

基于功能面的产品布局与人机工程协同设计的研究

唐 明 孙守迁 潘云鹤

(浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室, 浙江大学计算机系, 杭州 310027)

摘 要 在产品概念设计中, 布局设计和人机工程设计是两个相互影响和制约的设计过程. 为了将这种布局设计和人机工程设计协同起来, 将功能面作为概念设计任务分解的依据, 并在此基础上提出了基于功能面的协同概念设计过程和方法, 以及布局设计和人机工程协同设计模型的形式化描述方法, 最后结合摩托车的概念设计实例给出了一个计算机支持的布局和人机工程协同设计系统的实现方案.

关键词 概念设计 布局设计 人机工程设计 协同设计

中图法分类号: TP391.72 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2001)06-0604-04

Research on Function-Face-Based Product Layout and Ergonomics Cooperative Design

TANG Ming, SUN SHOU-qian, PAN Yun-he

(State Key Laboratory of CAD&CG, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

(Department of Computer Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract With the development of CSCW techniques, applying cooperative design methods into conceptual design is a hot and interesting research project in product design area now. Layout design and ergonomics design are two sub-processes of conceptual design which affect and restrict each other. Function-face is a significant concept in the area of industrial design. It is classified as physical function-face and physiological and psychological function-face. Function-face can be used to characterize the relationships of the product components and the human. In order to cooperate layout design and ergonomics design, the function-face is adopted as the basis to distribute the conceptual design tasks, and the function-face-based cooperative design process and method are put forward. According to the characters of layout design and ergonomics design, a description method of computer supported cooperative design model is introduced. This design model can suit the changes in cooperative design. Finally, an applicable scheme of the computer supported layout ergonomics cooperative design system in motorcycle design is described. This system is based on Client/Server mode and consists of a layout design client, an ergonomics client and a cooperation server.

Keywords Conceptual design, Layout design, Ergonomics design, Cooperative design

0 前 言

通常, 产品设计过程由 3 个阶段组成, 第一阶段是产品设计需求的描述, 第二阶段是概念设计, 最后一个阶段是详细设计, 其中, 概念设计是设计过程中至关重要的一环, 因为产品的功能和成本基本都在此

阶段被确定. 在概念设计阶段, 不仅需要从功能、原理、布局、外形、人机工程等方面进行创新设计, 而且还需要综合考虑市场需求、材料、结构和制造等因素, 因此, 这一阶段也是最能体现群体智慧的阶段.

随着 CSCW 技术的发展, 协同设计逐步由详细设计阶段向概念设计阶段推进^[1~3], 协同概念设计通过支持多专家同步或异步地进行产品创新设计,

克服了串行概念设计的缺点,从而提高了创新设计的效率和质量。

布局设计是协同概念设计的主要组成部分.孙守迁等提出了面向产品布局设计的组件特征模型^[4],庄明振则将造型溯衍模式应用于布局设计^[5].由于人机工程设计与协同概念设计也密切相关,因此 Jung 等又对概念设计阶段的可及性和可视性问题进行了初步的研究^[6],袁苗龙等则对汽车驾驶室人机系统概念设计问题进行了研究^[7].更多的论文则侧重于设计过程后期的静态评价或者动态仿真建模的研究,而对概念设计阶段的布局与人机工程协同设计研究相对较少。

1 协同概念设计任务分解方法

功能面是工业设计领域的一个重要概念,常用于刻画产品各组件之间以及人与产品组件之间的相互联系,同时也是概念设计任务分解的一个重要依据.功能面按功能的不同可分为:物理功能面和生理心理功能面,其中物理功能面体现出产品各组件之间的关系,对此应着重用布局装配的方法设计;生理、心理功能面,则体现出人和组件之间的关系,对此应着重于用人机工程学的方法去设计。

