

アンドロイドU：社会的に大きな存在感の獲得に向けたニコニコ生放送における対話アンドロイドの実現への取り組み

Androidol U: Steps towards a chat-oriented dialogue android on Niconico Live for acquisition of its socially significant presence

窪田 智徳^{*1} 小川 浩平^{*2} 石黒 浩^{*2}
Kubota Tomonori Ogawa Kohei Ishiguro Hiroshi

^{*1}大阪大学基礎工学部システム科学科

School of Engineering Science, Department of Systems Science, Osaka University

^{*2}大阪大学基礎工学部システム創成専攻

Graduate School of Engineering Science, Department of Systems Innovation, Osaka University

In this research, we propose the method to construct a chat-oriented dialogue android on Niconico Live. With efficiency, we can create a chat dialogue corpus by teleoperating the android and chatting with users on Niconico Live because of its some advantages. First, we implemented the system to collect dialogue logs between the android and users. After collecting them, we implemented the chat-oriented dialogue system for the android, "NicoLive4U". Utilizing NicoLive4U, we confirmed the android could chat with users on Niconico Live naturally to some extent.

1. はじめに

アンドロイドUプロジェクトは、女性型アンドロイドAndroid Uのアイドル育成を目標に据えて、人と調和的に関わることができるアンドロイドの実現を目指すプロジェクトである。アンドロイドとは、「アンドロイドでアイドル」を意味する造語である。本プロジェクトでは、これまでにない、社会的に大きな存在感をもつアンドロイドの創成を目標にすることで、Android Uを、店舗スタッフとして人と対話できるような、実社会で「会える」存在にするだけでなく、ソーシャルメディアを通して人と対話できるような、インターネット上でも「会える」存在にすることを旨とする。ここで、社会的に大きな存在感とは、不特定多数の人の中で共有される、ある人物に対する評価や印象のことを指す。

ロボットが人間社会の中で人と調和的に共存するためには、そのロボットは人らしい存在感を持つ必要があるが、人がロボットと関わる時、対面時にロボットが具備すべき存在感と、社会の中で共有されるロボットの存在感は異なる。これまで対面時のロボットの人らしい存在感の実現を目指す研究は多く行われてきている[宮下 09]一方で、ロボットの社会的に大きな存在感を取り扱うような研究はない。

本プロジェクトにおいて、Android Uのアイドル化を達成できたとき、Android Uは社会的に共有される大きな存在感を獲得できたと言えるのではないかと考える。なぜなら、アイドルという存在自体が、社会的に大きな存在感を必要とする典型的な例だと考えるからである。そのため、アンドロイドがアイドルになる過程で得られる知見が、アンドロイドを含むロボットが社会的に大きな存在感を得るために必要な技術となるのではないかと我々は考えている。

本研究では、Android Uが社会的に大きな存在感を獲得するための第一歩として、ソーシャルメディアであるニコニコ生放送^{*1}(ニコ生)でAndroid Uがユーザと自律的に対話できる雑談対話システムの構成を目指す。ニコ生は、手軽に生放送を

配信することができ、ユーザはコメントを投稿することで配信者とリアルタイムにコミュニケーション可能なインターネットライブサービスである。ニコ生という多くのユーザが利用するサービス上で、Android Uが自律対話を行うアンドロイドとなることができれば、多くの人の関心を惹きつけることに繋がり、社会的に大きな存在感を獲得することが期待できる。また、雑談対話システムを構成するうえでニコ生を用いることには利点があり、それらの利点を用いて人と雑談可能なシステムを構成できると考える。

本稿では、2章ではニコ生を用いた雑談対話システム構成の利点について、3章ではニコ生での雑談対話コーパスの収集実験、4章では収集したコーパスを用いた雑談対話システムNicoLive4Uの実装とその評価について述べ、5章で全体のまとめを記す。

2. ニコ生における雑談対話システム

本研究では、ニコ生でAndroid Uがユーザと自律的に雑談可能な雑談対話システムの構成を目指す。しかし人間との自然言語を用いた雑談を実現する雑談対話システムを構成することには時に困難が伴う、例えば、対話の自由度が高く状況が限定されていないため、状況に沿った適切な談話生成を行う困難さがある。本研究では、ニコ生という限られた状況でユーザと雑談対話可能な雑談対話システムの構成を目指す。このように状況を制限することで、雑談対話システム構成の困難さを回避できると考える。

