

机器人感知系统本体模型研究*

蔡永娟^{1,2}, 沈春山³, 吴仲城^{1,3}, 申 飞^{1,3}

(1 中国科学院 合肥智能机械研究所, 安徽 合肥 230031)

2 中国科技大学 自动化系, 安徽 合肥 230026

3 中国科学院 强磁场科学中心, 安徽 合肥 230031)

摘 要: 机器人感知系统对开放性和互操作性提出了越来越高的要求, 统一的设计模型是接口定义和标准制定的基础。利用本体理论方法构建感知系统各模块本体, 在此基础上建立传感器节点的 UML 关系图。将该模型应用到机器人足部感知系统中, 显示了其在机器人感知系统可重用等方面的作用。该模型能够降低机器人开发成本, 为建立具有广泛互操作性的机器人系统打好基础。

关键词: 机器人感知; 本体; UML; 模块化

中图分类号: TP393 文献标识码: A 文章编号: 1000-9787(2010)05-0012-03

Research on robot perception ontology model*

CAI Yong-juan^{1,2}, SHEN Chun-shan³, WU Zhong-cheng^{1,3}, SHEN fei^{1,3}

(1 Institute of Intelligent Machines, CAS, Hefei 230031, China)

2 Automation Department, University of Technology and Science of China, Hefei 230026, China

3 High Magnetic Field Laboratory, Chinese Academy of Science, Hefei 230031, China)

Abstract Robot perception has been developed rapidly with higher requirements for openness and interoperability, and unified robot perception design model is the foundation of interface definition and standardization. Ontology theory is applied to the modularization of robot perception. Based on that UML diagram of sensor node were given. This model is applied to robot foot perception which showed that the model had powerful function, such as reusability, etc. It can reduce the cost of robot development and give a good foundation for development of robot with universal interoperability.

Key words robot perception; ontology; UML; modularization

0 引言

近几年来, 数字整合的需求日益增长, 对机器人感知系统的开放性和互操作性提出了越来越高的要求, 然而, 机器人感知系统愈来愈复杂, 牵扯到的接口愈来愈多, 交互方式愈来愈多样化, 难以理解整个系统的各个层面。现在还很缺乏机器人感知系统这方面比较系统完整的模型结构, 没有统一的接口和模型, 这给机器人产业的发展带来了诸多问题, 资源浪费, 劳动力重复, 开发周期太慢等。感知系统是机器人的中枢神经, 随着机器人智能化程度的提高, 感知系统所运用的传感器、执行器更是日益繁多, 机器人系统的模块化设计是大势所趋, 由此必带来机器人感知系统的模块化设计, 共同遵守的参考模型是其设计基础。

1 机器人感知系统

1.1 机器人感知系统定义

所有的机器人都装有传感器, 用于为机器人系统提供

输入信息。由这些传感器组成的机器人“感觉”外部环境的系统就构成了机器人的感知系统。由长时间以来人们对机器人的认识可以得出这样的结论, 机器人一切行动都要从感知外界开始, 一旦这个过程有障碍, 那么它以后的所有行动都是徒劳, 没有感知系统的支持, 就如同人失去了感觉器官, 机器人的智能程度很大程度上决定于其感知系统。图 1 为机器人感知系统的层次架构图。

1.2 机器人感知系统的交互

机器人感知系统的交互包括机器人与环境、机器人与人、机器人与机器人之间以及机器人内部的这 4 种形式的交互。这些不同类别的交互的本质其实是一致的, 交互的进行归到底便是数据流的传递, 这个过程可以描述为信号-数据-信息-知识的模式。以机器人自身的交互为例来讲, 图 2 可以说明其交互的过程, 数据流在感知系统、决策系统

