

基于 C6416 的匀速直线运动的模糊图像恢复

Real-time restoration of images blurred by uniform linear motion based on TMS320C6416

(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 北京) 黄海清^{1,2} 张 葆¹

HUANG Hai-qing ZHANG Bao

摘要:为解决相机与景物之间由于相对运动而造成的图像模糊问题,提出在定点 DSP C6416 上,通过优化维纳滤波算法来实现模糊图像的实时恢复。提出基于实数的一维维纳滤波优化算法。给出该算法与其他常规维纳滤波算法的实验结果和对比评价。实验结果显示:在主频 600MHZ 的 DSP C6416 实验平台上,对 512×512 8 位灰度测试图片先进行模糊处理,再通过该优化算法恢复,速度达到 58ms 每帧,而常规一维维纳滤波算法速度为 90ms 每帧,二维维纳滤波算法速度为 253ms 每帧。恢复质量三者相同。结果表明该算法每秒能处理 17 帧 512×512 8 位灰度图片,基本能满足实时性的要求。如果采用最新的主频 1GHZ 的 DSP C6416 芯片,处理速度预计能达到 35ms 每帧,能实现 25 帧每秒的实时性要求。

关键词:运动模糊图像;模糊图像恢复;维纳滤波;快速傅立叶变换;数字信号处理器

中图分类号: TP274

文献标识码: A

Abstract: To absolve image blur phenomena caused by relative motion between camera and objects, a real-time blur image restoration method is put forward, which contains the technique of optimum Wiener filter based on the fixed point DSP C6416. A new one dimension Wiener filter based on real number is brought forward and compared with other Wiener filters about the results of the contraposed experiments. On the flat of DSP C6416 with the frequency of 600MHZ, an image of 512×512 8 bit was blurred first to provide the fuzzy one which was resumed by the optimum Wiener filter and cost 58ms per frame at the second step. The general one dimension Wiener filter need 90ms per frame and the two dimensions one need 253ms per frame. But the qualities of the resumed images are the same about the three methods. The results demonstrate that a 512×512 8 bit blurred image can be resumed at the speed of 17 frames per second by the optimum Wiener filter, so the method satisfy the real time application. Supposed that the newly DSP C6416 with frequency of 1GHZ was used, the speed of it can reach 35ms per frame so it can arrive at the real time guideline of 25 frames per second.

Key words: motion blur; blur image restoration; Wiener filtering; rapid FFT; DSP

运动模糊的实质是由于相机与景物之间相对运动而造成曝光瞬间感光介质相对被照物影像相对运动,也就是说存在着像移。当用相机拍摄快速运动的物体,或者从行使的汽车上拍摄外面静止不动的景物时,拍得的照片都可能模糊的现象,这种由于相机和被拍摄对象之间的相对运动造成图像模糊的现象就是运动模糊现象。这种模糊大多是由于相机与景物的相对速度快而导致同一时刻不同景物点在 CCD 的同一点同时曝光而造成的。如果能减小或者消除这种像移就可以抑制运动模糊的产生。目前常用的消除像移的方法有以下几种:机械式像移补偿法、光学式像移补偿法、电子式像移补偿法、图像式像移补偿法。出于设备器材轻量化的发展趋势和制造成本的考虑,图像式像移补偿成本低、软件算法相对比较成熟、应用灵活,随着 DSP 等快速高效器件的推广使用,这种方法将很快用于准实时的像移补偿。本文在匀速直线运动的假设前提下建立退化和复原的数学模型,从而为变速的、非直线运动所造成的模糊图像的恢复问题奠定基础。图像恢复操作的数据量大,算法复杂,同时为了实现轻量化的目标,本文挑选了 TMS320C6416 这款针对图像处理的高性能 DSP。本文重点是从算法机理和硬件实现两个方面来阐述运动模糊图像的实时恢复。

黄海清:在读硕士研究生

基金项目:国防科工委(编号不公开)

1 运动模糊图像退化模型和复原方案

设 $f(x,y)$ 为原图像,相机以速度 v 沿与水平成 θ 角的方向做匀速直线运动, $g(x,y)$ 为拍摄的模糊图像,因此有如下关系:

$$g(x,y) = \frac{1}{T} \int_0^T f(x - vt \cos \theta, y - vt \sin \theta) dt \quad (1)$$

