

基于 Zigbee 技术的群体机器人网络研究

崔 宾, 孟 文

(西南交通大学 智能机电技术研究所, 四川 成都 610031)

摘 要:随着无线通信技术和群体机器人技术的发展,二者的有机结合成为了当今研究的热点。群体机器人大多数工作在复杂多变的环境中,比如水下机器人、救生机器人等,面临相互协调困难,通信和布线复杂等问题。为了解决以上问题,通过介绍 Zigbee 技术的特点及其协议构架,提出了运用 Zigbee 模块搭建群体机器人相互通信的硬件平台,给出了群体机器人系统的组网模式。通过 Zigbee 模块构建一个星型网络,可以可靠地实现点对点的通信,同时网络可以达到布线简单、方便协作的目的,扩展了群体机器人的工作空间,提高了工作效率。

关键词:无线通信技术;群体机器人;Zigbee 技术;协议构架;通信

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)06-0141-03

Research of Groups of Robots Network Based on Zigbee Technology

CUI Bin, MENG Wen

(Ins. of Intelligent Mechanical and Electronic Tech., Southwest Jiaotong Univ., Chengdu 610031, China)

Abstract: As the development of wireless communication technology and groups of robots technology, their combination has become today's research hot. Most groups of robots work in the complex and volatile environment, such as underwater robots, rescue robots. They face difficulties in coordination, communication, and wiring complexity and so on. In order to solve the above problem, by introducing the Zigbee technology characteristics and the agreement framework, put forward using Zigbee modules to build groups of robots communication hardware platforms, and give the networking model of robotic systems. This system can reach the wiring simple, easy communication purposes, to achieve reliable communication between groups of robots. Building a star-shaped network by Zigbee module that can achieve a reliable point to point communication, while the network can achieve a simple wiring and convenient collaboration, extending the group of robots work space, improving efficiency.

Key words: wireless communication technology; groups of robots; Zigbee technology; protocol framework; communications

0 引 言

随着无线通信技术、机器人技术和嵌入式系统的发展,群体机器人之间的无线通信成为当今的研究热点,从而掀起了无线通信技术研究高潮。当今无线通信技术主要包括了蓝牙技术和 Zigbee 技术等。但由于蓝牙技术的高带宽特性使它更适合于音频、视频和图像等多媒体设备,以及需要经常交换大量数据的设备。而 Zigbee 技术更适合轻巧的便携式设备、数据交换量不高的设备、无线控制设备和需要大量挂接的设备^[1]。

1 Zigbee 技术及其特点

Zigbee 技术命名源自蜜蜂采蜜的过程,当蜜蜂在采蜜过程中发现花丛,就会通过一种肢体语言告知同

伴花丛的位置等信息,这是蜜蜂传递简单信息的通信方式,借此意义把新一代的无线通信方式称作 Zigbee 技术^[2]。

Zigbee 技术是一组基于 IEEE 批准的 802.15.4 无线标准研制开发的有关组网、安全和应用软件方面的技术^[3],是一种组网技术简单,可以构建多种网络结构;使用经济,功耗低,成本低,两节普通五号电池,可以支持长达六个月到两年的使用时间;同时其协议和工作频段都是免专利费的,降低了使用成本;可灵活地工作在 2.4GHz(全球)、868MHz(欧洲)及 915MHz(美国)的低成本双向无线通信技术^[4]。

在 Zigbee 网络中,彼此通信设备之间的时延短,设备能够快速地接入网络,通常情况下,时延都在 15ms~30ms 之间。典型的搜索设备时延 30ms,休眠激活的时延是 15ms,活动设备信道接入的时延为 15ms。同时,网络的容量大,每个网络最大可以支持 255 个设备;网络具有自组织能力,主要是指网络中的设备无需

收稿日期:2009-10-08;修回日期:2010-01-26

作者简介:崔 宾(1985-),男,山西临汾人,硕士研究生,研究方向为工业智能控制。

人工干预,能够主动感知其它设备的存在。对于网络中不能正常工作的设备,Zigbee 能够迅速地调节网络,剔除故障设备,对设备重新编号;同样,对于新增加的设备或节点,设备也能够迅速地识别给以编号;无需人工干预,确保整个系统工作正常。

