

建立 PCB 数据库的一种方法及其应用

何 斌 李天祥

摘要 提出一种建立PCB数据库的方法,并且应用此方法建立了Secmai-PCB数据库。

一、引 言

各种版本的PCB设计软件都具有自身的数据库系统。如何在特定的PCB数据库系统下,建立方便和实用的数据库,这是用户最感兴趣的问题之一。本文提出一种具有实用价值的建库方法,并且在Secmai-PCB上进行了实际应用。

二、PCB 设计中各类元件的数学描述

设PCB数据库中的全部元件为域 D ,在 D 上有两个元件集合,离散元件集合(用SC表示),集成元件集合,(用IC表示)。显然在PCB数据库中,SC和IC为有限集合,并且假定 $SC \cap IC = \phi$ 。

由于PCB数据库中的元件都是用一组元件的属性值记录来描述(这种记录可以是字符、整数、图形文件),因此,不妨假设SC的每个元件有 N 个属性,那么SC的第 i 个元件的 N 个属性值分别用 $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{iN}$ 表示。同理,假设IC中每个元件有 M 个属性,那么IC的第 i 个元件的 M 个属性值分别用 $b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{iM}$ 表示。

由上可知,对于SC,有 N 个属性集合存在,用

$A_1 = \{a_{i1}, i = 1, 2, \dots, k\}, \dots, A_N = \{a_{iN}, i = 1, 2, \dots, k\}$ 表示,其中 K 为SC的元件总数。

同理,对于IC,有 M 个属性集合存在,用

$B_1 = \{b_{i1}, i = 1, 2, \dots, t\}, \dots, B_M = \{b_{iM}, i = 1, 2, \dots, t\}$ 表示,其中 t 为IC的元件总数。

由于各种属性值可以用列表表示,因此,可以把 $A_i (i = 1, 2, \dots, N), B_j (j = 1, 2, \dots, M)$ 认为是列向量,且可得出下列矩阵。

$$A = [A_1 A_2 \dots A_N] \quad (1)$$

$$B = [B_1 B_2 \dots B_M] \quad (2)$$

SC, IC的全部元件属性描述,可由(1)(2)表示。其中行表示元件,列表示属性,矩阵的数值表示属性值。

三、一种适用于建立PCB数据库的方法

1. 问题提出

在PCB的数据库建立过程中,由于建立数据库的方法不当,经常出现如下两个问题:

- (a) 出现冗余的图形记录文件
- (b) 难以分辨不同外形的同类元件。

问题(a)将产生冗余的空间,问题(b)将降低用户PCB设计速度。下面对上述两个问题分别讨论并提出一种解决方法。

2. 出现冗余图形记录文件原因及解决方法

在PCB数据库中,不论是SC中的元件,还是IC中的元件,都可用各属性集中的属性值表示,并且各属性之间存在着物理特性约束。因此,元件集合SC的属性集合 A_1, A_2, \dots, A_N 之间必然也存在物理特性约束。换句话说,在 A_1, A_2, \dots, A_N 中,一个或几个属性集合与其它属性集合之间存在着函数关系。同理,元件集合IC的属性集合之间也存在着函数关系。而且,在PCB数据库中,由于物理性质的要求,绝大多数情况下这种函数关系是“一到一”,“多到一”两种映射^[1]。问题(a)就是在建立数据库中,将“多到一”映射作为“一到一”映射处理的结果。特别在PCB数据库不断扩大的情况下,若没有一种方法和自检算法,就很难保证这种问题不出现。为此提出一种方法和自检算法。下面的讨论以元件集合SC为例(IC同理)。

(1) 建库的基本原则

假设 x, y 是两个不同属性集合,并且依据物理特性的约束,存在函数关系。

(a) 若 x, y 的函数关系是“一到一”映射(用 $x \leftrightarrow y$ 表示),那么 x, y 的任意两个属性值不能相同。

(b) 若 x, y 的函数关系是“多到一”映射。(用 $x \rightarrow y$ 表示)那么 x 中有两个以上相同的属性值存在,并且 y 中任意两个属性值不能相同。

(2) 建立PCB数据库的方法

(a) 将元件分为两个元件集合,分别为元件集合SC和IC。

(b) 依据PCB数据库系统的要求,定义对应元件的不同属性,并且构成各种属性集合。

(c) 依据电子元件的物理特性约束,定义具有“一到一”和“多到一”映射的各属性集合之间的函数关系。

(d) 依据建立数据库原则,生成各种图形或字符记录文件。

(e) 用自检算法检验冗余空间并消除。

(3) 自检算法

前提条件:

(a) PCB数据库的记录文件已经生成

(b) 对各属性集合的属性值有读写权,并且对无记录的属性值用零值替代。

算法:假设SC的属性集合 A_1, A_2, \dots, A_N 之间存在一个“多到一”函数关系是 $A_1 \rightarrow A_2$ 。

Step 1 $v = 1, u = 2$

构造矩阵 $A = [A_1 A_2]$

Step 2 若 $a(v, 1) \neq a(u, 1)$ 则去Step 3

否则 $a(u, 2) = a(v, 2), v = v + 1$

若 $v \neq u$ 则

$b_1 = a(v, 1), b_2 = a(v, 2)$

$a(v, 1) = a(u, 1), a(v, 2) = a(u, 2)$

$$a(u, 1) = b_1, \quad a(u, 2) = b_2$$

Step 3 $u = u + 1$

若 $u \neq k$ 则去若Step 2

Step 4 $v = v + 1$

若 $v \neq k$ 则去Step 2

Step 5 结束

上述方法从建库到检验，构成建立PCB数据库的一种系统方法，若函数关系选择正确可以消除全部冗余空间。

3. 用元件不同属性分辨同类元件

在PCB数据库中，有许多同类但其外形尺寸不同的元件。因此，用户在PCB设计过程中容易出现调用元件外形尺寸错误，大大影响PCB设计速度，为了尽量避免这类问题出现。采用元件不同属性值为基础的一种标识元件方法。

方法基本思想，将元件标识名分解为两部，一部标识元件的物理类型（或厂商标识名），另一部采用表示元件外形尺寸的一个或几个不同属性值标识。两部分一起构成元件标识名，即PCB数据库中的元件名。

方法实现：(a) 元件物理类型采用国家标准或国际各厂商标定名称。

(b) 不同属性标识，采用四个基本属性：元件品（或管脚）数、品（或管脚）的分布形状、品（或管脚）间间距、是否标准件标注。

这种标识元件的方法，可以使用户在PCB设计中较快的调用元件，并且减少不必要的重复甚至错误。

四、PCB建库方法在Secmai-PCB中的应用

Secmai-PCB（简称S-PCB）数据库系统，分别有四个记录文件，它们是(a)元件记录、(b)功能记录、(c)逻辑符号图形、(d)元件外形封装图形。其中元件记录文件(a)是(b)、(c)、(d)记录文件的引导文件，它包含了元件在PCB设计中元件的全部属性描述。只要用户正确生成元件记录文件，就可以保证有效地生成其它记录文件。因此，将元件记录文件的部分属性值作为在建库方法中定义的元件各属性值。下面以S-PCB数据库的建立过程为例，说明PCB建库方法。

Step 1 在全部元件域D上，将其分成两个元件集合SC和IC。

Step 2 利用S-PCB元件记录文件提供的属性定义四个属性集合：

(a). 元件标准物理名或国际标准认可的元件名；

(b). 标准或非标准元件品数封装名；

(c). 元件的逻辑符号图形名；

(d). 元件外形封装实际尺寸图形名。

Step 3 根据S-PCB数据库系统的结构，对于元件集合SC，定义属性集合(a)到(d)为“多到一”映射。因为不同离散元件，在PCB中可以采用同一种逻辑符号图形文件记录。对于元件集合IC，定义属性集合(b)到(d)为“多到一”映射，因为在IC中品数相同但元件不同可以有同一外形封装图形记录文件。

Step 4 每个元件采用统一格式命名〔标准名〕+〔品间间距〕+〔品分布形状〕+〔品

数〕 + 〔非标准标注〕

其中〔标准名〕采用国家电子元件标准名或国际认可的厂商标准名;〔品分布形状〕用X、F、Y三个字母分别表示线形状、方形状、圆形状品分布,用 T_n (n 为整数)表示非标准标注。

若元件属于元件集合SC,那么〔标准名〕、〔品间间距〕、〔品分布形状〕为必选项,〔品数〕、〔非标准标注〕为可选项。

若元件属于元件集合IC,那么,只有〔标准名〕为必选项,其它项为可选项。

Step 5 依据建库原则生成元件的逻辑符号图形和外形封装图形记录文件。

Step 6 应用 Apollo-Aegis 系统管理语言生成自检算法模块,以便在每次扩充数据库时进行程序自检。

上述六步组成了 S-PCB 数据库建立和扩充体系,并且达到了消除冗余图形记录文件和减少误调用元件问题。经过实际运行效果显著,可以大大方便用户,并且提高设计速度。

五、结 束 语

本文采用集合论中集合映射理论分析和研究了在PCB建库过程中出现的二个普遍问题,并且提出一种比较实用和有效的方法。通过在 S-PCB 上的应用证明此方法具有实用价值,并且可以推广应用到其它类似PCB数据库系统的数据库建立。

参 考 文 献

[1] J.D.Ullman,《Principles of Data Base System》,Computer Science Press.1980

A Method for Building PCB Database and Its Application

He Bin, Li Tianxiang

Abstract

A method for building PCB database is proposed in this paper and has been applied to build the database of Secmai-PCB.