其中 t 为曝光时间。由式(1)可以看出,运动模糊就是相机和拍摄物体在快门打开期间 T 的相对运动引起物体在图像中的平滑。考虑到噪声的影响,运动模糊图像的退化模型可以描述为一个退化函数和一个加性噪声项,退化公式用卷积形式表示为: $g(x,y) = f(x,y) * h(x,y) + n(x,y)$; (2) 式(2)中 $h(x,y)$ 是 PSF(点扩散函数)的空间域表示, $f(x,y)$ 是原始图像, $g(x,y)$ 是模糊图像, $n(x,y)$ 是混叠在信号中的加性噪声项,其中“*”表示空间域卷积, $h(x,y)$ 是与相机运动参数相关的一个常量,在本文中考虑的是匀速直线运动,因此该参数可以认为是一个给定常量。把式(2)变换到频域上可得: $G(u,v) = F(u,v)H(u,v) + N(u,v)$; (3) 运动模糊图像恢复常用维纳滤波算法: $F(u,v) = G(u,v)H^*(u,v) / (|H(u,v)|^2 + \lambda)$; (4) $G(u,v)$ 是退化图像, $H(u,v)$ 是点扩散函数, $H^*(u,v)$ 是 $H(u,v)$ 的复共轭, $F(u,v)$ 是恢复图像, λ 为常数。维纳滤波是一种综合考虑了退化函数和噪声统计特征两个方面进行恢复处理的方法,它建立在认为图像和噪声是随机过程的基础上,而目标是找一个未污染图像的估计值,使它们的均方误差最小。综合考虑,本文决定选用维纳滤波进行模糊图像恢复。

2 一维维纳滤波算法

常规的维纳滤波算法的核心是二维快速 FFT 变换,因为数据量庞大,很难达到实时性的要求,因此本文对该算法做了一些改进。因为讨论的是匀速直线运动,所以模糊只会发生在运动方向上,也就是说只在相机的相对运动方向上发生卷积,因此我们可以只在一维方向上做快速 FFT 变换。二维 $M \times N$ 的模糊图像 $g(x,y)$ 的像素矩阵为: $g(x,y) = \begin{bmatrix} g_{11} & \dots & g_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{M1} & \dots & g_{MN} \end{bmatrix}$, 传统的维纳

滤波变换对该像素块矩阵做的是二维快速 FFT,而本文因为考虑到运动模糊只发生在一个方向上,假设是水平方向,所以对二维快速 FFT 变换采取如下改进:把二维矩阵 $g(x,y)$ 分成 M 个一维矩阵块,分别对每个一维矩阵块做一维快速 FFT 变换,最后再把变换后的 M 个一维矩阵合成二维 $M \times N$ 的矩阵。该改进算法的模型示意如下。

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} g(1) \\ g(2) \\ \vdots \\ g(M) \end{bmatrix} = \begin{matrix} \dots & \dots & \dots \\ \text{每个矩阵块分别} & \dots & \dots \\ \text{做一维快速FFT} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{matrix} = G(u,v) = \begin{bmatrix} G(1) \\ G(2) \\ \vdots \\ G(M) \end{bmatrix}; \text{其中 } g(1)$$

$g(2) \dots g(M)$, $G(1)$, $G(2) \dots G(M)$ 分别为 $1 \times N$ 的矩阵块。这比直接对矩阵 $g(x,y)$ 进行二维快速 FFT 变换速度快 60% 以上。

3 基于实数的一维维纳滤波算法的优化

因为像素矩阵是实数,所以在做一维维纳滤波的时候,算法的核心一维快速 FFT 用到的是实数序列的。关于实数序列的 FFT 有许多算法,其中最常用的是复数 FFT 算法,只要把虚部置零即可。该方法运算量庞大,本文将采用基于实数的 FFT 算法,用 $2N$ 点的实数 FFT 序列来说明这种算法。把 $2N$ 点的实数 FFT 序列打包成 N 点的复数 FFT 序列,然后进行复数 FFT 算法,最后把 N 点的复数 FFT 序列输出解包成 $N+1$ 点复数序列,它们对应的是 $2N$ 点的实数 FFT 输出序列中的 $[0-N]$ 点的频谱,剩下的 $N+1$ 到 $2N-1$ 是频谱从 $N-1$ 到 1 的复数共轭。假设 $R[k]$ 、 $N[k]$ 为 N 点复数 FFT 输出的实部和虚部。通过下面运算重组,分离出实数 FFT 输出序列。

$$RP[k] = 0.5 * (R[k] + R[N-k]), RM[k] = 0.5 * (R[k] - R[N-k]); \quad IP[k] = 0.5 * (I[k] + I[N-k]), IM[k] = 0.5 * (I[k] - I[N-k]).$$

