

基于企业协同协议的协同设计系统研究

战洪飞 顾新建 李荣彬



战洪飞 博士

摘要: 为满足异地产品协同设计的需求, 开发了一个基于企业协同协议、采用并行工程思想的产品异地协同设计系统。介绍了系统的功能、体系结构与主要特色。系统开发的目的是为企业全面的异地产品协同设计的支持。

关键词: 网络化生产; 协同设计; 知识管理; 并行工程; 企业协同协议

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A

为了提高企业的技术创新能力, 随着网络技术的不断成熟及其在企业中的普及与应用, 基于网络的异地分布式、并行、协同的产品开发模式应运而生^[1~4]。要想使并行工程的先进思想及成熟的网络技术在企业中更加普及应用, 首要的是要有一个对并行化的异地协同产品设计提供支撑的环境与工作平台, 即异地协同设计系统(distributed cooperative product design system, DCPDS)。然而这类系统的构建是非常复杂的, 它包括 Web 服务器、多种应用服务提供、各种异构数据库及企业信息管理系统等。另外系统还要提供用户管理、项目管理、工作流及任务管理、用户间的协同与同步等多种功能。本文介绍基于自行定义的企业协同协议(enterprise cooperative protocol, ECP)的 DCPDS 系统的设计与实施方案。

1 企业协同协议

ECP 是专门为基于网络的企业协同系统开发而设计的, 它是定义在 TCP/IP 之上的应用协议。主要内容是定义了网络应用系统的客户端与服务端的信息交换与信息传递的信息编码规则, 如交谈信息的编码规则, 操作信息的编码方式等。

ECP 协议的规则采用的是打包解析的方式,

即信息在进行网上传输以前, 首先在信息的发送端进行信息打包。打包后的信息采用加密的方式传输到信息的接收端, 接收端对信息进行解析, 还原出信息原码, 并进行相应的响应操作。ECP 定义的就是这种信息的打包与解析的规则。

表 1 为 ECP 编码规则字典的示例。ECP 中定义的信息编码主要有以下几大类: ①交谈信息, 即用户与用户间进行交流的交谈信息, 如表 1 中的

表 1 ECP 的编码规则字典示例

	编码规则	含义
1	JoinProject^用户名称	用户加入到项目中来, 并发送该通知给服务器, 自报姓名
2	RefreshUserList 用户名 1^用户名 2^用户名 3	当服务器接到用户的姓名后, 向每一个用户发送该通知, 要求用户进行用户名单的更新
3	TalkMessage^操作者 信息内容	由操作者向其他用户发送信息
4	Secret^操作者^用户 1^ 用户 2 交谈信息内容	私下交谈, 服务器经过分析, 只把交谈内容通过 talkmessage 的形式发回给相应的接收用户
5	ProjectUnlocked^ Administrator	项目解锁
6	AskForFullDesktop^ Administrator	由系统管理员强制申请进行服务器端的全屏幕共享
7	MouseEvent^事件类 型^操作者 X 坐标 Y 坐标	用户发出的鼠标操作事件, 由服务器产生真实的操作
8	PartScreen X 坐标 Y 坐标 屏幕图片数据	服务器发出的服务器局部屏幕画面的更新数据

收稿日期: 2002-02-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70271013); 国家 863 高技术研究发展计划资助项目(2001AA412110)

[2] Bird S D. Problem Formalization Techniques for Collaborative Systems. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1995, 25(2): 25~37

[3] 蔡文. 可拓集合和不相容问题. 科学探索学报, 1983(1): 83~97 (编辑 苏卫国)

作者简介: 孙刚, 男, 1974 年生。清华大学(北京市 100084)精密仪器与机械学系博士研究生。主要研究方向为协同问题求解、协同设计、STEP 信息集成。发表论文 3 篇。孟明辰, 男, 1944 年生。清华大学精密仪器与机械学系教授、博士研究生导师。童秉枢, 男, 1937 年生。清华大学精密仪器与机械学系教授、博士研究生导师。

3、4；②操作信息，即用户对服务器进行的某项远程操作的信息，如表 1 中的 6、7；③管理信息，即对系统进行管理的操作，即表 1 中的第 5 条；④屏幕画面，即由服务器或其他用户提交的屏幕画面的更新数据信息，如表 1 中的 8。

