

# 全口义齿计算机辅助设计系统的研制与应用

华先明 程祥荣

**摘要** 目的:利用知识库开发一套实用的全口义齿计算机辅助设计/制作(CAD/CAM)系统。方法:由三维坐标测量机(3DCMM)获取无牙颌、髁托等模型的三维信息,运用B样条方法建立全口义齿的数学模型。共设置8个功能模块:测量模块、数据转换模块、曲面造型模块、基托生成及编辑模块、排牙方案及编辑模块、结果输出模块、动态模拟模块和管理模块。结果:建立由3DCMM,8个功能模块和数据库组成的全口义齿计算机辅助设计软硬件系统。完成全口义齿计算机辅助设计及三维显示。结论:本系统的建立为全口义齿CAD/CAM系统的开发奠定了基础。  
**关键词** 计算机 全口义齿 义齿设计

## Development and Applications of a Computer Aided Complete Denture Design System

Hua Xianming, Cheng Xiangrong

College of Stomatology, Wuhan University

### Abstract

**Objective:** The purpose of this study was to develop a practical CAD/CAM system with knowledge databases for complete denture. **Methods:** A three-dimensional coordinate measuring machine (3DCMM) was used to collect three-dimensional information of edentulous models and bite plates and the mathematics model of complete denture was established using B-Spline method. This system was established by using eight functional models: the measuring model, the converting data model, the constructing curve-surface model, the producing base and the editing model, the arranging artificial and the editing model, the outputting income model, the imitating dynamic model and the managing model. **Results:** (1) The soft and hard system of a computer aided complete denture design (CACDD) was established, including 3DCMM, 8 functional models and databases. (2) A CACDD system and the three-dimensional demonstration were completed. **Conclusion:** This system lay down the foundation for setting up the computer aided complete denture design/manufacturing system.

**Key words:** computer complete denture denture design

随着计算机图形学的不断完善,计算机辅助设计(computer aided design, CAD)已广泛用于各个领域。国内外文献已有很多报道<sup>1~3</sup>。本系统成功地实现了对全口义齿的设计,现报告如下。

### 1 全口义齿 CAD 系统的设计与实现

#### 1.1 系统的设计思想

研制全口义齿 CAD 系统的目标是开发出实用的全口义齿的 CAD/CAM 系统。因此,从整体上看,设计不仅要考虑全口义齿的 CAD 系统,而且更需考虑全口义齿的 CAM 系统,不应该将系统设计成彼此无法联系的若干孤立分散的子系统。总体策略是运用三维坐标测量机(3 dimensional co-

ordinate measuring machine, 3DCMM 德国产)获取无牙颌模型的三维(3D)信息,并将信息作为数据流贯穿于全口义齿的 CAD 系统的全过程,且能流向全口义齿的 CAM 系统。

#### 1.2 系统的设置及功能模块

本系统的设置见图 1。此系统的 8 个功能模块是通过储存在数据库中上下无牙颌模型、髁托等的 3D 座标数据信息联系在一起的独立、开放且功能不同的子系统。

**测量模块:** 3DCMM 能对无牙颌模型、人工牙、髁托等进行精确的 3D 测量,并能将曲面片测量后所得的有序数据点的 3D 座标信息转化为 DXF 数据文件。**数据转换模块:** 将测量模块获得的 DXF 数据文件转换成曲面造型模块能识别的格式。**曲面造型模块:** 本模块是采用形状表示来设计表达一张曲面。**基托生成及编辑模块:** 上下颌基托是由上下颌虚拟模型向髁方均匀增厚 2mm 而成。用户可进行修改。**排牙方案及编辑模块:** 应用仿射变换和投影变

换完成人工牙的排列。结果输出模块:能显示上下无牙颌虚拟模型、人工牙、基托和已完成设计的全口义齿等的虚拟图像。动态模拟模块:应用矩阵完成,可简单模拟开闭口运动。管理模块:能提取数据库中各患者的设计结果,供修改、删除、查询和输出。

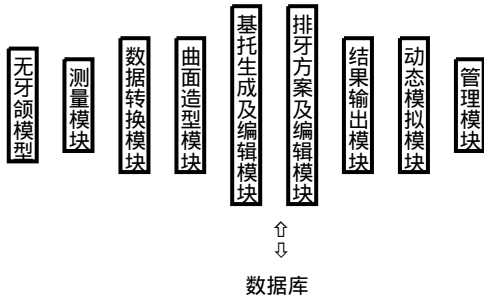


图1 系统的设置(8个功能模块)

### 1.3 虚拟模型(图像)曲面上点的确定

上下无牙颌、人工牙、基托等的虚拟图像都是应用 B 样条方法,对曲面的数据进行两个方向(u,v)的参数化,根据曲面的网格型值点反求曲面的控制顶点而得到的。曲面的数学模型是双三次 B 样条曲面,所使用的网格型值点来自 3DCMM 对已知曲面的测量数据。

