

城市公用事业设施管理 AM/ FM/ SS/ RM 解决方案初步研究

龙 瀛¹, 贾海峰², 赵冬泉²

(1. 北京市城市规划设计研究院, 北京 100045; 2. 清华大学 环境科学与工程系, 北京 100084)

Urban Public Undertakings' Facilities Management Solution- AM/ FM/ SS/ RM

LONG Ying, JIA Haifeng, ZHAO Dongquan

摘要:提出基于系统仿真技术和规则模型改进的城市公用事业设施管理解决方案 AM/ FM/ SS/ RM(Automated Mapping/ Facilities Management/ System Simulation/ Rules Mechanism), 并对其作详细的介绍。以城市污水系统为例, 介绍基于 AM/ FM/ SS/ RM 解决方案开发的城市污水系统仿真模型和在此基础上的设施管理系统的框架和开发路线。

关键词:系统仿真; 规则; 设施管理; AM/ FM; 城市污水系统; COMGIS

一、城市公用事业设施管理

城市公用事业基础设施是为城市工业、商业、服务业及人民生活提供服务的公共设施, 包括给水、排水、供电、供气、供暖、环保、公共交通和电信等方面的基础设施。它是城市赖以生存和发展的基础, 其发展水平标志着一个城市的文明程度, 也是城市居民生活质量的显著标志。城市公用事业基础设施完整的网络体系, 具有很强的相关性、整体性, 体现出系统工程的性质和特性。

在城市公用事业基础设施管理的日常工作中, 要处理的资料数量较大, 手工方法难以对这些资料进行高效管理。城市公用事业基础设施的高速发展以及其担负的任务日益增强, 带来各种资料飞快的更新速度, 同时城市公用事业设施管理工作所涉及的范围广、管理对象庞杂。随着计算机技术的产生, 计算机技术逐步应用于公用事业管理中, 产生了众多公司、单位开发的城市公用事业设施管理系统, 其主要服务于工程部门、故障派遣部门、规划调度部门、设计部门和制图部门等。

二、AM/ FM

早在 20 世纪 60 年代后期, IBM 公司和 COLORADO 公共服务公司就开始致力于用计算机工具管理公用事业的设施。在其后的近十年间, 其他人继续挑战依赖计算机进行设施管理 (FM, Facilities Management), 并且诞生了自动制图 (AM-Automat-

ed Mapping), 产生了 AM/ FM 这种设施管理的解决方案, AM/ FM 利用数据库技术存储有关制图目标的附带信息并连接这些属性数据到制图信息中^[1]。

随着 GIS 技术的发展, GIS 广泛应用于设施管理, AM/ FM/ GIS 在 AM/ FM 的基础上应运而生, 用户可以针对特定的应用任务, 通过 AM/ FM/ GIS 存储事物的空间数据和属性数据, 记录事物之间的关系和演变过程。近年来, 全球最大的 GIS 厂商 ESRI(美国环境科学研究所) 在 AM/ FM/ GIS 方面作了很多的实践, 其主要的设施管理解决方案 ArcFM 是 AM/ FM/ GIS 系统的代表, 也代表着目前 AM/ FM/ GIS 的最高水平。它是专为公用事业设施管理部门开发的解决方案, 它可以对自来水、污水、电力等设施进行编辑和建模分析。同时 ESRI 开发了很多专业模型, 如给水排水^[2]、环境^[3]等设施管理模型, 用于 ArcFM^[4~7]。

目前在城市公用事业设施管理系统方面的研究, 一般仍停留在档案信息化、设施信息的空间表达和属性链接层次, 对于较高层次的设施管理解决方案——AM/ FM/ GIS, 提供了 GIS 和专家系统的功能如空间查询、空间分析、报表和应急处理等, 但其功能仍限于基础设施空间、属性信息的管理和常用的 GIS 分析、查询功能, 对于公用事业系统的运行参数以及设施的自动维护等方面少有考虑, 使得目前设施管理计算机解决方案受到一定的限制。

收稿日期: 2003-08-20

作者简介: 龙 瀛(1980-), 男, 吉林四平人, 硕士生, 主要研究方向为排水系统规划、环境规划。

三、AM/ FM/ SS/ RM 解决方案

1. 可行性和必要性

系统仿真是一种求解实际系统问题的方法,当系统有一定的复杂性时,可以先建立该系统的模型,并以模型为基础对系统进行分析。随着信息技术的高速发展,仿真技术也得到迅速的推动,并在工程技术的很多领域获得了广泛的应用。

系统仿真技术介入城市公用事业设施管理,可以实现系统的运行参数模拟。其应用于城市公用事业设施管理系统在以下几方面具有一定的可行性:

各种城市公用事业一般单成一个系统,与其他外界系统联系不大,易于对这样的封闭或半封闭系统进行仿真; 城市公用事业系统,一般可以分解为若干个模块,这些模块之间关系密切,适合建立系统仿真模型对系统各运行参数进行模拟; 在城市公用事业领域,已经有诸多较为专业的模型和理论,为公用事业系统的仿真提供了较好的理论依据。

