

## 脳血流量に基づく共感性伝播ネットワークの構築による共感性推定手法の提案

長谷川孝太郎<sup>†</sup> 浜田百合<sup>†</sup> 栗原陽介<sup>†</sup>青山学院大学 理工学部 経営システム工学科<sup>†</sup>

## 1. 研究背景

現代の社会問題の一つとして、若者の就職から3年後までの離職率が高いことが挙げられる[1]. 内閣府による「2018年版子供・若者白書」[2]によると、初職の離職理由としては「仕事が自分に合わなかったため」、「人間関係がよくなかったため」という対人関係の理由が上位に挙げられている. この対人関係の問題を解決するためには、他者理解と共感性が重要な役割を果たしているといわれている[3]. そこで本研究では、個人の情動知能スケール EQS (Emotional intelligence scale) における共感性に着目する. 従来、共感性を評価するにはアンケートが用いられてきたが、主観的であり恣意的に回答することができるという問題点がある. そこで本研究では脳血流量から客観的に共感性を推定する手法を提案する.

## 2. 情動知能スケール(EQS)

ニュー・ハンプシャー大学の Mayer, J. D. のグループは、情動知能を「情動を知覚すること、思考を助けるために利用し作り出すこと、情動と情動の知識を理解すること、情緒的知的な成長を促すように情動を制御すること」と定義しており、情動知能は「自分自身や他人の感情、欲求を正確に理解し、適切に対応する能力」を意味するとされている[4].

EQS とは、情動知能を数値として測定できるアンケートのことである. EQS における共感性とは対人対応能力の下位因子であり、喜びの共感、悩みの共感というポジティブな面でもネガティブな面でも共感できる能力があるかを表しており、得点の範囲は0~24点となっている.

EQS は簡便なアンケートであるが、問題点として以下の3点が考えられる.

1. アンケート形式であるため自分で意図的に合わせて回答を操作できる.
2. ある程度の言語理解ができる人を対象に作られているため、言語理解能力が乏しい対象者へ向けては信用性が低くなる.
3. 自分の今までの経験から答えてもらうアンケートであるため、自己理解が進んでいない対象者へ向けては信用性が低くなる.

本研究では、上記の問題点を解消するため、回答操作が出来ず、言語能力や自己理解が必要ない NIRS から得られた脳血流量からスコア推定を行う.

## 3. 提案手法

本提案手法である共感性伝播ネットワークモデルは脳内モデルと共感性推定モデルに分かれている. 脳内モデルを図1、共感性推定モデルを図2に示す.

脳内モデルにおいて、タスク実行中の任意の部位  $m (= 1, 2, \dots, M)$  における脳血流量を  $x_m(t)$  とする. ここで  $m$  は着目する脳血流量の  $M$  箇所の位置を表す. 扁桃体に刺激を与えた際の大脳皮質に伝わる電気信号のうち共感性に関する成分を  $C(t)$  としたとき、脳血流量  $x_m(t)$  は  $C(t)$  に起因するものとする. よって、 $x_m(t)$  は共感性が高い人と低い人による違いが生じると考えられる. ここまでが脳内モデルとなっている.

共感性推定モデルでは、前頭前野において NIRS を用いて  $Mch$  計測した脳血流量の離散時間信号を  $x_m(k)$  とする. 計測された離散時間信号のうち、本研究では酸化ヘモグロビン脳血流離散信号  $x_m^{oxy}(k)$  を用いる. 次に脈拍のノイズを除去するため、1Hz より大きな周波数を取り除き、 $x_m^{OHbl(1)}(k)$  とする. 刺激が与えられている任意時間を  $n$  区間に分割し、各区間の  $x_m^{OHbl(1)}(k)$  にたいしダイナミックベイジアンネットワークを適用することで確率  $p_{out, in}$  を得る. ここで  $out$  および  $in$  はベイジアンネットワークによる任意の部位である. 得られた確率  $p_{out, in}$  にたいし閾値  $v$  を設定

Method for Estimating Empathy by Constructing an Empathy Propagation Network Based on Brain Blood Volume

<sup>†</sup>Kotaro Hasegawa, Yuri Hamada, Yosuke Kurihara, Aoyama Gakuin University, College of Science and Engineering, Department of Industrial Engineering

し、閾値 $v$ 以上の確率値にリンクが得られるものとする。次に $n$ 区間ごとにリンクの出次数 $L_{out}(n)$ を算出する。左脳部分のチャンネル選択を行った際のリンクの出次数を $L_{out'}(n)$ とし、 $n$ 区間ごとの $L_{out'}(n)$ を入力としてLSTM (Long short-term memory) を適用し、推定値 $\widehat{CS}$ の算出を行う。真値はアンケートから得られたスコアとする。

