

心象映像によるエージェントの内部状態表現

Displaying agent's internal state by the mental image

藤原 菜々美*¹ 尾関 基行*¹ 岡 夏樹*¹
 Nanami FUJIWARA Motoyuki OZEKI Natsuki OKA

*¹京都工芸繊維大学
 Kyoto Institute of Technology

In this paper, we first introduce our approach to give an agent (e.g., a robot) a working memory and to display the content of the working memory as the mental image of the agent. We then examine the effect of our method on the user in terms of agent's anthropomorphism. In this experiment, the subjects teach names and usages of some objects to the agent and the agent displays its internal state. The result suggests that the mental image expression intends to make the user feel that agent is human.

1. はじめに

アザラシ型のセラピーロボットや、案内ロボットなど人とインタラクションできるロボットが身近になりつつあり、研究レベルでは、介護支援ロボットや人間共存型ロボットなど開発が進められている [清水 00][西村 02][菅野 09]。一方、ロボットが身近な存在になるにつれて、人とのコミュニケーションに関する問題が生じる可能性が出てくる。その一つに、ロボットがいま何を考えて（処理して）いるのか、次に何をしようとしているのか周りの人から推測しづらいことが挙げられる。その大きな要因として、人同士のコミュニケーションで重要な役割を果たすノンバーバル情報の表出がロボットには不足していることが挙げられる。その結果、円滑なコミュニケーションがとれず敬遠されたり、子どもやお年寄りが近くにいる状況では危険が生じる恐れもある。

この問題を解決するには、エージェントの内部状態（エージェントがいま何を考え、次に何をしようとしているのか）を相手にうまく知らせる方法が必要である。エージェントの内部状態表現の方法として、表現や仕草・音声の抑揚などの人が本来持っているノンバーバル情報をエージェントが利用できるようにしていくアプローチがあるが、一般家庭用エージェントとしてはコストがかかりすぎる。LEDの明滅やピーブ音といった安価なデバイスを用いてシンプルな表出でエージェントの内部状態を伝達する Artificial Subtle Expression (ASE) [小松 10] もあるが、伝達できる情報量が限られてしまう。

これらのアプローチに対し、我々はディスプレイデバイスを用いてエージェントの内部状態を表現する。ディスプレイデバイスは、表示できる情報が多く、比較的安価であり、デバイスの種類が多いため様々なエージェントに適用できる。しかし、一方で、処理ダイヤグラムのようなものを表示するだけでは擬人化を損ねてしまうという欠点がある。

この問題に対して、本研究では、人が日常的に経験している「心象」を連想させる映像表現を用いてエージェントの内部状態表現を行うことを考えた。これを実現するために、エージェントにワーキングメモリを模した機能を与え、その中身をエージェントの「心象」としてディスプレイに表示する [尾関 10a]。

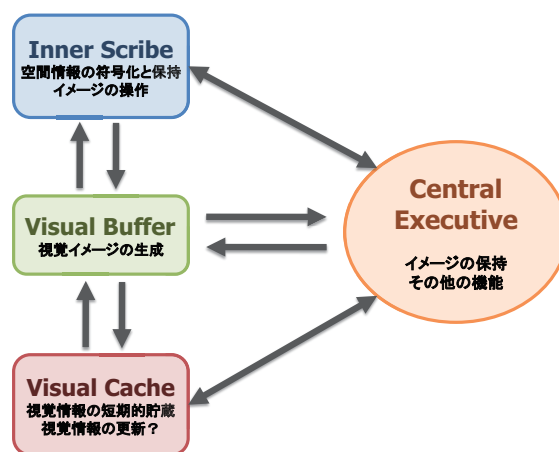


図 1: Pearson (2001) の VC-VB モデル

本稿では、まず提案手法のアイデアを概説し、続いて、その有効性を確認するための評価実験について述べる。実験では、提案手法を実装したエージェントに対して物体の名前や使い方を教えるタスクを実験協力者に行ってもらい、提案手法が相手の人に与える印象と現時点でのワーキングメモリの実装の性能を調べた。

2. 心象映像による内部状態表示

「心象」が何であり、脳内でどのように実現されているかについてはほとんど分かっていないが、本研究では「心象」をヒトのワーキングメモリの一部をイメージ化したものととらえる。そこで、ヒトのワーキングメモリを模したモデルをエージェントに実装し、その中身をディスプレイを通して外部に表現することでエージェントの「心象」を表すことにした。

