

虚拟驾驶环境

驾驶模拟器

混合交通控制

20

计算机科学2000Vol. 27No. 2

76-78,87 虚拟驾驶环境中混合交通控制的设计与实现

Design and Implementation of the Control over Complex Transportation in a Virtual Driving Environment

张旦 钱蔚 王莞 徐福培

U471 U491.54

(南京大学计算机软件新技术国家重点实验室 计算机科学与技术系 南京210093)

Abstract Driver Training Simulator(D. T. S.) is a representative example of the computer simulating systems. This paper presents the design and implementation of the control over complex transportation in a virtual driving environment that was constructed by the D. T. S.

Keywords Driver training simulator, Virtual driving environment, Complex transportation

1 引言

汽车驾驶模拟器(简称模拟器)是将计算机仿真技术应用与教学的一个教学仿真系统。它使用实车驾驶室的环境,并实时地生成虚拟环境来模拟驾驶训练中的声音和视景效果,从而给学员以在真车实景中训练的感受。虚拟驾驶环境就是在汽车驾驶模拟器中构造的虚拟环境。

汽车驾驶模拟器作为一个教学仿真系统,兼备了教学系统和仿真系统的双重属性,所以对于模拟器核心的虚拟驾驶环境,其衡量的标准也就需要从仿真系统和教学系统两个方面来制定。从仿真系统的角度来看,要求场景美观、逼真、流畅,能精确和实时地响应操作等等,这些要求目前随着三维渲染技术和数据采样技术的发展,正不断地得到满足。但是,从教学系统的角度所提出的要求,却没有得到相应的重视和满足,这在虚拟驾驶环境的构造过程中表现得尤为突出。许多模拟器所构造的虚拟驾驶环境,虽然道路、房屋、人行道等都渲染得十分逼真和美观,但是道路的交通状况却是十分的简单、自行车、行人、汽车各行其道,汽车行驶中很少出现会车和超车等现象,因而学员感到是在一个单调的交通环境中驾驶,无法锻炼处理复杂交通情况的能力,大大地降低了模拟器的实用性。

解决这个问题关键是虚拟驾驶环境不仅要体现所模拟目标环境的静态特征(即道路状况),还要体现目标环境的动态特征(即交通状况)。我国的交通状况是混合交通,所以我国应用的模拟器必须生成体现混合交通状况的虚拟驾驶环境。

2 混合交通控制

混合交通顾名思义,其交通状况复杂,人行道、非

机动车道、机动车道没有严格的区分;各种性能的车辆混杂,超车、会车频繁;行人横穿马路,非机动车占道行驶等情况时有发生,所以,要体现这种交通状况,在虚拟驾驶环境中的活动物体就必须具有自动加速、减速、超越、等待、选择车道等的的能力。这些看似简单的动作,由计算机来完成就需要有复杂的控制,即对混合交通中的活动物体进行混合交通控制。混合交通控制需要实现三个目标:

- 1)活动的各个物体能利用加速、减速、超越、等待诸基本动作,合理地运行于道路之上,不发生相互碰撞。
- 2)车辆和行人在通过一个岔路口进入另一条道路时,不能随意和无序地进行,必须要体现相应的交通规则和车道导向规则。
- 3)在虚拟驾驶环境中出现活动物体的数量和时机要与现实情况接近。

3 组织结构

汽车驾驶模拟器是一个典型的人在回路的仿真系统,其原理框图如图1所示。

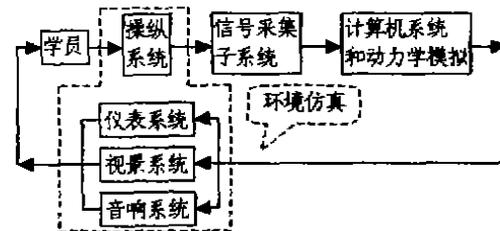


图1 模拟器结构框图

它主要由四个子系统组成:

◇座舱子系统:除了具有与真实的汽车驾驶室同样布局的操纵系统外,还包括了信号采集子系统和仪表子系统。

◇视景子系统:不仅要实时生成和刷新虚拟驾驶环境,还要显示必要的操作指导和错误提示信息。

◇音响子系统:为驾驶员提供发动机噪声、环境噪声等各种音响效果。

◇计算机子系统:模拟器的核心部分,模拟器各子系统的控制逻辑和汽车的动力学数学模型组成虚拟驾驶控制中心 VDCC,在计算机系统中实时运行。

混合交通控制模块,负责控制视景子系统中虚拟物体在混合交通环境中的活动,所以它是视景系统控制的一个子模块,从 VDCC 的结构图(图2)中,可以了解它在整个 VDCC 中与其他模块的关系。