$$\text{实数 FFT 输出为: } AR[k] = RP[k] + \cos(k^*/N) * IP[k] - \sin(k^*/N) * RM[k];$$

$$AI[k] = IM[k] - \cos(k^*/N) * RM[k] - \sin(k^*/N) * IP[k]; \quad AR[2N-k] = AR[k], AI[2N-k] = -AI[k]. \quad (k=1,2,\dots,N-1)$$

$$AR[0] = RP[0] + IP[0], AI[0] = IM[0] - RM[0]. \quad AR[N] = RP[0] - IP[0], AI[N] = 0.$$

这种基于实数的 FFT 算法需要 $2N+2$ 存储空间来计算 $2N$ 点的实数 FFT 序列,用普通的复数 FFT 算法需要 $4N$ 存储空间。并且 FFT 的输出序列也减少一半,所以基于实数的 FFT 算法比普通的复数 FFT 算法在速度上快将近一半。

4 在 TMS320C6416 平台上的实现

TMS320C6416 内核采用超长指令字 (VLIW) 体系结构,它具有两个数据通道,每个数据通道包含 4 个功能单元和 32 个 32bit 通用寄存器。4 个功能单元分别为 S、L、M 和 D。寄存器组 A 可以通过交叉通道与另一个寄存器组 B 的功能单元相连,交叉通路允许一侧数据通道的功能单元访问另一侧寄存器组的 32 位操作数,控制寄存器组用来设定和控制不同处理器的操

作。C6416 具有高效的并行性,一个时钟周期同时执行 8 条 32bit 指令,运算能力可达 4800MIPS (每秒百万条指令),支持 8/16/32/64bit 的数据类型。这种体系结构确保 C6416 的高性能计算,可以实现视频信号的实时处理。

本文实验是利用静态的 512×512 8 位灰度图片做算法测试。针对 TMS320C6416 平台的特点,在处理过程中提出了如下的改进思路。

(1) 制表:首先利用 TI 提供的旋转因子生成函数生成所需的旋转因子,然后提取灰度图片的数据矩阵。本文假定是匀速直线运动产生模糊,所以可以确定点扩散函数 PSF 以及恢复时的维纳滤波函数。 N 点复数 FFT 输出转换成 $2N$ 点实数 FFT 输出用到 $\cos(k^*/N)$, $\sin(k^*/N)$, ($k=0,1,\dots,N-1$), 计算出这些数值,其中旋转因子和点扩散函数 PSF 以及维纳滤波函数和正弦余弦表必须乘以 32767.5 转换为 short 类型的数据。把它们做成查找表,放到 DSP 的全局数据区。为了实现查找功能, C6416 指令系统有着丰富的间接寻址方式,并且能在一个指令周期内完成乘和累加的工作。它特有的反序间接寻址,就是专为 FFT 算法而设计的。其他的间接寻址方式还可以实现增/减 1 或增/减一个变址量,这就为查表方法的实现提供了方便。

(2) 定标: TMS320C6416 是一款高效的定点 DSP 芯片,把实数 FFT 算法移植到它上面的时候,为了防止计算过程中数据溢出,需要进行定标。由于 C6416 有专门对运算进行定标的桶形移位器,它能在进行乘加运算的同时完成定标,不需要额外占用 CPU 时间,FFT 的基本运算单元是碟形运算,每个基本的碟形运算需要一次复数乘法和两次复数加法,在每个碟形运算之后除以 2 就可以防止溢出,所以本文采用的是这种逐级定标的方案。在乘以点扩散函数和维纳滤波函数以及正弦余弦数据时,需要右移 15 位防止数据溢出,计算过程中始终要考虑数据的类型,防止溢出。

(3) 利用 TI 库函数和内联函数,优化代码:基于本文对算法的讨论,决定在快速 FFT 算法上采用基-2 和基-4 的混合基 FFT 函数,因为 TI 库函数提供的 DSP_fft16x16t 这个函数满足需要,在做 256 点 FFT 时采用该函数实现,代码的并行性非常高。其他耗时的部分就是循环体,可以把几个循环计数差不多,循环执行互不相同的操作,合并为一个循环,减小循环次数。一些耗时的计算代码,可以用内联函数实现。在整个工程上使用 $-\alpha 3$ 和 $-pm$ 优化错误!未找到引用源。可以对循环代码实现软件流水,并且使优化器访问整个程序。通过对运行时间的测试,把影响代码并行性的部分重新用线性汇编编写,最大限度提高代码的并行性。