雑談対話システムを構成する際、返答文生成アルゴリズムとして、ELIZA[Weizenbaum 66]が用いるようなルールによるパターンマッチングに基づく方法や、ユーザ発話に対する返答を生成するニューラルネットワークを用いる方法[Vinyals 15]がある。しかし、前者は大量のルールを手で書かなければならず、後者はニューラルネットの学習に発話と返答のペアを大量に必要とするなど、利用するのにコストがかかる。

そこで今回は、発話と返答のセットを用いた類似文検索に基づく方法を用いることにした。類似文検索法は、発話とそれに対する返答からなる対話ペアをもつ雑談対話コーパスを用いて、雑談対話システムに入力されたユーザ発話に最も類似するコーパス中の発話文を探し出し、それに対する返答文を雑談対

連絡先: 大阪大学基礎工学部システム科学科知能ロボット学研究室(石黒研究室), 大阪府豊中市待兼山町 1-3,
kubota.tomonori@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

*1 <http://live.nicovideo.jp/>

話システムの返答として出力する、という方法である。つまり、類似文検索法を用いる場合、雑談対話コーパスが必要となる。

類似文検索法を用いて対話システムを構成する研究 [別所 12] があるが、雑談対話コーパスとしては、Twitter に投稿されたユーザ同士の対話から発話・返答の組となる対話コーパスを収集し、それを用いている。しかし、SNS から集めた雑談対話コーパスは不特定の間人同士の対話から成るため、雑談対話コーパスに含まれる返答文を対話システムの出力とする場合、その対話システムの人格に一貫性を保つことはできない。したがって雑談対話コーパスを収集する際、対話システムに一貫した人格を想定し、ユーザとその対話システムとの実際の対話例を収集する必要があると考えられる。

我々は、ニコ生を用いることで雑談対話コーパスを効率よく収集できると考える。本研究では、Wizard of Oz 法 [Fraser 91] (WOZ 法) を用いて、Android U を遠隔操作してニコ生配信を行うことで、Android U とユーザとの対話例を収集する。これにより、ニコ生では配信者は映像と音声を示すことができるため、Android U の姿を示しながらユーザと対話することで、Android U が実際に話しかけられるユーザ発話を効率よく集めることができる。また不特定多数の視聴者と対話できることから、ユーザ発話の多様性も獲得することができる。さらにユーザはコメントで配信者に語りかけるため、ユーザ発話をテキストで収集することができる。

特に Android U の遠隔操作者が、Android U の人格を規定してユーザと対話を行うことで、Android U として一貫性のある返答文をもつ雑談対話コーパスを収集できる。人格の一貫性をもった対話システムのための対話コーパスを収集したものとして、あらかじめ定めたキャラクターを持つ対話システムに対する質問を、複数の質問者が作成し、ある一人の回答者が回答することで、雑談対話コーパスを収集する研究がある [杉山 16]。杉山らの研究ではキャラクターの外見画像のみを質問作成者に提示するが、本研究でのニコ生を用いた手法では動作や声も提示できるため、アンドロイドの動作や声によって引き出されるユーザ発話の収集も期待できる。

ニコ生のための雑談対話システムを構成するとき、不特定多数のユーザと同時にコメントを介した対話を行うため、答えられないコメントには答えなくてもすむ場合があり、対話破綻を回避できることが期待できる。またユーザ発話はコメントであるため、音声認識誤りによる対話破綻も回避できる。

3. 雑談対話コーパス収集実験

本章では、Android U を遠隔操作しながらニコ生配信をしてユーザと対話を行うことで、雑談対話コーパスを収集した実験について述べる。

本実験の目的は二つある。一つ目は、WOZ 法を用いて Android U によるニコ生配信をし、Android U とユーザが対話を行うことで雑談対話コーパスを収集していくことが可能か検証することである。二つ目は、後述の返答推薦システムによる、コメントへの推薦返答を遠隔操作者に提示しながら配信を行い、返答推薦システムが用いる雑談対話コーパスの量を増加させていったとき、推薦返答を遠隔操作者が採用する回数が増加するか検証することである。ここで雑談対話コーパスの量とは、そのコーパスに含まれる対話ペアの数のことである。