2 Zigbee 的协议栈构架及其拓扑结构

Zigbee 协议栈主要包含了物理层、介质访问层、网络层、应用层和安全服务提供层^[5]。IEEE802.15.4 工作组主要负责制定物理层和介质访问层的标准,Zigbee 联盟主要负责网络层和应用接口的开发。

物理层采用直接序列扩频(DSSS)的方式,同时调制方式都采用调相技术,但不同频段采用不同的调相方式;介质访问层采用随机接入信道技术 CSMA/CA。即在节点发送数据信息之前,必须对信道进行检测,当信道空闲时,节点便可以发送数据,然后等待接收节点的应答认可,如果在规定的时间内没有收到接收节点的应答信号,则认为出现了冲突,这就表明信道上有一个节点发送信息,信道上出现了信号的混杂,容易引起传输的信息丢失等错误。此时,就要等待一个随机的时间周期,再检测信道空闲与否,保证信息的正确发送,避免发生冲突^[6,7]。可见采用 CSMA/CA 可以提高 Zigbee 的通信可靠性和安全性。

网络层的核心是路由算法,同时定义了和 IEEE 802.15.4 中全功能设备(Full Function Device, FFD)和精简功能设备(Reduce Function Device, RFD)相对应的三种设备,即网络协调器、路由器和终端设备。在 Zigbee 网络中,全功能设备能够担当网络协调器,路由器和终端设备的角色,构建多种网络拓扑结构,通信方式多样;而精简功能设备仅可以担当终端设备和网络协调器或路由器进行通信连接,构建星型网络^[8]。

应用层规定一些和应用相关的功能,包括端点(endpoint)的规定,还有绑定(binding)、服务发现和设备发现等等,其结构如图 1 所示。

Zigbee 的拓扑结构主要有星形、簇状和网状等结构^[9](如图 2 所示)。它能够多种组网方式,每个结构都有各自的特点。其中星形网络是应用最广泛、实现最简单的组网形式,它由若干个从设备(其数量不超过 254 个)连接到一个主设备构成,能够快速地传递信息,实时性高。

网状结构的组网形式灵活,基本包含了所有的功能设备,设备之间可以相互通信,提供多种路径供信息传输。在数据的传输时,网状结构首先选择便捷的路径进行传输,当路径被占有时,可以选择别的可行性路径,提高了网络的健壮性和可靠性。

3 机器人结构及现状

随着科学技术的发展,机器人已经深入生活的方方面面。从宇宙探索到自动化生产线,机器人可以说是无处不在。机器人结构主要包括传感器系统、中央处理系统、执行机构和通信系统。通过传感器系统获取当前的位姿、环境信息,经过中央处理系统处理使执行机构动作,同时经通信系统把其位姿、环境等信息发送给其它机器人或者上位机;也可以接受其它机器人发送过来的信息,经中央处理系统处理调整本机器人的位姿^[10]。

