

基于 WinCE 的数字化视力检查系统的设计与实现^①

Design and Implementation of Vision Examination System Based on WinCE

斯秋桔¹ 邱飞岳^{1,2} 汪小洪² (1.浙江工业大学 信息学院 浙江 杭州 310012;

2.浙江工业大学 教育科学与技术学院 浙江 杭州 310012)

摘要: 视力检查表是目前眼科视力检查中最常用的设备,这种设备具有价廉、易操作等优点,但其视标单一、功能简单,检查结果容易出现假阴性或者假阳性等缺陷。针对这些缺点,在 WinCE 环境下利用 API 函数研制了一套数字化视力检查系统,主要阐述了系统中图像模块和菜单模块的设计与实现。实验结果表明,该系统稳定、实时,实现了多种类型视力表的显示、记录和数据通信功能。

关键词: 嵌入式系 视力表 WinCE 数字化

1 引言

人们获取的所有外部信息中,大约 80%都是通过人眼得到的,视力可以说是人最重要的感觉之一,也是视功能检查中最重要的—项指标。视力表是一种检查人眼视力的简捷又实用的方法,是最基本、最常用的眼科视力检查工具。

临床上目前主要采用灯箱视力表和投影视力表进行视功能检查。灯箱式视力表多采用 E 型的国际标准视力表和对数视力表^[1,2],虽然检查方便简单,但其视标固定单一、亮度不均匀,使得检查结果易受外界环境和受试者记忆影响^[2,3]。投影式改进了灯箱式视表检测模式单一的缺陷,但其图像为外投影式的,受外界的光线影响很大,最好放置在暗室中,才能保证所投影的图像达到规定的要求,对于低视力的病人来说,缺乏足够的对比度;同时投影仪的检测距离至少为 3 米,才能保证投射的图像清晰、标准,其易受场地限制^[4,5]。

为了解决这些问题,我们研制了一套基于 WinCE 的数字化视力检查系统。它包含了多种视力检查类型和检测功能,既克服了灯箱式视标固定单一,又解决了投影式对比度不足、受场地限制等缺陷。

2 系统结构组成和功能介绍

2.1 系统结构组成

数字化视力检查系统整体结构如图 1 所示,主要由硬件层、操作系统层和应用软件三层组成。硬件层采用 Intel 公司推出的 32 位 Risc 指令系统、主频为 416MHz 嵌入式处理器 PXA270,该处理器性能卓越,最大限度地降低了设备功耗,非常适合需长时间进行视力检查的产品中。操作系统层选用图像资源丰富、功能强大、操作方便的 WinCE。应用软件主要包括图像模块和菜单模块,利用 19 寸液晶显示器作为视功能检查。



图 1 系统结构组成

^① 基金项目:浙江省科技计划(2008C23076)

收稿时间:2009-01-14

2.2 系统功能介绍

视力检查系统需要实现图像和菜单两大功能模块,利用 WinCE 提供的 API 函数并结合 MFC 进行开发^[6,7]。API 是 WinCE 操作系统的基本函数和核心内容,特别在图像处理程序的编写上,更突出了它的实用性,调用 API 可以节省系统资源,提高程序的运行速度和可读性^[8]。图像模块包含四种不同类型的视力表,既包括传统的 E 视标、满足幼儿文盲等不识字患者需求的儿童表,还包括国际上流行的字母表和数字表,通过按下键盘上不同的按键在 19 寸液晶显示器上显示四种不同视力等级的视标。菜单模块实现各测视功能,用户可以根据空间大小选择测视距离、视标镜像功能,克服场地大小对测视的限制;同时也可以选择视标的不同对比度、背景色,使视力检查适应不同需要的患者,得到精确的检查结果。

3 系统设计

3.1 软件结构设计

应用软件主要包括图像模块和菜单模块。菜单模块用于设置各种参数,选择视力表各视标的测视距离、镜像、对比度、背景色等功能。当设置完各参数后,通过点击菜单上的一个 ENTER 按钮,将新配置参数读入配置文件,同时打开图像模块进程。图像模块启动后,读取配置文件中各参数设置,根据读入的各参数值,初始化各个变量,包括测视距离、对比度、镜像等参数。接着获取液晶显示器屏幕的大小、分辨率,根据视标设计的原理来确定整张视力表的大小、行距及各行视标像素值,最后在屏幕上显示视力表,设计流程如图 2 所示。



