

Mental causation における複数の情緒生起からの気分遷移計算手法 Mental State Calculation Method from Aroused Emotions by using Mental Causation

○目良 和也¹, 市村 匠²

○Kazuya Mera¹ and Takumi Ichimura²

¹広島市立大学

²県立広島大学

Abstract: We proposed some methods to understand partner's emotion from contents of utterances and to express facial expression of computer agent according to agent's emotion. However, if we construct such methods ad hoc, its model will apart from process of real mind. In this paper, we reconstruct our mental model based on discussion in philosophy of mind. In philosophical field, there are two approaches, monism which deal mind and matter with the same one and dualism which says mental phenomena are non-physical. In this research, we use "interactionist dualism." Our mental model are separated into physical network which deal with deductive reasoning, emotion network which calculates aroused emotions, and mood network which transmits the mental state of the computer agent. Furthermore, some nodes of mental state and physical state are connected according to causal relationship and it outputs facial expression and changes action of the agent.

1. はじめに

21 世紀に入って間もない頃、「20 世紀は『物の時代』だったが、これからの 21 世紀は『心の時代』だ」という発言がよく聞かれた。これは、メンタルケアのことだったり、感性を考慮した価値観の変容だったり、さまざまなニュアンスで使われた言葉である。そして我々研究者の中でも、研究対象として『心』への意識が高まっており、情報工学だけでなく、心理学[1]や人間工学[2], 脳生理学[3]など多くの分野で『心』へのアプローチが行われている。これまでは心や感情といったものは、あいまいでとらえどころが無く、研究の対象とはなり得ないと言われていた。しかし、測定機器や手法の発展や、シミュレーションを行うコンピュータの進化などにより、近年ようやく心の働きを科学的にとらえようという機運が高まっている。

以前我々の研究グループでは、発話内容から相手の感情を理解したり、コンピュータエージェント自身に生起させた感情を機械学習によって合成した表情画像として表出したりするといった研究をしている[4][5][6]。そして今後の応用分野としては、メンタルケアのためのカウンセリングの構築や、人に優しい、人の気持ちを考慮したインタラクションシステム[7]などを考えている。このような研究を進めていくには、情報科学の知識だけではなく、他分野の研究との融合の必然性を感じている。

コンピュータ上で感情処理を実現するためには、

感情処理のモデルを構築する必要がある。とはいえ、必要と思われる手法を場当たりに継ぎ足していけば、そのモデルは現実の心とは遠く離れた存在になっていく。哲学の世界では、心とはどういうものか、また、心と身体はどういう関係にあるのかについて論じる心身問題というテーマがある。心身問題には 2 つの大きなアプローチがある[8]。一つは、脳や身体特定の状態を切り出して心と呼んでいるだけで、心という特定の何かが存在するわけではないという一元論と、もう一つは存在論的に身体と異なる何かが存在しており、それが心であるという二元論である。

本研究では、我々がこれまで提案してきた心のモデルに対し、心身問題での議論を踏まえた形で新しい心のモデルを提案する。これにより、従来は一つの入力事象にしか対応できなかったモデルが、物理的階層で推論処理を行えることにより、より多くの感情を生起できるようになる。また、生起した気分状態が行動に影響を与えることについての理論的根拠を示すことができる。

本論文では、まず 2 章で心と身体の哲学的関係について述べ、3 章で我々の提案している感情計算処理について述べる。そして 4 章で哲学的議論を考慮した心のモデルを提案する。5 章で提案システムのシミュレーション結果を示したのち、6 章でまとめを行う。

2. 心と体の哲学的関係

2.1. 心身問題に対するアプローチ

心の哲学の世界では、最も基本的なテーマとして、心身問題というものがある。これは、心と体の状態との間の関係[9]、つまり一般的に非物質的であると考えられている心というものが、どうして物質的な肉体に影響を与えることができるのか、そしてまたその逆もいかに可能なのか、を説明しようとする問題である。心身問題に対するアプローチは一元論と二元論に分けられる。