3.1 遠隔操作システム「AndroidNicoLiver」

Android U を遠隔操作してニコ生を行いユーザと実際に対話を行うことで、雑談対話コーパスを収集できるシステム AndroidNicoLiver を実装した。本システムにより、遠隔操作

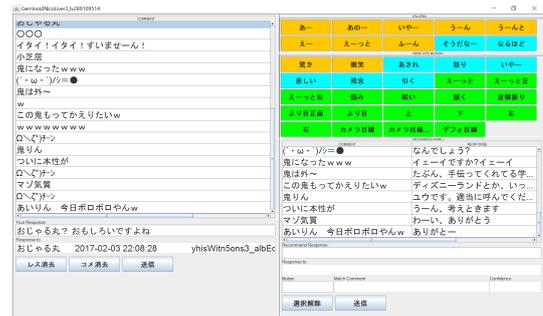


図 1: 遠隔操作 GUI 画面

者は GUI (図 1) を操作して Android U の遠隔操作が可能である。GUI の使い方の一例としては、返答したいコメントを選択し、そのコメントに対する返答文を入力して送信することで、Android U に返答を合成音声で発話させることができ、また Android U に発話と同時に悩み顔などの付随動作を表出させることもできる。発話させると同時に、コメントと返答文および付随動作からなる対話ペアがデータベースに保存される。

次に返答推薦システムについて述べる。本システムは、ニコ生配信中に投稿されたコメントを受け取ると、そのコメントに対する Android U の返答と付随動作として、最もふさわしいと推論した推薦返答を出力する。推薦返答の決定には、本実験で収集していく雑談対話コーパスを用いる。受け取ったコメント (入力文) で雑談対話コーパス中の過去のコメントに対して類似文検索を行い、類似度が最大となる一致文を見つける。その一致文に紐づいた返答文と付随動作を、入力文に対する推薦返答として出力する。

類似文検索のアルゴリズムとして、Word Mover's Distance [Kusner 15] (WMD) を用いた。WMD は、Word2Vec [Mikolov 13] などによって求めた単語の分散表現を用いて、文同士の類似度を計算するアルゴリズムである。そのため、共通の単語が含まれない文同士であっても、意味が類似していれば類似度が高く求まるという特徴がある。本システムでは、入力文に対して WMD による類似度の値が最大となる過去のコメントを一致文とした。また形態素解析には MeCab [KUDO 05] を、その辞書には新語辞書の mecab-ipadic-NEologd [Toshinori 15] を用いた。

3.2 実験方法

前節のシステムを用いて、Android U によるニコ生配信をニコニコチャンネル「U の部屋」*2 で行った。配信の様子を図 2 に示す。配信時の Android U の遠隔操作者は一人に固定し、またその存在は明かさなかった。

雑談対話コーパスとして収集する Android U とユーザとの対話例として、ニコ生配信中に遠隔操作者の返答により生成された対話ペアは必ず雑談対話コーパスに含めた。また配信終了後には、配信中に遠隔操作者が返答しなかったコメントに対する返答文も遠隔操作者が作成し、雑談対話コーパスに含めた。

雑談対話コーパスがある程度の量貯まったところで、前述の返答推薦システムを用いた配信も行った。ただし遠隔操作者は、推薦返答のうち返答としてふさわしいと思ったものは必ず採用するようにした。

3.3 結果

雑談対話コーパス収集実験の結果について述べる。今回の実験では計 20 回 (総配信時間は 25 時間) の配信を行い、4460 個の対話ペアをもつ雑談対話コーパスを収集した。

