

# グループの共用スペースの情報共有を促すメディアとしてのロボット

山本大貴<sup>1,a)</sup> 角 康之<sup>1</sup>

**概要:** 近年、ヒューマノイドロボットを実世界で活用する試みが多くなされており、例えば、SoftBank 社の Pepper では、Pepper に接客やヘルスケアを行わせる試みがなされている。このような試みにおいて、ロボットは人間のユーザと直接コミュニケーションをとることでユーザに様々なサービスを提供している。本研究では、そのようなユーザとインタラクションが可能なヒューマノイドロボットの活用方法として、ロボットを多人数のグループで利用する空間における生き字引的なグループメディアとして活用することを提案する。具体的な提案としては、ロボットをグループで利用する空間に在中させ、その場で起きる事象や様子といった情報をロボットに記録させ、ユーザへの提供を行うシステムの提案をする。

## Robot as a Medium to Encouraging Sharing Group's Shared Space Information

HIROKI YAMAMOTO<sup>1,a)</sup> YASUYUKI SUMI<sup>1</sup>

**Abstract:** In recent years, we can see humanoid robot in our Everyday lives. For example, Pepper gives services like customer service and health care service. In these robot services, robot provide services by communicating with human user. In my research, I suggest a group media robot in the room using by group users. Robot stays in monitoring space and behaves like a walking dictionary about monitoring space. Robot collects information by using his sensor and camera.

### 1. はじめに

日常生活の中で人間と関わりながら活動するロボットの開発や研究は以前からなされており、例えば、日常活動型ロボットの研究プラットフォームとして Robovie[1]、人間とのコミュニケーションが可能なロボットとして富士ソフト社の PALRO[2] やヴィストン社の Sota などがある。このように人間とのコミュニケーションをとることが可能なロボットは近年増え続けている。その中でも SoftBank 社の Pepper のように多機能かつ一般販売を目的に開発されたロボットの登場により、以前よりも日常生活の中でロボットが人間のユーザにサービスする機会が多くなった。また Pepper は企業にも販売されており、接客業や介護現場での活用がなされている。このようなことから Pepper の

ようなヒューマノイドロボットはユーザとのコミュニケーションをとる分野においては、様々なメディアとして活用可能であることがわかる。本研究では、ユーザとのコミュニケーションをとることを前提としたロボットサービスとして、ロボットを多人数のグループで利用する共用スペースにおける生き字引的なグループメディアとして活用することを提案し、その有用性について検証する。本研究において、生き字引とはモニタリングしている空間で起こった事象を記録し、ユーザの要望に応じて記録した情報を引き出す役割のことを指す。具体的な提案内容としては、ロボットをグループで利用する共用スペースに在中させ、その場で起きる事象や様子といった空間情報をセンサやカメラを利用してロボットに記録させ、ユーザへの提供を行うシステムの提案をする。また使用するロボットとしては、ユーザとのコミュニケーションが可能なロボットとして、SoftBank 社の Pepper を使用する。空間情報を収集させる

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学  
Future University Hakodate

<sup>a)</sup> h-yamamoto@sumilab.org

役割をロボットに行わせる意味としては、通常このような空間センシング・モニタリングには監視カメラを利用することが考えられるからである。監視カメラは便利である反面、監視される場にいる人々に不安感や拒否感を抱かせる可能性があり [3]、本研究では不安感を軽減させるデバイスとして人間に近い外見と対話性を持つヒューマノイドロボットが利用できないかと考えた。ロボットが記録した情報のユーザへの提供方法としては、ユーザにロボットに直接尋ねて取得させる方法とグループチャットツールである Slack に情報を投稿することで、フローな情報としてユーザに提供する方法を実装した。

