

# Linux环境下基于QT的WLAN管理信息系统

胡 骏, 胡爱群, 宋宇波

(东南大学无线电工程系, 南京 210096)

**摘 要:** 针对无线局域网(WLAN)的可靠稳定性问题, 提出了一种基于QT库的WLAN管理信息系统的实现方案。分析了QT在构建图形界面、实现事件响应等方面的优点, 探讨了在Linux环境下利用QT库开发实际系统的基本原理, 分析了QT在构建图形界面、实现事件响应等方面的卓越特性, 并在此基础上, 描述了WLAN管理信息系统并给出了详细的设计与实现。

**关键词:** 无线局域网; Linux; QT

## WLAN Management Information System Based on QT in Linux

HU Jun, HU Aiqun, SONG Yubo

(Dept. of Radio Engineering, Southeast University, Nanjing 210096)

**【Abstract】** This paper puts forward a scheme of WLAN management information system, which aims at ensuring reliability and stability of wireless local area network. It introduces the excellent characteristics of QT in building Linux graphical user interface, binding events and event processing, discusses the principle of QT functions on building Linux application, and later a design and realization of the system are developed.

**【Key words】** Wireless local area network(WLAN); Linux; QT

### 1 概述

IEEE 802.11WG (无线局域网标准制定工作组) 于1997年提出无线局域网标准, 随着802.11b标准的提出, 无线局域网的应用得到了很大的发展。现在无线局域网可以提供能和有线网相比拟的性能, 甚至在某些方面还超过了有线网, 而且可以和现有有线网实现无缝连接, 本身更具有布局的简单性和灵活性, 可以在移动中通信。然而, 由于WLAN通过无线电波发送数据, 网络存在严重的隐患。另一方面, 必须对局域网内部的每个无线终端通信的具体内容进行有效的管理, 以防止内部人员泄漏信息。面对这些新的挑战, 无线局域网的信息管理软件就显得非常必要。而有线网络的一些信息管理软件并不能适应无线网络的灵活多变, 包括信号的强弱变化引起的网络性能的起伏, 还有移动计算环境。一个可以观察网络各层协议栈的软件可以大大减少网络问题的分析和诊断时间, 而且可以提供可靠监督, 抵御可能的攻击。

本文主要研究基于802.11b的无线局域网的信息管理问题。针对这样一个商业化系统的设计, 我们以Linux为主要开发环境, 并构建于QT库基础之上。主要考虑到以下两方面的因素:

(1) Linux开放源代码, 且有利于硬件工作模式设定。

(2) QT是Linux下开发图形应用界面的一个分支(另一分支为GTK, 以GNOME为平台)。它是一个多平台的C++图形用户界面应用程序框架, 提供给应用程序开发者建立艺术级的图形用户界面所需的所用功能。QT是完全面向对象的, 很容易扩展, 提供了丰富的窗口部件集, 并且允许真正的组件编程。QT库的稳定性和健壮性比较好。

### 2 系统简介

本系统通过硬件探测所能达到覆盖范围内ISM频段的信息, 获取无线局域网的通信数据, 并进行MAC(媒体访问控制)层及以上层分析, 以及记录通信的内容, 来保证无线局域网的运行性能及稳定可靠性。主要包括无线局域网数据链路层数据帧的捕获、数据的存储、数据帧头的分析和剥

离、界面的显示4部分。图1为系统实现基本框图。整个系统置于一个无线局域网环境, 其中Laptop作为核心控制部件, 利用无线网卡截获数据, 在笔记本内部进行分析存储工作, 并通过显示终端进行人机交互, 对系统进行控制和使用。

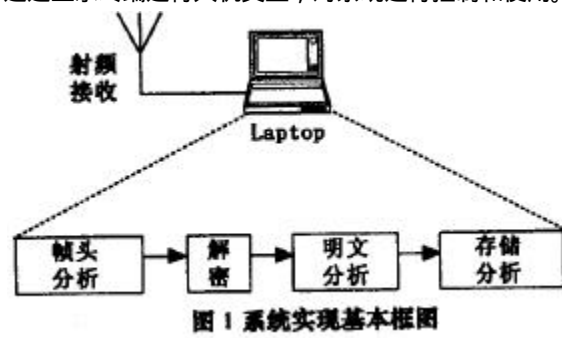


图1 系统实现基本框图

### 3 QT 与 KDevelop

面向对象技术作为一种系统分析、设计的思想和方法已得到比较深入的研究, 可视编程技术是众多流行软件开发工具采用的技术手段, 面向对象技术与可视编程技术的结合导致了当今在用户界面设计中的一场变革。