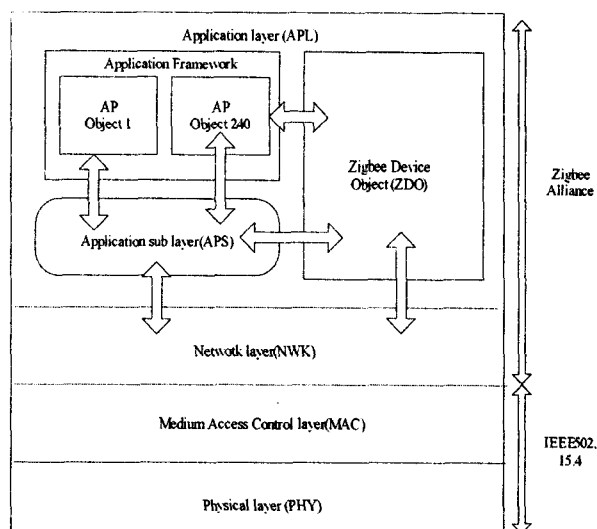


图 1 Zigbee 协议栈构架

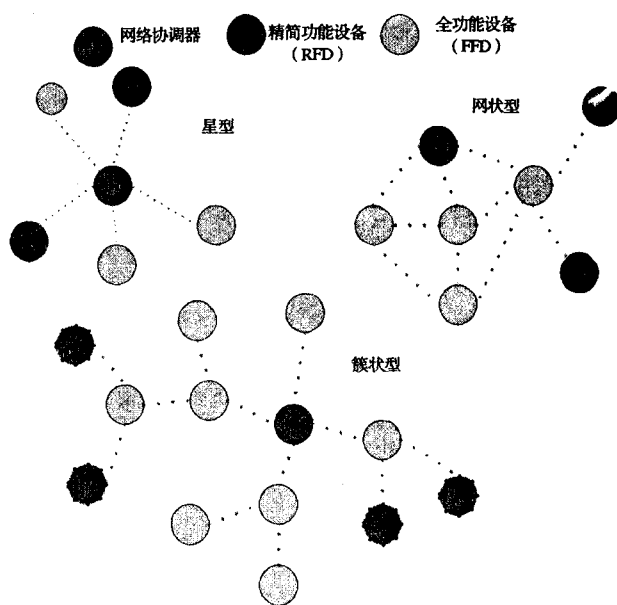


图 2 Zigbee 拓扑结构

在信息的处理和数据采集等方面,单个机器人(其结构如图 3 所示)的能力有限,不能满足复杂的工作和多变的环境要求;同时人们对信息精度的要求高,需要采集的数据量大,因此促进了群体机器人的发展。群

体机器人主要是完成单个机器人无法完成复杂的工作,比如救生机器人、足球机器人等。

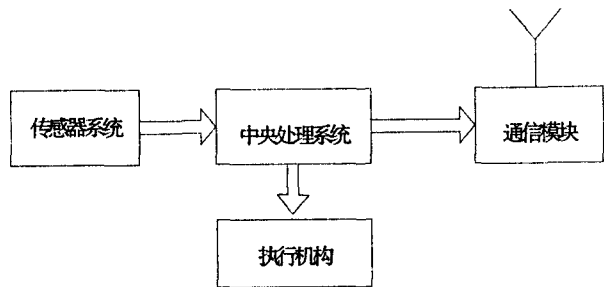


图3 单机器人结构

目前群体机器人的通信方式主要采用有线连接的方式,虽然技术已经很成熟,但是其通信距离有限,而且受障碍物的影响较大,灵活性差,成本高,并没有得到广泛的应用^[11]。而 Zigbee 技术具有低成本、低复杂度、低功耗的特点,同时其覆盖面积基本能够满足群体机器人通信要求,具有多种组网形式,可以构建星型、网状等网络结构,非常适合群体机器人采用。Zigbee 单机器人结构如图4所示。

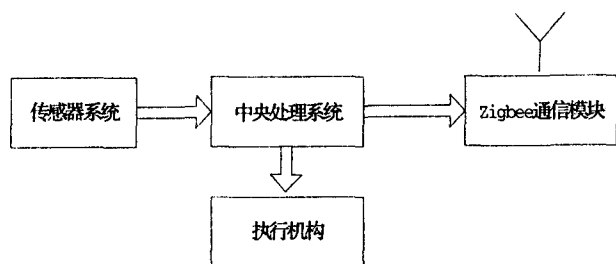


图4 Zigbee 单机器人结构

Zigbee 单机器人采用 Zigbee 无线通信模块(如 CC2430),处理器一般采用 ARM 作为中央处理系统。当机器人的天线接收到上位机或者其它机器人发送的指令或者数据时,Zigbee 模块把数据打包并把信息传递给中央处理系统,经过中央处理器的分析,把最终的处理结果发送给执行机构,实现机器人的定位、移动等动作^[12]。

