

一种设施管理平台:FMS*

李豪政, 朱祥华

(北京邮电大学 继续教育学院, 北京 100876)

摘要: 分析了 AM/FM/GIS 系统所管理的设施对象的特征, 设计了一种构建于通用 GIS (Geographic Information System) 基础之上的电信设施管理平台: FMS (Facilities Management System), 对该设施管理平台的总体结构和特点作了阐述, 对实现该平台的关键技术如规则库、设施对象的访问、图形接口的实现作了较为全面的说明。

关键词: AM/FM/GIS; 规则库; 设施管理平台

中图法分类号: TP319

文献标识码: A

文章编号: 1001-3695(2005)02-0065-03

A Facilities Management Platform: FMS

LI Hao-zheng, ZHU Xiang-hua

(School of Continuing Education, Beijing University of Posts & Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: Expound the characteristic of the facilities in AM/FM/GIS system and then introduce a facilities management platform: FMS (Facilities Management System) based on general GIS. Describe the general structure and character of the facilities management platform. At last give a detailed interpretation on such key technologies as rule base, accessing the facility object, the implementation of graphical interfaces.

Key words: AM/FM/GIS; Rule Base; Facilities Management Platform

AM/FM/GIS (Automated Mapping/Facilities Management/Geographic Information System) 是一种基于地理信息的设施和生产技术管理的计算机图文交互系统。其中 AM 根据行业规范建立起的基础设施图形信息, 完成工程设计图纸、施工图纸、竣工图纸的精确绘制以及与工程、基础设施相关信息的入库和存档。FM 完成设施管理, 其中包含从设计、施工到废弃的设施生命周期管理。GIS 是融计算机图形和数据库于一体, 存储和处理空间信息的技术, 它把地理位置和相关属性有机结合起来, 根据实际需要准确真实、图文并茂地把输出结果呈现给用户。AM/FM/GIS 主要是针对具有网络特征的市政公共基础设施的管理, 如电信网、电力网、自来水管网、煤气网等的管理。AM/FM/GIS 在电信领域的应用以管道网、电缆网、光缆网等基础管线网的管理为主。

建立 AM/FM/GIS 系统的一种方法是直接构建在通用 GIS 平台上, 常用通用 GIS 平台包括 ArcInfo, MapInfo, SuperMap 等。在这种方法中, 从设施数据模型的建立, 到设施管理功能的实现, 都与通用 GIS 密切相关。这种 AM/FM/GIS 系统可重用性不强, 如果所需管理的设施或需实现的管理功能有所变化, 整个 AM/FM/GIS 系统需从头开始重新开发。

因此研究基于 AM/FM/GIS 应用的设施管理平台, 并将 AM/FM 应用构建上, 就显得非常有必要。目前, 国内外众多 GIS 厂商都推出了自己的 AM/FM 平台, 如美国 Intergraph 公司的 Active FRAMME, ESRI 公司的 ArcFM (Arc Facility Manager), 深圳雅都图形软件公司的 GROW 等。Active FRAMME 与 ArcFM 价格昂贵, 系统复杂, 很多功能我们都用不上, 且其

管线网模型和应用不同于我国^[1]; GROW 没有利用通用 GIS 强大的图形编辑、管理和分析功能。

大型软件中的软件复用、软件的跨平台性一直是软件工程中研究的热点^[2], Microsoft 提出的 COM 技术是面向对象技术的扩充, 为以上问题提出了解决方案^[3]。我们所建立的设施管理平台 (Facilities Management System, FMS) 在通用 GIS 系统基础之上加入定义设施和体现行业规范的规则库, 利用 COM 技术将设施封装为 COM 对象, 为 AM/FM/GIS 应用程序提供比通用 GIS 更高层的设施访问接口和设施图形编辑接口, 达到软件复用目的, 简化二次开发的难度, 同时容易用到最好的 GIS 功能。

1 设施管理系统

1.1 设施特征

(1) AM/FM/GIS 所管理的设施对象一般都具有复杂的数据模型。一个设施对象可由多个图形和多种类型的信息组成, 本文将一个设施各组成部分统称为组件, 即一个设施可能有多个图形组件和多个非图形组件组成, 如电信管道网中人井由人井图形符号组件、人井展开图组件、基本信息组件、维护信息组件、固定资产信息组件等组成^[4]。

(2) AM/FM/GIS 所管理的设施对象间一般有复杂的关系, 可以抽象为三种类型^[5]:

线-线关系。这也是一种承载/被承载的关系, 如管道与电缆、光缆之间的关系, 即管道承载电缆、光缆。

点-线关系。点是一个粒度可大可小的概念。较大的点, 如人井、电杆等; 较小的点, 如电缆接头等。点-线关系是指从地理空间角度分析得出的设施 A 与设施 B 间的连接关

系,如人井与管道间的连接关系,连接关系是建立整个设施网络拓扑的关键。

点 - 点关系。地理位置上的依赖关系,指实际中一个设施 A 中含有另一个或多个设施 B,如电缆接头位于人井中。

(3) 设施生命周期,是指设施所经历的规划、设计、施工、运行维护和废弃的各个阶段。生命周期反映了资源的动态演化过程。

1.2 基于 FMS 的设施管理系统

根据设施的特征,我们将设施管理中的一些共性抽取出来,将设施中各组件间的数据一致性地维护,设施间关系的维护、设施生命周期的管理这些功能由设施管理平台来完成,上层应用系统在设施管理平台基础之上完成设施管理流程控制和设施资源调度管理。FMS 系统大致分为:规则库生成器、规则库、规则解释器、设施对象生成器、数字地图控件 FMMap 这几个部分。各部分间的关系以及其在应用系统中所处的位置如图 1 所示。

规则库是用 XML(eXtensible Markup Language)^[6]来表示的,描述了设施的定义、设施间的关系、设施的生命周期状态定义、设施图形显示风格等。规则生成器是一种可视化的 XML 编辑工具。规则解释器将 XML 所表示的规则解释为 FMS 所理解的形式,根据设施定义,设施组件和设施间的关系将被解释为关系数据库里的表,设施的生命周期状态定义、设施图形显示风格将解释为设施对象的属性。设施对象生成器根据设施定义通过 ODBC 访问设施属性表并通过通用 GIS 访问图形库,最后形成设施对象。设施对象为应用系统提供操作 COM 设施对象的接口。FMMap 在通用 GIS 的地图控件上封装而成,为上层应用系统提供设施级的支持规则的设施图形放置、编辑接口。针对不同的通用 GIS, FMS 与通用 GIS 间接口需有不同的实现,而 FMS 提供给上层的应用系统接口可保持不变。我们已在 SuperMap 与 ArcInfo 基础之上实现了 FMS。

2 FMS 的实现

2.1 规则库和规则解释器的实现

XML 是一种标记语言,在用 XML 定义规则库之前,要写一个 Schema 文件^[7]来定义 XML 规则库里用到的各种标记,XML 规则库用可视化工具软件 XMLSpy 来编写。本系统的规则包括:

(1) 设施组成的定义。描述一个设施由哪些图形组件和非图形组件组成,其中图形组件分为基本图形组件与附属图形组件两种。基本图形组件决定了该设施的地理位置,设施图形的类型(点状、线状、面状);附属图形组件只是对基本图形组件补充描述,其在数字地图上的形状和与基本组件的相对位置根据行业规范确定。一个设施一般由多个图形组件和非图形组件组成,如人井设施中人井符号是基本图形组件,人井展开图是附属图形组件。

(2) 设施间关系的定义。设施间的点 - 点关系定义为包含关系,指实际中一个设施 A 中含有另一个或多个设施 B。这种关系规定,设施 B 不能脱离设施 A 存在。删除设施 A,必然删除所包含的设施 B,或者当 B 存在时,不可删除 A;当 A 移动时,B 随着 A 移动,不能单独移动 B。设施间的点 - 线关系定

义为连接关系。这种关系规定,当在地理图中移动其中一个设施时,与它有连接关系的设施必须联动。线 - 线关系由点 - 点及点 - 线关系来维护,不作单独定义,如管道和电缆的关系,可通过管道段两端的人井(与管道有连接关系)与电缆段两端电缆接头(人井包含电缆接头,且与电缆有连接关系)的关系来维护。

(3) 设施显示定义。牵涉到设施图形组件间相对位置、显示风格、专题图显示功能。

(4) 设施生命周期的定义。定义了规划、设计、施工、竣工、运行、故障、维护、废弃状态。

(5) 设施管理部门与管理权限的定义。各部门操作人员只能当设施处于特定状态时并在给定权限下对设施操作,如建设部门操作人员只能在设施处于施工状态并有编辑权限时才能对设施进行编辑。

规则库解释系统将 XML 表示的规则库解释为关系数据库里的表,并生成设施定义对象,设施定义对象里包含有设施对象和数据库表间的关联信息。图 2 是 FMS 设施定义 COM 对象和其所提供的接口,对象间树型连线表示了对象间的父对象与子对象关系,上面的是父对象,下面的是子对象。由图 2 可以看出,通过访问设施定义对象,一个设施里所包含的组件、组件包含的属性、属性字段的类型、设施与其他设施间的关系都能够访问得到。

