

# 三通道后装机监控系统的设计与实现

罗毅<sup>a</sup>, 李莺<sup>a</sup>, 李斌<sup>b</sup>, 梁小晓<sup>b</sup>

(四川理工学院 a. 自动化与电子信息学院; b. 计算机学院, 四川 自贡 643000)

**摘要:**针对传统后装机存在的缺乏图像引导定位、定位精度不理想、智能化程度不高等问题,设计了一套以临床实际需要为目标,针对具体患者个案进行图像定位、治疗计划系统、施源器植入、放疗为一体的三通道后装机监控系统。进行了系统的软、硬件设计,给出了硬件原理框图,对软件部分的监控定位、时间流控制、数字减影及运动判定进行了详细设计。

**关键词:**后装机;定位;时间流控制;数字减影;参数配置

**中图分类号:**TP273

**文献标识码:**A

后装机即近距离放射治疗机<sup>[1]</sup>,是新一代肿瘤治疗设备。后装机监控系统根据治疗计划,监控后装机主机实施放射源的输送和放射治疗。后装源的精确定位、治疗时间的准确计算、设备的可靠运行是保证后装治疗效果的重要因素。传统治疗过程中,常采用单片机或计算机对后装机进行直接控制,效果较差<sup>[2]</sup>。本系统采用时间流控制、数字减影实现精确定位,控制更加稳定可靠。

## 1 系统硬件设计

后装机监控系统通过图像引导技术实现治疗前的精确定位,并通过图像传输技术监控治疗过程中施源器与肿瘤间定位位置的保持、变化状态和对危险变化作出响应。系统主要实现引导定位,过程监控,报警回源三大核心功能。

监控定位系统电气组成主要由 C 臂机、高速图像采集卡、计算机及 PCI 控制卡组成。在定位过程中,首先直接操作 C 臂机出射线进行透视,并直接通过图像监视器的图像确定施源器和肿瘤位置的精确定位,实现治疗前精确定位。在监控过程中,首先监控定位系统的计算机发出控制指令到 C 臂机,C 臂机出射线进行透视,计算机经过高速图像采集卡实时采集透视图像,然后将图像经过减影等处理准确后判断治疗位置是否发生了变化,若位置变化了则立即通过 PCI 卡向后装机系统发出回源指令,控制治疗紧急中断并收回放射源<sup>[3-6]</sup>。监控系统原理框图如图 1 所示。

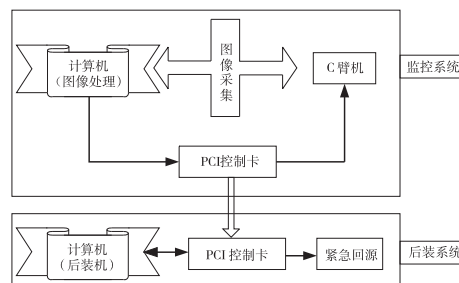


图 1 监控系统原理框图

## 2 软件设计

监控系统软件工作流程如图 2 所示。监控系统根据实时图像与原始图像比较来获取判断结果。由于射线的不稳定、采集过程的电磁干扰等情况造成在相同的治疗状态下不可能获得完全相同的图像(特别是图像的边缘异变),这样就必须通过合理的算法处理来实现图像的比较。

图像信息的数据结构如下:

```

Type tpBlockInfo
iType As Integer ' = BK or SQ , BM
'struct _blocksize;
iWidth As Integer 'width
iHeight As Integer 'height
iBitCount As Integer 'pixel bytes iBitCount
iFormType As Integer ' rgb format type, need to fill

```

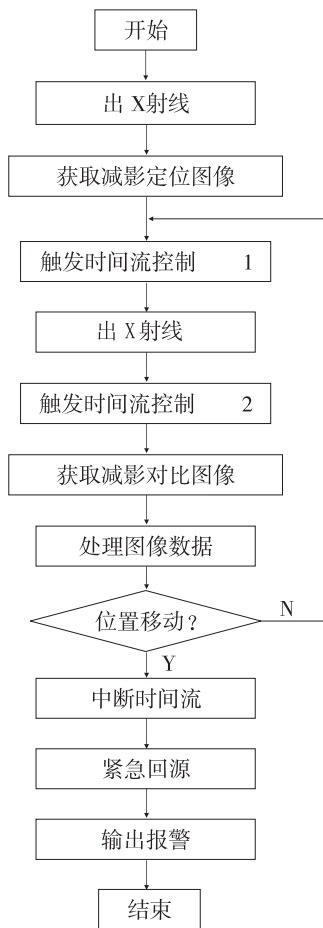


图2 监控系统软件流程图

when RGB565 or RGB 555

lBlockStep As Integer 'block stride (step to next image header)

iHiStep As Integer 'HIWORD of block stride

lTotal As Integer 'frame num

iHiTotal As Integer 'HIWORD of total

iInterval As Integer 'frame interval

lpBits As Long ' image data pointer / file path name

lpExtra As Long ' extra data ( like as palette, mask)

pointer

End Type

本系统每张图像像素点为 512 × 512 个(约 26 万个),若直接点点比较,获得的结果差异较大,因此编制了运动判断处理算法。该算法首先将采集的图像进行冗错处理,然后根据每点的灰度确定阈值,分析每个点周围的像素点,经过 26 万 × 8 次判断,准确确定出异常像素点,将图像进行有效过滤,然后再根据预先确定的冗余百分比来对图像进行判断,获得正确的判断结果。

