

基于 DSR 路由协议的无线语音图像传输系统设计

包 健, 查艳芳, 殷奎喜

(南京师范大学 物理科学与技术学院, 江苏 南京 210046)

[摘要] 为了实现包含语音、图像传输等应用在内的 Ad Hoc 自组网, 提出了将一个无线网络划分为多个微 Ad Hoc 网的方案, 其中, 网内的通信方式采用 DSR 无线路由协议, 网间的通信方式采用中继节点间的通信. 该方案首先构建了一个基于 ARM9 平台的无线语音图像传输系统, 然后软件设计了 DSR 无线路由协议, 并实现了网内和网间通信的自动转换. 应用实践表明, 此方案实现的语音质量清晰, 图像传输稳定. 该系统属于便携式设备, 可随时加入或退出网络, 在其它有线或无线网络不能覆盖的区域具有广泛的工程应用价值.

[关键词] 自组网, DSR, nRF2401, nRF24Z1, JPEG 解码

[中图分类号] TN 919. 72 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2010) 01-0080-05

Design of Wireless Voice/Image Transmission System Based on DSR Routing Protocol

Bao Jian Zha Yanfang Yin Kuixi

(School of Physics and Technology, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

Abstract In order to realize ad hoc networks which included voice and image transmission applications, the solution of dividing a wireless network into several micro ad hoc networks is proposed, in which DSR wireless routing protocols is adopted in means of communication within the network and communication between the relay nodes is used in communication between the network. First, it constructs a platform based on ARM9 for wireless voice and image transmission systems, then designs the DSR routing protocol by software, and realizes the auto conversion of communication within and between the network. The practice indicates that this system achieves clear voice quality and stability image transmission. It's a portable device, can join or quit the network at any moment, and has broad application value where other network can't cover.

Key words ad hoc network, DSR, nRF2401, nRF24Z1, JPEG decode

Ad Hoc 无线自组网络^[1]中的一个重要研究领域是路由技术. 其中 DSR (源动态路由协议) 是一个专门为多跳无线 Ad Hoc 网络设计的简单且高效的路由协议, 它简单、实用且性能优越, 但是目前对该协议的研究大部分都是停留在以理论研究和仿真为主的基础上, 离实用化进程并没有较大的发展.

本文介绍的这种系统, 利用 nRF2401 和 nRF24Z1 无线传输模块作为实现 DSR 路由协议的物理层和传输层, 并在此基础上实现了具有实用价值的微 Ad Hoc 网的网内和网间语音、图像和数据传输.

该系统体积小, 便于随身携带, 供电后立即加入自组网络进行语音和图像通信, 亦可随时退出. 各终端节点相对独立, 在其它有线或无线网络不能覆盖的偏远山区、野外工程作业甚至军事应用场合等都具有广泛的应用前景.

1 系统设计

1.1 总体框图

DSR 无线自组网系统中, 通信终端由 ARM9 核心模块、2.4 GHz 频段^[2]的图像收发模块、语音收发模

块、液晶键盘模块等构成. 系统总体框图如图 1 所示:

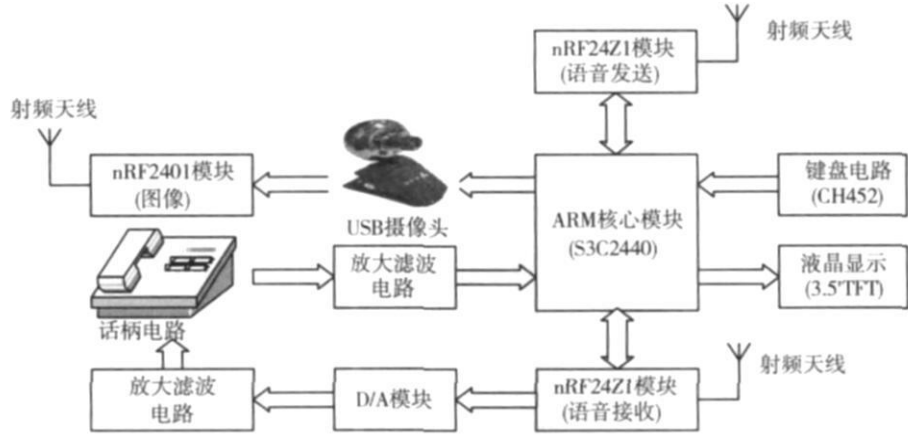


图 1 DSR 终端节点系统框图
Fig.1 System block diagram of DSR terminal node

(1) ARM 核心模块选用 ARM 9 系列的 S3C2440 作为中央处理器, 最高工作频率可达 533MHz, 包含 64M SDRAM、64M NAND FLASH、2M NOR FLASH 和复位电路等. 语音图像传输时使用此处理器作为 DSR 路由协议的实现芯片.

