

開 一夫

東京大学大学院総合文化研究科
教授

ペダゴジカル・マシン: 教え教えられる人工物の発達認知科学的基盤

§ 1. 研究実施体制

(1)「東大」グループ

- ① 研究代表者: 開 一夫 (東京大学大学院総合文化研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・ CG 版ペダゴジカル・マシンの開発及び評価実験・分析
 - ・ 乳児を対象とした行動実験・分析: 表情と直示的 Cue との関連性の検討
 - ・ 相互作用計測ルールの改良・改善および模倣実験

(2)「東工大」グループ

- ① 主たる共同研究者: 長谷川 修 (東京工業大学情報工学研究所、准教授)
- ② 研究項目
 - ・ モーションニューズデータの解析
 - ・ 教え・教えられる人工物の基盤技術の構築

(3)「学芸大」グループ

- ① 主たる共同研究者: 林 安紀子 (東京学芸大学教育実践研究支援センター、教授)
- ② 研究項目
 - ・ 乳幼児の音声言語学習に及ぼす認知的・社会的要因の基礎的検討
 - ・ 教育現場での実践的検討

(4)「慶應大」グループ

- ① 主たる共同研究者: 今井 倫太 (慶應義塾大学理工学部、准教授)
- ② 研究項目

- ・母子間コミュニケーションを活性化するための人工物の構築

(5)「アニモ」グループ

- ① 主たる共同研究者:木村 晋太 (株式会社アニモ、副社長)
- ② 研究項目
 - ・親子対話の分析方法の研究開発
 - ・マザリーズ音声の韻律モデルの研究開発

§ 2. 研究実施の概要

(東大グループ)

PAGI(Pedagogical Agent with Gaze Interaction)と呼ばれるCG版ペダゴジカル・マシンの開発し、このシステムを評価するための認知実験と分析を行った。PAGIは、視線計測装置をリアルタイムに用いることで、ユーザ(学習者)がシステム(CG版ペダゴジカル・マシン)と視線でやり取りしながら外国語(韓国語)の単語学習を行えるシステムである。従来の主な学習システムは、システム側から一方向的な教示を行っていたが、PAGIでは、視線を用いることで非言語的かつ自然なやり取りが実現されている。

乳児を対象とした発達科学的研究として、直示的 Cue(視線方向)への反応と表情の関係を分析した。時間分解能の高い視線計測装置を用いて乳児のサックード(飛躍眼球運動)を詳細に分析することで、乳児が視線方向とは独立に恐怖表情(fearful expression)に高い感度を示すことを発見した。本研究で確立された実験手法・指標は、乳児から成人まで連続的に用いることができるため、幅広い年齢を対象にしたペダゴジカル・マシンの性能評価実験に用いることが可能である。

また、一昨年度から構築している母子間相互作用計測ルームを改良・改善することで、模倣学習や言語習得における、発話・ジェスチャーに関するデータが解像度よく取得できるようになった。

(東工大グループ)

東京大学開研究室で収集された、成人が成人に対して表出するジェスチャーと、成人が乳幼児に対して表出するジェスチャーを数理的手法を用いて解析し、双方の違いを定量的に評価した。特に、対乳幼児に表出されるジェスチャーは「モーショニーズ」と呼ばれるが、モーショニーズがいつ、どこに表出されるかにかについて検討した。検討結果は東大開研究室と共有し、その妥当性やさらなる解析方針について議論した。また、「教え・教えられるペダゴジカルマシン」の実現に向け、東工大チームが研究を進めているSOINNと呼ぶアルゴリズムの改良と、その人型ロボットへの実装を進めた。この中では、「ロボットがロボットに教える」ための方法論についても検討を行い、学習後のSOINNネットワークの転移技術を考案して実装・テストした。

(学芸大グループ)

学習環境としての人(母親、未知者、友人など)の影響を検討するために、「5歳児における未知者への印象形成」について実験的に調べた。また、絵本の読み聞かせにおける、話者交替や、絵の彩色条件の違いが、子どもの内容記憶やイメージの広がりを与える影響について実験的に検討した。また、昨年度に引き続き、幼稚園教諭と保護者とで、幼児の認知発達段階への評価の観点の違いがあるかどうかを、発達質問紙をもとに縦断的に検討した。また、知的・発達障害幼児の教育におけるタブレット型端末の活用について実践的な検討を行った。

