

CAUPS 中评估模型定义系统的设计与实现

蒋云良^{1),2)} 庄越挺²⁾ 徐从富²⁾ 刘勇²⁾

¹⁾(湖州师范学院信息工程学院,湖州 313000) ²⁾(浙江大学计算机科学与技术学院,杭州 310027)

摘要 近年来,随着城市化进程的不断加快,城市规划的计算机辅助设计越来越受到广泛的重视。通常城市规划采用的方法是将多种辅助软件混合使用,用于进行城市规划和方案设计,但是这种方法存在多种软件间协同性不强、缺乏有效的自动评估方法等问题。为了更好地利用计算机进行城市规划,首先简要介绍了计算机辅助城市规划系统 CAUPS 的工作原理和主要模块,然后着重介绍 CAUPS 中实现自动评估过程的关键技术——评估模型定义系统的设计和实现技术。该项技术首先通过提供一组简单的操作运算符以及实体对象关系的解析支持来实现评估模型的描述功能;然后由用户根据实际规划的需要交互地选择构成特定评估模型的规则和实体以实现对评估模型的定制。

关键词 CAUPS 评估模型定义系统 关键词匹配 语法解析

中图法分类号: TP391.72 **P208** **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2009)01-0183-06

Design and Implementation of Evaluation Models Definition System in CAUPS

JIANG Yun-liang^{1),2)}, ZHUANG Yue-ting²⁾, XU Cong-fu²⁾, LIU Yong²⁾

¹⁾(School of Information & Engineering, Huzhou Teachers College, Huzhou 313000)

²⁾(College of Computer Science, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract In recently years, with the increment of urbanization, the computer aided urban planning has become more and more important. Generally, the computed aided process is accomplished through the help of multiple software systems. There are several issues with the above solution such as weak applicability, lack of efficient auto-evaluation method, etc. The working principle and main modules of CAUPS are briefly introduced. The key technique for auto-evaluation, i. e., the design and implementation of evaluation models definition system in CAUPS, is emphasized. A series of simple operations and resolution for the entity relations are firstly provided to describe all the possible evaluation models, and then users can customize their evaluation models by combining the proper entity relations and entities based on the practical planning demand.

Keywords CAUPS, evaluation models definition system, keywords match, syntax resolution

1 引言

近年来,随着城市化进程的不断加快,城市规划的计算机辅助设计越来越受到广泛的重视。城市规

划通常采用的方法是将多种辅助软件混合使用,用于进行城市规划和方案设计,如利用 ArcGIS^[1]等 GIS 软件系统^[2]完成区域数据的管理和分析;采用 AutoCAD 软件完成平面规划方案设计;利用 Photo-shop 等平面出图软件完成 2 维效果图的渲染以及通

基金项目: 国家自然科学基金项目(60573056);浙江省自然科学基金项目(Z106335, Y107759, Y107293);浙江省科技计划项目(2008C21083)

收稿日期: 2006-03-23; **改回日期**: 2007-03-13

第一作者简介: 蒋云良(1967 ~),男,教授。2006 年 12 月获浙江大学计算机科学与技术专业博士学位。主要研究方向为地理信息系统、人工智能、信息融合等。E-mail: jylys@zju.edu.cn

过 3DS 等软件完成规划方案 3 维效果的渲染和绘制。目前比较通用的城市规划设计流程如图 1 所示。

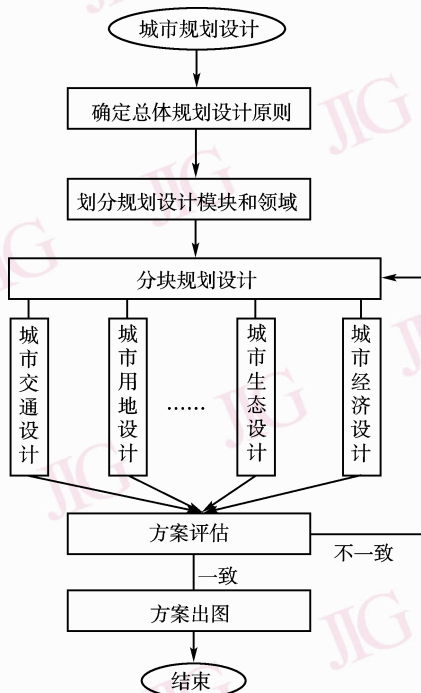


图 1 通用的城市规划设计流程

Fig. 1 Current flow of urban planning

虽然该基于计算机辅助技术的城市规划模式能够大大提高规划设计的效率,但还远远不能满足日益发展的规划理论的要求,并且当前的辅助规划系统还存在着诸多不足,而且辅助规划系统还面临着一些挑战,例如