一元論は、心と体が存在論的に異なるものだという主張を認めない考え方で、唯一の基礎的実体だけが存在すると主張する。一方、二元論は心的現象を非物理的なものとする[10]。二元論には、相互作用説、心身並行説、機会原因説、随伴現象説などがある。図1に各説の模式図を示す。相互作用説[10]は、心の状態、例えば信念や欲求といったものを物理的な状態と因果的に相互作用するものとして捉える立場である。心理状態と物理的出来事の因果関係の例として、例えば子供が熱せられたストーブに触れたら(物理的出来事)痛みを引き起こし(心的出来事)、彼は悲鳴をあげ(物理的出来事)、それが次に母親の恐怖と保護の感覚を引き起こす(心的出来事)。心身並行説とは、心と体は存在論的に別のものとしてあるが、お互いがお互いに影響を与えることは出来ない、という考えである[11]。機会原因説は、物理現象のもつ因果関係、そして物理的な現象から心的な現象への因果関係について、すべて実際の因果関係ではない、とする考え方である。文献[12]では、そうした対象の変化を実際に引き起こしているのは、神であるとしている。随伴現象説では物理的な事象が物理的な事象を引き起こし、かつ物理的な事象は心的な現象も引き起こす。しかし心的な現象は因果的に無力な副産物(随伴現象)に過ぎず、物理世界に何かを引き起こすことはできない[13]。

2.2. 情緒計算式と心身問題に対するアプローチ

我々の研究グループでは、物理的事象から快不快を検出し、その事象の生じた状況から20種類の情緒を生起する手法を提案している。さらに、生起

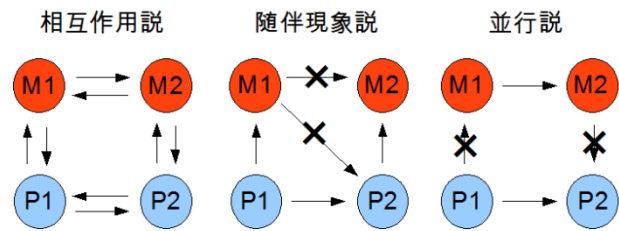


図1 三つの異なる二元論

した情緒からエージェントの気分を算出し、それに応じて表情や動作を変化する手法を提案している[6]。この手法を前述の心身問題に当てはめると、物理的事象も心的状態も全てコンピュータ上の処理として実現しているため、物理的事象と心的状態を区別しない一元論が合っているように思う。しかし、現在想定している外界(物理的事象)のシミュレーションは不完全であり、全ての感情処理(心的状態)を外界の処理に還元することは不可能である。そのため本研究では、物理的事象と心的状態を別のものとして扱う二元論を採用する。二元論には物理的事象と心的状態の因果関係性により、さまざまなタイプがあるが、本研究におけるモデルでは、物理的事象→心的状態(情緒)と、心的状態→物理的事象(表情、動作)の2種類の因果関係があることと、心的状態の変化の要因に、一つ前の心的状態が含まれていることから、二元論の相互作用説を想定したモデルを構築する。図2に相互作用説に基づく我々の手法の関係を示す。前述の通り、物理的事象から情緒を生起する手法(情緒計算手法:EGC)により、気分の動因となる情緒が生起する。そして、現在の気分状態と生起情緒から、次の気分状態を算出する。気分状態は喜び、悲しみ、驚き、怒り、恐れ、嫌悪、平常の7つのノードを持つネットワークで表されている(心的状態遷移ネットワーク; MSTN[14])。なお、物理的事象から物理的事象へ、心的状態から物理的事象への因果関係については、現在実現手法を検討中であるが、基本的に物理的事象から物理的事象への因果関係は演繹的推論[15]を、心的状態から物理的事象への因果関係は欲求に基づくプランニングにそれぞれ相当する。

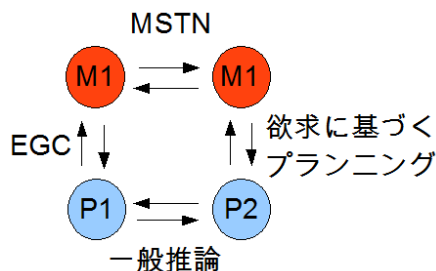


図2 相互作用説と提案手法の対応

3. 感情処理の手法

3.1. 情緒計算手法

情緒計算手法では、エージェントが認識した事象（出来事）の内容に対してエージェント自身を感じている情緒を計算する。計算には発話事象中の格要素に対して発話者があらかじめ持っている好感度を用いる。そしてこれらの好感度を情緒計算手法に適用することで、快／不快を判別する[6][7]。

