

文章编号: 1671-1041(2004)03-0056-03

基于蓝牙的微机无线数据传输系统

张 元

(浙江传媒学院 计算机系, 杭州 310018)

摘要: 蓝牙技术可以方便地建立无线连接代替传统的有线电缆连接。本文给出了一种基于蓝牙的微机无线数据传输系统的研制方案, 包括硬件电路设计以及软件关键算法, 能够实现短距离内数据的无线传输, 具有较强的可靠性与较快的数据传输速度, 能够应用在各种不方便使用有线电缆的现场。

关键词: 蓝牙; 数据传输; 无线

中图分类号: TN8 文献标志码: A

The wireless PC data transfer system based on bluetooth technique

ZHANG Yuan

(Department of Computer Science, Zhejiang Institute of Communication and Media, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Bluetooth technique made wireless connections expediently in place of cable connection in short distance. In this paper, a wireless PC data transfer system based on bluetooth technique is presented, including circuit designs of hardware and the sticking point of soft algorithm. The equipment could realize wireless PC data transfer in short distance; the results show its advantages and high data transfer rate. The wireless PC data transfer system could apply to all kinds of complicated circumstances that use cable connections discommodious.

Key words: Bluetooth; data transfer; wireless

1 概述

蓝牙是一种低功耗的无线技术, 其设计意图是取代现有的 PC 机、打印机、传真机、移动电话等设备上的有线接口。作为一种新技术, 蓝牙的主要优点是: 可以方便地建立无线连接代替传统的有线电缆连接; 移植性较强, 可以应用到很多通信场合中, 如 WAP、GSM、DECT 等; 安全性较高, 且每一台蓝牙设备的地址全球唯一; 功耗低, 设计开发方便、成本较低。基于蓝牙的微机无线数据传输系统由 PC 机、ERRICSSON 的 ROK 101 007 系列蓝牙芯片、单片机 AT89C51、接口电路、相应的通信协议以及软件实现。整个系统的原理框图见图 1 所示。



图 1 系统原理框图

2 硬件实现

本系统的硬件主要由 PC 机、ERRICSSON 的 ROK 101 007 蓝牙模块、PC 机与蓝牙模块的接口电路、微处理器 (AT89C51)、以及微处理器与蓝牙模块的接口电路等组成。PC 机与蓝牙模块之间采用 USB 接口来完成数据传输, 微处理器与蓝牙模块之间采用 RS232 接口来完成数据传输。

2.1 ERRICSSON 的 ROK 101 007 蓝牙模块

收稿日期: 2004-04-12 电子邮件来稿

爱立信 (Ericsson) 公司是蓝牙技术的发起人, 该公司出品的蓝牙芯片 ROK101 007 是一款适合于短距离通信的无线 / 基带模块, 该蓝牙模块集成度高, 功耗小, 完全兼容蓝牙协议 V1.1, 可嵌入任何需要蓝牙功能的设备中。该模块包括基带控制器、无线收发器、闪存等部件, 可提供高至 HCI (主机控制接口) 层的功能。此外, 该模块还提供有 USB、UART 和 PCM 接口, 因而能方便地与主机 (host) 进行通信。另外, 该模块还同时支持蓝牙语音和数据传输, 且其输出功率能满足蓝牙 2 级操作的要求。图 2 为芯片内部结构框图和外部引脚图。

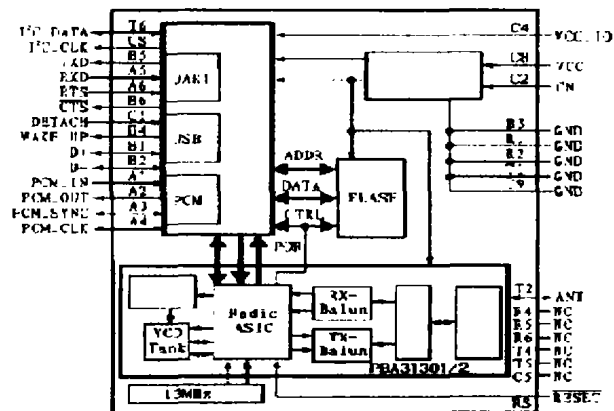


图 2 芯片内部结构框图和外部引脚

ROK 101 007 与主机或其它设备互联时, 有 USB、UART 和 PCM 语音接口等接口方式。

(1) USB 接口

ROK101 007 的 USB 接口符合 USB1.1 规范, 通过双向端口 D+ 和 D- 的数据传输率可达到 12Mbps。当使用 USB 接口与主机通信时, ROK101 007 是一个 USB 从设备 (slave)。与该接口有关的引脚有:

● D+ (B1), D- (B2): 用于数据传输, 其中括号内的字母和数字表示其引脚号 (下同)。

● Wake up (B4), Detach (C1): 专用于与笔记本电脑的互联, 主要用来控制笔记本电脑的状态。当主机处于掉电模式时, 如果蓝牙系统收到建立连接请求, Wake up 信号就会“唤醒”主机。主机的“挂起 (suspend)”可通过 Detach 信号来指示。

(2) UART 接口

ROK 101 007 的 UART 接口标准符合工业规范 16C450, 它支持的波特率有 (单位: bits/s): 300, 600, 900, 1200, 1800, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400 和 460800。使用爱立信自定义的一条 HCI 命令 HCI Ericsson Set Uart Baud Rate 可改变 UART 接口的波特率。该接口中还有 128 字节的先入先出 (FIFO) 缓冲器。与该接口有关的有四个引脚, 具体如下:

● TxD (B5), RxD (A5): 用于收发数据

● RTS (A6), CTS (B6): 用于数据流控制

2.2 PC 机部分的蓝牙系统硬件设计

图 3 为驱动蓝牙模块的系统框图, 其中的 host 为 PC 机。PC 机通过 USB 驱动模块与蓝牙模块进行连接, 控制蓝牙模块完成一

系列功能, 并进行数据传输。图中 VCC、ON 和 VCC_IO 是接到一起的, 因此无须考虑上电次序。

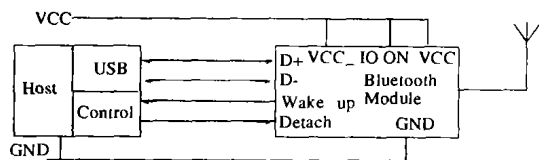


图3 USB驱动蓝牙模块的系统框图

Wake_Up、Detach 是用一个跳线来手动选择高低电平的, 两个均为高电平有效, 所以在使用 USB 模式来驱动蓝牙模块时, 应选择 Wake_Up 接高电平, Detach 接低电平。

此外还需考虑电源问题, 此应用方式采用 USB 本身来供电, USB 为 5V, 而模块上的 VCC 和 VCC_IO 的建议使用电压为 3.3V, 所以要进行电平转换。电平转换电路中采用 DSS306 作为 EMI 滤波器, 采用 National LP2985 作为 6V DC 到 3.3V DC 转换芯片。将电平转换电路和蓝牙模块连接后, 就可以实现和 PC 机的连接了。另外还需要 USB 驱动程序。

2.3 微处理器部分的蓝牙系统硬件设计

微处理器部分的蓝牙系统硬件首先要求体积小, 能够方便地安装在各种仪器设备中。其次, 必须能够稳定、安全、可靠的工作。

微处理器部分的蓝牙系统硬件的设计要求和实现功能如下:

- 在工作时, 被 PC 机部分的蓝牙系统硬件检测发现, 并唤醒进入工作状态, 与 PC 机部分的蓝牙系统硬件进行连接。

- 为降低功耗, 增强保密性, 通常情况下可以使系统处于休眠状态, 周期性的进行检测。

(1) 串口驱动蓝牙模块的实现

微处理器部分的蓝牙系统硬件主要由 ROK 101 007 蓝牙模块和控制单元等实现, 两者之间通过 RS232 方式进行连接, 因为选择这种方式实现比较简单, 并且可方便地进行系统的计算机的模拟。

蓝牙协议中规定 HCI 物理传输层可以是 USB、RS232 和 UART 中的任意一种。但爱立信的 ROK 101 007 蓝牙模块没有提供 RS232 接口, 所以必须进行 RS232-USRT 的电平转换。

