

智能化变焦距镜头光学 设计系统JEX-1

翁志成 陈志勇 任 涛 丛小杰 杨宇红
姚玉川* 赫枫龄* 李春平* 李媛媛*

摘要 介绍了一个智能化变焦距镜头光学设计系统 JEX-1, 对 JEX-1 系统的知识组织方法, 系统的组成与实现特点, 控制与策略, 作了详细论述, 并以一运行实例加以说明。

关键词: 光学设计; 人工智能

一、引 言

光学系统设计是一项极其复杂的任务, 具有较高的抽象性, 并要求创造性。其过程是一个反复的“试行—错误”过程(Trial and error process)。人们通常采用启发式规则, 经选择初始结构, 优化平衡, 像质评价来完成光学系统设计工作, 这不仅计算量大, 并需要光学设计专家丰富的理论知识和经验。

近年来, 随着计算机的普及, 光学设计中已普遍采用了计算机辅助设计手段。但是当今所用的光学设计CAD软件, 毕竟是一个有效的辅助性工具, 只体现了光学设计中的光学计算理论, 尚未涉及到光学设计的经验知识。因此, 只能为具有设计经验的人员所使用, 并且需要一定的计算机专业知识训练。

如何利用现有的光学设计CAD 软件和支持系统, 建造一个能进行高质量的复杂光学设计专家系统, 进而实现光学设计自动化, 是一个有着理论与实际意义的方向性研究工作。为此我们研制并实现了智能化光学设计系统 JEX-1。这是一个集成化智能系统。它采用大规模的知识集成环境, 由若干符号推理系统、数值计算系统以及其它软件组成。其实现的基本思想是(1) 把整个光学系统设计任务分解为若干个独立的子任务; (2) 每个子任务由单一的专家系统完成; (3) 这些专家系统相互协调共同解决整个光学系统设计任务。

将分别介绍 JEX-1 系统的知识组织方法, 系统的组成与实现特点, 控制与策略, 以及系统运行实例分析。

二、JEX-1系统的知识组成

光学设计领域涉及到许多学科知识。如光学知识、机械设计知识以及计算机科学知

注: * 工作单位为吉林大学

等。知识的种类很多，知识的形式也多种多样。面对这些复杂的、大量的知识，必须找到减少复杂性的方法，以便人和机器能够有效地处理它们。

JEX-1 系统是采用知识分层次抽象、表示并组成统一的知识表示结构的方法。系统的知识在三个层次的空间进行抽象。如图 1 所示。

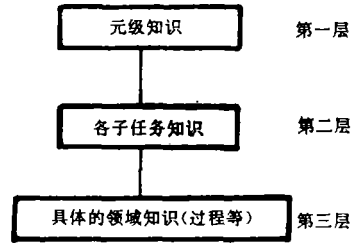


图 1 知识的抽象层次

第一层 元级知识

把人类专家解决问题的基本知识加以抽象，并模型化表示在元知识模型中。主要有：

(1) 子任务调度知识，即专家何时调用哪个子系统来解决问题的知识。

(2) 协调各子系统的知识。

(3) 判断任务何时结束的知识。

第二层 各子任务的知识

由于整个设计任务分解成多个子任务，那么我们可以对完成各子任务的知识进行抽象表示。除领域知识外，还包括：

(1) 专家的定性（经验）知识

(2) 定量计算知识

(3) 使用CAD软件的知识与经验

它们都可以表示在各自的专家知识模型中。

第三层 具体领域的知识

它作为第二层的支持部分，是领域的具体知识，表示为各子系统可以直接调用的功能模块，过程和工具。通过各子系统的动作解释子程序，加以利用。

这种知识表示的方法具有把复杂问题简化，各部分知识分别抽取，层次清楚，便于扩充与修改等优点。

三、JEX-1系统的组成及其实现特点

我们把整个光学设计任务分解成若干个子任务。这些子任务在控制机构协调下，合作完成整个设计任务，并相应地采用集成的层次化结构方式，即把系统划分为三个层次：顶层、中间层和底层。如图 2 所示。

顶层：元专家系统EX-0

这是一个全局控制专家系统，用于控制、协调各专家系统工作，以使共同完成任务。EX-0 的知识库装有专家如何利用各专家系统协调工作以解决整个任务的知识，即决定何时调用哪个专家系统工作，以及何时完成任务的知识。

