

確率的トピックモデルによる対人認知傾向と性格特性の関連付け

熊野 史朗† 大塚 和弘† 松田 昌史† 石井 亮† 大和 淳司†

†NTT コミュニケーション科学基礎研究所

1 あらまし

対人あるいは対機械における情動共有としての共感 [1] の支援には、情動の喚起、表出、認知に関する個人特性の理解が欠かせない。なぜなら、自閉症を一例として人のコミュニケーション特性には個人差が多く存在するためである。従来の工学研究の多くが、表出する側の特性、すなわち、認知する人物にとって刺激となる表情や音声などの行動を説明変数とするモデル化を行ってきた [2]。だが、認知する側、すなわち、知覚者の特性の個人差を数理的にモデル化した研究はほとんど見つからない。そこで、本稿では、個人の対人認知傾向を自動的に推定する方法を提案する。ここで、対人認知傾向とは、他者感情などの認知において、その知覚者が肯定 否定といった認知の軸上でどのようなバイアスを持つかを意味する。我々は、対人認知傾向と、心理学的に関係性が示唆されている性別 [3]、及び、心理尺度のスコアにて記述される性格特性とを、文書解析をはじめ多くの工学分野で成功している確率的トピックモデル [4] を用いて関連付ける。実験の結果、モデルパラメタの学習においてこれら 3 要因の間に妥当な関係性が見つかった。さらに、性別と性格特性を既知として対人認知傾向が高い精度で推定された。提案モデルは従来の行動モデルとの融合が容易であり、将来的に特定刺激（対話場面）に対する特定人物の認知の自動推定に近付ける可能性を有する。

2 提案手法

2.1 提案モデル

提案モデルでは、多種多様な人の間に少数の典型的な人格が存在することを仮定する。さらに、各典型的な人格は固有の対人認知傾向、性別、及び、性格特性の 3 種の属性を確率的に持つと仮定する。そして、実在する個々の知覚者の性質をそれら典型的な人格を混合により記述することを試みる。確率モデルを用いるのは、対人認知に影響を与える様々な要因を確率として統一的に記述でき、拡張性に優れるためである。

提案モデルは生成モデルであり、以下のプロセスを仮定する。まず、対象知覚者が持つ典型的な人格の混合率が事前分布 π に従って決定される ($\pi = \{\pi_k\}_{k=1}^K$)。ここで、人物 j が k 番目の典型的な人格を持つ事前確率は $P(z_{j,k} = 1) = \pi_k$ と表現される。 $z_{j,k} \in \{0, 1\}$ であり、また、 $z_j = \{z_{j,k}\}_{k=1}^K$ と表す。混合率が決めれば、後は、その人物のある刺激に対する認知、性別、及び、性格特性が、それぞれ独立に、 K 個の分布からなる混合分布からのランダム抽出によって決定される。対人認知傾向とは対人認知に関するこの混合分布のことを指す。