图 2 软件设计流程图

3.2 视标设计

不同类型视表的每个视力等级视标都需符合国际标准。如图 3 所示,四种不同类型的视标均呈正方形,其中 E 视标、字母视标和数字视标的笔划宽度与间隙相等,边长为比划宽度的 5 倍。

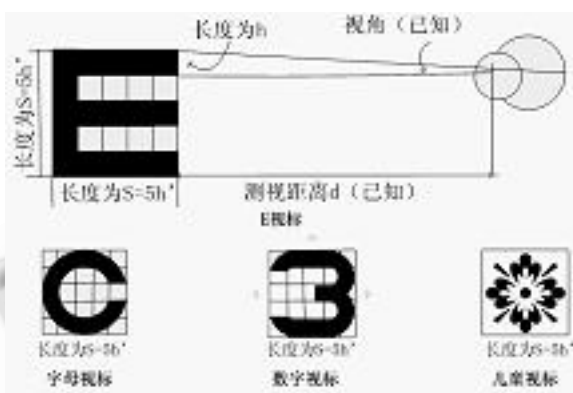


图 3 视标设计

视标的实际大小跟视角、测视距离有关。在液晶显示器显示的图像跟图像大小、显示器分辨率和屏幕大小有关。故在显示器上的视标跟视角、测视距离、显示器分辨率和屏幕大小相关。我们以 E 视标为例,视角采用国际通用的指标和标准,不同的视力等级对应不同视角^[9],视角 θ 与视标笔划 h 成正比,与物体距离眼睛的距离 d 成反比,即:

$$\tan \theta = h/d \tag{1}$$

结合公式(1),根据显示器的宽度 L 、列分辨率 $yPixel$ 得 E 视标笔划像素值 h' :

$$h' = h * (L / yPixel) \tag{2}$$

由于整个 E 视标被均匀分为 5 等份, Y 轴上整个视标的像素数为:

$$S = 5 * h' \tag{3}$$

因视标呈正方形,故 X 轴上视标像素个数等于 Y 轴上像素个数,为 S 。

整个计算过程如图 4 所示。

4 系统实现

4.1 开发工具

Windows CE 为各种嵌入式系统和产品设计了一种压缩的、具有高效的、可升级的操作系统。其多线性、多任务、全优先的操作系统环境是专门针对资源有限而设计的,这种模块化设计使嵌入式系统开发者

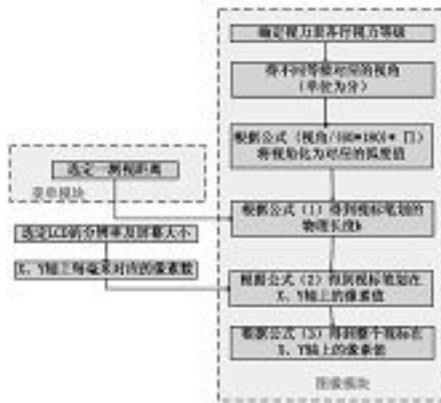


图4 视标像素值计算流程

和应用开发者能够定做各种产品^[10]。Windows CE 支持各种硬件外围设备及网络系统,包括键盘、鼠标设备、串行端口、VGA 接口、打印设备及存储设备,例如 CF 卡。在嵌入式操作系统 Windows CE 进行开发需要安装如下开发工具:

- ① Microsoft eMbedded Visual Tools 4.0;
- ② Microsoft Standard SDK.

EVC 是微软公司推出的开发 Windows CE 应用程序的成熟的、强大的工具,包括必要的编译器、调试和平台文档,与 VC 开发工具有一定的相似之处。为方便调试,在开发主机(台式计算机)上安装 Windows Standard SDK 作为嵌入式设备的模拟环境。当然,也可将嵌入式设备通过数据线与基于 PXA270 开发板连接进行实际调试,两者显示结果一致。

4.2 软件实现

4.2.1 菜单模块实现

通过在菜单模块中设定测视参数(如:测视距离、镜像功能、对比度等)来进行不同效果视力表的显示。

①利用 eMbedded Visual C++ 4.0 MFC 建立一个基本对话框作为菜单,工程名为 menu1;

