

# MAS在智能交通系统中的应用研究

## Application of MAS in Intelligent Transportation Systems

李实永

(广东华路交通科技有限公司, 广州 510420)

LI Shiyong

(Guangdong Hualu Transportation Technology Limited Corporation, Guangzhou 510420, China)

**摘要:** 针对现有交通控制系统在控制方式上相对集中、效率较低、实时反应性不强等不足之处,提出了一种新的基于MAS的城市交通控制系统框架,它将为塑造全新的数字化城市提供重要的技术支持。通过介绍Agent的结构和特点,分析MAS的层次结构,说明了MAS应用在智能交通系统中的可行性。然后通过分析城市多智能体控制系统的思想,构建了基于MAS的城市智能交通控制系统,提出了该控制系统中各Agent的协调机制和通讯机制。

**Abstract:** Aiming at the disadvantages of current transportation control systems, such as a relatively concentration of controlling, low efficiency, and slow real-time reaction, this paper presents a new structure of urban transportation control systems based on the Multi-Agent Systems technology. The technology will lay a technique basis for shaping a brand-new concept of digital cities. Through introducing the structures and characteristics of Multi-Agent Systems, this paper analyzes the hierarchies of the systems, and illustrates their applicability in intelligent transportation systems. Meanwhile, the paper explores some ideas in the design of ITS in metropolises, and establishes an MAS-based structure of urban ITS control systems by developing coordination and communication mechanisms among agents of the control systems, thus to provide solutions to problems existing in current traffic control systems.

**关键词:** 多智能主体系统;智能交通;控制结构

**Key words:** Multi-Agent Systems; Intelligent Transportation Systems; control structures

中图分类号: U491

文献标识码: A

收稿日期: 2005-12-07

**作者简介:** 李实永,男,广东华路交通科技有限公司检测中心机电工程部副经理兼主任工程师,主要研究方向:智能交通、自动化检测技术及装备。

E-mail: li-shiyong@sohu.com

尽管交通控制系统已有长足的进展,但相对于城市的迅速扩展、路网规模迅速扩大和车辆急剧增多,交通控制系统仍显滞后。这个矛盾在我国尤其突出。现有控制方式在处理大规模路网的交通控制、实时控制、路网控制的整体优化等方面存在明显不足,对于车辆的实时信息处理分析过于简单,特别是对于车流的急剧变化在控制方案的选择上很难做出相应调整。以Agent(智能体)为结构单元、使用分布式问题求解方法的多智能主体系统(Multi-Agent Systems, MAS)是未来城市智能交通系统发展的必然趋势<sup>[1]</sup>。

## 1 Agent和MAS的特点

Agent,也叫智能体,在人工智能领域中,Agent被定义为具有感知能力、问题求解能力和与外界有通信能力的实体。从软件实现的角度讲,它是一个计算机程序,通过预定义的协议(公用语言)与外部Agent进行通信。通过这种松散耦合的分布式途径进行过程管理,具有响应快、柔性好、适应性强等特点。

### 1.1 Agent 的特点

Agent是由具有知识、信念、意向、期望等因素组成的一个实体,具有自主性与交互性的特点,它可以感知系统环境的变化,并对这种变化做出自主的反应。它的主要属性包括自主性、智能性、合作/协同性、推理/学习/自适应能力、主动性、并发性、感知能力和响应性。Agent的内部功能模块如图1所示。

## 1.2 MAS 的特点

MAS 可以由多个可计算的Agent组成, 其中每个Agent 是一个物理的或抽象的实体, 能作用于自身和环境, 并与其他Agent通讯。采用MAS在表达实际系统时, 通过各Agent之间的通讯、合作、互解、协调、调度、管理及控制来表达系统的结构、功能及行为特性, 共同完成复杂的任务, 其整体的智能性建立在Agent 之间的交互协商和自我进化之上。同时, 由于同一个MAS中各Agent可以异构, 因此MAS对于复杂系统有很强的表达能力。MAS的基本特征主要体现在每个Agent的自治能力和MAS间的协调能力<sup>[2]</sup>。

