

◎博士论坛◎

智能系统智能特性的定性评价

刘 东^{1,2},尹怡欣¹,涂序彦¹,董 洁¹LIU Dong^{1,2},YIN Yi-xin¹,TU Xu-yan¹,DONG Jie¹

1.北京科技大学 信息工程学院,北京 100083

2.北京联合大学 自动化学院,北京 100101

1.School of Information Engineering,University of Science and Technology Beijing,Beijing 100083,China

2.College of Automation,Beijing Union University,Beijing 100101,China

E-mail:zdhtliudong@buu.com.cn

LIU Dong,YIN Yi-xin,TU Xu-yan,et al.Qualitative evaluation on intelligent characteristics of intelligent system.Computer Engineering and Applications,2007,43(11):1-3.

Abstract: This paper focuses on the evaluation of intelligent characteristics of intelligent control system. Therefore we bring forward evaluation models and methods of an evaluation system. We are trying to exclude other factors, but concentrate on the intelligent characteristics such as the self-recognition and so on. We apply the model of generalized operator to describe the evaluation course, and provide solutions and algorithms for several critical problems in operation by using imitation and other lab measurements working on the evaluation of intelligent robot's intelligent characteristics in self-recognition of certain objects. The results show that it is possible to evaluate the intelligent characteristics for machines or systems with artificial intelligence. The qualitative conclusion through description, examination and evaluation could be applied in judging whether a system has intelligent characteristics or not, which is the precondition of quantitative evaluation for intelligence level of any given systems.

Key words: intelligent control; intelligent characteristics; evaluation

摘 要: 专门讨论了对智能系统的智能特性进行评价的问题。为此,提出了一种评价系统的评价模型及评价方法。力求排除其它影响因素,只关注系统的自识别等智能特性。采用广义算子模型对评价过程进行描述。并运用仿真和实验室实验的手段,以智能移动机器人对特定对象自识别智能特性的评价为例,给出实施测试时解决几个关键问题的方法和算法。结果表明:拥有人工智能的机器或系统的智能特性是可评价的,通过描述、测试和评价得出的定性评价结论可用于判断系统“智能特性”的有无,这是对系统进行智能水平的定量评价的前提。

关键词: 智能控制;智能特性;评价

文章编号:1002-8331(2007)11-0001-03 文献标识码:A 中图分类号:TP18

1 引言

智能特性是智能系统的重要特性之一。对智能系统的智能特性进行定性的评价是一个难题,也是一个新问题。因为,首先人们对智能特性本身概念的界定还不够清楚。其次,智能特性的评价与环境、时代、条件有关。因此,该项评价具有相对性、关联性和时间效应。另外,针对该项评价的专门研究和交流甚少,而在智能控制理论及应用不断发展,各种带有“智能”称谓的产品、系统不断涌入市场的情况下,适时地开展对智能特性评价的专门研究是十分必要的,这不仅是学术上的需要,也是应用上的需要。

智能系统是具有拟人智能的系统^[1]。拟人智能特性是模拟、延伸、扩展人的智能特性。如:自学习、自适应、自组织、自寻优、

自镇定、自识别、自规划、自协调、自修复、自繁殖等。由于人体控制系统的智能是多层次、多方面的,所以拟人系统的智能也分为高层、中层和基层等不同层次和不同方面,它们的相互关系如图1所示。

为了在系统中实现智能特性,常用的智能方法有专家系统、人工神经网络、模糊控制等。

在前人的工作中,有对人的智商的IQ测试和对机器的图灵测试。文献[2,3]提出若智能系统、产品具有思维层、感知层、行为层多种智能特性,则称为多智能特性智能系统、产品,若智能系统、产品采用多种智能理论、方法、技术研究开发与设计制造,则称为多智能技术系统、产品。文献[4-6]中对人工智能、人工生命及智能控制的理论及应用方法进行了专门的阐述,给研

基金项目:国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.60374032);北京市教委科技发展计划面上项目(Science and Technology Development of Beijing Education Committee under Grant No.KM200511417011)。

