

意識状態の推定に基づく能動的な学習支援システムの開発

横山 法子[†] 山口 友之[‡] 橋本 周司[‡]

早稲田大学大学院先進理工学研究科[†]
早稲田大学理工学術院[‡]

1. はじめに

近年、人の行動を見守りさりげなく支援できるロボットや環境の開発が盛んに行われている[1]. このような能動的支援を行うにあたり、人の行動からその人の意識状態を読み取ることができれば、より幅広く、その状況に合った支援が行えると考えられる. 意識状態を推定する研究としては、運転中の居眠りを検知するシステム[2]などがあるが、これらはいくまで注意・警告が主目的である. これに対して、我々はコミュニケーションのきっかけにもなるような支援システムの一例として、人間の机上姿勢に注目し、励ましなどの話しかけを行う学習支援システムの開発を行ってきた[3]. 本稿では、自然な双方向のコミュニケーションを実現するために、これまでに作製した学習支援システムにユーザからシステムへの返答機能を追加したので報告する. システムはユーザの返答を基に発話内容とタイミングの再学習をし、より適切な発話を行うことが可能となる. 実際に高等学校において評価実験を行い、システムの有効性を検証した.

2. システム概要

学習支援システム[3]は、パソコン上の USB カメラの画像からユーザの姿勢を判定し、その時系列データをニューラルネットワークの入力として意識状態の推定を行う. 次に、その意識状態の時系列データを基に、ベイジアンネットワークを用いて発話内容を決定する.

本提案のシステムでは、話しかけに対してユーザがキー入力により返答を返すことができる. システムはその返答を基に、発話の種類とタイミングを制御するベイジアンネットワークの再学習を行う(図 1). 選択できる返答内容とその際の学習内容は表 1 の通りである.

表 1 返答機能

ユーザの返答内容	システムの反応
ありがとう	新たな教師データを加え再学習
発話内容が変	正しい発話を聞き再学習
発話が邪魔	同じタイミングでは今後発話しない

An active study support system based on consciousness recognition
[†]Noriko Yokoyamao · Graduate School of Advanced Science and Engineering, Waseda University
[‡]Tomoyuki Yamaguchi, Shuji Hashimoto · Faculty of Science and Engineering, Waseda University

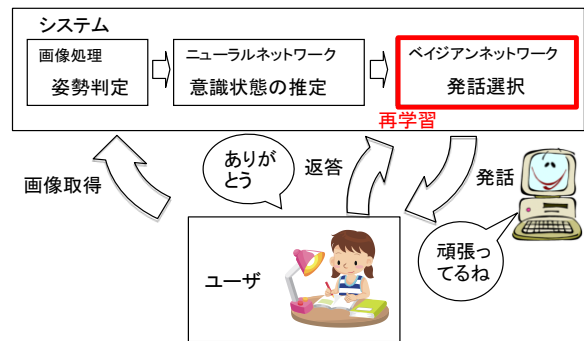


図 1 システム概略図

3. 評価実験

3.1 目的

作成した学習支援システムの実用性を以下の観点で確認するために、評価実験を行った.

- 1) システムのコンセプト (システムの能動的発話, フィードバック機能) が受け入れられるか
- 2) システムの挙動, 発話が適切か
- 3) システムを利用することで, 利用者によりメリットがあったか (モチベーション向上等)

3.2 被験者

東京都内の高校生 8 人

3.3 評価実験の実施手順

- 1) ユーザは、学習支援システムを用いて 1 時間勉強をする.
- 2) ユーザは、学習支援システムからの発話に対し、返答することができる. (返答内容は ありがとう / 発話が変わるよ / 発話が邪魔 の中から選択.)
- 3) 1 時間の勉強後、ユーザに対して以下のアンケートと性格診断 (一日目のみ) を行う.

○返答操作に対する心的負荷評価 (NASA-TLX)

6 項目について 10 段階評価

○システム全体の評価

7 項目について 5 段階評価

○ユーザの性格評価

- ・ 学習中の意識状態 (集中 / 疲れていた / 眠かった / 寝ていた)
- ・ 集中力がある / 飽きっぽい
- ・ コツコツ努力型 / 短期集中型
- ・ 主要 5 因子性格検査 70 項目 (上記の集中力や計画性を客観的に評価するため)

実験は各人 2 日間行った.

