

# UDP广播通讯在光电经纬仪组网中的应用

Optical- electronic theodolites network using broadcast communication based on UDP

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)张涛<sup>1,2</sup> 乔彦峰<sup>1</sup>  
ZHANG TAO QIAO YANFENG

**摘要:**在光学测量中,采用局域网技术将多台光电经纬仪和其余设备组成一个测控网络,设计了网络通讯的模型,在设备之间利用基于用户数据报协议的广播通讯进行高速数据交换。在编程实现中,使用多线程技术将单个设备的数据发送和接收功能模块分开以同时实现客户机和服务器的功能。在实际应用中取得了预期效果。

**关键词:**用户数据报协议;广播;光电经纬仪;多线程

**中图分类号:**TP393.1

**文献标识码:**A

**Abstract:**Some optical- electronic theodolites and other devices are connected into a network with LAN in optical measurement. The network model is designed and high- speed data transmission between devices is completed with broadcast based on UDP. In programming the modules of data sending and receiving is divided into different parts with multithread technology in order to realizing the functions both of client and server at the same time. The expected result is obtained in practice.

**Key words:**UDP, Broadcast, Optical- electronic theodolites, Multithread

## 引言

光电经纬仪是迄今为止在空间目标定位测量中精度最高的航迹测量系统,因其实时性、高精度、动态图像再现等突出优点广泛应用于航空、航天、兵器实验等科研及军工领域。随着各种武器的发展,靶场实验也从一般武器实验向高精度、多测量手段的新型实验发展。单台经纬仪测量逐渐无法满足实验要求,需要将多台经纬仪甚至和其他测量设备组成一个测控网络以提高实验效果。

靶场在规划实验网络时考虑到实际情况和未来发展,采用了局域网技术建设了基本覆盖靶场各个点号的大规模实验网,主干网由高带宽光纤组成,使用光端机和高速自适应交换机连接各个测量设备计算机,在硬件上满足了大量数据高速传输的需求。光电经纬仪和其余设备组网如图1所示,所有设备如经纬仪主控计算机、雷达控制计算机、经纬仪中央控制站等在网络中均处于物理对等位置。

## 1 广播通讯与 UDP 协议

在上述测控网络中有大量一对多的通讯情况,如雷达控制计算机将雷达测量数据发送至多个经纬仪中心站,经纬仪中心站将融合后的引导数据发送至多台经纬仪主控计算机。完成一对多的通讯有广播(Broadcast)和点对点(point to point)两种方式。如果采用点对点通讯则程序需要按照一定顺序向其他设备逐个发送数据,会消耗大量程序时间,对实时性要求高的测量极为不利。而广播通讯只需要事先约定通讯端口,发送一次数据即可使打开该端口的所有设备收到数据,而未打开该端口的设备会自动将数据丢弃,既节省了程序时间,又可方便的实现多台设备分别组网形成独立战斗力。例如网络中有三台A型经纬仪由中心站1引导,约定使用UDP端口10000和10001,另

有四台B型经纬仪由中心站2引导,约定使用端口11000和11001,不同设备均分配固定IP地址,同时执行任务时两套设备之间不会相互影响。

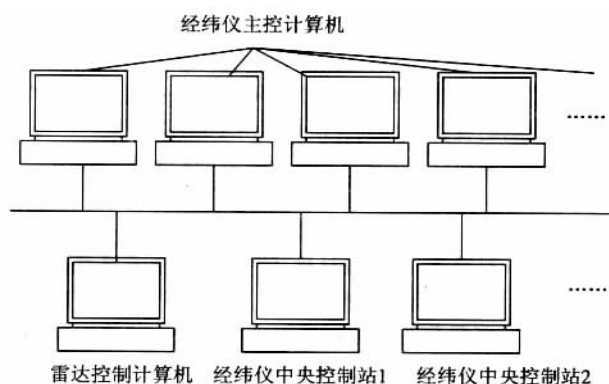


图1 网络组成示意图

另一方面,使用广播通讯有利于提高设备兼容性,若任务需要将一台A型经纬仪置于中心2指挥下,只需要该台A型经纬仪主控计算机配置相应通讯端口即可。而如果采用点对点通讯,则需要该A型经纬仪主控机、中心站1、中心站2都修改控制软件、IP地址和通讯端口,对实战极其不利。由此可见,在实际使用中广播通讯比点对点通讯拥有更明显的优势。

