

ガウス過程を用いた分人モデルの構築

永見 俊樹 指導教員：小林 邦和

1 はじめに

ロボットが人間とインタラクションを行う際に、画一的なインタラクションしかおこなうことができないという問題点があげられる。そこで、ロボットは人間同士で行われるインタラクションのように、相手との関係性を踏まえてインタラクションをおこなうことで双方向的かつ適応的なインタラクションを可能にするのではないかと考える[1]。

本研究では、小説家の平野啓一郎が提唱した「分人」[2]という概念を取り入れることにより、上に示した問題点の解決を試みる。先行研究[3][4]では、機械学習や行動分析学を用いることで、相手とのインタラクションを通じて学習する分人モデルを構築している。

しかし、先行研究[4]で述べられた課題点の一つである「現実的ではない学習回数」を、本研究ではガウス過程を用いることで分人モデルを構築し解決した。そして構築したモデルを用いて計算機シミュレーションをおこない、分人モデルの有用性を述べる。

2 分人

分人とは、対面する人間によってインタラクションの様式が変化するという概念である。また、分人は図1のように反復的なインタラクションを通じて自分の中に形成される人格であり、形成された分人と反復的なインタラクションをとるたびに、対象の分人が成長する。

分人には種類が3種類存在する。1つ目は、社会的な分人である。これは、不特定多数の人とインタラクション可能な、汎用性の高い分人である。具体例としては、コンビニの店員など初対面の人を示す。2つ目は、グループ向けの分人である。これは、学校や会社など特定のグループに所属している人のための分人である。3つ目は、特定の相手に向けた分人である。社会的な分人、グループ向けの分人を経て、生まれる分人であり、具体的には家族や親友などが当てはまる。なお、人間は人間関係の数だけ分人を持っており、インタラクションの相手が変わるたびに分人を切り替えている。これは、分人を分散型のネットワークと捉えることが可能である。

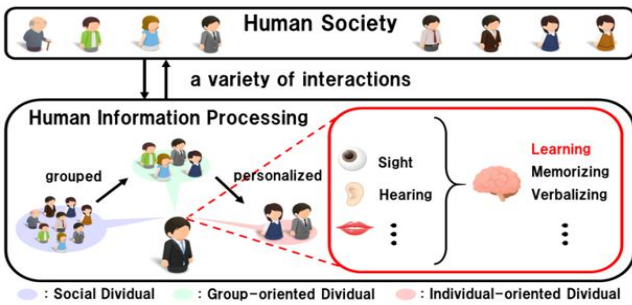


図1 分人の概念図[4]

3 分人モデル

分人の概念を基にモデル化した先行研究[4]の従来モデルと、本研究で提案するモデル(以下、提案モデルと呼ぶ)を説明する。

3.1 従来モデル

田中らの構築した分人モデルの概念図を図2に示す。従来モデルは、各モジュールで分人を表現しており、モジュールの学習に Actor-Critic 法を利用している[5][6]。また、モジュールの内部では Actor-Critic 法をニューラルネットワークで構築している。モデルへの入力として対面している相手の入力情報を取り、その入力情報から分人の生成を行う。その後、分人選択を行うための状態価値 $V(s)$ と行動決定を行うための a が出力されるモデルとなっている[4]。

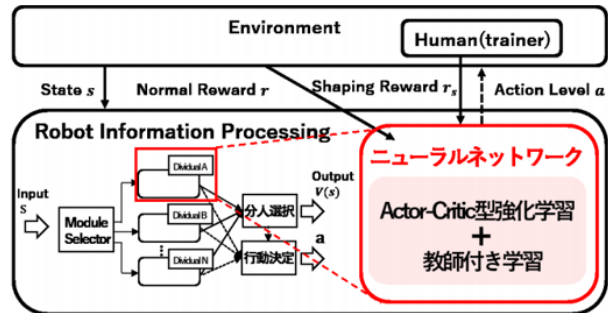


図2 従来モデルの概念図[4]

