

基于模糊逻辑的智能 Agent 情感建模^{*}

李太华¹ 马 燕² 邱玉辉¹

(西南大学智能软件与软件工程实验室 重庆 400715)¹

(重庆师范大学物理与信息技术学院 重庆 400047)²

摘要 情感是人类智能中的一个重要表现形式,在人类决策过程中起着重要的作用。认知科学、生理学以及人工智能领域的研究者已提出各类情感模型,但大部分模型都集中于智能 agent 的反应行为,为此它们通常是依据一些静态的规则或者事先确定的领域知识来生成 agent 的情感。本文提出了一个新的情感计算模型,并尝试利用模糊逻辑的表征方法建立事件和情感状态间的联系。

关键词 情感模型,智能 agent,教学 agent,模糊逻辑

Modeling Emotions for the Intelligent Agent Based on Fuzzy Logic

LI Tai-Hua¹ MA Yan² QIU Yu-Hui¹

(Intelligent Software and Software Engineering Laboratory, Southwest University, Chongqing 400715)¹

(College of Physics and Information Technology, Chongqing Normal University, Chongqing 400047)²

Abstract Emotion is an important aspect of human intelligence and has been shown to play a significant role in the human decision-making process. Researchers in areas such as cognitive science, physiology, and artificial intelligence have proposed a variety of models of emotions. Most of the previous models focus on an agent's reactive behavior, for which they often generate emotions according to static rules or pre-determined domain knowledge. In this paper, we propose a new computational model of emotions that uses a fuzzy-logic representation to map events and observations to emotional states.

Keywords Motion models, Intelligent agents, Pedagogical agents, Fuzzy logic

1 引言

情感长期以来一直被认为是人类心智的一个重要组成部分。然而,情感在我们思考和活动中所扮演的角色却常常被误解。古代的哲学家信甚至认为情感是阻碍人类思维的障碍,比如柏拉图认为“激情、欲望和恐惧使得我们无法思考”。

上世纪 70 年代以来,一些心理学家开始探索情感在人类认知、智能中的正面作用^[1-4]。大量的证据显示,情感对记忆、思维和判断都有重要影响^[1,3,5,6]。例如,Damasio 等人所做的神经生理学研究显示,缺乏情感所应能力的人往往会做出失当的决策,而这会严重影响他们在社会活动中的作用^[7]。Gardner 提出了多元智能的概念,并把“个人智能”(personal intelligence)描述为处理社会交往和情感的一类特殊智能^[8]。之后,Goleman 又提出了“情感智能”(emotional intelligence)的概念,认为情感是人类智能中的一个重要组成部分^[9]。

心理学界陆续提出了一些描述情感处理过程的模型。其中一些模型关注对动机的影响,一些模型关注事件触发情感的过程,被称为“事件评估”模型,还有一些模型则关注期望对情感的影响。然而所有这些模型都没有提供一个完整的视图。总的来说,它们只是描述了情感状态和环境条件(比如各类事件)、内部条件(比如各类期望、动机状态)的联系图及其推理机制。

受这些心理学领域的情感模型的启发,智能 agent 研究

者开始意识到可以利用情感的计算模型来改进复杂、交互程序的开发。比如,具有情感模型的人机界面 agent 可以更好地理解和适应用户的情绪、情感和偏好^[10,11];软件 agent 可以利用情感 agent 组间的社会性交互行为,从而促进任务的协作^[12];仿真人物(synthetic character)利用情感模型模拟和表现情感反应,从而有效促进其可信性^[13]。

但现有可计算情感模型中共同存在的一个不足之处是缺乏灵活性。大多数模型只能基于预定方式针对特定情形做出反应,对希求(desirability)程度的确定以及对情感行为的选择都是基于整体性条件的判断,没有考虑特定条件的满足程度问题。本文在 OCC 模型^[14]的基础上提出了一个新的可计算情感模型。这一模型引入模糊逻辑用以表征情感强度,并建立了事件、期望与情感状态、情感行为间的对应关系。尽管这些关系也可用其他形式化方法表示,但模糊逻辑更能体现情感状态推理的不确定性和复杂性的本质特征。

2 基于模糊逻辑的情感模型

2.1 模型体系结构

在这一部分里,我们对基于模糊逻辑的情感模型进行详细的描述。这一模型包括三个主要组件:感应组件、情感组件、决策组件。如图 1 所示,智能 agent 首先由感应模块从环境中感知外部事件,然后把感知信息传递给情感组件。情感组件将处理这些感知信息,并生成情感行为,然后将其传递到