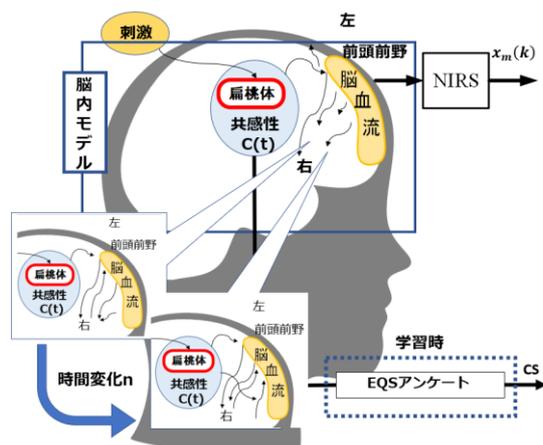


図1 脳内モデル

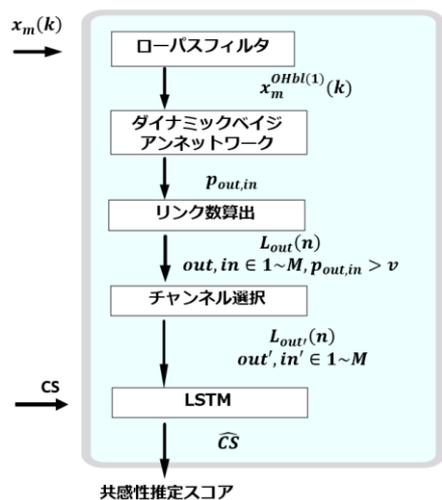


図2 共感性推定モデル

#### 4. 実験システム

計測機器として、ウェアラブル光トポグラフィ (WOT-100) を用いた。この機器による計測部位は、国際法 10-20 法における fpz 周辺において前頭前皮質にあたる 7ch から 16ch の 10 か所をサンプリング周波数 5hz で計測する。被験者はインフォームドコンセントに同意した 20 代 18 名(男性 17 名, 女性 1 名)である。各被験者には EQS への回答後、30 秒間の安静状態および 30 秒間の暴力的な動画を見るタスクにおいて脳血流量の計測を行った。本実験は青山学院大学倫理審査委員

会による倫理審査を受け、承認を得たうえで行われた (承認番号 H21-004)。評価方法として被験者ごとのスコア推定値とアンケートで得られたスコアの真値の相関係数および RMSE を用いた。

#### 5. 結果と考察

結果を表 1 に示す。閾値 $v=0.3, 0.5, 0.7, 0.9$ としたときの相関係数および RMSE を示している。LSTM は各 10 回行い、算出した標準偏差も記載している。

表 1 より、 $v=0.5$  のとき、相関係数は  $0.73 \pm 0.02$ , RMSE は  $3.60 \pm 0.08$  となり、最もよい結果となった。閾値 $v$ の値が上がるほど相関係数, RMSE ともに結果がよくなるわけではなく、適切な閾値を設定する必要があることがわかる。

表 1 閾値ごとの相関係数および RMSE

$v$	相関係数	RMSE
0.3	$-0.01 \pm 0.07$	$5.48 \pm 0.16$
0.5	$0.73 \pm 0.02$	$3.60 \pm 0.08$
0.7	$-0.10 \pm 0.04$	$5.89 \pm 0.11$
0.9	$-0.16 \pm 0.02$	$5.64 \pm 0.09$

本提案手法では酸化ヘモグロビン, 出次数, 左脳部分のチャンネルを用いており, 扁桃体で生じた共感性成分が酸化ヘモグロビンに作用し, 左脳部分から脳全体へと影響を与えていると考えられる。

#### 6. むすび

本研究ではダイナミックベイジアンネットワークで得られたリンクに対し LSTM を適用することによって EQS の共感性スコアを推定した。酸化ヘモグロビン, 出次数, 左脳部分のチャンネルを用い, 閾値 0.5 の際に相関係数は  $0.73 \pm 0.02$ , RMSE は  $3.60 \pm 0.08$  となった。

#### 参考文献

- [1] 厚生労働省：新規学校卒業就職者の在職期間別離職状況, <https://www.mhlw.go.jp/content/11650000/000689563.pdf>, 2017.
- [2] 内閣府：2018 年版子供・若者白書 [https://www8.cao.go.jp/youth/whitepaper/h30honpen/pdf/b1\\_00toku\\_02.pdf](https://www8.cao.go.jp/youth/whitepaper/h30honpen/pdf/b1_00toku_02.pdf), 2018.
- [3] 溝川藍子, 安増生：他者理解と共感性の発達, 心理学評論, Vol. 58, No. 3, pp. 360-371, 2015.
- [4] 内山喜久雄・島井哲志・宇津木成介・大竹恵子：EQS マニュアル, 実務教育出版, 2020.