ワーキングメモリには様々な認知モデルが提案されているが、本研究では、心象表現と親和性が高いという理由から Pearson (2001) のモデル [Andrade 02] を採用することにした (図 1)。

以下、Pearson のモデルの各構成要素について説明する。

Inner Scribe : 空間情報 (位置・経路・運動) の符号化と保持の役割を担う。

連絡先: 京都工芸繊維大学情報工学部門

〒 606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町

E-mail: ozeki@kit.ac.jp

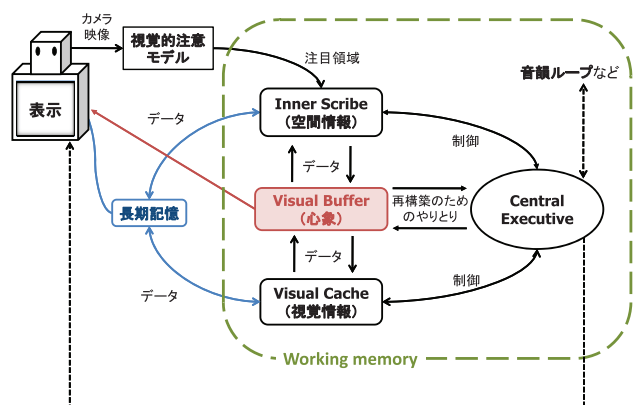


図 2: 本研究の最終目標のモデル

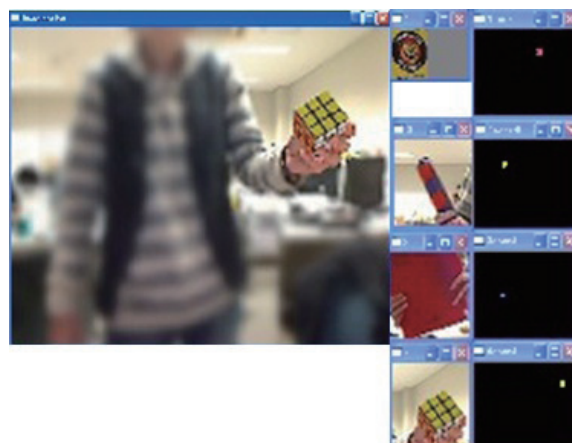


図 4: システムの出力例

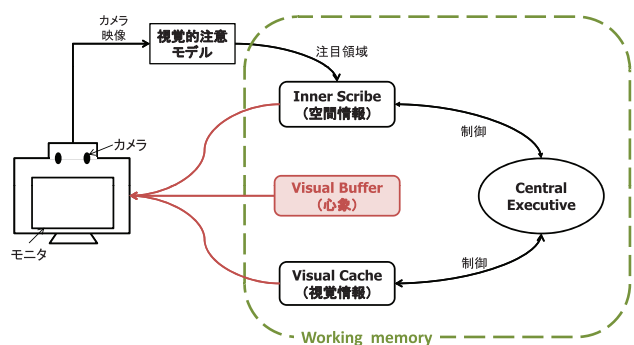


図 3: 現時点のモデル

Visual Cache : 視覚情報 (明るさ・形態・色) を保持する .

Visual Buffer : 空間情報と視覚情報を統合する . 生成されたイメージは徐々に衰退するが , 必要に応じてイメージが保持される [川原 08] . 本手法では Visual Buffer の中身を「心象」として映像的に表現する .

このうち , 現時点で完成している部分は , 視覚に関するワーキングメモリの一部である (図 3) .

3. システム

以下 , Pearson のモデルの Inner Scribe , Visual Cache , Visual Buffer の実装について順に説明する .

Inner Scribe

Visual Cache に保持された視覚情報に対応して , 空間情報を保持する . 現在は入力映像上の位置を “*” で表示している (図 4) . 本来 , Inner Scribe には経路や動きも蓄えられていると考えられているが , 現状では位置を保持するに留まっている .