(2) 无线图像传输芯片选用 Nordic 公司的 nRF2401, 此芯片是一款单片射频收发芯片, 工作于 2.4~2.5 GHz ISM 频段, 芯片内置频率合成器、功率放大器、晶体振荡器和调制器等. 通过 3 线接口能很容易对芯片的输出功率和频段进行编程.

(3) 无线语音传输芯片选用 Nordic 公司的 nRF24Z1, 此芯片具有高带宽和低成本实现的优势, 其高达 4Mbit/s 的带宽不仅能完全满足 CD 音质立体声音频所需的 1.41 Mbit/s 的要求, 而且还有足够的空间去完成再次传送丢失的数据包, 验证接收到的数据包及分时多路传输等多项作业.

(4) 液晶选用 256K 色 240x320/3.5 英寸 TFT 真彩液晶屏, 用于人机界面及图像显示.

1.2 无线语音传输框图

无线语音传输结构如图 2 所示.



图 2 无线语音传输结构框图
Fig.2 Block paradigm of wireless voice transmission

1.3 无线图像传输流程及框图

- (1) USB 摄像头利用硬件编码采集一帧标准 JPEG 格式^[3] 的图像;
- (2) ARM 接收数据后通过 nRF2401 的突发模式发送数据到对应的目标节点;
- (3) 目标节点的 nRF2401 接收到数据, 接收完一帧数据后 ARM 进行 JPEG 解码;
- (4) 解码后的一帧数据通过 LCD 显示, 完成后 nRF2401 回送完毕指令, 准备接收下一帧.

无线图像传输结构框图如图 3 所示:

2 DSR 路由协议实现中的关键技术

DSR 路由协议用于组织语音、图像和数据通信的多跳传输^[4], 它主要由路由寻找和路由维护^[5] 两个机制组成. 为了在系统中实现这两个机制, 需要做以下几个主要方面的工作.

2.1 微 Ad Hoc 网络划分

搜索和建立路由^[6,7] 是一项很耗资源的工作. 为了降低整个无线网络处理器的负载, 实际系统中将整



图 3 无线图像传输结构框图

Fig.3 Block paradigm of wireless image transmission

个无线网络划分为许多按 DSR 协议建立路由的微 Ad Hoc 网络,微 Ad Hoc 网络内依靠 DSR 协议搜索和建立路由,跳数最大为 2 跳;微 Ad Hoc 网络间的通信方式为基站移动台的方式。

如图 4 所示, A Q A1 A2 和 A3 组成了其中一个微 Ad Hoc 网络,其中 A Q B Q C0 为中继节点, A1 A2 A3 B1 B2 C1 为普通节点. 当通信发生在网内时 (例如 A0 和 A1), 路由的搜索和建立依靠 DSR 路由协议完成. 当 A1 和 B 组中的 B1 要进行通信时, 必须通过 A 组的中继节点 A0 和 B 组的中继节点 BQ 当 A1 和 C 组中的 C1 要进行通信而中继节点 A0 和 C0 由于距离超出范围不能直接通信时, 就可以通过 B0 进行转发. 微 Ad Hoc 网络的划分, 有效的降低了无线路由协议的复杂程度. 路由的建立无需覆盖到整个无线网络, 而是小范围进行的.

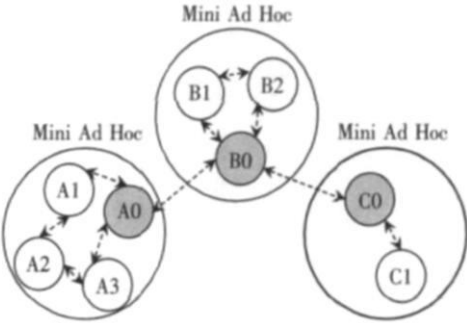


图 4 Ad Hoc 网络的划分

Fig.4 The division of Ad Hoc network

2.2 定时任务调度器设计

整个网络为了实现通信,设计的程序必须保证具有一定的实时性^[8],一些任务例如发现新增的和已经过期的节点、建立路由时的序列号维护等,需要通过基于定时的任务调度器来实现. 调度器的数据结构如下:

```
typedef struct _sTask
{
    void (* pTask) ( void);           / 指向任务的任务指针
    NT16U sDelay;                     / 延时知道函数下一次运行
    NT16U sPeriod;                    / 连续运行的间隔
    NT8U sRunMe;                      / 当任务运行时, 调度器将该变量加 1
} sTask;

# define SCH_ MAX_ TASKS 10          / 规定了调度器支持的最大任务数
sTask SCH_ tasks_ G[ SCH_ MAX_ TASKS]; / 任务数组
```

