

基于 Agent 的 ITS 共用信息平台的研究与实现^{*})

杜荣华^{1,2} 张志伟² 吴泉源²

(长沙理工大学 长沙 410076)¹ (国防科技大学 长沙 410073)²

摘要 智能交通系统 ITS(Intelligent Transport System)是支撑交通信息化的重要技术手段,在世界范围内得到了广泛的研究,是目前交通领域的研究热点。Agent 所具有的自治性、社会性、反应性使之适合于建立具有自治性、分布性、异构性和集成性的 ITS 系统。本文首先从技术层面分析了 Agent 技术实现 ITS 系统的技术优势,然后提出了一个基于 Agent 的 ITS 公用信息平台模型 AITSM。我们基于 AITSM 实现了某大型 ITS 系统,实际应用结果表明本文提出的 AITSM 是有效的。

关键词 ITS, Agent, 共用信息平台

Research and Implementation of an Agent-Based Framework of ITS Mutual Information Platform

DU Rong-Hua^{1,2} ZHANG Zhi-Wei² WU Quan-Yuan²

(Changsha University of Science and Technology, Changsha 410076)¹

(National University of Defense Technology, Changsha 410073)²

Abstract ITS, which has been studied worldwide, is an important technique method that supports traffic informatization and research hotspot of present traffic field. The autonomy, society and reactivity of agent make it suitable to establish such ITS system, which own the characteristic of autonomy, distribution, isomerism and integration. This paper first analyze the technical advantage that agent technical achieves ITS system in technical term. Then, proposes a public information platform AITSM that is based on agent. We have achieved a large ITS system on the basis of AITSM and the result of the application has shown that AITSM is effective.

Keywords ITS, Agent, Mutual Information Platform

交通问题作为全球所共同面临的问题,引起世界各国的高度重视。国内外的研究与实践证明:发展智能交通系统 ITS 是解决当前世界范围内存在的交通拥挤、事故频繁和环境污染等问题的有效途径。ITS 的主要研究领域包括以下几方面:高级交通信息服务系统(ATIS)、高级交通管理系统(ATMS)、高级公共交通系统(APTS)、高级车辆控制系统(AVCS)、货运管理系统、电子收费系统(ETC)和紧急事件与救援系统^[1]。由于 ITS 涉及的交通信息来源于多个子系统,类型繁多且数量庞大,因此通过建设 ITS 共用信息平台来解决多源数据共享已获得 ITS 业界人士的广泛认同,并成为 ITS 领域研究的热点^[2]。

本文首先分析了 ITS 共用信息平台的特征和基于 Agent 技术构造 ITS 共用信息平台的技术优势,然后提出了基于 Agent 技术的 ITS 共用信息平台模型 AITSM(Agent-based ITS Model),最后讨论了基于 AITSM 提出并实现的 ITS 公用信息平台。AITSM 可以较好地解决构造 ITS 共用信息平台所面临的诸多问题,如分布性问题、异步性问题、异构性问题、多语言开发问题、封装遗留系统问题和可扩展性等问题,通过某大型 ITS 系统的成功应用,验证了 AITSM 是一个有效的模型。

1 ITS 共用信息平台

在 ITS 中信息贯穿于各个交通环节与领域,如果把整个

智能交通系统按交通信息流向进行划分,可简化划分为信息采集、信息传输、信息处理和信息发布等四大部分。

公用信息平台是 ITS 信息组织过程中的信息枢纽,承担着信息中转的功能。根据文[1]中的 ITS 物理层结构,可知 ITS 共用信息平台与 ITS 用户主体和服务主体之间的关系如图 1 所示,它主要承担以下功能:

(1)信息采集:从各子系统中提取数据,并对多来源渠道、相互不一致的数据进行数据融合处理。

(2)信息处理:完成对于实时数据和历史数据的组织,以保证数据间关系的正确性、可理解性,同时避免数据冗余。

(3)信息发布:根据服务请求和查询权限对客户系统提供信息服务,对于自身存放的数据直接加以组织输出,对于其它子系统存放的细节数据则由共用信息平台提供查询通道。

(1)ITS 是一种典型的分布式系统,其中的共用信息平台具有以下特征和要求^[3]:

(2)分布性:共用信息平台需要集成多个 ITS 子系统,是一个典型的分布式系统。

(3)异构性:主要体现在硬件平台的异构、操作系统与网络平台的异构和数据库管理系统的异构等三个方面。

(4)异步性:在 ITS 系统中,通信和处理活动并非由单个全局性时钟所驱动,是异步并发进行的。

(5)集成性:ITS 子系统最初一般是按部门分地域、分阶段建设的,这样就导致异构的 ITS 子系统并存,这些系统通

^{*})基金项目:自然科学基金(NO:90104020),863 课题(NO.2001AA113020),863 课题(2003AA115410)。杜荣华 博士生,主要研究方向为分布计算和智能交通系统;吴泉源 博导,主要研究方向为智能软件与分布对象技术。

常采用不同的技术手段和数据格式。共用信息平台必须能够集成这些遗留系统。

(6)可扩展性:随着技术的发展及业务功能的扩展,新的应用功能和新的设备需要能够方便地加入到已有的 ITS 系统之中,即要求具有可扩展性。

(10)自主性:构成 ITS 系统的各子系统通常分布在若干个不同的管理域,这些子系统具有自主性,按照不同的协议进行交互。

(11)平等性:ITS 是一个类似 Internet 的无主管系统,从服务的角度来讲,所有子系统都是为完成系统整体功能而设置的,具有平等性。

(12)实时性:ITS 中的信息具有时效特征,所以存在实时的信息获取与处理问题。

(13)可靠性:ITS 系统中的信息必须可靠地传输,否则会导致灾难性的后果。

(14)主动性:随着技术的进步和社会的发展,对交通信息的主动服务需求越来越大。

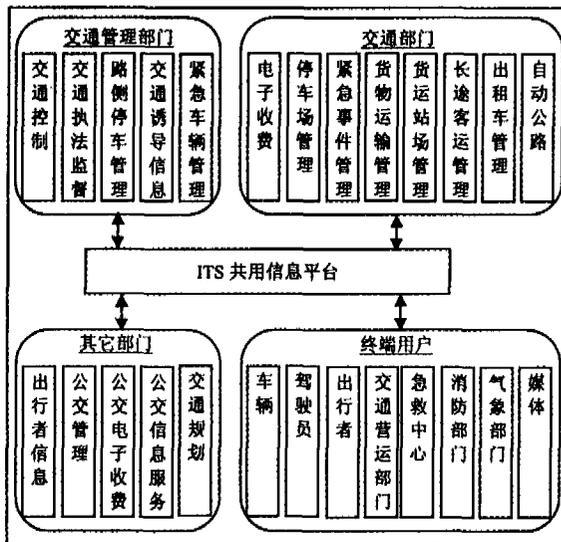


图 1 ITS 共用信息平台与用户及服务主体关系示意图

2 基于 Agent 构造 ITS 的技术优势

Agent 技术是软件工程和人工智能领域的研究热点,Agent 是指模拟人类行为和关系、具有一定智能并能够自主运行和提供相应服务的程序。随着网络技术的发展,可以让 Agent 在网络中移动并执行,完成某些功能,这就是移动 Agent 的思想。基于 Agent 技术构造 ITS 共用信息平台的主要技术优势如下^[4,5]:

(1)自治性、灵活性:Agent 具有自治、灵活的特点,能满足 ITS 各子系统由于管理体制所造成的相对自治的要求。

(2)屏蔽异构性:由于 ITS 是一个类似 Internet 的无主管系统,ITS 子系统之间通常不要求完全理解和运行彼此的流程定义。Agent 既不直接参与业务流程定义,也不直接参与业务流程的控制和执行,而只负责协作的交互,因此,可以屏蔽各子系统的异构性问题。

(3)可管理性好:与其它实现 ITS 共用信息平台的方法(如基于分布式数据库建立 ITS 共用信息平台等)相比,采用 Agent 技术对原有管理系统的影响较小,改造成本和转换成本较低。

