

人とのインタラクションの様式を委ねたタンジブルな ソーシャルインタフェース〈PoKeBo Cube〉の提案

Proposal for a tangible social interface 〈PoKeBo Cube〉 that delegates the mode of interaction to people

加藤 祐介^{1*} 野崎慧¹ 長谷川 孔明¹ 岡田 美智男¹ 大島 直樹²

Yusuke Kato¹, Kei Nozaki¹, Komei Hasegawa¹,
Michio Okada¹, Naoki Ohshima²

¹ 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

¹ Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology

² 豊橋技術科学大学 エレクトロニクス先端融合研究所

² Electronics-Inspired Interdisciplinary Research Institute, Toyohashi University of Technology

Abstract: 私たちと情報提供を行うインタフェースとの関係性に注目すると、私たちはインタフェース側で想定する関わり方を探り、それに合わせてあげているといえる。では、人がその関わり方を場面によって自由にデザインできないだろうか。本論では対峙しあう環境、多人数会話の環境、オープンコミュニケーションの環境をロボットたちのレイアウトを変えることによって行き来できるタンジブルなソーシャルインタフェース〈PoKeBo Cube〉を提案する。またシステム設計やユースケース、今後の展望について述べる。

1 はじめに

人とエージェントとのインタラクションの様式にはどのようなものがあるだろう。Human-Robot Interaction (HRI) 研究の領域に限ってみても、ユーザーに情報を提供するインタラクションの形態は様々に存在する。Google Home や Amazon Echo などの Voice User Interface を備えるホームエージェントはユーザーからのリクエストに対して答えるという形態で情報を提供する。ユーザーは自らが求める情報を任意のタイミングでエージェントから得ることができる。そのため、主体的に情報を集めたい場合にこのような形態が有用である。

また、筆者らは複数のロボットによる多人数会話というインタフェースを介して、ユーザーに情報を伝えようとするソーシャルインタフェースの提案を行ってきた [1]。ユーザーはそのロボットたちの会話へ参加しなくてもよいことから、ロボットとの対峙的な関わりで生じていた応答責任や会話を維持しなければならないといったユーザーへの制約を和らげる働きを備えているものと考えられる。また、より共感的な会話の形成を志向するラポールトークを用いて、ロボット

間での雑談のような会話を構成することで、〈PoKeBo Jr.〉は、ユーザーへの情報を共感的に伝えることができる。これはユーザーが直接ロボットたちの会話に関わらないオープンコミュニケーション型のインタラクション形態であるため、会話への応答責任やインタラクションからの離脱を緩やかにする働きをもつと考えられる。

これらのインタラクションの様式には、設計者の想定する目的やメリット、事前に与えられた状況のなかでそれらが最大限発揮されるためのインタラクションが合理的にデザインされており、これまでの HRI/HAI の議論の対象であった。そこで、本研究の新たな提案は、そのように事前に設計されたインタラクションのデザインに、ユーザーが合わせるのではなく、インタラクションの様式をユーザーがタンジブルに調整、ロボットと共構築できたら、どのようなソーシャルインタフェースを提供できるのか。どのような応用や展開を期待できるのか。これらを実際のハードウェアを構築しながら考えてみたいと思う。

本論では、そのような人とのインタラクションの様式の構築をユーザーに委ねたタンジブルな情報提供インタフェース〈PoKeBo Cube〉を提案する (図 1)。また、本発表では、そのシステム設計やユースケース、今後の展望について述べる。

*連絡先: 豊橋技術科学大学情報・知能工学系
〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1
E-mail: katoh.yusuke.op@tut.jp



図 1: PoKeBo Cube の外観

2 研究背景

2.1 タンジブルユーザーインターフェース

情報に物理的な表現を与えることで人が直接触れて知覚、操作できるインターフェースのことを、「触れて実体を感じることができる」という意である「タンジブル (Tangible)」という語を用いて、TUI (Tangible User Interface) と呼ばれている。石井 [2] は TUI の特徴として次の 4 つを挙げている。

