

ロボットの教授行動を用いて 学習者の心的状態をコントロールする手法の検討

Examination of How to Control Learner's Mental-state Using Robot Teaching Behavior

酒川 拓也^{*1}, 古池 謙人^{*2}, 東本 崇仁^{*1}

Takuya SAKEGAWA^{*1}, Kento KOIKE^{*2}, Takahito TOMOTO^{*1}

^{*1}東京工芸大学工学部

^{*1}Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*2}東京工芸大学大学院工学研究科

^{*2}Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

Email: c1618040@st.t-kougei.ac.jp

あらまし：講義環境において、学習者の心的状態をコントロールできることは有用である。よって本研究では、ロボット講師による発色と発話を組み合わせた教授行動が感情に及ぼす影響を調査してきた。その結果から、ある組み合わせの教授行動により複数の感情が同時に変化することがわかっている。本稿では、さらに因子分析を用いて同時に変化する感情の因子を特定し、相関分析を用いて各因子と教授行動の関係性の考察を行い、感情をコントロールするための手法について検討する。

キーワード：教授行動，ロボット講師，因子分析，相関分析，ロボティクス

1. はじめに

これまで著者らは、講義環境におけるロボット講師の発色機能を用いたインタラクションに着目し、目の発色を伴うロボットの教授行動が学習者の心的状態に与える影響を調査してきた⁽¹⁾。調査の結果から、ロボットの目の発色と発話の組み合わせごとに異なる印象を与えることを確認している。

本稿では、これまでの調査結果に対して因子分析を行い、ロボットの教授行動時の感情変化の共通因子を特定する。さらに、相関分析によって各インタラクションと因子の関係性について考察を行い、感情をコントロールするための手法について検討する。

2. 先行研究

これまで著者らが行ってきた実験では、Pepper (Softbank Robotics 社) を用いて発色 (白色, 赤色, 緑色) と意図のある発話 4 種類 (重要, 注意, 困惑, 理解) を組み合わせた教授行動 (3 色×4 発話) を行い、被験者 10 名による印象評価を行った。印象評価には、Academic Emotion⁽²⁾ に挙げられている学業達成に関わる 8 感情 (退屈, 自信, 怒り, 不安, 楽しそう, 大切, 満足, 困っている) を項目として用い、7 段階の Likert 尺度で評価してもらった。また評価の際には、このロボットと一緒に授業を受けることを想定して回答してもらった。

調査の結果、学習者の感情が発色と発話を組み合わせた教授行動によって変化することや、特定の発話と発色を組み合わせたインタラクションが白色より強く感情に影響することがわかっている。

これらの結果をもとに本稿では、同時に変化する感情の因子を分析し、因子をコントロールする手法について検討していく。

3. 感情の因子分析

表 1 因子分析の結果

項目	困惑度	やる気度	不満度	共通性	独自性
	ML3	ML1	ML2	h2	u2
退屈	-0.05	-0.28	0.68	0.67	0.33
自信	-0.61	0.46	0.23	0.72	0.28
怒り	0.20	0.21	0.65	0.46	0.54
不安	0.63	-0.16	0.01	0.54	0.46
楽しさ	0.12	0.24	-0.70	0.60	0.40
大切	0.05	0.85	-0.06	0.73	0.27
満足	-0.21	0.65	-0.14	0.74	0.26
困り	0.86	0.16	0.21	0.78	0.22
因子負荷量	1.79	1.82	1.64		
因子寄与率	0.22	0.23	0.20		
累積寄与率	0.22	0.45	0.66		

これまでの調査から、ロボットとのインタラクションにおいては複数の感情が同時に変化することが分かっている。つまり、8 項目の感情状態を個別にコントロールすることは困難であると考えられる。これらを個別にコントロールするためには、一定の共通因子を持つ感情のまとまりを分析から見つけ出し、共通因子そのものをコントロールすることが必要となる。したがって多様に変化する 8 感情の因子構造を明らかにし、同時に変化する感情のカテゴリを行う。この目的のもと、並行分析の結果から因子数を 3 に決定し、最小 2 乗法を適応した因子分析を行った。また、プロマックス法による回転を行った。分析対象のデータは被験者 10 名×3 色×4 発話の 120 件を分析対象とした。

因子分析の結果を表 1 に示す。表 1 より、第 1 因子は「困惑度」(ロボットのふるまいに不安や困惑、自信の低下を覚える)、第 2 因子は「やる気度」(ロ

ボットのふるまいに満足や大切さを生起する), 第3因子は「不満度」(ロボットのふるまいに退屈や怒りを感じたり, 楽しくないと感じる)と解釈した。

4. 3 因子と教授行動間の相関分析

本章では, 命名した3因子をもとに色と因子間や発話と因子間の相関を求め, 学習者の感情に影響を及ぼす因子をコントロールするためのインタラクションについて検討する。また, 相関の強さを示す評価基準は表2の通りとした。