2 异地协同设计系统

DCPDS 的功能需求有下面一些普遍的特点：

①设计过程的并行性；②设计人员(或称用户)的分布性与流动性；③所需资源、资料的复杂多样；④多种计算机辅助系统的集成性；⑤要求设计周期短、成本低、创新性高、知识含量高；⑥异地协同设计的实时、交互性；⑦高度的灵活性与可扩充能力；⑧跨平台的系统支撑能力；⑨灵活的系统监控与管理。

综合上述的功能需要，本文基于 ECP 协议，在企业原有的辅助设计系统及信息管理系统等的基础上构建 DCPDS。它不但能支撑多用户间协同地进行零部件图纸的设计，而且还能够提供实时的信息交流与讨论，提供快速的信息查询，提供高效的系统集成性能与信息交换能力，能较好地满足企业异地协同设计的需要。

2.1 远程协同控制与操作模块

在 ECP 协议的编码规则中，定义了远程服务器端的计算机屏幕画面到用户端的传输规则以及用户端对服务器屏幕的操作指令传输到服务器进行响应的规则。采用此协议内容开发了远程、异地的协同控制与操作模块(remote cooperative operate modular, RCOM)。RCOM 是 DCPDS 的基础与核心。

RCOM 要实现的主要功能是远程的多个用户能同步浏览同一服务器的屏幕界面，同时异地的用户在取得相应的权限后，可以协同对远程的服务器进行异地操作与控制，即用户的本地终端成为了远程服务器的前端控制台，见图 1。RCOM 的原理是不断地把服务器屏幕画面变化的信息与数据按 ECP 协议传送给异地的各个用户进行更新显示，而异地用户把对服务器屏幕的操作指令按 ECP 协议传回服务器，由服务器进行响应。

RCOM 功能模块采用 Java 技术开发，采用的体系结构见图 2。这是基于 Web 技术的体系结构。异地用户只需要采用标准的浏览器连接到采用 ECP 协议开发的应用服务器，那么用户在取得管理员为其分配的操作权限后，就可以操作并控制这台服务器，使用已经安装在这台服务器上的任何软件和保存在此服务器上的数据。

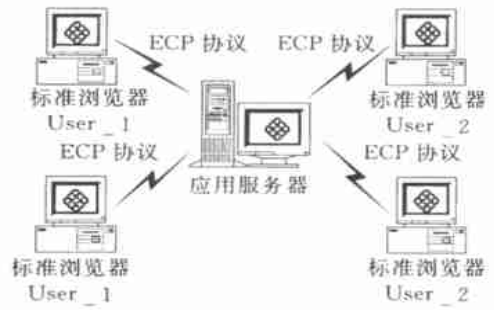


图 1 RCOM 模块的工作原理

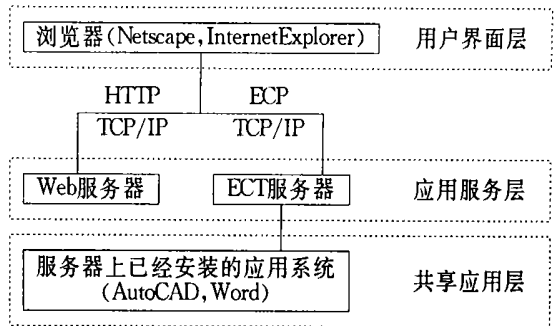


图 2 RCOM 模块的体系结构

RCOM 对异地用户在服务器上的操作是有权限管制的，即有些用户可以对服务器进行真实的操作，而有些用户只能对服务器进行浏览，不能操作。这部分操作权限的管理由每一个设计项目中的项目创建者或系统的管理员来承担，只有创建者及管理员才能对操作权进行分配与回收。这可以保证协同设计工作有序、顺畅地进行，同时也可以保证服务器本身的安全。另外，RCOM 采用数字签名技术保证网络传输数据的安全。

2.2 DCPDS 的体系结构

DCPDS 面对的是一个典型的分布式环境。因而本文中采用基于 Web 的技术、采用分布式方法，在 Internet/ Intranet 的平台环境下进行构建。系统的体系结构框架见图 3。