(4)可移动执行:采用移动 Agent 方式时,请求服务的客户方 Agent 移动到服务方所提供的 Agent 上下文环境中,客户 Agent 和服务方的交互都在此上下文环境中进行,中间结果和冗余信息不必在网络上传输。这样一方面可以减少网络开销,另一方面又可以克服网络传输延时的影响。

(5)易于实现主动服务:由于 Agent 不仅具有反应能力,还能够根据自身的目标采取相应的行动,并可通过某种语言与其它 Agent 或人进行交互,更加方便了交通信息主动服务的实现。

(6)异步性:移动 Agent 不需要统一调度,由用户创建的 Agent 可以异步地在不同 Agent 节点上运行,待任务完成后再将结果传送给用户。用户可以同时创建多个,在一个或多个节点上运行,形成并行 Agent 求解能力,因而可以较好地解决 ITS 子系统的异步性问题。

(7)健壮性和容错性好:移动 Agent 具有对非预期状态和事件的应变能力,这使得构建健壮和容错性好的分布式系统变得相对容易。

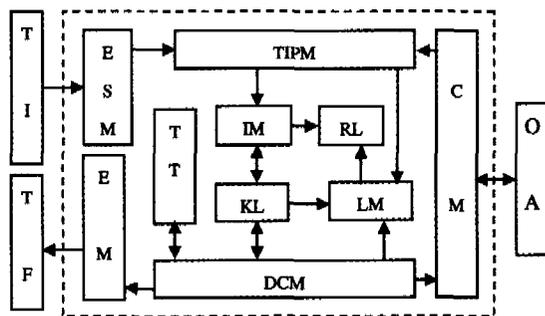


图 2 AITSM 模型

3 基于 Agent 的 ITS 共用信息平台模型 AITSM

参照 Agent 的基本结构,我们提出了基于 Agent 的 ITS 模型 AITSM,它的定义如下:

AITSM = \langle ESM, TIPM, CM, DCM, TT, EM, IM, RL, KL, LM, OA, TI, TF \rangle , 下面分别讨论这些功能模块:

(1)ESM(Environment Apperceive Module):环境感知模块,感知外部环境所产生的交通信息;

(2)TIPM(Transportation Information Processing Module):交通信息处理模块,负责对感知和接受到的交通信息进行初步的加工、处理和存储;

(3)CM(Communication Module):通讯模块,负责信息的传递和交互;

(4)DCM(Decision and Control Module):决策与控制模块,该模块是赋予 Agent 智能的关键部件。它运用知识库中的知识对交通信息处理模块处理所得到的外部环境信息和其它 Agent 的通讯信息进行进一步的分析、推理,为进一步的通讯或从任务表中选择适当的任务供执行模块执行做出合理的决策;

(5)TT(Task Table)任务表:为该 Agent 所需完成的功能和任务;

(6)EM(Execute Module):执行模块,将由决策与控制模块做出的最终决策反馈到外部环境;

(7)IM(Inference Machine):推理机,根据 Agent 自身知识对所接收到的信息进行推理;

(8)RL(Rule Library):规则库,Agent 进行活动的规则集合;

(9)KL(Knowledge Library):知识库,Agent 知识库中的知识是由 Agent 自动积累同时不断更新;随着系统的动态变化,Agent 可以动态更新知识库从而动态更新控制决策;当交通环境发生变化时,决策推理的因素也随之变化,原有知识库中的知识不再有效,但 Agent 可以重新学习,自动生成适应新环境的知识库;

(10)LM(Learn Machine):学习机,根据接收的相关信息以及相关的经验知识或学习得到的定量信息,为决策控制模块提供决策的依据,并不停地与规则库和知识库进行交互,必要时可更新、补充或删除一些规则;

(11)OA(Other Agent);其它 Agent;

(12)TI(Transportation Information);交通信息;

