

Title	Developmental Model of Joint Attention by Utilizing Contingency in Interaction
Author(s)	住岡, 英信
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1846
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【17】

氏名	住岡英信（すみおかひでのぶ）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第　22476　号
学位授与年月日	平成20年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科知能・機能創成工学専攻
学位論文名	Developmental Model of Joint Attention by Utilizing Contingency in Interaction （相互作用の随伴性を利用した共同注意発達モデル）
論文審査委員	（主査） 教授 浅田　稔 （副査） 教授 石黒　浩　准教授 細田　耕　教授 菅沼 克昭 教授 中谷 彰宏　教授 平田 勝弘　教授 南埜 宜俊 教授 安田 秀幸

論文内容の要旨

相手と同じものを見るという共同注意は，ヒトの間のコミュニケーションだけでなく，ヒトとロボットとのコミュニケーションにおいても重要な役割を果たすといわれている．ヒトの乳児は視線追従や指差しなどの共同注意を達成するための行動を養育者との相互作用を通して獲得していくと言われているがどのように獲得しているのかは未だ明らかでない．そこで本研究では，共同注意に関連する複数の行動の獲得メカニズムの理解とこれらの能力をロボットにおいて実現するために，共同注意を実現するための様々な行動をヒトの乳児のように養育者との相互作用を通して逐次的に獲得していくロボットの実現を目指した．このようなロボットを実現するために本研究では養育者を含む周りの環境との相互作用の随伴性に着目し，随伴性の発見とそれを再現することを繰り返すことで共同注意関連行動を逐次的に獲得していくことを考えた．問題は随伴性の発見と，発見した随伴性を再現しながら共同注意関連行動を逐次的に獲得するためのメカニズムであった．本論文では次のようにこれらの問題に取り組んだ．

まず２章にて乳児の共同注意の能力の発達について概観し，獲得されるべき行動の確認を行った．またロボットによる共同注意関連行動獲得の従来研究と本研究を比較することでその違いを明らかにした．３章では問題を数学的な表現で記述し，随伴性の発見やその再現を確率変数の組合せにて表現した．

次に養育者とロボットの相互作用の随伴性を評価するために４章にて情報量の１つである移動エントロピーに基づいた指標を提案した．提案した指標を用いて視線追従を獲得することのできる随伴関係を発見できるかを調べるシミュレーション実験を行った結果，提案指標にてその随伴関係を発見できることを確認した．

５章では４章にて提案した指標を用いて相互作用の随伴性を発見し，それを再現する行動を獲得していくためのメカニズムを提案した．提案指標に基づいて随伴性を再現する行動を決定した．提案メカニズムを備えたロボットと養育者との相互作用のシミュレーション実験においてロボットが逐次的に共同注意関連行動をヒトの乳児の発達と同じような順番で獲得することを確認した．

さらに６章では５章にて提案したメカニズムを実際のロボットに適用することを目指して，実際のヒトとロボットの視線での相互作用での視線追従行動の獲得を取り上げた．このとき問題となるのは随伴性を利用して適切

に学習するためにいつ視線を切り替えるかをロボットがどうやって決めるかであり，動きの情報に基づいた視線切り替えが提案された．実際のヒトとロボットの相互作用による実験から動きの情報を利用して視線を切り替えることで効果的に視線追従行動を獲得できることを示した．最後に本論文の結論が述べられ今後の課題が挙げられた．

論文審査の結果の要旨

相手と同じものを見るという共同注意は，他者の意図理解や言語コミュニケーションにおいて重要な役割を果たす．共同注意を実現するための行動として視線追従や指差しなどいくつか挙げられるが，それらを乳児がどのように獲得しているのかは未だ明らかでない．本論文は，認知発達ロボティクスの観点から，共同注意に関連する行動を乳児のように養育者との相互作用を通して逐次的に獲得していくロボットを実現している．そのために本論文では次のような問題に取り組んでいる．

- 学習すべき関係に関して養育者からの明示的な教示がない状況での複数の共同注意関連行動獲得
- 学習すべき関係をいつ学習すべきかが明らかでない状況での共同注意関連行動獲得

これらの問題に対して，本論文では養育者との相互作用の随伴性に注目し，獲得メカニズムを提案している．

前者については随伴性の発見とその再現が複数の共同注意関連行動獲得を可能にするという仮説の下，随伴性発見のために情報理論に基づいた指標を提案し，さらにそれを用いて随伴性の発見とそれを再現するための行動を獲得する学習メカニズムを提案している．計算機シミュレーションによるロボットと養育者による対面相互作用実験により，提案メカニズムによって相手の視線を追従する視線追従行動や相手と対象物を交互に見る交互注視といった共同注意関連行動を逐次的に獲得することが可能であることを示している．またその結果と実際のヒトの乳児の発達過程との類似点についての議論も行っている．

後者の問題として，本論文では実際のロボットと人とが自律的に視線を切り替える場面での視線追従行動獲得を取り上げている．そのような場面で随伴性を利用しながら視線追従を獲得するためには，相手の視線切り替えのタイミングに合わせて行動する必要がある．本論文では環境の動き情報がロボットにそのような相手の視線切り替えのタイミングを非明示的に知らせるという考えの下，動きの情報に基づいて視線を切り替えながら随伴性を利用して視線追従行動を学習する構造を提案している．実際のロボットと人との対面相互作用実験により，提案構造によってロボットが効果的に視線追従行動を獲得できることを示している．

以上のように，本論文では共同注意関連行動の獲得における基本的な問題が取り組まれており，養育者との相互作用の随伴性に関しての従来研究にはない考えに基づきその解決を試みている．ロボットによる複数の共同注意行動獲得メカニズムの提案という点だけでなく，ヒトの乳児の発達過程の理解においても貢献した研究であると考えられる．よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める．