

人とエージェントの協調学習システムにおける社会的知性の有効性

森島 泰則	国際基督教大学 教養学部
中嶋 宏	オムロン株式会社 技術本部コントロール研究所
山田 亮太	オムロン株式会社 技術本部コントロール研究所
Scott Brave	Department of Communication, Stanford University
Heidy Maldonado	School of Education, Stanford University
Clifford Nass	Department of Communication, Stanford University
川路 茂保	熊本大学 大学院自然科学研究科システム情報科学専攻

1. はじめに

人間は社会的動物であり、社会なくしては生きていけない。社会で生き抜くための知恵や能力が社会的知性である。本研究では、この社会的知性を応用するドメインとして「学習」を取り上げ、これを支援する協調学習システムを検討する。協調学習システムでは、他者に教えることによる学び、他者を観察することによる学びを活用することが提案されている[笠井 1999, Davis 2003]。また、Shiらは、自己組織化マップを利用した学習者モデルを構築し、学習者に合わせて学習プロセスを個別適応させようとした[Shi 2002]。社会的知性の観点から見ると、これらはエージェントに社会的役割を付与し、人-機械協調システムを効果的に成立させる試みとみることができる。一方、社会的知性には感情、パーソナリティといったものも含まれ、これらの情緒的機能の活用も考えられる。我々は、共同学習者のエージェントを導入した学習システムを研究開発している。このシステムでは教室をメタファーとして採用し、指導者と各学習者および各学習者同士の対話を可能にした(図1参照)。これにより、学習者-指導者間の対話の観察による学びや、学習者間での教えあいによる学びなどを実現することができる。そういったインタラクションの中に発生する、仲間意識や競争関係などの情緒的側面を学習に効果的に利用する方法を研究している。本研究では、このような社会的知性の情緒的機能に焦点を当て、エージェントに感情およびパーソナリティを明示的に与えることが、学習者の学習パフォーマンスおよびフィーリングについてどのような影響を与えるかを実験的に検証した。

図1 システム・インターフェース



2. 実験

2.1 方法

日本語を母語とする、国際基督教大学在学生77名を対象に、語学学習教室にて実験を実施した。実験にあたって、以下の3種類の条件を用意した。

- A) 共同学習者エージェントなし: インタフェース上には、指導者エージェントと学習者アバターのみ表示される。
- B) 心のモデルを内蔵しない共同学習者エージェントあり: 指導者エージェントと共同学習者エージェント、学習者アバターの3者が表示される。共同学習者エージェントは、感情表現および社会的応答をせず、始終「ポーカー・フェイス」である。
- C) 心のモデル内蔵型の共同学習者エージェントあり: 条件B)と同じく3者が表示される。共同学習者エージェントは、フレンドリーなパーソナリティをもち、自分や被験者の正答率によって感情表現を変化させる。

被験者は、無作為に上記3条件のいずれかに配置された。手順書と口頭によりアプリケーションの操作方法について教示を受けた後、学習セッションを行った。学習には、慣用句に関する問題を指導者エージェントが提示し、それに答えるという質問応答形式、解答方法は多肢選択法を用い、各問題について指導者エージェントからフィードバックと解説が表示された。学習セッションの後、Webブラウザを使ってアンケートに回答した。アンケートには、アプリケーション全体に対する印象評価、主観的習得度評価、共同学習者エージェントに対する印象評価、そして学習内容の定着度を測る小テストも含まれていた。

2.2 結果

アンケートでは、被験者が自分は学習内容が習得できたと感じたか、という主観的習得度評価(10段階評価)を行った。結果を表1に示す。エージェントあり条件(心のモデルあり、なしの2条件)の平均とエージェントなし条件の学習度自己評価の差は有意であった[F(1,76) = 5.32, p < .05]。これは同じ学習内容であっても、共同学習者エージェ

ントを備えたアプリケーションで学習した方が、学習内容、および学習経験により肯定的印象を持ったことを示している。したがって、学習定着度テストの結果（表2参照）も参考してみると、共同学習者エージェントが存在した方が、より学習効果が上がるという仮説が支持されたと考えられる。しかし、エージェントありの2条件について、心のモデルを装備している場合とそうでない場合では、主観的習得度評価に有意差は認められなかった。