(13)TF(Transportation Facility);交通设施。

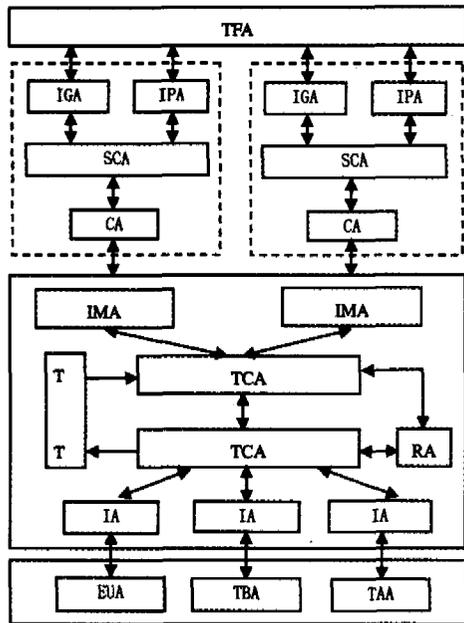


图 3

4 基于 Agent 的 ITS 共用信息平台

在 ITS 中共用信息平台的建立具有重要和现实的意义。在我国,这种情况尤为突出。我国交通信息化建设已历经多年,形成了一定的基础规模,但这些交通信息化系统的建设分属于不同的主管部门,体制各异,标准规范均不统一,各自规划及发展不平衡。受地域分割、管理体制约束和部门信息壁垒等因素的限制,信息互通极其有限,形成信息孤岛,制约了 ITS 的发展。建设 ITS 共用信息平台首先需要解决上述相关问题。

本文根据 ITS 系统分布、异构、信息量大以及强调协作的特点,从系统工程的角度出发,基于 AITSM 设计了一种分布的、开放的、智能的和虚拟的 ITS 共用信息平台,该平台由下列各类 Agent 共同组成:信息采集 Agent(IGA; Information Gather Agent)、交通设施 Agent(TFA; Transportation Facility Agent)、信息移动 Agent(IMA; Information Mobile Agent)、交通流 Agent(TSA; Transportation Stream Agent)、协调 Agent(CA; Coordinator Agent)、信息发布 Agent(IPA; Information Publisher Agent)、任务分解 Agent(TDA; Task Decomposition Agent)、任务协作 Agent(TCA; Task Collaboration Agent)、信息 Agent(IA; Information Agent)、终端用户 Agent(EUA; End User Agent)、交通部门 Agent(TBA;

Transportation Bureau Agent)、交通管理部门 Agent(TAA; Transportation Administration Agent)、资源 Agent(RA; Resource Agent)和 ITS 子系统控制 Agent(SCA; Subsystem Control Agent),其结构如图 3 所示。下面简要讨论这些 Agent 的功能。

(1)EUA、TAA 和 TBA;用户主体服务请求的直接接受者,这些请求包括对业务过程的启动、暂停、恢复(运行)、中止及获取业务过程状态。

(2)IA:信息 Agent 是用户主体与共用信息平台沟通的桥梁,它负责来自用户主体 Agent 的服务请求,该 Agent 位于共用信息平台中,对请求进行数据预处理,将合格的请求交给任务分解 Agent 进行任务分解。

(3)RA:ITS 共用信息平台而言,其资源主要包括规则库和其它储存的信息,资源 Agent 配合任务分解 Agent 和任务协作 Agent 完成相关工作。

(4)TDA:任务分解 Agent 将从信息 Agent 中得来的服务请求处理为所要承担的任务,确定任务的优先级并记录在任务表中,同时交给任务协作 Agent。

(5)TCA:共用信息平台获得服务请求时,可能需要多个 ITS 子系统提供相关信息才能完成任务,因而协作 Agent 在整个 ITS 共用信息平台集成框架中尤为重要,任务协作 Agent 的任务主要包括合作的协商、规划和调度、一致性的维持、冲突的消解等。其协作过程主要包括根据需求确定目标、协作规划及求解协作结构、寻求协作伙伴、选择协作方案、实现目标、评价结果共六个阶段。