在局域网通讯中可使用多种通讯协议,其中TCP/IP协议是应用最广泛、兼容性最好、软件开发难度相对较小的一种,且可以用Windows Socket编程规范实现满足要求的通讯方案。

UDP(User Datagram Protocol, 用户数据报协议)是TCP/IP协议族的一部分,基于UDP协议的网络通讯具有如下优点:

1) 不面向连接。即两台设备之间通讯不需要建立连接,发送端将数据发送后不关心数据包如何以及是否到达接收端。数据包依赖网络提供的路由机制和寻找到达接收端的路径,所以传输速度快,这在靶场测量的数据传输中至关重要。而TCP协

张涛:在读硕士

议则需要双方建立连接后再传输数据,且接收端无论收到数据与否均需要给发送端反馈信息以确保传输的正确性,若数据包不正确或未到达则发送端需要重新发送重新验证,与 UDP 相比速度更慢也容易造成时序混乱;

2) 实现简单。只需要在初始化部分的函数中设置一个参数即可方便的实现广播通讯;

3) 接收数据不需要考虑该数据包的发送方式。对接收端而言,到达本机的数据包无论是从点对点方式发送而来还是广播方式发送而来都没有区别,只要判断是否是本机需要接收的数据后即可用统一的程序接收;

4) 各设备均采用广播通讯方式有利于程序开发。可以利用面向对象编程的特性编写统一的广播通讯类供不同设备,如经纬仪中央控制站和主控计算机使用,大大提高了效率。

UDP 协议的最大不足也在于其无连接的特性,发送端不关心数据是否能够到达接收端,所以传输是不可靠的。且本身不提供数据校验机制,若数据包在传输过程中受到干扰出错,接收端无法发现。因此需要在应用程序层面进行数据校验、数据平滑、剔除野值等容错排错处理。

## 2 通讯过程和模型

处于网络中的设备均与时统终端连接,各时统终端依靠时统中心站的信号或 GPS 信号进行同步。执行任务时,各设备打开自身的接收和发送数据端口并按照约定的频率发送数据。值得注意的是,雷达通讯频率为 20Hz,而光测设备通讯频率可能有 20Hz、25Hz、50Hz 多种,故不同设备之间需要对数据进行插值、外推等处理方可为本身所用。

在网络通讯中一般可采用 C/S (Client/Server, 即客户机/服务器) 模型。如前所述,网络中的所有设备在物理上都是对等的且都要完成双向的数据交换,既要发送数据又要接收数据,故在通讯时所有机器均需要同时完成客户机和服务器的功能,发送数据时本机为客户机,接收数据时本机为服务器。

## 3 程序设计实现

### 3.1 Windows Socket 规范

Windows Socket 规范以 Berkeley 大学 BSD UNIX 中流行的 Socket 接口为范例定义了一套 Microsoft Windows 操作系统下的网络编程接口,而且 Microsoft Visual C++ 中的 MFC 对 Windows Socket 提供了良好支持,使开发者能充分利用面向对象特性进行快速开发。

Windows Sockets 规范定义并记录了如何使用 API 与 Internet 协议族 (IPS, 通常指的是 TCP/IP) 连接,尤其要指出的是所有的 Windows Sockets 实现都支持流套接口和数据报套接口。应用程序调用 Windows Sockets 的 API 实现相互之间的通讯。Windows Sockets 又利用下层的网络通讯协议功能和操作系统调用实现实际的通讯工作。

### 3.2 程序流程

因为一台设备要完成两种功能,基本思路是利用多线程技术将客户机和服务器部分分别设计为不同的线程。程序初始化时创建 Socket 并按照操作者的设置固定发送和接收端口,然后将服务器线程置于挂起状态,一旦本机接收到数据,则操作系统会自动检查是否与本机端口匹配,若匹配,底层会产生消息,服务器线程被此消息唤醒后到相应缓存区取数然后按照数据包内的时间信息将该数据包放入主程序数据区的相应位

置,然后清空自身数据区再进入挂起状态,等候下一次消息将其唤醒;若不匹配,则操作系统自动将数据丢弃。将客户机 Socket 置于主线程中,收到时统终端的中断信号后客户机 Socket 立即将数据发送然后清空自身数据区回到主循环等候下一次中断信号。