*2 <http://ch.nicovideo.jp/geminoidu>



図 2: Android U のニコニコ生放送配信画面の例

返答推薦システムを用いて配信をした際の、遠隔操作者が推薦返答を採用した数の、全コメント数に対する割合と全返答数に対する割合の推移を図 3 に示す。全コメント数とは、配信中に投稿されたコメントからニコ生システムからの情報コメントを取り除いた数であり、全返答数とは、推薦返答による返答数を含めた遠隔操作者が返答したコメントの合計数である。

雑談対話コーパスの量と推薦返答採用数の相関関係について、ピアソンの積率相関係数を求めた。雑談対話コーパスの量と推薦返答採用数/全コメント数の相関係数は約 0.89 で、強い正の相関が認められた。この相関係数について無相関検定を行うと、 p 値は 6.1×10^{-4} と求まり、この相関係数は 0.1% の水準で有意であった。雑談対話コーパスの量と推薦返答採用数/全返答数の相関係数は約 0.85 で、強い正の相関が認められた。この相関係数について無相関検定を行うと、 p 値は 1.7×10^{-3} と求まり、この相関係数は 1% の水準で有意であった。

3.4 考察

Android U によるニコ生配信を行うことで、Android U とユーザとの雑談対話コーパスを収集可能なことを確認した。

図 3 に示した結果より、返答推薦システムが用いる雑談対話コーパスの量を増加させると、返答推薦システムが提示する推薦返答が遠隔操作者に採用される数の全コメント数および全返答数に対する割合は増加していくことが確認できた。よって、自律的にコメントへの返答を行う雑談対話システムを構成するとき、雑談対話システムが用いる雑談対話コーパスの量が多いほど、その雑談対話システムが答えられるコメントの数は多くなると考えることができる。

しかし、雑談対話コーパスの量増加させていってもある量を超えたところで、推薦返答採用数が増加しなくなる可能性も考えることができる。雑談対話コーパスに含まれる対話ペアをもとにユーザと対話を行う雑談対話システムでは、その雑談対話コーパス収集時以降の時事的な事柄に関するユーザ発言に正しく返答することはできない。したがって、雑談対話コーパスの量を増やしていくだけでは、雑談対話システムが答えられないユーザ発言が存在する可能性は高いと考えられる。

今後もニコ生での Android U の配信を続けてさらに多くの雑談対話コーパスを収集し、雑談対話コーパスの量と推薦返答採用数の関係がどのように推移していくのかを確認したい。

4. ニコ生対話システム「NicoLiver4U」

本章では、前章の実験で収集した雑談対話コーパスを用いてニコ生で Android U がユーザと自律的に対話を行える雑談対話システム「NicoLiver4U」の実装と、NicoLiver4U による Android U とユーザとの対話実験とその評価について述べる。

4.1 NicoLiver4U の実装

NicoLiver4U は雑談対話コーパスを用い、前章で述べた返答推薦システムと同様に、WMD を用いた類似文検索により

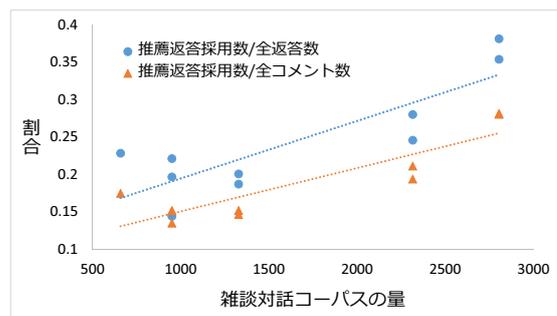


図 3: 雑談対話コーパスの量と推薦返答採用割合の関係

投稿されたコメントに対する返答を決定する。形態素解析の方法も同様である。ただし、まず類似文検索により NicoLiver4U への入力文に対して WMD 類似度が最大となる過去のコメントをコーパス中から見つけるが、類似度がある閾値を超えた場合のみ、その過去のコメントに紐づく返答文を NicoLiver4U の返答として出力するようにした。WMD 類似度は 0 から 1 の値で求まり、1 に近いほど二文が類似することを表す。今回は閾値を決定するための予備実験を行い、その結果に基づき閾値を 0.75 と決定した。

つまり NicoLiver4U では、類似文検索で入力文と十分に似ている過去のコメントがなかった場合は、その入力文に対する返答は行わない。これはニコ生の、答えられないコメントは無視することができるという特徴を利用するものである。