Visual Cache

注意を向けた視覚情報の画像を切り取り , その色ヒストグラム情報と共に保持する . 既にワーキングメモリに保持されているオブジェクトに再度注意が向けられワーキングメモリに入った場合に重複保持することを避けるため , ワーキングメモリ内に同じオブジェクトが既に保持されていないか確認する . オブジェクトの同定には , 新たに入ってきた画像とワーキング

メモリ内の画像の色ヒストグラム間の距離を計算し , 閾値よりも小さければ同じオブジェクトとみなし破棄する . 現状では , 保持するオブジェクトは , オブジェクトの輪郭を含む矩形での切り出しにとどまっている . 色ヒストグラムは , 矩形内に含まれる背景やオブジェクトの大きさによって値が左右されやすいため , 同じオブジェクトであっても別のオブジェクトと誤認識してしまう場合もある .

Visual Buffer (心象)

人はあるオブジェクトに注目すると , 視野内でもオブジェクト以外の部分ははっきりと見えていない . 注視点を中心として周辺の解像度を落とした形で実世界を映し出すことで , 人は普段経験しているように感じることができる . 具体的には , 注視点を中心とする矩形を除く画像全体にガウシアンフィルタをかけることで , 注視点以外をぼかす手法をとっている . 将来的には , 現在見ている箇所だけでなく , エージェントの内部処理で利用されているオブジェクトを再構成・再配置したのも表示したい .

処理の流れ

現在の実装の流れを以下に示す .

1. エージェントが注意を向けたオブジェクトがワーキングメモリに入ってくる [尾関 10b] . ワーキングメモリの中では , 注意のモデルでの尤度を優先度として , その値が高い順に保持される . 時間経過に伴い , 優先度は一定の割合で小さくなっていく .
2. 一定時間 (本実験では 1.2 秒) ごとにワーキングメモリ内の更新が行われ , 新たに優先度が高い順番に並び変えられる .
3. ワーキングメモリが保持可能な四つ目以内に入れなかったオブジェクトはワーキングメモリから消えていく .
4. 入ってきたオブジェクトがワーキングメモリ内に既に存在すると判断された場合は , そのオブジェクトの優先度を上げる .

1~4 の処理を繰り返すことで , 最大四つまでのオブジェクトの位置と外観が表示され , 注目され続けているオブジェクトはワーキングメモリに長く残る .



図 5: 条件 1 のエージェントの例



図 6: 条件 2 のエージェントの例

4. 実験

実験目的・方法

本実験では、提案手法を実装したエージェントに対して、実験協力者に物体の名前や使い方を教えてもらい、次のことを確かめた。

実験 1 : 提案手法が相手の人に対して与える印象

実験 2 : 現時点でのワーキングメモリの実装の性能

実験 1 では、実験協力者にワーキングメモリの中身を見せた場合とそうでない場合で、それぞれどのような印象を受けたかをアンケートによって調べた。実験 2 では、実験 1 で得たデータを元に、実験協力者が教えた物体がどの程度正しくワーキングメモリに残っているかを調べた。

エージェントとして、子どもに物体の名前や使い方を教えてくれる玩具のシステムを想定した。このシステムは、液晶モニタとカメラで構成されており、事前に物体の名前と使い方を登録しておく必要があるものとする。実験ではこの登録作業をしてもらうよう実験協力者に依頼した。

実験協力者は、このエージェントに対して順番に物体を見せながら口頭で名前や使い方を説明していく。ワーキングメモリに何らかの物体が新規に登録されたら「ポン」という音を鳴らして実験協力者にその旨を伝える。

実験協力者には、エージェントのモニタの表示内容について、以下二つの条件で実験を行ってもらった。

条件 1 : 内部状態として、カメラの映像と処理過程のログ(テキスト)を見せる(図 5)

条件 2 : 内部状態として、ワーキングメモリの中身 (Inner Scribe, Visual Cache, Visual Buffer) を見せる(図 6)

実験協力者は 3 人で、条件 1 条件 2 の順で 1 人、条件 2 条件 1 の順で 2 人、それぞれ取り組んでもらった。

エージェントに登録してもらう物体は 12 個用意した。これらの物体を実験協力者に自由に二つの群に分けてもらい、条件 1 と条件 2 でそれぞれの群を使ってもらった。実験環境(研究室)では背景の明度と彩度が低いため、12 個の物体として、赤・黄・緑などの明るくて鮮やかなものを選んだ。将来的には認識しやすい物体を選ばずに使えるよう改善していく予定である。