(2) 蓝牙模块的微处理器控制

控制功能用微处理器实现, 实现原理框图见图 4。微处理器采用的是 AT89C51, 通过电平转化芯片 MAX232 与蓝牙硬件连接。

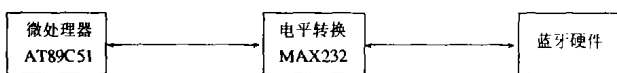


图4 微处理器控制原理框图

2.4 蓝牙硬件设计中的其他问题

由于蓝牙设备工作在 2.4G 的微波频段, 这个频段内有很多设备工作, 因此必须解决好相互干扰的问题才能确保蓝牙的可靠工作。蓝牙自身的跳频抗干扰技术有效的解决了这个问题。另外, 从硬件设计上需要考虑一些其他问题, 主要是电源干扰和信号线滤波以及电路板布局。

(1) 电源干扰

在直流电源回路中, 负载的变化会引起电源噪声。在数字电路中, 当电路从一个状态转换为另一个状态时, 就会在电源线上产生一个很大的尖峰电流, 形成瞬变的噪声电压。配置去耦电容可以抑制因负载变化产生的噪声, 这也是印制电路板的可靠性设计的一种常见方法。

(2) 信号线滤波

这是一种外部 I/O 保护措施。外部 I/O 电缆完全暴露在电磁环境中, 很容易受到干扰, 如果不加保护措施就会将干扰传递给内部电路, 引起设备的不正常工作。在本应用电路的设计上, 串口上使用了 NFM39R 三端电感型滤波器, 它的作用是滤除信号线上各种工作所不需要的高频干扰成分。

(3) 电路板布局

模拟和数字部分在电路板上明显分开, 模拟地和数字地采用一点相接的原则。印制导线的布设应尽可能的短, 印制导线的拐弯应成圆角。

(4) 节能设计

蓝牙的主要用途是为便携设备添加无线联网的功能, 因此要求必须是低功耗的。蓝牙协议中规定了蓝牙的多种操作模式, 如活动模式、呼吸模式和休眠模式, 这些模式为节能提供了前提, 蓝牙设备可以仅在必要时运行, 这样可以节省很多能量。

3 软件实现

在本系统中, PC 机部分和微处理器部分的蓝牙模块均需要在软件运行下才能工作。根据系统要求并结合硬件电路, 需要设计的软件功能部分有以下 2 个方面:

(1) PC 机部分: USB 数据传输系统的程序设计

(2) 微处理器部分: RS-232 数据传输系统的程序设计

根据各个硬件部分的不同特点, 采用 VC++ 与 C 语言来编写主要的通信部分程序, 用 VB 来实现信息管理程序和用户界面部分。

3.1 USB 数据传输系统的程序设计

USB 总线的成功关键是用户感到了使用 USB 设备的方便。即插即用 (PnP) 概念的使用使某些硬件的安装过程得到了简化。USB 规范中指出, 适合迁移到 USB 上的硬件限定于那些低速到中速的外设, 包括调制解调器、传真机、扫描仪、打印机等。这些设备的数据传输速率低于 12Mb/sec, 并且能通过单一的 PC 接口被系统软件识别。

基于 USB 接口的设备驱动程序较为复杂, 必须编制专门的驱动程序才能保证 USB 接口的的外设能够稳定工作。USB 驱动程序高度依赖其总线驱动程序 (USB.D.SYS), 而不直接使用硬件抽象层 (HAL) 函数与硬件通信。USB 驱动程序为了向其硬件设备发送一个请求, 首先创建一个 USB 请求块 (URB), 然后把 URB 提交到总线驱动程序。例如, 为了配置一个 USB 设备, 驱动程序需要提交几个 URB 来读取各种描述符或发送命令, 最后由 USB.D.SYS 把请求送到总线上。