さらに、生じた快／不快を、入力事象の状況（他者の視点、生起する時間、予測していたか否か、行為者）を考慮して、20種類の情緒に分類する[6][8]。

20種類の情緒は、以下のように分類されている。“幸福”群に「喜び、悲しみ」、 “他者の運命”群に「嬉しい、ほくそえむ、憤慨、気の毒」、 “将来的”群に「望み、恐れ」、 “確認”群に「満足、安堵、恐れていた通り、失望」、 “帰属”群に「誇り、賞賛、羞恥、叱責」、 “幸福／帰属”群に「感謝、怒り、自己満足、自責の念」がある。各情緒群には、図3のような依存関係がある。なお、図中のA (B) は “BがAに対して持っている好感度”を表す。

3.2. 心的状態遷移ネットワーク

任ら[17]は人間の感情はいくつかの状態に位置し、情報処理過程に対応するいくつかの離散的状态の間を遷移すると仮定し、これを“心的状態”と呼んでいる。人間の心的状態は、ある条件で、一つの状態から別の状態へ遷移することができる。状態間の遷移は同じ確率ではないが、外界の要因を無視すると一定の期待値が存在する。人間がある感情状態にある時、外部刺激および内的思考の推移により感情エネルギーがある一定の閾値を越えた場合に、他の感情状態に遷移する、感情エネルギーに基づく“心的

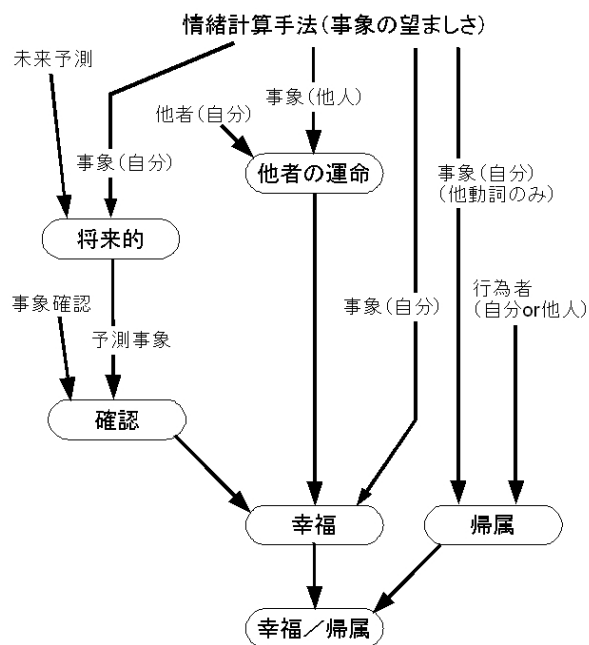


図3 生起情緒の依存関係

状態遷移ネットワーク”モデルを考案した。

我々は、エージェントの感情を表現するために心的状態遷移ネットワークを用いて気分を遷移させる。情緒計算手法で生じた情緒がどの気分に対して遷移の影響を持つかを表すため、8種類の情緒を9グループに分類し（表1）、各情緒グループごとに心的状態遷移ネットワークの遷移先を変える(図4)[7]。