表1 主観的習得度評価

条件	エージェントなし	エージェント心のモデルなし	エージェント心のモデルあり
平均値	3.86	4.96	5.28
標準偏差	2.08	2.34	2.31

表2 学習定着度テスト結果（のべ回答数に対する比率）

条件	正答率	無回答率
エージェントなし	.51	.27
エージェント心のモデルなし	.60	.22
エージェント心のモデルあり	.69	.07

では、心のモデルの効果はなかったのであろうか。そこで、エージェントに対する親しみ度や好感度などの主観的評価を要因として、それがアプリケーション全体の印象や有益性評価にどんな影響があるかを分析した。心のモデルの有無に関わらず、エージェントに対する好感度とアプリケーションに対する印象、評価の間に正の相関が見られたが、心のモデルの効果があるとすれば、この傾向は一様ではなく、条件要因（心のモデルの有無）とエージェントへの親しみ度要因の間に交互作用が見られるはずである。分析の結果、以下の評価尺度について有意な交互作用が認められた。

- (1) アプリケーションの使いやすさに関する評価 [F(1, 51) = 6.11, p < .05]
- (2) 学習者に薦めるといったアプリケーションに対する態度 [F(1, 51) = 7.17, p < .01]
- (3) イライラせず学習できたというような学習環境に関する評価 [F(1, 51) = 6.62, p < .05]
- (4) アプリケーションは役に立ったというような実用性についての評価 [F(1, 51) = 3.36, .05 < p < .075]
- (5) アプリケーションの学習支援度評価 [F(1, 51) = 3.28, .05 < p < .08]

3. 考察と結論

実験結果を要約すると、以下の点が明らかになった。

- (1) 共同学習者エージェントが存在する方が、アプリケーション利用時の学習効果が上がる。
- (2) 心のモデルによって、共同学習者エージェントがパーソナリティや感情表現を表出する方が、アプリケーションの有効性や実用性の評価にもより肯定的な効果をもたらす。

ここで強調されるべき点は、共同学習者エージェントは、学習者（被験者）にヒントを与えたり、答えを教えたり、といった学習支援行動は全く行わないにもかかわらず、エージェントの存在の有無、心のモデルの有無によって、アプリケーションの有用性の評価に影響が出たということである。この実験結果は、Media Equation 理論[Reeves 1996]が主張するように、相手がたとえエージェントのような人工的な存在であっても、学習者（被験者）とエージェントとの間には社会的関係が成立すること、その関係の性質やインタラクションの内容によって、学習効果やアプリケーションに対する印象と行った社会的行動（心理的なものも含む）に影響を及ぼすことを明らかにしたといえる。

本稿では人間-機械協調システムにおける社会的知性の重要性を指摘し、感情とパーソナリティに焦点をあてた。その適用として、協調学習システムにおいて、心のモデルを内蔵したエージェントがシステムの学習効果を引出すと同時に利用者のフィーリングも満足させることを仮説し、心理実験によってその効果を検証した。今後、本研究で用いた心のモデルをさらに拡張し、多くの種類のアプリケーションに応用していくことで、より優れた人間-機械協調システムの設計論を構築していくことが今後の研究課題である。

◇参考文献◇

- [Davis 2003] Davis, J., Leelawong, K., Belyne, K., Biswas, G., Vye, N., Bodenheimer, R., and Bransford, J.: Intelligent User Interface Design for Teachable Agent Systems, in *Proc. of International Conference on Intelligent User Interface*, pp.26-33, Miami, Florida, U.S.A. (2003)
- [笠井 1999] 笠井俊信, 岡本敏雄: 仮想的協調学習環境におけるエージェント間コラボレーション, *情報処理学会論文誌*, Vol.40, No.11, pp.3934-3945 (1999)
- [Reeves 1996] Reeves, B. and Nass, C.: *The Media Equation*, Cambridge University Press (1996)
- [Shi 2002] Shi, H., Revithis, S., and Chen, S.: An Agent Enabling Personalized Learning in e-Learning Environment, in *Proc. in the 1st International Joint Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems*, pp.847-848, Bologna, Italy (2002)