(1) ECP 总线 系统的底层框架把 ECP 协议加入到网络中，构造基于 ECP 的平台总线结构。它是整个 DCPDS 的集成框架与平台。通过该总线实现其它各种辅助设计系统及管理信息系统借助 RCOM 模块到 ECP 总线的插入式集成，实现插板式系统集成。

(2) 插入式辅助应用系统 在接入 ECP 总线之前，各种计算机辅助系统都是企业原有的应用系统，如 AutoCAD、ProE 等辅助设计系统及 CAPP 软件、信息管理与查询系统、图档资料管理系统等。这些应用系统不需要针对 DCPDS 的任何额外的后继开发工作，只要经过 RCOM 模块，就可以接入到 ECP 总线上来，就能使原本可能是单机运

行的软件, 转化为可以由多个用户协同使用的网络化协同工作软件。用户可以根据需要, 随时把各种辅助设计系统插入到 ECP 总线上去, 即插即用。

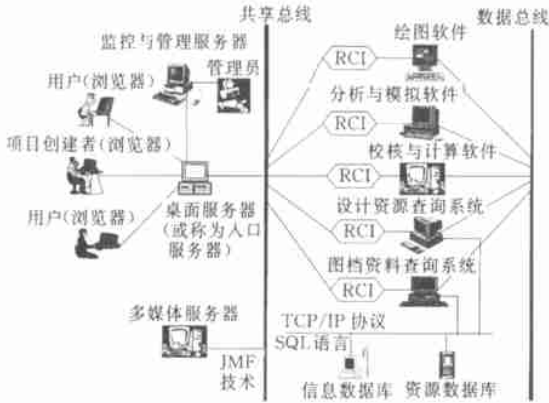


图 3 DCPDS 的体系结构

(3) 数据总线 DCPDS 通过基于 FTP 协议的数据总线, 实现各应用系统之间及应用系统与异地用户之间的数据传输。这种传输过程由异地用户进行控制, 由 RCOM 模块完成。例如把 CAD 软件产生的设计数据传输到有限元计算软件, 进行计算分析。

(4) 桌面服务器(或入口服务器) 这一部分提供系统的工具箱界面。在 DCPDS 的 ECP 总线上可能插入了很多的应用软件。桌面服务器就是提供使用这些软件的入口, 因而也称为协同工作的工具台。通过该服务器可以对工具箱中的工具进行订制, 辅助与管理用户对协同工具软件的使用。

(5) 监控与管理服务器 因为产品设计小组的成员可能来自企业内与企业外的多个地区、多个行业。计算机应用的能力与背景差别很大, 因而协同设计工作的进行需要专业的管理员进行协助, 同时也需要管理员对整个设计过程进行监控。监控与管理服务器要完成的工作就是对产品设计流程进行监控与管理。

主要包括以下三方面:

(1) 用户管理。包括新用户的加入, 用户身份的验证, 用户个人资料管理, 在线用户的监控与管理, 对不合作用户的处置等。

(2) 项目与任务管理。在一个企业中可能同时有多项设计任务, 每一个设计任务可能又被划分为多个子任务, 因而需要对这部分内容进行管理。监控与管理服务器同时可以对多个设计项目进行维护, 并对其工作流程进行管理。对每一个工作项目, 系统都要求创建一个分解的树状结构。由项目的创建者对任务进分解, 同时对每项任务

进行任务分配, 指定某项任务由某些用户负责。参加设计项目的用户随时可以对此任务树进行查询, 了解任务的执行信息, 如任务负责人、预定完成时间、所需资源、相关的任务、当前的执行状态等。

(3) 设计过程的记录。监控与管理服务器可以对整个设计过程进行跟踪记录, 并保存在企业知识数据库的案例文件中。用户可以对以往的设计案例进行回放。

(6) 多媒体网络会议服务器 在 RCOM 模块中提供了异地协作用户间实时的文字交谈功能。用户在进行产品设计遇到问题时可以实时进行讨论。然而, 简单的文字交谈有时并不能满足需要, 用户可能需要声音与图像的多维立体的交流方式, 因而 DCPDS 中加入了多媒体网络会议服务模块。此模块可为设计小组的成员提供声音与图像方式的交流手段。用户可以通过本地的数字摄影头及麦克风与异地的用户进行实时的交流。此模块采用 Java 语言开发, 同样基于 ECP 协议。在 DCPDS 的设计时, 把这部分功能与 RCOM 分成两个独立模块来开发, 用户可以根据网络的实际情况, 启动或终止这部分占用带宽较多的多媒体功能。

