

基于多组件移动机器人软件平台的设计与实现

周晓伟, 李晓明, 潘清眉

(浙江理工大学机械与自动控制学院, 杭州 310018)

摘 要: 针对中小型企业开发家政服务机器人的困难, 本文提出一种轻量级的基于组件的移动机器人软件框架, 它可以促进移动机器人应用程序的建设并缩短开发周期。该平台通过组件将功能耦合在一起, 控制器在软件上实现分离, 使各个功能组件能够独立地在软件平台上运行。组件在平台上即插即用, 通过 XML 文件描述组件信息, 利用管道通信技术实现组件之间的通信。平台具有很强的伸缩性与可复用性, 开发者只用遵循平台的标准, 所开发的组件就能在平台上加载运行。从而解决了对开发者要求专业素养高以及开发效率低的问题。

关键词: 组件; 软件平台; 机器人; XML; JAVA

中图分类号: TP242.6 **文献标志码:** A

0 引 言

随着社会发展, 移动机器人将会逐渐走入百姓生活, 如果将来的机器人形成规模化生产, 就需要有良好的软件体系结构来满足不同应用场合和价位的移动机器人产品的开发^[1]。目前市场上已有很多机器人产品, 象昆山某企业生产的扫地擦地机器人等。但现有很多机器人都是基于特定软件与特定硬件的设计, 整个软件系统代码耦合度非常高, 没有很好的扩展性与复用性。但是随着机器人应用, 硬件配置以及操作系统的多样性, 对机器人开发者技能水平提出挑战, 设计师不仅需要精通编程技巧, 具备系统分析与设计的能力还需要了解硬件以及软件的简单细节知识点。很多研究员擅长设计算法, 但是很少有人可以满足上面所有的需求, 对于中小型企业更是缺乏这样的技术人才。由于开发机器人需要费时的测试软件, 为了保证产品开发周期, 所以可复用性必须考虑在开发过程中, 同时满足不同功能应用的机器人软件平台的开发也显得非常重要。

本文提出了一种基于多组件的移动机器人软件平台^[2]的设计方法。组件之间的合作可以自由搭配, 并且提供网络通信接口满足目前机器人产品的

基本功能需求。开发者只需开发本专业领域的功能组件及配置信息说明, 就可以在平台上加载运行, 并不需要关注整个系统协调运作。从而为企业开发移动机器人产品提供支持, 解决了企业开发机器人产品时人才瓶颈的问题。依靠该平台, 开发了机器人移动以及避障的几个基本功能组件, 装配了相关的硬件设备, 运行状况良好。

1 软件体系结构

软件平台的核心思想就是提供组件的运行环境, 具体动作靠组件完成, 通过不同组件的配合达到软件的运行效果。

系统分两个部分如图 1 所示: 网络客户端软件平台和机器人软件平台。

网络客户端负责监督控制机器人运动, 平台内运行视频组件, 操作界面组件, 通信组件。

机器人软件平台负责加载运行具体组件, 完成机器人运动以及特殊功能。本身也具有一定自动控制能力, 当网络客户端断开通信, 机器人也能执行探测环境完成指定任务, 到达指定目标。