直接操作性

ひとつの物理的な表現を入力・出力の両方で用いることで、情報に対する直接操作性を高める。

マルチユーザー・マルチハンド・インタラクション

TUI が表現する情報はその空間全体に展開されるもののため、両手を使った平行操作や複数のユーザーによる同時並列操作を自然な形で可能とする。

専用インターフェース

物理的な表現メディアを使って培われた技術や経験と連続性・親和性を保ちながら、デジタルの機能を自然な形でインターフェースへ取り込む。そのため、TUI はその対象に特化されたものとなる。

タンジブル/インタンジブル表現のシームレスな融合

一般に物理的な表現 (形や大きさ、色など) を動的に調整することは困難なため、インタンジブルな表現を物理的な表現が存在する同じ空間へ重ね、ひとつの連続した情報としてユーザーへ提示する。(例えばプロジェクションマッピングなど)

本論では情報提供の様式をタンジブルなものとするために、3つのロボットの陣形を物理的な表現として用いて情報提供の様式を表現・調整する。

2.2 F 陣形

2 者以上の多人数会話の場合には、会話参加者らが向かいあった配置である F 陣形を構成・維持する [3, 4]。F 陣形の構成要素として図 2 のような次の 3 つの空間がある。

O-Space

会話参加者によって囲まれた円形の空間。多人数会話ではこの空間を相互に維持しようとする。

P-Space

O-Space の外縁にあたる空間。会話参加者として参加する意思を表示する空間。

R-Space

P-Space より外側の空間。会話の場合へ参加するかどうかを選択できる空間。

会話へ参加する際には、まず R-Space で会話を傍観しながら参加のタイミングを計り、続いて P-Space へ入り会話参加の意思を示す。会話への参加が許可されると、その当人を含めた会話参加者で向かい合うように O-Space が再構成される。

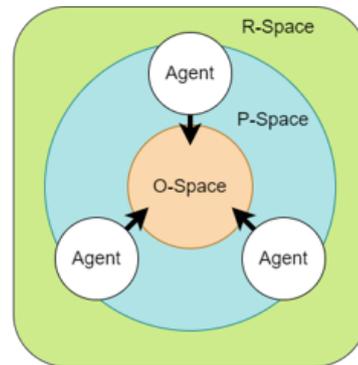


図 2: F 陣形

本論ではロボットたちを O-Space を囲うように配置することで 3 者で会話している様子を示す。またロボットたちの陣形を調整することで O-Space、P-Space をタンジブルに調整し、ユーザーは会話へ参加することが可能となる。

3 PoKeBo Cube

〈PoKeBo Cube〉 (以下 PoKeBo) とは 3 つのロボットで構成される情報提供を行うロボティックエージェントである。PoKeBo たちはそれぞれの位置を相互に共有することで、PoKeBo たちの陣形を入力としてインタラクションのデザインを行うことが可能である。本

論では情報提供の様式をタンジブルなものにするために、PoKeBo たちの陣形を物理的な表現として用いる。つまり、陣形を調整することで情報提供の様式を調整できると同時に、現在選択されている情報提供の様式を陣形によってユーザーへ表現する。

3.1 ハードウェア構成

ハードウェアは図3のとおり構成されている。頭部に制御用のマイコンとバッテリーを搭載しており、PCからBLE (Bluetooth Low Energy) 経由で身体制御を行う。中段には2つのDCモーターが搭載されており、それぞれYaw軸とPitch軸の制御を行い、頭部のふるまいを生成する。底面には位置検出センサを搭載し、専用のマット上にロボットを配置することでマットに埋め込まれたパターンからロボットの位置や角度を読み出し、BLE経由でPCへ送信する。

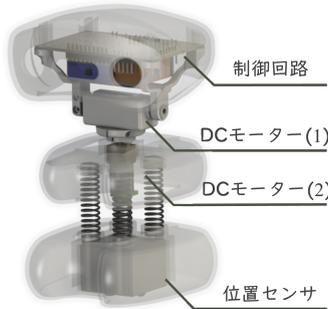


図3: ハードウェア構成図

3.2 会話システム構成

会話システムは図4のとおり構成されている。本会話システムはROS (Robot Operating System) を用いて構成されており、大きく分けて発話タイミング調整部と発話文生成部の二つからなる。発話タイミング調整部では、各PoKeBoそれぞれの状態(話し手や聞き手など)を管理しており、PoKeBoからの発話開始要求に対してその是非を返す。発話文生成部では、ニュースなどのテキストソースから発話文を生成し、PoKeBoからの発話文要求に対してその生成結果を返す。発話文の生成にはTannenらの提唱する共感的な会話を志向するラポールトーク [5] を参考にしている。