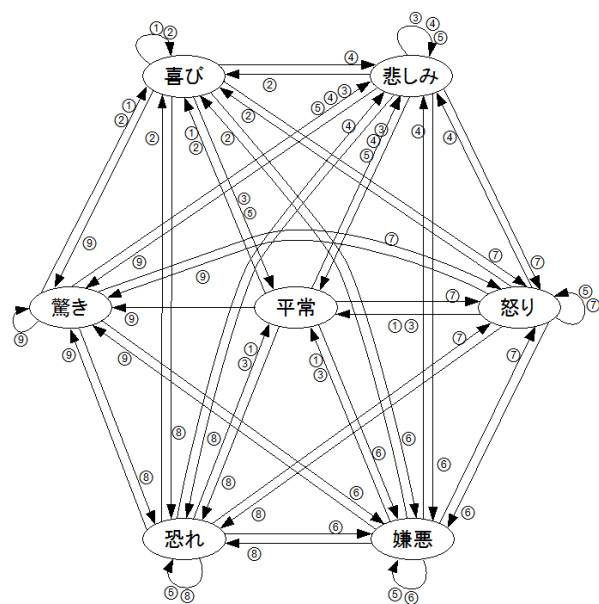


図4 心的状態遷移ネットワーク

表 1 生起情緒の分類

番号	情緒
①	ほくそ笑む, 望み, 満足, 安堵, 誇り, 賞賛, 好き, 感謝, 自己満足, 愛, 照れ
②	喜び, 嬉しい
③	気の毒な, 羞恥, 自責の念
④	恐れていた通りの, 失望, 悲しみ
⑤	苦しみ, 困惑
⑥	嫌い, 憎しみ
⑦	憤慨, 叱責, 怒り
⑧	恐れ
⑨	驚き

気分の遷移先は以下の式によって計算される。質問文に対して生起する各情緒の強さを e_i で表し、情緒グループ①から⑨の強さ $e_1 \sim e_9$ を以下のように最大値から求める。

$$\begin{aligned}
 e_1 &= \max(e_{\text{ほくそ笑む}}, e_{\text{望み}}, \dots, e_{\text{照れ}}) \\
 e_2 &= \max(e_{\text{喜び}}, e_{\text{嬉しい}}) \\
 e_3 &= \max(e_{\text{気の毒な}}, e_{\text{羞恥}}, e_{\text{自責の念}}) \\
 &\vdots \\
 e_9 &= e_{\text{驚き}}
 \end{aligned} \tag{1}$$

さらに、 $e_1 \sim e_9$ から、感情ベクトル $e = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_9\}$ を得る。また、現在の気分 S_{cur} で情緒グループ i の情緒が生起したときの遷移先を $next(S_{cur}, i)$ とおくと、

$$emo = \arg \max_i \left(\frac{e_i}{cost(S_{cur}, next(S_{cur}, i))} \right), 1 \leq i \leq 9 \tag{2}$$

式(2)の emo が求められ、 $next(S_{cur}, emo)$ から次の気分が算出される。

4. 心の階層モデル

心の階層モデルとして、岡田は、外界や内界のアナログ信号を知覚器が受理してデジタル化した生データから、知覚的/運動的特徴→概念的特徴→単純概念→概念ネットワークの5階層のモデルを提案している[16]。しかしこれは心の働き全てを再現する

ために必要十分な処理を想定しているため、欲求やプランニングや自然言語処理など、心の処理のうち感情に直接影響しないものも含まれている。

本研究では、心の持つさまざまな処理のうち、物理的事象に基づいて気分を変化させる働きと、気分によって物理的状态が変化する働きに注目する。図5に本研究における心の階層モデルを示す。物理的ネットワークは一般推論に基づく因果関係によって結ばれている。情緒ネットワークは図3の情緒計算手法による生起情緒の依存関係のネットワークである。情緒ネットワークにおける情緒の生起は、関連する情緒の生起だけではなく、入力事象の属性が関係する。この属性としては、行為者が誰かや未来の事象かなど、物理的因果関係から得られる情報も関係している。気分ネットワークは図4の心的状態遷移ネットワークが対応している。情緒ネットワークで生起した情緒に基づいて気分状態が遷移する。新しい気分状態は、式(2)にあるように、現在の気分状態と生起情緒から算出される。そして気分状態は、表情や行動、さらには心拍数の上昇や筋肉の緊張など、さまざまな形で物理的である身体に影響を及ぼす。なお、物理的ネットワークと気分ネットワークは、状態が遷移しない状況を自己ループによって表している。