两个平台采用 TCP 通讯协议, 通信的数据封装为 XML 格式传输。网络客户端的控制信息级别高于机器人自身平台的控制信息。当客户端在线直接

接管机器人平台,覆盖控制信息。

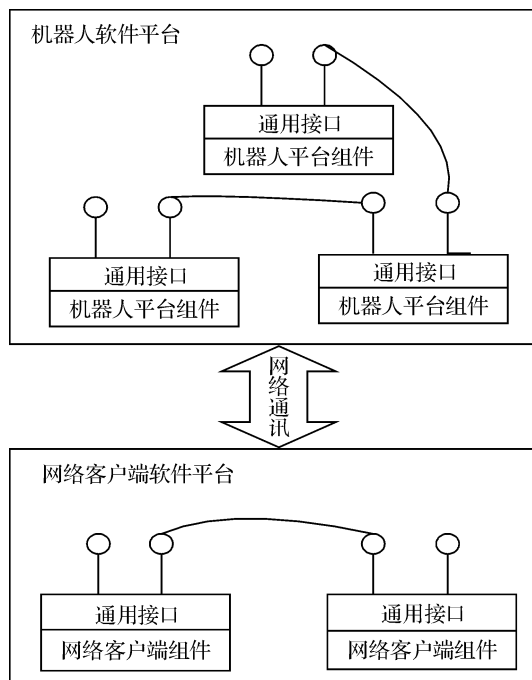


图1 平台软件框架图

1.1 基于 XML 语言描述配置的实现

可扩展的标识语言 (extensible markup language, XML) 采用自描述性的中立数据为结构, 可以表示复杂的数据并使其可读。在该框架中, XML 文档被用来作为平台的配置文件并储存了各组件的初始信息和参数。两个平台启动时都会从 XML 文件读取需要加载的模块的信息和参数, 并动态地建立起连接。在读取 XML 文件中的配置时, 由于配置文件很小, 因此可采用 DOM 分析器来分析文件, 一次性的将文件读入到内存^[3]。

平台一开始启动就解析 XML 文件, 将以 Module 为节点的所有属性解析并输入 ModuleDoc 对象里面, 使用哈希表^[4]存储所有的组件名及对应的 ModuleDoc 对象。XML 文件以如下(有删减):

```
<module name="motor" class="cie, mobile, pmac, Motor-Module"
description="motor module" version="1.0" layer="0" >
  <param name="com" value="COM1" />
  <param name="scale_move" value="900" />
  <param name="scale_turn" value="30000" />
</module>
```

1.2 组件设计及运行原理

组件接口如图 2 所示, 采用适配器原理, 由 AbstractModule 继承 Module 接口与 java. Lang. Runnable (java 多线程接口), 所有的组件继承 AbstractModule 实现各自需要的方法。

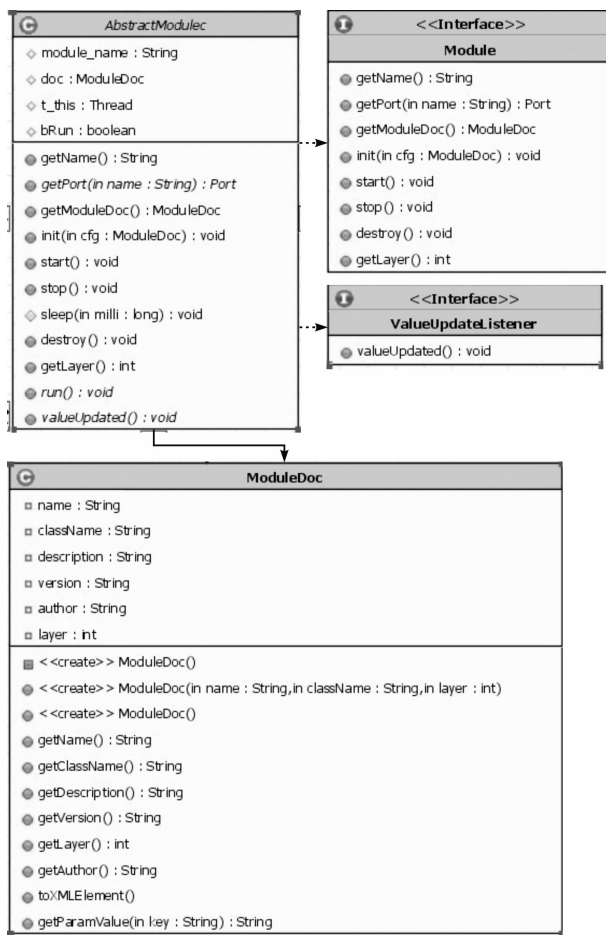


图2 组件接口 UML 图

组件是实现基本操作的单元, 包括数据的处理以及输入输出。每个组件都有各自的数据输入输出端口 (Port 接口对象), 以及对应的 XML 解析文件 ModuleDoc 类, 文件里面存有该组件的所有属性值以及组件链接信息。如图 3 所示, 平台一旦开启并解析对应的 XML 文件, 将每个节点信息打包封装到 ModuleDoc 类对象中, 通过组件名搜索对应的 ModuleDoc 对象, 通过 ModuleDoc 提供的类文件地址加载对应的组件, 每个组件都是独立的线程, 通过扫描自身的输入端口状态执行方法运算。加载的代