(7) 基于 Web 的异地用户 DCPDS 的用户端是采用 Web 技术开发的。因为 DCPDS 的用户(或产品设计者)可能在不同的地区, 用户具有极大的流动性与不可预知性, 因而不可能在协同工作前对每个用户的计算机进行客户端程序的安装与配置。这在当前的全球化经营模式中也是不现实的。基于这样的考虑, 在 DCPDS 的客户端使用的是标准的浏览器, 即用户的计算机中只要有支持 Java 技术的浏览器就可以参加协同设计过程。这样可以保证用户使用 DCPDS 的随意性(Anywhere)。

2.3 DCPDS 的主工作界面

以产品图纸的绘制过程为例, DCPDS 的主工作界面见图 4。这是利用插接到 ECP 总线的 AutoCAD 软件进行图纸绘制的用户工作界面。在界面的中间部分显示的就是远程服务器上安装的 AutoCAD 软件。用户可以应用 AutoCAD 进行图纸的绘制。其它的异地用户可以同步地观看到某用户对图纸的任何编辑操作。在界面的下半部分主要是协同交流的区域, 用户可以进行简单的文字方式的交谈与讨论。还可以了解到当前在线的设计小组成员。通过协同操作信息显示区可以直观地了解到当前进行的某个操作的简要信息, 如

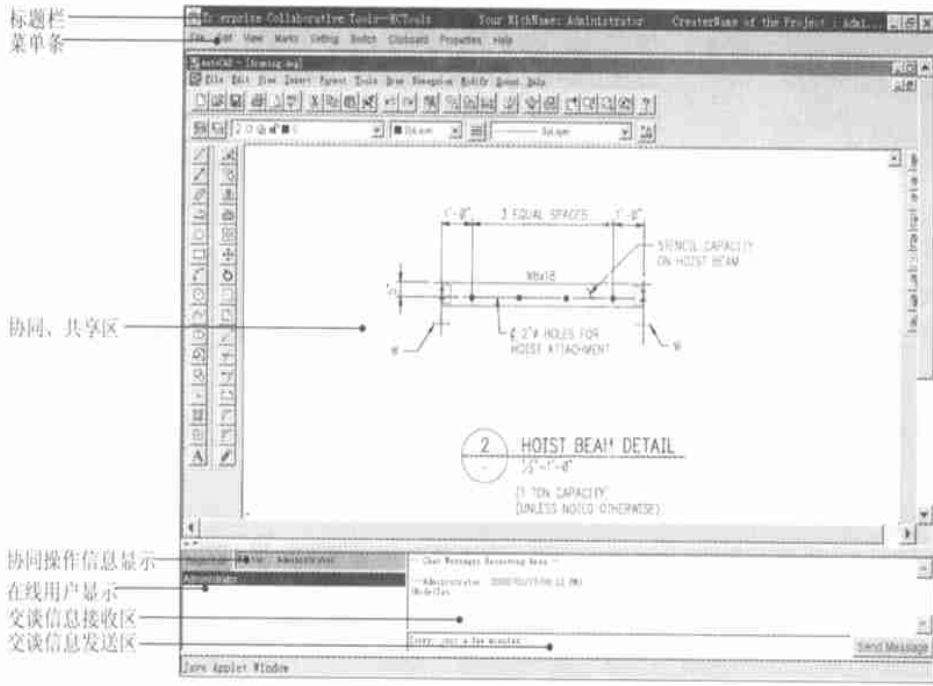


图4 协同设计过程示例(以使用 AutoCAD 软件协同绘制产品图纸为例)