(慶應大グループ)

子供や幼児の学習を支援・促進する人工物が持つべき様相を明らかにするために、人型ロボット、CGエージェントおよび駆動型ディスプレイを用いて、どの身体性が幼児とのインタラクションに向い

ているかを検討した。具体的には、幼児の周囲に物体を置き、CG エージェントおよびロボットの指差し行動と、可動型ディスプレイの動きによる指し示しを用いて、幼児の注意を引く事のできるデバイスを検討した。検証では、どの提示方式でも、幼児の注意を引きつけることができることが明らかとなった。しかしながら、今回の検証は、物体へと注意を向けるという単純なものであり、子供に知識を与えたり、複雑な作業を行わせたりするものではない。子供や幼児の学習支援をするエージェントを設計するためには、今後、さらに具体的な状況設定の下でエージェントの身体性の効果を検証する必要がある。

(アニモグループ)

親子対話の分析方法の研究開発では、昨年度基礎検討を行った親子の対話を収録・蓄積するプラットフォームを構築した。具体的には、iPad/iPhone/Android スマホなどのスマートデバイスに子供向けゲームコンテンツを提示するアプリケーション「あそべビー(ワオコーポレーション社製)」にワオコーポレーションの協力を得て、対話で発生する音声データおよび画面操作イベントのログを収集するクラウドサーバシステム、および蓄積したデータを解析するツールを構築した。2014年3月20現在で、約62,000セッションの対話データが収集できている。アレーマイクロホン関連では、我々が提案している2マイクロホンでの音声信号に特化した音源方向検知アルゴリズムを超高性能アレーマイクロホン(30マイクロホン)と比較するためのデータ収録実験を行った。マザリーズ音声の韻律モデルの研究開発では、今年度は、マザリーズの独特の文末の言い回しの新たな約70種類を含んだ約680文例のマザリーズ発声および通常発声を収録した。

§ 3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

論文詳細情報(国内)

- 1 林聖将、松田剛、玉宮義之、開一夫、“マンガのスピード線の視覚的效果:空間的注意喚起の実験的検討”, 認知科学, vol. 20, no. 1, pp.79-89, 2013.
- 2 石井健太郎・谷口祐司・大澤博隆・中臺一博・今井倫太. 投影型遠隔コミュニケーションにおけるユーザとアバタの視点の一致.『情報処理学会論文誌』, Vol. 54, No. 4, pp. 1413-1421. 2013.
- 3 大隅俊宏・大澤博隆・今井倫太. ソシオン理論に基づいたクラス内のいじめと同調方略のモデル化.『電気学会論文誌 C』, Vol. 134, No.4, pp. 560-570. 2014.
- 4 味澤恕子、浅利道子、原信田侑香、増井夢乃、山田詩織、李鴻恩、林安紀子、“5~8 歳児における同時に生起する異なる感情の自発的気づきに関する予備的検討”、東京学芸大学教育実践研究支援センター紀要、10、2014(in press).

論文詳細情報(国際)

