

文章编号:1005-8451 2004 08-0034-04

电路仿真专家系统知识库的可视化生成

李丽,余祖俊,史红梅

北京交通大学 机械与电子控制工程学院,北京 100044

摘要:介绍在电路仿真中应用的专家系统的知识库的结构与内容以及建立它的传统方法,讨论建立知识库的传统方法的不足,提出基于Visio的电路仿真专家系统知识库的可视化生成的新方法,用一个实际的例子,介绍这种方法的应用,这样使得知识库的生成与再学习的过程变得简单、可视化和易修改。简单介绍了Microsoft Visio 2002中VBA的应用。

关键词:专家系统;电路仿真;Visio 2002;VBA

中图分类号:TP18 文献标识码:B

Visible creating of knowledge base of Expert System in circuit simulation

LILI, YUZU-jun, SHIHONG-mei

(School of Mechanical, Electronic and Control Engineering of Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: It was introduced the frame and the content of knowledge base of expert system in circuit simulation, discussed the deficiency of traditional method for creating knowledge base, put forward a new method of visible creating of knowledge base of Expert System in circuit simulation based on Visio. It was explained how to use the method through an example, made the process of creating and studying again of knowledge base simply, visibly and easily to perfect. Application of VBA in Microsoft Visio 2002 was also introduced.

Key words: Expert System; circuit simulation; Visio 2002; VBA

在电路仿真系统中,计算机屏幕上动态地显示机车电路工作在各种正常和故障情况下得电、失电

收稿日期:2004-03-29

作者简介:李丽,在读硕士研究生;余祖俊,教授。

的过程,同时为了便于学习,在显示中电流变化的速度是可调整的,得、失电的电路的颜色也发生了适当的变化。电路原理图的生成、推理和仿真是通过专家系统来完成的。

道参数配置。数字上下变频器AD6623/AD6624与数/模/数转换器AD9772/Dd6644之间均采用同步并行传输,都是14位的。

上实时运行RS信道编解码程序,差分QPSK调制解调程序。经过初步的功能调试,证明此软件无线电系统是可行的。

3 实验数据及结论

4 结束语

采用Cadence公司的EDA工具分别设计出8层数字中频板和8层数字基带板,其中,DSP处理板工作在计算机模式,系统总线可达100MHz,有相应的硬盘64M的flash,内存。此处配置为片外192M的Sdram,各种接口等;数字中频板上包含了上行通路所需的芯片AD6623和AD9772,和下行通路的芯片AD6644和AD6624,各芯片的工作模式均可以设置。将此两块板级联工作,用DSP对DDC和DUC进行动态软件配置,同时用高速同步串口和AD6623及AD6624进行144kbit/s基带数据的收发,然后在DSP

综上所述,目前铁路通信正以前所未有的速度向前发展,而软件无线电的高度灵活,可升级性正好能够满足这一需求,是现在以及未来研究的重点,希望国家在这方面给予更多的投入,争取能走在世界的前端。

参考文献:

- [1] 杨小牛,楼才义.软件无线电原理[M].北京:电子工业出版社,2002.
- [2] 奥本海默.信号与系统[M].第二版.刘树堂.西安:西安交通大学出版社,1999.

1 专家系统知识库的组成

1.1 电路图的数据文件

电路数据文件是将电路的网络关系化解成串联或并联的关系。用串联、并联的逻辑关系来进行推理。串联、并联电路之间的逻辑主要是“与”、“或”的关系。如图1所示。

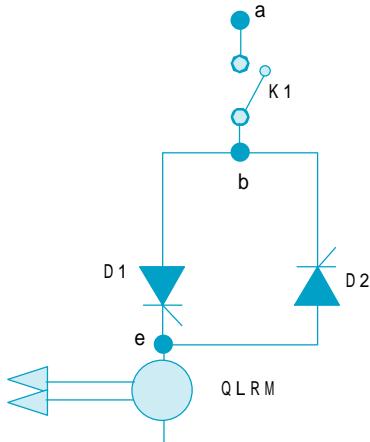


图1 8K机车部分电路图

和逻辑关系表示如下：

b处： $S_b = S_a \&& S_{K1}$

e处： $S_e = S_b \&& (S_{D1} \parallel S_{D2})$

这里， $\&&$ 表示逻辑“与”， \parallel 表示逻辑“或”， S_{D1} 表示 D1 的状态， S_b 表示 b 节点的状态，如此类推。机车电路的得、失电过程在时间上是有一定顺序的，有些支路的得、失电是以其它支路的得、失电为条件的。因此在建立数据文件的过程中，除需考虑支路之间的逻辑关系外，还要考虑时序关系和条件关系。