正进行什么操作,由哪个用户执行等。另外用户还可以了解自己对操作权的拥有情况,了解自己当前是否有进行编辑操作的权限。

2.4 DCPDS 主要特色

(1) 设计过程并行化,有利于知识集成与产品创新 并行工程是集成和并行地设计产品及相关过程的系统化方法,是全球市场竞争的需求,也是增强企业新产品开发能力的有效手段^[1]。为了能够提高企业创新能力,减少设计成本,缩短产品设计周期,在产品的设计过程采用并行工程的先进思想是必要的。DCPDS 可以实现设计过程的并行化,还能够更广泛地把企业内与企业外各方面的专业人员纳入设计队伍之中。这对于经验与知识的集成、对于创新性概念与新产品创意的产生非常有意义^[1,4]。

(2) 系统实施简单、周期短,实施与运行的成本低、维护简便 DCPDS 采用的是 ECP 总线结构,使用的应用软件都是企业原有的资源,不需要额外进行协同软件的开发。DCPDS 的客户端不需要进行任何的安装与配置,所有维护与升级等工作都是在服务器端进行,因而维护成本低、简便易行。

(3) 较强的多系统集成能力、可扩展性与灵活性 DCPDS 采用基于 ECP 总线的插入式系统集成方式,只要把 RCOM 套接在原有企业系统中,就可以接入到 ECP 总线,实现与其它辅助设计系统

的集成,因而系统有较强的系统集成能力与可扩展性。另外 ECP 总线的即插即用结构,使系统具有较大的灵活性。

因为系统采用是 Java 语言^[5],因而 DCPDS 可以跨操作系统平台,不但可以集成 Windows 平台的应用软件,还可以同时集成 Linux 等操作系统平台下的应用软件。

参考文献:

- [1] 刘刚,郭丽丽,丘大谋,等. 基于 Internet 的异地合作设计系统研究. 机械设计, 2001, 9(9): 20~ 23
- [2] 魏宝刚,潘云鹤. 协同设计技术的研究. 中国机械工程, 1999, 10(4): 62~ 64
- [3] Leslie Monplaisir. An Integrated CSCW Architecture for Integrated Product/process Design and Development. Robot and Computer- integrated Manufacturing, 1999, 7 (15): 145~ 153
- [4] 顾新建,祁国宁. 知识集成初探. 计算机集成制造系统(CIMS), 2000, 6(1): 8~ 13
- [5] 宋辉,江峰. JAVA 服务器程序设计. 北京:清华大学出版社, 1999

(编辑 张晓艳)

作者简介:战洪飞,男,1970年生。浙江大学(杭州市 310027)现代制造工程研究所博士。研究方向为先进制造技术、网络化生产、企业建模、企业协同工具与系统开发。发表论文10篇。顾新建,男,1956年生。浙江大学机械系教授、博士研究生导师。李荣彬,男,1951年生。香港理工大学制造工程系主任、讲座教授。

(whose mass is less than 10 grams) dynamic balance measurement device, vibration mechanics model of unbalance is established. Then, in accordance with the characteristics of unbalance signal, useful signal is extracted by the method of noise reduction, based on discrete wavelet transform (DWT). The fast algorithm of discrete Fourier transform (DFT) is also presented to carry out the analysis of frequency spectra. In frequency domain, on the basis of DFT, the amplitude and phase of unbalance signal are extracted with high-frequency and low-frequency interference filtered effectively out from the desired signal. In the end, the estimation values of unbalance amplitude and phase are given, based on median-value filtering principle. With the measurement accuracy of amplitude of unbalance less than 2° and phase less than $10\text{mg}\cdot\text{mm}$, it shows that the algorithm works.

Key words: discrete wavelet transform discrete Fourier transform dynamic balance unbalance

Study on the Basic Technological Parameter Set in Low Frequency Torsional Vibration Tapping Chen Zitong (Beihang University, Beijing, China) Li Guangjun Zhang Deyuan p 467-468, 478

Abstract: There are a lot of parameter sets which can be used to determine the vibration tapping movement, but parameter numbers in different parameter sets, which affect vibration tapping torque and speed, are different from each other. Better parameter set is the set in which there is fewer parameters affecting tapping torque or efficiency independently. This kind of sets can make it much easier to determine the suitable vibration tapping technological parameters (VTTP). The experiment was carried out and it was obtained under given conditions that the parameter numbers affecting tapping torque can be reduced from 3 to 2 when pure cutting angle, angular vibration amplitude and vibration frequency are chosen as VTTP. Thus, the above chosen VTTP and other two more ones are suitable to be used as basic vibration tapping technological parameter sets (BVTTP) in low frequency torsional vibration tapping.