## 2. 関連研究

### 2.1 ロボットを生活空間に導入した事例

ロボットを生活空間に導入する試みは以前からなされており、家庭内のユビキタスネットワークと対話ロボットを接続し、ロボットをインターフェースとして様々なサービスを提供する美濃ら [4] の研究が挙げられる。美濃らは多数のセンサと特定の機能に特化した機器を設置したユビキタスホームのインターフェースとして小型のロボットを設置し、ロボットを介したホーム内の家電等の操作を行う仕組みを開発した。美濃らの研究において、ロボットを家電を操作するインターフェースとしたことで、利用したユーザからはリモコンを探す手間が省けて便利などの高評価を得た。本研究では美濃らの研究と同じようにシステムのインターフェースとしてロボットを利用するが、美濃らと異なる点としてはロボットが行うサービスの提供先が実世界だけでなく仮想空間上にもあることが挙げられる。

### 2.2 ソーシャルロボットに関する研究

ロボットには用途によって様々な種類のロボットがあり、産業用ロボット、フィールドロボット、サービスロボットなどがある [5]。本研究で開発を行うロボットシステムはサービスロボットに分類され、その中でもソーシャルロボットと呼ばれるものに該当する。ソーシャルロボットとは人間とのコミュニケーションを主眼に置いた人間をサポートするロボットであり、ホームロボットやコミュニケーションロボットと呼ばれることもある。ソーシャルロボットの研究としては、高齢者のソーシャルメディアを通じた発話機会増加の補助を行う高橋らのソーシャルメディア仲介ロボット [6] や山岡らの子ぐま型ソーシャルロボットを用いたロボット・セラピーなどの試みがある [7]。本研究ではこれらの研究のように、特定のサービスを提供することを目標としたソーシャルロボットシステムの開発を行う。また、ソーシャルロボットの研究としては、ヒューマンロボットインタラクションの研究もあり、ここではロボットの身体性に着目した研究がされている。小野らの研究 [8] では人同士のコミュニケーションにおける同調的な

身体表現、例えば、相手と同じものを見るなどを、人とロボットとの対話でロボットに行わせ、人とロボットの関係構築とその関係に基づく情報伝達を目指した。また同研究でそのような同調的身体表現の活用による関係構築と情報伝達は人同士のインタラクションだけでなく人とロボットとのインタラクションにおいても重要であることを示した。本研究ではシステムのインターフェースとしてロボットを使う都合上、ロボットに人とのインタラクションのための行動・発話を限定的ではあるが実装する予定であるが、小野らの研究のように同調的身体表現などの細かいインタラクションの部分に関しては省略したロボットシステムを開発する。

### 2.3 メディアとしてのロボット

ロボットはその姿・機能によって様々なメディアとして活用できると期待されている。例えば、坂本らの研究では非常に人間に近い見た目をしている遠隔操作型アンドロイド・ロボット GeminoidHI-1 を人間の存在感を伝えるためのメディアとして活用できないか実験を行い、GeminoidHI-1 を通して伝わる人間の存在感は、ビデオ会議システムを利用した場合の人間の存在感を上回ることを明らかにした。また坂本らの研究以外にも、メディアとしてのロボットの研究としては角らの研究 [10] があり、角らは展示空間内における知識や気づきの流通を促すメディアとしてのロボットの開発及び運用実験を行い、ロボットを通じた情報提示を行うことで、ユーザ間インタラクションを促すことができたことを示した。本研究で開発を行うロボットシステムにおいては、ロボットをグループ内で利用する空間におけるグループメディアとしての活用を提案する。

## 3. 空間情報を共有するロボットシステム

本研究では、グループで利用する共有スペースに在中しその場のユーザとその場にはいないユーザにサービスを提供するロボットシステムとロボットが自身のカメラ・センサから得た空間の情報を収集するシステムを開発する。前者は実世界とグループチャットツール上で情報提供を行うシステムである。システムの全体図としては図 1 のようなシステムを予定しており、ロボットがグループチャット上に投稿する情報に関してはロボットが定期的に撮影する空間の写真とその場で起きる事象にリアクティブに反応して記録する 2 種類の情報を投稿する。また本研究で使用するグループチャットツールである Slack は 1 対 1 のメッセージング、グループチャット、永続的なチャットルーム、ダイレクトメッセージ、トピック別に編成されたグループチャットを Web サービスとして提供している。本研究においてはロボットはユーザと同じ 1 つのグループチャットのチームに所属し、そこでユーザへの情報の提供を行う。