### 2.1 时间流控制设计

系统运行过程中,各功能实现顺序全靠时间控制,

既要求时间先后次序的配合,又要求精确性,下面是整个时间控制中最重要的两个部分。

#### 2.1.1 触发时间流控制 1

该时间流用于控制监控时 X 射线的出束频率,控制时间可调节,最短可达 5 秒,最长可达 60 秒。中间射线出束时间控制在 0.8 ~ 1.5 秒之间。触发时序如图 3 所示。

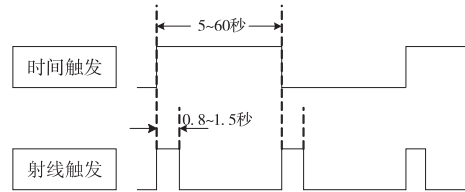


图3 触发时序图

#### 2.1.2 触发时间流控制 2

该时间流用于控制在 X 射线发出线束时间段内图像的采集时机,以及利用时间流空闲区域进行图像数字分析判断。采集时序如图 4 所示。

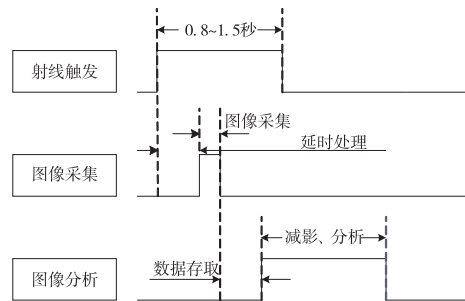


图4 采集时序图

文件序列和时间间隔的数据结构如下:

Type tpSeqInfo 'file info for seq

iType As Integer ' = SQ or BM

'struct \_blocksize;

iWidth As Integer 'width

iHeight As Integer 'height

iBitCount As Integer 'pixel bytes iBitCount

iFormType As Integer 'rgb format type, need to fill

when RGB565 or RGB 555

lBlockStep As Integer 'block stride (step to next image header)

iHiStep As Integer 'HIWORD of block stride

lTotal As Integer 'frame num

iHiTotal As Integer 'HIWORD of total

iInterval As Integer 'frame interval

End Type

### 2.2 数字减影及运动判定设计

本系统采用硬件减影,通过软件直接控制图像采集

卡,在采集卡中完成减影工作。系统采用的运动判定过程分为两个步骤。

第一步:边缘获取。

本文选用 Robert 算子进行边缘处理。首先通过艾夫拉矩阵变换算法,对采集到的图像进行处理,然后通过边缘提取处理,得到减影屏蔽图像的边缘化副本(副本 1)。在得到减影对比图像后,采用同样方法得到减影对比图像的边缘化副本(副本 2)。将两个图像副本保存在内存中,等待后续工作流程的调用。这部分的主要代码如下:

```
For X = 1 To 576 - 1
For Y = 1 To 576 - 1
TempInt = Abs(4 * dByte(X, Y) - 4 * dByte(X + 1,
Y + 1)) + Abs(4 * dByte(X + 1, Y) - 4 * dByte(X, Y + 1))
If TempInt > 255 Then TempInt = 255
If TempInt < 0 Then TempInt = 0
idByte(X, Y) = 255 - TempInt
Next Y
Next X
```

对减影屏蔽图像和减影对比图像的操作存储在 2 个不同的图像数组中,以下是对图像处理的后续流程。

‘设置图像像素函数,得到并刷新图像

```
SetBitmapBits hbm, PX * PY, idByte(1, 1)
FrmMain. Picture3. Refresh
FrmMain. Image3(2). Picture = FrmMain. Picture3.
Picture
FrmMain. Image3(2). Refresh
```

第二步:阈值定位判断。

首先取副本 1 中所有像素点的灰度值作为参考得到阈值,然后取副本 2 中的像素点和副本 1 中的对应像素点进行灰度值比较,如果比较结果超出阈值则标记该点,否则就忽略该点。比较完成后,统计被标记点的数量,计算被标记点在整个图像中的占据比例,通过比例值的高低,判断运动与否。

这部分的主要代码如下:

```
For X = 2 To 570
For Y = 2 To 570
TmpS = isByte(X, Y) / 9 + isByte(X, Y - 1) / 9 +
isByte(X, Y + 1) / 9 + isByte(X - 1, Y) / 9 +
isByte(X + 1, Y) / 9 + isByte(X - 1, Y - 1) / 9 +
isByte(X + 1, Y - 1) / 9 + isByte(X - 1, Y + 1) / 9 +
isByte(X + 1, Y + 1) / 9
TmpD = dByte(X, Y)
TmpLong = Abs(TmpS - TmpD)
```

```
If TmpLong >= 80 Then i = i + 1
```

```
.....
```

```
Next Y
```

```
Next X
```