给定  $(m+1)(n+1)$  个控制顶点  $d_{ij}, i=0,1,\dots,m; j=0,1,\dots,n$  的阵列,构成控制网格,曲面上点的方程为:

$$P(u,v) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n d_{ij} N_{i,3}(u) N_{j,3}(v)$$

其中  $m, n$  为行列型值点个数, B 样条基  $N_{i,3}(u), i=0,1,\dots,m$  与  $N_{j,3}(v), j=0,1,\dots,n$  分别由节点矢量  $u$  和  $v$  按德布尔-考克斯递推公式决定<sup>4</sup>。

### 1.4 上下颌位关系匹配

上、下无牙颌模型的 3D 数据分别与髁托的上、下组织面的 3D 数据拟合后,上、下颌骨的位置关系便被确定下来。

### 1.5 系统的完成

应用 C 语言, FoxPR2.5 和 ACAD 软件包联合编程。静态数据库中存放有一组人工牙数据。采用十字链表的方式描述系统数据。

## 2 全口义齿 CAD 系统的临床应用评价

本研究建立起的由 3DCMM 获取 3D 数据, 8 个功能模块和数据库组成的全口义齿辅助设计软件系统经过对无牙颌、髁托等模型的实体 3D 测量,再到成功完成全口义齿人工牙的排列<sup>5</sup>,本系统结构完整,用户界面良好,操作方便,图像色彩逼真。

每位患者的无牙颌模型、髁托在 3DCMM 测量后,经测量模块,数据转换模块和曲面造型模块处理后能在计算机屏幕上显示相应的 3D 虚拟图像。用户可随意变换方位进行观察,并可得到虚拟图像

上任何一点的 3D 座标以及任意两点间的距离。

在基托生成及编辑模块中,计算机能将处于正中关系位的上下颌基托的牙槽嵴顶线投影到  $xoy$  平面上,得到排牙参考线。用户可根据牙弓的对称性与适配性进行修改。非组织面的基托可以经过拖动局部点的位置,使其与人工牙接触良好或增加(减少)基托局部厚度。

在排牙方案及编辑模块中,用户可根据全口义齿排牙原则和方法在排牙线上按顺序排列人工牙。也可通过对人工牙数据的放大和缩小来调整牙弓的长度和上下牙槽嵴间的距离。在  $xoy$  平面上,用户可移动单颗牙或一组牙以实现个别患者的特殊要求。直视下可方便地调整上下牙的尖窝关系,而传统方法无法做到。用户可以对单颗牙、一组牙或整个牙列进行平移和旋转变换。本系统的各模块可反复调用,为临床教学提供了极大方便。患者戴用全口义齿前就能了解即将戴用的义齿,增加了知情权,融洽了医患关系。完成设计后的全口义齿可在结果输出模块中显示,并能在任意方向上进行观察,用户可消除图像的隐线。动态模拟模块可简单模拟开闭口运动。本系统能将不同的文件名同患者的编号、姓名一起存入数据库,作为索引文件。由于全口义齿的 CAM 系统是严格按照 CAD 系统设计的方案进行的。因此,完成设计后的全口义齿数据可供 CAM 系统使用。

## 参考文献

- Maeda Y, Minoara M, Tsutsumi S, et al. A CAD/CAM system for removable denture. Part I: fabrication of complete denture. *Int J Prosthodont*, 1994, 7(1): 17
- Kawahaka M. Development of the dental CAD/CAM system. *Osaka Daigaku Siga Zasshi*, 1990, 35(1): 206
- Rekow D. Computer-aided design and manufacturing in dentistry: A review of the state of the art. *J Prosthodont*, 1987, 58(4): 512 ~ 516
- 吕培军, 李国珍. 计算机辅助设计在全口义齿排牙的应用. *中华口腔医学杂志*, 1992, 27(3): 134 ~ 136
- 吕培军, 李国珍, 王勇, 等. 智能专家系统在口修复中的应用. *中华口腔医学杂志*, 1996, 31(6): 367 ~ 369
- 李锦标, 顿长德, 高平. 计算机辅助设计专家系统在口腔可摘局部义齿中的应用. *口腔医学纵横*, 1996, 12(2): 118 ~ 119
- 施法中主编. 计算机辅助几何设计和非均匀有理 B 样条. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1994: 298
- 程祥荣, 华先明, 华中平, 等. 计算机辅助全口义齿人工牙的排列研究. *中华口腔医学杂志*, 2000, 35(2): 147 ~ 149  
(1999-11-17 收稿, 2001-03-09 修回)

(本文编辑 邓本姿)