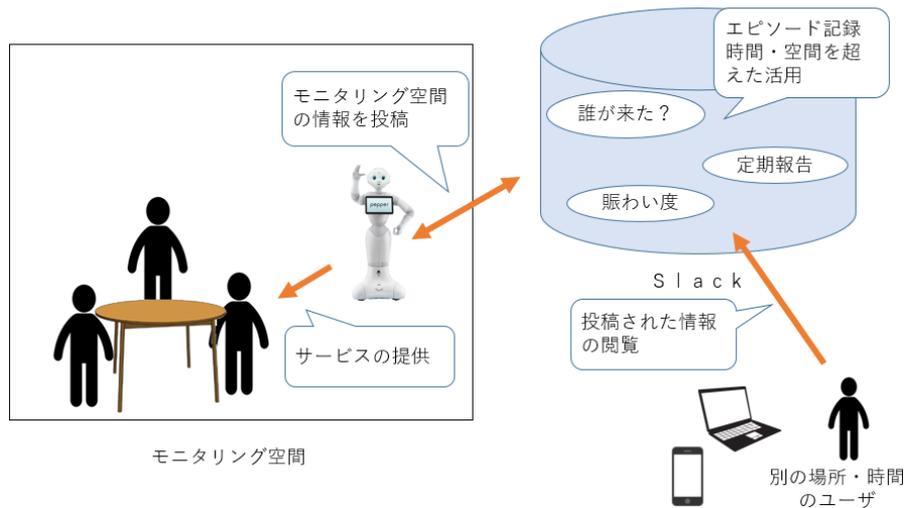


図 1 システム概念図  
Fig. 1 System overview

また Slack に投稿される情報はリアルタイムのフローな情報として投稿しているため、ユーザはロボットが在中している空間の様子をエピソード的な情報として受け取ることができる。

### 3.1 ロボットが収集する情報

ロボットは定期的に周辺の様子を自身に搭載されているカメラで撮影し、Slack に投稿する。また、ロボットに搭載されているセンサから得られた情報をもとに実世界の状況を推測し、その時のロボットの周辺の様子を撮影したり、自身の状態を報告する。具体的には以下の4つの機能を実装した。

- 定期的に撮影する周辺の様子 (図 2)

15分おきに計3枚の写真を撮影し、Slack へ投稿する。写真を3枚撮影する理由としては、1枚だけだとロボットの正面方向の限定的な空間しかユーザに空間の様子が伝わらないため、ロボットのカメラの向きを右・前・左の3方向に変えて写真を撮影することで、より広い空間の様子をユーザに伝える。



図 2 定期報告  
Fig. 2 Regular report

- 動きを検知した場合に撮影する周辺の様子 (図 3)

ロボットの視界内で動きを検知した場合に、その時のロボット周辺の様子をカメラで撮影し投稿する。この機能に関しては、ロボットの視界内で継続的に動きを検知が行われると、大量の画像が Slack 上にアップロードされる恐れがあるため、画像の投稿間隔に一定の制限を設けている。

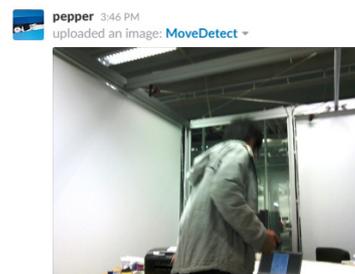


図 3 動きを検知したとき  
Fig. 3 Detect Movement

- ロボットのセンサに反応があればそれを通知
- その場にきた人の年齢推定
- 空間の賑わい具合を推定し通知

定期的な周辺の様子報告と空間の賑わい度判定以外の機能はすべて、ロボットのセンサに反応があった場合にリアクティブに Slack へ情報を投稿する仕組みとなっている。また、現段階では、未実装の機能ではあるが、ロボットが収集した情報をタグ付けして管理する予定であり、この機能と共にロボットの生き字引的な機能の拡張を行う予定である。詳しくは 3.2 節で紹介する。