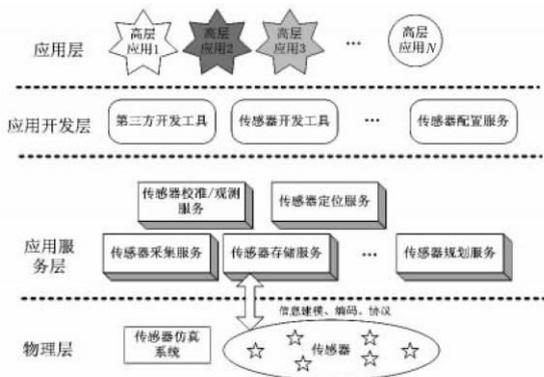


图 1 机器人感知系统层次结构

Fig 1 Hierarchy of robot perception

及行动系统之间流通,使得三大系统协同工作完成某个任务,数据流就是它们之间交互的标准语言,应遵循一致的语言描述规范。

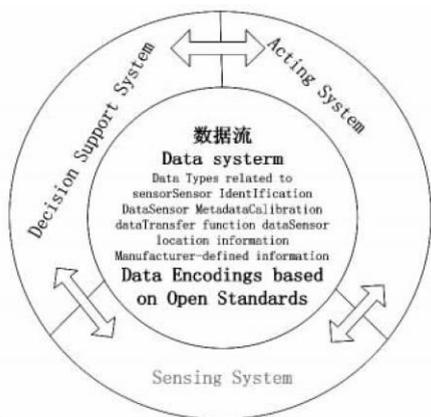


图 2 机器人内部交互

Fig 2 The internal interaction of robot

2 机器人感知系统模型

模型就是一个系统的抽象表现,包含一组明确定义的基础概念,以及这些概念之间的关系,即这些基础概念根据明确定义的规则来组合成为较高层次的概念或系统,简单而言,模型的基本元素包括一组基本概念以及一组关系或规则。借助这些元素来表达出系统的架构。由于人们对基础元素有了共同的认知,所以,整个系统架构的描述(即系统模型)也就成为人与人之间可以认知和理解的东西,采用共同的模型时就易于沟通,易于互相合作。

2.1 机器人感知系统的本体对象化

本体一词来源于英文中的“Ontology”,最早来自拉丁文 Ontologia 一词,而拉丁文又源自希腊文,在希腊文中它是指关于 on/onta(存在)的 logos(推理)。它在哲学中的定义为“对世界上客观存在物的系统地描述,即存在论”,是客观存在的一个系统的解释或说明,关心的是客观现实的抽象本质^[2]。Guarino N 在文献 [3] 中介绍了关于本体的定义工作,反映了人们对本体不断地认识过程。本体能够精确地表述领域的概念及其相互关系,获取目标领域知识,从而指导后续的工程建模,如, UML 建模和 XML 建模等。也可以

说本体模型是全局描述,而 UML 和 XML 模型等是这个全局的一个视图。

在多功能感知系统中,各本体之间的协作是实现系统功能的关键,其相互合作类型可以分为以下 4 类:

- 1) 水平型合作: 每个本体可以独立获取问题决策而不必依赖于其他本体;与其他本体的合作可以增加决策的可信度;
- 2) 树型合作: 一个高级的本体必须依靠低级的本体才能获得问题的决策;
- 3) 递归型合作: 为了取得问题的决策各本体之间具有相互依赖的关系;
- 4) 混合型合作: 它是前 3 种合作类型的有机结合。

这里采用混合型合作模式,即机器人感知系统由许多本体相互协作,在总体上各本体按照树型合作模式相互作用,在相同层次上则采用水平型合作模式,系统的框架便可以形象地用图 3 所示。

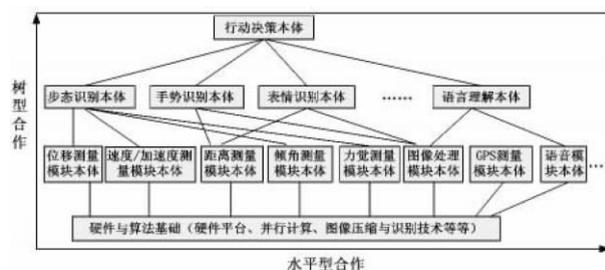


图 3 机器人感知系统的框架结构

Fig 3 The frame architecture of robot perception

2.2 传感器节点模型

传感器节点主要由一只或者多只传感器、信号调理单元、电源单元、控制单元和通信单元等功能模块组成。为了让传感器节点概念关系更加直观,用 UML 类关系图来描述传感器节点,如图 4 所示。

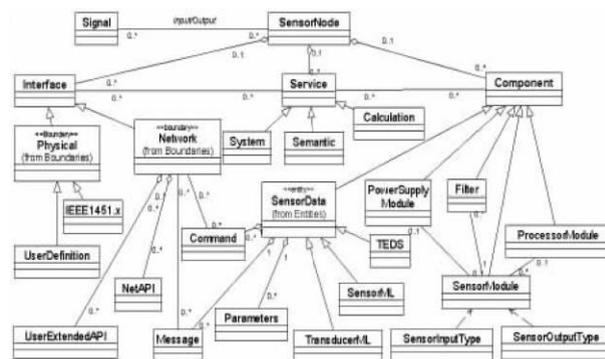


图 4 传感器节点类关系

Fig 4 UML class relation diagram of sensor node

2.3 软件模块化

整个系统强调组件的和谐共处,整体的基本约束下,可随时重新组装或调换,软件本体得重视接口,强调封装以及维护自主性。这里采用统一格式的传感数据描述和应用接口函数,当传感器信息发生变化时,开发人员只需对其描述

