

基于 SIMAN/CINEMA 的制造车间可视化仿真研究

杨晓京 (云南工业大学机械工程系 昆明 650051)

摘要:提出了基于 SIMAN/CINEMA 的制造车间可视化仿真的开发思路和实现方法,对优化制造车间生产性能具有重要意义。同时,也为虚拟制造系统的研究提供了一个基础。

关键词:SIMAN/CINEMA 制造车间 可视化仿真 虚拟制造

一、前言

可视化仿真将计算机动画技术与传统的系统研究方法有机地集成起来,用一系列连续画面直观、形象地表示系统的动态行为。面向用户,使研究者通过图形图像可以了解仿真对象的发展变化过程,从而增强了仿真实验过程的逼真性和透明性,也减轻了专业人员对仿真过程产生大量数字结果既费时又繁琐的分析任务。另一方面,可视化仿真,在一定程度上,构造了一个虚拟实验环境,虚拟环境是一种最有效地模拟人在环境中视、听、触觉等行为的高级人机交互技术。对于制造生产来说,将真实制造系统 RMS(Real Manufacturing System)在虚拟环境下映射形成虚拟制造系统 VMS(Virtual Manufacturing System),通过 VMS,在产品的设计阶段,实时地、并行地模拟出产品未来制造全过程及其对产品的影响,预测产品性能、产品制造技术、产品的可制造性,从而更

有效、更经济地、柔性灵活地组织生产,使工厂和车间的设计与布局更合理,以达到产品的开发周期和成本最小,产品设计质量最优,生产效率最高。制造车间可视化的研究可以认为是虚拟制造系统研究基础的一个方面。因而具有重要的意义。

二、基于 SIMAN/CINEMA 的可视化仿真平台

1. 可视化仿真系统的构成

在对真实过程的仿真中,通过计算机动画显示可以提供一种系统状态的可视性工具。动画仿真系统由仿真系统软件和动画系统软件两部分组成。仿真系统对用户建立的仿真模型进行动态仿真,而动画系统则向用户提供绘制系统图形和显示动态图形的环境,以建立动画模

型。当动画模型与仿真模型在仿真对象和运行逻辑相互一致时,可由仿真模型来驱动动画模型,从而实现系统的动画仿真显示。

动画系统通常由背景绘图环境,静态实体(队列、资源等)绘制功能和动态实体(动态图符库、运输设备等)绘制功能等要素构成。用户可在动画系统环境中,绘制与实际系统相对应的动画背景和动、静态实体,开发再现实际系统的彩色动画。

2. SIMAN/CINEMA 动画仿真软件

CINEMA 是一个通用型动画仿真软件系统,由美国 SYSTEM MODELING 开发,用 SIMAN 仿真语言设计仿真模型进行驱动。CINEMA 软件包含两个独立的模块, CINEMA 用于绘制动画画面和动态实体, CSIMAN 用于运行 SIMAN 仿真程序和由其驱动的动画画面, CINEMA 系统可与 FORTRAN、C 等高级语言连接,并可转换 AUTOCAD 和 3D STUDIO 生成的动画画面。

用于驱动动画模型的仿真模型由 SIMAN 仿真语言设计, SIMAN 建模结构是基于系统理论概念的。它强调“系统模型”(System model)和“实验框架”(Experimental frame)的区别。系统模型确定系统的静态和动态特性,而实验框架则确定使模型运行并产生指定输出数据的试验条件。对给定的一个模型文件可用于若干个不同的实验框架文件,从而产生许多组输出数据。这样,对同一系统模型,可以只改变实验框架来进行不同的仿真实验。对于离散变化系统,可用面向过程或面向事件的方法来描述模型^[1,2]。

3. 制造车间可视化仿真

机械制造车间主要由机床、装/卸工作站、物料和刀具传输系统等基本要素构成。运用仿真技术对制造车间的生产计划、设备效率、生产率等车间性能指标实现动态描述,以优化车间布局,研究生产计划的可行性和系统的生产行为。

基于 SIMAN/CINEMA 的制造车间可视化仿真的主要步骤是:

- 建立仿真模型
 - 编写仿真程序
 - 开发动画画面和相应的实体库
 - 用仿真模型程序驱动动画画面产生动画仿真过程。
- 具体实现如下所述:

(1)问题描述。仿真模型以一企业的机械加工车间为研究背景。车间模型简化为有六台机床和一套物料传输系统。物料传输系统由环形传送带、自动引导小车

AGV 以及门式起重组成。在六台机床中,大型组合机床由传送带自动装载,立铣床和大型车床由门式起重机装载,小型车床、铣床、钻床由自动引导小车辅助装载。待加工零件有四种类型,零件进入加工的形式为三个零件一批。采用离散事件系统仿真方法来进行研究,在研究的系统中,需要解决的问题是:仿真系统的资源分配问题,实体的分配问题,排队问题,资源的准备和占用问题,运输问题,仿真系统的容量问题等。

所研究系统的数据来源是企业生产计划表,生产计划表可存放在数据库中,仿真建模是首先把数据库文件转换为仿真数据文件并用 SIMAN 仿真语言编写仿真程序。仿真实体描述的对象是加工零件,零件是按类成批处理,每批零件包括以下信息:零件名、批量、工序、序号、设备名、零件到达日期和时间、设备开始准备日期和时间、开始加工的日期和时间、完工日期和时间、交货日期和时间,整个模型按工艺路线进行计算机仿真运行。

