

# 自己組織化マップによる共同注意の学習速度の向上

森田章生 (阪大院) 吉川雄一郎 (阪大院) 細田耕 (阪大院・阪大 FRC)  
長井志江 (阪大院) 浅田稔 (阪大院・阪大 FRC)

## Acquisition of Joint Attention based on Self-Organizing Map

\*Akio MORITA (Osaka Univ.), Yuichiro YOSHIKAWA (Osaka Univ.),  
Koh HOSODA (Osaka Univ., Handai FRC), Yukie NAGAI (Osaka Univ.),  
Asada MINORU (Osaka Univ., Handai FRC)

**Abstract**— This paper proposes a learning method to acquire the ability of joint attention, an ability to attend to the object that the partner (a caretaker) attends to, without any explicit reward. To make the learning time short, a self-organizing map is used to compress the images of the partner's face. Experimental results show the effectiveness of the proposed mechanism.

**Key Words:** joint attention, self-organizing map, communication, bootstrap learning

### 1. はじめに

人間がコミュニケーションの能力を獲得する最初のステップとして、共同注意という行動があげられる<sup>1)</sup>。共同注意は「自己が他者と同時に同一の対象物を見ること」と定義される。この能力をロボットが獲得することができれば、人間とコミュニケーションをとることが可能になると考えられる。また、ロボットを通して共同注意の学習メカニズムを研究することで、人間の発達メカニズムの理解にもつながると期待される。

ロボットの共同注意の獲得については、これまでさまざまな研究が行われてきている。筆者らのグループはロボットに対して明示的に評価を与えなくても、ロボットが自律的に共同注意を学習できるメカニズムを提案し、これによって段階的な共同注意の獲得を説明できるのではないかと考えている<sup>2)</sup>。しかしここで提案されている学習則は高速でないため、ロボットと共同注意を共有する「養育者」の顔画像と対象物の位置に関して、膨大な学習例と学習時間を必要とした。しかし、共同注意はロボットと人間のコミュニケーションであり、これをできるだけ高速に獲得することが必要であると考えられる。

そこで本報告では、提案されている共同注意の学習法を高速化するために、養育者の顔を自己組織化によって分類し、これによって全体的な学習を早める方法を提案する。

### 2. 共同注意のメカニズム

筆者らが提案する共同注意の学習メカニズムを Fig. 1 に示す。本メカニズムは特徴抽出器、視覚フィードバック制御器、学習器、ゲート、自己評価器の五つのモジュールで構成される。ロボットは、画像内に特徴的な対象物が存在する場合、視覚フィードバック制御器によって注視することができる。学習の初期では、ゲートによって、この視覚フィードバック制御器からの出力がロボットの制御に主に採用されるようになっていく。同時に、養育者の顔の特徴量とロボット制御のために用いられる出力の関係をニューラルネットワークによ

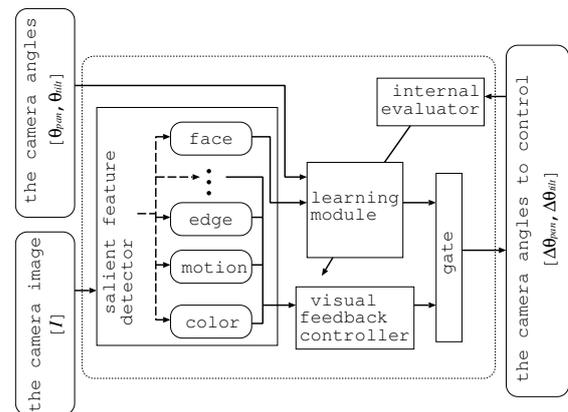


Fig.1 The proposed mechanism for joint attention

て構成される学習器によって学習する。学習が進むにつれ、ゲートは後者の学習器からの出力を主に採用するように移行する。

このメカニズムでは、養育者がどの対象物に注意していたかということロボットに明示的に教示しなくても、環境中に特徴的な対象物が有限個さまざまな位置に配置される、つまり動的な環境であることを利用することによって、共同注意を獲得できることが示されている。

筆者らによる先行研究<sup>2)</sup>では、養育者の顔画像を  $25 \times 25$  ピクセルの白黒画像として、そのまま学習器であるニューラルネットワークに入力していた。しかしこの方法では、ニューラルネットワークの学習がかならずしも速くないため、実際の実験においては、ロボットと共同注意を共有する養育者の顔画像と、対象物の位置をあらかじめ数十例貯めておき、それを繰り返し学習器に入力して学習させるという事実上のオフライン学習を行っていた。しかし、共同注意はロボットと人間のコミュニケーションであり、これをできるだけ高速に獲得することが必要であると考えられる。