2.3 路由存储器设计

执行 DSR 路由协议的每个节点必须维护一个路由存储器 (Route Cache)^[9, 10], 用于存储该节点所需要的路由信息. 当获得网络节点间的新链路时, 则将其添加到自己的路由存储器中. 为了提高数据传输效率, 在设计过程中对此结构进行了一些修改, 设计了一个适合系统中平台硬件的存储结构, 使得节点可以按照最短路由原则从路由存储器中选择到达目的节点的路由.

系统中通过对路由存储器的插入、删除、更新等操作, 来完成路由表的上层建立和维护工作. 其数据结构如下:

```
typedef struct _RouteCacheTable
{
    NT16U Daddr;                      / 目的地址
    NT16U NxtAddr;                   / 下一跳地址
    NT8U Hops;                       / 跳数
    NT32U SeqNo;                     / 序列号
    NT32U Timeout;                   / 超时变量
    NT8U flags;                      / 标志位
} RouteCacheTable;

# define MAX_ RT 20
```

```
RouterCacheTable rt[ MAX_ RT];
```

设计中规定每个节点的最大路由表的数目为 20 个. 路由表的数据结构中, Daddr为目的地址; NxtAddr为下一跳的地址; Hops表示源节点到目的节点的跳数 (≤ 2); SeqNo为收到的目的地址的最新序列号; TimeOut为节点向该路由发送消息的剩余时间; flags成员变量可以指出目前该路由的状态.

2.4 路由请求表设计

路由请求表 (Route Request Table)用于记录本节点最近已经产生的或者已经转发的路由请求的有关信息. 在设计路由请求表时, 省去了定时向邻居节点发送消息搜索路由的程序, 将主要工作集中到了路由请求 (RREQ)消息的处理上. 网间通信的 RREQ的数据结构如下:

```
typedef struct _ RREQ
{
    NT16U protoclotype           / 消息的协议类型
    NT16U Daddr                 / 目的地址
    NT16U DGateway              / 目的网关
    NT16U Saddr                 / 源地址
    NT16U SGateway              / 源网关地址
    NT8U hops                   / RREQ 传播的跳数
} RREQ;
```

网内 RREQ消息格式和网间 RREQ 的消息格式相比少定义了目的网关和源网关两个成员变量. 网关地址表示本微 AdHoc网络内的中继节点的地址, 所有的网间节点的通信都必须指定其出网的网关地址.

2.5 路由应答表设计

通过 RREQ消息的处理和转发, 系统建立起通信双方的反向有效路由 (从目的地节点到源节点的路由). 要实现双方的相互通信, 还必须依靠 RREP消息建立起从源节点到目的节点的正向有效路由, 其数据结构和 RREQ 消息的基本相同. 值得注意的是, 当源节点在指定的时间内没有收到从目的节点转发来的 RREP消息时, 系统需要重新尝试建立有效路由.

3 结束语

本文基于 ARM9平台构建了一个实用的无线自组网络, 应用层包括数据、语音和图像通信. 实际测试 DSR 无线路由组网时, 将整个无线网划分为 2 个微 AdHoc网, 每个微网内包含 2 个节点, 其中一个为中继节点, 另一个为普通节点, 使得网络中跳数保持为 2 跳以下; 测试环境是一个 30m² 大小的房间; 组网时网内通信的基础是使用 DSR 路由搜索协议, 网间通信的基础是由中继节点来完成与另一个微 AdHoc网的数据通信. 应用实践表明, 语音质量清晰, 图像传输稳定. 虽然此系统在微网的覆盖范围、协议算法稳定性以及网络安全性方面都还存在一定问题, 但是随着不断改进与优化, 这种基于 AdHoc短距离无线自组网系统的应用前景十分广阔.