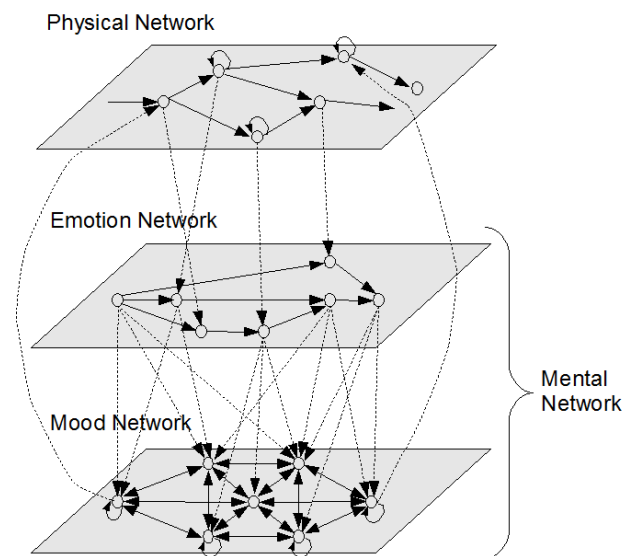


図 5 心の階層モデル

また、物理的ネットワークと気分ネットワークにおいては、現状で適用可能なルールが一瞬で全て適用されるわけではなく、ある程度の時間差を置いて適用される。そのため、図6のように各アークに対して遅延時間 d を設定する。図の遅延時間 d_{12} は、 $[0, D]$ の値を取り、0 の時は遅延無く遷移が起こる。

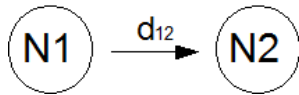


図6 遅延時間付きアーク

5. 実行例

以下に「ロミオはジュリエットと付き合う」という入力事例に対してジュリエットの立場から提案手法を適用した例を示す。

物理的事象への因果関係適用:

「ロミオはジュリエットと付き合っている」
 → 「ロミオはジュリエットと結婚するだろう」
 → 「両親は結婚に反対するだろう」

快/不快の判別:

事象：ロミオはジュリエットと付き合う
 述語 (P) = “付き合う”: +0.6
 主体 (S) = “ロミオ”: +0.9
 客体 (O) = “ジュリエット”: +1.0
 快/不快判別 = (f_o, β, f_p)
 = $(-0.5, +0.5, -0.3) \rightarrow$ 快

多様な情緒の生起:

「ロミオはジュリエットと付き合う」
 (1) “快”が生起している
 → “喜び”が生起
 (2) 動作主は“ロミオ” &
 “ジュリエット”にとっての事象 = “快”
 → “ロミオ”に対して“賞賛”が生起
 (3) “喜び”が生起 & “賞賛”が生起
 → “ロミオ”に対して“感謝”が生起

「ロミオはジュリエットと結婚するだろう」
 → 喜び, 望み

「両親は結婚に反対するだろう」
 → 苦しみ, 恐れ

気分状態の遷移:

現在の気分状態 → “平常”
 $e_1 = 1.47, e_2 = 1.47, e_5 = 1.10, e_8 = 1.10$
 次の気分状態 → “喜び”

物理的事象への影響:

ジュリエットは笑顔になる

以下に心の階層モデルに基づく本シミュレーション結果を示す。なお、P1は「ロミオはジュリエットと付き合う」、P2は「ロミオはジュリエットと結婚するだろう」、P3は「両親は結婚に反対するだろう」、P4は「ジュリエットは笑顔になる」を表している。

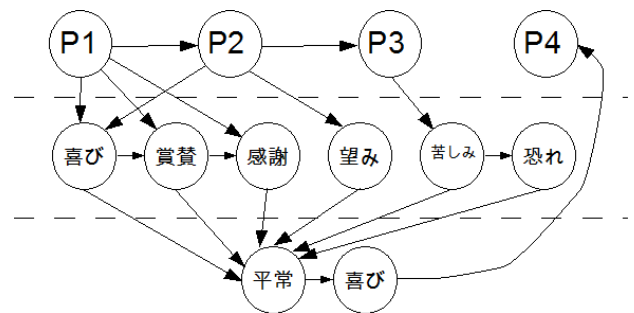


図7 シミュレーション結果

6. まとめ

本論文では、我々が従来提案している物理的事象から生起情緒や気分状態を計算する手法について、心の哲学の議論をもとにしてモデル化を行った。本研究では、物理的事象と心的状態を分けて扱うため、二元論を採用した。さらに、物理的事象から情緒を生起することや、気分状態によって身体状態が変化することから、二元論の中でも相互作用説をベースとして心のモデルを作成した。心のモデルには、物理的階層と心理的階層があり、さらに心理的階層は情緒ネットワークと気分ネットワークの2つの階層からなる。これにより、従来は一つの入力事象にしか対応できなかったモデルが、物理的階層で推論処理を行うことにより、より多くの感情を生起できるようになった。また、気分状態を物理的階層にフィードバックすることにより、気分に応じた行動や身体状態を生成できるモデルとなった。