The KDevelop-Project是个使用于Unix系统下的C/C++整合开发环境, 提供了许多程序员需要的特性, 并且包括了一些第三方程序的功能, 比如make和GNU(自由软件基金组织) C++编译器, 使之成为开发过程中集成的部分。它通过自动化标准开发过程节省了时间, 可以直接透明地获取所需资料, 集成的浏览机制被设计成可以支持开发者对项目文档的要求。它采用面向对象和事件驱动的程序设计方法。

基本上, QT与X Window上的Motif、Openwin、GTK和Windows平台上的MFC、OWL、VCL、ATL等图形界

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2002AA143010)

作者简介: 胡 骏(1979—), 女, 硕士生, 主要研究通信信号处理; 胡爱群, 教授、博导; 宋宇波, 博士生

收稿日期: 2003-01-27

E-mail: chum\_hj@sina.com

面库是同类型的东西,但是 QT 具有下列优点:优良的跨平台特性;面向对象;良好封装机制使得 QT 的模块化程度非常高,可重用性较好;提供了一种称为 signals/slots (信号/槽)的安全类型来替代回调函数,这使得各个元件之间的协同工作变得十分简单;丰富的 API (应用程序接口);支持 2D/3D 图形渲染,支持 XML (可扩展标记语言)。

系统的基本设计流程如图2(以Qt-2.3.1、Kdevelop 2.0、KDE-2.2-11为基础)。



图2 基本设计流程

#### 4 无线局域网管理信息系统设计与实现

无线局域网管理信息系统是一个庞大而复杂的系统,涉及到硬件和软件等多方面的知识,而又以软件为主。以下分析系统交互平台的设计与实现。它是系统的核心环节,又是各子模块的中心控制器,是整个系统成功运作的关键。窗口技术使得软件的显示画面层次分明、内容丰富、操作方便。

##### 4.1 信号与槽

在整个设计中,贯穿始终,并使系统获得高效工作性能的是QT的一个重要机制——信号与槽机制。

信号和槽是一种高级接口,应用于对象之间的通信,是QT的核心特性,也是QT区别于其它工具包的地方。信号和槽是QT自行定义的一种通信机制,它独立于标准的C/C++语言,因此要正确地处理信号和槽,必须借助一个称为MOC (Meta Object Compiler)的QT工具,该工具是一个C++预处理程序,它为高层次的事件处理自动生成所需要的附加代码。信号和槽能携带任意数量和类型的参数,它们是类型完全安全的,不会像回调函数产生core dumps。

信号和槽机制的实现机制主要分为两种方式。

(1) 所有从QObject或其子类派生的类都能够包含信号和槽。当对象改变其状态时,信号就由该对象发射出去,接收方未知。这就是真正的信息封装,它确保对象被当作一个真正的软件组件来使用。槽用于接收信号,但它们是普通的对象成员函数。一个槽并不知道是否有任何信号与自己相连接。可以将很多信号与单个的槽进行连接,也可以将单个的信号与很多的槽进行连接,甚至将一个信号与另外一个信号相连接也是可能的,这时无论第一个信号什么时候发射系统都将立刻发射第二个信号。

(2) 对于非QObject派生类,另有一套处理方法,将在4.2节详细述及。

总之,信号与槽构造了一个强大的部件编程机制。在我们的设计中,无论是控制部分还是GUI部分,都充分体现了

这一思想。

#### 4.2 系统设计

##### (1) 封装与类的设计

为很好体现系统的面向对象特性,按照系统的层次化体系,并考虑到实现的清晰化,进行了精心的封装和设计。

1) 对接收和过滤一起进行了独立封装。具体包括混杂模式设置、套接口设置、原始数据包的捕获以及过滤器。

2) 分析模块,按照协议分析的层次化结构,将上层针对各种协议头(包括llc, ip, tcp, ipx, dns, ftp, http, pop3等各种协议)的分析、解密模块以及分析主函数公有化,将以下各层分析函数以及对非法用户和流量的验证模块私有化。并私有化用户、流量、帧存储区等相关成员变量。