4.1 色と3因子間の相関分析

色と3因子の相関を求めた結果を表3に示す。表3より, 赤点灯の発話では因子との相関がみられず, 緑点灯での発話では不満度や困惑度に弱い負の相関がみられた。白点灯での発話は困惑度に弱い正の相関がみられた。また, やる気度の因子に対してはすべての色で相関がみられなかった。

これらの結果から, やる気度については今回の3色ではコントロールが難しいことが示唆された。困惑度については, 緑点灯に負の相関, 白点灯に正の相関がみられたことから, 双方の色を用いることで困惑度をコントロールできる可能性が示唆された。不満度については緑点灯に負の相関があることから, 緑点灯により不満度を下げられることが示唆された。

4.2 発話と3因子間の相関分析

教授行動から受ける感情の要因には色だけでなく, 発話も含まれると考えられるため, 発話と3因子との相関を求めた。その結果を表4に示す。注意をする発話では, 不満度に弱い正の相関がみられた。困惑を示す発話では, 困惑度に弱い正の相関がみられた。一方, 重要や理解を示す発話では, 全ての要因との間に相関がみられなかった。また, 色との相関と同様にやる気度の間には相関がみられなかった。

よって, やる気度については, 色と同様に今回の3種の発話を用いてのコントロールも難しいことが示唆された。また困惑度については, 困惑を示す発話に弱い正の相関がみられたことから, 困惑を示す発話によって困惑度を下げられることが示唆された。不満度については, 注意をする発話に弱い正の相関がみられたことから, 注意をする発話によって不満度を下げられることが示唆された。

4.3 色と発話の組み合わせと3因子間の相関分析

色と発話の組み合わせと3因子の相関を表5に示す。表5は組み合わせ一つあたりのデータ数が10件と少ないためか, 全体的としては相関が低くみられる結果となったものの, 重要を示す発話と緑点灯の組み合わせのように特徴的に弱い相関がみられた。このような結果から着目すべき点は, 同じ発話によっても色によって感情の変化がみられ, また, 同じ色であっても違う発話によって感情の変化がみられたことであり, 色点灯や発話を組み合わせることが感情をコントロールするための効果的な手法に繋がることが示唆されている。

表2 相関係数の評価基準

相関係数の値	相関関係の強弱
0.0~-0.2/0.0~+0.2	関係性が低い
-0.2~-0.4/+0.2~+0.4	弱い正負の相関
-0.4~-0.7/+0.4~+0.7	中程度の正負の相関
-0.7~-1/+0.7~+1	強い正負の相関

表3 色と因子の相関

	困惑度	やる気度	不満度
赤	0.06	0.07	0.14
緑	-0.29	0.00	-0.27
白	0.23	-0.08	0.13

表4 発話と因子の相関

	困惑度	やる気度	不満度
重要	-0.18	0.07	-0.13
注意	-0.07	0.09	0.24
困惑	0.34	-0.18	-0.04
理解	-0.09	0.02	-0.07

表5 色と発話の組み合わせと因子の相関

		困惑度	やる気度	不満度
赤	重要	-0.14	0.19	-0.04
	注意	-0.11	0.14	0.15
	困惑	0.25	-0.11	0.00
	理解	0.10	-0.10	0.13
緑	重要	-0.26	0.05	-0.27
	注意	-0.11	-0.03	0.00
	困惑	0.06	-0.10	-0.02
	理解	-0.18	0.08	-0.18
白	重要	0.12	-0.13	0.10
	注意	0.10	0.02	0.23
	困惑	0.23	-0.06	-0.05
	理解	-0.05	0.04	-0.05

5. おわりに

本稿では, ロボットによる発色と発話の組み合わせから受ける感情の因子構造や, 要因との相関関係を調査した。調査の結果から, 個々の学習者に適切なインタラクションをすることで心的状態をコントロールできる可能性が示唆された。

一方で, 因子分析の累積寄与率が0.66ほどと低いことや, それぞれの相関も弱い相関に留まったこと, やる気度をコントロールする方法の検討が困難であったことから, 追加実験を行い, より多くのデータを収集することが望まれる。

よって今後は, 本稿で示された仮説を考慮したうえで実験設定を検討し, 追加実験を行う予定である。

参考文献

- (1) Koike, K., Tsuji, Y., Tomoto, T., Katagami, D., Obo, T., Ogai, Y., Sone, J., and Udagawa, Y.: "Academic emotions affected by robot eye color: An investigation of manipulability and individual-adaptability," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 10, No. 4, pp. 410-418 (2019)
- (2) Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., and Perry, R. P.: "Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research," *Educational psychologist*, Vol. 37, No. 2, pp. 91-105 (2002)