在本系统中，引入了图元的概念，图元是用户可以操作的不可细分的最小图形单元，在这里指的是电路中的继电器等器件。在建立数据文件时，创建了具有特殊意义的图元 P，它既是支路之间的分界符，也是一个支路的开始符。图元 P 的数据结构的定义包含表现网络关系的参数，用于推理机制的推理，其数据结构如下：前一支路电状态、该节点标识的支路的图元个数、与当前支路并联的支路个数、并联支路第一支路标志、节点位置的横坐标与纵坐标、节点图元在图形库中的位置、与并联支路其它支路的关系。此外还有 0、开关等影响电路状态的器件、L、直流导线、I、交流导线等图元，每一图元的数据结构都包括图元的标注内容及其坐标、图元的位置坐标、

图元在器件库的位置，显示特征作为一体化对象描述出来。

1.2 控制矩阵文件

电路动态仿真的整个推理过程是从器件的物理状态开始的，即通过控制器件的物理状态来控制电路，器件的物理状态 S_{cpj} 是指在指定方向上电流能否流过，可分为通（“1”）、断（“0”）两种。在本系统中，是通过器件的物理状态控制矩阵来实现对器件的物理状态进行控制的，控制矩阵是由能够影响电路状态的图元的物理状态（0 或 1）组成的，第 i 个支路的第 j 个器件 C_{ij} 的物理状态对应于控制矩阵的第 i 行第 j 列的 S_{cpj} ，其表达式如下：

$$S_{cp(n*m)} = \begin{bmatrix} S_{cp11} & S_{cp12} & \dots & S_{cp1m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{cpil} & \dots & S_{cpij} & \dots & S_{cpim} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{cpnl} & S_{cpn2} & \dots & \dots & S_{cpnm} \end{bmatrix}$$

1.3 器件库矩阵文件

我们编写了一个绘图程序，用以在屏幕上进行高分辨率的图形绘制。该程序可以实现对图形库中图形的绘制、修改、拷贝和保存等功能，每个基本图形的线段、圆弧等都是采用最小的图元单位（点）来实现的。因此在图形的放大和缩小时，不会出现吻合不好的现象。基本图形绘制好后，保存在图形库中，用其在图形库中的位置来区分，当图元的状态发生改变时，为了快速而准确地找到与其相对应的图元的位置，我们建立了一个图元矩阵，即：

$$GraphArray_{m*2} = \begin{bmatrix} G_{i1} & G_{i2} \\ \dots & \dots \\ G_{i1} & G_{i2} \\ \dots & \dots \\ G_{m1} & G_{m2} \end{bmatrix}$$

G_{i1} ， $i=1, 2, \dots, m$ ， i 表示图元器件库中的位置， m 是器件库中器件的总数， i 的值为“0”或“1”，表示与当前图元状态相反的图元状态。 G_{i2} 表示与当前图元状态相反的图元在器件库中的位置。例如：器件库中的器件 4，其状态为“0”，在器件库的位置为“4”，与其状态相反的器件在器件库中的位置为“5”，则与其对应的 $G_{41}=1$ ， $G_{42}=5$ ，则 $G_{51}=0$ ， $G_{52}=4$ ，而状态不可改变的器件，其状态始终为“1”，即反状态图元与其相同。这样定义图元矩阵，就可以对屏幕上的器

件任意操作了。

2 传统方法建立知识库的不足

1.) 编写过程复杂。数据文件本身是用一些数字和字母来表示电路的导线、器件及电路的网络关系，对于每幅电路图，它的数据文件都包括几百个图元结构，每个图元在数据文件中是由一条记录来体现的，如图 1 所示的电路，其数据文件编写如下：