这里以摩托车概念设计为例(图 1)来说明协同概念设计的涵意.表 1 给出了布局设计与人机工程设计各自的设计目标、约束及需考虑的组件.由此可

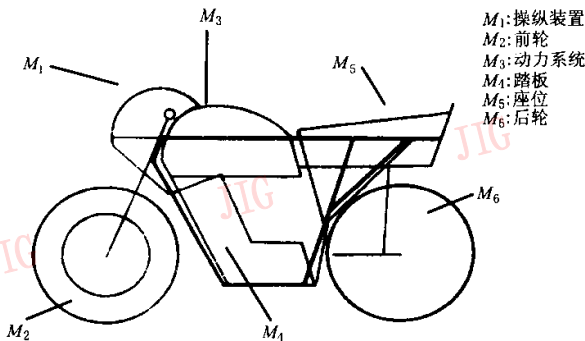


图 1 摩托车概念设计简图

表 1 布局设计和人机工程设计的比较

	设计目标	约束	需要考虑的部件
布局设计	决定部件的数量和位置关系	装配,结构等	M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₄ , M ₅ , M ₆
人机工程设计	满足人体可操作性等舒适性要求	人体参数,环境参数等	M ₁ , M ₄ , M ₅

见,布局设计是协同设计外在的和直观的表现形式,而人机工程设计则在协同设计过程中主要起指导性和评价性的作用。

基于功能面的任务分解方法为协同概念设计中的协同工作角色、协同优先权和冲突协同等问题的解决提供了很好的办法。

2 协同概念设计过程和方法

在产品功能原理设计完成之后,产品的布局单元也就基本确定了.在工作中首先要对布局单元进行功能面的分析,然后根据单元体的特征,再对其分别重点进行布局和人机工程设计,并在设计过程中进行协同.另外,在协同设计过程中,还需不断进行冲突检测和协同,并作出协同决策.这样在协同设计结果经过评价后,即可决定方案是否需要修改,若需要修改,则返回布局和人机工程协同设计步骤,直到满意为止,其协同设计过程如图 2 所示。

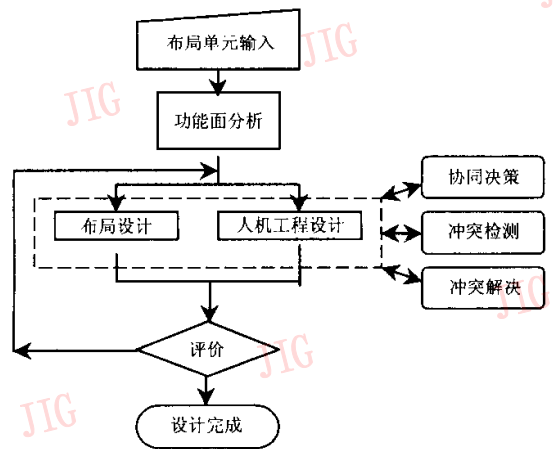


图 2 基于功能面的协同概念设计过程

冲突检测和协同是协同设计中的关键技术.冲突检测工具根据系统所设定的检测内容,在多专家协同设计过程中实时地检测所发生的冲突,并由此冲突生成相应的约束,然后将此约束传给冲突协同工具,若该冲突无法由系统自动地协同,则可将该冲突提交给人-人交互工具来协商解决。

3 布局和人机工程协同设计模型的表达

协同工作系统的一大特点是动态性,即采用 agent 的结构可很好地适应动态变化和开放性的要

求. 若把人和完成任务的各种工具划分为一些组以及基本单元, 并把它分配到具体的设备上, 则这些人和工具都可以构成 agent, 而且它们之间是独立、自治的, 只要满足一定的条件, 那么该 agent 就会自动地激发起来, 并完成指定的任务.