^{*}西南大学研究生院学科建设项目资助。李太华 讲师,博士研究生,研究方向为智能学习环境、智能 agent;马 燕 教授,博士研究生,研究方向为主动网、网格计算;邱玉辉 教授,博士生导师,研究方向为人工智能。

决策组件。决策组件根据 agent 的情绪、情感状态和情感行为,并结合当前情形选择特定的情感反应活动,然后将反应活动信息传递给感应组件。最后由感应组件触发特定情感反应活动。

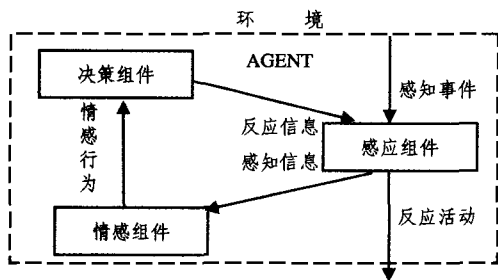


图1 情感模型的体系结构

2.2 情感组件

鉴于篇幅限制,模型中的决策组件和感应组件将在其他文章中探讨,本文集中对情感组件进行详尽的描述。

2.2.1 概述

情感组件的逻辑结构如图2所示。首先要对从环境中感知的外部事件进行评价。评价阶段分为两个步骤。首先,根据经验模型确定受外部事件影响的目的及影响的程度。其次,根据目的的重要性程度和事件对目的的影响程度计算事件的希求。事件评价过程依靠两个主要指标:目的重要性程度、事件对目的的影响程度。模糊逻辑在这一过程中被用于根据这两个指标确定事件的希求。

计算出事件希求程度之后,被传递给事件鉴定模块,以确定 agent 的情感状态,如图2所示。鉴定出的是复合情感,还需要通过情感过滤,得出具体一致的情感状态。情感状态再被传递给行为选择模块,从而选择出特定情感行为。下面我们将针对上述模块做详细描述。

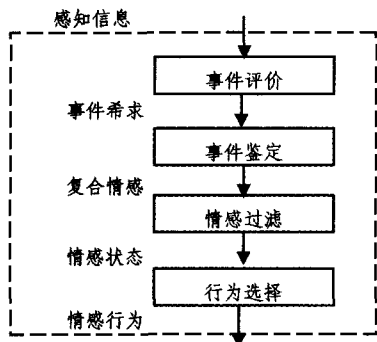


图2 情感组件的逻辑结构

2.2.2 事件评价

我们根据事件对目的的影响程度及这些目的的重要性程度,利用模糊规则来推断事件的期望值。一个事件对特定目的的影响程度可以用5个模糊集合描述: HighlyPositive, SlightlyPositive, NoImpact, SlightlyNegative, HighlyNegative (图3)。

目的的重要性程度根据 agent 对特定情形的评估做动态设置,也被表征为3个模糊集合: NotImportant, SlightlyImportant, ExtremelyImportant(图4)。

在此基础上,事件的希求程度被描述为5个模糊集合: HighlyUndesired, SlightlyUndesired, Neutral, SlightlyDesired, HighlyDesired(图5)。

我们用如下形式的模糊规则来确定事件的期望值:

```
IF Impact (G1, E) is A1
  AND Impact (G2, E) is A2
  .....
  AND Impact (GK, E) is AK
  AND Importance (G1) is B1
  AND Importance (G2) is B2
  .....
  AND Importance (GK) is BK
  THEN Desirability (E) is C
```

k 是指所涉及目的的数量。 A_i, B_i, C 是模糊集。

下面用一个例子说明模型中使用模糊规则的方法。假设把 agent 设计为一个教学 agent。“问问题”这一事件可能会影响不同的目的。比如,如果教学 agent 希望学生独立解决问题,学生向其“问问题”则会对其这一目的产生负面影响。因此,很显然在这一情形中“问问题”这一事件是不期望发生的。而事件的希求程度也要根据目的的重要性程度以及事件对目的影响程度来确定。与这一情形相关的规则可以描述如下:

```
IF Impact (resolve problems independently, ask problems) is HighlyNegative
  AND
  Importance (resolve problems independently) is ExtremelyImportant
  THEN
  Desirability (ask problems) is HighlyUndesired
```