- 5 Yoshiyuki Tamamiya and Kazuo Hiraki, “Individual Differences in the Recognition of Facial Expressions: An Event-Related Potentials Study”, *PLoS ONE*, Vol.8, no.2, e57325, 2013 (DOI:10.1371/journal.pone.0057325).
- 6 Satoshi Hirata, Goh Matsuda, Ari Ueno, Hirokata Fukushima, Koki Fuwa, Keiko Sugama, Kiyo Kusunoki, Masaki Tomonaga, Kazuo Hiraki and Toshikazu Hasegawa, “Brain response to affective pictures in the chimpanzee ”, *Scientific reports*, Vol.3, 1342, 2013 (DOI:10.1038/srep01342).
- 7 Aram Kawewong, Nopparit Tongprasit, Osamu Hasegawa, “A Speeded-up Online Incremental Vision-based Loop-closure Detection for Long-term SLAM”, *Advanced Robotics*, Vol.27, no.17, pp.1325–1336, 2013.
- 8 Hirokata Fukushima, Satoshi Hirata, Goh Matsuda, Ari Ueno, Kohki Fuwa, Keiko Sugama, Kiyo Kusunoki, Kazuo Hiraki, Masaki Tomonaga and Toshikazu Hasegawa, “Neural representation of face familiarity in an awake chimpanzee”, *PeerJ*, Vol.1, e223, 2013 (DOI:10.7717/peerj.223).
- 9 D. Kimura, R. Nishimura, A.Oguro and O.Hasegawa, “Ultra-fast Multimodal and Online Transfer learning on Humanoid Robots”, *IEEE Conference on Human-Robot Interaction*, pp.165–166, 2013. [proceedings].
- 10 A.Kawewong, P.Rapeeporn, O.Hasegawa, “Incremental Learning Framework for Indoor Scene Recognition”, *The Twenty-Seventh AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pp.496–502, 2013.[proceedings]
- 11 Kentaro Ishii, Yuji Taniguchi, Hiroataka Osawa, Kazuhiro Nakadai, Michita Imai. “Merging Viewpoints of User and Avatar in Automatic Control of Avatar-Mediated Communication”. *The 1st International Conference on Human-Agent Interaction*, I-2-3, 2013. [proceedings]
- 12 Xiao Xiong, Zhang Hongwei and Osamu Hasegawa, “Density Estimation Method based on Self-organizing Incremental Neural Network and Error Estimation”, *20th International Conference on Neural Information Processing*, pp.43–50, 2013. [proceedings]
- 13 Yoshihiro Nakamura and Osamu Hasegawa, “Robust Fast Online Multivariate Non-parametric Density Estimator”, *20th International Conference on Neural Information Processing*, pp.180–187, 2013. [proceedings]
- 14 Christel Bidet-Ildei, Yoshiyuki Tamamiya, and Kazuo Hiraki, “Observation and action priming in anticipative tasks implying biological movements”, *Canadian Journal of Experimental Psychology*, Vol.4, pp.253–259, 2013 (DOI:10.1037/a0034333).
- 15 Yusuke Moriguchi and Kazuo Hiraki, “Prefrontal cortex and executive function in young children:A review of NIRS studies”, *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol.7, 867, 2013 (DOI: 10.3389/fnhum.2013.00867).
- 16 Akira Yasumura, Naomi Kokubo, Hisako Yamamoto, Yukiko Yasumura, Eiji Nakagawa, Makiko Kaga, Kazuo Hiraki and Masumi Inagaki, “Neurobehavioral and hemodynamic

evaluation of Stroop and reverse Stroop interference in children with attention-deficit/hyperactivity disorder”, *Brain and Development*, Vol.36, pp.97-106, 2014 (DOI:10.1016/j.braindev.2013.01.005).

17 Sachiyo Ozawa, Goh Matsuda and Kazuo Hiraki, “Negative emotion modulates prefrontal cortex activity during a working memory task: A NIRS study”, *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol.8, 46, 2014 (DOI: 10.3389/fnhum.2014.00046).

18 Reiko Matsunaka and Kazuo Hiraki, “Fearful Gaze Cueing: Gaze Direction and Facial Expression Independently Influence Overt Orienting Responses in 12-Month-Olds”, *PLoS ONE*, Vol.9, no.2 e89567, 2014 (DOI: 10.1371/journal.pone.0089567).

19 Akira Yasumura, Masumi Inagaki and Kazuo Hiraki, “Relationship between neural activity and executive function: An NIRS study”, *ISRN Neuroscience*, Vol.2014, 734952, 2014 (DOI: 10.1155/2014/734952).

20 Yusuke Moriguchi and Kazuo Hiraki, “Behavioral and neural differences during two versions of cognitive shifting tasks in young children and adults”, *Developmental Psychobiology*, (DOI: 10.1002/dev.21145) (in press).

21 Zhang, Hongwei; Xiao, Xiong; Hasegawa, Osamu, “A Load-Balancing Self-Organizing Incremental Neural Network”, *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. (in press)

(3-2) 知財出願

① 平成 25 年度特許出願件数(国内 1 件)

② CREST 研究期間累積件数(国内 2件)