(2)系统模型描述:在系统模型构成中,一共有八个宏子模型。第一个为产生当前仿真时间的子模型,第二个子模型处理零件是进行加工还是离开当前加工设备,第三个是零件进入系统的子模型,第四个子模型处理零件的加工状态,即是否完成加工,第五个子模型是加工控制模型,第六个子模型是到达模块,第七个子模型是离开模块,第八个子模型是中间转换模块。具体程序文件略。

(3)实验框架描述:由于模型的数据从数据库文件中提取,所以零件到达系统采用了 ARRIVAL 元来产生实体,加工时间和准备时间放在 PARAMETERS 元中,在排队等待加工的零件中按时间优先原则进行加工。具体实验框架程序文件略。

(4)动画仿真的实现:

①制造车间背景画面的制作。制造车间背景画面是动画仿真期间静止不变的画面部分。形象、逼真的动画背景可大大加强动画仿真的可视性。制造车间背景画面的制作利用 CINEMA 系统提供的计算机辅助绘图功能进行绘图,包括画直线、方框、条形图、圆、弧等,通过鼠标点取菜单项 LAYOUT 中的 BACKGROUND 选项,再拾取 DRAW 功能即进入绘图过程。

②制造车间动态对象的制作。在动画仿真中,动态对象重于静态对象之上,它的大小、形状、颜色、位置可随时间推移而变化。动态对象的变化规律受仿真模型的控制。

·资源。在制造车间仿真中,资源为车床、铣床、钻床等加工设备。动画仿真中的资源有四种可能的状态。即

闲态、忙态、情态和抢占状态,每一种状态都有一种图符表示,在仿真过程中,随着资源状态的改变显示图符也改变着形状或颜色。

在 CINEMA 中用 ADD 功能把一个资源放置于背景图形上,此时,系统提示输入 SIMAN 资源编号,此编号在试验框架中已指定。

·实体输送。制造车间的运输设备为自动引导小车 AGV、门式起重机、环形传送带,为了动画显示实体移动、物料搬运的过程,在 CINEMA 中用鼠标点取菜单 LAYOUT 项,然后选取 TRANSFER 子项,可用其中的功能来建立站、布置路线、安排区段线。

·站的建立。站是实体转移,运输设备、传送设备经过路径的起点和终点。在制造车间里,各台加工机床、装卸站是零件的转移点,即定义为站。站的建立可从 STATION 选项中点取 ADD 项,可在画面上建立一个站,此时,系统提示输入站编号,并确定站的位置。

·路线布置。根据零件加工需求,布置机床路线。路线是站与站之间的一组连接,当实体从一个站转移到另一站时,实体符号动态地显示在这组连线上。路线的布置可从菜单中选取 ROUTE 项中的 ADD 项,拖动十字光标画线连接起点站和终点站。

·区段线安排。在环形传送带上传送的零件的移动路线由区段线定义。从 SEGMENTS 选项项中选取 ADD 项,系统提示输入编号,所输入的编号与实验框架中的编号相对应,移动十字光标到起点站,区段线是一条或多条线段的组合,在到达终点站前也可以定义若干个中间点。

·实体和队列。在制造车间里,不同类型的加工零件定义为不同的实体,因此需要建立一个实体图形符号库,每个实体的图形符号有相应的属性,在仿真过程时实体状态发生变化。如 A 零件用实体符号矩形表示,待加工时为白色,经车床加工后变为红色,再经铣床加工后变为黄色,完成加工后变为绿色。动态实体图符库的建立可从主菜单中选择 LIBRARIES 项完成。

在仿真过程中,等待加工机床进行加工的零件,等待传送带传送的零件都定义为队列。队列是一组相对静止的等待系统状态发生改变的实体有序集。在 CINEMA 动画画面上建立队列后,在仿真过程中进入队列的实体将按从头到尾的顺序显示在队列中,离开队列的实体其对应的图符在队列中消失,队列中的实体位置发生变化。队列的建立与布置可通过菜单项 LAYOUT 中的

QUEUE 项完成。

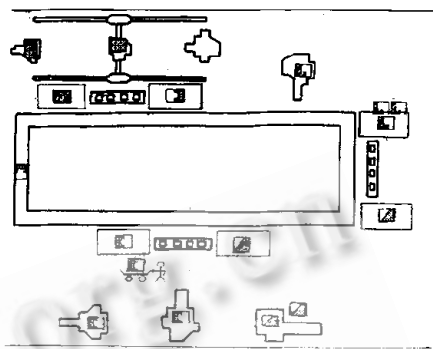


图1 制造车间可视化仿真动画画面

·系统变量。仿真过程中模型系统会产生许多系统变量的计算值,为更清楚了解仿真过程的运行状态,在动画画面上给予显示是十分必要的。如仿真的当前时刻、已完成的零件数目、队列长度等。

当然,基于 SIMAN/CINEMA 的制造车间可视化仿真的动画图形设计是一个复杂的过程。限于篇幅,一些内容不再一一细举。图1为制造车间可视化仿真的一个画面。

四、结束语

基于 SIMAN/CINEMA 系统实现了制造车间的可视化仿真,其必将为以计算机建模与仿真为核心的虚拟制造系统的研究提供一个基础。当然,这种仿真还不能准确地再现真实环境。未来的发展趋势将是如何使仿真愈来愈接近真实环境。利用灵境技术(又称虚拟现实技术)实现制造仿真的高度可视化和动画是一个重要的研究方向。

参考文献

- [1] 邓子琼,李小宁等编著,柔性制造系统建模及仿真.北京国防工业出版社,1993
- [2] 熊光愕,离散事件系统仿真及其软件.中国计算机用户,1990(6)

(来稿时间:1999年1月)