全局黑板GGB是为实现各专家系统之间的协同工作而引入的机构。

中间层：多个专家系统

根据目前情况，整个任务由四个专家系统完成。下面分别阐述每一个专家系统完成的任务。

(1) EX-1

这是选择镜头初始结构的专家系统。它把专家选初始结构的经验知识模型化，系统能够

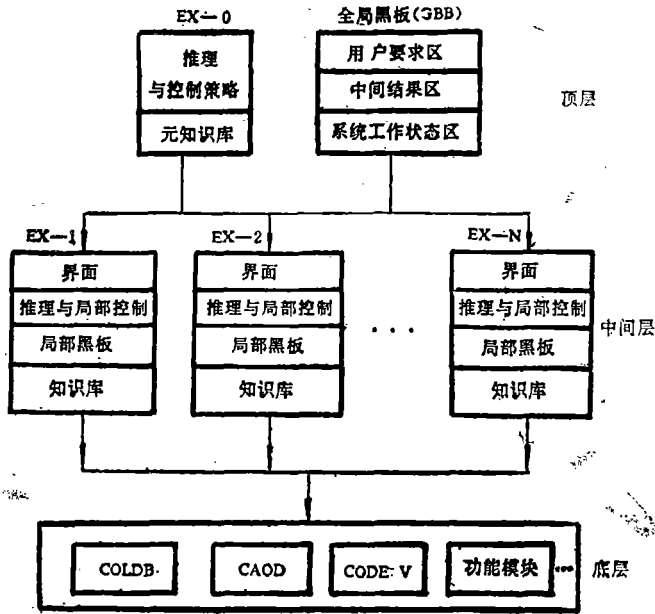


图 2 JEX-1 系统结构框图

根据用户的要求从镜头数据库中选出已设计好的镜头作为要设计的初始结构。

(2) EX-2

这是优化平衡专家系统。它利用大型光学CAD软件CODE V对由EX-1透出的或者由EX-4计算出的初始结构进行平衡调整，使其满足用户的基本要求。系统中装有专家如何使用CODE V进行优化的知识，其结果是优化成功、满足用户初级像差要求的光学系统，或不能完成优化，或建议重新选初始结构，或建议重新做高斯光学计算。

(3) EX-3

这是像质评价专家系统。对EX-2优化的结果进行全面评价。系统中装有评价与改善像质的知识。系统给出的结果是：如果像质满足用户的基本要求，则可进行机械结构设计。如像质不满足用户要求，则提出重新优化的方向，或者建议重新选初结构，或者建议重新进行高斯光学计算以得到初始结构。

(4) EX-4

用于当EX-1从镜头数据库选初始结构失败时，设计出一个初始结构的专家系统。由于镜头数据库中镜头分布的不连续性，有时对用户的特定要求选不出来合适的初始结构，此时就必须根据用户要求，利用专家知识和高斯光学与像差理论计算出初始结构。

底层：光学设计支持软件

它们是用于光学设计的CAD软件或者已研制的光学功能软件，可以被各专家系统直接调用。

(1) COLDB

它是为EX-1提供镜头初始结构的镜头数据库，同时也可存贮设计好的结果。

(2) CAOD

它是中科院长春光机所研制的光学设计CAD软件。

(3) CODE V

它是大型光学设计CAD软件，用于优化和像质评价。

(4) 光学设计功能模块

系统中包括许多研制的功能模块，如扩缩、换材料和换结构等。

四、JEX-1系统的控制与策略

一个大型的智能系统往往要求一个特殊的较为复杂的控制策略。JEX-1 系统是一个集成化的智能系统，在光学设计软件的支持下，多个专家系统协作解决复杂的领域问题。因此，该系统的控制策略关键在于如何解决多个专家系统的协作问题。

我们采用以下控制策略

• 层次的，分布式的控制策略，根据我们的问题，把系统的控制机构划分成两层：全局控制层和局部控制层。为构造各层的控制器，首先把整个系统划分成多个子系统，然后针对每一子系统设计其控制器。

• 各子系统共享全局黑板(GBB)的信息。

• 各子系统间的通讯需要借助于GBB，它们之间不能直接通讯

集成化智能系统控制的关键在于如何组织一个元系统。可以把元系统当作是一个元级知识的控制机构，它本身可以是一个专家系统其主要功能有：

(1) 在集成化智能系统中，协调所有的符号推理系统和数值计算程序等。

(2) 在集成化智能系统中，提供并行处理可能性。

(3) 控制各符合推理系统间的通讯

各子任务的协作，通过通讯能够共享全局存贮信息，传送信息或两者的结合。共享全局存贮信息和实现各子任务间的通讯是利用黑板结构完成的。

黑板是系统的中心数据存贮器。一组独立的，但需协调解决问题的专家系统，可以通过黑板传送数据。在JEX-1系统中，采用两级黑板结构：全局黑板(GBB)和局部黑板(LB-B)，共同管理和维持各子系统及其间的信息通讯。

五、JEX-1系统运行实例

JEX-1系统一般经过输入用户要求，查询数据库，选取初始结构(EX-1)，优化(EX-2)和像质评价(EX-3)而完成。下面以一个具体实例说明

假设用户要求设计一个焦距从10mm到60mm的焦距 2/3in 的电视镜头，要求数值孔径 FNO为 2，总长度不超过150mm，像距大于23mm，并满足各种加工要求（如凸轮曲线光滑，镜片中心厚，边厚有一定的约束），像质要求如表 1。