P	1	3	1	***	0	710	275	58	0
I	0	0	0	***	0	710	275	710	280
O	0	720	255	K1	1	710	290	291	0

可见,对于图1所示的简单电路,其数据文件已经很大,所以编写数据文件的工作量很大。

2) 不易修改。数据文件一旦完成就不易修改。除修改其本身比较复杂外,改动数据文件还意味着将要改动器件物理状态控制矩阵,电力机车的车型很多,并且在不断增加,各种车型的电路不完全相同,即使是同一种车型的电路也在不断地改进。因此,目前采用的方法通用性差,不适于系统的扩充。

3) 可视性差。这种直接生成电路原理图知识库的方法不够直观，在写知识库的过程中，无法直接看到计算机画出的电路图，因此不能保证根据它画出的电路图布局合理。

4) 在传统的数据文件中,每条记录要求固定的格式,不能添加任何辅助信息,这样其它人员去阅读、修改数据文件是非常困难的。

基于以上原因，我们改进了数据文件的生成过程，借助于 Visio 2002 绘图软件，把电路中的所有元器件以图形的形式存入器件库，在 Visio 2002 的绘图页面，采用可视化的操作，器件和导线的坐标、状态等属性及电路之间的相互关系可自动写入数据文件，电路的推理自动完成，同时数据记录中也可以添加一些注释，便于其它人员的学习和阅读，提高了它的通用性。

3 Visio 2002绘图软件

3.1 Microsoft Visio 2002简介

Microsoft Visio 2002 绘图软件具有强大的绘图功能, 它能够绘制各种各样的专业图形, 生活图形, 工

程技术流程图,工艺流程图和企业组成图等。它还提供了Visual Basic Application (以下简称VBA)的开发环境,这样可以对Visio 2002的图形对象做进一步的开发,完成利用菜单或者其他工具所不能完成的功能。Visio 2002本身提供了一个规范集成开发环境用来作为VBA的开发平台,可以通过在这个平台上编码,来控制图形和绘图页,获取和设置对象的属性,调用程序以及从外部的资源(如数据库)中读取和写入数据,或者实现与其他应用程序的交互。

在编写数据文件的时候，我们选用了Visio 2002，主要因为它有如下几个优点：

- 1) 拖放式绘图, 方便快捷;
- 2) 图形模型丰富, 应用面广, Visio 2002 中包含着机械、电子、建筑等众多设计领域常用图形模型。

3)多种图形建模功能,通过修改已有图形或用绘图工具绘制新的图形,也可以从外界输入图形放入模板中,还具有支持 Microsoft Visual Basic 或 Microsoft Visual C++ 等高级语言建模的功能;

4. 各个图形信息的自动生成。Shape sheet 是 Visio 2002 提供的一种特殊的工具，凡是 Visio 2002 中的对象，包括图形、原件和绘图页等，都对应一个 Shape sheet，它记录了对应对象的信息，如位置、大小、颜色等。通过对 Shape sheet 的读取就可以了解对应对象的属性，通过对它的修改可以改变对应对象的属性。

3.2 宏程序的结构

在 Visio 2002 中用 VBA 编写了一个宏程序，使 Visio 2002 与 Access 2000 数据库相连，在绘图过程中，加入图形时，读取图形信息，进行数据文件的自动生成，从而改进了数据文件的编写方法。

宏程序主要是利用创建的文件本身的性质，在添加每一个图形之后，自动获取图形的各种信息，同时弹出用户窗口，显示添加的图形的各种信息，其中包括如下几项信息：器件在图中的编号，器件在器件库中的位置，器件的横坐标、纵坐标，器件的标注，标注的横坐标、纵坐标，注释的内容（为了便于阅读数据文件而添加的一项），用户可以检查内容是否正确，同时也可以根据自己的需要来修改和添加这里的内容，保存在数据文件中。

运行宏是在 Visio 2002 的 VBA 环境开发的，在绘图文件打开以后，弹出对话框，选择“启用宏”，则在绘图过程中，运行宏就完成了信息的自动写入，同时自动获取绘图页中每个图形的唯一的名字，这样

在改动图形的部分信息后，容易的定位图形，从而在数据文件中找到与图形相对应的记录，进行修改，保持可视的图形文件与数据文件的内容一致。利用图形文件中的每一个器件或导线的唯一的名字，也能方便地在数据文件中查找与之对应的记录，可以在数据文件中对图形文件的图形属性进行修改。直接在数据文件中的修改是不影响图形文件的。

