

没入型VRを活用した人間ロボット協調タスクの競技設計

稲邑 哲也 *1*2
Tetsunari Inamura

水地 良明 *1
Yoshiaki Mizuchi

*1国立情報学研究所
National Institute of Informatics

*2総合研究大学院大学
SOKENDAI(The Graduate University for Advanced Studies)

1. はじめに

現状で RoboCup@Home 競技会において実施されているタスクは、物体の認識・把持、地図の作成・目的地へのナビゲーション、人物の顔認識や追跡、音声認識と自然言語処理によるタスク理解など、実世界環境で人間と自然なインタラクションを行うための要素が焦点に当てられている。当然のことながら実機ロボットを用いる競技会での評価の対象となるのは、客観的に観測可能なロボットの動きがメインとなっており、ロボットの身体機能の評価に終始しているのが現状である。しかしながら人間と共存するための知能の実現という観点から考えた場合、評価の対象とするべき要素はロボットの物理的・身体的行動のみならず、認知的な判断能力や気の利いた会話能力も対象となるべきである。しかしながらその能力を客観的なデータとして観測することは困難であり、客観的な評価が難しい。

本稿では、このようなロボットの認知的な能力を評価し競技会でのタスクとして設計するための方法論について提案を行う。具体的には、評価の対象として人間の行動に影響を与えるロボットの発話戦略に焦点をあて、ロボットの発話によって人間の行動をナビゲーションするタスクの実施について考察する。人間の行動を観察することにより間接的にロボットの発話能力を評価する戦略である。人間が実環境の中で自由な行動を行うことを考えると、予想外の行動やハプニングが起こることが予想され、実際の競技会のマネージメントの観点からは困難点が多く存在する。そこで、没入型のバーチャルリアリティ (VR) システムを活用し、人間がアバターを操作する状況において、ロボットとアバターの認知的対話内容を評価する戦略を採る。

以下に、没入型 VR によって人間とロボットが対話するためのシステム構成を述べ、人間の行動をナビゲーションするタスクの設計について提案を行いその評価と議論を行う。

2. SIGVerse:身体的社会的経験共有のためのクラウド型 VR システム

図 1 に RoboCup@Home Simulation で活用されている SIGVerse の新しいシステム構成図を示す。本システムは人間とロボットの対話実験を効率的に行うために開発されたものであり、ユーザの身体的動作、ロボットとの社会的対話の経験をクラウドを介して共有することを目的としたシステムである [Inamura 2010]。ユーザは VR インタフェースを介して VR 内のアバターにログインし、アバター視点の映像を三次元 HMD で観察する。ロボットの対話実験のための制御モジュールが実装されており、ロボットは ROS によって制御されるが、

これはアバターの制御にも転用できる。すなわち、ユーザと対話する相手となるアバターはシミュレーションシステムによって制御可能である。

SIGVerse は、サーバ/クライアント形式となっており、サーバを介して各クライアント上のアバターやロボット、物体の状態が同期される。被験者は、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) などの VR インタフェースを利用してアバターにログインすることができる。仮想ロボットには、ROS 環境とのブリッジ機能により、実機ロボットを制御するためのソフトウェアを再利用することができる。また、独自のブリッジ機能により、画像情報などのデータ量の大きなセンサ情報のリアルタイムなフィードバックも可能とする。これらにより実現される VR 空間内での身体的・社会的な対話経験をデータベースに蓄積し、共有することで、大規模なマルチモーダル情報に基づくロボットのスキル獲得や学習が可能となる。

3. Human Navigation タスク実験

3.1 実験条件

Human Navigation タスクとして図 2 に示すような VR 環境を準備した。被験者はこの環境についての事前知識がない状態で、一人ずつ実験に参加してもらい、事前に環境に関する情報を把握できないようにした。被験者にはヘッドマウントディスプレイ Oculus Rift CV1 を装着してもらい、VR 上のアバターの視点に立って VR 環境内にログインしてもらった。両手で Oculus Touch コントローラを操作してもらい、アバターの手の制御はコントローラの位置で行い、物体把持はトリガー状のボタンで行うこととした。環境内をアバターが動き回る際、前進・後退・左右移動はジョイスティック状のレバーで操作することとし、アバターの視線方向は HMD の向いている方向と同じように制御した。タスク実施前に本番とは異なるテスト環境内で移動、物体把持、戸棚・引き出しの開閉方法を練習してもらった。

ロボットとの物理的身体的インタラクションは行わないこととし、被験者には、表 2 にあるような発話文を音声で聞いてもらい、アバターを操作して目的の物体を把持するまでの時間を計測した。被験者からロボットに対して質問をするなどの動的な対話は行わないこととし、発話をもう一度聞きたい場合にはユーザの意思に基づいてリクエストできることとした。ロボットの側からも最初の発話が終わった後は、追加のヒントや情報を与えないこととした。