実験結果・考察

アンケート結果を図 7, 図 8 に示す。実験 1 では、条件 1 と条件 2 で、エージェントの内部状態表現が相手の人に対して与える印象を比較した。アンケートの平均から大きく差が開いたのは、「人間らしさ」と「生き物らしさ」の指標であった。特に「人間らしさ」の中の「意識を持たない - 意識を持っている」という項目に関しては、実験協力者 3 人全員が、条件 2 (ワーキングメモリの中身を見せる) ではほぼ意識を持っている、条件 1 では全く意識を持っていないと回答した。また、「生き物らしさ」の中でも、「生きている」「生き生きとした」「有機的な」「生物的な」の項目において、条件 2 の方が条件 1 よりも高い値をとるという結果になった。自由記述の感想では「条件 2 の方が教えやすかった」や「条件 1 が条件 2 より機械的に思えた」という回答が得られた。今回の実験では被験者が少ないため統計的検定は実施できていないが、提案手法は単にディスプレイにカメラの映像や処理過程のログを見せる場合よりも、エージェントを生き物らしく、意識を持っているようにみせる可能性があることを示唆する結果となった。

実験 2 では現時点でのワーキングメモリの実装の性能を調べた。実験 1 で得られた結果をもとに分析した結果、特に目立ったのは同じ物体でも同定を失敗しているもののがかなり多いということである。本来ならワーキングメモリに既に入っている物体と同じ物体がワーキングメモリに入ってきた場合、同じ物体とみなして優先度を上げるべきである。しかし、色ヒストグラムによる同定精度が低いため、次々と新しい物体としてワーキングメモリの中に入ってしまった。

5. 今後の展開

Inner Scribe での経路や動きの保持に関しては、オプティカルフローと HMM などを併用することを考えている。次に、実験 2 で判明したように、物体の同定精度の改善が必要である。色ヒストグラムは、切り出した矩形内に含まれる背景オブジェクトの大きさによって値が左右されやすい。これは、注目したオブジェクトそのものの形で切り出すようにすることで改善できると考えている。更に、「心象」で Inner Scribe と Visual Cache の情報を統合して再構成する必要がある。そのためには、現在注目しているオブジェクトから長期記憶内のオブジェクトを連想する機能が必要である。