在具体实现中,在程序初始化部分按照任务执行时间和通讯频率以及各数据包的大小在内存中开辟数据区。例如经纬仪主控计算机的通讯频率为 25Hz,任务时间估计为 3 分钟,为留有余量设为 5 分钟,需要接收中央控制站的引导数据包大小为 100Bytes,则需要为引导数据开辟  $25 \times 3 \times 60 \times 100 = 450000 \text{ Bytes} = 450 \text{ KB}$  大小的数据区。

在网络通讯程序模块首先创建发送和接收线程,然后分别在两个线程中利用 MFC 的 CAsyncSocket 类中的 Create() 函数创建客户机和服务器 Socket 并指定相应的端口,然后用 SetSockOpt() 函数将客户机 Socket 设置为广播属性,利用 ResumeThread() 函数将服务器线程挂起,完成初始化过程。

任务开始后一旦程序接收到时统终端产生的中断信号,客户机线程即利用 SendTo() 函数将数据包发送至网络。当本机的接收端口收到数据后,操作系统调用 OnReceive() 函数唤醒服务器线程,服务器线程利用 ReceiveFrom() 函数接收本系统内部数据以完成通讯过程。关闭软件时两个线程均调用 Close() 函数将 Socket 利用的资源销毁然后关闭 Socket 以防止造成内存泄漏。全部流程如图 2 所示,图中任一机器同时具有客户机和服务器的功能。

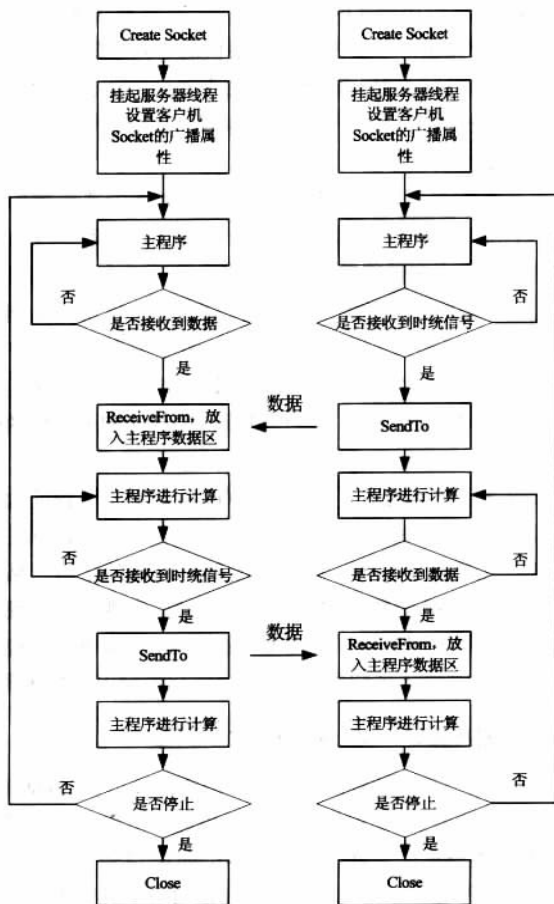


图 2 两台设备间的通讯流程

(下转第 292 页)

由上述结果可见,中值滤波在衰减噪声的同时不会使图像的边界和细节模糊,既能够保护图像的边缘信息,又可以除去图像中含有的无用的图像噪声,具有较好的实用价值。

### 3.3 图像锐化

图像平滑往往会造成图像中边界、轮廓模糊,这就需要利用图像锐化技术。图像锐化处理的目的是为了使图像的边界、轮廓线以及图像的细节变得清晰,平滑过的图像变模糊的根本原因是图像受到了平均或积分运算,因此对其进行逆运算(如微分运算),就可使图像恢复清晰。下面以拉普拉斯算子为例实现对图像的锐化处理。

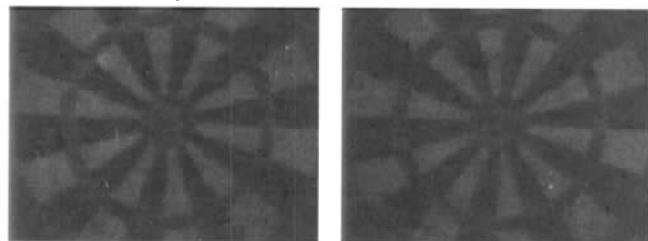


图6 原始图像

锐化后图像

通过原始图像和经拉普拉斯算子锐化后图像比较,可以发现图像模糊的部分得到锐化,细节更加明显。

## 4 结论

关于模糊图像的恢复算法研究已有几十年,但处理水下模糊图像的实际应用很少。本文将 MATLAB 数字图像处理技术引入到水下图像处理的应用中,根据水下图像相对普通大气中成像对比度低噪声高的特点,采取了相应的处理方案,对水下实际获得的图像进行图像增强、平滑滤波和锐化等处理,方法简单科学,速度快,实例证明对水下图像的处理有相当大的实用价值。