## 2 智能交通系统中运用MAS建模的可行性

运用MAS技术在智能交通系统中的可行性体现在以下几个方面<sup>[3]</sup>:

1) MAS采用“由底向上”的设计方法, 符合交通运输系统的形成规律。

MAS 在原理上首先定义分散自主的Agent, 然后研究怎样完成对一个或多个实体的任务求解, 所以MAS 采用的是自底向上的设计方法。交通运输系统是一个包含了交通工具、交通设施、交通控制中心等多元多层次复杂系统, MAS的设计方法完全符合交通运输系统的形成规律。

2) MAS从功能上按层次化结构划分的特点, 符合交通运输系统的分布式特征。

构成MAS的不同种类Agent从功能上按照层次化结构划分, 根据不同的任务, 相互协作完成系统的整体目标。交通运输系统的各组成元素分布在不同空间位置, 各职能部门按照层次划分结构, 因此, MAS适合交通运输系统这样具有分布式结构的复杂系统的模型研究。

3) Agent的自治性/自适应性符合交通运输系统中各元素的智能特征。

Agent 具有较强的自治性, 而且它还可以通过知识积累, 修改其行为以适应新环境。交通运输系统没有固定的规律、特征, 且每一个构成元素都具有自主性。因此, 采用Agent技术建立的交通模型更加符合实际交通的特点。

4) MAS的开放性可以促使其方便地应用于多种不同的领域, 并与各种先进的信息技术、人工智能技术相结合, 互相补充。

通过以上分析可以看出, MAS所具有的这些特征正是复杂交通控制系统所需要的, 因此, MAS必将是交通控制的最佳选择。

## 3 基于MAS的交通控制系统的构建

城市多智能体控制系统的思想主要是在城市交通网络中, 按网络拓扑结构的特点和网络的交通量情况, 确定一系列重要节点作为单个Agent, 其确定准则是: 其一, 该节点在网络中首先是若干区域主干路交叉口或环城高速公路的匝道口; 其二, 该交叉口或匝道口在其所属的局部交通网络中处于地理中心位置; 其三, 该节点的网络交通是该局部交通网络的瓶颈, 对周围的道路流量影响较大。

### 3.1 分层递阶体系结构

根据参考文献[4]对交通控制系统分层系统结构的定义, 将交通控制系统进行如下划分:

1) 决策层主要由城市交通控制决策系统构成。其功能是根据路网结构、交通需求预测、交通阻塞等因素对整个路网的运行状况做出评估, 目的是寻求总体控制效果最优。就像人的大脑, 根据各方面汇总来的信息做出决策, 具有自组织能力, 这就相当于在MAS中管理Agent, 运用其优越的推理和规划能力使系统

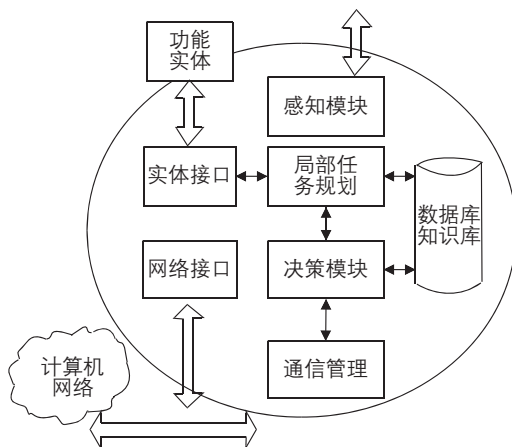


图1 Agent的内部功能模块

Fig.1 Internal structural module of Agents

在最优状态下运行。

2) 战略控制层由若干区域协调控制系统构成, 接受局部路况信息和信号配时限制条件, 在接受决策层综合评估的基础上, 自主决定相应的控制策略。进而以最优化控制相应路网的交通流运行行为目标, 并及时将交通需求预测和控制效果传送给决策层, 作为其评估的参考。

3) 战术控制层由若干交叉口控制系统构成。根据来自执行层的实时交通监测数据的分析处理结果及战略控制层的协调控制指示, 确定适当的控制策略。同样要将本层的控制结果反馈给战略控制层, 作为决策依据。