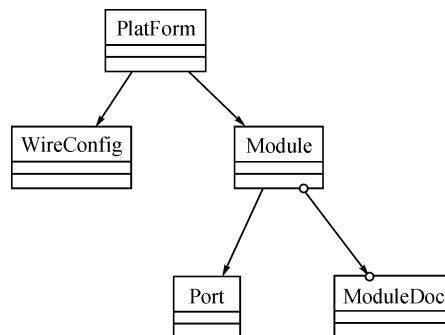


图3 机器人平台的 UML 图

码如下(有删减):

```
protected Module loadModule(ModuleDoc md) throws Ex-
ception
{String cn = md.getClassName();
if(cn == null || cn.length() == 0)
{throw new Exception("Wrong Configuration for Mod-
ule");}
Object m = Class.forName(cn).newInstance();
```

机器人移动软件平台的组件基本上包括:激光测距组件、图像处理组件、路径规划组件、避障组件、运动控制组件等,各自有优先级别。

避障组件的优先级别最高,电机运动控制组件运行级别最低,解决组件运行的优先级别问题,笔者通过设置线程的优先级别来实现,具体参数由配置文件描述。通过线程的优先级使同时处于激活状态的重要组件线程更快的获得运算机会。

1.3 组件的通信及其连接

组件类跟数据输入输出端口类在软件上实行分离,每个组件提供输入输出类,该类继承 Port 接口(如图4所示)。在平台加载组件运行时根据配置文件对每个组件的输入输出类进行配置,这些数据端口类根据名字区分身份以及它所服务的组件对象。

管道通信中的管道实际上就是一张哈希表,里面存储不同组件的输出端口跟输入端口的连接信息,完成组件通信动态搭配的目的。管道的具体信息通过 XML 文件进行配置。当前一个组件运算结束将结果数据传递给自己的输出端口时,输出端口自动搜索哈希表将数据传递给下一任组件。

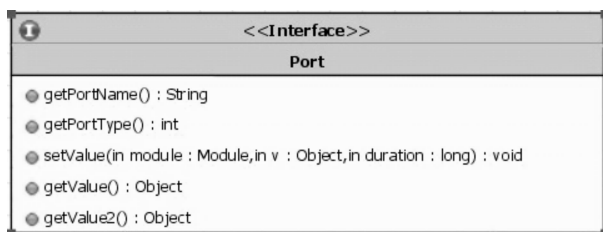


图4 端口接口 UML 图

针对不同组件可能同一时间对同一组件发送不同的命令,造成接受组件信息错乱问题,本文采用基于行为的包容体系结构^[5]保证组件输入输出间的连接,该结构采用分布式决策模式取代了中心决策方式,提高系统的鲁棒性和机动能力。高优先级别的组件输出信息更有意义,本平台提供端口信息的优先级别服务,以此解决前任组件对后任组件的控制权问题。每个组件的输出端口信息都有级别权限,将信息分等级,级别高的信息跟级别低的信息同时向一个输入端口写数据时,高级别信息将覆盖低级别信息。具体表现为每个组件数据传输有规定的时间片就是数据对象的生命周期,在生命周期内可以获得端口的控制权限,为了保证组件之间传递的数据的可靠性,一旦延时过久或者因为异常传输数据过久就将数据毁灭^[6],同级别信息无法中断信息传输,一旦没有发送出去就将传输数据废除,这样保证了信息的有效性,但是高级别的组件可以中断时间片内的传输动作,达到信息覆盖的目的。

