

全视觉贴片机数据库的设计

周彬^{1,2}, 郭树军¹, 成永红²

(1. 深圳职业技术学院 机电学院, 广东 深圳 518055;

2. 西安交通大学 软件学院, 陕西 西安 710049)

摘要:贴片机作为表面贴装技术中的关键设备,在现代工业大规模生产中起着至关重要的作用。目前国内外发表的贴片机论文大多研究贴片机的视觉系统、优化算法和运动控制方面的内容,而对贴片机软件数据库设计方面介绍甚少。首先介绍全视觉贴片机的功能,再根据功能分析贴片机对数据存储的要求并讨论贴片机数据库的设计方案,最后介绍了一种贴片机数据库原型的实现,该原型在存储数据达两万条时访问时间低于一秒钟。

关键词:贴片机;表面贴装技术;SMT;数据库

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)06-0206-04

Design of Database System for Full-Visual Surface Mounting Machine

ZHOU Bin^{1,2}, GUO Shu-jun¹, CHENG Yong-hong²

(1. Mechanical and Electrical Engineering School, Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, China;

2. Software Engineering School, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: Surface mounting machine (SMM) is key equipment to surface mount technology, and plays a vital role in modern industrial production. In research of SMM, there have been great effort on visual system, optimization algorithm and motion control. But there have few papers about SMM database system design. Firstly, introduce functions of SMM. Secondly, introduce data-storage requirement analysis and SMM database design scheme. Finally, demonstrate how to develop SMM database system in which data access time is lower than one second when record numbers are twenty thousands.

Key words: surface mounting machines; surface mount technology; SMT; database

0 前言

表面贴装技术(SMT, Surface Mount Technology)是一门涉及电子元器件、组装装备、焊接方法等多学科的综合技术,它是20世纪80年代以来国际上最热门的新一代电子组装技术。SMT装配线一般由丝印机、点胶机、贴片机、回流焊等设备组成,其中贴片机是关键的设备^[1]。贴片机属于典型的光机电一体化设备,涉及到精密机械、自动控制、机器视觉以及软件等多个学科。贴片机管理软件是为了保证贴片机的正常工作和维护而设计开发的。文中介绍贴片机管理软件的各项需求,对贴片机管理软件的数据要求进行了分析,并在此基础上进行数据库设计。文中使用的数据表是在数据库辅助设计软件“XTG Data Modeler”中设计的。

1 贴片机管理软件的功能

为了保证贴片机的正常工作,贴片机管理软件必须向用户提供人机界面,方便用户对完成一次贴装任务进行必要的的数据设置,同时在贴装过程中对产生的废料数目、贴装进度等信息进行显示。

贴片机管理软件是直接面对操作者的。由于贴片工艺的复杂性,造成管理软件也很复杂。为了软件研发的顺利和结构清晰,将管理软件划分为多个子系统(如图1所示),每个子系统完成不同的功能^[1,2]:

(1) 信息管理子系统:对贴装工作需要的PCB板详细信息、各种元件信息、照相机驱动轴等设备信息进行管理,包括各种数据的新建、查询、删除、修改等等。

(2) 项目管理子系统:每一个PCB板的贴片步骤作为一个项目,存储有关项目的信息并进行管理,同时提供贴装步骤的优化功能。

(3) 运动控制子系统:对贴片机各个部件尤其是伺服驱动器的控制和管理。

(4) 视觉识别子系统:对贴装的元件进行视觉识

收稿日期:2006-09-07

基金项目:深圳市科技局攻关项目(03KJF042)