3.2 PC 机部分蓝牙硬件的程序设计

根据系统设计的要求, 该部分主要完成系统的初始化、点对点的连接及断开、ACL 数据的传输。

程序设计是从模块的初始化开始, 逐步展开。整个程序设计流程如图 5 所示。

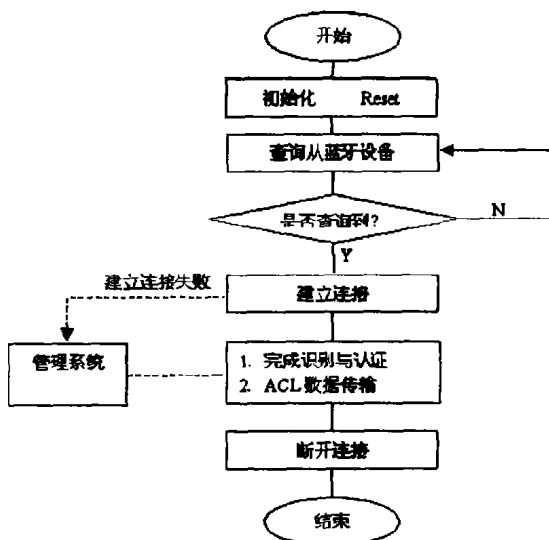


图5 PC机部分蓝牙硬件的程序流程图

以下为每个部分的设计说明。

(1) 系统初始化

系统初始化包括模块的初始化和系统初始状态设定。系统物理连接完成后，驱动程序自动加载，并开始初始化工作。系统首先将复位。驱动程序向模块发出 `HCI_Rest` 指令，对模块进行复位，模块接收到该指令后，完成复位操作并向主机返回一个命令完成事件 (Command Complete Event)，通知主机复位完成。主机接收到复位完成事件后，要读取并保存模块信息，包括版本信息、蓝牙地址和缓冲区大小等。其中的蓝牙地址将用于连接操作，它在模块出厂时已经设定好；缓冲区大小参数将提交给主机，以便主机对要传输的数据进行分块。然后，主机将对模块进行初步设置，包括主机缓冲区设置和计时器设置。通过 `HCI_Host_Buffer_Size` 指令，将主机缓冲区大小参数传递给模块，主机在对数据传输进行控制时将用到该信息。对于计时器，包括查询时间值的大小、间隔等内容，模块默认了常用信息，实际应用中并没有特别要求不用对其进行修改。但要应用相关指令将其读取出来并由主机保存，以便控制时使用。在 `HCI` 的主机控制器和基带指令中有 `HCI_Read_xxx_Timeout` 指令，将返回这些计时器设置。

(2) 查询附近蓝牙模块

初始化完成后，开始进行查询 (Inquiry)，查询其他蓝牙设备。在 Inquiry 没有响应的情况下，系统进入该状态等待其他设备的连接请求。初步设置完成后，系统将进行一次扫描，以便发现有效范围内的其他系统，从而决定本系统所处的状态。系统在开始的这次扫描后，将进行进一步的状态设置。`HCI_Inquiry` 指令将使系统进入寻找临近设备的状态，它的主要参数包括 `Inquiry_Length` 和 `Num_Response`。这里将产生程序的分支：如果找到临近设备，则系统设置为主设备，并发送连接请求；如果没有找到临近设备，那么在超过 `Inquiry_Length` 时间之后，系统设置为从设备，并进入定期查询状态 (`HCI_Periodic_Inquiry_Mode`)，等待其它设备作为主设备的连接请求。定期查询的参数则包括查询间隔、每次查询时间及允许应答的设备数等。

(3) 建立连接

设备 A 作为主设备向设备 B 发送了连接请求，B 的蓝牙模块接到该请求后向主机 B 发送一个连接请求事件 (Connection Request Event)，该事件中包含设备 A 的蓝牙地址、设备类型、链接模式等连接参数。设备 B 接收 A 的连接请求并发送指令 `HCI_Accept_Connection_Request`，同时用 `Role` 参数指定自己的角色 (从设备，0x01)。该指令发出后，设备 A、B 都将收到一个连接完成事件 (Connection Complete Event)，该事件参数中包括了对方蓝牙地址、链接模式、加密方式以及链接句柄 (Connection_Handle)，其中链接句柄是该连接的“名字”，对该连接的操作都将通过引用链接句柄进行。这样，两个设备间的连接就建立完成，可以进行数据传输了。如果要建立语音连接，还要在此基础上建立 SCO 连接，这个连接在建立的过程中就要用到 ACL 连接建立时返回的链接句柄。中断链接相对较为简单。链接的任一方发出中断指令，就可以中断链接。指令 `HCI_Disconnect` 中带有参数 `Connection_Handle`，以表示中断哪个链接。在当前数据传输操作完成后，A 和 B 都将收到一个带有链接句柄的中断链接事件 (Disconnection Complete Event)。