3.3 用Visio实现数据文件的自动生成步骤

1) 创建器件库模板

由于Visio 2002本身没有提供绘制机车电路所需的模板，需要自己创建所需的器件符号。把机车电路图的各种开关、继电器、线圈等基本图形作为图元加入模板中，这些图元是在模具编辑窗口中绘制的或者从其它模板中拷贝过来的，每个图元有自己的名字、大小、对齐方式等属性。在画图时，只要把所需要的图元拖放到图中页面的适当位置即可。

2) 创建电路样板

电力机车的电路图很多，而每幅电路图的绘制方式基本相同，适合采用样板的方法生成。在样板中包含了上述创建的模板。并且为了在绘图时，能将各器件属性自动写入数据文件，在图形文件的电路模板中运行了上面编写的宏程序。这样在绘制机车的每幅电路图时，都会产生对应的数据文件。

3) 电路图的绘制

打开要绘制的图形文件，开始画图，在增加图形的时候，会自动弹出图形属性对话框，让用户确认信息，也可以添加和修改这些信息，用户如果满意，按“确定”，则写入数据文件，如想放弃，按“取消”，则删除刚刚添加的图形，不添加数据记录到数据文件。因为每张机车电路图都是非常大的，每幅图不可能一次就画完。所以，关闭文件停止画图之前，运行的宏会根据每个图形的唯一的标识去重新读取图形信息，自动搜索图形文件中的已经有改变的图形，同时把改变后的相关信息写入数据文件对应的记录。从而保持了可视的图形文件与数据文件的一致性。在下一次绘图开始时，运行的宏会自动统计图形文件中图形的个数，在加入新图形时，它的“器件在图中的编号”将接续下来，这也是该图形在数据文件中相应记录的位置。

4) 知识库的更新

当对原来所绘制的图形不满意时，可打开绘图文件，直接在绘图页上修改，直到满意为止，则所作修改会将数据自动存入数据文件中。提高了文件使

用的灵活性。

我们应用Visio的可视化的绘图的方法绘制了如图1所示的简单电路，同时自动生成了如表1所示的数据文件，节点的数据结构如前所述，对于导线与器件，第1列是在数据文件中的记录号，第2列是图元符号，第3列是标注的方向，第4、5列是标注的横、纵坐标，第6列是标注内容（***表示无标注），第6列是物理状态，第7、8列，对于器件是中心坐标，对于导线是起点坐标，第9列，对于器件是器件库位置，对于导线是终点横坐标，第10列，对于器件无意义，对于导线是终点纵坐标，第11列是图中的唯一的名字，第12列是注释。这样的数据文件便于查找图元，也便于阅读与学习。在进行电路仿真时，直接调用即可。同时根据数据文件可自动生成控制矩阵文件。

表1 应用Visio可视化的绘图方法生成数据文件

611	P	1	3	1	***	0	710	275	58	0	58.520
612	I	0	0	0	***	0	710	275	710	280	Sheet.409
613	0	0	720	295	K1	1	710	290	291	0	291

4 结语

在上述例子中，应用基于Visio的电路仿真专家系统知识库的可视化生成的方法，自动完成了知识库的创建，达到了预期结果，简化了数据文件的生成，提高了工作的效率。同时可以利用VBA的编程环境提供的许多方法和函数来完成更多的功能。该方法利用了Visio 2002绘图软件的可视性，样板和模具的可编辑性，拖放绘图的方便性，运行宏的功能扩展性等。它充分地发挥了Visio 2002的各种优点，由于Visio 2002能够绘制众多领域的图形文件，这种方法就不仅可以用在电路图的知识库的生成，凡是Visio 2002能够绘制的图形文件，需要与数据库相连时，均可使用此种方法。

参考文献：

- [1] 精英科技. Visio 2002 实例教程[M]. 北京:中国电力出版社, 2002.
- [2] 李忠晶. SS4改型电力机车运行及状态仿真教学系统[M]. 北京: 北方交通大学出版社, 2002.
- [3] 潇湘工作室. Deborah Khrata. Visual Basic 6面向对象程序设计[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999.