作者简介:周彬(1978-),女,陕西西安人,硕士研究生,研究方向为软件工程;郭树军,博士后,副教授,研究方向为自动控制。

别,分析元件的位置偏移以及元件的可用信息。

(5) 人机交互中心:向用户提供人机界面,并根据用户的操作和以上四个子系统进行信息交互。

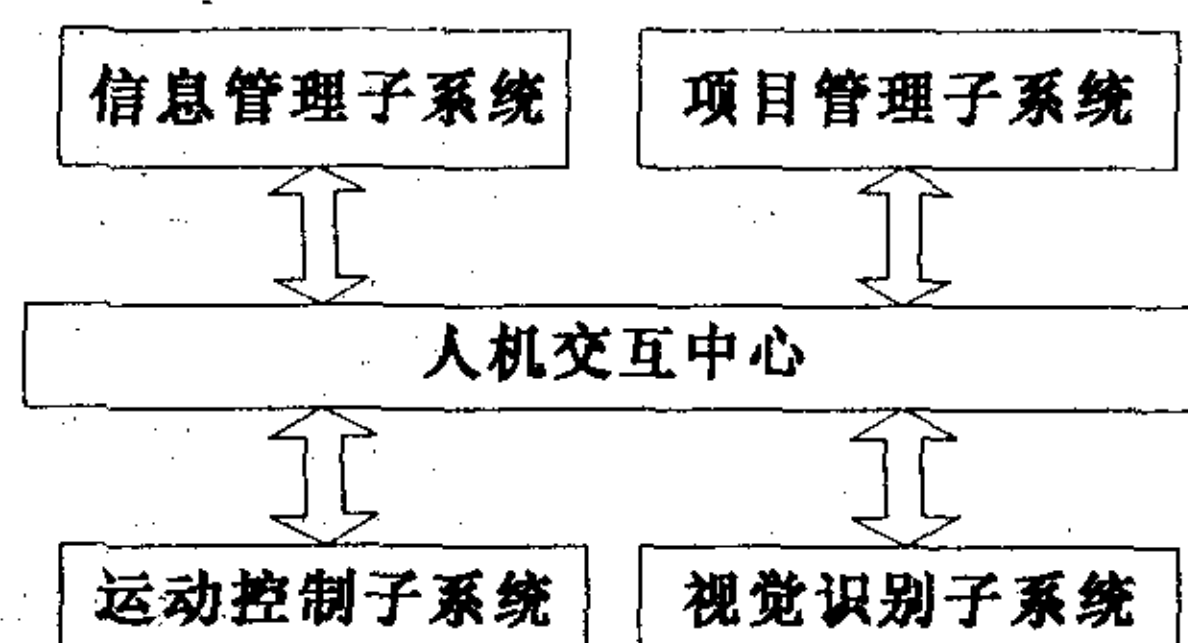


图1 贴片机管理软件结构

从以上的分类可以看出,贴片机管理软件涉及数据存储的有两个子系统——项目管理子系统和信息管理子系统。由于项目管理子系统的存储对象是一个PCB板的贴装步骤,该存储对象具有按项目名访问、修改很少、无共享性的特点,并且存储对象数目不一,故选择文件方式进行存储。对于信息管理子系统,它的存储对象是PCB板信息数据、元件信息数据和设备信息数据,这些存储对象都具有数据结构化、共享性高、独立性高等特点,故对于信息管理子系统采用数据库存储方式进行数据管理。

2 贴片机存储对象分析和数据库设计

数据模型是数据库系统的核心和基础。数据模型应该满足三方面的要求:一是比较能真实地模拟现实世界;二是容易为人所理解;三是便于在计算机上实现^[3]。因为贴片机数据库在一定程度上有着易扩展的特征,所以为了使数据库效率更高、错误更少、更容易维护,建立的贴片机数据表必须至少满足关系数据库的第三范式(3NF)要求。

以下是关于3NF的定义:

1NF:第一范式。是指数据库表的每一列都是不可分割的基本数据项,同一列中不能有多值。第一范式要求消除数据中重复的组。

2NF:第二范式。如果一个表满足第一范式且只包含依赖于主键的列,则满足第二范式。第二范式处理冗余数据的删除问题。

3NF:第三范式。如果一个表满足第二范式,并且表中不包含已在其它表中已包含的非主关键字信息。第三范式规则查找以消除没有直接依赖于第一范式和第二范式形成的表的主键的属性。

由于1NF,2NF,3NF具有包含关系,即 $3NF \subset 2NF \subset 1NF$,所以建立的表只要符合3NF,那么一定符合1NF和2NF。但是为了便于理解和实现,贴片机数据表的设计分别考虑满足1NF,2NF和3NF。