4 群体机器人网络研究

基于 Zigbee 的群体机器人网络的形成,首先,由全功能设备(FFD)率承担网络协调器进行扫描搜索,通过搜索发现一个未用的最佳信道建立网络;然后,其它的全功能设备(FFD)或是精简功能设备(RFD)加入这个网络,需要注意的是精简功能设备(RFD)只能与全功能设备(FFD)连接。在实际的网络中,要根据不同的装置在网络所起的作用,预先编制好使用程序。如协调器的功能主要是通过扫描搜索,寻找最佳的未用的信道组建网络;路由器的功能则是通过扫描搜索,寻找激活的信道并将其连接,然后允许其它装置通过路

由器接入激活的信道;而终端设备的功能只是接入其它已存在的网络中^[13]。

在基于 Zigbee 的群体机器人网络中,其数据的传输方式和其网络结构直接相关。对于点对点拓扑(簇状和网状)网络,其数据的传输主要是设备和协调器之间的相互传输,以及对等设备之间的数据传输;而在星型群体机器人网络中,数据传输只能是机器人主设备和从设备之间的彼此传输。同时,在信息传输之前,要对信道进行检测,当信道忙时,要等待一个随机的时间周期后,再进行检测,直到信道空闲才允许发送信息,这样避免多个从设备同时发送信息,造成通信错误或失效^[6]。

群体机器人网络通过一个机器人担当网络协调者建立网络及分配网络位置,其它的机器人则充当网络终端设备,一方面可以加入他人已经形成的网络;另一方面可以感知本机器人周围的环境,经通信模块和网络协调者通信,同时网络协调者可以把收到的信息发送给其它机器人,影响其它机器人的执行结构,以达到相互协调的目的。同时 Zigbee 具有自组网、自愈能力。在单个或少数机器人发生故障时,能够重新组网,以供通信的正常进行,提高系统的可靠性。

现以星型群体机器人网络(如图5所示)为例对各个机器人的功能进行说明,在这个网络中,由全功能设备担当网络协调器机器人的角色,负责网络的组建、管理和安全;同时存储网络内所有从机器人的信息,其它的从机器人,都是由精简功能设备来担当。当从机器人受到某些内部或外部触发的时候,就会引起中断,向协调器传送数据。作为网络协调器的机器人存储网络需要的绑定表、路由表和设备信息,当收到信息后,对信息进行处理,然后发送到终端设备或者上位机^[8]。

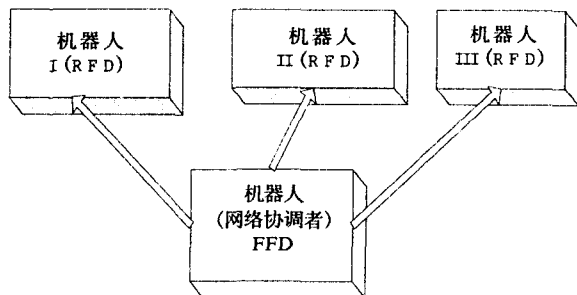


图5 星型群体机器人网络

5 结束语

论述了 Zigbee 技术的特点,提出了基于 Zigbee 的群体机器人网络构成。把 Zigbee 通信模块嵌入到机器人系统中,不仅可以使通信方便,而且可以降低成本和

(下转第 147 页)

控制权限分配给分布式环境下的各授权管理机构的管理者;这些授权管理机构的管理者设置本层的授权策略,再依据其下属角色的层次结构授权。同时,较高层管理者制定的策略就构成了上层策略,各分布点管理者制定的策略就构成了下层策略。上层策略对下层策略具有约束作用。例如,可以由医院信息管理员给医院行政管理层和科室的主任医师或护士长进行授权,再由他们给下属的医师或护士授权。这样可以更好地适应各部门权限分配的需要,加强授权机制的合理性和可行性。

4 结束语

在分析医院信息系统安全目标及安全需求的基础上,提出访问控制策略中时间和空间两个必要的制约因素,进而设计并分析了基于时间和空间制约因素的角色访问控制模型——TLRBAC。时间、空间环境约束条件对访问控制的制约作用体现在对角色集中参与映射的角色进行约束、对角色获取的权限范围进行约束以及对会话集中主体和角色的对应关系进行约束。最后,提出了分布式层次化授权策略,在分布式环境下,对各个职能部门、科室的主体用户,依据其角色层级,逐级进行授权,从而避免对角色统一授权的繁重工作及由此可能出现的错误。