‘定义偏移角度

```
Public B100 As Single
```

‘计算偏移角度

```
B100 = Int(i * 10000 / PIXEL * PIXEL) / 100
```

如果位置发生变化,则回源并报警:

```
If B100 > SAFEDITS Then
```

```
DIPortWritePortUchar 673, 250 '紧急回源 + 报警
```

```
MsgBox "位置移动! 偏移量为:" & Str(B100), *
vbOKOnly, "系统提示"
```

```
Timer1.Enabled = False
```

```
End If
```

以上程序中的 SAFEDITS 是根据放射源设定的安全移动距离,这里是 0.8。

如果在整个监控过程中,系统没有发生位置运动情况(或者可以理解为实际发生的位置移动在系统的许可范围之内),则可以正常结束。而如果在监控过程中,发生了超过系统设定范围的位置运动,监控系统将马上发出报警声,并对后装机发出紧急回源信号,将放射源收回。

### 3 系统配置设计

为保证监控系统的可靠性和安全性,设计了参数配置系统。主要配置对运动判断结果有直接影响的相关参数,比如镜相变换、减影像、灰度、亮度以及采集时间间隔的设定等。

系统初始化部分代码:

```
Private Sub Form_Load()
DIPortWritePortUchar 675, 152 8255 初始化
DIPortWritePortUchar 673, 255 输出口初始化
Shapel.Height = Label3(1).Height
Shapel.Width = Label3(1).Width
Shapel.Left = Label3(1).Left
Shapel.Top = Label3(1).Top
Command7.Enabled = False
' Timer1.Interval = Int(Text1.Text) * 1000
Timer1.Enabled = False
TimeDelay = HScroll1.Value
Call StarOK
```

系统参数配置界面如图 5 所示。其中“图像采集时间间隔”的设定是用来确定 X 线机出束的间隔时间,该

时间的设定范围为5~60秒之间。“减影像设定”是将当前显示的图象保存进计算机,参与整个系统图象部分计算(包括减影和运动判断)作为系统运行中的一个重要控制依据。这两项必须要设定。

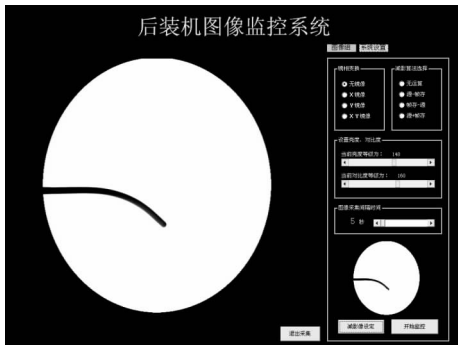


图5 系统参数配置界面图

#### 4 结束语

本系统应用于临床治疗,将腔内肿瘤后装治疗由传统的粗放式治疗转变为精确放射治疗,以适应后装治疗放射治疗技术发展的需要,同时最大程度地保护患者正常组织不受到伤害。

#### 参考文献:

- [1] 李大鹏,余辉,闫微,等.后装治疗机的现状及其在宫颈癌中的应用[J].医疗设备信息,2007,22(3):56-58.
- [2] 陈萍,王丽英.当代后装机的特点及维修[J].医疗卫生装备,2005,26(7):82.
- [3] IEC60601-1:2005,Medical electrical equipment-Part 1: General requirements for basic safety and essential performance[S].
- [4] IEC60601-2-17:2004,Medical electrical equipment Part 2-17:Particular requirements for the safety of automatically-controlled brachytherapy afterloading equipment-Edition 2[S].
- [5] GB9706.1-2007,医用电气设备安全通用要求[S].
- [6] GB 9706.13-2008,医用电气设备遥控自动驱动式 $\gamma$ 射线后装设备安全专用要求[S].
- [7] 沈大林.Visual C++6.0 程序设计案例教程[M].北京:电子工业出版社,2005.

## Design and Implementation of Three Channels Afterloading Radiotherapy System

LUO Yi<sup>a</sup>, LI Ying<sup>a</sup>, LI Bin<sup>b</sup>, LIANG Xiao-xiao<sup>b</sup>

(a. School of Automation and Electronic Information; b. School of Computer Science, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

**Abstract:** In view of the poor positioning accuracy, low automation and intelligence, and lack of image orientation, a set of three channels afterloading radiotherapy system based on digital image processing, the needs of clinical practice and compute automation, which could design the treatment plan and implant and treat, is designed in this paper. The main work is the hardware and software design. The hardware diagram, and the detail of time monitoring and position, time flow control, digital subtraction and sports judge are showed.

**Key words:** afterloading radiotreatment unit; position; time flow; control; digital subtraction; configuration