在模糊推理过程中,可以采用的模糊规则模型很多,比如:(1) Mamdani 模糊模型;(2) Sugeno 模糊模型;(3) Tsukamoto 模糊模型^[15]。我们选择的是 Mamdani 模糊模型。

2.2.3 事件鉴定

一旦一个事件的希求程度被确定,就进入事件鉴定阶段。而这一过程的目的在于通过对事件的评估鉴定出由此可能触发的情感类型。事件鉴定出了需要时间评价阶段获取的希求程度外,还需要考虑 agent 的各种期望值。agent 的期望值可从决策组件获取。关于 agent 期望值及其它参数的获取机制问题我们将在其他文章中专门阐述。本模型中情感、期望和事件希求之间的关系参照的是 OCC 模型。而通过这些规则所触发情感的强度值则是根据 Price 等人^[16]提出的公式来进行计算。比如,高兴(joy)的触发规则在 OCC 模型中描述为

$Joy = the\ occurrence\ of\ a\ desirable\ event$

为了获取高兴的强度值,我们只需要希求程度值即可。然而,对于其他一些情感,比如希望、恐惧等,则不仅需要希求程度值,还需要期望值。比如,恐惧(fear)的触发规则在 OCC 模型中描述为

$Fear = the\ occurrence\ of\ an\ unconfirmed\ undesirable\ event$

根据 Price 等人的提出的公式,恐惧强度可表示为

$Fear = (2 \times expectation^2) - desirability$

2.2.4 情感过滤

一旦通过执行情感触发规则获取的是一个复合情感,就需要对复合情感进行过滤,从而得到一个特定情感状态。比如,悲伤情感通常还混杂着羞愧、生气以及恐惧等。情感优势还会受到其他状态的抑制或强化作用,比如动机。在本模型中,没有引入模糊逻辑方法,故不做详细描述。

2.2.5 行为选择

模糊逻辑还被用在情感行为的选择阶段。行为的确定依赖于 agent 的情感状态、当前情形以及发生的事件。比如考虑下面的规则:

```
IF Anger is High
  AND being-asked-problems
  THEN
  behavior is warn-students-against-asking-problems
```

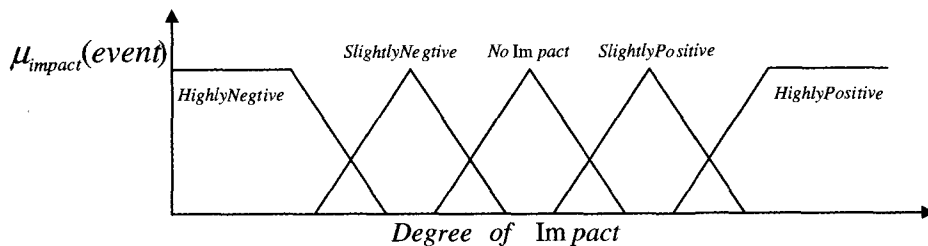


图3 影响程度的模糊集合

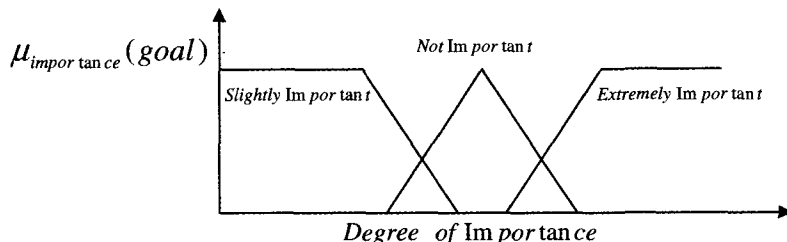


图4 重要程度的模糊集合

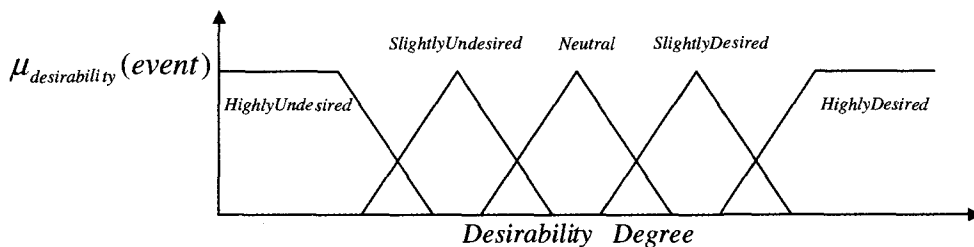


图5 希求程度的模糊集合

这里的行为, warn-students-of-thinking-independently, 依赖于学生做了什么事以及 agent 当前的情感强度是多少。如果学生并未问问题, 而 agent 的生气又是由于其他原因导致的, 它就不会选择这一动作。因此, 不仅对事件和情感的识别特别重要, 而且还要识别导致当前事件的起因。为此, 我们利用下面的模糊规则来说明上述问题:

```
IF emotion1 is A1
  AND emotion2 is A2
  .....
  AND emotionK is AK
  AND event is E
  AND cause (E, B)
THEN behavior is F
```