3.3 陣形推定とインタラクションの形態

本システムではPoKeBo間の相対角度 θ をもとに陣形を推定し、情報提供の様式を決定する。相対角度の

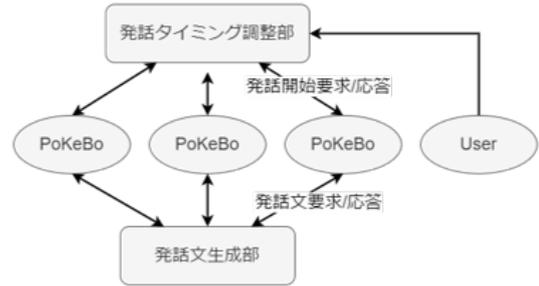


図4: 会話システム構成図

定義を図5に示す。角度は $0 < \theta < 180^\circ$ の範囲である。本論ではタンジブルに調整可能な情報提供の様式として、次の3つを実装した。それぞれの様式は会話可能なPoKeBoたちの台数や専用マット上に存在するPoKeBoの台数、陣形によって行き来できる。

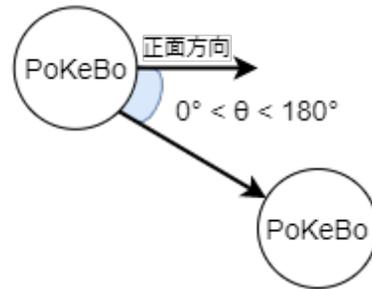


図5: PoKeBo間の相対角度

3.3.1 対峙しあう環境

図6のように専用マット上にPoKeBoが1つのみの陣形では、PoKeBoとユーザーが対峙する関係となる。VUIのような様式で、人の要求に対して情報を返す。

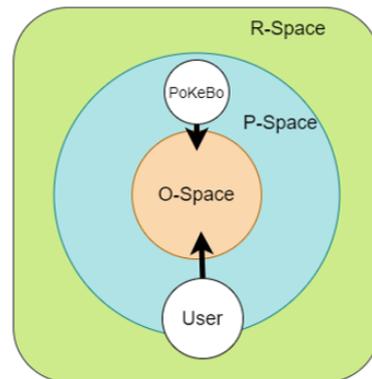


図6: 対峙しあう環境

3.3.2 多人数会話の環境

図7のようにPoKeBoが2、3つで、そのうちのある相対角度が70°を超える場合の陣形では、多人数会話の環境となる。PoKeBoたちで会話が構成されているため、ユーザーには会話への参加の自由度がある。

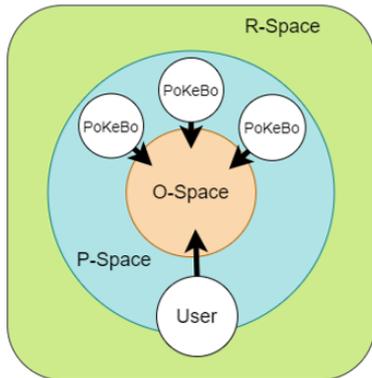


図7: 多人数会話の環境

3.3.3 オープンコミュニケーションの環境

図8のようにPoKeBoが2、3つですべての相対角度が70°を下回るときの陣形では、PoKeBo同士で会話を行う。ユーザーはPoKeBoたちの会話を聞くことで、間接的に情報を受け取る。

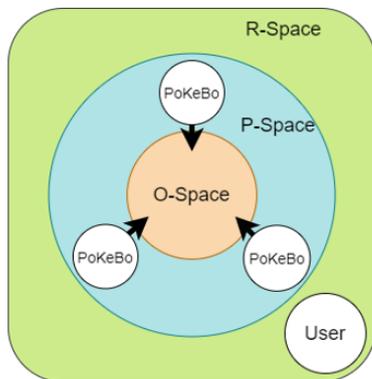


図8: オープンコミュニケーションの環境

4 ユースケース

ユーザーがPoKeBoたちの情報提供の様式を調整しながら情報を受け取る場面を想定し、その場面におけるインタラクションについて以下に述べる。

休日の朝、日々の日課としてニュースを聞きたいと考え、PoKeBoたちを向け合せてオープンコミュニケーションの環境を構築した。そして私はPoKeBoたちの会話を聞きながら今日の予定を確認し始めた。このときPoKeBoたちは次のような会話をしていた。