表1

	10对线	30对线
轴上	0.7	0.5
轴外	0.7	0.165
畸变	<3%	

表2

用途:	8
Error function:	50
Zoom-ratio :	7
EFL :	14
FNO :	2
OAL :	150
APE :	E
IMD :	23
OBJ :	E
DISTDR :	3

启动JEX-1系统, 将上述要求写成查询条件为(表2)。

将这些条件输入后, 系统开始工作, 首先进行查询, 得到一个接近的原始镜头数据文件CIP001.3Z2接着启动EX-2系统进行优化, 最后启动EX-3系统进行像质评价, 得出符合要求的结论, 并显示最后结果。图3是光学系统结构图。

图4是系统的光学传函图。从图上可以看出, 在频率10处, MIF值 >0.7 ; 在频率30

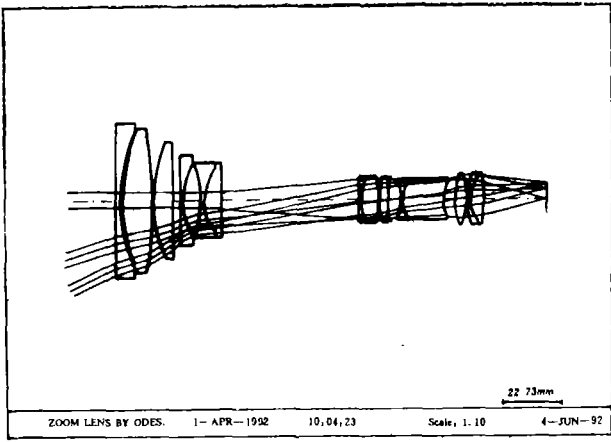
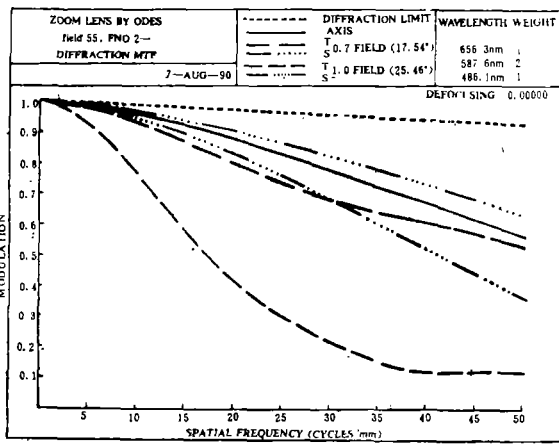


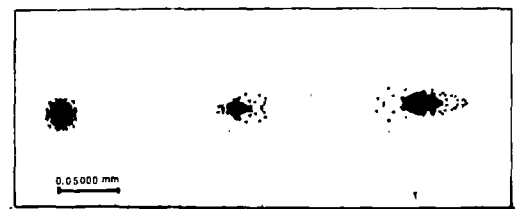
图3 光学系统结构图

处, MIF值 >0.5 , 像质符合要求。

六、结 论



(a)



(b)

图4 (a)光学传函图, (b)点列图

智能化光学设计系统JEX-1运行于Micro-VAX II计算机系统中,在光学镜头数据库COLDB以及国际上先进的大型光学CAD软件CODE V等软件系统支持下,实现了光学设计的自动化。目前,该系统由四个专家系统以及相关领域功能模块组成,由一个元级专家系统EX-0作为全局控制部分。其基本特点是:

- 包含一组独立但又协作解决问题的专家系统。
- 元系统作为全局控制结构,控制与协调多个专家系统工作。
- 黑板作为全局数据结构,是各专家系统通讯媒介。
- 领域知识被组织成功能块和过程。

使用这种框架,可以集成不同的知识表示和推理技术,能够使许多不同的软件模块协作解决复杂的科技领域问题。因而,这是一种很通用的知识系统结构,可作为研制高性能专家系统的通用配置。

JEX-1系统结构的层次性与模块性,也为专家系统的研制与应用提供了高度的灵活性。当然,为了取得进一步的成果,还有很多工作要做,特别是有关光学知识的获取与模型化是一个长期的、反复的任务,需要领域专家的密切合作,坚持不懈地进行下去。

参 考 文 献

- [1] R. Barry Johson; «International Lens Design Conference», USA, 1990
- [2] Scott W. Weller; «International Lens Design Conference», USA, 1990
- [3] M. Rao; Eng. Appli. of AI, 3, Dec. 255, (1990)
- [4] Z. Weng, Y. Yao; SPIE, 1991, 7
- [5] Y. Yao, Z. Weng; Integrated Intelligent System Optical Zoom Lens Design, Orlando, USA, April. 1992

JEX-1-An Intelligent Zoom Lens Optical Design System

Weng Zhicheng, Chen Zhiyong, Ren Tao, Chong Xiaojie,
Yang Yuhong, Yao Yuchuan, He Fengling, Li
Chunping and Li Yuanyuan

Abstract

This paper introduces an intelligent zoom lens optical design system, JEX-1, which makes optical-design more easily.

the emphasis is on knowledge organization method system's architecture and realization and control strategy.

Key words: Optical Design, AI