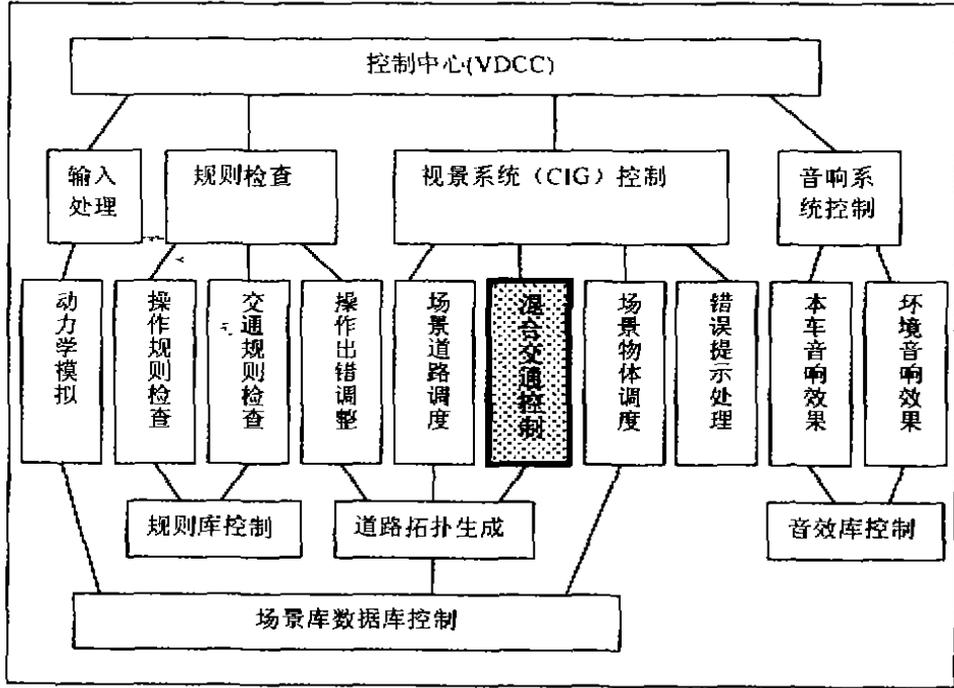


图2 虚拟控制中心结构图

4 人工智能技术的应用

4.1 有限状态自动机 FA

FA 可以形式化地表示为一个五元组 $(Q, \Sigma, \sigma, s, F)$, Q 是状态集, Σ 是输入集, $\sigma: \Sigma \times Q \rightarrow Q$ 是自动机的状态转换函数, s 是初始状态, F 是结束状态集, FA 的运行就是在输入的驱动之下,从初始状态 s 转换到结束状态 $f \in F$, 所以可以用状态转换图来描述一个 FA。

在人工智能技术的应用中 FA 是用以设计和描述智能型活动物体的有力工具,我们给出虚拟驾驶环境中活动物体的状态转换图如图3所示。

其中:状态集 Q :

Recommend Speed (RS)——物体运动速度 \geq 速度阈值。

Lower Speed (LS)——物体运动速度 $<$ 速度阈

值。

wait——物体运动速度 = 0。

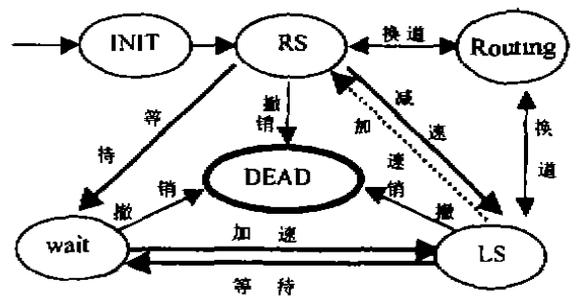


图3 状态转换图

Routing——这是一个特殊的非稳态,因为变道进

入这个状态就重新进行路由选择,当路由结束就立即恢复到原来的状态。

输入集 Σ : 加速、减速、等待、变道、撤诉。

注释:1)因为物体的状态定义是基于物体的当前速度与速度阈值之间的关系,所以在 LS 状态下加速,如果使速度 \geq 速度阈值则转变成 RS 状态,否则仍处于 LS 状态,(图中用虚线表示了这一情况),从这一点来看,此 FA 只是一个 N DFA(非确定 FA)。2)从 FA 中可见,如要从 wait 状态到达 RS 状态,必须要经过 LS 状态,而从 RS 状态可以直接到达 wait 状态。这是因为物体的活动只允许“缓加速”,这样可以防止物体运动速度的抖动。