3.2 提案モデル

従来モデルで課題として挙げられていた1つとして、現実的ではない学習回数がある。提案モデルでは、学習回数を少なくするため、少ない入力情報からもっともらしい出力を得ることができるという特徴を持つ「ガウス過程」を用いてモデルを構築した。本研究では、このガウス過程の回帰、分類でそれぞれ1つずつのモデルを構築した[7]。

1. ガウス過程の回帰を用いた分人選択モデル

本モデルでの目的は、インタラクションをしている相手が誰かを特定することである。入力情報は質問とそれに対する応答を、出力は分人モデルである。従来モデルにおける、学習回数を減らすために、ガウス過程回帰モデルを取り入れることで問題解決を行う。また、ガウス過程回帰モデルで出力される分散を、人が質問に対して応答する際の日々の揺らぎに

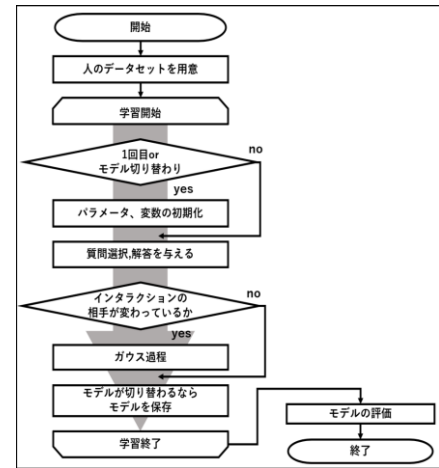


図3 提案モデル1のフローチャート

対応させることで、より自然なインタラクションを表現する。本モデルのフローチャートを図3に示す。

2. ガウス過程の分類を用いた応答予測モデル

本モデルでの目的は、相手の応答を予測することである。入力情報は、普遍性を保つため対話情報、外見情報をそれぞれ数値ベクトルに変換して与える[8]。出力は質問に対する応答である。また、本研究では、グループ向けの分人と特定の相手に向けた分人の2種類の分人に

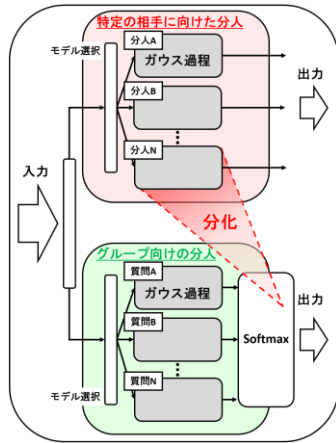


図4 提案モデル2の概念

ついてモデル化を行っている。さらに、グループ向けの分人から特定の相手に向けた分人へ分化する様子も表現している。図4に概念図を示す。

4 計算機シミュレーション

まず初めにシミュレーション設定について述べる。両モデルともロボットが会話をする相手は3人とする。提案モデル1に関しては、質問を11個用意する。質問に対する応答は「そう」か「そうでないか」を10段階評価で答える。提案モデル2に関しては、質問を3つ用意し、会話をする人数分の応答を用意する。モデルごとにシミュレーション結果を示す。

1. ガウス過程の回帰を用いた分人選択モデル

本モデルでは、同じ人に対する質問と応答である入力情報を増やしていくことにより、ガウス過程の回帰から得られるグラフを可視化した。グラフの横軸が質問のリスト、縦軸が質問に対する応答10段階評価、赤丸が質問に対する応答、青丸が応答に対して雑音を加えたものである。また、緑色の実線は平均、薄緑色の領域は分散を示している。図5から見て取れるように、質問の数を増やすことによって分散の幅が小さくなり、相手の答えである赤丸に対して回帰を行っていることがわかる。