为了保证贴片机的正常工作,信息管理子系统的

存储对象应包括:PCB信息、元件信息、进料器信息、伺服驱动器信息、照相机信息等等。其中PCB信息与元件信息是最重要的存储对象,也是本节重点介绍的内容。

数据库内存储的PCB板信息至少需要包括以下几种信息:PCB板编号、长、宽、高、原点坐标、基准点1坐标、基准点2坐标。其中原点坐标指PCB坐标系的原点在贴片机机械坐标系中的坐标,该信息用于将贴装点坐标从PCB坐标系变换到机械坐标系。基准点1坐标和基准点2坐标分别代表一个PCB板对角线上的两个Mark点在机械坐标系中的坐标,这两个坐标用于定位贴装过程中PCB板位置的偏移量。此外,根据贴片机的复杂程度以及其他需求,PCB信息存储还可能包括原始偏转角度等信息。以上列举的PCB板信息,编号属性可以唯一标识一个PCB板,为PCB信息表的主键。原点坐标如果作为一个属性,那么表中的坐标列将会出现两个值,分别表示X方向坐标和Y方向坐标,不符合第一范式的要求,所以本属性在PCB信息表中需要分成两列。同理MARK1坐标、MARK2坐标也应同样处理。除编号属性外,其他的属性之间没有依赖关系,也不属于任何外表。创建信息表PCB(PCBID, PCBLENGTH, PCBWIDTH, PCBHEIGHT, ORIGINX, ORIGINY, MARK1X, MARK1Y, MARK2X, MARK2Y),其中PCBID(编号)为主键,如图2所示。此信息表每列有且只有一个数据符合第一范式的要求。

PCB	
PCBID	VARCHAR (20)
PCBLength	FLOAT
PCBWidth	FLOAT
PCBHEIGHT	FLOAT
ORIGINX	FLOAT
ORIGINY	FLOAT
MARK1X	FLOAT
MARK1Y	FLOAT
MARK2X	FLOAT
MARK2Y	FLOAT

图2 PCB信息表

元件信息包括两种信息——基本信息和详细信息。其中基本信息至少包括以下几种:元件的编号、长、宽、引脚宽、元件类型。根据元件类型的不同,需要记录的详细信息也不同,比如DUAL型元件需要的信息:引脚数、引脚间距、总宽、跨度、引脚长、引脚宽、加宽引脚宽;ARRAY型元件信息有锡球间距、圈间距、圈数、锡球直径、锡球总数、X方向锡球数、Y方向锡球数;QUAD型元件信息包括X方向引脚数、Y方向引脚数、引脚间距、X方向总宽、Y方向总宽、X方向跨度、Y方向跨度、引脚长、引脚宽、加宽引脚宽。

对于一个元件,上面列举的元件属性有且只有一个值,所以符合第一范式的要求。属性长、宽、引脚宽、元件类型,以及不同类型的详细信息都依赖于元件编号,所以元件编号为元件信息表的主键。如果将元件的基本信息和详细信息都设计到一张元件信息表中,那么对于不同类型的元件因为只使用相应的几个详细信息列而造成大量的数据冗余。

考虑设计的表至少要满足第三范式的要求,将元件信息表分为基本信息表和详细信息表两种。基本信息表只有一个——表 PART (PARTID, LENGTH, WIDTH, FOODWIDTH, TYPE) 用于存储所有元件的基本信息,其中的 PARTID, LENGTH, WIDTH, FOODWIDTH, TYPE 分别表示编号、长、宽、引脚宽、元件类型。详细信息表的数目由贴片支持的元件类型数目决定:表 PARTQUAD (PARTID, Nx, Ny, P, Ax, Ay, Bx, By, C, D1, D2) 用于记录 QUAD 类型的元件详细信息;同样根据具体的信息要求,建立表 PARTARRAY 和表 PARTDUAL 分别存储 ARRAY 类型和 DUAL 类型的元件详细信息。表 PARTQUAD, PARTARRAY, PARTDUAL 都有 PARTID 属性作为外键,引用表 PART 的主键。根据参照完整性原则,表 PARTQUAD, PARTARRAY, PARTDUAL 存在的元件记录必须在表 PART 有相关信息。一个元件根据其元件类型将详细信息写入相应的元件表中,比如 QUAD 类型的元件除了将基本信息写入表 PART,同时将详细信息写入表 PARTQUAD。在实现元件信息表时,应遵循外键的参照完整性原则,即两个表的主关键字和外关键字的数据应对应一致。将元件的基本信息和详细信息分别存储的设计思想,不仅有效减少了一个元件信息表产生的数据冗余,同时易于扩展——如果新增元件类型,只需添加一张新类型元件的详细信息表即可,不影响现有的信息表和关系。元件各类表之间的关系如图 3 所示。

为了使贴片正常运作,通常贴片机的进料器也是可配置的。进料器的类型多样,既可能是带式、杆式,也可以是托盘式^[4],文中仅以带式进料器基本信息为例设计信息表。进料器的数据信息包括进料器编号、位置坐标、所载元件信息。根据第一范式要求,将位置坐标拆分为 X 坐标、Y 坐标和 Z 坐标 (高度) 三个属性。根据第三范式要求,所载元件信息应该只包含元件信息表的主键 PartID,而不应包含其他元件属性。建立表 FEEDER (FEEDERID, X, Y, Z, PARTID), 其中 X, Y, Z 属性为进料器在贴片机机械坐标系中的位置。进料器信息表和元件信息表的关系如图 4 所示。