系统仿真技术应用于城市公用事业设施管理系统在以下几方面具有一定的必要性:

1. 城市公用事业基础设施一般有一个明确的载体,也是管理中往往容易忽略的要素,如给水排水系统中的水,供气系统中的燃气等,这类载体运行参数的计算及管理,对于公用事业这样一个复杂的巨系统,往往需要系统仿真技术的参与。

2. 对城市公用事业系统进行系统仿真,可以促进其设施管理水平在广度和深度方向的扩展,开创设施管理系统新的应用领域,如城市公用事业基础设施规划。

3. 城市公用事业设施管理目前水平较低,限于信息管理、档案管理层次,在应急事故处理、系统改扩建等问题上并不能很好地解决。

同时,城市公用事业设施管理系统中,设施间一般具有一定的空间、属性、运行等方面的关系,设施的属性一般也有一定的限制,为了提高设施管理系统的自动维护性,在设施管理系统中引入规则机制,可以降低系统的维护工作量,提高工作效率。

2. AM/ FM/ SS/ RM

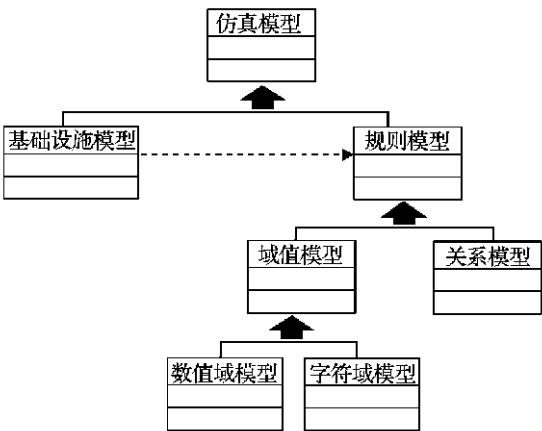
与 AM/ FM 和 AF/ FM/ GIS 相比,经过系统仿真技术和规则机制改进的城市公用事业设施管理系统解决方案(AM/ FM/ SS/ RM,Automated Mapping/ Facilities Management/ System Simulation/ Rules Mechanism),扩大了设施管理的内涵,提升了其应用层次,具有较大的优势。

AM/ FM/ SS/ RM 解决方案主要包括基于 COM

的基础设施模型和规则模型的仿真模型的开发,以及基于仿真模型和 COMGIS 的城市公用事业设施管理系统的开发。

3. 仿真模型

城市公用事业基础设施仿真模型的基本类结构如图 1 所示。



(1) 基础设施模型

城市公用事业系统一般包括多个子系统,每个子系统又包括多个模块,每个模块又包括多个单元,如城市污水系统包括收集、输送、处理和排放四个子系统,而输送子系统又包括污水管道、检查井、排水流域和提升泵站等模块,其中提升泵站又包括提污泵、泵站构筑物、配电设施等单元。一般要建立城市公用事业系统的基础设施模型,需要首先确定仿真层次,然后在这一层次对系统进行相应的简化和假设。

(2) 规则模型

规则模型分为域值模型和关系模型,其中域值模型定义了各基础设施模型的属性字段的取值范围,它包括数值域模型和字符域模型。可以定义每个仿真模型的成员变量对应某一个域值模型的对象,以限制该成员变量的取值范围。

关系模型分为简单关系和复合关系:若对象 A 和对象 B 之间是简单关系,则对象 A 从数据库中被删除后,对象 B 继续存在;若两者是复合关系,则一个对象被删除,消息传送给相关的对象,相关的对象也将被删除。域值模型和关系模型的类图如图 2 所示。

这种基于规则模型驱动的仿真模型,可以最大限度减少其应用于设施管理时的业务开发量,可以在不改变代码的条件下适应不同的业务需求,可以简化系统维护,提高管理效率,维护设施的完整性,同时数据和应用相互独立,可进行更简单的数据移植。