4.2 产生式系统

FA 给出了活动物体控制的描述,即在输入的驱动之下,不断地从一个状态转变到另一个状态,最终到达 DEAD 状态。现在需要解决的是如何根据当前状态和周围的交通情况决定给出哪个输入,这个输入决策的过程,需要人们用以处理交通危机情况的知识。这些知识尽管简单却需要用合理的结构来表示和运用,才能使控制体现出智能。

产生式系统模型,是一个传统的知识表示和运用方法。系统模型主要由三个部分组成,知识库:由能表示现实世界知识的规则组成,运行时数据库:用于存储系统的状态,规则解释:用于选择和执行规则的控制结构,系统模型如图4所示。



图4 产生式系统模型

因为用产生式规则表示决策型知识自然、直观,而且易于对知识库进行操作,我们实现了两个产生式系统来分别完成输入决策和路由选择。

1)动作规则库(输入决策):

Rule1 如果物体驶出境深范围,则撤销。

Rule2 如果前方两个 SEG 内有物体阻碍,则等待。

Rule3 如果前方两个 SEG 内无物体阻碍,但四个 SEG 内有物体阻碍,则减速。

Rule4 如果前方四个 SEG 内无物体阻碍,但五个 SEG 内有物体阻碍,且外车道安全,则换道。

Rule5 如果前方五个 SEG 内无物体阻碍,且当前状态为 LS,则加速。

规则中没有加入关于红绿灯的控制规则,但是如果把红灯视为一个无法超越的障碍物,就可以实现红绿灯的管理。

2)路由规则库(路由选择):

Rule1 如果由内车道进入四岔路,则直行。

Rule2 如果由外车道进入四岔路,则右拐。

Rule3 如果进入了三岔路,且岔路连接了高速公路,则进入高速公路的中间车道。

Rule4 如果进入了三岔路,且岔路不连接高速公路,且从0号入口进入,则执行 Rule41。

Rule41 外车道进入,则直行;否则左拐。

Rule5 如果进入了三岔路,且岔路不连接高速公路,且从1号入口进入,则执行 Rule51。

Rule51 外车道进入,则右拐;否则左拐。

Rule6 如果进入了三岔路,且岔路不连接高速公路,且从2号入口进入,则执行 Rule61。

Rule61 外车道进入,则右拐;否则直行。



图5 三岔路编号

注:三岔路的入口编号保持如图5的规律,即中侧支为1号,顺时针编号。

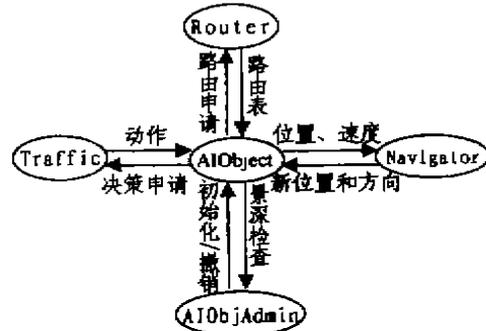


图6 对象关系

5 对象

虽然 VDCC 采用了结构化的设计,但是由于混合交通控制子模块具有比较高的独立性,所以在设计混
(下转第87页)

者以生长后期为主,形成一条规则后,存于知识库中。根据此规则,在农艺措施上应在稻灌浆充实前增施一次晒肥。另外水稻对晒有一定的生物富集作用,在缺晒和低晒地区施用晒肥,能显著提高水稻含晒量,改善其营养品质。这样就为我们的决策提供了合理的依据,可避免资源不必要的浪费。它一方面可以指导我们合理地施加肥料,另一方面也可以指导肥料生产厂家在不同阶段添加不同的微量元素,以适应农业生产的需要。对于农作物其它的数据,也可以这样处理。

以上只是两个简单的事例,事实上,凡拥有大量数据但尚不能很好地利用其支持生产、决策的部门,都可以应用 KDD' 解决实际问题,提高工作效率。

5 ESKD 简介

ESKD(基于知识发现的广义诊断型专家系统)是在基于数据库与知识库协同机制的综合型知识发现系统 KD(D&K)的基础上,提出的基于知识发现系统的一类新型专家系统,其理论基础是我们提出的基于数据库与知识库协同机制的综合型知识发现系统 KD(D&K),它以多个知识源、多种知识融合、多抽象级与不同知识层次结构形成了极其丰富的动态知识库系统与相应的集成推理机制,它为专家系统构造中的核心技术提供了一条有效的途径,也从根本上提高了专家系统的实用化功能。ESKD 的总体结构图如图 2 所示。