作者简介:刘东,北京科技大学博士生,北京联合大学教授,研究方向为人工智能、人工生命、智能控制;尹怡欣,教授,博士生导师,研究方向为人工智能、人工生命、智能控制。

究智能控制系统的智能特性奠定了基础。文献[7,8]提出了智能控制系统智能水平的评价方法和算法,对智能系统智能水平的评价进行了初探。

本文仅针对智能系统的智能特性的定性评价,提出评价模型、方法,用广义算子模型描述了系统的评价过程,并以智能移动机器人自识别特性为例说明测试时的关键问题。

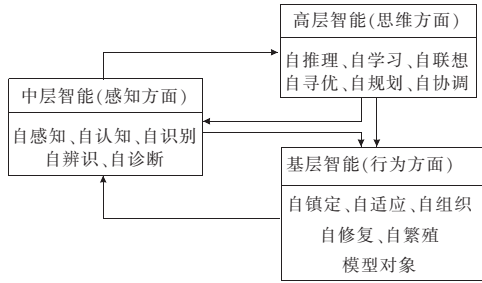


图1 拟人智能特性

2 智能特性的定性评价

2.1 评价模型与方法

简单的评价模型如图2的上半部分,即简单的评价模型区所示。其中,模型本体可以是知识模型或网络模型,是可修正、可扩充的。模型对象是主动系统,对象输出是指人或群给出的评价,可采用人机交互或专家调查等方法获取信息。效果分析是根据模型的目的和用途,采用公认的或用户认可的评估准则,对模型与被模拟对象的输出的拟合度进行评估,可采用专家评分或模糊评判等方法。模型的下半部分是展开的典型自学习模型。

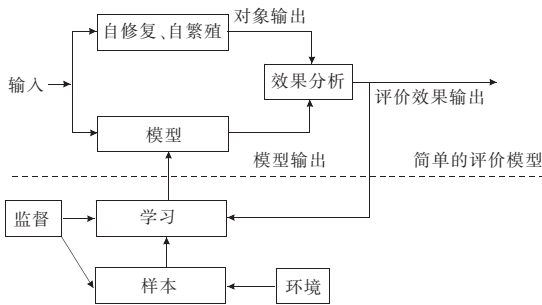


图2 智能的评价模型

图2示意了整体的评价模型结构方案,上下两部分可分别用自适应模型和自学习模型概括后级联,如图3所示。

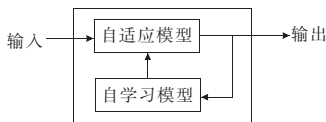


图3 级联的评价模型

2.2 评价体系与过程

文献[3]提出了评价体系的体系结构由组织层、协调层和测试层组成。简单的评价过程可用广义算子模型^[4]进行描述,如图4所示。其中,广义算子模型既可以是定性的知识推理的智能操作,也可以是定量的频域或时域的数学运算。输入、输出也是广义量。广义等号也可以表示多种含义。

图4中 $K(\cdot)$ 为广义算子; U 为广义输入, Y 为广义输出。广义算子模型可表示为:

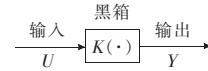


图4 广义算子模型

$$Y \doteq K(\cdot)U \quad (1)$$

式中,符号“ \doteq ”表示广义输出 Y 是广义输入 U 经广义算子 $K(\cdot)$ 变换或传递而产生的结果。

多级评价系统的评价过程可用多重广义算子模型描述,如图5所示。其中, $R(\cdot)$ 表示纵向关系算子, $r(\cdot)$ 表示横向关系算子。

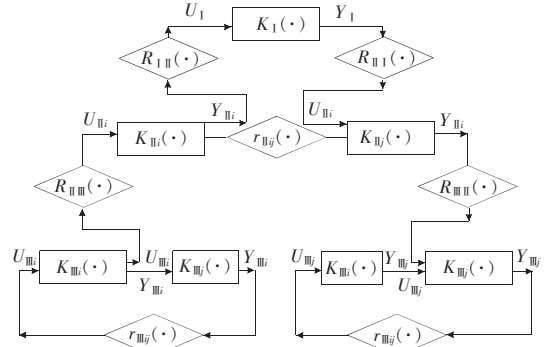


图5 多重广义算子模型

上行纵向关系:

$$\begin{aligned} U_I &\doteq R_{I\ II}(\cdot)Y_{II} \\ U_{II} &\doteq R_{II\ III}(\cdot)Y_{III} \end{aligned} \quad (2)$$