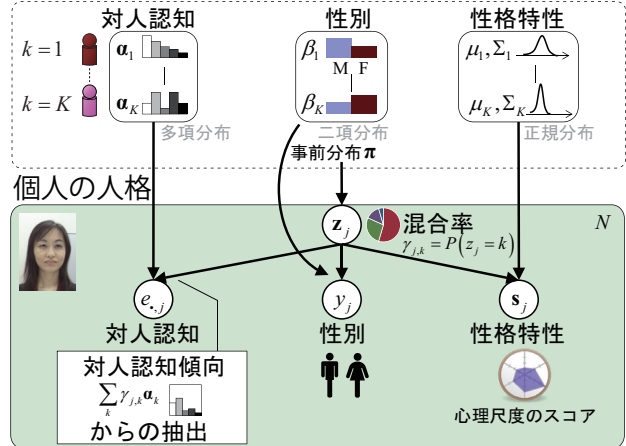
K個の典型的な人格（モデルパラメタ Θ ）

図 1: 提案する対人認知傾向モデルのグラフ表現

対人認知傾向は確率分布 $\alpha = \{\alpha_e\}_{e=1}^{N_e}$ として表現される。ここで、 $\sum_e \alpha_e = 1$ である。確率 α_e は、その人物が他者に関するある状態 $e \in \{1, \dots, N_e\}$ を認知する確率を表す。本稿では、対人認知傾向 α_k を持つ典型的な人格 k が、ある刺激に対して状態 e を認知する確率を多項分布 $M(e|1, \alpha_k)$ にて記述する。典型的な人格 k は対象人物の性別 $y \in \{M, F\}$ を二項分布 $B(y|1, \beta_k)$ に従って決定する。ここで、 β_k は典型的な人格 k が男性を生成する確率を表す。また、典型的な人格 k の性格特性 s は正規分布 $N(s|\mu_k, \Sigma_k)$ に従うと仮定する。ここで、 μ_k 及び Σ_k は典型的な人格 k の持つ、複数の心理尺度に対するスコアの平均ベクトル及び共分散行列である。本稿では、心理尺度は潜在変数 z_j が与えられたもて互いに独立、すなわち、 Σ_k が対角行列であることを仮定する。以上の $\Theta = \{\pi_k, \alpha_k, \beta_k, \mu_k, \Sigma_k\}_{k=1}^K$ がモデルパラメタである。提案モデルでは、性別が y_j で性格特性が s_j である人物 j が状態 e と認知する同時確率は、

$$P(e, y_j, s_j|\Theta) = \sum_k \pi_k M(e|1, \alpha_k) B(y_j|1, \beta_k) N(s_j|\mu_k, \Sigma_k)$$

と表される。ここで、右辺は左辺を潜在変数 z について周辺化することで得られる。

2.2 学習と推定

学習では、対人認知傾向、性別、及び、性格特性、つまり、 $\{\alpha_j, y_j, s_j\}$ が揃った学習データを用いてモデルパラメタ Θ を学習する。ここでは、[4] と同様に、EM アルゴリズムを用いる。

推定では、学習した Θ 、対象人物 j の性別 y_j 、及び、性格特性 s_j を既知として、対人認知傾向 α_j を推定する。推定式は $\bar{\alpha}_j = \sum_k \tilde{\gamma}_{j,k} \alpha_k$ である。ここで、 $\tilde{\gamma}_{j,k}$ は人物 j に占める典型的な人格 k の割合の推定値で、 $\tilde{\gamma}_{j,k} = C \pi_k B(y_j|1, \beta_k) N(s_j|\mu_k, \Sigma_k)$ と計算される。ここで、 C は $\sum_k \tilde{\gamma}_{j,k} = 1$ を満たすための比例定数である。

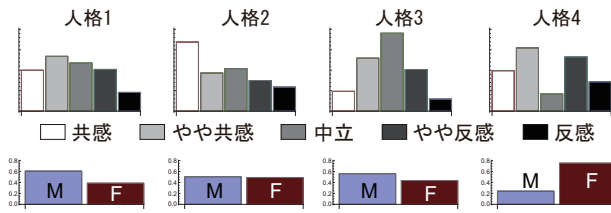


図 2: モデルパラメタの学習結果．各典型的な人格の対人認知傾向 α_k (上), 及び, 性別構成 β_k (下)．

表 1: モデルパラメタの学習結果 (性格特性)

性格特性		人格 1	人格 2	人格 3	人格 4
尺度		μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
IRI	PT	-0.15	0.43	0.07	0.19
	FA	-0.29	0.74	0.23	-0.16
	PD	-0.20	0.75	0.13	-0.34
ESCQ	MR	-0.15	-0.14	0.37	-0.09
TEG	CP	-0.06	-0.43	-0.01	0.13
	NP	0.00	-0.12	-0.08	0.31
	AD	0.39	-0.55	0.06	0.12
	FC	0.11	-0.43	0.00	-0.16
	AC	-0.09	0.39	0.08	-0.31

性格特性尺度の欄の右項は各尺度のサブスケールを表す． $|\mu| \geq 0.3$ を含む因子のみを示している．

3 実験設定

刺激データとして, 対話中の二者の映像 (各 6 秒間) を 97 つ用意した．対人認知を行う被験者は男女 25 名ずつの計 50 名 (20-25 歳の大学生) であった．被験者は刺激映像それぞれに対して, 続けて 2 回視聴した後, その二者の感情状態の相違の程度を +2 (似ている, 共感) から -2 (異なる, 反感) までの 5 段階で評定した．映像提示には 15.6 インチのモニタを用いた．さらに, 被験者は対人認知課題の後に, Davis の共感性尺度 (IRI: Interpersonal Reactivity Index), ESCQ (Emotional Skills and Competence Questionnaire), 及び, 東京大学エゴグラム (TEG) の 3 種の心理質問紙へ回答した．IRI 及び ESCQ は主に他者感情の理解に関する能力を, TEC は一般的な性格特性を測る尺度である．