根据产品布局设计和人机工程设计的特点, 可将协同设计 agent 的模型简要表示如下:

- $\langle \text{agent} \rangle ::= \langle \text{agent ID} \rangle \langle \text{type} \rangle \langle \text{set of components} \rangle \langle \text{set of roles} \rangle \langle \text{set of cells} \rangle$
- $\langle \text{type} \rangle ::= \langle \text{layout} \rangle | \langle \text{human-machine} \rangle$
- $\langle \text{component} \rangle ::= \langle \text{component ID} \rangle \langle \text{attribute} \rangle \langle \text{constraint} \rangle$
- $\langle \text{role} \rangle ::= \langle \text{set of messages} \rangle \langle \text{status} \rangle \langle \text{events} \rangle$
- $\langle \text{message} \rangle ::= \langle \text{message ID} \rangle \langle \text{receiver} \rangle \langle \text{content} \rangle$
- $\langle \text{status} \rangle ::= \langle \text{start} \rangle | \langle \text{execute} \rangle | \langle \text{end} \rangle | \langle \text{suspend} \rangle$
- $\langle \text{event} \rangle ::= \langle \text{start event} \rangle \langle \text{stop event} \rangle$
- $\langle \text{cell} \rangle ::= \langle \text{condition} \rangle \langle \text{action} \rangle$

其中, agent 由标识、类型、设计组件对象、角色反应、条件动作等组成; 而 agent 类型则包括布局设计和人机工程设计, 其中, 设计组件对象由标识、属性和约束组成; 角色由消息集、状态和事件组成; 而消息标识、接收者和消息内容则组成了完整的消息元组. agent 的状态包括开始、执行、结束和挂起 4 种. 另外, 事件元组由开始事件和结束事件组成; 条件动作元组由条件和相应动作组成.

4 系统实现的研究

结合摩托车的设计实例开发了基于 Client/Server 工作模式的协同设计系统. 其中, Client 端的应用程序包括布局设计 Client 和人机工程设计 Client 两类. 它们除了实现传统设计平台的功能外, 还具有网络协同工作的功能. 布局设计 Client 主要由布局设计 agent 和布局图形展示模块组成, 利用了基于事例的推理(CBR)技术和约束满足的设计方法来进行产品的布局设计, 其中, 布局设计 agent 负责与人机工程设计 agent 的协同工作, 并通过网络接口与协同设计 Server 进行通讯(图 3). 人机工程设计 Client 由人机工程设计 agent、人体模型生成和可及度与可见度分析模块组成(图 4). 而且系统能够根据产品和用户的需要生成人体模型, 并能重点进行可见度和可及度的人机工程分析和评价.

由于 Server 端的应用程序可以视为协同系统的管理部分, 因而 Server 端转发各 Client 的数据包, 并根据数据包的内容管理协同设计的进度. 设计