ただし NicoLiver4U の対話戦略として、答えられないコメントばかり投稿されて何も返答できないような状態が 5 秒間続いた場合には、あらかじめ用意した独り言を発話するようにした。独り言の例としては、「どんな人が見てくれてるんだろう?」や「緊張しちゃいますね」といったものである。

また、NicoLiver4U は返答の履歴をもつようにし、ある返答文を発話するのが二回目のときには、「さっきも言ったような」などの、二度目の発話であることを自覚した内容を返答に付加するようにした。ただし、ある返答文を発話するのが三回目以降のときは、このような付加は行わないようにした。

4.2 実験方法

NicoLiver4U を用いて、ニコ生で Android U とユーザの対話実験を行った。また、NicoLiver4U の性能についての評価をするため、回答者に対して対話実験中の動画を示し、その会話内容に関するアンケートを実施した。

アンケートでは、NicoLiver4U が行ったコメントに対する返答を示し、それぞれが自然であるか (返答の自然さ) と、ニコ生における会話として会話全体が自然であるか (会話の総じての自然さ) と会話中の間 (ま) が自然であるか (会話の間の自然さ)、また会話全体を見て視聴者が会話を楽しんでいるように見えたか (視聴者の楽しみ度) について、五段階のリッカート尺度で評価してもらった。さらに、会話中に違和感を感じた部分があったかと、具体的にそう感じた部分については、インタビューにてより詳しく尋ねた。

4.3 結果

ニコ生で、NicoLiver4U を用いて Android U がユーザと自律対話をする実験を約 3 分間行った、本実験での Android U とユーザの対話の様子は、脚注の URL^{*3} で見ることができる。本実験中には約 250 個のコメントが投稿され、そのうち 21 個のコメントへの返答が行われ、重複を除いた返答のパターンは

*3 <https://www.youtube.com/watch?v=g68yHtHacAg>

表 1: 対話実験のアンケート結果

アンケート項目	平均値 (標準偏差)	最小値	最大値
返答の自然さ	3.9(0.72)	2.4	4.6
会話の総じての自然さ	3.2(0.83)	2.0	4.0
会話の間の自然さ	3.6(0.48)	3.0	4.0
視聴者の楽しみ度	4.0(0.74)	3.0	5.0

18 個であった。返答の自然さを聞くアンケートでは、この 18 個について聞くようにした。

アンケートは 11 人に実施し、その結果を表 1 に示す。各評価値は、1 が最も悪く、5 が最も良いことを表す。また回答者中で、ニコ生で配信者とユーザが雑談するような配信を見たことがあるのは 9 人であった。会話中に違和感がある部分があったと答えたのは 7 人で、具体的には、対話中に同じ返答を何度も連続してしまった場面や、「暖かいですね」というコメントに「寒いですね」という返答をした場面などが挙げられた。

4.4 考察

アンケート結果より、NicoLiver4U のそれぞれのコメントに対する返答は、返答として少なくとも不自然ではないと評価されたと考えられる。これは、ユーザ発言に対する適切な返答文をコーパス中にもっていたことと、返答出力時の閾値が適切に設定されていたことによるものと考えられ、閾値の設定が効果的であることを示す。

また、視聴者は会話を楽しんでいたと言うこともでき、視聴者をおる程度惹きつけることができたのではないかと考えられる。これについては、今後さらに視聴者に楽しんでもらえる会話ができるシステムになるよう検討を続けたい。

一方で、ニコ生での会話として会話全体を見た場合、会話は十分に自然だとは言えない結果が得られた。アンケート結果より、会話中に違和感があったと答えた人の数は半数を超えており、違和感があったとして挙げられていた部分も影響していると考えられる。例えば、NicoLiver4U が答えられるコメントが投稿されないときに Android U が黙ってしまい、会話の間が悪くなってしまった場面があったことが原因の一つとして考えられる。答えられるコメントが 5 秒間ない場合には独り言発言をするように実装したが、その秒数を短くすることや、フィルターを用いて間をとるようにするなどの改良が必要である。