[参考文献] (References)

[1] 陈林星, 曾曦, 曹毅. 移动 AdHoc网络——自组织分组无线网络技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2006
Chen Linxing Zeng Xi Cao Yi Mobile AdHoc networks—— Selforganizing packetw ierless network technology[M]. Beijing Electronics Industry Press 2006 (in Chinese)
[2] 包健, 殷奎喜, 查艳芳. 一种基于 nRF2401 的无线语音通信的实现 [J]. 电子工程师, 2008 34(10): 17-19
Bao Jian, Yin Kuixi Zha Yanfang A application ofw ierless voice communication based on nRF2401 [J]. Electronic Engineer 2008, 34(10): 17-19 (in Chinese)
[3] KobayashiH, NoguchiY, KijyaH. A method of embedding binary data into JPEG bitstream [J]. EICE Trans Information and Systems 1999, 83(2): 1469-1476
[4] 刘继顺, 宋铁成, 叶芝慧, 等. 基于轮换簇头的多跳对等蓝牙 AdHoc网络形成协议 [J]. 南京师范大学学报: 工程技术版, 2006 6(3): 18-22
Liu Jishun Song Tiecheng Ye Zhihui et al A multihop peer-to-peer bluetooth AdHoc networks formation protocol based on

- cycle-switching cluster-head[J]. Journal of Nanjing Normal University: Engineering and Technology Edition, 2006, 6(3): 18-22 (in Chinese)
- [5] 陈俊杰, 陈德礼, 林荔. 基于及时反馈和代替路由发现的 DSR 路由维护策略 [J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2008, 23(6): 54-58
Chen Junjie, Chen Delil in Li A novel routemaintenance mechanism forDSR protocolbased on quick-feedback and intermedi-ate-node route discovery[J]. Journal of Zhengzhou University of Light Industry: NaturalScience Edition, 2008, 23(6): 54-58 (in Chinese)
- [6] 谷金山, 沈连丰, 苏红平, 等. 蓝牙 Ad Hoc 网络的路由实现及优化 [J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2005, 35(4): 501-505.
Gu Jinshan, Shen Lianfeng, Su Hongping et al Routing optimization and realization of AdHoc network based on Bluetooth[J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2005, 35(4): 501-505. (in Chinese)
- [7] 罗莉琼. DSR 路由协议改进方案分析 [J]. 湖南广播电视大学学报, 2008, 34(2): 71-72
Luo Liqiong Analysis of improve project from the DSR routing protocol[J]. Journal of Hunan Radio and Television University, 2008, 34(2): 71-72 (in Chinese)
- [8] 张祥波, 周子敬. 无线 Ad hoc 网络中 DSR 协议的多路探测和定时算法改进 [J]. 西藏大学学报: 自然科学版, 2008, 23(1): 107-110
Zhang Xiangbo, Zhou Zijing An observation of multi-way and improvement of calculating with setting time of DSR agreement of at wireless Ad Hoc of net[J]. Journal of Tibet University: Natural Science Edition, 2008, 23(1): 107-110 (in Chinese)
- [9] Gavin Holland, Nitin Vaidya. Analysis of TCP performance over mobile Ad Hoc networks[J]. Wireless Networks, 2002, 8(2/3): 275-288
- [10] 姜少杰, 吴江, 吕光宏, 等. 基于移动预测的 DSR 路由缓存管理改进 [J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2008, 45(2): 311-315.
Jiang Shaojie, Wu Jiang, Lv Guanghong et al Improvement of route cache management in DSR protocol by mobility prediction [J]. Journal of Sichuan University: Natural Science Edition, 2008, 45(2): 311-315 (in Chinese)

[责任编辑: 刘 健]

(上接第 71 页)

- [4] 奚妍, 彭维, 张三元, 等. 基于特征数据交换的异构 CAD 协同设计 [J]. 农机化研究, 2006(12): 188-191
Xi Yan, Peng Wei, Zhang Sanyuan et al Heterogeneous collaborative design of isomeric CAD based on feature data exchange [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2006(12): 188-191 (in Chinese)
- [5] Yang Jun, Dou Wanfeng. Synchronized collaborative design with heterogeneous CAD systems based on macro semantics commands[C] // Proceedings of the 12th International Conference on Computer-Supported Collaborative Work in Design: CSCWD, 2008(1): 183-188
- [6] 庄海军, 余湛悦, 安鲁陵, 等. 基于 Web 的 CAD/CAM 系统 WebSupem an[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2003, 15(12): 1557-1560
Zhuang Haijun, Yu Zhanyue, An Luling et al Development of web-based CAD/CAM system[J]. Journal of Computer Aided Design and Computer Graphics, 2003, 15(12): 1557-1560 (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]