值得一提的是,由于这个分析类并不是QObject的继承子类,为了实现消息驱动机制,不能直接采用一般的信号和槽机制,而必须单独为其定义信号类的成员变量,并私有化。再为信号和外部的槽之间定义相关的连接函数,由于外部的槽此时未定,连接函数必须定义成公有函数,然后在实际运行过程中调用连接函数为分析类的发送信号和外部类的槽函数建立联接。这种方式具有极大的灵活性,很好地实现了不同类的对象之间的有效通信。

##### (2) 系统设计及工作流程

针对复杂的系统工具和实现功能,菜单加入了包括系统运行模式选择、密钥选择、非法用户监视、电子邮件和网页浏览监视选择等一系列选项,并分别按照图2流程所示定义了相应的对话框。在主应用程序类里定义相应的槽函数,通过一种信号/槽工作机制来响应菜单操作。

系统可以按照两种模式运行:即时分析和延迟(或文件)分析。事实上,文件分析只是无须捕获,但需文件操作,其它和即时分析基本类似。考虑到整个体系分析的完整性,以下将以即时分析为蓝本,对系统进行介绍。图3为系统工作流程总体框架图。

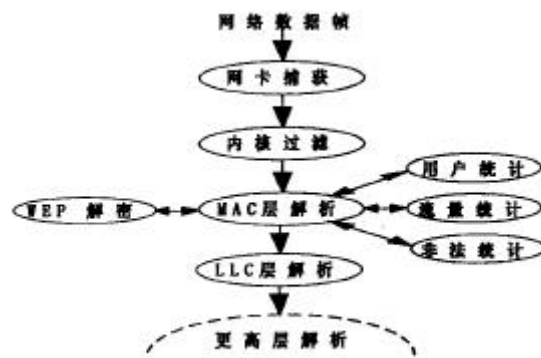


图3 系统工作流程总体框架图

首先,设置系统运行模式,包括存储模式(是否循环存储)、存储空间大小以及过滤条件。

然后,系统开始运行。网卡被设在混杂模式,利用Linux套接字网络编程把网卡上捕获到的数据帧拷贝到用户空间。

网络上数据流量非常大,受到容量限制以及兴趣所在,很有必要对数据帧进行过滤,主要分为两种类型:内核空间过滤和用户空间过滤。内核空间过滤由操作系统完成,而用户空间过滤是把网络数据帧从操作系统内核空间拷贝到用户空间再过滤。由于内核空间过滤不拷贝数据,不占用CPU时

间, 过滤效率较高。用户空间过滤可由用户控制, 灵活性比较大。本系统采用的过滤器在伯克利包过滤器 (LPF) 基础上实现。

主窗口内的滑动条动态显示捕获数据的强度。LCD控件显示当前的网络用户数量, 流量表盘控件显示实时网络数据流量。

接下来, 对捕获的数据帧分析, 是网络监测中工作量最大的一块。基本的分析包括对各协议帧头的解析。完成一次网络通信所用到的协议众多, 而对每一种协议都需要对应一个解析模块, 这是一种一对一的关系。在传统局域网中最常出现的协议自底向上是以太网协议、IP/IPX、TCP/UDP/IPX及FTP、HTTP等应用协议。802.11无线局域网从IP/IPX协议以上与传统局域网相同, 区别在于数据链路层协议。无线局域网数据链路层的MAC子层, 由802.11定义, 称为802.11帧头; 然后由LLC子层的SNAP (子网访问协议) 来引导IP协议。实现过程中, 按照整个OSI模型的体系结构逐层剥离协议头进行分析。

另外, 非法访问的有效监测是网络信息管理的一项重要内容。我们通过设定一个合法用户的物理地址列表, 来判断用户的合法性。对用户进行监测的同时, 可以得到网络的用户数量以及网络流量。

主窗口另有一套LCD、流量表盘控件分别显示当前的网络非法用户数量、非法数据流量。

收发电子邮件和浏览网页是人们上网最常做的事情, 也是管理时比较关心的问题。虽然相对大文件传输的FTP服务, 数据流量没有它大, 但其使用频率、其重要性都远远超过了FTP文件传输服务。因此, 这里选择了面向这两种应用的解析。主要包括3种协议: POP3协议, SMTP协议和HTTP协议。