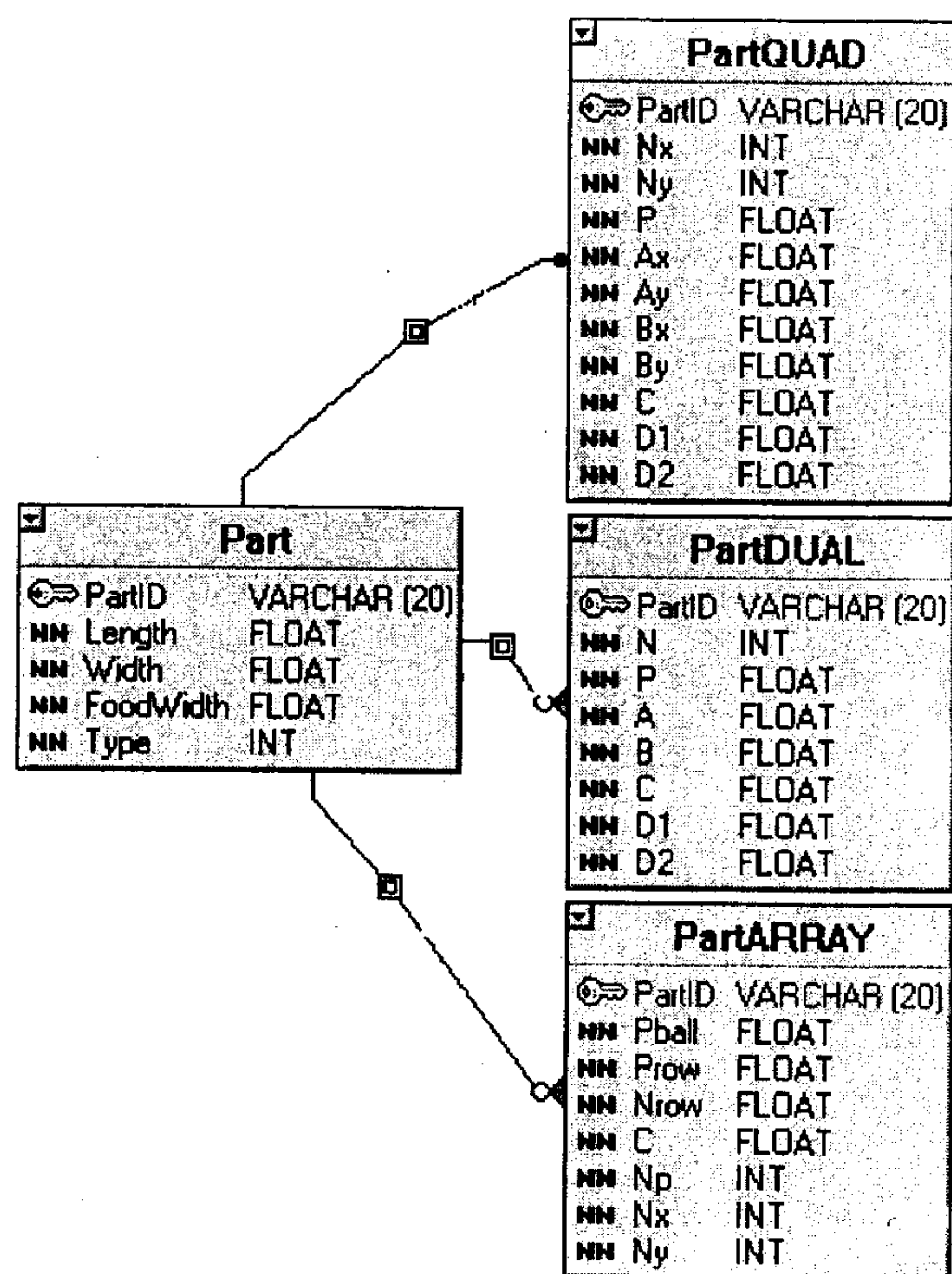


图 3 元件信息表

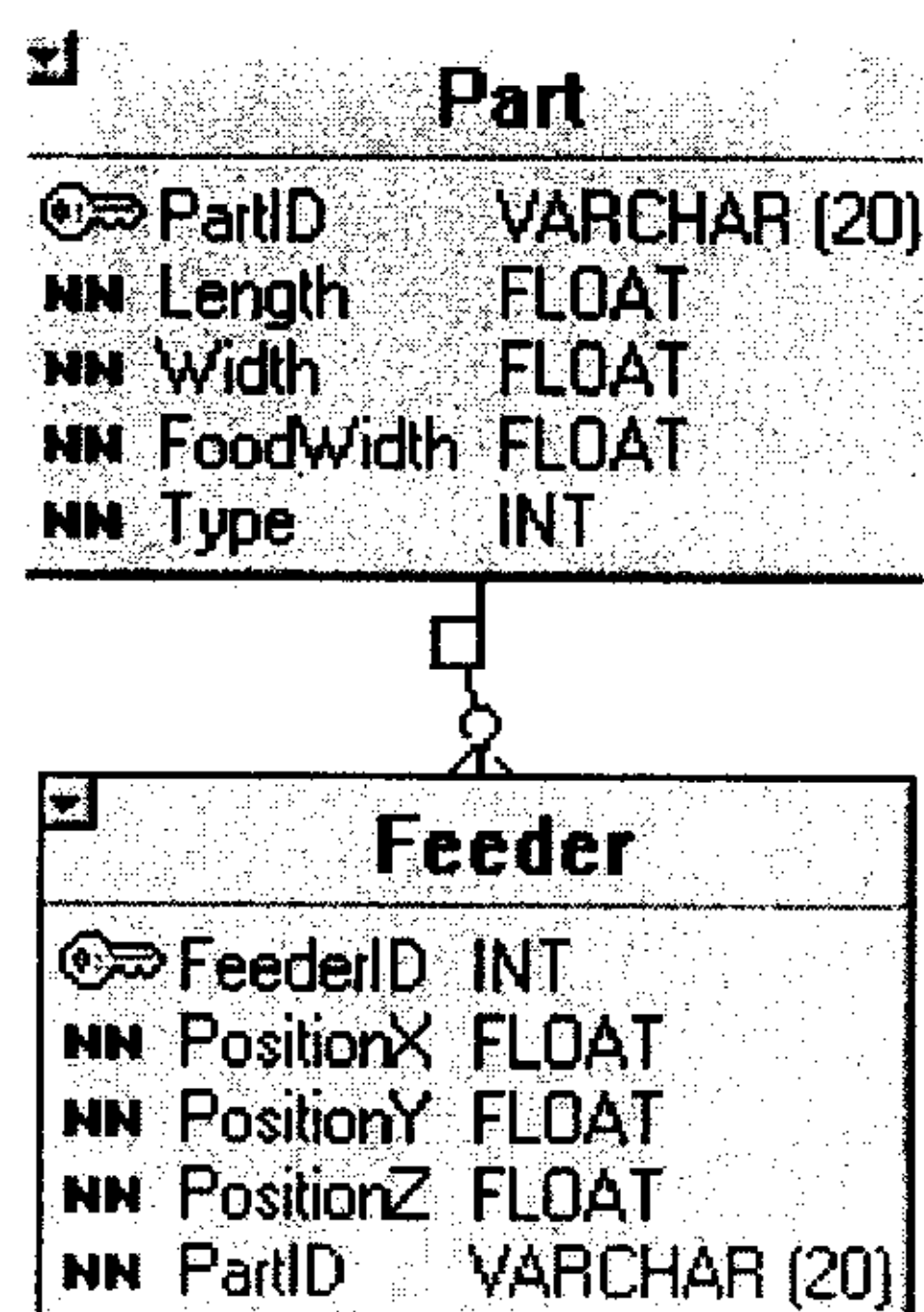


图 4 进料器信息表与元件基本信息表的关系

3 贴片机数据库原型的实现

本节在上一节的存储对象分析和数据库设计的基础上,实现一个贴片机管理软件所需的数据库原型。此数据库仅仅满足全视觉贴片机正常贴装所需的基本功能。其中假设贴片机只支持 ARRAY 类型元件的贴装。