本文作者创新点:本文将 MATLAB 数字图像处理技术引入到水下图像处理的应用中,根据水下图像相对普通大气中成像对比度低噪声高的特点,采取了相应的处理方案,实现了对图像的初步预处理的要求。

### 参考文献

- [1]高小峰 张建凤.基于 MATLAB 及小波变换的遥感图像处理与分析[J].微计算机信息.2006,223-1; 238-240
  - [2]徐飞,施晓红.MATLAB 应用图像处理[M].西安电子科技大学出版社.2002.
  - [3]石剑琛.激光水下扫描成像系统的图像修正机理[J].光学与光电技术,2003.6(2),14-17.
  - [4]孙晓禾.水下激光同轴同步扫描成像系统[D].中国海洋大学,2005.5.
  - [5]Georges R. Fournier, Denis Bonnier. Range-gated underwater laser imaging system [A]. Optical Engineering 32 (9),2185-2190 (September 1993).
- 作者简介:齐平平(1983.04-),女,汉族。硕士研究生,研究方向:光通信技术,光电子技术;陈名松(1967-),男,副教授,硕士研究生导师,研究方向:光通信技术,光电子技术。
- Biography:Qi Ping-ping, master. Researching for laser communication. Chen Mingsong, associate professor. Researching for laser communication.
- (541004 广西 桂林电子科技大学 信息与通信学院) 齐平平 陈名松

(School of Information and Communication Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)Qi PingPing Chen MingSong

通讯地址:(541004 广西 桂林电子科技大学 2004 研 E2 班) 齐平平

(收稿日期:2007.12.06)(修稿日期:2008.2.04)

(上接第 211 页)

## 4 结论

通过对 TCP/IP 协议和 Windows Socket 规范的理解,将广播通讯运用于光电经纬仪组网实践,取得了良好效果,实现了设备之间的高速数据交换和不同设备间的兼容性,满足了靶场测量的实际需求。

随着靶场测量技术的快速发展,类似的现场应用对高速、高可靠性、内部结构简单化的要求会不断增加,网络因其可靠性高、传输速率高、传输距离远、使用简单、兼容性良好的优点将在分布式实时测量领域占据主导地位,基于网络的新产品、新技术也将会不断涌现。

本文作者创新点:首次将 UDP 协议和广播通讯运用于靶场光学测量设备的组网实践中,实现了基于局域网技术的分布式测量系统的高速数据交换,取得了良好效果。

### 参考文献

- [1]吴能伟,贾涛.局域网在光电经纬仪实时通信中的应用[J].光机电信息.2003.6:30-32.
  - [2]兰鲁光等.以太网现场总线的跨平台网络通信[J].微计算机信息.2005.21-12:1-3.
  - [3]梁建武.Visual C++ 程序设计教程[M].中国水利水电出版社.2006.
  - [4]张越.Visual C++ 网络程序设计实例详解[M].人民邮电出版社.2006.
  - [5]周明天,汪文勇.TCP/IP 网络原理与技术[M].清华大学出版社.1993.
- 作者简介:张涛(1982-),男(汉族),河南信阳人,中科院长春光学精密机械与物理研究所研究实习员,同等学力硕士在读,主要从事网络通讯与数据融合方面的研究;乔彦峰(1962-),男(汉族),中科院长春光学精密机械与物理研究所光电测控部主任,研究员,博士生导师,主要从事光电测量、光电瞄准、光电测控技术方面的研究。
- Biography:Zhang Tao (1982-), male, Henan Province, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Master, major in optical engineering, research area is network communication and data fusion.
- (130033 长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 张涛 乔彦峰
- (100049 北京 中国科学院研究生院)张涛
- (Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun,130033,China) Zhang Tao Qiao Yanfeng
- (Graduate School of Chinese Academy of Sciences,Beijing, 100049,China)Zhang Tao
- 通讯地址:(130033 吉林省 吉林省长春市东南湖大路 16 号长春光机所光电测控部)张涛

(收稿日期:2007.12.06)(修稿日期:2008.2.04)