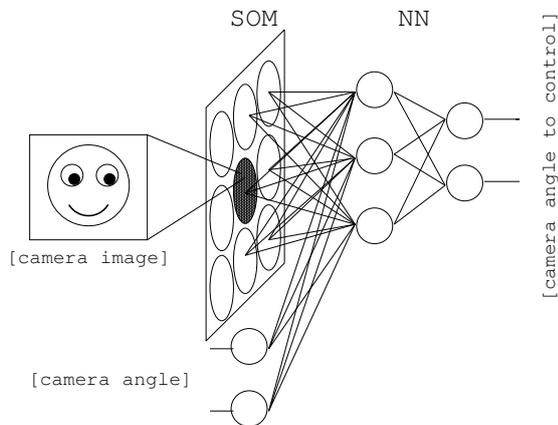


Fig.2 A self-organizing map used for the mechanism

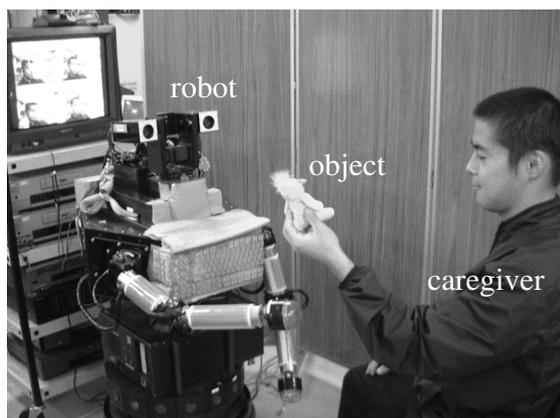


Fig.3 The experimental environment for joint attention

### 3. 自己組織化マップによる顔画像の分類

養育者の顔が  $25 \times 25$  ピクセルの 8 ビット白黒画像としてネットワークに与えられるのに対し、ロボットに対する制御入力にはカメラのパン・チルトの 2 変数であるため、顔画像に関する情報が極めて冗長であることが予想される。そこで本報告では、養育者の顔画像を自己組織化マップに入力することによりあらかじめ少数に分類し、このマップに基づいた観測結果をニューラルネットワークに入力することによって学習の高速化を計る (Fig. 2)。ただし、人間とロボットのコミュニケーションを円滑にするために、自己組織化の過程ができるだけ短時間である方が望ましい。

#### 3-1 実験結果

Fig. 3 に示すような実験環境内で、人間が適切にあちこちを向く動作を観測することによって、ロボットは非同期にデータを収集、自己組織化マップを実時間で構成する実験を行った。あらかじめ用意された顔の 5 つのテンプレートを全画像内で探索し、もっとも関連の高いものを顔画像として自己組織化マップの入力とした。顔画像の大きさは  $50 \times 50$  ピクセルで 8 ビットの白黒画像を用いた。実際に  $5 \times 5$  の自己組織化マップを用いて分類された養育者の顔画像を Fig. 4 に示す。画像処理と自己組織化マップの学習は、十分に速く 2 フ



Fig.4 Obtained images by the self-organizing map

レーム程度で処理が終わるため、図に示すような顔画像のテンプレートは養育者がロボットの前に座ってから 3 分ほどで形成される。図より代表的な顔のパターンはほぼ自己組織化マップの特徴として獲得されることがわかる。

#### 4. おわりに

本報告では共同注意を高速に獲得するために、養育者の顔画像を自己組織化マップによってあらかじめ分類し、これを学習器に入力する方法を提案した。また自己組織化マップによる顔画像の分類の実験を行い、顔画像の分類が短時間に行われることを確認した。

実際の人間の幼児の場合にも、発達段階としてはまず首を動かさずに養育者の顔を観察する時期があり、その後実際に自分の首を動かすことによって共同注意の行動を獲得していると考えられる。ロボットの場合にも、最初から養育者の顔の分類と共同注意の学習を進めると、学習の不安定化を招きやすく、学習の安定化を図るためにも、このような初期の学習バイアスをかけておくことは有効であると考えられる。

今後は、このような初期の分類によって共同注意がスムーズに獲得できることを、実験によって検証し、共同注意の学習を進める上で、既に得られている顔画像の分類を見直していけば、効率的な学習と、ロボットの柔軟な行動を両立させることができるかを検討する必要がある。

#### 参考文献

- 1) Chris Moore, Philip J. Dunham (大神英裕監訳) (編). ジョイント・アテンション - 心の起源とその発達を探る. ナカニシヤ出版, 1999.
- 2) 森田, 長井, 細田, 浅田, 視覚フィードバックと自己評価による共同注意の段階的獲得. ロボティクス・メカトロニクス講演会'03, 2P1-3F-C2, 2003.