k 是涉及情感的数目, A_1, A_2, A_3 是定义情感强度的模糊集: *HighIntensity, LowIntensity, MediumIntensity*。用变量 E 描述事件, 用变量 B 描述事件的起因。

3 模型的应用及开发工作

为学生提供个性化的学习支持, 一直以来都是智能教学系统的重要目标。传统智能教学系统(ITS)多是对学生提供认知侧面的支持, 而现在这一领域的一些研究者们已开始探索向学生提供情感支持的智能技术^[17,18]。而研究也显示学生在 e-learning 学习环境中对情感支持存在迫切需求^[19]。

为了评价我们提出的基于模糊逻辑的情感模型, 同时也为了探索情感 agent 在 e-learning 中的应用, 我们正在开发一个具有情感识别和反应能力的教学 agent。教学 agent 有两大核心模块: 情感智能模块和情感表达模块, 其中情感智能模块主要负责对学生情感状态的识别, 情感表达模块则用于对

学生做出一定的情感行为, 比如表情、动作、话语等。对教学 agent 的实现及其在线学习环境中的应用效果评价将是我们的下一步工作的重点。

参考文献

- 1 Bower G H, Cohen P R. Emotional Influences in Memory and Thinking; Data and Theory, Affect and Cognition[M]. In: Clark M, Fiske S, eds. London: Lawrence Erlbaum Associated Publishers, 1982. 291~331
- 2 Ekman P. An Argument for Basic Emotions, Cognition and Emotion [M]. London: Lawrence Erlbaum Associated Publishers, 1992. 169~200
- 3 Konev A, Sinisyn E, Kin V. Information Theory of Emotions in Heuristic Learning[J]. Zhurnal Vysshei Nernoii Deyatel' nosti imani, 1987, 37(5): 875~879
- 4 Izard C E. Human Emotions[M]. New York & London: Plenum Press, 1977
- 5 Forgas J P. Sad and Guilty? Affective influence on the explanation of conflict in close relationships[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1994, 66: 56~68
- 6 Forgas J P. Mood and Judgment; The affect infusion models [J]. Psychological Bulletin, 1995, 117: 39~66
- 7 Damasio A R. Descartes' Error; Emotion, Reason, and the Human Brain [M]. New York: G P, Putnam, 1994
- 8 Gardner H. Frames of Mind[M]. New York: Basic Books, 1983
- 9 Goleman D. Emotional Intelligence [M]. New York: Bantam Books, 1995
- 10 Elliot C. The Affective Reasoner; A Process Models of Emotions in a Multi-agent System [A]; [Ph. D. Thesis]. Institute for the Learning Sciences, Evanston, IL: Northwestern University, 1992
- 11 Maes P. Artificial Life Meets Entertainment; Lifelike Autonomous Agents[J]. Communications of the ACM, Special Issue on Novel Applications of AI, 1995, 38(11): 108~114
- 12 Kerstin D. The Art of Designing Socially Intelligent Agents; Science, Fiction and the Human in the Loop [J]. Applied Artificial Intelligence Journal, 1998, 12(7-8): 573~619

“软件人”感知系统的协同分类模型研究^{*}

米爰中^{1,2} 徐国章¹ 曾广平¹ 涂序彦¹

(北京科技大学信息工程学院 北京 100083)¹ (河南理工大学计算机科学与技术学院 焦作 454000)²

摘要 “软件人”是计算机网络世界中的一类软件人工生命,是一种网络中的“虚拟机器人”,它具有拟人结构。作为对人的模拟,其感知系统应该像人的感知系统一样,具有区分感知对象的能力。基于人体感知系统的启发,运用大系统分析的“分解-集结”方法,本文提出了一种“软件人”感知系统的协同分类模型。该模型通过多分类器系统模拟人的不同感觉,从而实现“软件人”对感知对象的多感觉协同分类。仿真实验结果初步验证了本文提出模型的可行性。今后的工作是研究如何构造实际系统并将其应用于数字气田建设的数据处理工作中。