### 3.2 ロボットがその場で提供するサービス

ロボットはその場にいるユーザに対して提供するサービスとしては、基本的には情報の提示をメインにサービスを提供し、ロボットは自発的な情報提示とユーザからの要望

によって情報提示を行う。ユーザに提示する情報としては、時報や天気予報等の世間話的な情報やロボットが最近認識した人の写真などの情報をユーザに提示する(図4)。図4のようにロボットが提示する情報の中でも画像情報として提供するものはロボットの胸部に搭載されているタブレットに画像を表示することで、ユーザに提示する。

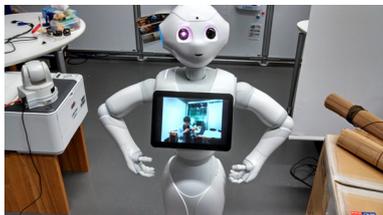


図4 最近認識した人の提示  
Fig. 4 Recently recognized person

上記で述べたように、ロボットが提示する情報の中にはロボットが今まで記録した情報も含まれており、ロボットにはその空間の生き字引的な役割を実行させることになる。現状この空間の生き字引的な機能においては、ロボットが最近認識したユーザの提示機能しか実装できていないが、3.1節の最後でも述べたように将来的にはロボットが収集する情報のタグ付けとそれによる情報の管理を行い、この機能以外にも生き字引的な機能を実装する予定である。実装する機能のイメージとしては、図5のような機能を想定しており、ユーザがロボットを通して、タグ付けされた様々な情報にアクセスできるような機能を実装する予定である。

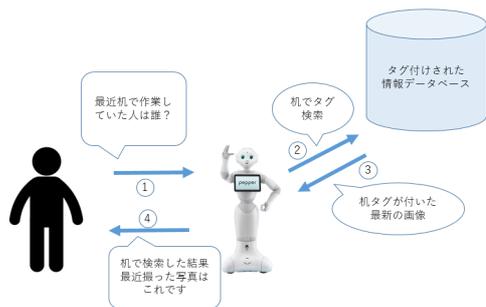


図5 タグ付けされた情報の検索とユーザへの提示  
Fig. 5 Search and provide tagging information to users

また、サービスとは異なるがロボットにはユーザが近づいたときの反応、例えば視線を追尾したり、あいさつをするといった基本的なインタラクション機能を実装する。

#### 4. 期待される効果

本研究で提案するロボットシステムにより期待される効果としては、ロボットが収集した情報から偶発的にユーザが情報を獲得できることが期待される。図6はロボットか

ら引き出した情報からユーザが偶然知りたかった情報を引き出した例である。図6の状況において、ロボットはただユーザに命じられるがまま、自身が過去に撮影した写真を提示している。ここで注目したい点としては、ロボットはユーザが一番知りたい情報である「誰が机の上に荷物を置いたのか?」を知らずに、ユーザに情報を提示している点である。この状況において、ロボットは「机」というタグでユーザがほしい情報を選択して提示している。またこのような効果が期待される理由としては、ロボットが周囲の様子を撮影する条件付けとして、ロボットが人間のユーザとインタラクションをした時や視界内で人間の動作や顔を観測した時のタイミングで周囲の様子を撮影しているため、ロボットがモニタリングしている空間の変化のタイミングを記録してユーザに提供できると考えられるからである。



図6 偶発的な情報獲得の例  
Fig. 6 Example of getting information accidentally

### 5. システムの動作テストと技術課題

#### 5.1 動作テスト

システムの運用実験・ユーザ評価を行う前に、システムの動作テストを行った。動作テストでは、定期的に入出入りがある空間で、入室者をロボットの視界に捉えられる位置にロボットを設置し、6時間ほどロボットを稼働させた。動作テストを行った部屋は図7のようになっている。動作テストで発覚したこととしては以下の3点が挙げら