该系统的核心技术是双库协同机制,它解决问题时所用的知识库并非基础知识库,而是已经过了一系列提升的过程形成的扩展知识库,其提升过程大致如下:

基础知识库→衍生知识库→合成知识库→综合知识库→扩展知识库

在知识库的不断提升过程中,综合利用了多种推理机制以及 KDD' 的成果,限于篇幅,在这里就不再详

细描述了。

对于 ESKD 的 KDD' 模块我们完成了在网络与 Windows95/98 环境下,基于 Oracle 数据库、VC++ 5.0 平台的程序设计与实例运行,其结果良好。

结论 (1)与传统的 KDD 相比,可明显地看到如上所述的 KDD' 的功能特征与创新点。(2)两类协调器可独成系统,可以形成“接口”装在任何已有的 KDD 软件系统中,沟通与固有知识库的联系,大大提高发掘效率。(3)所开发的软件系统支持常用的数据库如 Oracle, Access, FoxPro 等,并采用了数据字典;对于不同领域的数据库,只需变换此数据字典,就可以适用于不同的领域,具有通用性。另外,适于在 Internet 网络环境下工作。

参考文献

- 1 Anand S S, et al. EDM, A General Framework for Data Mining Based on Evidence Theory. *Data & Knowledge Eng.*, 1996, 18: 189~223
- 2 Piatetsky-shapiro G, Matheus C J. Knowledge Discovery Work-bench for Exploring Business Databases. *Int. J. of Intelligent Systems*, 1992, 17: 675~686
- 3 Yoon J P, Kerschberg L. A Framework for Knowledge Discovery and Evolution in Databases. *IEEE Trans. on Knowledge and Data Eng.*, 1993, 5: 973~979
- 4 Yang Bingru. KD (D&K) and Double-Bases Cooperating Mechanism. *J. of System Engineering and Electronics*, 1999, 10(1)
- 5 Yang Bingru. Double-Base Cooperating Mechanism in KDD. *Int. Symposium on Computer*, 1998, 149~152
- 6 Yang Bingru. FIM and CASE for Evaluation of Hazard Level Based on Fuzzy Language Field. *Fuzzy Sets and System*, 1997, 95(2): 83~99
- 7 Lchiang R H, et al. A Framework for the Design and Evaluation of Reverse Engineering Methods for Relational Databases. *Data & Knowledge Engineering*, 1997, 21: 57~77
- 8 Ong H. -L., Lee H. -Y. A New Visualization Technique for Knowledge Discovery in OLAP. In: *Proc. of the First Pacific-Asia Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining*, 1997, 279~286
- 9 Li C, Biswas G. Unsupervised Clustering With Mixed Numeric and Nominal Data-A New Similarity Based Agglomerative System. In: *Same to[8]*, 35~48

(上接第 78 页)

合交通控制子模块时应用了面向对象的设计思想,同时为了封装模块和弥合两种设计方法之间的差异,设计了一个外壳对象 AIModule,作为模块的外部接口。

面向对象的设计思想认为现实世界中的系统由对象组成,各个对象有自身的属性和方法,系统的功能通过各个对象相互通信(即调用其他对象的方法)来合作完成。基于这个思想,可以把混合交通控制系统抽象为五个主要的对象。AIObj:FA 的软件实体,代表了活动物体;Traffic:FA 的输入决策产生式系统;Router:路由选择产生式系统;AIObjAdmin: AIObj 的管理者,负责 AIObj 的生成、初始化和撤销后的资源回

收;Navigator:负责实现 AIObj 以当前的速度和方向在道路上移动一个 Step,五个对象的关系如图 6 所示。

参考文献

- 1 Seidel R J, Chatelier P R. Perspective on Virtual Reality and Related Emerging Technologies——Virtual Reality Training's Future? 1997, 6
- 2 Oliver D, Anderson S, Zigon B, McIord J. *Tricks of The Game Programming Gurus* 1996, 10
- 3 汪成为,高文,王行仁. *灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及应用*. 清华大学出版社, 1996, 9
- 4 陈世福,陈兆乾,等. *人工智能与知识工程*. 南京大学出版社, 1997, 12
- 5 廖阳. *三维汽车驾驶仿真系统中的人工智能技术*. [硕士学位论文]. 南京大学, 1998, 4