(1) 现有的辅助规划系统直接的协同性不强。目前广泛使用的计算机辅助城市规划工具采用的是基于松耦合构架的软件体系结构,典型的如 MIT 的计算机辅助软件工具包、ESRI 公司的 ArcGIS 系列软件工具,以及 Autodesk 公司的 AutoCAD 系统等,由于它们都是以规划流程环节为划分来分别提供辅助,因此其系统之间的数据交换能力弱、协同性不强、效率还不尽如人意。此外,松耦合软件构架的另一缺点是不利于控制和保证多人参与到规划设计中的设计理念和设计水平的一致,因而需使用基于紧耦合体系结构的,并适合于由规划到决策转换的统一软件设计与整合技术。

(2) 现有的辅助规划系统在对规划方案进行评估的环节上还缺乏有效的辅助功能。由于大量的事务性工作都需要规划设计人员手动完成,而

且由于个人的失误或计算错误,往往会造成规划方案出现重大问题或者漏洞,因此完全由人工完成的方案,其评估工作量非常巨大,效率往往比较低^[3]。另外,由于规划过程在方案评估阶段往往存在着多次的方案反复修改和重新评估,即需要非常频繁地对设计方案进行评估,设计人员的大量时间都花费在重复地对方案进行评估这一过程中,从而造成了整个城市规划过程耗时巨大。因而,如何充分利用计算机辅助技术在定量计算上高速准确的优势,以及如何利用其完成城市规划的方案评估环节中的计算和评估过程,是当前计算机辅助规划系统的一个重大的挑战性问题。如果此问题能得到解决,则必将大大缩短规划过程的时间耗费,以提高规划效率。

(3) 现有的辅助规划系统多是针对静态的城市数据进行组织和管理,无法支持动态的城市规划过程。所谓动态的城市规划过程是指在规划过程中不仅要考虑当前的城市现状,而且还要考虑采用了规划设计人员给出的设计方案一段时间之后,城市将会产生何种变化,以便动态地模拟和估算出运用该规划方案后所造成的影响和结果^[4]。传统的 GIS 侧重于解决城市规划中所涉及的对象图形画法及其属性数据的关联等问题。然而在城市规划过程中,规划师们则希望通过某些实际对象的动态变化来分析其对规划方案的影响。例如,增加一个新车站后,会对所规划区域的经济、交通、生态等方面产生何种影响。因此,传统意义上的辅助规划软件难以满足规划师对方案动态评估的实际需求。

针对以上问题,笔者设计并实现了一个基于对象和 Agent 的计算机辅助城市规划系统——CAUPS^[5]。由于该系统改变了传统城市规划中需要使用多种不同软件协同设计的规划模式,并实现了一种新的城市规划流程,即通过辅助规划人员定义对象、添加对象、系统自动评估设计方案等步骤来进行城市规划方案的设计,从而大大提高了城市规划的效率。

2 CAUPS 与涉及的相关技术

CAUPS 由实体定义系统、对象关系定义系统和辅助城市规划 GIS 系统 3 个主要部分组成,而且 CAUPS 中的 3 个主要模块都是围绕着对设计人员

给出的方案进行评估这一核心任务而展开的。为能实现对用户的设计方案进行自动评估,需给出一个可用的评估模型,而且该模型不能完全固定,必须能根据用户的需求自由定义(即能充分表达设计师的规划设计理念),或能根据设计工程中的功能性目的进行修改和调整。

在 CAUPS 的实现过程中采用了基于多 Agent 系统 (multi-agent system, MAS)^[6] 的体系结构,即给出了一个可扩充和自定义的 Agent 实现框架。在 CAUPS 中,每个实体均可当作自主 Agent,且称之为实体 Agent (entity Agent),它是多 Agent 系统中最基本的智能单元,其知识由实体关系定义系统给出。多 Agent 间采用基于 KQML^[7,8] 的通讯方式。