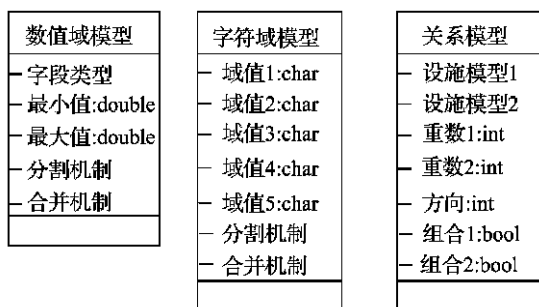


图2 数值域模型、字符域模型及关系模型类图

(3) 仿真模型开发流程

城市公用事业基础设施仿真模型开发的主要流程如下。

1. 对某一单项城市公用事业系统进行系统分析,初步确定该系统不同层次的要素构成。

2. 确定要进行仿真的要素层次,对其进行相应的简化和假设。

3. 采用 UML 进行交互进行基础设施模型和规则模型的类图设计^[8]。

4. 将 UML 设计的类图采用 CASE 方法导出为 Visual C++ 的工程文件,生成仿真模型的结构代码^[9]。

5. 应用 COM 技术对模型进行开发,设计并建立 COM 对象和相应的接口,采用 ATL 方法, C++ 语言和 Visual C++ 编译环境^[10]。

6. 编写各个基础设施模型类具体成员函数的代码,同时根据基础模型类和初步设计的规则模型类结构,实现各个域值模型类和关系模型类的结构代码。

7. 将 COM 对象打包成 DLL 文件,为设施管理系统提供底层模型支持。

4. 设施管理系统

在设计和开发某一城市公用事业基础设施仿真模型的基础上,进行其设施管理系统的开发,其主要开发流程和相应采用的方法如下。

1. 对设施管理系统进行需求分析,确定设施管理系统的结构,主要包括绘图模块、信息模块、对象模块、规则模块和仿真模块。

2. 绘图模块的开发。采用 COMGIS 技术,对 GIS 组件进行二次开发,实现各类基础设施的绘制、编辑、查询、分析、报表等基本功能(其绘制与编辑功能要考虑规则模块的约束)。

3. 信息模块的开发。本模块主要实现对基础设施空间信息和属性信息的基本管理,包括信息的增加、删除、修改、查询、空间分析等功能(信息的更改要考虑规则模块的约束),以及实现系统与 CAD/GIS 的输入输出接口。

4. 对象模块的开发。建立空间地理元素与设施模型之间的对应关系,即空间地理元素与仿真模型类的对象之间的转换,为规则模块和仿真模块提供数据支持。

5. 规则模块的开发。对绘图模块的空间数据和对象模块的输出数据进行规则校检,包括域校检和关系校检,以获得有效的设施信息;这一模块另一功能是在图形和信息更改时对其进行约束,实现系统的自动维护功能。

6. 仿真模块的开发。仿真模块调用有效的基础设施对象的信息,利用仿真模型类的成员函数进行公用事业系统的仿真。

7. 载入数据,进行系统测试,最终完成设施管理系统的开发。

四、开发实例

笔者在提出 AM/ FM/ SS/ RM 解决方案的基础上,利用这一解决方案开发了城市污水系统设施管理平台。作为该平台的开发基础,城市污水系统仿真模型(M-MWSS, Model of Municipal Wastewater System Simulation)可以实现城市污水系统的水质、水量和水力等运行参数的模拟,同时引入规则机制,尽可能实现设施的自动维护。M-MWSS 的基础设施模型的类图如图 3 所示。基于 COM 的 M-MWSS,其开发结果为一套模型库系统,包含众多以 DLL 形式存在的城市污水系统基础设施的仿真模型。

在 M-MWSS 设计和开发的基础上开发的城市污水系统设施管理平台,引用了 M-MWSS 中的 3 个设施模型——检查井、污水管道和排水区域。在本平台中,M-MWSS 与 MapObjects 结合,利用 GIS 的制图编辑、空间表达、空间分析等功能,不仅可以实现城市污水系统基础设施信息的常用管理功能,还实现了污水管网的水力、水位和水量等系统运行参数的模拟。

五、结 论

在城市公用事业设施管理系统中引入系统仿真技术和规则机制,使得 AM/ FM/ SS/ RM 解决方案相比 AM/ FM,增加了系统运行参数仿真和设施自动维护的功能,在较大程度上扩展了设施管理的功能范围,提高了设施管理的效率,简化系统的维护。同时,系统仿真模型基于 COM 开发,可方便地为设施管理系统所调用,提高其开发效率,便于系统的更新。在我国现阶段,城市公用事业设施管理工作正逐渐得到重视,随着系统仿真技术、专业模型以及 COMGIS 技术的日趋完善,AM/ FM/ SS/ RM 将在城市公用事业设施管理领域具有更为广阔的应用前景。



图 3 城市污水系统基础设施模型类图

参考文献：

[1] 周凤林,洪立波. 城市地下管线探测技术手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1998.

[2] Water Utilities—ArcGIS Data Models. Steve Grise[OB/OL]. www.esri.com.

[3] Environmentally Regulated Facility—Geodatabase Model. Version 2[OB/OL]. www.esri.com.

[4] ESRI. ArcFM Water: AM/ FM/ GIS for Water Utility Systems[M]. [s.l.]:ESRI White Paper, 2000.

[5] ArcFM™ 8 GIS for Utilities[OB/OL]. www.esri.com.

[6] 陆朝辉. 基于 ARC/ INFO 的功能强大的公共事业应用程序[J]. 计算机应用研究, 2000 年.

[7] 面向设施管理的 GIS 解决方案——ArcFM 简介[J/OL]. www.superfull.com.

[8] FOWLER M,SCOTT K. UML 精粹—标准对象建模语言简明指南[M]. 北京:清华大学出版社, 2000.

[9] MICHAEL B. UML 与 Rational Rose 2002 从入门到精通[M]. 北京:电子工业出版社,2002.

[10] TOM A, RON P. ATL 开发指南[M]. 北京:电子工业出版社,2001.