(4) 数据传输

在系统链接建立后，数据传输就比较简单了。因为通信信道已

经建立，只需要向 USB 总线上发送要发送的数据即可。数据传输的一个重要内容是对要传输的数据进行分组，以适应模块数据缓冲区的大小，这是以读取 `Buffer_Size` 的值为依据的。被拆分的数据还要根据蓝牙数据包格式的定义，加上数据包头，以便模块对其进行正确的识别和处理。在软件中，专门针对这一要求编制了一个数据包处理例程，它的主要功能是数据包分组的拆分和重组。所要发送的数据进行蓝牙格式处理后再组合成较大的数据块，该例程已经被写入一个动态链接库中 (`tran.dll`)，由界面应用程序调用。但由于本课题设计的时间问题，该例程还存在一些问题，比如包的拆分和组包所需要处理的时间可能会较长，不能在短短几秒内完成。另外软件没有进行优化和周密的测试，有时候还会有些偶然性的问题。

数据传输部分另一个重要内容就是针对 USB 总线的编程。USB 驱动程序并不直接与硬件对话，而是通过创建 USB 请求块 (URB)，并把它提交给总线驱动程序 (USBDRIVER) 来完成硬件操作。经过前面的数据包例程处理过的数据又将进行 URB 的接受实体，当它接收到送来的 URB 时，就会把驱动程序对其的调用转化为带有主功能代码 `IRP_MJ_INTERNAL_DEVICE_CONTROL` 的 IRP，来完成指定的操作。由此，驱动程序首先要依照 DDK 中的规则创建 URB。URB 创建后，就可以使用它与 USBDRIVER 进行交互。先要利用 URB 对 USB 总线进行配置，如配置批量传输管道等，并在此基础上，编写读写数据的分发例程 `DISPATCHREAD()` 和 `DISPATCHWRITE()`。

3.3 微处理器部分蓝牙硬件的程序设计

本部分软件的主要功能是控制和协调微处理器部分的蓝牙硬件工作，如完成系统的初始化、进入查询状态、与 PC 机部分的蓝牙硬件进行连接，接收传输来的信息等功能。本部分软件采用 Turbo C 2.0 设计。

本部分软件主要用于在一对设备间建立一条简单的、低速的 RFCOMM 连接，这条连接可以是不对称的，也可以是对称的。

4 总结

本系统利用蓝牙技术完成了 PC 机与微处理器之间的短距离无线数据传输，硬件电路简单、可靠性强，软件设计合理、效率高，数据传输速度快。本系统能广泛应用在环境复杂的工业现场，可以替代传统的有线电缆，有着广泛地应用前景。●

参考文献

- [1] 金纯，许光辰，孙睿. 蓝牙技术 [M]. 北京：电子工业出版社，2001. 69-76.
- [2] The Bluetooth Special Interest Group(SIG). Bluetooth Specification Core V1-1. 2000. <http://www.bluetooth.org>
- [3] Haartsen J. The Bluetooth Radio system. IEEE Personal Communications. 2000. 7(1): 28-36]
- [4] Gareth Barlow. Bluetooth security. Network and inter-network security report, April, 2000:10-17.

作者简介：张元 (1965-), 女，讲师，主要研究方向：计算机科学与技术，浙江省计算机教学研究会理事，1985 年毕业于西北师范大学数学系，在金城联合大学担任数学系教师数年后，1993 年起在浙江广播电视高等专科学校 (现名浙江传媒学院) 任计算机系讲师。地址：浙江省杭州市下沙高教园区学源路浙江传媒学院计算机系 邮编：310018

作者声明：自愿将本文稿酬捐为“仪器仪表用户杂志爱心助学基金”

欢迎订阅仪器仪表用户杂志 国内外公开发行 双月刊 中级技术类刊物

请到附近邮局办理订阅 (邮局订阅代号：18—226)，也可通过本刊编辑部办理 (通过邮局汇款 36 元，本刊将按时给您寄刊)。

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程

该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP) 公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习! ...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>



CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>