在系统运行过程中, 即时分析是否存在非法用户或流量。一旦探测到, 立刻在警告视窗中给出警告。如电子邮件选项使能, 系统在即时分析的过程中探测电子邮件信息。一旦一个完整的电子邮件被探测并解析完, 将在邮件视窗中给

(上接第45页)

是一个agent, 对不同的作战环境进行观测, 作出局部判断, 通过融合中心得到全局环境的观测和判断, 进行态势评估, 决策中心制定计划, 进行传感器管理, 并根据环境的奖励信息协调传感器资源, 获得更好的信息融合效能。

机器人足球比赛是当前分布式人工智能最典型的应用平台, 同样也为信息融合技术提供了一个有效的应用环境。每个机器人表示为一个agent, 观测球场的动态环境, 得到场上的局部情况, 送到融合中心进行融合处理, 形成对全场态势分析, 再由决策中心确定每个机器人的场上行为, 通过比赛效果得到奖励信息来规划球队的比赛, 最终获得良好的比赛效果。

#### 4 结束语

作为一个跨学科的理论研究, 信息融合技术需要不断地结合和引用不同学科和领域的先进技术和方法。分布式人工智能技术, 特别是多智能体系统的理论研究在许多方面值得信息融合技术借鉴和利用。本文在分析和研究强化学习的框架和算法基础上, 提出了基于强化学习的信息融合系统, 改进了信息融合系统的结构, 并给出了分布式信息融合系统的强化学习方法, 有效地将多智能体技术理论引入到信息融合

出摘要信息, 方便用户查找详细信息。HTTP选项工作方式类似。上述3个视窗都是主窗口的一部分, 用户可以即时发现问题, 从而保证系统可靠性和稳定性。

对于系统过滤后获得的详细解析信息将在一个对话框类的三分窗口中显示。既有所有包的摘要信息, 又有某一包的详细信息, 以树图方式显示, 还有某一包的二进制信息。至于其他电子邮件信息和网页浏览信息将以文件形式存储于本地机, 可以随时查阅, 并在主窗口给出摘要信息。

#### (3) 系统性能

经过相关机构的测试和验收, 本系统在现有的无线局域网环境中达到了较低的丢包率, 可以实时进行数据采集和分析处理, 运行稳定, 性能良好。

#### 5 结束语

本文所提出的管理信息系统为无线局域网的网络稳定性及可靠性提供了一定的保障。整个设计方案的核心在于Linux套接字编程和QT库编程思想的有机结合。同时, 面向对象特性和可视化编程技术的充分结合利用为系统的实现提供了高效性和可靠性的有力保证。实践证明, 此系统设计是一个行之有效的方案。

#### 参考文献

- 1 Stevens W R. Unix Network Programming (Second Edition). Networking APIs: Sockets and XTI, Prentice Hall, 1998-01
- 2 Insolubile G. Inside the Linux Packet Filter. Linux Journal, 2002-02
- 3 McCanne S, Jacobson V. The BSD Packet Filter: A New Architecture for User-level Packet Capture. Lawrence Berkeley Laboratory, 1992-12
- 4 ANSI/IEEE Std. 802.11. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, 1999
- 5 Nolden R. The User Manual for Kdevelop. The KDevelop Team Version 2.2, 1999-07

系统中。最后, 本文讨论了基于强化学习的信息融合系统的应用发展。当然, 多智能体技术的发展还有许多不完善的地方, 还有一系列问题有待解决, 但结合多智能体技术的信息融合系统无疑将会有更大的进步和发展。

#### 参考文献

- 1 Wang H. Intelligent Agents in the Nuclear Industry. IEEE Computer, 1997
- 2 Kaelbling L P, Littman M L, Moore A W. Reinforcement Learning: A Survey. Journal of Artificial Intelligence Research, 1996, 4:237-285
- 3 Sutton R S, Barto A G. Reinforcement Learning: An Introduction. Cambridge, MA: MIT Press, 1998
- 4 Frankel C B, Bedworth M D. Control, Estimation and Abstraction in Fusion Architectures: Lessons from Human Information Processing. Paris, France: Proc. 2000 International Conf. on Information Fusion, 2000-07
- 5 Rogova G, Scott P, Lolett C. Distributed Reinforcement Learning for Sequential Decision Making. In Proc. of the Fifth International Conference on Information Fusion, 2002