在主程序中首先对 CSL 初始化,这是使用 DSP/BIOS 动态支持库。之前所必须做的。然后是初始化 6416 板卡,如果初始化成功则指示灯闪烁,否则就退出程序。由于测试程序只是针对灰度图像进行处理,所以只处理 YCrCb 分量中的 Y 分量,在输出缓冲区内将 CrCb 分量置零。维纳滤波是在频域完成的,变换过程中必须用到 FFT 和 IFFT。IFFT 和 FFT 实现代码基本一致,只是需要把输入数据和输出数据取共轭并且把最后结果右移 8 位 (本文是做 256 点复数 IFFT)。完成以上工作之后,主程序启动了主线程,算法的核心部分是由主线程来完成的。主线程中首先做的是视频输出格式的设置,变量的初始化以及输出缓冲区的开辟,本文视频输出格式设为 PAL 制式的 FULL 格式,大小为 720×576 。因为测试图片选用 512×512 ,所以对没有像素值的部分置零即可。本文讨论的是匀速直线运动引起的运动模

糊,所以 PSF 值是可以给定的,如果涉及到变速运动形态,PSF 值是可变化的,必须动态求得。按流程配置好后,先把测试图片进行人工模糊,这里采用的是 X 方向 20 点的运动模糊,然后进行维纳滤波处理(此处 λ 取值为 0.001),再对结果做 IFFT 变换,处理完成后输出视频图像。为了防止输出图像数据等待来不及输出显示,对输出缓冲区采用乒乓结构。这种结构是将输出数据流通过输入数据选择单元等时地将数据流分配到两个数据缓冲区。采用这种结构能匹配处理高速的图像数据流。

5 实验测试结果与算法对比分析

首先对 512×512 8 位灰度图片 boat(图 1)做 X 方向 20 点的模糊卷积操作,得到人工模糊图像(图 2)。然后对模糊图像做基于实数的一维维纳滤波算法恢复,得到图 3 的恢复结果。对模糊图像分别做二维维纳滤波算法恢复、一维维纳滤波算法恢复得到的结果和图 3 基本一致。



图 1 boat 原图(512×512)



图 2 模糊图像(512×512)



图 3 实数一维维纳滤波算法恢复图像(512×512)

通过恢复图像的对比分析得到,三者恢复的效果基本一致,能大致恢复原来的细节。这里采用 MSE(平均均方误差)和 PSNR(峰值信噪比)这两个常用的图像质量评价标准来对各算法所恢复的图像进行评价,评价结果如表 1 所示。因为本质上都是采用维纳滤波,三者 MSE、PSNR 值基本一致,恢复效果大致相同。

表 1 各算法 MSE、PSNR 值对比

	MSE	PSNR
二维维纳滤波	40.258	57.748
一维维纳滤波	40.361	57.332
基于实数的一维维纳滤波	40.361	57.332

表 2 计时测试结果

图像大小	恢复算法	测试次数	平均耗时
512×512	二维维纳滤波	40	58ms
512×512	一维维纳滤波	40	90ms
512×512	基于实数一维维纳滤波	40	253ms

在测试代码中打开 C6416 定时器 0,于循环体中对三种算法耗时进行测试,利用 DSP/BIOS 的 API 函数 LOG_printf 输出,通过暂停运行,用 Message Log 观察输出时间,取前 40 次时间平均值,得到表二结果。

通过运算时间分析得到,用基于实数一维维纳滤波算法处理一幅图片耗时 58ms,每秒能处理 17 帧,一维维纳滤波算法处理一幅图片耗时 90ms,每秒能处理 11 帧,二维维纳滤波算法处理一幅图片耗时 253ms,每秒能处理 4 帧左右。如果采用最新的 1GHZ 的 DSP C6416 估计处理速度能达到 35ms 每帧,能实现每秒处理 28 帧 512×512 8 位灰度图片,满足 25 帧每秒的实时性要求。

6 结论

通过 512×512 8 位灰度静态图片的恢复实验,采用本文的基于实数一维维纳滤波算法,再配合 C6416 平台的特点,提高软件的流水性能,增加代码执行的并行性,可以较高的提升图像恢复的速度,基本满足实时性的要求,并且图像恢复的质量和二维维纳滤波的恢复质量基本一致,都能比较清晰的恢复模糊图像。本文实验基于匀速直线运动得到的,对于其他的运动形态,可以再并行一个 DSP 芯片实时计算 PSF 值,通过 FPGA 来分配两块 DSP 之间的时序,实现它们之间的协同处理,这是实际工作中复杂运动形态模糊图片恢复的一种尝试,具有一定的前瞻性。