(上接第143页)

功耗;同时解决了有线传输中的通信障碍问题。除此之外,还可以通过 Zigbee 模块进行定位。可以预测随着机器人技术和 Zigbee 技术的发展,在群体机器人中,Zigbee 将会得到广泛的应用。

参考文献:

- [1] 原 羿,苏鸿根.基于 ZigBee 技术的无线网络应用研究[J].计算机应用与软件,2004,21(4): 89-91.
- [2] 王吉富,刘梧林,郭建光.基于 ZigBee 技术的无线传感器网络应用研究[J].移动通信,2008(6):29-32.
- [3] 白国亮.基于 zigbee 无线通信技术及其应用前景[J].林区教学,2009(6):79-80.
- [4] Ruiz-Garcia L, Barreiro P, Robla J I. Performance of ZigBee-Based wireless sensor nodes for real-time monitoring of fruit logistics[J]. Journal of Food Engineering, 2008, 87(3): 405-415.
- [5] 虞志飞,邹家炜. ZigBee 技术及其安全性研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(8): 144-147.
- [6] 李智军,周 晓,吕恬生. 基于群体协作的分布式多机器人通信系统的设计与实现[J]. 机器人, 2000, 22(4): 300-

参考文献:

- [1] 朱 莹,金凌紫,朱 鸿.医院信息系统安全性需求分析与总体设计初探[J]. 计算机系统应用,1998(8):2-5.
- [2] Sandhu R S, Coyne E J, Feinstein H, et al. Role-based Access Control Models[J]. IEEE Computer, 1996, 29(2):38-47.
- [3] O'Neil M, Allam-Baker P, Cann S M, et al. Web Services Security[M]. [s.l.]: McGraw-Hill, 2003.
- [4] Ferraiolo D F. Proposed NIST Standard for Role-based Access Control[J]. ACM Transactions on Information and System Security, 2001, 4(3):224-250.
- [5] Joshi J B D, Bertino E, Latif U, et al. A Generalized Temporal Role-based Access Control Model[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2005, 7(1):4-23.
- [6] 董理君,余胜生,杜 敏,等.一种基于环境安全的角色访问控制模型研究[J]. 计算机科学, 2009, 36(1):51-59.
- [7] 牛少彰,崔宝江,李 剑.信息安全概论[M].第2版.北京:北京邮电大学出版社,2007:121-123.
- [8] Kandala S, Sandhu R. Secure Role-Based Workflow Models [C]//In: proceedings of the 15th IFIP WG 11.3 Working Conference on Database Security. Niagara, Ontario, Canada: [s.n.], 2002:45-58.
- [9] 颜学雄,王清贤,马恒太. Web 服务访问控制模型研究[J]. 计算机科学, 2008, 35(5):38-41.
- [10] 304.
- [7] Kim H, Chung Jong-Moon, Chang Hyun Kim. Secured communication protocol for internetworking zigbee cluster networks[J]. Computer Communication, 2009, 32(13):1531-1540.
- [8] Baronti P, Pillai P, Chook V W C, et al. Wireless Sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards [J]. Computer Communication, 2007, 30(7):1665-1695.
- [9] 潘 伟,黄 东.基于 Zigbee 技术的无线传感网络研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(9):244-247.
- [10] 程 磊,王永骥,朱全民.基于通信的多移动机器人编队控制系统[J]. 华中科技大学学报, 2005, 33(11):67-70.
- [11] 陈 飞.基于 ZigBee 的多机器人通信系统的设计[J]. 信息科学, 2009(10):61-61.
- [12] Abusaimh H, Yang Shuang-Hua. Dynamic Cluster Head for Lifetime Efficiency in WSN[J]. International Journal of Automation and Computing, 2009, 6(1):48-54.
- [13] 王艳秋,万钧力,邵旭昂,等.基于 ZigBee 的多机器人通信系统的设计[J]. 电子技术应用, 2009(5):126-128.