3.2 実験結果

10 名の被験者に実験に参加してもらい、対象物体を把持するまでの時間を計測した。その結果を表 1 に示す。全員がすべてのタスクで一度も間違えることなく対象物を正しく探索、把持できた。被験者 E は Q1, Q2 で確認のために再発話をリクエスト

連絡先: 稲邑哲也, 国立情報学研究所, 〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2, inamura[at]nii[dot]ac[dot]jp

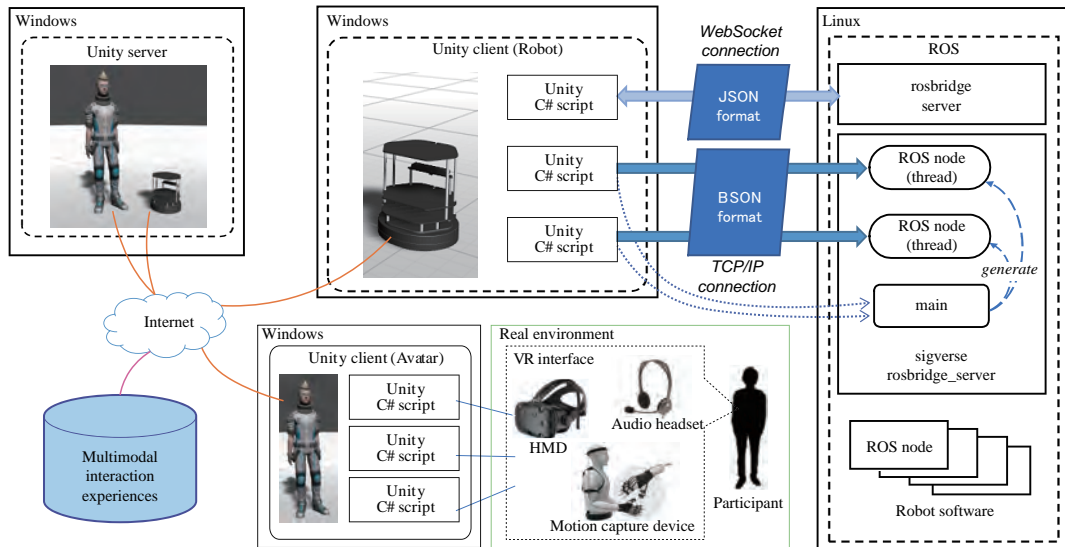


図 1: SIGVerse のシステム構成図

表 1: タスク達成までの所要時間 (単位:秒). hint は被験者からの再発話のリクエストがあった時刻を示す.

被験者	Q1	hint	Q2	hint	Q3	hint
A	49		41		42	
B	17		44		32	
C	33		34		30	
D	19		35		34	
E	17	9	26	13	20	
F	27		48		34	
G	37		69		36	
H	35		41		37	
I	19		32		28	
J	40		48		36	
平均	29.3		41.8		32.9	
最大値	49		69		42	
最小値	17		26		20	
標準偏差	10.6		11.3		5.7	

トした。発話内容を忘れていたわけではないが、「なるべく聞き返さない」という方針の説明が伝わっていなかったためと考えられる。被験者 G は Q2 で、引き出しの色が黒に近い茶色だったため、同室にある茶色のテーブル (色が薄め) と迷ったため長めの時間がかかっているものの、その他の場面では他の被験者とほぼ同等の時間でタスクを遂行できていた。

このように、動的な質問が禁止されている状況で、VR 環境についての事前知識が全くない被験者であっても、長くても 1 分程度の時間でタスクを遂行することが分かった。被験者の疲労度合いについての評価は実施できていないが、環境や対象物体などの条件を変えながら、複数回の発話に対してタスクを遂行することには問題がなく、競技会の中で 10 回や 20 回というオーダーでの繰り返しタスクを実施することは充分可能であることが分かった。

4. おわりに

本稿では、RoboCup@Home が取り扱うべきロボットの知能のうち、実機では評価が難しく、Simulation 環境を活用することで評価が実施可能となるような性質のタスクに焦点をあて、Human Navigation タスクを提案した。このタスクでは、ロボットがユーザに対して自然言語で発話を行い、事前知識を持たないユーザであっても、探し出すべき対象物体がどこに存在しているのかを、分かりやすく説明する能力を評価することを目指す。従来までに行われていた、ロボットの行動を評価する方法ではなく、人間の行動を介してロボットの発話内容の評価を試みるというコンセプトは、今後の自然な Human-Robot Interaction を洗練化するために重要な要素となる。