(6)IMA:信息移动 Agent 采用移动 Agent 技术构建。任务协作 Agent 根据任务表中任务创建一个或多个信息移动 Agent,并迁移到相关 ITS 子系统进行任务的执行,任务执行完成后,再将结果返回到共用信息平台,经过相应处理后将最终结果返回给用户主体。

(7)CA:协调 Agent 作为各 ITS 子系统控制 Agent 与信息移动 Agent 之间的桥梁。

(8)SCA:作为 ITS 子系统的控制中心,是 ITS 子系统的智能单元。该 Agent 能够控制一个运行过程的状态,触发相关运行的 Agent 的创建、终止和取消操作,并能检查一个过程或子过程是否完成。

(9)IGA:与各 ITS 子系统和交通设施 Agent(如各种检测器、信号灯、摄像机)进行实时的通讯联系,充当客户端向交通设施 Agent 请求收集交通数据。

(10)IPA:与各 ITS 子系统和交通设施 Agent(如可变标志、可变情报板、信号灯)进行实时的通讯联系,充当客户端向交通设施 Agent 请求发布交通信息或请求交通服务。

(11)TFA:位于 ITS 系统的最低层,接受信息采集 Agent 和信息发布 Agent 的指令,是实现交通控制任务的主要承担者。通过与其它 Agent 的实时通讯联系,可自动地对交通设施状态进行调整,使控制效果达到最优;同时,可将异常情况实时通知给与其相连的其它 Agent。

5 实现

我们以本文提出的 AITSM 模型和公用信息平台为基础,实现了某高速公路 ITS 系统。该系统涉及了收费子系统、监控子系统、养护管理子系统、事故信息分析子系统、公用信息服务系统和灾害应急子系统等。在系统实现的过程中,我们以第 4 节中论述的公用信息平台为基础,将基础采集的数

据进行共享,通过统一的 XML 数据标准将历史遗留数据和现有数据有机地整合在一起。此外,各 Agent 之间的消息传递也以 XML 格式进行规范化。这样就将异构的子系统有机地集成在一起,同时可以适应未来新技术的变化需求。

结论 从整体上看,智能交通系统是由一系列相对独立运行的子系统所构成,这些相对独立的子系统及 ITS 整体效益的发挥,在很大程度上依赖于是否能够充分做好 ITS 的协调和整合。国内外相关的研究与实践表明:共用信息平台是实现 ITS 系统协调、整合的重要技术手段,是 ITS 面向全社会提供信息服务的基本信息平台,是智能交通系统建设不可缺少的重要组成部分。

本文首先对 ITS 共用信息平台的特征和要求进行了分析,简要阐述了 Agent 技术用于共用信息平台建设的优势,然后提出了基于 Agent 技术的 ITS 共用信息平台模型 AITSM,最后基于该模型提出了一种公用信息平台架构,我们已经基于该架构实现了某大型 ITS 系统,实际应用表明了本文提出的模型是有效的。

虽然我们实现了该模型,但是还需要在以下几个方面进行深入的研究:(1)协作机制,每项任务的完成需要各 Agent 的联合行动,因而其协作机制中的协作结构、协作方案的研究有非常重要的意义;(2)移动 Agent 的安全问题和定位问题;(3)进一步考虑在基于 Agent 构建的共用信息平台框架上结合 CORBA 技术,这样就可屏蔽 Agent 运行平台和底层通信机制,能够更加有效地解决共用信息平台中 Agent 之间的通

信问题^[8]。

参考文献

- 1 交通部公路科学研究所. 中国智能运输系统体系框架研究总报告[R]. 北京:交通部公路科学研究所,2001
- 2 YANG Dong-Yuan. Shared Information Platform for Expressway Management Information System[J]. Journal of Tongji University, 2002, 28(6):664~669
- 3 GUAN ji-zhen. System Framework and Integration of ITS Common Information Platforms[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2002 (11):11~16
- 4 SHI Mei-Lin. An Agent-based Framework for Cross-domain Cooperation of Virtual Enterprise[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2003, 9(12):1072~1077
- 5 Zhang Yun-yong. Mobile Agent Based B2B Collaborative Electronic Commerce System [J]. MINI-MICRO SYSTEM, 2002, 23(8):935~939
- 6 Burmeister B, Haddadi A, Marylis G. Applications of multi-agent Systems in traffic and transportation [J]. IEEE Transaction on Software Engineering, 1997, 144(1):51~60
- 7 ZHAO Jian-you. Urban traffic flow control prototype system based on multi-agent [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2003, 3(13):101~105
- 8 Bella vista P, Conradi A, Stefanelli C. Middleware services for Interoperability in open mobile agent systems [Z]. [s. n.], 2001

