

# DCEX-Tool 的研究

崔庆岩 张秀屏 丛玉良 王辅春

(吉林工业大学电子系, 长春 130025)

**摘要** 简要介绍了 DCEX-Tool(数字电路专家系统工具)的结构及实现,作为对智能 CAD 的一个探索。

**关键词:** 专家系统; 电路 CAD

电路的计算机辅助设计 CAD,目前得到了广泛地应用,并取得了显著的成效,如模拟电路 CAD 软件 PSPICE,数字电路 CAD 软件 VST 及绘制电路图软件 OrCAD/SDT 等。但这些软件仅仅起到了计算机辅助分析作用,充其量为一工具而已,并不能代替人做设计工作,而人工智能 AI 的兴起,则意味着可以把二者结合起来,做到智能 CAD。

人工智能是研究知识信息的科学,其中专家系统是发展最快的一个分支,也最先进入商品化,建造一个实用的电路设计专家系统有重要意义,它可以用专家水平为用户设计电路,可信度高。

本文论述的是数字电路专家系统工具(DCEX-Tool 的研究,数字电路应用较模拟电路更为广泛,在其设计上更有共性可寻,因此研制此工具更有理论和实际意义,在国内尚未有此方面报道。

## 1 DCEX-Tool 的结构

DCEX-Tool 用 C 语言编写,具有专家系统工具应具备的推理机、知识库和界面的开发功能。

下面给出 DCEX-Tool 的有关定义

### 1.1 模型编译程序

它把专家模型编译送到知识库中,供推理使用。

定义:

MNE:4 个字符长,用于表示 HYPO、ACT 等。

→:连接条件和结论的符号

F、D、H、A 分别代表 FINDING、DEEP、HYPOTHESES 和 ACTION。

## 1.2 知识表示与专家模型

抽象、表示和计算机化专家知识是建造专家系统的基本任务,一般领域知识可以分成三个成分:

- 描述(Description)
- 关系(Relationship)
- 过程(Procedure)

在知识库中,“描述”是用某种语言写成的句子,由基本性质和概念组成,用以确认和区分目标。同时,在知识库中也存在一种特殊的“描述”,称为“关系”。它表示上述项间的关系和联系,而“过程”则是进行推理或解决问题时要完成的一些操作。

DCEX-Tool 的模型由五个部分组成:

### (1)HYPOTHESES

表示专家可能给出的“结论”(Conclusions)集合

例如:

\* \* HYPOTHESES

CONI Design M5 RS-F/F Counter

CONE Design Succeed

### (2)ACTIONS

表示专家可能给出的“动作”的集合

例如:

\* \* ACT

ACT1:Modify No. 1 Gate's Delay

ACT2:Modify RS-F/F's Delay

### (3)DEEP

表示模型中的深层知识,其语法形式相同于 HYPO 或 ACT。

### (4)FINDINGS

它们对于推出“结论”或“动作”是一些很重要的观察,它们以“true”、“false”、“Numerical”等回答。

系统提出的问题,可以分成三种形式:

- CHECKLIST
- Multiple Choice
- Numerical Value

#### ①CHECKLIST

对这种问题,用户的选择不是相互排斥的,用户可以回答一个以上的“true”。

#### ②Multiple Choice

用户对系统提问的这样一组问题,只能回答一个“true”,因为它们之间是相互排斥的。

例如: \* \* MULTIPLE CHOICE

MC11:Select RS F/F

MC22:Select JK-F/F

#### ③Numerical Input

是系统要求用户输入的数值信息,需要回答实数值。

例如:

\* \* Numerical Input

NI01:Input mode number

NI02:Input the Delay Demanded

(5)RULES

它们在逻辑上把 FINDINGS(或 DEEP)同 HYPPOTHESE(或 ACTIONS)联系起来,我们只用一种 F-H。

FH 规则:

这种规则表示 F(D)与 H(A)间或 H(A)与 H(A)之间的逻辑联结。

例如:

H(CON1,T)&F(NI02,B)

—>ACT1,1,0

B=30:50

### 1.3 推理与控制策略

当专家系统与用户完成交互输入后,推理机是按下列次序工作的

(1)首先进行 F(D)→H(A)推理

(2)其次进行 H(A)→H(A)推理

系统得出的可信度,指定在-1,+1之间,“+1”表示“结论”完全被肯定:“-1”表示“结论”完全被否定。

这种推理方式的特点是,对模型的设计者而言,最终结论 CF 的可预测性(PREDICTBICITY)。

### 1.4 系统的调整与跟踪设备

为方便用户使用,调整和精练专家模型,系统提供必要的支持。

### 1.5 界面

该系统允许通过界面与应用领域联系,通过“计算”界面,可与领域的计算过程联结,而“动作”界面,可以把系统同向外发的动作联系起来。

### 1.6 黑板

存放领域信息和系统工作状态,同时也可作为通讯媒介。

## 2 DCEX-TOOL 的实现

数字电路设计是电路设计中占比例很大的一部分设计,数字电路 CAD 软件 VST(Verification and Simulation Tools)是美国 OrCAD System 公司和 Gogesoh Micro Systems 公司于 1987 年推出的逻辑模拟软件包,它可以与 OrCAD/SDT 绘图软件包配合使用,用 OrCAD/SDT 绘好逻辑电路图后,调用 VST 逻辑模拟软件,就可以模拟该电路图具有逻辑功能。

在数字电路设计中,经常要设计时序逻辑电路,时序电路比较复杂,有些问题还没有总结出令人满意的一致设计方法,因此先以同步时序电路为例。

同步时序电路的一般设计方法为下面的流程图:

从下面的这个流程图我们可以看到,对一般用户而言,我们要的只是提出设计要求,提出存贮器型式选择,而目的是要获得最佳的存贮器控制输入及网络输出,至于设计的过程并不需要知道,我们完全可以把这个设计过程“委托”给一个专家系统去做,这个专家系统有丰富的电路设计知识。这样的话可以利用专家的知识来建造成一个优秀的电路。

这个专家系统可以做的很大,也可以做的更向某一领域靠近,当一般用户需求某种电路时,只要输入用户的需求即可得出满意的电路。

特别需要指出的是,在实际问题中,往往要涉及的是用户想要的输出与时钟输入之间的延时问题,任何一个器件都不是一个理想的逻辑部件。这样在电路设计时如何找到合乎延时要求而又经济的器件常常是用户的难题,而专家系统则可以利用其电路 CAD 方面的知识,通过 CAD 的仿真,掌握所需延时与器件延时之间的关系,从而为用户建议一个经济而有效的实际器件。

在异步时序电路中,由于器件的延时时间不一致,存在着竞争的问题,这时最简便的方法是在电路上加一延迟元件来消除竞争。这个延迟元件需加多长时间,同样可以由专家系统来给出。

作者通过以数字电路中最常用的计算器为典型任务,完善了 DCEX-TOOL,初步实现了数字电路设计智能化。

作者通过向专家请教,把专家的知识做成模型,此即知识工程师向专家(书本的知识或专家本人的经验)获取知识的过程,并完成了推理机、界面的机制。

系统的工程过程为用户输入要求:①模数;②同步或异步;③触发器类型选择;④输出与时钟之延时要求。

系统开始工作,为用户完成要求,并给出动作或结论。在系统工作完成后,给出电路图,并给出相应的地器件延迟参数,及推荐符和要求的实际元器件型号。

若经专家系统工作,满足不了用户的需求则系统会发出“设计失败”,这时可停止设计或转到别的专家系统中继续进行设计。例如,若找不到符合用户要求的实际部件,则可转到模拟电路设计专家系统,通过模拟电路专家系统对相应部件的内部电路图进行 CAD 计算,改变某元件参数值,找到满足要求之电路。此过程即和模拟电路专家系统之间进行通信,共同组成电路设计专家系统。

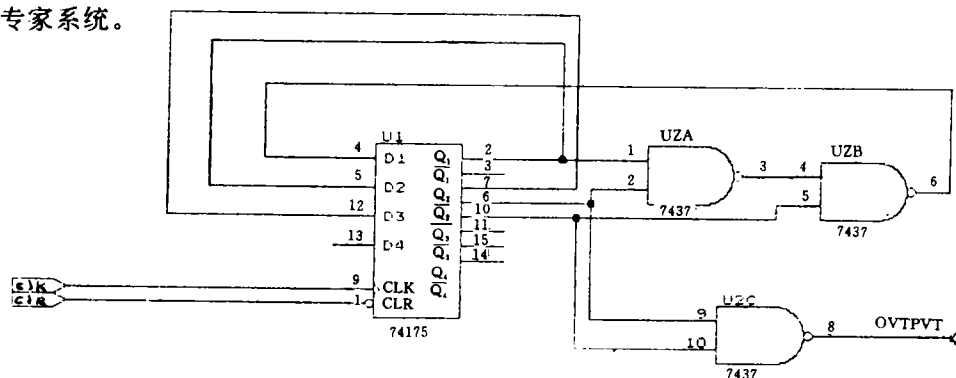
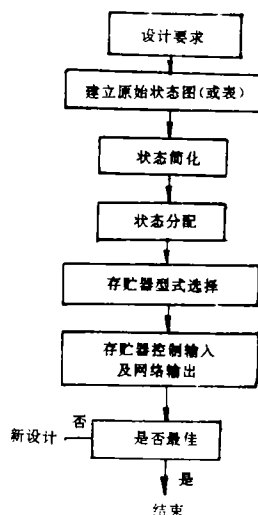


图 1 模 6 同步计数器的电路图



### 3 结束语

DCEX-TOOL 的研制已初步完成,通过对几种计数器电路的调试,取得了满意的结果。本系统较好地解决了延时和竞争的问题。但本系统只能引用专家知识模型,还不能模拟专家的推理过程。但这可与用 PROLOG 语言编写的推理型专家系统相通,共同完成任务。总之,永无止境的人工智能技术,为电路优化设计增添无限的活力。

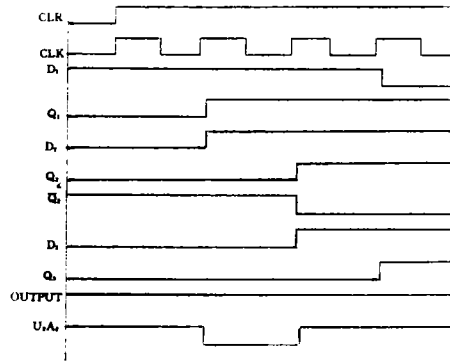


图2 图1电路的波形图(部分)

#### 参考文献

- [1] 冯博琴,实用专家系统.北京:电子工业出版社,1992
- [2] [德]Janson,TURBO——PROLOG 与专家系统.北京:电子工业出版社,1994

### A Study on DCEX-TOOL

Cui Qingyan, Zhang Xiuping, Cong Yuliang and Wang Fuchun  
 (Dept. of Electronics, Jilin University of Technology, Changchun 130025)

#### Abstract

This paper outlines the structure and function of DCEX-TOOL. It is a new way to be intelligent CAD.

**Key words:** Expertise system, Circuit CAD