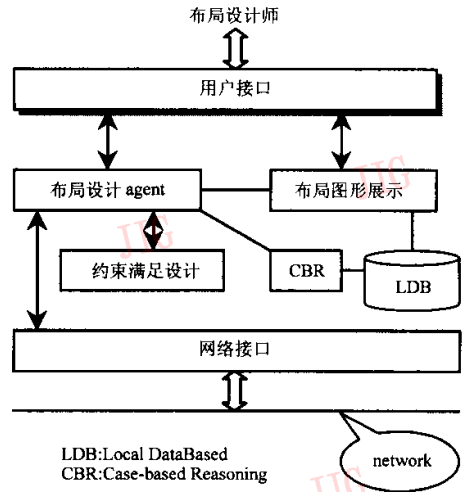


图 3 布局设计 Client

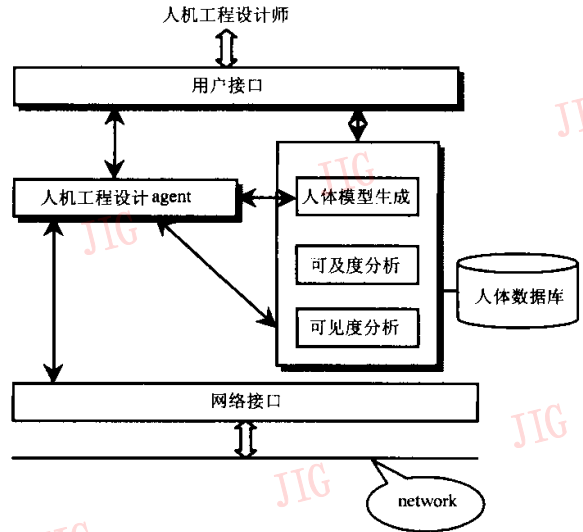


图 4 人机工程设计 Client

的结果和资料均保存在 Server 端, 供协同管理 agent 使用. 由于设计数据使用了数据库和文件方式进行存储, 因此可以弥补各自的缺陷. 其 Server 端提供了电子白板, 设计师能够在白板上进行协商. 一般, Server 具有任务分解管理、方案管理等附加功能. 在应用层, 系统还包括设计问题输入、设计结果输出和设计方案存储管理等功能, 还有成员管理、设计任务分解管理和方案管理等辅助模块(见图 5).

整个系统在网络上进行协同工作的模式为: 各 Client 和 Server 连在网络的不同节点上, 由于数据包需经过 Server 才能得到转发, 因而在 Server 端即能有效地实现协同的管理和监控, 另外整个系统的

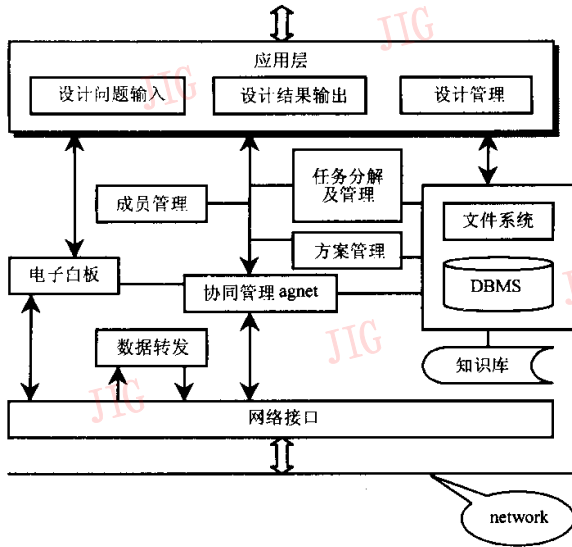


图 5 协同设计管理 Server

结构还受地理位置的限制,因而易于更改和扩充。

5 总 结

由于产品协同概念设计是赢得竞争力的重要手段,而布局设计和人机工程设计则是协同概念设计中两个相互影响和制约的创新设计过程,因此本文基于这样的背景,对布局和人机工程协同设计过程和方法进行了研究,这一研究为探讨更为有效的协同概念设计方法奠定了基础。

参 考 文 献

1 胡斌,林宗楷,郭玉钗等. 计算机支持的协同设计工作模式的研究. 计算机辅助设计与图形学学报,1988,10(4):249~254.

2 王潜平,林宗楷,郭玉钗. 计算机支持的协同设计. 计算机辅助设计与制造,1995,(9):28~30.
 3 孙守迁,唐明,潘云鹤. 产品概念设计多模型的协同机制. 计算机辅助设计与图形学学报,1999,11(3):235~237.
 4 孙守迁,包恩伟,潘云鹤. 面向产品布局设计的组件特征模型. 计算机辅助设计与图形学学报,1999,11(1):28~32.
 5 庄明振,邓建国. 造形溯衍模式应用于产品造形开发之探讨. 工业设计,1995,24(1):3~16.
 6 Eui S. Jung, Dohyung Kee. A man-machine interface model with improved visibility and reach function. Computers ind. Engng, 1996,30(3):475~486.
 7 袁苗龙,张新访,周济. 智能支持的汽车驾驶室内布置方案设计研究. 计算机集成制造系统 CIMS,1996,(4):23~26.

唐 明 1975 年生,2000 年 3 月获浙江大学计算机系硕士学位. 研究领域为计算机网络、协同设计和概念设计等。

孙守迁 1963 年生,浙江大学计算机系教授. 主要研究方向为高技术产品开发、数字人体工程、计算机辅助工业设计与概念设计、网络化媒体设计. 已发表论文 60 余篇。

潘云鹤 1946 年生,浙江大学校长、教授、博士生导师、工程院院士. 主要从事人工智能、形象思维模拟的研究。