NicoLiver4U について、具体的に違和感のあった部分として挙げられていた点の改善を考える。対話中に同じ返答を何度も連続してしまった場面について、同じ発言の連続を防ぐため、同じ返答文を二回連続では出力しないようにすること、また過去の返答履歴から、短時間のうちに同じ返答文を出力するのが三回目になる場合には、その返答をしないようにすること、といった改善方法が考えられる。

また、類似文検索手法の検討も行いたい。「暖かいですね」というコメントに対し、NicoLiver4U が用いたコーパス中の「寒いですね」が最も類似度が高く算出され寒いことに関する返答をしてしまい、アンケートでも違和感のある部分として挙げられていた。これは、「暖かいですね」に類似する過去のコメントがコーパス中になかったことと、WMD が Word2Vec による単語ベクトルを用いていることによる結果だと考える。Word2Vec は単語が使われる文脈によってその意味を定義するため、「暖かい」と「寒い」のような対義語であっても、使われる文脈は似ていることからそれぞれの単語ベクトルは類似してしまい、WMD では今回のように意味の反する二文の類似度が高く求まることがある。TFIDF など、単語情報そのものを用いる類似文検索手法の導入も検討すべきであると考えられる。

NicoLiver4U について、以上のような改良を行い、NicoL-

iver4U による返答が返答としてふさわしかったかどうか等の評価をユーザに行ってもらうことにより、本雑談対話システムの客観的な評価も今後行いたい。

5. まとめ

アンドロイド実現の第一歩として、ニコ生で Android U がユーザと自律対話できるシステム NicoLiver4U のための雑談対話コーパスの収集と NicoLiver4U の実装およびその評価を行った。NicoLiver4U を用いてニコ生でユーザとの自律対話を行ったところ、概ね自然な返答をすることができ、ユーザの反応も好評だったと言えることから、一定の自律性をもってユーザと対話をすることができたのではないかと考えられる。

しかし現状の NicoLiver4U には問題点もあり、類似文検索手法や対話戦略の検討を行い改良を続け、またより多くの雑談対話コーパスの収集も続けたい。

参考文献

- [Fraser 91] Fraser, N. M. and Gilbert, G. N.: Simulating speech systems, *Computer Speech & Language*, Vol. 5, No. 1, pp. 81–99 (1991)
- [KUDO 05] KUDO, T.: MeCab : Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer, <http://mecab.sourceforge.net/> (2005)
- [Kusner 15] Kusner, M. J., Sun, Y., Kolkin, N. I., Weinberger, K. Q., et al.: From Word Embeddings To Document Distances., in *ICML*, Vol. 15, pp. 957–966 (2015)
- [Mikolov 13] Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., and Dean, J.: Distributed representations of words and phrases and their compositionality, in *Advances in neural information processing systems*, pp. 3111–3119 (2013)
- [Toshinori 15] Toshinori, S.: Neologism dictionary based on the language resources on the Web for Mecab, <https://github.com/neologd/mecab-ipadic-neologd> (2015)
- [Vinyals 15] Vinyals, O. and Le, Q.: A neural conversational model, *arXiv preprint arXiv:1506.05869* (2015)
- [Weizenbaum 66] Weizenbaum, J.: ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine, *Communications of the ACM*, Vol. 9, No. 1, pp. 36–45 (1966)
- [宮下 09] 宮下敬宏, 神田崇行: 社会におけるロボットの存在, 日本バーチャルリアリティ学会誌 = Journal of the Virtual Reality Society of Japan, Vol. 14, No. 1, pp. 29–33 (2009)
- [杉山 16] 杉山弘晃, 目黒豊美, 東中竜一郎: 対話システムのパーソナリティを問う質問の大規模な収集と分析, 人工知能学会論文誌, Vol. 31, No. 1, pp. DSF–D.1 (2016)
- [別所 12] 別所史浩, 原田達也, 國吉康夫: リアルタイムクラウドソーシングと Twitter 大規模コーパスを利用した対話システム, 研究報告音声言語情報処理 (SLP), Vol. 2012, No. 13, pp. 1–8 (2012)