在 CAUPS 中,评估模型的实现是关系到系统的应用效率以及可扩展性的核心模块,本文着重介绍 CAUP 中基于自定义规则的评估模型定义系统的设计及实现方法。

3 评估模型实现原理

由于城市规划项目中涉及到不同的规划对象及不同的设计目的,因此在 CAUPS 中采用统一的评估模型是不可能的。同时评估过程中的自动化又恰是当前规划系统的主要缺陷之一,因而如何设计和实现一个可根据规划项目的不同而由用户自由设定的评估模型系统就成为 CAUPS 系统中的核心任务之一。

CAUPS 中的评估模型是建立在实体 Agent 关系基础上的,即由 CAUPS 中实体 Agent 间的关系来构成评估模型。在 CAUPS 中,实体 Agent 覆盖了所有的规划对象,并根据规划原理分别设定了实体对象之间的相互作用关系,而这些关系恰恰是评估过程中设计师需要考虑的细节规则,由于不同要求的规划案例中可能需考虑和忽略的实体关系各自不同,因而只要通过组合选择相应的与当前规划案例有关的实体关系,即可构成当前案例的评估模型,其对应关系如图 2 所示,即用户先从 CAUPS 中的实体关系库中根据需要进行选择出相应的规则和实体,并构成对应的评估模型;然后在后面属性的自动调整过程中(如图 3 所示),该模型将会自动作为评估模型被执行。

这样设计的优点在于规划人员可非常自如地

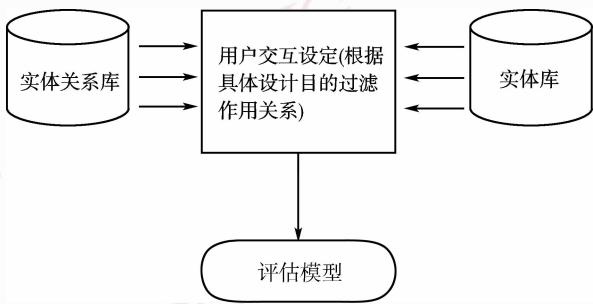


图 2 实体库、实体关系库与评估模型关系示意图
Fig. 2 Relation between the entities DB, entity relations DB and the evaluation models

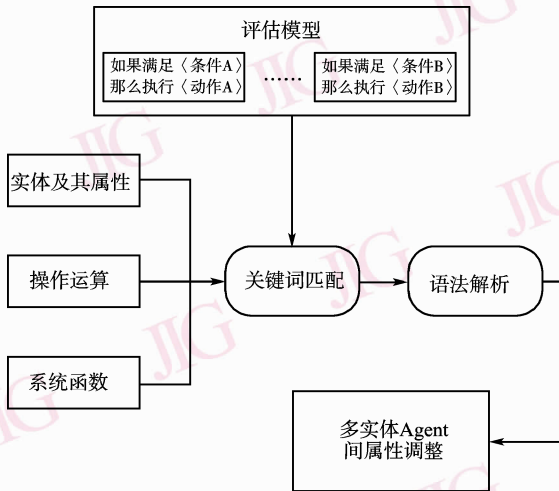


图 3 CAUPS 中评估模型工作原理图
Fig. 3 Working principle of evaluation models in CAUPS

根据自己的设计理念和设计项目的需求来设定评估模型,并将该模型应用于 CAUPS 中,以进行自动评估,进而通过系统的辅助功能实现快速高效的规划工作。

4 评估模型定义系统

评估模型的定义很大程度上可看作是对 CAUPS 中实体 Agent 间相互作用关系的表示和定义,也称其为物-物关系定义。物-物关系事实上是模拟 Agent 和 Agent 在现实世界中的存在的关系。这种关系可存在多种,其中,Agent 可作用于影响不同类的 Agent,也可作用于同一类的 Agent (如表示个体与集合的关系)。物-物关系的一般形式为“如果满足<某条件>,那么执行<某动作>”。

在本文中的所有相关实例遵照如下约定:

(1) 所有 Agent 的 ID 为 4bits,如“1001”;

(2) 所有 Agent 的实例为 8bits,如“10010001”。

评估模型定义系统的实现由关键词定义以及语法解析与执行两部分构成,其工作原理如图 3 所示。

4.1 关键词定义

关键词(keywords)是指被系统允许在条件、动作中出现的,并可被解释执行的词汇。在模型被解析的过程中,系统会首先从扫描构成模型的具体规则本身中提取出相应的关键词;然后进入具体的规则语义识别这一步。关键词具体分为如下 3 类:

4.1.1 实体 Agent 及对应的属性

此类关键词是指通过实体定义系统定义的 Agent 的标识及其对应的属性。如果在实体定义系统中定义的一个工厂的实体,其标识为 Factory,并有其对应的一系列属性,如位置(position)、面积(area)、排污量(polluting)等,则由用户定义的 Factory, position, area, polluting 等就在系统中识别为关键词。

4.1.2 运算符

CAUPS 中评估模型的实现原理是将实体或者实体集合,根据一定的条件产生一个对应的动作,该动作直接或间接作用于 CAUPS 中的实体(作用的对象由构成评估模型的规则给出)。一条评估规则需涉及 3 种运算符号,分别是操作运算符、判断运算符和连接运算符。

由于评估模型的具体动作在评估模型中具体体现为对作用对象的属性值的更改,因而需给出对属性进行改变的操作,这些操作运算符也必须作为关键词予以解析。表 1 给出了 CAUPS 中使用的一些用于属性调整的操作运算符以及实例。同样的,若要识别评估模型中的条件是否满足,则 CAUPS 需提供对应的判断运算符的支持,表 2 给出了 CAUPS 支持的一些判断运算符以及实例。而

连接运算符则提供了对复杂判断条件的支持,在 CAUPS 中提供的连接运算符分别是“与连接”和“或连接”,表 3 给出了 CAUPS 支持的连接运算符以及实例。

4.1.3 系统函数

在 CAUPS 中还有一类关键词,即由系统提供的一些函数,以便于规划设计人员设定规划条件,如用于计算地图上某一实体对象面积的计算函数和用于计算实体对象之间距离的函数等。表 4 中为两个系统函数实例。

表 1 操作运算符表
Tab.1 The table of arithmetic operations

运算符	说 明	实例说明
+	加法运算	1001. innerwidth + 1001. outerwidth
-	减法运算	1001. innerwidth - 1001. outerwidth
*	乘法运算	1001. innerwidth * 3. 14
/	除法运算	1001. innerwidth/2

表 2 判断运算符表
Tab.2 The table of judgement operations

运算符	说 明	实例说明
>	大于	Distance(1001 ,1002) > 100
<	小于	Distance(1001 ,1002) < 100
> =	大于等于	Distance(1001 ,1002) > = 100
< =	小于等于	Distance(1001 ,1002) < = 100
< >	不等于	1001. likeWater < > “0”
= =	等于	Distance(1001 ,1002) = = 100

表 3 连接运算符表
Tab.3 The table of conjunction operations

运算符	说 明	实例说明
&&	与操作	Distance(1001 ,1002) > 100 && 1001. likeWater = = “1”
	或操作	Distance(1001 ,1002) < 100 1001. likeWater = = “0”

表 4 两个系统函数实例
Tab.4 Examples of two system functions

函 数	说 明	实例说明
Double Area (String SomeAgentID)	求指定的 Agent 的面积,以 m ² 为单位	Area(1001) > 100 000
Double Distance (String SomeAgentID , String OtherAgentID)	求指定的 2 个 Agent 之间的距离,以 m ² 为单位	Distance(1001 ,1002) < 100 1001. likeWater = = “0”

4.2 语法解析及执行

根据上述给定的关键词,由 CAUPS 提供的语法分析器对其进行解析。解析时,先判断构成前提的条件区的语法,即表示当前的 Agent 实例之间是否符合实体关系定义中的给定条件,以便返回真或假;如果是结果区的语法,则直接执行,并进行相应的更改操作。

评估模型的解析算法步骤如下:

步骤1 解析前提

在语法分析器工作前,系统提供如下参数:

- (1)待解析的条件语句和对应的后续作用语句;
- (2)待解析的主体实例和客体实例的对应记录。

步骤2 语句分解

由于待解析的语句可能是由多个原子语句进行与或操作后串联形成的,因此,需根据连接符关键词对原子语句进行分解,以便形成待解析的原子语句。

步骤3 原子解析及执行

原子解析是把分解后的原子语句转化为可执行的语句,以方便系统执行。原子语句大体上可分为如下3类:

(1)SomeAgentID. SomeAgentAttribute Judge_Operation SomeConstValue

此类的原子语句适用于条件语句中,用于指定 Agent 的某一属性值与某一常量的比较关系是否存在。

其具体步骤如下:

- ①获取 SomeAgentID 实例对应属性的值;
- ②转化 Judge_Operation 为对应的可执行运算符;
- ③组合为可执行表达式;
- ④执行表达式,并返回执行结果,即 true 或 false。

(2)System_Function (someAgentID, ..., someAgentID) Judge_Operation SomeConstValue

此类原子语句适用于条件语句中,此类语句首先指定 Agent 为参数,然后调用系统底层函数,并以函数返回值与某一常量进行比较。

其具体步骤如下:

- ①以具体实例为参数,执行底层函数,并记录返回值;
- ②转化 Judge_Operation 为对应的可执行运算符;

③组合为可执行表达式;

④执行表达式,并返回执行结果,即 true 或 false。

(3)SomeAgentID. SomeAgentAttribute Action_Operation SomeConstValue

此类原子语句适用于结果语句,用于对指定 Agent 的某一属性值进行赋值操作。

其具体步骤如下:

- ①获取 SomeAgentID 实例对应属性的当前值;
- ②转化 Action_Operation 为对应的 Java 运算符;
- ③组合为 Java 表达式;
- ④执行表达式,得出新的属性值,并以此更改对应的表记录的对应字段值。

步骤4 组合判断

组合判断主要适用于条件语句,用于根据各个原子语句的解析结果进行综合判断,进而得出当前对应实例是否满足给定条件的结论。

5 结 论

随着计算机技术的飞速发展和普及,其在城市辅助规划中的作用越来越明显。一个好的辅助规划系统不仅能准确无误地表达规划设计人员的设计理念,同时还能极大提高设计过程的效率,以节省人力和时间。本文简要介绍了一个基于对象和 Agent 的辅助城市规划系统——CAUPS,并着重介绍了该系统中评估模型定义系统的设计与实现方法。在 CAUPS 中,由于评估模型可通过用户交互地设定出规划过程中所涉及到的规划对象及其对象间的作用关系,从而可实现用户评估模型的定制。该项技术不仅能实现自由地表达规划设计师的规划理念和设计原则,并能推广到类似需要高度自由表达和描述的复杂系统中。

致 谢 美国哈佛大学城市与景观设计院的夏建统博士为本系统的设计、实现和实际应用提供了一些富有启发性的思路,并提供了部分国外文献资料,在此表示衷心的感谢。

参考文献 (References)

- 1 ESRI Inc. Manual to ArcInfo [EB/OL]. <http://www.esri.com/>, 1996-05-23.
- 2 Chen Shu-peng, Lu Xue-jun, Zhou Chen-hu. A Guide to Geograph-

- ical Information System [M]. Beijing: Science Press, 1999: 3-12.
[陈述彭, 鲁学军, 周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 3-12.]
- 3 Brown M, Boswell D, Streit G, *et al.* Joint urban 2003 street canyon experiment [A]. In: Proceedings Symposium on Planning, Nowcasting, and Forecasting in the Urban Zone[C], Seattle, WA, USA, 2004:12-24.
- 4 Atsushi Nara, Paul M. Torrens Simulating inner-city gentrification using hybrid models of cellular automata and multi-agent systems [EB/OL]. http://igre.emich.edu/geocomputation2005/abstract_list/0800165Atsushi_Nara_Abstract.pdf, 2006-02-12.
- 5 Jiang Yun-liang, Zhuang Yue-ting, Xu Cong-fu, *et al.* CAUPS: An object and agent based computer aided urban planning system [J]. Journal of Image and Graphics, 2005, **10**(12): 1560-1566. [蒋云良, 庄越挺, 徐从富等. CAUPS:基于对象和 Agent 的机助城市规划系统[J]. 中国图象图形学报, 2005, **10**(12): 1560-1566.]
- 6 Wooldridge M, Jennings N R. Intelligent agents: theory and practice [J]. Knowledge Engineering Review, 1995, **10**(2): 115-152.
- 7 Smith I A, Cohen P R. Toward a semantics for an agent communication language based on speech acts [A]. In: Proceedings of 13th National Conference on AI and 8th Innovative Applications of AI Conference [C], Menlo Park, California, USA, 1996, **2**:24-31.
- 8 Labrou Y, Finin T. A proposal for a new KQML specification [EB/OL]. Draft: University of Maryland, Baltimore County, <http://www.cs.umbc.edu>, 1996-11-03.