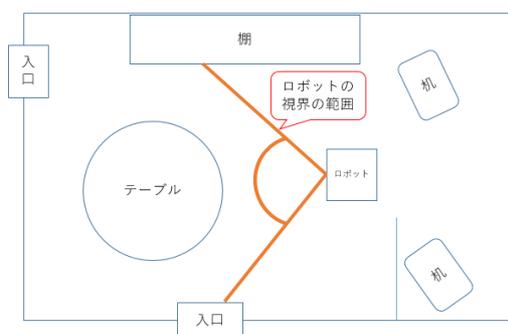


図7 動作テスト時の部屋の見取り図  
Fig. 7 Room sketch

れる。

- ロボット (Pepper) が長時間の直立姿勢を維持できない点
- モーション検知で意図しない反応が発生した点
- 上記の反応による本来撮影したかったシーンが撮影できなかった点

1つ目のロボットの直立姿勢の維持について、本研究で使用するロボット Pepper は多数の関節を有しているため、長時間直立姿勢などの関節に負荷がかかる姿勢を取らせ続けると、自動的に現在実行中のプログラム等を停止してしまうことが分かった。動作テストにおいては、テスト開始3時間ほどでシステムが一度停止してしまったため、ロボットを一度休ませてから、動作テストを継続した。次に2, 3つ目のモーション検知の意図しない反応およびそれによる影響について、本システムではロボットの視界内でのモーション検知のために、Pepper に用意されているAPI(Application Programming Interface) を利用しており、そのAPIでのモーション検出の仕様上ロボットのカメラが動かない状況での使用を想定していたため、今回のようなロボットの首振りなどでカメラが動いてしまう場合はうまく作動しないことがわかった。またそれによる影響に関しては、モーション検知による写真の Slack への大量投稿を防ぐために、一度モーションを検知しても写真撮影・投稿ができないようにシステムを調整していたため、モーション検出が意図しない反応をした直後にロボットがモニタリングしている視界内で人の動きがあった場合、それを撮影できないということが発生した。

## 5.2 技術課題

現状システムが抱えている課題としては以下の2つがある。

- ロボットが在中空間でユーザに提供するサービスの不足
- ロボットが記録した情報のタグ付け
- 動作実験で発覚したシステムの問題

1つ目のロボットが在中空間で提供するサービスについて、現状実装ができていない機能としては、情報提示の中でも時報や話題提供、最近ロボットに近づいたユーザの表示だけであり、空間の生き字引的な機能は少ない。これに関しては2つ目の課題である、ロボットに収集させた情報に対するタグ付けを行うことで解決が可能であると考えている。これが実現すれば、ユーザがロボットを通してタグ付けされた情報の検索を行えるようになり、より空間の生き字引的な機能をユーザに提供できると考えられる(図8)。また、動作テスト中に発覚したシステムの課題に関しては、ロボットの行動ルーチンの中に定期的にロボットをレスト状態に移行させるプログラムを組み込むことで、長時間の

稼働ができるようになると考えられる。また、モーション検知の問題に関しては、プログラム中でロボットに意図的に動作をさせる場面ではモーション検知をストップさせることによって、意図しないモーション検知の発生数を減らせるのではないかと考えられる。

