

图1 LKJ2000 仿真系统原理结构图

块，即显示器屏幕模拟，显示按键模拟，以及相应动作与按键的声音模拟。

显示器屏幕显示的主要内容：

(1) 屏幕最上方的数据窗口依次显示：信号灯状态，速度等级，运行速度，限制速度，距前方信号机距离，信号机编号与类型，日期与时间；

(2) 屏幕中间的窗口主要是以图形和曲线的方式显示当前机车的运行速度、限制速度曲线、当前区段信息和前方的线路状况；同时可以根据按键状况分别显示不同的参数或状态信息窗口；

(3) 屏幕右边的状态窗口指示系统的状态，这些状态共有15个，分别表示监控系统的工作状态及控制状态。

显示器按键内容：按键共有21个，通过这些按键或这些按键组合可以完成监控装置的输入功能。

声音内容：主要有按键声音以及各种提示或警惕声，起到提醒司机的目的。

1.2 监控功能模拟

监控装置通过检测列车运行速度，并根据列车距前方信号机的距离。再结合机车信号显示状态，计算出列车允许的最高限制速度。当列车速度接近或超过最高限制速度时，监控装置将依次启动卸载、常用制动和紧急制动，使列车减速甚至停车，防止列车运行冒进信号和超速事故发生。

监控装置根据各种条件实时计算出两条速度控制模式曲线，即常用制动模式曲线和紧急制动模式曲线，其计算方法如下：

(1) 当机车信号为绿灯时，最高限速为线路的最高限速；

(2) 当机车信号为黄灯，绿/黄灯，黄2灯时，监控装置则按黄灯，绿/黄灯，黄2灯的出口限速进行计算这个区间内的限制速度曲线，保证列车通过这些信号机时的速度降到允许速度；

(3) 当机车信号为双黄灯，表示列车侧线进站，监控装置将根据实际道岔距离和限速，计算出列车限制速度曲线；

(4) 当机车信号为红/黄灯时，即地面信号机

关闭。监控装置将根据《牵引计算规程》计算模式限制曲线，在此信号机前，限制速度将为零，确保在该信号前停车。

为了安全起见，根据常用或紧急制动距离计算限制速度曲线时都设有一个安全余量。

1.3 输入输出通讯模拟

有关机车的状态信号，信号机颜色信号，过分区信号，以及速度，压力等信号都是通过传感器等输入到监控装置中来的；另外发出的卸载、常用或紧急制动指令也是通过输出接口发送到执行机构去的。这部分的模拟根据应用场合的不同采用不同的模拟方法。如作为教学和实验操作应用，这些信号通过鼠标或触摸屏来输入；如模拟系统是应用到列车驾驶模拟器中，则这些信号通过网络接收进来或发送出去。

2 系统实现

考虑到模拟系统主要用在辅助教学上，所以模拟系统所采用的计算机操作系统为Windows操作系统，而相应的编成语言则采用Visual C++语言。由于Windows操作系统特有的优势，促使模拟系统的编程实现比较简单。整个模拟系统的流程如图2。

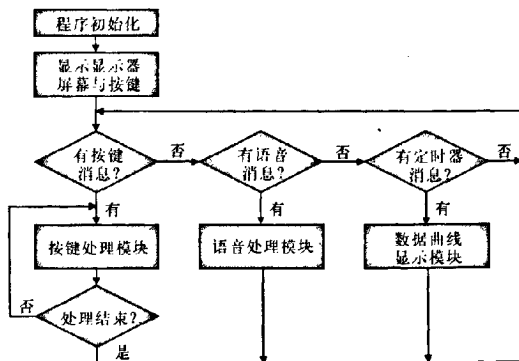


图2 系统软件流程

2.1 显示器屏幕与按键实现

LKJ2000 监控系统的功能复杂，显示内容众多。由于原显示器系统采用DOS操作系统，C++语言程序设计，仿Windows窗口设计，所有的显示方式与Windows相似，但又不完全一样。所以在采用Windows程序设计时，采用Windows界面，但又要仿DOS界面风格，这给编程造成了一定的难度。