本文作者创新点:提出基于实数的一维维纳滤波优化算法,代替常规二维维纳滤波算法来恢复模糊图像。在 DSP C6416 上实现每秒处理 17 帧 512×512 8 位灰度图片,如果提高 DSP 主频到 1GHZ 实现处理 28 帧图片,满足实时性的要求。在平台实现细节上,提出了制表法和乒乓结构等一系列改进措施提高处理速度。

参考文献

- [1]史光辉.像移对卫星摄影成像质量的影响[J].光学精密工程,1997,5(4):31-34.
 - [2]冈萨雷斯.数字图像处理(第二版)[M].北京:电子工业出版社,2004:175-177.
 - [3]冈萨雷斯.数字图像处理(第二版)[M].北京:电子工业出版社,2004:209-210.
 - [4]Steven W. Smith, Ph.D. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing [M]. California Technical Publishing, 2003:Chapter 12.
 - [5]文其林 白晓东 周洪直. 2048 点 FFT 在 TMS320C240X 定点 DSP 上的实现[J].微计算机信息,2006,20(5):159-160.
 - [6]TexasInstrument.TMS320C6414T,TMS320C6415T, TMS320C6416T Fixed-Point Digital Signal Processors. Literature Number: SPRS226J. Copyright©2006.Texas Instruments Incorporated[Z].2006.
 - [7]Texas Instrument.TMS320C6000 Programmer's Guide. Literature Number: SPRU198D. Copyright©2000. Texas Instruments Incorporated[Z].2000.
 - [8]邱立存,闻武,刘海英. TMS320C54X 系列 DSP 上 FFT 运算的实现[J].微计算机信息,2005,19(7):136-137.
 - [9]陈佩青.数字信号处理教程(第二版)[M].北京:清华大学出版社,2005:138-139.
- 作者简介:黄海清(1981-),男(汉族),湖北鄂州人,中国科学院长春光学精密机械与物理研究所在读硕士研究生,主要从事航空成像与视频处理技术;张葆(1966-),男(汉族),吉林人,中国科学院长春光学精密机械与物理研究所研究员,博士生导师,主要从事航空成像仪器研究。

(下转第 49 页)

用 windows XP 操作系统, 设置四台主机作为一层时间服务器, 设置四台主机作为二层时间服务器, 设置四台主机作为客户端分别连接四个二层时间服务器, 假定其中一台一层时间服务器主机的时间为基准时间, 对其中一台客户端主机时间与设定为基准时间服务器的时间进行了差量比对, 测试结果如图:

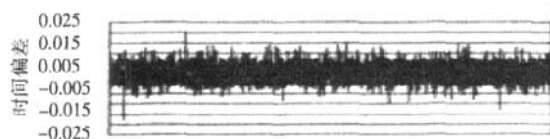


图 3 时间偏差量测试图

图 3 是软件运行 5 天的客户端和服务端之间的时间数据偏差图, 每个 2min 测量一次。经过计算, 总体标准方差均值为 4.26ms, 最大偏差 ± 23 ms, 平均偏差为 4.13ms, 符合设计要求。

由于基准信号仅有唯一来源, 选择聚类算法得到极大简化, 利用 NTP 时钟滤波, 可显著地降低时钟偏移量。图中有个别较大毛刺是由于选用的基准信号为普通主机时钟, 非专有时间基准设备, 难免出现抖动, 相信在实际设计中采用了专有时间基准设备, 此问题会消除。

5 总结

本文通过对 NTP 协议的深入剖析, 并结合具体项目要求, 以理论联系实际的方式实现设计要求, 具有一定的推广使用价值, 下一步将进行跨网段、跨系统得时间同步研究, 向实现统一接口标准迈进。

本文作者创新点: 在方案设计中由于骨干节点相互距离较远, 采用每台时间服务器配有一台时间时间基准设备, 一层时间服务器只需同步与本机直接相连的时间基准设备即可, 当且仅当时间基准设备出现故障不能提供同步时间时, 时间服务器才转向与之直接相连的时间服务器请求时间同步。

参考文献

- [1]RFC1305 - 1992, Network Time Protocol 3 Specification, Implementation and Analysis[S]
- [2]沈燕芬.用于网络时间同步的 NTP 协议[J].现代计算机, 2004, 185: 54- 56.
- [3]徐怡山, 陶克, 贺鹏.NTP 时间同步性能研究[J].三峡大学学报, 2004, 26(6);
- [4]贺鹏, 董甲东.被动式时间同步算法在电力系统中的应用与误差分析[J].微计算机信息, 2002, 18- 10: 17- 18.