本稿では, 5 分割交差検定を用いてモデルパラメタの学習, 及び, 対人認知傾向の推定を行った．グループの分割には対人認知傾向を基準として k 平均アルゴリズムを用いた．よって, 概ね, 認知傾向が異なる被験者グループに分類されている．なお, 典型的な人格の数 K は対人認知傾向の自由度に合わせて 4 とした．

4 モデルパラメタの学習結果

図 2 と表 1 に被験者グループ 1-4 から学習したパラメタの値を示す．これらは妥当な結果であると考えられる．例えば, 典型的な人格 2 は, 図 2 上図の通り, 共感に偏った認知傾向を持ち, また, 共感性の尺度である IRI の各因子のスコアが高いことが示された．さらに, TEG については, AC が高く, CP, AD, FC が低い結果となっている．これは, 一言で説明すると, 事実を重要視せず, 他者の批判を避けようとする特性といえる．この

表 2: 対人認知傾向の推定精度

モデル	MAE(↓)	RMSE(↓)	BC(↑)	OA(↑)
全被験者の平均				
提案法	.066†	.079†	.971†	.835†
比較法	.068	.082	.969	.829
被験者グループ 1 (平均的認知傾向集団)				
提案法	.023	.027	.997	.942
比較法	.022	.026	.997	.944
被験者グループ 4 (極端認知傾向集団)				
提案法	.071***	.085***	.963***	.824***
比較法	.084	.101	.952	.791

MAE, RMSE, BC, OA は, 平均絶対誤差, 平方平均二乗誤差, パタチャリヤ係数, 分布間の重複面積を表す．“†” / “↓” は高いほど / 低いほど精度が高いことを意味する．“†” 及び “***” は, 提案法と比較法の間での t 検定における $p < .1$ 及び $p < .001$ をそれぞれ表す．

ような特性の人物は社会的望ましさから共感と回答しやすいとも考えられる．他方, 典型的な人格 4 は極端認知傾向を示す人格であり, 女性である確率が高い．NP が高く AC (と PD) が低いことから, この人格は, 他者への思いやりが強く, 他者の批判を気にしないと考える．よって, 共感と反感を明確に区別でき, 反感と回答することにも躊躇しない結果であると考えられる．

5 対人認知傾向の推定評価

表 2 に対人認知傾向の推定精度を示す．ここでは, 比較法として, 常に全被験者の平均の認知傾向を出力した場合の精度を併せて示す．全被験者の平均精度において, 提案法は比較法を上回っている ($p < .1$ で有意傾向あり)．提案法の特性をより詳しく分析するために, 被験者グループ毎の精度についても算出した．例えば, 被験者グループ 1 はもともと平均的な認知傾向を示した人物の集団であり, 提案法も従来法も高い推定精度を示した．他方, 図 2 の人格 4 のような極端認知傾向を持つ被験者グループ 4 については, 提案法により大幅な精度向上が確認された ($p < .001$ で有意差あり)．よって, 提案法は平均とは異なる認知傾向を持つ人物に対しても有効であることが示唆される．

6 まとめ

個人の対人認知傾向, 性別, 及び, 性格特性を関連付ける確率的トピックモデルを提案した．実験の結果, モデルパラメタの学習においてこれら 3 要因の間に妥当な関係性が見つかった．さらに, 性別と性格特性を既知として対人認知傾向が高い精度で推定された．

参考文献

- [1] E. Hatfield et al. *Curr Dir Psychol Sci*, Vol. 2, pp. 96–99, 1993.
- [2] Z. Zeng et al. *IEEE Trans. PAMI*, Vol. 31, No. 1, pp. 39–58, 2009.
- [3] N. Ambady and R. Rosenthal. *Psychol Bull*, Vol. 111, pp. 256–274, 1992.
- [4] T. Hofmann. In *Proc. Res. Dev. Inf. Retrieval*, pp. 50–57, 1999.