リスト 1: オープンコミュニケーションの環境での会話

PoKeBo1 とっているらしいね。
PoKeBo2 とっているね。
PoKeBo3 何をとっているの？
PoKeBo2 シロウオだよ。
PoKeBo1 シロウオをとっているね。
PoKeBo3 どこでとってるの？
PoKeBo1 熊本でだよ。

PoKeBoたちの会話に耳を傾けていると、「金メダル」という言葉が気になった。そういえば今はオリンピックの時期で、日本は金メダルを獲れたのか気になった。そこで、PoKeBoたちの配置を私の方へ広げ、多人数会話の環境を構築した。このとき私とPoKeBoたちは次のような会話をしていた。

リスト 2: 多人数会話の環境での会話

PoKeBo1 あったらしいね。
PoKeBo2 なにがあったの？
PoKeBo1 オリンピックの試合だよ。
PoKeBo3 取ったらしいね。
PoKeBo1 取った取った。
PoKeBo2 何を取ったの？
PoKeBo3 金メダルだよ。
PoKeBo1 金メダルだよ。
PoKeBo2 どこがとったの？
PoKeBo3 日本だよ
User 何で取ったの？
PoKeBo3 スノーボードだよ。
PoKeBo2 スノーボードで取ったんだね。

オリンピックについて聞いていると、電話が鳴り始めた。どうやら急用で研究室へ行かないといけないようだ。外を見ると曇っており雨が降りそうな気配がするため、天気予報を聞いて傘を持っていくかどうか考えることにした。そこで、PoKeBoを1つのみにし、対峙する環境を構築した。このとき私とPoKeBoは次のような会話をしていた。

リスト 3: 対峙する環境での会話

User 今日の天気を教えて。
PoKeBo1 今日は曇りです。
User 雨は降るの？
PoKeBo1 午後から降るそうです。

5 おわりに

本論ではユーザーがロボットの配置を直接操作することで情報提供の様式を調整できる、タンジブルなソーシャルインタフェース〈PoKeBo Cube〉を提案し、そのシステムやユースケースについて述べた。

これまでの情報提供インタフェースには、インタフェース側が想定する関わり方にユーザーは合わせる必要があった。本提案のようにインタフェース側が人との関わり方を委ねることで、人はいま求めている関わり方を選択でき、インタフェース側もどのように情報を伝えればよいかを教えてもらうことができる。そしてインタフェースがタンジブルなことで、複数人で同時に情報提供の様式を調整することも可能になる。(例えば、2つのロボットでオープンコミュニケーションの環境を構築しつつ、他の人と1つのロボットで対峙する環境を構築するなど。) そんなタンジブルなソーシャルインタフェースによる新たな体験について今後議論していきたい。

参考文献

- [1] 西脇裕作, 大島直樹, 岡田美智男: 多人数会話を構成するロボットの言葉足らずな発話が人の会話への参加態度に及ぼす影響, 人工知能学会論文誌, Vol.36, No.2, pp.B-K44.1-12 (2021).
- [2] 石井裕: タンジブル・ビットー情報と物理世界を融合する、新しいユーザ・インタフェース・デザイナー, 『情報処理』, Vol.43, No.3, pp.222-229(2002).
- [3] Kendon, A.: Conducting interaction : Patterns of behavior in Focused Encounters, Cambridge, U.K.: *Cambridge University Press*, Vol. 7 (1990).
- [4] 坊農 真弓, 会話構造理解のための分析単位:F 陣形 (<連載チュートリアル>多人数インタラクションの分析手法〔第6回〕), 『人工知能』, Vol.23, No.4, pp.545-551 (2008).
- [5] Tannen, D., Talking voices: Repetition, dialogue, and imagery in conversational discourse, *Cambridge University Press*, Vol.26, (2007)