

# SOTARO: オープンチャットとロボットの関係による演習授業支援システム—Human-in-the-loop 型機械学習によるアプローチ—

渥美雅保† 村田祐樹† 安川葵†

創価大学理工学部情報システム工学科†

## 1. はじめに

教育の分野においてチャットボットやコミュニケーションロボットの利用が注目されるようになってきている[1][2]。我々は、オープンチャットとロボットの関係による演習授業支援システム SOTARO(SOciable Teaching Assistance ROBot)を開発している。本システムは、受講学生と TA、及びチャットボットによる三者のオープンチャットとそれと関係して教室を巡回して学生とインタラクションをする複数台の移動ロボットから構成され、ネットワークを介した人間参加(Human-in-the-loop)型の機械学習を通じて機能の獲得ができるような仕組みを備えている。本論では、本システムの狙いと機能・構成、及び大学のソフトウェア演習の授業での授業支援のシナリオと実験的運用について述べる。

## 2. システムの狙いと機能・構成

本研究プロジェクトの狙いは、チャットボットやコミュニケーションロボット等の知能情報・ロボット技術の教育、特に大学の授業支援における活用方法を探ること、及びプロジェクトスタディ形式での開発によりそれら技術を活用の現場を通じてアクティブラーニング形式で学習することにある。そのために、SOTARO と名付けた受講学生と TA、及びチャットボットによる三者のオープンチャットとそれと関係する複数台のリモートブレイン型移動ロボットとからなるプラットフォームを開発し、その上に学生と一緒に授業及び TA 支援システムを構築して試験的に運用を始めている。

本システムの主な機能は次の3つである。

(1) オープンチャットへのボットの選択的介入による自動応答：受講学生と TA のチャットに選択的にボットが参加して応答を自動的に返す。どの発言に自動応答するかはルールと機械学習により定められ、応答は LSTM(Long Short-Term Memory)エンコーダ・デコーダ[3]に基づいて生成される。チャットはテキストで行うが、音声認識・合成の利用も可能である。

(2) ロボットの視覚認識・会話・移動の学習・制御への人間の参加：移動ロボットは RGB-D 映像と音声、及び制御コマンドをサーバのリモートブレインとの間で通信することにより、遠隔で制御され機械学習を遂行する。機械学習、特に視覚認識の学習においては、学習過程に人間が参加してイン

タラクティブな教師付き機械学習がなされる。

(3) オープンチャットと移動ロボットの対面コミュニケーションとの関係：チャットの内容を移動ロボットで選択的に音声合成して発信、また、ロボットと受講学生との音声による対面コミュニケーションを選択的にチャットや別のロボットで発信することにより、実空間とサイバー空間でのコミュニケーションを連係する。

図 1 に本システムの構成を示す。本システムは、2 台のロボットとそれぞれのリモートブレインサーバ、チャットサーバとボット、及びウェブブラウザ上のチャットクライアントから構成される。ロボットは、TurtleBot をベースに構築され、RGB-D センサとしては Kinect が搭載されている。リモートブレインサーバは、RGB-D 映像と音声情報をロボットから受信して、それらの認識を行い、制御コマンドと発言テキストをロボットへ送信する。視覚認識に関しては、4 章で述べる人物の認識を人間参加型の機械学習で遂行する。音声対話については、チャットとは別システムの機構が用意され、人による対話とルールベースに基づく対話の機構が組み込まれている。一方、移動制御に関しては、現状、人間による GUI を用いた遠隔制御に任せる機構になっている。チャットクライアントは、学生の PC、TA の PC、TA のスマートフォン、及び移動ロボットで動作し、それらクライアント間並びにサーバで動作するボットとの間のオープンチャットはチャットサーバにより管理される。チャットサーバのボット機能は、5 章で述べる Random Forest に基づく学生の発言の分類器と LSTM エンコーダ・デコーダに基づくチャットと質問応答の機構から構成される。チャットサーバとリモートブ

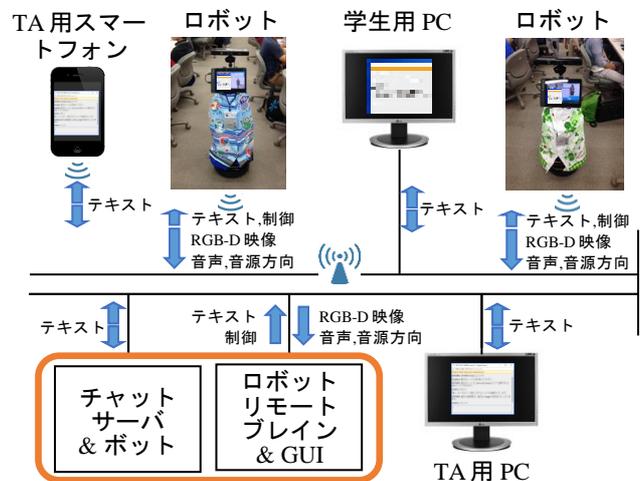


図 1. システムの構成

SOTARO: An Open Chat and Robot Linkage System for Practice Class Support - A Human-in-the-loop Machine Learning Approach -

†Masayasu Atsumi, Yuuki Murata, Aoi Yasukawa  
Department of Information Systems Science, Faculty of Science and Engineering, Soka University