下行纵向关系:

$$\begin{aligned} U_{II} &\doteq R_{II\ I}(\cdot)Y_I \\ U_{III} &\doteq R_{III\ II}(\cdot)Y_{II} \\ U_I &\doteq R_{III\ I}(\cdot)Y_I \end{aligned} \quad (3)$$

利用广义算子可建立同层各子系统之间的横向关系模型,例如:

高层关系:

$$U_{Ii} \doteq r_{Ii\ j}(\cdot)Y_{Ij}$$

中层关系:

$$U_{IIi} \doteq r_{IIi\ j}(\cdot)Y_{IIj} \quad (4)$$

底层关系:

$$U_{IIIi} \doteq R_{IIIi\ j}(\cdot)Y_{IIIj}$$

例如:组织层有1个算子,即评价系统智能特性的广义算子为 $K_I(\cdot)$ 。协调层有3个算子,即评价系统思维方面智能特性的广义算子为 $K_{II1}(\cdot)$,感知方面智能特性的广义算子为 $K_{II2}(\cdot)$,行为方面智能特性为广义算子为 $K_{II3}(\cdot)$ 。测试层有10个算子,即自学习特性的广义算子为 $K_{III1}(\cdot)$,...,自识别特性的广义算子为 $K_{III7}(\cdot)$,...,自适应特性的广义算子为 $K_{III9}(\cdot)$,...,则:

$$\begin{aligned} U_I &\doteq R_{I\ III}(\cdot)Y_{III} = \\ &R_{I\ II}(\cdot) \cdot K_{IIi} \cdot R_{II\ III}(\cdot) \cdot Y_{III} = \\ &R_{I\ II}(\cdot) \cdot K_{IIi}(\cdot) \cdot U_{II} = \\ &R_{I\ II}(\cdot) \cdot K_{II1}(\cdot) \cdot R_{II\ III} \cdot K_{IIIi}(\cdot) \cdot U_{III} = \\ &R_{I\ III}(\cdot) \cdot U_{III} \cdot K_{IIIi} \end{aligned} \quad (5)$$

即: U_I 与自学习特性的广义算子 K_{IIIi} 有关、与自学习模型等广

义输入 U_{III} 有关、与两级间的上行纵向关系 $R_{\text{I III}}(\cdot)$ 有关。

3 智能移动机器人自识别特性的评价

智能移动机器人可以具有自学习、自识别、自适应等多种智能特性。本课题在实验室中以中科院自动化所高创中心研制的自主移动机器人平台为实验平台,对自识别特性进行了实验设计及实施评价。实验室中共有两台机器人,其中,机器人 A 配备了自识别的软硬件,机器人 B 没有配备。实验得出的定性评价结论是:机器人 A 具有了自识别特定对象的智能特性,机器人 B 则不具有这种自识别的智能特性。下面就实施测试、计算和评价方法中遇到的关键问题进行说明。

3.1 测试层的测试与计算

测试层的测试中所遇到的几个关键点如下:

- (1) 采用黑箱法测试移动机器人是否能识别出被识别的对象。
- (2) 测试可分两种情况进行,一是采用人工目测,由人工判断得出测试结论。二是安装测试器,由测试器给出测试结论。
- (3) 测试可重复多次,最后计算出正确识别率,计算方法如式(6)所示。

$$P = \mu_t * \mu_c \left(\frac{N_c}{N} \right) * 100\% \quad (6)$$

其中: N 是重复测试的次数, $N \geq 1$;

N_c 是正确识别的次数, $0 \leq N_c \leq N$;

μ_t 是时间因子,考虑识别所用时间的长短, $0 < \mu_t \leq 1$;