文件作相应修改,不必修改其他交互程序代码,提高了程序的可重用性以及系统的互操作性。

3 机器人感知系统模型应用实例

3.1 机器人足部感知系统模块

仿人机器人脚的整体模块如图 5 所示,其中,六维力传感器能够同时检测三维空间的全力信息,即三维力信息 (F_x, F_y, F_z)和三维力矩信息 (M_x, M_y, M_z);柔性阵列压力传感器,可以直接测量对象和环境的多种性质特征,如,受力大小,受力区域等,这里的力敏阵列选用一种基于力敏橡胶工艺的 16×16 柔性阵列压力传感器;陀螺仪是个小体积模块,提供了完全的三轴惯性检测(角度运动与线性运动)。处理器选用 TM S320F2811,陀螺仪 SPI接口直接连到片上 SPI总线,扫描力敏阵列的数据收发采用片上自带 AD,六维力的数据采集精度和实时性要求比较高,这里,采用外扩 14 位的 AD 对其进行采集。

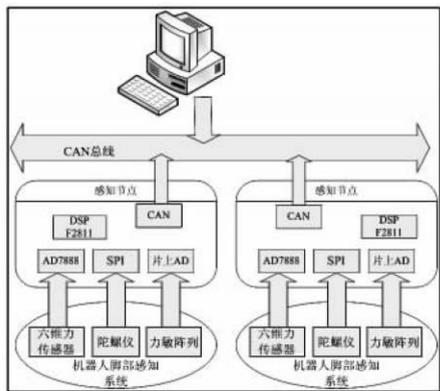


图 5 机器人脚部感知系统模块

Fig 5 Foot perception system module of robot

3.2 实验结果

该实验中,将六维力传感器、陀螺仪以及力敏阵列用统一的 XML 格式文件描述其属性,作为接口函数的参数以供

调用。实验中通过陀螺仪测得机器人脚的倾角变化过程如图 6 所示,机器人脚接触地面后倾角归 0,在下次起脚之前存在约 2 s 的延时,可以真实反映行走时的状态变化。

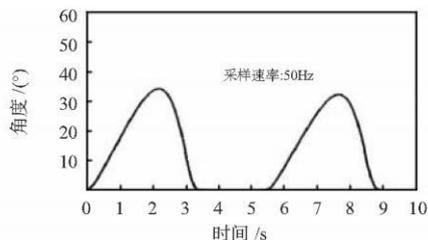


图 6 机器人脚行走过程中倾角的变化

Fig 6 Inclination changes of robot foot during walking

4 结论

构建本体是获取领域知识的重要途径,可以为建立工程模型打好基础。统一的传感数据模型,能够提高程序可重用性,降低开发成本。并为建立系统间动态的交互协议提供基础的数据编码格式,为建立具有广泛互操作性的传感器网络打好基础。模块化是机器人感知系统的理想开发之道,好的模型让相关人员的设计理念达成一致,使得各模块扎实地整合成为一体,构建出实用的系统。

参考文献:

- [1] 蒋新松. 机器人学导论 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1994
- [2] 邓志鸿. Ontology 研究综述 [J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2002 38(5): 731 - 738.
- [3] Guarino N. Understanding Building and using ontologies[J]. International Journal of Human-Computer Studies 1997 46(2- 3): 293 - 310.

作者简介:

蔡永娟 (1985-), 女, 江苏盐城人, 硕士研究生, 研究方向为传感器网络。

(上接第 8 页)

- [13] Jiu T G, Li Y J Gan H Y, et al Synthesis of oligo (p-phenylene vinylene) porphyrino ligo (p-phenylene vinylene) triads as antenna molecules for energy transfer[J]. Tetrahedron 2007, 63(1): 232- 240.
- [14] Mizusekia H, Bebošudova R V, Farajiana A A, et al Molecular orbital analysis of frontier orbitals for molecular electronics A case study of unimolecular rectifier and photovoltaic cell[J]. Science and Technology of Advanced Materials 2003, 4(4): 377 - 382
- [15] Mizuseki H, Bebošudov R V, Farajian A A, et al Theoretical study on junctions in porphyrin oligomers for nanoscale devices[J]. Materials Science and Engineering C, 2005 25(5 - 8): 718 - 721.
- [16] Okuno Y, Yokoyama S Theoretical study of molecular rectifica-

- tion in porphyrin dimer[J]. Thin Solid Films 2007, 516(9): 2630 - 2634
- [17] Bachtold A, Hadley P, Nakanishi T, et al Logic circuits with carbon nanotube transistors[J]. Science 2001(294): 1317
- [18] Zong G, Lu G. NOR and OR molecular logic gates based on double control fluorescent switch[J]. Acta Chimica Sinica 2009, 67(2): 157 - 161
- [19] Fang C J, Zhu Z, Sun W, et al New TTF derivatives Several molecular logic gates based on their switchable fluorescent emissions[J]. New Journal of Chemistry, 2009 31(4): 580 - 586
- [20] Edwin K L, Yeow R P. Steer Energy transfer involving higher electronic states A new direction for molecular logic gates[J]. Chemical Physics Letters 2003(377): 391 - 398

作者简介:

侯长军 (1965-)男, 重庆人, 教授, 博导, 从事光学敏感材料与传感器的研究。