レインサーバは連係してコミュニケーションサーバを提供する。

### 3. 演習授業支援シナリオ

授業支援の実験を行っているソフトウェア演習の授業は、PC 教室で UML と Java を用いたオブジェクト指向プログラミングを学ぶ授業で、受講生は 50 名程度である。そこでの支援シナリオは次のようなものである。ロボットは演習室に入ってくる学生を人物検出して人物特徴を抽出して、人物識別器の学習を始める。人物識別器の学習は実時間で自動抽出する人物特徴をもとに一定間隔で人間参加型の機械学習に基づき行われる。これにより映像内の学生は名前でラベル付けされ、TA は映像内の学生の名前を知ることができ、また、学生の学習履歴等を映像に紐づけすることが可能となる。学生からの質問等はチャットもしくはロボットへの話しかけを通じてなされる。チャットサーバは学生の発言を自動応答に適したものと TA が対面でも対応すべきものに振り分けて、自動応答できそうなものには応答する。また、TA はチャットでの学生の発言をスマートフォンでの音声合成で聞くこともでき、巡回しながら学生の状況を知ることができる。

### 4. 人間参加型機械学習による人物識別

図 2 に [4] で詳述される人間参加型機械学習による人物識別手法の概略を示す。本手法では、画像から HOG 特徴を求めて SVM により人物の上半身矩形を検出し、CNN(Convolutional Neural Network) により人物矩形の畳み込み特徴を計算する。CNN には CaffeNet を使い、全結合層 fc6 の 4096 次元を特徴としている。人物識別器の学習は、これら人物矩形の畳み込み特徴に対する最近傍法に基づく人間参加型教師ラベル付けとそれら教師付きデータからの Random Forest(RF)分類器の生成とからなる。人間参加型教師ラベル付けでは、最近傍法を用いたクラスタリングに TA が参加して GUI を介してクラスタの統合・調節、及びクラスタの名前付けを行う。人物識別では、人物矩形の畳み込み特徴から RF 分類器により学生の名前を求めて名前付きの矩形を画像に表示する。RF 分類器の学習・更新は、授業中に逐次収集するデータを用いて一定時間間隔でなされる。6200 枚の人物矩形データを用いた 5 分割交差検定による 30 人の人物識別アキュラシーは 0.84 である。

### 5. オープンチャットへのボットの介入

オープンチャットへのボットの介入は、受動的

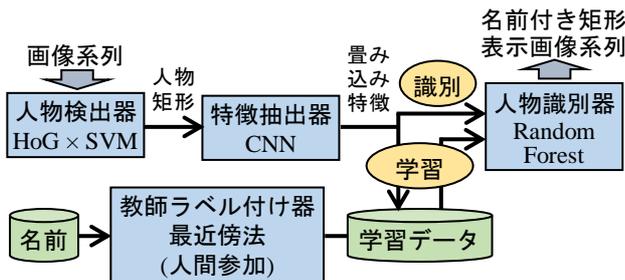


図 2. 人間参加型機械学習による人物識別

介入と能動的介入からなる。受動的介入は学生の発話により起動され、Random Forest(RF)分類器により [5] に詳述されるように発言のタイプが判定される。そして、自動応答すべきタイプの場合に、図 3 に示す LSTM エンコーダ・デコーダにより応答文を推論して発信する。能動的介入では、授業に関連する質問をボット自らが発話し、それに対する応答を LSTM エンコーダ・デコーダで推論してそれらを発信する。図 4 にボットによる応答例を示す。RF 分類器と LSTM エンコーダ・デコーダは、現在、オブジェクト指向言語の FAQ と 1 セメスターのチャットログ等からなる 3668 個の文から学習されている。

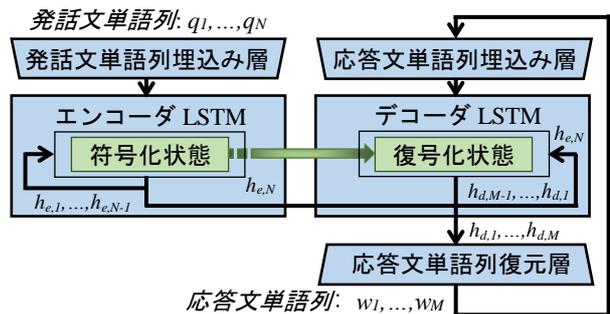


図 3. 発話応答 LSTM エンコーダ・デコーダ

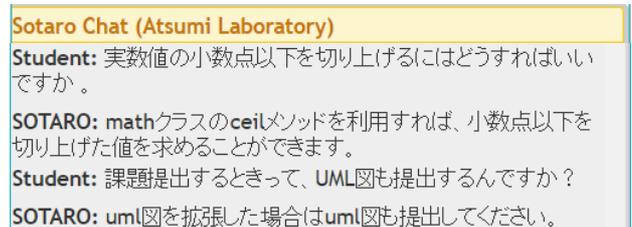


図 4. 質問に対するボットの応答例

### 6. むすび

本論では、オープンチャットとロボットの連係による演習授業支援システムとその実験的運用について述べた。システム開発及び運用はまだ初期段階にあり、チャットボットの頑強な自動応答機能、ロボットの自律移動と人物認識機能を拡張し、それらを連係した授業支援の方法を探っているところである。

### 参考文献

[1] Maderer, J.: Artificial Intelligence Course Creates AI Teaching Assistant, <http://www.news.gatech.edu/2016/05/09/artificial-intelligence-course-creates-ai-teaching-assistant>, 2016.  
 [2] 高石悦史, 安村通晃: ロボット TA をもちいた対面型授業支援システムの試作, WISS2007 論文集, pp.189-190, 2007.  
 [3] Sutskever, I., Vinyals, O. and Le, Q.V.: Sequence to Sequence Learning with Neural Networks, Proc. NIPS, 2014.  
 [4] 村田祐樹, 渥美雅保: 移動ロボットによる人物識別のためのインタラクティブな教師付き機械学習とその演習授業への適用, 情報処理学会第 79 回全国大会, 2017.  
 [5] 安川葵, 渥美雅保: ソフトウェア演習支援のためのチャットシステムへの機械学習の組み込みと授業での運用実験, 情報処理学会第 79 回全国大会, 2017.