关键词 “软件人”,感知系统,协同分类,多分类器系统

Research on the Cooperative Classification Model in the Perception System of SoftMan

MI Ai-Zhong^{1,2} XU Guo-Zhang¹ ZENG Guang-Ping¹ TU Xu-Yan¹

(School of Information Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083)¹

(School of Computer Science and Technology, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000)²

Abstract SoftMan, the virtual robot in network environment, is a kind of software Artificial Life living in computer networks. It has a humanoid structure, and simulating human, its perception system should be able to recognize the perceptive object. Enlightened by human perception system and the “disassemble-integration” method in analyzing large systems, a cooperative classification model in SoftMan’s perception system is proposed. In the model, different humanized senses are simulated by multiple classifier systems. Consequently, SoftMan can perform multi-sense cooperative classification on its perceptive objects. A simulated experiment validates the basic feasibility of the model. The future work is how to construct a practical system and apply it to the data processing work in building digital gas fields.

Keywords SoftMan, Perception system, Cooperative classification, Multiple classifier systems

1 引言

在作为国家能源的支柱型企业的石油天然气行业中,油气勘探开发是本行业的主体。从世界石油天然气勘探开发技术进步来看,信息技术已成为推动石油工业飞速发展的重要内在动力。数字气田是以气田资源数字化为基础,以现代多种通讯网络为依托,以信息技术为手段,以推动勘探开发科研创新、优化生产运行、规范经营管理、提高科学决策水平为目的的复杂大系统。计算机网络是数字气田的基础设施,因此应用先进的网络技术是数字气田建设的客观要求。

“软件人”(SoftMan, SM)^[1]技术融合分布式人工智能、并行分布式系统、移动 Agent 和人工生命技术,是计算机网络时代的一项崭新的关键技术。研究“软件人”的目的主要是为

当前网络中存在的许多问题或不足提供一种新的有效的解决方式。把“软件人”的技术和思想应用于数字气田建设,可以提高数字气田大系统的智能性、准确性和有效性。

2 “软件人”及其感知

2.1 “软件人”的概念

随着信息技术的飞速发展,数据已逐渐取代程序成为软件研发人员的首要考虑,面向对象的方法也几乎取代了面向过程的方法。而一种新的设计思想——面向 Agent 的方法正越来越受到重视,这种思想的主要特点是把软件像人一样分派到大量数据的地方去“工作”,而不是用传统的方法把数据发给软件处理。“软件人”即是应用这一思想,从广义人工生命观点出发,为了延伸、扩展人的生命而提出的,具有类似于

^{*} 国家自然科学基金项目(60375038,60503024)。米爰中 博士生,主要研究方向:人工智能,计算机网络;徐国章 博士生,副教授,主要研究方向:人工智能、计算机网络;曾广平 博士,教授,博士生导师,主要研究方向:网络、通信、人工智能及应用;涂序彦 教授,博士生导师,主要研究方向:人工智能、大系统控制、智能管理、人工生命。

- 13 Bates J. The Role of Emotion in Believable Agents[J]. Communications of ACM, 1992, 37(7):122~125
- 14 Ortony A, Clore G, Collins A. The Cognitive Structure of Emotions[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1988
- 15 张智星,孙春在,水谷英二. 神经-模糊和软计算[M],西安:西安交通大学出版社,2000
- 16 Price D D, Barrell J E, Barrell J J. A Quantitative-Experiential Analysis of Human Emotions[J]. Motivation and Emotions, 1985, 9(1):19~38
- 17 Conati C, Zhou X. Modeling students’ emotions from cognitive

- appraisal in educational games[A]. In: Cerri S A, Gouarderes G, Paraguacu F, eds. Intelligent Tutoring Systems, LNCS 2363, 2002. 944~954
- 18 Chaffar S, Frasson C. Using an Emotional Intelligent Agent to Improve the Learner’s Performance[A]. In: Workshop on Emotional and Social Intelligence in Learning Environments, International Conference of Intelligent Tutoring System (ITS), Maceio, Brasil, 2004
- 19 O’Regan K. Emotion and E-Learning [J]. Journal of Asynchronous Learning Networks, 2003, 7(3): 78~92