图5是笔者所在的研究所以这个软件平台接口所开发移动机器人的演示组件连接图。其中测试

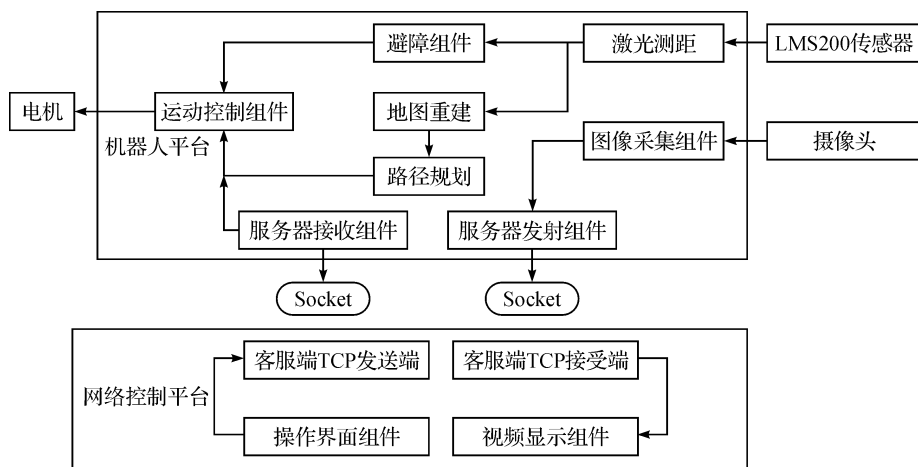


图5 软件平台的组件连接图

组件如下所示:

a) 激光测距组件:负责与 LMS200 传感器通讯,设置自身的工作模式,接受测量数据,通过端口将激光范围地图传递给其他组件;

b) 避障组件:根据激光范围地图紧急避障;
c) 地图重建组件:计算虚拟力场^[7];
d) 路径规划组件:总结地图所有障碍物的排斥方向生产合力方向,此次只是简单地寻找无障碍道

路移动;

e) 运动控制组件:根据控制命令驱动电机运行并转向。

平台一旦开启,就根据 XML 文件加载对应的组件,并完成通信连接配置。每个组件都是独立的线程,执行具体方法的依据就是扫描输入端口状态。实验机器人能根据客户端指令转向运动,自身也能紧急躲避障碍物,但是具体的导航组件可以供第三方研究添加进去。

1.4 网络通信

网络通讯采用 TCP 协议,传输的数据统一封装为 XML 格式传递。为了防止网络阻塞带来的短时间内电机控制组件接受大量的控制信息,在端口输入输出上配备定时器,计算上次发送结束后与一次发送的时间差,如果小于最小机电承受时间,并把数据包放入缓冲区等待,直到大于最短时间差,才释放数据包。

平台有严格的通信协议,协议的 XML 格式:

<Request ID="客服端请求识别"

Modulename="请求运行组件 id"

Replymodule="回复客服端的组件 id"

DataObject="数据对象名称">

<param />

</ request >

Param 子节点存放数据对象的属性值。图 6 是通信实验测试:

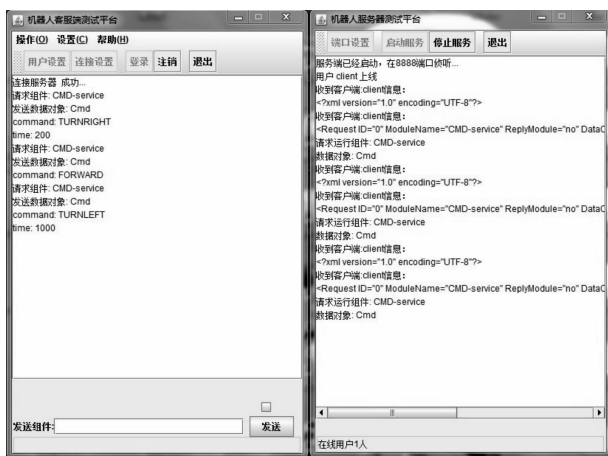


图 6 通信测试实验图

2 实验测试

本次设计为机器人开发提供标准化的软件平台。笔者所在的研究所拥有一台装有 LMS200 的激光测距传感器的机器人,通过安装简单的避障组

件和基于虚拟力场算法的路径规划组件,电机驱动组件在机器人软件平台上。机器人可以简单的避障导航,运行状态比较稳定。

图 7 是机器人运行时摄像头拍到的路面情况。

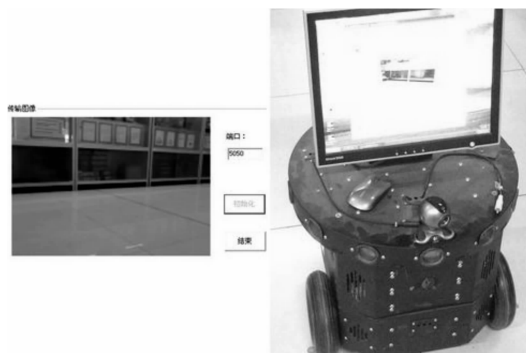


图 7 实验实物图

3 结 语

该平台是独立于硬件的软件平台,提供具体功能组件的运行环境和通信环境,有很强的伸缩性与可复用性。开发者只需要关心组件的输入输出端口,关心组件功能的开发,大大降低了开发难度与开发成本。

参考文献:

- [1] 马琼维, 招子安. 基于多 Agent 的移动机器人软件体系结构研究[J]. 机电产品开发与创新. 2011, 24(2): 65-67.
- [2] 刘 哲. 基于组件的网络移动机器人软件框架[J]. 计算机工程. 2007, 33(19): 79-81.
- [3] Horstmann C S, Cornell G. Core Java 2 Volume II-Advanced Features 5E[M]. Beijing: China Machine Press, 2005.
- [4] 马如林, 蒋 华. 一种哈希表快速查找的改进方法[J]. 计算机工程与科学, 2008, 30(9): 66-68.
- [5] Brooks R A. A robust layered control system for a mobile robot[J]. IEEE Journal of Robotics and Automation, 1986, 2(1): 14-23.
- [6] Li Xiaoming, Jin Yuzhen, Hu Xudong. An XML-driven component based software framework for mobile robotic applications[C]. Proceedings of the 2nd IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications: MESA 2006. Beijing, China, 2006.
- [7] 杨兴裕, 吴海彬. 基于虚拟力场的移动机器人避障方法[J]. 机床与液压. 2005, 7(2): 87-89.

Design and Realization of Mobile Robot Software Platform Based on Multiple Components

ZHOU Xiao-wei, LI Xiao-ming, PAN Qing-mei

(School of Machinery and Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In allusion to the difficulty of small- and medium-sized enterprises in developing household service robot, this paper puts forward a lightweight class mobile robot software framework based on multiple components, which can promote the construction of mobile robot application and shorten the development period. This platform realizes the separation of controller with functional coupling in software through components and enables various functional components to operate independently on the software platform. Components plug and play on the platform. This paper describes component information through XML document and realizes the communication among components with pipeline communication technology. The platform has a very strong flexibility and reusability. Developers only need to abide by the standard of the platform and then components developed can operate on the platform, thus solving the problem of requirement of high professional quality for developers and low development efficiency.

Key words: component; software platform; robot; XML; JAVA

(责任编辑: 张祖尧)

(上接第 353 页)

Design and Development of Personal Web Teaching Website and Network Storage Platform for Teachers

TANG Xue-ling^a, YUE Hong-mei^b

(a. Energy Conservation Office; b. Network Information Center, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: This paper designs and establishes a personal teaching website and a personal network storage platform for teachers. With personal Web teaching website, teachers can show students their own teaching notes and materials directly in class via network and students can submit the homework and ask questions to teachers via the platform; teachers can also share teaching materials via the platform for students's review. With the personal network storage platform, teachers do not have to bring any data to the classroom, which makes teaching more convenient; meanwhile, teachers do not have to worry about the loss of teaching data. This design provides an interactive teaching platform for teachers and students and enriches teaching methods of teachers.

Key words: Web; teaching; website; storage

(责任编辑: 陈和榜)