今回は競技会が実施可能であるかどうかを評価するための簡単な条件で静的な発話による被験者実験を行ったが、今後は動的な質問を被験者が投げかけることが可能であり、ロボットからも適宜追加のアドバイスを状況に応じて発することを許可することで、バラエティーに富んだ発話とそれに基づく人間行動の評価を実施することが可能となる。

このようなロボットの認知能力を評価する試みは実際に RoboCup JapanOpen 2017 における @Home にて実施を予定している。また、これを軸として、没入型 VR によって初めて評価可能となるようなタスクを RoboCup@Home Simulation および World Robot Summit 等で展開していく予定である。

参考文献

- [水地 2017] 水地良明, 稲邑哲也: "Unity と ROS を統合したクラウド型マルチモーダル対話経験蓄積プラットフォーム," 第 31 回人工知能学会全国大会予稿集 (2017)
- [Inamura 2010] T. Inamura, et al: "Simulator platform that enables social interaction simulation - sigverse: Sociointelligence simulator." In proc. of the IEEE/SICE Int. Symp. on System Integration, pp. 212-217, (2010).

表 2: Human Navigation で用いられる発話文

Q1	キッチンの机の上にある緑のペットボトルを取ってください。
Q2	ベッドルームに茶色の引き出しがあります。上から 2 番目の引き出しにあるウサギのぬいぐるみを取ってください。
Q3	キッチンのシンクの上に戸棚があります。右から 2 番目の戸棚の中にある白い砂糖のポットを取ってください。

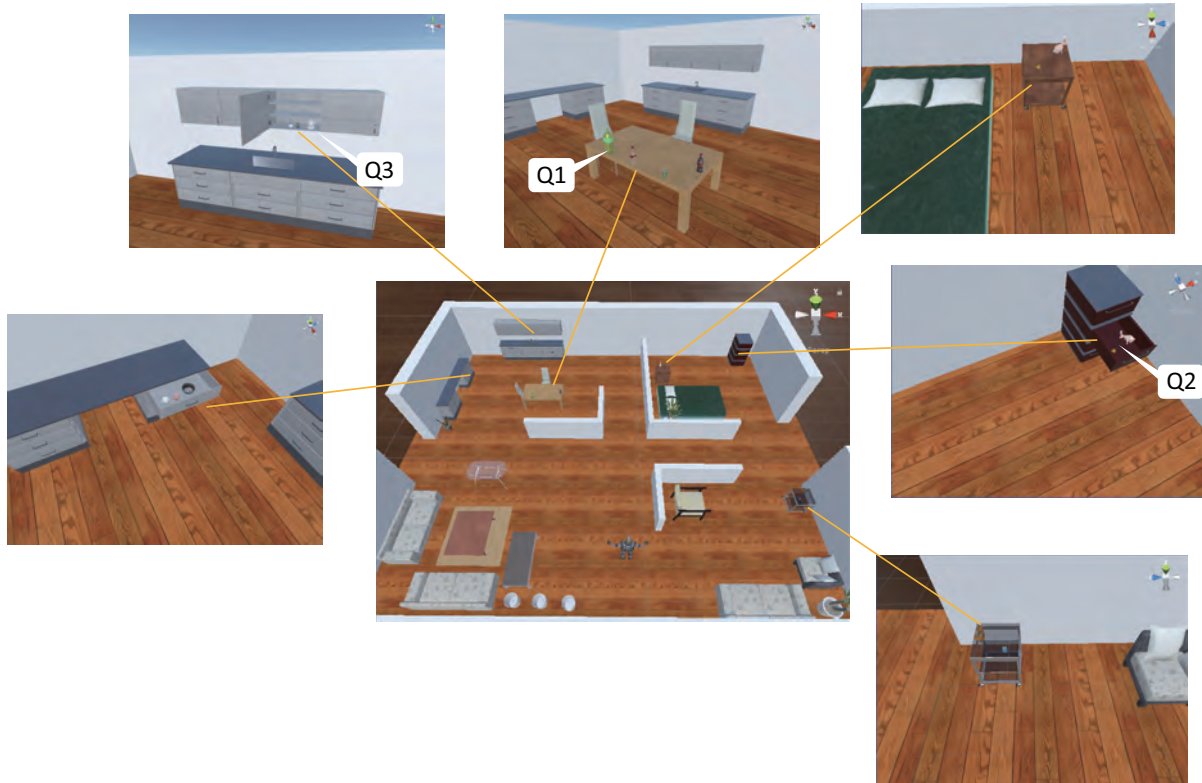


図 2: Human Navigation タスクの環境。Q2 のベッドルームには茶色のテーブルがあり、そこにも同じウサギのぬいぐるみが置いてある。また、Q3 の戸棚の中には白いシュガーポットの他に白いビンも置いてある。