今後の課題としては、物理的事象の因果関係を実現するための一般常識的推論規則の作成と、気分状態に応じた行動の変化に関する処理を追加していく予定である。

参考文献

- [1] 藤原健, 大坊郁夫: 笑いによる気分誘導がコミュニケーション行動に及ぼす影響 (言語・非言語コミュニケーション～言葉と身体との相互作用～), 電子情報通信学会技術研究報告, ヒューマンコミュニケーション基礎, Vol.108, No.187, pp.47-52, 2008.
- [2] 栗山裕, 山下利之: 多面的感情状態尺度による情報教育支援システム, 東京都立科学技術大学紀要, Vol.17, pp.15-22, 2003.
- [3] Matsunaga, M., Isowa, T., Kimura, K. et al., Associations among positive mood, brain, and cardiovascular activities in an affectively positive situation, *Brain Research*, Vol.1263, pp.93-103, 2009.
- [4] Kazuya Mera: Emotion Orientated Intelligent Interface, 東京都立科学技術大学博士 (学術) 学位論文, 2003.
- [5] 目良和也, 市村匠, 相澤輝昭, 山下利之: 語の好感度に基づく自然言語発話からの情緒生起手法, 人工知能学会論文誌, Vol.17, No.3, pp.186-195, 2002.
- [6] Kazuya Mera, Takumi Ichimura, and Toshiyuki Yamashita: Complicated Emotion Allocating Method based on Emotion Eliciting Condition Theory, *Journal of the Biomedical Fuzzy Systems and Human Sciences*, Vol.19, No.1, pp.1-10, 2003
- [7] 目良和也, 市村匠, 黒澤義明, 竹澤寿幸, “情緒計算手法と心的状態遷移ネットワークを用いた音声対話エージェントの気分変化手法,” 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.22, No.1, pp.10-24, 2010.
- [8] 河野哲也: 心の哲学・心の科学への一五分ツアー (1, 2), 人文会, 2007.
(http://www.jinbunkai.com/entry/bun_news_syo.php?info_id=46)
- [9] Kim, J.: Problems in the Philosophy of Mind, in Ted Honderich(ed.), “Oxford Companion to Philosophy,” Oxford University Press, 1995.
- [10] Hart, W.D.: Dualism, in Samuel Guttenplan (org), “A Companion to the Philosophy of Mind,” Blackwell, Oxford, 265-7, 1996.
- [11] “Dualism,” The Stanford Encyclopedia of Philosophy (<http://plato.stanford.edu/archives/fall2003/entries/dualism/>), 2003.
- [12] Schmalts, Tad: Nicolas Malebranche, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2002 Edition), Center for the Study of Language and Information, Stanford University, 2002.
- [13] Huxley, T.H.: On the Hypothesis that Animals are Automata, and its History, *The Fortnightly Review*, n.n. 16:555-580, 1874.
- [14] Takumi Ichimura and Kazuya Mera: Estimation of Hierarchical Emotion in Mental State Transition Learning Network, Proc. of 5th International Workshop on Computational Intelligence and Applications 2009 (IWCIA2009), pp.35-40, 2009.
- [15] Kazuya Mera and Takumi Ichimura: Fuzzy Cognitive Map Application for Real Environment using Concept Template, Proc. of 2006 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC2006), pp.304-309, 2006.
- [16] 岡田直之: 脳に宿る心—認知科学・人工知能から神秘の世界に迫る—, オーム社, 2009.
- [17] 任福継: 言語・表情など外観情報と心的状態遷移に基づく人間感情の認知について, 情報処理学会研究報告(SLP), 音声言語処理, Vol.2006, No.73, pp.43-48, 2006.

連絡先

目良和也

広島市立大学大学院情報科学研究科

〒731-3196 広島市安佐南区大塚東 3-4-1

E-mail:mera@hiroshima-cu.ac.jp