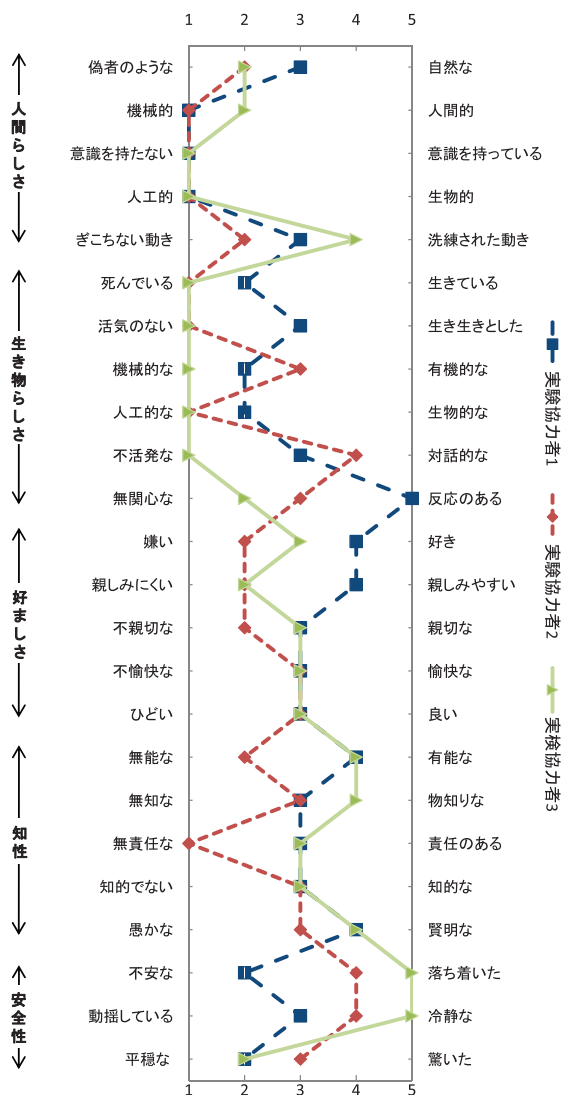


図 7: 条件 1 のアンケート結果

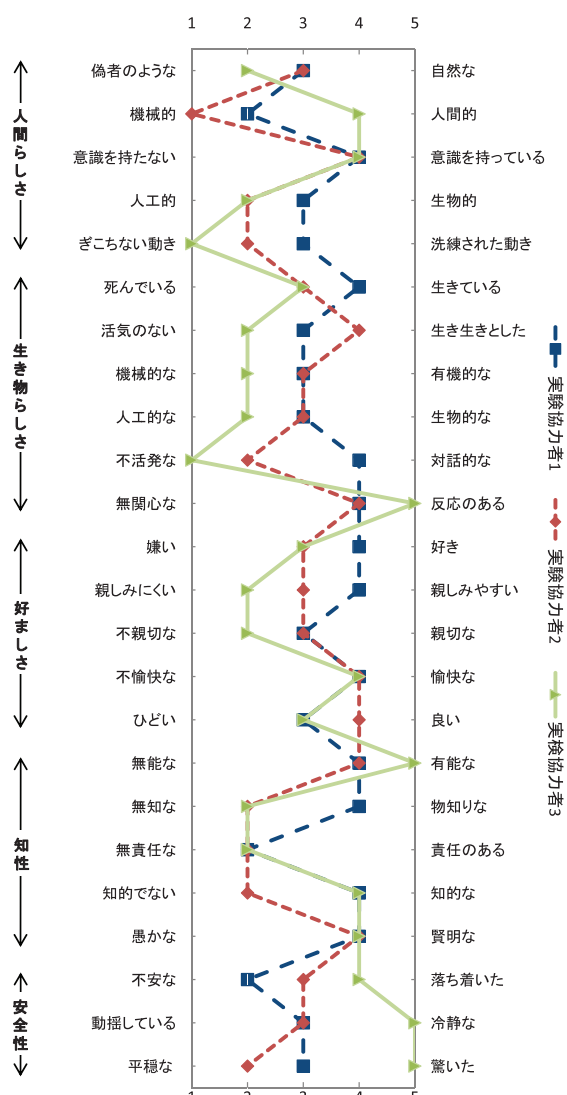


図 8: 条件 2 のアンケート結果

参考文献

[清水 00] 清水 和紀, 東田 明弘, 沖 善成, 中野 康英, 柴田 崇徳: さわり心地を重視したアザラシ型メンタルコミットロボット, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 1A1-80-116 (2000)

[西村 02] 西村 竜一, 李 晃伸, 猿渡 洋, 鹿野 清宏: 音声対話機能を持つ受付案内ロボット ASKA の実装, 日本音響学会講演会講演論文集, pp.37-38 (2002)

[菅野 09] 菅野 重樹, 菅岩 泰亮, 岩田 浩康: 人間共存ロボットにおける生活支援のためのビジョン技術, 日本ロボット学会誌, vol.27, no.6, pp. 596-599 (2009)

[小松 10] 小松 孝徳, 山田 誠二, 小林 一樹, 船越 孝太郎, 中野 幹生: Artificial Subtle Epressions: エージェントの内部状態を直感的に伝達する手法の提案, 人工知能学会誌, Vol. 25, No. 6, pp. 733-741 (2010)

[Andrade 02] Andrade, J. ed.: *Working Memory in Perspective*, chapter 2, Psychology Press (2002)

[川原 08] 川原 正広: 視空間作動記憶における内部構造と機能的役割に関する検討, 東北大学 博士論文, pp. 24-124 (2008)

[尾関 10a] 尾関 基行, 藤原 菜々美, 岡 夏樹: シースルーワーキングメモリ: エージェントの心象表示による新しいコミュニケーションに向けて, HAI シンポジウム, 1B-5 (2010)

[尾関 10b] 尾関 基行, 井上 茉莉子, 柏木 康寛, 岡 夏樹: 粒子フィルタを用いた視覚的注意モデルによる注視制御 ~ どんな風に注意を払うかを制御する ~, 2010 年度人工知能学会全国大会 (第 24 回) 論文集, 3E1-3 (2010)