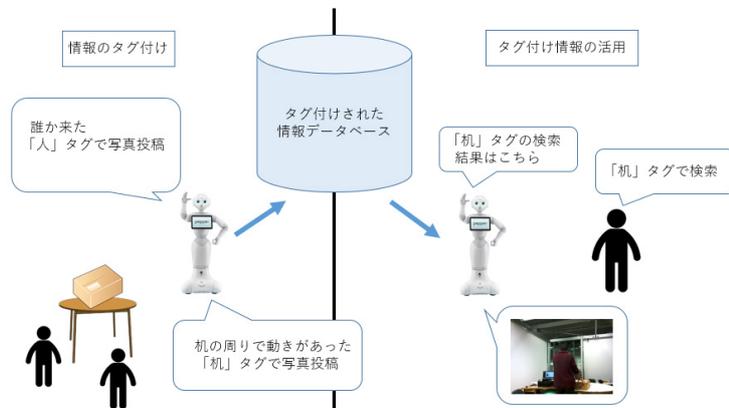


図8 情報のタグ付けとその活用

Fig. 8 Attach the tag to the information and using these tag information

## 6. まとめ

本研究では、ユーザとのコミュニケーションをとることを前提としたロボットサービスとして、ロボットを多人数のグループで利用する共用スペースにおける生き字引的なグループメディアとして活用することを提案し、システムの実装を行った。具体的な手法としては、ロボットをグループで利用する環境に在中させ、その場で自身のセンサ・カメラなどから様々な空間の情報を収集させながら、収集した情報をユーザに提供する空間の生き字引的なシステムを構築した。ユーザへの情報提示の手法としては、ユーザにロボットに直接尋ねてもらふ手法とグループチャットツールである Slack に情報を投稿しユーザに提供する2種類の手法を実装した。またシステムの評価実験前に、動作テストを行った結果、システムの一部に不具合があることがわかりその解決手段を考案した。システムの課題としては、現状ではロボットに実装している空間の生き字引的な機能が少ないため、ロボットが収集した情報にタグ付けを行うことで、その機能の拡張ができると考えた。

## 7. 今後の展望

今後の展望としては、現状ロボットの収集した情報のタグ付けなどシステムの一部が実装できていないため、システムの一部を実験者自らの手で実行するWOZ(Wizard of Oz)法でシステムの運用・評価実験を行いたいと考えている。運用実験では、実際にその場にいるユーザがロボットに対しどのような反応やインタラクションを取るのかに注

目して実験を行いたいと考えている。また、将来的にはロボットの収集した情報に自動でタグ付けと分類を行い、ロボットからアクセスできるようなシステムを構築したいと考えている。

## 参考文献

- [1] 神田崇行, 石黒浩, 小野哲雄, 今井倫太, 前田武志, 中津良平. 研究用プラットフォームとしての日常活動型ロボット“Robovie”の開発. 電子情報通信学会論文誌 DI, 2002, 85. 4: 380-389.
- [2] 二宮恒樹. コミュニケーションロボット「PALRO (パルロ)」の紹介とさがみロボット産業特区における取り組み. 日本ロボット学会誌, 2015, 33. 8: 607-610.
- [3] 遠藤薫. リスク社会と監視社会. 学術の動向, 2008, 13. 11: 29-34.
- [4] 美濃導彦. コビキタスホームにおける生活支援 (i 特集: 日常生活にとけこむデジタルヒューマン). 人工知能学会誌, 2005, 20. 5: 579-586.
- [5] NEDO ロボット白書 2014, [http://www.nedo.go.jp/library/robot\\_hakusyo.html](http://www.nedo.go.jp/library/robot_hakusyo.html), NEDO, 2014.
- [6] 高橋達, 神原誠之, 萩田紀博. 高齢者の発話機会の増加のためのソーシャルメディア仲介ロボット (ビッグデータで変わる環境知能とロボット, 及びその他一般). 電子情報通信学会技術研究報告. CNR, クラウドネットワークロボット 112(233), 21-26, 2012-10-04.
- [7] 山岡久俊, 今井岳, 渡辺一郎, 中島亨, 古賀良彦. 認知症高齢者を対象とした親和的ロボットによるロボット・セラピー. 第 24 回人工知能学会全国大会 (JSAI2010) 予稿集, 1H2-NFC3b-8, 2010.
- [8] 小野哲雄, 今井倫太, 江谷為之, 中津良平. ヒューマンロボットインタラクションにおける関係性の創出. 情報処理学会論文誌, 2000, 41. 1: 158-166.
- [9] 坂本大介, 神田崇行, 小野哲雄, 石黒浩, 萩田紀博. 遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性. 情報処理学会論文誌, 2007, 48. 12: 3729-3738.
- [10] 角康之, 松村耕平, 権瓶匠. 展示空間における体験共有を促すロボットガイド. マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2014 論文集, 2014, 2014: 1394-1399.