显示器按键采用屏幕贴图加上触摸屏输入（或鼠标输入）来实现。当采用触摸屏输入方式时，可以将鼠标光标隐藏。通过读取触摸屏输入位置，来判断是否有按键按下。

显示器屏幕的显示内容与按键操作有密切的关系，按键贴图放置在主窗口中，由此按键输入的检测也放在主窗口模块中，当对应的按键操作处理则在相关的子窗口或模块中，这里就存在着按键信息与处理结果的相互传递。参数设定如图3。



图3 参数设定

当主控程序检测到有“设定”键按下后，程序就采用无模式对话框的方式创建参数设定对话框并显示在屏幕中央。主控程序继续检测有用的按键，并通过消息传递的方式将这些按键信息发送到参数设定对话框，参数设定对话框根据这些消息进行相应的处理，直到参数设定完成，主控程序接收设定参数，并将对话框销毁。

在这个处理过程中，由于参数设定对话框始终显示在屏幕最上层，这就意味着参数设定对话框也能接收触摸屏的输入，这与实际系统是不相符合的，应该屏蔽了这些输入对参数设定对话框的影响。

2.2 提示语音

提示语音的种类可分为两种，一种是固定不变的，如提示司机操作的输入司机号、车次、区段号，车站号等。另外一种是根据当前信号和速度情况动态变化的，如前方限速，出口限速等。这两种提示语音采用不同的处理手段。

对固定不变的提示语音，直接采用 DirectSound 技术可以直接播放，考虑这些语音的使用频率，分别采用直接从硬盘播放的方式和将语音先调入内存，再从内存播放的方式。

对动态变化的提示语音，为了减少语音存储容量，则采用语音组合的方式来实现。例如要播放：

出口限速 105 km。存放的语音片段分为：“出口限速”，“一百”，“零”，“五”，“公里”。从这里看出，语音的片段划分主要取决于数字。表1是0~199内片段划分的规则。

表1 数字0~199 语音片段划分规则

数字范围	语音片段1	语音片段2	语音片段3	语音片段4	语音片段5
0~10	“零”	“拾”			
11~19	“拾”	“壹”	“玖”		
20, 30,					
...90	“贰”	“玖”	“拾”		
21~29,					
31~39,	“贰”	“玖”	“拾”	“壹”	“玖”
...91~99					
100	“壹”	“佰”			
101~109	“壹”	“佰”		“零”	“壹”~“玖”
110, 120,					
...190	“壹”	“佰”	“壹”	“玖”	“拾”
111~119,					
121~129,					
...191	“壹”	“佰”	“壹”	“玖”	“拾”
...199					

当需要播放“出口限速 105 km”语音提示时，程序首先通过划分规则将语音片段进行划分处理，然后调用相关的语音片段放入内存，并根据这些片段的顺序进行组合，在调用 DirectSound 技术进行播放。

2.3 监控功能

监控功能是监控装置的核心内容，根据列车当前的实际速度 V 与最高限制速度 V_{max} 的比较情况，监控装置将依次启动语音报警、卸载、常用制动和紧急制动动作。

当 $V \geq V_{max}-2$ 时，监控装置将启动语音报警提示；当 $V \geq V_{max}-1$ 时，监控装置将启动卸载动作；当 $V = V_{max}$ 时，列车将启动常用制动动作；当 $V \geq V_{max}+3$ 时，列车将启动紧急制动动作。

3 结束语

LKJ2000 仿真系统可以应用于多种场合，既可作为其他仿真系统的一个子系统，如作为列车驾驶模拟器中监控系统的模拟，也可作为一个单独的系统运行，如作为监控系统的教学直接应用到课堂教学和实验操作。目前这两种情况都已经在黑龙江交通职业技术学院应用，并取得了较好的教学效果。

参考文献：

- [1] 杨志刚. 列车运行监控记录装置[M]. 北京：中国铁道出版社，1999.