数据库名 PlaceMounter 包含四个表:“PCB”、“FEEDER”、“PART”、“PARTARRAY”。其中“PCB”表存储 PCB 板信息;“FEEDER”表存储进料器信息;“PART”表存储元件基本信息;“PARTARRAY”表存储 ARRAY 型元件的详细信息。建表 SQL 语句如下:
CREATE TABLE PCB (


```

PCBID VARCHAR (20) NOT NULL,
PCBLength FLOAT NOT NULL DEFAULT 0.0,
PCBWidth FLOAT NOT NULL DEFAULT 0.0,
PCBHEIGHT FLOAT NOT NULL,
ORIGINX FLOAT NOT NULL,
ORIGINY FLOAT NOT NULL,
MARK1X FLOAT,
MARK1Y FLOAT,
MARK2X FLOAT,
MARK2Y FLOAT,
PRIMARY KEY (PCBID)
);
CREATE TABLE PART (
    PartID VARCHAR (20) NOT NULL,
    Length FLOAT NOT NULL,
    Width FLOAT NOT NULL,
    FoodWidth FLOAT NOT NULL,
    Type INT NOT NULL,
    PRIMARY KEY (PartID)
);
CREATE TABLE PARTARRAY (
    PartID VARCHAR (20) NOT NULL,
    Pball FLOAT NOT NULL,
    Prow FLOAT NOT NULL,
    Nrow FLOAT NOT NULL,
    C FLOAT NOT NULL,
    Np INT NOT NULL,
    Nx INT NOT NULL,
    Ny INT NOT NULL,
    PRIMARY KEY (PartID)
);
CREATE TABLE FEEDER (
    FeederID INT NOT NULL,
    PositionX FLOAT NOT NULL,
    PositionY FLOAT NOT NULL,
    PositionZ FLOAT NOT NULL,
    PartID VARCHAR (20) NOT NULL,
    PRIMARY KEY (FeederID)
);
ALTER TABLE PARTARRAY ADD FOREIGN KEY (PartID)
    REFERENCES Part ON DELETE RESTRICT;
ALTER TABLE FEEDER ADD FOREIGN KEY (PartID)

```

REFERENCES Part ON DELETE RESTRICT;

在 Microsoft Access 中创建上述表,使用 Visual C++ 6.0 的 ODBC 方式访问贴片机数据库。当 PCB 信息表数据达到 20000 条记录时,读取全部 PCB 信息表的数据访问时间为 0.3 秒;当 PART 元件信息表和 PARTARRAY 表数据分别为 20000 条记录时,查找一个元件的基本信息和详细信息共需要 0.9 秒;FEEDER 表数据量同样在 20000 条时,读取全部进料器信息时间为 0.3 秒。在实际贴片机运行过程中,贴片机数据库每张表信息最多有一千行记录,而实际记录一般是几百条记录。由以上测试结果可知,文中设计的贴片机数据库在结构、访问速度方面满足贴片机工作的需要。

4 结束语

贴片机作为当前制造行业主流生产设备,有着广泛的使用空间。而我国的贴片机研究和开发与国外厂商还有相当大的距离^[5]。视觉系统、运动控制和管理软件为全视觉贴片机研发的重点和难点。贴片机数据库设计作为管理软件的一部分,在软件开发中占有相当大的比重。介绍了研发全视觉贴片机管理软件的过程中贴片机数据库的一些设计思想,文中设计的贴片机数据库原型已经在实际研发的贴片机软件中得到应用。在选择贴片机数据库时,通常选择关系数据库,其原因在于工业管理软件涉及的数据存储对象具有不太复杂、实时存储要求不高的特点。

参考文献:

- [1] 程志国,孙小文,莫锦秋,等. 全视觉贴片机的控制系统设计[J]. 计算机测量与控制,2005(7):665-667.
- [2] 胡跃明,杜娟,吴忻生,等. 基于视觉的高速高精度贴片机系统的程序实现[J]. 计算机集成制造系统-CIMS,2003(9):760-764.
- [3] 萨师煊,王珊. 数据库系统概论[M]. 北京:高等教育出版社,2000:169-176.
- [4] Sunsang. 高速贴片机 CP45 应用说明书[M]. [出版地不详]:三星泰科株式会社,2003.
- [5] 宋福民,张小丽,马如震. 全视觉贴片机研制解析[J]. 电子工业专用设备,2003(4):79-84.

(上接第 205 页)

- [3] Li M, Walker D W, Rana O F, et al. Migrating legacy codes to distributed computing environments: a CORBA approach[J]. Information and Software Technology, 2004, 46: 457-464.
- [4] 张新猛,周安宁. 基于 Java/CORBA 的多层 web 应用系统

研究与实现[J]. 计算机应用研究, 2005(3): 226-228.

- [5] 任晓蕾. 基于 Java/CORBA 的 GIS 网上信息发布系统[J]. 计算机工程, 2002, 28(2): 129-130.