②在菜单中放置四条测视功能选择项。每条功能选择项由一个静态文本框和一个组合框组成,静态文本框用于描述该功能,组合框中为该功能的设置参数;放置三个按钮,RESET 按钮用于恢复菜单默认值,ENTER 按钮确定菜单配置,CANCEL 按钮取消菜单配置。

③建立一个.txt 的配置文件,组合框从配置文件中读取相应参数设为初始值;

④在组合框中可选择不同参数以实现相应功能,通过 Enter 按钮在配置文件中对参数变化值进行保

存,同时创建进程调用图像模块;

部分代码如下:

例如设置镜像功能(假设置置文件中初始时内容为 F,既无镜像功能):

```
char m_mirror[2]={'T','F'};
//当为 F 时,关闭镜像功能;当为 T 时,开启镜像
char InitState; //存放配置文件中的初始值
char SetState; //存放修改后配置文件中的值
int Sel;
//读取配置文件内容初使化组合框
BOOL CMenu1Dlg::OnInitDialog()
{
    .....
    HANDLE hFile=CreateFile( _T("SP-config.txt"),
    GENERIC_READ|GENERIC_WRITE, 0, NULL,
    CREATE_ALWAYS, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL,
    NULL);
    //新建一个 SP-config 配置文件
    const int BUFSIZE = 4096;
    char chBuffer[BUFSIZE];
    memcpy(chBuffer,"F",1);
    //将镜像参数写入 chBuffer 中
    DWORD dwWritenSize;
    WriteFile(hFile,chBuffer,9,&dwWritenSize,NULL);
    //将参数写入配置文件
    FILE *pFile=fopen("SP-config.txt","r");
    //打开配置文件
    fread(InitState,1,1,pFile);
    //读取里面的内容,本例中 InitState 为 0
    fclose(pFile); //关闭配置文件
    for(i=0;i<=2;i++)
    { if (m_SMirror[i]==InitState)
        //找到镜像组合框参数的索引号
        Sel=i;
        ((CComboBox*)GetDlgItem(IDC_COMBO_Mirror)
        )->SetCurSel(Sel);
        //在镜像组合框中选中该索引号,即无镜像功能
        return TRUE;
    }
    //在配置文件中保存改变的参数值并打开图像模块
    void CMenu1Dlg::OnButtonEnter()
    {
```

```

m_Index=((CComboBox*)GetDlgItem(IDC_CO
MBO_Mirror))->GetCurSel();
    //改变参数值,即开启镜像功能
SetState=m_SDirror[m_Index];
    //将改变后的参数值读入 SetState;
FILE *pFile=fopen("SP-config.txt","w");
fwrite(SetState,1,1,pFile);
//将 SetState 读入配置文件中替换原来镜像参数
fclose(pFile);
CreateProcess(_T("\\drawVisionChart.exe"),N
ULL, NULL, NULL, FALSE, 0, NULL, NULL, NULL,
NULL);
    //打开 drawVisionChart.exe 图像模块
进程
EndDialog(IDOK);
}

```

在这里我们使用 CComboBox 控件中的 GetCurSel 函数用以得到用户选中下拉列表框中数据的索引值,返回的值是从 0 开始的,如果没有选择任何选项将会返回 -1; 返回成功后,调用 fwrite 函数将值写入 SP-config.txt 配置文件; 最后调用 CreateProcess 打开 drawVisionChart.exe 进程。

4.2.2 图像模块实现

①利用 evc 新建一个 WCEApplication 工程,为了使菜单模块中选定的参数值传入图像模块,在 WM_CREATE 的消息响应函数 DoCreatMain 中打开配置文件,读取测视距离、镜像、对比度、背景色参数值。

```

FILE *pFile=fopen("SP-config.txt","r");
    //以只读方式打开 SP-config
fread(state,1,9,pFile);    //读取里面的内容
fclose(pFile);

```

②要显示一张视力表,需先确定整张表的大小,在 WM_SIZE 的消息响应函数 DoSizeMain 中调用 GetClientRect (hWnd, &rect)得到整个客户区大小,再自定义整张视力表大小。接着需计算视力表中每一个视标的大小,新建 int EPixelNumberDouble(double angle)函数返回视力表中不同视角的视标像素值。函数中 setDistanceToScreen 为测视距离,从配置文件中读取。pixelNumberX、pixelNumberY 为屏幕 X、Y 轴上每毫米对应的像素值,先调用 GetDeviceCaps 函数