(上接第 187 页)

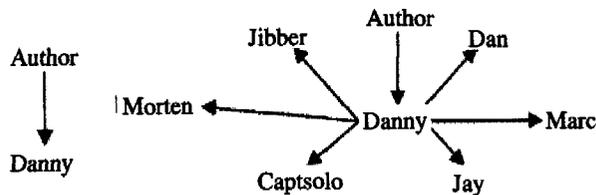


图 4

表 2

Danny;	http://dannayers.com/
Captsolo;	http://captsolo.net/info
Jay;	http://icite.net/blog
Morten;	http://www.wasab.dk/morten/blog/
Jibber;	http://jibbering.com/
Dan;	http://www.foaf-project.org/2004/media
Marc;	http://blogs.it/0100198

对图 4(c)中除 Danny 的 6 个用户节点的出入度进行分析,将满足如下两条规则的节点归为待过滤 Web 信息的采集对象。

规则 1: Dan, Marc, Jay, Captsolo, Morten, Jibber 中与 Danny 互有有向边的节点。

规则 2: Dan, Marc, Jay, Captsolo, Morten, Jibber 中入度大于 3 的节点。

根据规则,用户集 {Danny, Jay, Morten, Captsolo, Jibber} 的 Weblog 或主页被选为待过滤 Web 信息采集对象。

Danny, Dan, Marc, Jay, Captsolo, Morten, Jibber 这七个用户对应的待过滤 Web 信息采集地址如表 2 所示。通过

对 Web 信息内容的分析,可以看出他们有相似的偏好。试验选取与用户具有相同偏好的 {Danny, Jay, Morten, Captsolo, Jibber} 作为待过滤 Web 信息采集对象,采集结果能产生符合用户偏好的推荐,证明了模型的有效性。

结论 Web 信息量的快速增长使个性化的 Web 信息推荐系统越来越重要。本文针对目前大多数 Web 信息推荐系统存在的个性化程度不高、对用户历史数据依赖性过高、系统开放性不强、对用户偏好的“走样”等问题,提出了一种新的、采用语义 Web 技术的、基于 Web 社会网络的个性化 Web 信息推荐模型。并且,利用实际数据进行实验,证明了模型的可行性和有效性。

参考文献

- 1 FOAF0.1. <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
- 2 Foafgen. <http://www.toxi.co.uk/foafgen/foafgen-v0.3.0.zip>
- 3 Friendster. <http://www.friendster.com>
- 4 RDF. <http://www.w3.org/RDF/>
- 5 Sage. <http://sage.mozdev.org/>
- 6 Sesame. <http://www.openrdf.org/>
- 7 Berners-Lee T, Hendler J, Lassila O. The Semantic Web. Scientific American, 2001, 284(5):34~43
- 8 Goldbeck J, Hendler J. Inferring reputation on the semantic web. In: Proc. 13th WWW Conference, 2004
- 9 Ding L, Zhou L, Finin T, et al. How the Semantic Web is Being Used: An Analysis of FOAF. In: Proc. of the 38th Intl. Conf. on System Sciences, Digital Documents Track (The Semantic Web, The Goal of Web Intelligence), 2005
- 10 Peter M. Flink; Using Semantic Web Technology for the Presentation and Analysis of Online Social Networks. Journal of Web Semantics, 2005
- 11 梁邦勇,李涓子,王克宏. 基于语义 Web 的网面推荐模型. 清华大学学报(自然科学版), 2004. 44~49
- 12 朱征宇. 基于 RDF 的个性化服务模型; [硕士论文]. 2002