

文章编号: 1005—0523(2003)01—0094—03

基于 VB 的 FFT 算法的设计和实现

陈 慧, 周继惠, 郭春亮, 熊国良

(华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:分析了基于 2FFT 算法的原理,运用 VB 实现了该算法的程序设计并测试了程序运算的时间,其结果证明该程序能满足信号实时处理的要求,最后在 MATLAB 中对上述 VB 程序的变换部分进行了验算.

关 键 词:FFT 算法;VB 编程;内部函数

中图分类号:TP311.1 **文献标识码:**A

1 FFT 算法原理

在数字信号处理过程中,离散傅立叶变换(Discrete Fourier Transform, 简称 DFT)提供了利用数字计算机作傅立叶变换运算的一种数学方法.DFT 计算式为^[1]:

$$\begin{aligned} X(k) &= \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W^{nk} \quad (0 \leq k \leq N-1) \\ x(n) &= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) W^{-nk} \quad (0 \leq n \leq N-1) \end{aligned}$$

其中, $W = e^{-j2\pi/N}$ 称为傅立叶因子.

但是,DFT 的计算工作量很大:对于采样点数 N , DFT 算法需进行复数乘法 N^2 次、复数加法 $N(N-1)$ 次.因此在 N 较大时,要求对信号进行实时处理, DFT 算法所需的运算时间就难以实现.

快速傅立叶变换(Fast Fourier Transform, 简称 FFT)算法是在 DFT 基础上发展的一种减少 DFT 计算时间的算法,它大大地提高了运算效率.当 $N=2^M$ (M 为正整数)时,FFT 算法的工作量为:复数乘法 $MN/2$ 次、复数加法 NM 次. N 值越大,FFT 算法与 DFT 算法的工作量悬殊越大,当 $N=1\,024$ 时,DFT 算法的乘法次数是 FFT 次数的 204.8 倍.因此,FFT 算法提供了一种快速频谱分析方法,它可直接用来处理离散信号

数据,也可用于对连续时间信号分析的逼近.FFT 算法的应用主要有:FT 近似运算;谐波分析;快速卷积运算;快速相关运算;功率谱估计等几方面.

本文针对的是 FFT 的典型形式(即库利一图基算法),它是基 2FFT 算法,该算法取 N 为 2 的幂: $N=2^M$, M 为正整数,算法的出发点是把 N 点 DFT 运算分解为两组 $N/2$ 点的 DFT 运算,计算式为:

$$X(k) = \sum_{r=0}^{N/2-1} x(2r) W_{N/2}^{rk} + W_N^k \sum_{r=0}^{N/2-1} x(2r+1) W_{N/2}^{rk}$$

其中, W 含义同上; $r=0, 1, \dots, (N/2-1)$; $2r$ 表示偶数, $2r+1$ 表示奇数.

2 程序设计

2.1 程序框图(见图 1)

2.2 VB 程序核心代码

```
Private Sub cmdin_Click()  
m=Val(txtm.Text)  
Ts=Val(txtTs.Text)  
nn=2^m  
n=nn-1  
ReDim ar(n)  
ReDim ai(n)  
ReDim xr(n)  
ReDim xi(n)
```

收稿日期:2002—08—10

作者简介:陈 慧(1974—),女,江西宜春人,在读硕士研究生.

```

Open "f:\1111.txt" For Append As #1
For i=0 To n
    t=i * Ts
    xr(i)=f(t):xi(i)=g(t)
    ar(i)=xr(i):ai(i)=xi(i)
    Pic1.Print "xr("; i; ")="; Format(xr(i), "#####.###");
    "xi("; i; ")="; Format(xi(i), "#####.###");
Next i
Close #1
Lh=nn/2
j=Lh
n1=nn-2
For i=1 To n1
    If (i < j) Then
        t1=xr(i): ar(i)=xr(j): ar(j)=t1
        t2=xi(i): ai(i)=xi(j): ai(j)=t2
    Else
    End If
    k=Lh
    While j >= k
        j=j-k: k=k/2
    Wend

```

```

j=j+k
Next i
c=2 * 3.14 159/nn
For L=1 To m
    b=2^(L-1)
    For j=0 To b-1
        p=2^(m-L) * j
        t=c * p
        For k=j To n Step 2^L
            cs=Cos(t): sn=Sin(t)
            tr=ar(k+b) * cs + ai(k+b) * sn
            ti=ai(k+b) * cs - ar(k+b) * sn
            ar(k+b)=ar(k)-tr
            ai(k+b)=ai(k)-ti
            ar(k)=ar(k)+tr
            ai(k)=ai(k)+ti
        Next k
    Next j
Next L
Open "f:\1112.txt" For Output As #2
For i=0 To n
    Pic2.Print "Xr("; i; ")="; Format(ar(i),
    "#####.###"); "Xi("; i; ")="; Format(ai(i),