2. ガウス過程の分類を用いた応答予測モデル

本モデルでは、入力情報を与えた際に、正解の応答が出力される確率が高まっているかを確認する必要がある。まず、会話する相手が「特定の相手に向けた分人」だった場合のシミュレーション結果である。前提条件として相手が誰かということはセンサー情報等で判断できるとする。特定の人が答える応答の中から、質問に対して適切な応答が選ばれる確率をグラフにしたものが図6である。横軸は与える入力データの数、縦軸は確率である。質問3つに対してそれぞれの応答が選ばれる確率が約7割である。次に、会話する相手が「グループ向けの分人」だった場合である。現実世界でこの分人に当てはまる人は、その人のことについて詳しく知っているわけではなく、どこかのグループに所属しており、グループメンバー全員と会話をしているためグループの傾向がわかっているという前提である。グループに所属しているAさんに質問をした際に、グループに所属している他のメンバーの応答よりもAさんの応答が高い確率で選択されていることが図6で示されている。

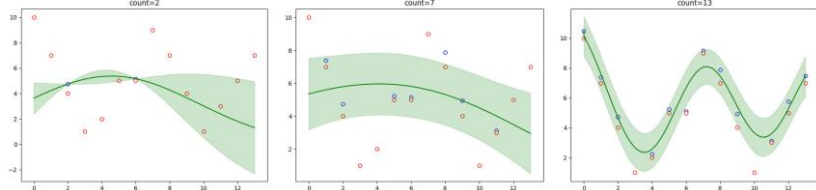


図5 提案モデル1のシミュレーション結果(左から入力情報の数1個、7個、13個)



図6 提案モデル2のシミュレーション結果(左から特定個人に向けた分人、グループ向けの分人、特定個人に向けた分人への分化の様子)

縦横軸は、特定の相手に向けた分人のグラフと同様で、1つの質問に対してAさんの答える応答の選択される確率が示されているが、特定の相手に向けた分人同様に7割近い確率である。最後に、「グループ向けの分人から特定の相手に向けた分人への分化」である。グループ向けの分人だった1人、と他のメンバーより多くの会話を行うことで1人について詳しく知るということを表現する。そのため、平均的に与えていたメンバーの入力情報がある時点から1人のデータしか与えないことで表現している。その様子が図6である。平均的に入力情報を20個与え、それ以降1人のデータしか与えていないグラフである。選択確率が約9割となり、分化の条件を「それぞれの質問に対する正しい応答選択確率」が8割を超えた際、とすると図6では、入力情報40回ほどで分化されると言える。

5 おわりに

本研究では、ガウス過程を用いて分人モデルを実装することで、先行研究の課題となっていた現実的ではない学習回数を解決した。また、分人の種類(グループ向けの分人)、分人の分化機能を追加、その後計算機シミュレーションをおこなった。シミュレーション結果により、適切な分人と応答が選択された。

今後の課題は、インタラクションをする相手が増えることによる記憶容量が増加するという点があげられる。また展望としてロボットへの実装を行うことで分人モデルの有用性を検証する必要がある。

参考文献

- [1] 神田 崇行, 「HRI におけるソーシャルロボット研究の動向」, 「日本ロボット学会誌」, Vol. 29, No. 1, pp. 2-5, 2011.
- [2] 平野 啓一郎, 「私とは何か「個人」から「分人」へ」, 講談社新書, 2012.
- [3] M. Kawamura and K. Kobayashi, An Action Selection Method Using Degree of Cooperation in a Multi-agent Reinforcement Learning System, Journal of Robotics, Networking and Artificial Life, Vol.1, No. 3, pp. 231-236, 2014.
- [4] Tanaka, T., Kobayashi, K., Developing a Dividual Model Using a Modular Neural Network for Human-Robot Interaction, Journal of Robotics, Networking and Artificial Life, Vol.2, No.1, pp. 34-39, 2015.
- [5] R. S. Sutton and A. G. Barto (三上 貞芳, 皆川 雅章 共訳): 「強化学習」, 森北出版 (2000)
- [6] 小高 知宏, 「強化学習と深層学習」, オーム社, 2017.
- [7] 持橋 大地, 大羽 成征, 「ガウス過程と機械学習」, 講談社, 2019.
- [8] Dinghan Shen, Guoyin Wang, Wenlin Wang, Martin Renqiang Min, 「Baseline Needs More Love: On Simple Word-Embedding-Based Models and Associated Pooling Mechanisms」, 「ACL」, 2018