOIS)	2019. 7. 18 発表予定
Communication Robot for Elderly based on Robotic Process Automation	IEEE Annual International Computer, Software and Applications Conference 2019	2019. 7. 15 発表予定
RPA Constitution Model for Consumer Service System based on IoT	2019 IEEE 23rd International Symposium on Consumer Technologies (ISCT) conference	2019. 6. 20 発表予定
指先ひとつで社会とつながる高齢者向け ソーシャルメディア仲介ロボットの研究開 発	九州 ICT イノベーションセミナ ー2018	平成 30 年 11 月 2 日
指先ひとつで社会とつながる高齢者向け ソーシャルメディア仲介ロボットの研究開 発	ICT イノベーションフォーラム	平成 30 年 10 月 10 日
Social Media Agency Robot for Elderly People	Journal of Information Processing Vol.26 pp736-746	平成 30 年 10 月
Dementia Diagnosis System Using Social Media Agency Robot	The 11th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking	平成 30 年 10 月 5 日
ソーシャルメディア仲介ロボットによる 認知症早期発見システムの研究	マルチメディア,分散,協調と モバイル (DICOMO2018) シンポジ ウム、pp1332-1340	平成 30 年 7 月 6 日
IoTと AIの融合による RPA の構成方法	NEC コラボマーケットプレイス パートナー交流会	平成 30 年 6 月 19 日
IoTと AIの融合による RPA の構成方法	IT 融合化講演会 2018 in Nagasaki	平成 30 年 6 月 15 日