μ_c 是种类因子,考虑能识别对象种类的多少, $0 < \mu_c \leq 1$;

P 是正确识别率, P 值越高,其自识别特性越强。

3.2 上行两层的计算与评价

(1) 测试层广义输出的计算

当仅考察和评价移动机器人自识别智能特性时,在不关心其它特性因素的情况下,令:

测试层广义输出为 Y_{III} ;

广义输入为 $U_{\text{III}} = N_c / N$;

$K_{\text{III}} = K_{\text{III}7}$, 表示自识别的广义算子,并使得:

$K_{\text{III}7} = \mu_t * \mu_c * 100\%$, 则有:

$$Y_{\text{III}} = K_{\text{III}7} * U_{\text{III}} = \mu_t * \mu_c (N_c / N) * 100\%$$

(2) 上行两层的广义计算

由式(5)可得:

$$R_{\text{I III}}(\cdot) = R_{\text{I II}}(\cdot) * K_{\text{II I}} * R_{\text{II III}}(\cdot)$$

令协调层广义算子:

$K_{\text{II I}} = K_{\text{II}2}$, 表示自识别属于感知方面的广义算子,则:

$$U_{\text{I}} = R_{\text{I III}}(\cdot) Y_{\text{III}}$$

当简化权重等其它因素,最简单的上行关系为比例系数等于 1,于是 U_{I} 可求。

(3) 智能特性的定性评价

当仅考虑自识别特性时,令顶层的广义输入 $U = U_{\text{I}}$, 于是由组织层的广义算子模型有:

$$Y = K(\cdot) U$$

其中,广义算子 $K(\cdot)$ 为自适应智能特性的定性评价规则,设 U_i 为自识别特性的阈值,则定性评价规则如下:

If $U >= U_i$ Then 机器人具有自识别特性

Else 机器人不具有自识别特性

End If

如果机器人具有了自识别特性,则可定性地认为该机器人已经具有了自识别这一智能特性。

4 结论

综上所述,得出以下结论:

- (1) 智能特性的评价对智能控制系统的健康发展有益。
- (2) 拟人智能特性是指机器或系统模拟、延伸、扩展的人的智能特性,具体表现为自学习、自适应、自组织、自寻优、自镇定、自识别、自规划、自协调、自修复、自繁殖等特性。
- (3) 智能控制系统智能特性评价系统的评价模型与方法可用于评价系统的建模。
- (4) 简单的评价过程可用单个的广义算子模型进行描述,多级、分层的评价系统的评价过程可用多重广义算子模型描述。

(5) 本文提出的评价和测试方法及算法可用于移动智能机器人的自识别智能特性的测试和评价。(收稿日期:2007年1月)

参考文献:

- [1] 涂序彦.智能控制的理论、方法与技术[C]//第二届全国智能控制专家讨论会论文集(上),清华大学,1994:27-34.
- [2] 涂序彦,王枫,郭延辉.大系统控制论[M].北京:北京邮电大学出版社,2005.
- [3] Wang Wei-xiao, Du Jun-ping, Tu Xu-yan. The study on the criterion and standard of intelligent system. Oct. 27-30, 2004.
- [4] 蔡自兴.人工智能控制[M].北京:化学出版社,2005:3-20.
- [5] 尹怡欣,涂序彦.人工生命及应用[M].北京:北京邮电大学出版社,2004:88-95.
- [6] 涂序彦.智能控制及其应用[J].自动化学报,1977(1):7.
- [7] 刘东,尹怡欣,涂序彦.一种智能控制系统智能水平的评价方法[J].中南大学学报,2005(专辑):13-16.
- [8] Liu Dong, Yin Yi-xin, Dong Jie, et al. Calculating method of evaluating the intelligence quality of intelligent control systems[C]. 2006 IEEE International Symposium on Intelligent Control, Munich, 2006.
- [9] Liu Dong, Yin Yi-xin, Tu Xu-yan. A system of evaluating the intelligence quality of ICS[C]//Third International Conference on Impulsive Dynamical Systems and Applications, Qing Dao: Ocean Univ of China, 2006.