```

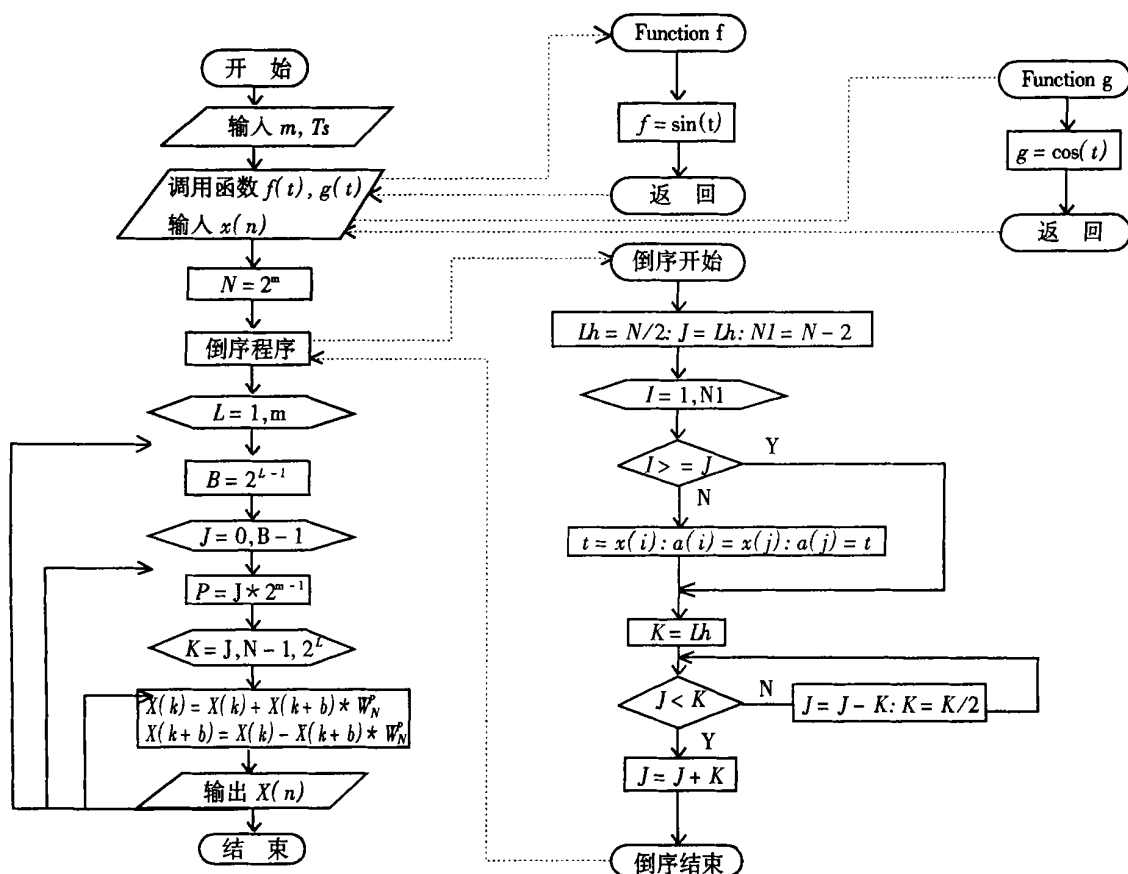


图1 程序框图

```
”#####”)
Next I
Close #2
End Sub
Private Function f(ByVal t As Double) As Double
    f=Sin(t)
End Function
Private Function g(ByVal t As Double) As Double
    g=Cos(t)
End Function
```

3 运用 MATLAB 验算

MATLAB 是美国 MathWorks 公司自 80 年代中期推出的数学软件,它优秀的数值计算能力和卓越的数据可视化能力使其很快在数学软件中脱颖而出.在欧美的高校,MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等课程的基本教学工具;在设计研究单位和工业部门,MATLAB 被广泛地用于研究和解决各种问题^[4].

本文采用 MATLAB 的内部函数 fft(x)对上述 VB 程序中由 $x(n) \rightarrow X(n)$ 的变换部分进行验证,其结果与 VB 程序一致.以下 MATLAB 文件中是对 $m=3$ 的情况进行验证,其中 x 为上述 VB 程序中各 $x(n)$, $n=0 \sim 2^3$ 组成的矩阵.另外,对于 $m=10$ 的情况本人也作了验证,其结果与 VB 程序一致,有兴趣的读者可自行验证.

```
? x
x=
0+1.0000i
0.2470+0.9690i
0.4790+0.8780i
0.6820+0.7320i
0.8410+0.5400i
```

```
0.9490+0.3150i
0.9970+0.0710i
0.9840-0.1780i
? fft(x)
ans=
5.1790+4.3270i
0.7891+1.5069i
0.0950+1.0610i
-0.2592+0.8330i
-0.5450+0.6510i
-0.8571+0.4491i
-1.3650+0.1210i
-3.0368-0.9490i
```

5 结束语

本文运用 VB 对基 2FFT 算法进行了程序设计.在台式机上该程序对于 $m=10, n=2^{10}=1\ 024$ 点,计算时间小于 1 秒(这可从运行图例 2 上看到);对于 $m=20, n=2^{20}=1\ 048\ 576$ 点,计算时间为 6 分零 8 秒.由于在要求对信号进行实时处理的实际运用中,FFT 运算的点数通常小于等于 $2^{10}=1\ 024$ 点,可见本人设计的程序完全能满足要求.只要不溢出,该程序能计算尽可能大的点数.

参考文献:

[1] 黄长艺,严普强. 机械工程技术基础[M]. 北京:机械工业出版社,1994.
[2] 卢文祥,杜润生. 工程测试与信息处理[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1992.
[3] 王 栋. Visual Basic 程序设计实用教程[M]. 北京:清华大学出版社,2000.
[4] 张宜华. 精通 MATLAB 5[M]. 北京:清华大学出版社,1999.

Design and Realization of the VB-based FFT Arithmetic

CHEN Hui, ZHOU Ju-hui, GUO Chun-liang, XIONG Guo-liang

(School of Mechanical Engineering, East China Jiaotong University, nanchang 330013, China)

Abstract: This paper analyzes the principle of 2-based FFT arithmetic, designs a VB-based program to realize it and tests the computing time of the program and the result indicates its applicability to the real-time signal processing, finally verifies the part of trasform of the above program in MATLAB.

Keywords: FFT arithmetic; Visual Basic programming; inner function