得到以毫米为单位的屏幕宽度、高度,再调用 GetSystemMetrics 函数获取屏幕的行、列像素值。

```

int EPixelNumberDouble( double angle )
    //angle 为视角
{
    double rad ,realLen;
    int pixelLenX,pixelLenY;
    rad = (angle/(60.0*180.0))*pi;
    realLen=tan(rad)*(double)setDistanceToS
creen;
    //把角度化为弧度
    pixelNumberX = GetSystemMetrics(SM_CXS
CREEN)/GetDeviceCaps(hdc,HORZSIZE);
    //实际长度
    pixelNumberY = GetSystemMetrics(SM_CYS
CREEN)/GetDeviceCaps(hdc,VERTSIZE);
    pixelLenX=(int)(realLen*(double)pixelNumb
erX)*5;
    pixelLenY=(int)(realLen*(double)pixelNumberY
)*5;
    return pixelLenX;
}

```

确定视标的大小后,利用 WinCE 提供的 API 函数画出不同类型视标。对于 E 视标,先找出 E 各点像素值,调用 polygon 函数连接各点。对于数字视标和字母视标,调用 ellipse、rectangle、polygon 函数实现。由于儿童视力表各视标图像复杂多样,调用 bitblt 函数以位图形式实现。

③实现视标的不同效果。调用 SetViewport OrgEx 把坐标原点从最初左上角转化为右上角实现镜像功能。通过选择不同颜色的画笔、画刷实现视标的不同对比度功能、背景色,改变 CreateSolidBrush、CreatePen 函数中的 RGB 参数值实现不同颜色的画笔和画刷。

④在 WM_KEYDOWN 的消息响应函数 DoKeys Main 中添加按键响应,使键盘上不同按键响应不同类型视力表。

⑤最后,在 WM_PAINT 的消息响应函数 DoPaintMain 中显示视力表。

4.3 运行实例

进行编译调试前,需要确认目标机器和编译类型。

仿真环境下,目标机器选择 STANDARDSDK Emulator, 编译类型选择 Win32[WCE emulator]Debug; 下载到 PXA270 的 ARM 板试运行时,目标机器选择 STANDARDSDK Emulator, 编译类型选择 Win32[WCE ARMV4I]Debug。显示结果如图 5 所示, 左边为不同视角、不同对比度字母视力表, 右边为菜单选项。



图 5 视力表效果图和菜单选项

5 结语

本文利用 EVC 在基于 WinCE 的操作系统下开发数字化视力检查系统,详细地介绍了不同类型视力表的图像显示模块和菜单设置模块。本系统较好的解决了现有视力表检查设备的缺陷,具有一定的应用价值。

参考文献

- 1 罗文彬,罗又蓉.对视力表的一点建议.中华眼科杂志, 2003,39(6):343.
- 2 徐海鹏,尹忠贵.我国现用视力表问题讨论.眼科新进展, 2002,22(5):367-368.
- 3 毕宏生.对比敏感度在眼科的临床应用.中华眼科杂志, 2004,40(9):645-648.
- 4 孙晓辉,张劲松.三种视力表视力测量差异研究.国际眼科杂志, 2007,7(2):442-443.
- 5 甘利军.自动视力灯箱的特点及使用方法.中国眼镜科技杂志, 2002,(2):30-31.
- 6 Charles Petzold.Windows 程序设计.北京博彦科技发展有限公司译.北京:北京大学出版社,2004.
- 7 Douglas Boling. Programming Microsoft Windows CE. Microsoft Press, 2003.
- 8 王晖,洪晓枫.基于 API 的数字图像处理程序设计.计算机工程与应用, 2003,39(11):123-125.
- 9 何志远,马胜生,梁纳.视力表的设计原理.中国眼镜科技杂志, 2004,(3):77-80.
- 10 姜波.Windows CE.Net 程序设计.北京:机械工业出版社, 2007. © 中国科学院软件研究所 <http://www.c-s-a.org.cn>