作者简介: 沈斌: (1981-), 男(汉), 辽宁葫芦岛, 海军工程大学通信工程系硕士研究生, 主要从事网络时间统一系统方面的研究; 吴学智: (1962-), 男(汉), 湖北黄陂, 海军工程大学通信工程系副教授, 主要从事信息网络方面的研究; 程远国(1971-), 男(汉), 河南信阳, 海军工程大学指挥自动化系系讲师, 研究方向为无线传感器网络及其军事应用。

Biography: SHEN Bin(1981-), male, Liaoning province, Navy University of Engineering. Network time synchronization system (430033 湖北 武汉 海军工程大学) 沈斌 吴学智 程远国 (Navy University of Engineering, Wuhan Hubei 430033, China) SHEN Bin WU Xue-zhi CHENG Yuan-Guo

通讯地址: (430033 湖北 湖北武汉海军工程大学研究生二队) 沈斌

(收稿日期: 2008.6.3)(修稿日期: 2008.8.5)

(上接第 283 页)

Biography: HUANG Hai-qing (1981-), man(the Han nationality),

Hu Bei Province, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, graduate student, do well in the field of aviation image processing

(130033 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所长春市东南湖大路 16 号) 黄海清 张葆

(100039 北京 中国科学院研究生院) 黄海清

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, NO.16 South-east lake road, Changchun 130031, China) HUANG Hai-qing

ZHANG Bao

(Graduate school of Chinese Academy of Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

HUANG Hai-qing

通讯地址: (130033 吉林 吉林省长春市东南湖大路 16 号 长春光学精密机械与物理研究所研究生公寓 C 座 318 室) 黄海清

(收稿日期: 2008.6.3)(修稿日期: 2008.8.5)

(上接第 30 页)

</Signature>

其输入是一个可打印格式编码的 8 位字节流, 然后把它放置到一个<Object>元素中。从此就可以把它当作一个标准的 XML 来研究和处理。XML 加密不知道任意可打印的数据和那些对基础的二进制数据对象进行编码的可打印数据之间的区别。

XML 加密规范具有很强的灵活性, 可以对一个条目加密, 也可以对一个节点元素加密。这样加密后的文档再采用 XML 的封装格式进行传输, 大大提高了数据的安全性。使用这种加密方法的文档可以使用相同的密钥进行解密, 给接收方带来了方便。

本文作者创新点: XML 作为一种新的数据封装标准显得越来越重要, 它具有平台无关性, 它除了可以封装数据之外, 并且依赖 XML 对数据、协议的封装标准也正在制订或已经制订。本文首先给出了报警消息的加密机制, 在此基础上给出了生成 XML 加密文档的具体实现。随着计算机网络的发展, 数据的安全传输得越来越重要, 因此数据加密技术也得越来越重要。

本文经济效益约为 80 万元。

参考文献

- [1]DacierM, JacksonK.Intrusion detection.Computer Networks, 1999; 31(23- 24): 2433- 2434
- [2]冯立功等.基于 XML 技术的 IDMEF 在分布式入侵检测系统的应用.计算机安全. 2005, 11- 12
- [3]陈媛.基于 OPC 和 XML 的远程故障诊断系统设计.微计算机信息, 2007, 10- 1: 149- 150

作者简介: 李尚(1970-), 男, 汉族, 河南商丘人, 河南财经学院在职研究生, 商丘职业技术学院计算机系讲师, 硕士研究生; 研究方向: 信息加密技术。

Biography: LI Shang (1970-), Male, Han Nationality, Born in Henan Shangqiu, Postgraduate, Lecturer, Research Areas: Data Encryption.

(450002 河南 郑州 河南财经学院工商管理系) 李尚

(476000 河南 商丘 商丘职业技术学院 计算机系) 李尚

(476000 河南 商丘 河南商丘市电视台技术部) 纵姝洁

(450044 河南 郑州 郑州师范高等专科学校) 肖汉

(430079 湖北 武汉 武汉大学 遥感信息工程学院) 肖汉

通讯地址: (476000 河南省商丘职业技术学院计算机系) 李尚

(收稿日期: 2008.6.3)(修稿日期: 2008.8.5)