4) 执行层包括检测器、信号控制器、信号灯等设备, 具体面对底层的执行机构完成对硬件的控制。执行层通过检测路况, 将数据传送到战术控制层, 从而进行分析和控制。

在上述基础上, 根据Agent理论, 提出了基于MAS的智能控制系统。该系统是一个四层体系结构, 除了执行层对应具体的物理单元或设备, 如检测器、信号灯等, 其他各层都是具有逻辑层次的, 每一个层次都代表不同的Agent。一类为动作Agent单元(Action Agent Unit, AAU), 一类为区域Agent单元(Local Agent Unit, LAU), 最后一类为管理Agent单元(Management Agent Unit, MAU)。其系统结构如图2所示。

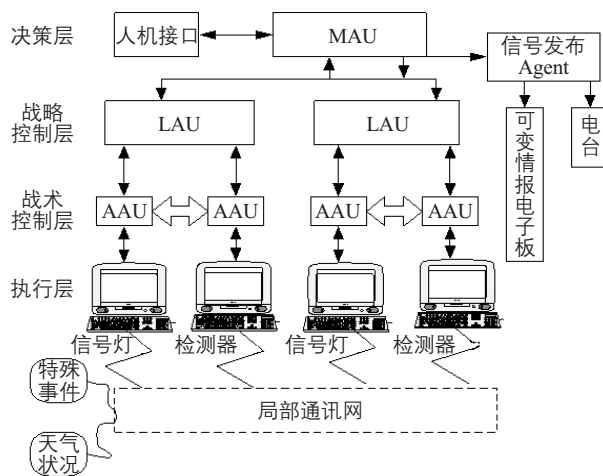


图2 基于MAS的智能交通结构

Fig.2 MAS-based structures of Intelligent Transportation Systems

### 3.2 各层次 Agent 的功能设计及协调机制

在该结构中, 通过Agent之间的协调与合作达到整体优化控制的目的, 将传统的集中式控制转变成以分布式控制为主体的控制模式。

为了减少Agent之间的通讯量和确保整体优化的良好效果, 采用一个AAU控制一个交叉口, 每个Agent仅与相邻的Agent进行通信与协作。AAU是典型的协同型Agent, 即所有AAU有共同的全局目标——使区域交通保持畅通, 同时每个AAU也有与全局目标一致的局部目标——尽量使本交叉口的交通保持畅通。AAU不断接受从交叉口交通检测器传来的交通参数, 与同一区域Agent管辖范围内的其他AAU进行协商, 得出各交叉口的控制方案。同时, 它还需要向上一层的LAU发送本地的交通状况和控制方案。此外, 它还要接收上层Agent的指令以及向信号灯下达信号控制命令。AAU是整个交通控制系统中最核心的逻辑部件。

LAU的主要功能与作用是维护和管理其管辖范围内的AAU。它不断收集和分析AAU传送过来的交通数据和控制方案, 进而诊断AAU及其检测器是否正常。如果诊断AAU在某一方面有故障, 就会将其代替, 并暂时启用备用的信号控制方案。同时, LAU还要向其上层的MAU传送反映该区域的交通信息, 并接收反馈。

MAU的主要作用和功能包括信号控制子区的划分、与交通管理操作员的互动以及信息共享。MAU不断分析从各LAU传来的交通数据, 合理的划分和调整控制子区。在调整控制子区时, MAU向相关LAU发送指令, 命令相关LAU释放和划分对AAU的管理权限。此外, MAU还通过人机界面接收更高层的人工指令的输入和控制, 并定期备份所有的交通数据。

在交通控制系统模型中, 三类Agent结构各不相同, 其中AAU的结构最有代表性, 它由环境感知系统、动作执行系统、通信系统和策略系统4部分构成。环境感知系统负责与AAU内的车辆检测器进行联系, 使Agent及时了解该交叉口附近的交通状况。动作执行系统负责根据控制策略实行对信号灯的控制。通信系统负责AAU与相邻Agent以及上层LAU的信息交互。策略系统是AAU的核心部分, 具有处理环境信息以及与

(下转第25页)