Key words: torsional vibration tapping technological parameter

Study on a New Automatic Welding Machine Tang Haiyan (The Mineral University of China, Beijing, China) Dai Xiangguo Lu Renjun Xu Yan Yu Zhefeng p 469-471

Abstract: A new automatic welding machine is studied and a new control method is presented, in which a computer system is used for tracking shape and constant speed control with AC motor. The welding experiments show that the new machine can meet the requirements of ellipse tracking and be worthy to speed the production applications.

Key words: automatic welding machine control system speed control position control

A Modeling Approach to Product Requirements for Mass Customization Zheng Hualin (Chongqing University, Chongqing, China) Liu Fei Wang Fengchun Wan Xiyuan Wu Liangjing p 471-474

Abstract: Modeling of product requirements is the key and foundation of design for mass customization. A modeling approach to product requirements for mass customization is proposed, and the method and steps based on the existing product evolution is discussed in this paper. Based on mapping previous data and using knowledge of domain experts, a product requirement template is built. Product requirement analysis is implemented by means of the variance of previous product design. The method using QFD (Quality Function Deployment) to transform product requirement to product family definition is pointed out. The approach presented in this pa-

per could simplify communicative and interactive process between customers and designers, inherit historical data of products and expert knowledge, improve the maturity of requirement analysis, and satisfy customization requirement of customers.

Key words: product requirement analysis mass customization quality function deployment product design

Mixed-model Assembly Line Balancing Design Song huaming (Nanjing University of Science & Technology, Nanjing, China) Han yuji Yang hui p 475-478

Abstract: In modern manufacturing system, mixed-model assembly is popular. Mixed-model assembly line can meet the diversity of customers demands. Balancing and sequencing are two interrelated aspects in designing mixed-model assembly line. Traditionally, the two problems are solved separately or sequentially, the relationship of the two aspects did not be taken into account, thus the local optimal solution is gained only. This paper discusses the relationship between the balancing and sequencing, and a parallel method is given to systematically design the mixed-model assembly line: balancing, scheduling, parameter fine-tuning. In addition, a co-evolution algorithm is applied to the parallel design to optimize the solution, so global optimal solution may be gained. The simulation results of the proposed algorithm show the effectiveness.

Key words: mixed-model assembly line balancing sequencing co-evolution parallel design

Generalized Problem-Solving Model of Collaborative Design System

Sun Gang (Tsinghua University, Beijing, China) Meng Mingden Tong Bingshu p 479-482

Abstract: As the complexity adaptive system, we do study on the CDS (collaborative design system), and present four characteristics of CDS in this paper, point out that CDS is a system always adapting environment change, solving problem unceasingly. Further more, GPSM (Generalized Problem-Solving Model) is presented as the core of system organization, which unify the modeling task from primitive design task to conflict problem solving task naturally, avoiding the emergence of conflict problem from macroscopic and microcosmic view in parts, supporting problem-solving and collaborative product development.

Key words: collaborative product development complexity system problem-solving extensive theory

Research on Cooperative Product Design System Based on ECP Protocol Zhan Hongfei (Zhejiang University, Hangzhou, China) Gu Xinjian Lee W B p 482-485

Abstract: The development of Information Technologies and technology innovation has made enterprises focus on the cooperative product design in order to improve the production power. The global competition and collaboration increase the demand for enterprise cooperative design technologies and systems. In this paper, a cooperative product design system (DCPDS, Distributed Cooperative Product Design System) based on ECP (Enterprise Cooperative Protocol) which adopts concurrent engineering theory developed by the authors is presented. The functions and system architecture and main characteristics of the system are discussed. The purpose of developing this protocol and system is to provide enough support for the product cooperative design within an enterprise or among the enterprises.

Key words: dispersed network product system cooperative design collaborative knowledge management concurrent engineering ECP