4 実験結果・考察

4.1 システムからの発話の全体像

延べ16日間(8人×2日間)の実験の中で、観察された発話と返答を表2に示す。1時間の発話の中で、平均5.2個の発話が観察できた。

「ありがとう」という返答があったものを正しい発話と考えると、正しい発話がなされた割合は56.6%(1日目60.9%, 2日目51.4%)であり十分とは言えないが、後述のようにシステムの満足度では良い評価が得られている。正しくない発話の原因としては、意識状態の推定ミス、返答のし間違いによる誤学習、発話条件の問題が考えられる。

4.2 システムコンセプトの検討

提案システムの問題点として、発話が勉強の邪魔にならないか、カメラで監視されるのは疲れなにかといったことが考えられた。そこで、アンケートにおいて、「発話回数は適切だったか?」「システムを使用しても疲れなかったか?」という質問への回答、および、寄せられたコメントを評価した結果、発話が勉強の邪魔になるという意見はなかった。逆に、カメラによる監視に関しても、見られることで、やる気や集中力が上がった等、肯定的な意見のみが得られた。

4.3 システムのロイヤリティ分析

システムのロイヤリティを測るアンケートとして、「今後もシステムを使用したいか?」という設問に対する回答を表3に示す。

間違った発話が頻発してしまい、システムの効果があまり感じられなかった被験者からの評価はよくなかったが、システムからの発話が比較的安定していた他の被験者からは、高い評価が得られた。また、「今後もシステムを使用したい」という回答とその他の質問の回答との相関をとった結果、表4に示す答えと高い相関があった。これにより、集中力が上昇した、やる気が上がった等、システムのメリットが評価され、高いロイヤリティにつながったことがわかる。

4.4 新システムの挙動と発話の適切性

まず、今回追加した返答操作がユーザにとって負担にならないかを調べるために、心的負荷の評価(NASA-TLX)を行った。

それぞれの項目に対する回答の平均値は表5の通りであった。6項目のどの観点から見ても、返答操作の心的負荷は小さいことがわかる。

表2 発話・返答数(平均)

	発話 /時	返答回数			
		ありがとう	発話が変わ	発話が邪魔	返答なし
一日目	5.8	3.5	1.9	0	0.4
二日目	4.7	2.4	1.4	0.4	0.5

表3 「今後もシステムを使用したいか?」に対する回答

評価	非常に良い	良い	普通	悪い	非常に悪い
人数	3	4	5	2	2

表4 「今後もシステムを使用したい」と相関の高い質問の答え

質問項目	平均値(5:良い 1:悪い)	相関係数
システムを使用することでやる気が増した	3.125	0.803
システムを使用することで集中力が増した	3.625	0.798

表5 心的負荷の評価結果(10段階評価(1:good))

評価観点	精神的 要求	身体的 要求	時間的 圧迫感	作業達成 度	努力	フラスト レーション
平均値	1	2.5	1.5	2.75	2.12	2.37

表6 発話改善例

経過時間(分)	意識状態(システムが判定)	発話	返答	正しい発話
40	眠そう	目を覚まして	発話が変わ	頑張ってるね
45	眠そう	頑張ってるね	ありがとう	
50	眠そう			
55	眠そう	少し寝てからやったら?	発話が変わ	頑張ってるね
60	眠そう	頑張ってるね	ありがとう	

また、返答操作を追加することで、リアルタイムでの発話の再学習ができるようになった。これにより、表6に示したような発話内容の向上が観察できた。

5 おわりに

従来の学習支援システムに返答機能を追加することで、より個人に合った発話ができるシステムに改良できた。また、高等学校の学習現場においてシステムの有効性を確認した。今後は発話条件の見直しを行い、発話精度の向上に努めたい。

謝辞

評価実験にご協力いただいたお茶の水女子大学附属高等学校の関係者の皆様に深く感謝します。

参考文献

[1]佐藤知正, “生活を支えるネットワーク知能機械—ロボティック・ルームの試み”, 東芝レビュー, vol.56, no.9, pp.28-32, 2001.
 [2]足立和正ら, “画像処理によるドライバの運転状態の監視”, 電気学会論文誌 E, vol.126, No2, pp.31-37, 2006.
 [3]Noriko Yokoyama, Tomoyuki Yamaguchi, Shuji Hashimoto, "Care Giving System Based on Consciousness Recognition", Human Interface, Part I, HCII 2011, LNCS 6771, pp.659-668, 2011.