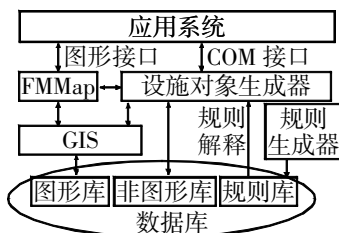


图 1 基于 FMS 的 AM/FM/GIS 应用系统体系结构

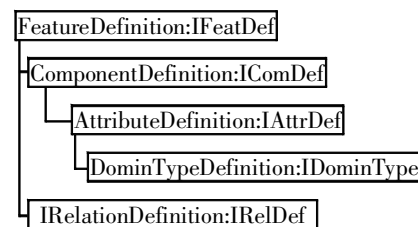


图 2 设施定义对象

2.2 设施访问的实现

对象生成器通过访问设施定义对象将存储在关系数据库中的设施属性数据、图形数据读出后,形成设施 COM 对象。FMS 设施 COM 对象和其提供的访问接口如图 3 所示。其中 FMS 对象是一个需要在应用系统初始化时创建的对象,维护设施对象缓冲池并设置操作员名称、权限等全局变量。Feature 是设施 COM 对象,是 FMS 对象的子对象,为应用提供设施级的操作接口。Component 是设施的组件对象,是 Feature 对象的子对象,为应用提供组件级的操作接口。

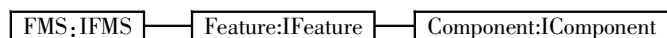


图 3 设施访问对象结构图

这些对象为上层应用提供设施的加载、查询、修改、删除等服务。接口提供的主要函数(方法)有:

(1) IFMS. LoadFeature(FNO, FID)

根据设施的 FNO(设施类型)和 FID(设施在该类设施集合中的 ID)加载设施,返回一个设施对象。

(2) IFMS. CreateFeature(FNO)

根据设施 FNO 创建一个该类设施,返回一个设施对象。

(3) IFMS. DeleteFeature(FNO, FID)

根据设施的 FNO(设施类型)和 FID(设施在该类设施集合中的 ID)删除一个设施。主要功能的实现算法如下:

(1) 新增一个设施的算法

检查操作员所属的部门和权限,如果操作员不能够新增设施,则退出。

生成一个 FID,根据设施类型 FNO 和 FID,生成一个设施对象。

遍历该设施的所有组件定义类,需要给新创建的组件赋值,如果组件为必需,则给该组件创建一个实例。

调用图形放置函数,生成图形组件。

将所有的组件数据入库。

(2) 设施访问的算法

根据 FNO, FID 创建一个设施对象,从数据库中将设施的所有属性值赋给设施对象的相应属性。

检查操作员所属的部门和权限,如果操作员不能够编辑设施,则退出。

如果能够编辑,提供界面供用户编辑属性数据。

如果有更改,将更改后的属性数据入库。

此功能只可访问设施的非图形属性数据,而图形数据的访问通过图形接口来访问。

(3) 设施删除算法

检查操作员所属的部门和权限,如果操作员不能够删除设施,则退出。

先根据设施间关系定义,检查是否有包含设施,如果有,则给出提示信息;如果可删除,从数据库中将此设施的所有属性数据值和图形数据删除。

2.3 FMMap 接口的实现

FMMap 在通用 GIS 地图控件的基础之上封装而成,除提供常用 GIS 工具如漫游、放大、缩小、旋转、移动外还提供支持规则的、设施级图形操作工具。在放置设施图形操作时,设施的各种图形组件同时生成,其显示风格、相对位置根据规则的定义进行显示。自动捕获电子地图上已存在的设施,如果需要建立设施间的关系,需自动地建立。在移动某个设施时,应根据设施间关系实现设施图形的联动。删除设施时,应根据设施间关系维护设施数据的一致性。通用 GIS 一般只提供简单的点、线、面放置与编辑,不提供设施级的编辑,不支持规则。我们重新设计了以下的函数以实现上述功能:

(1) GetSelectFeature(Optional X Optional Y)。返回处于某坐标位置处的设施对象,此坐标位置由鼠标点击确定,或由可选输入 X, Y 确定。如果该坐标位置处无设施对象,则返回 NULL。

(2) PlacePoint(Optional X Optional Y)。等待鼠标单击,由鼠标单击点形成一个点状几何图形并将其作为返回结果;或由可选输入 X, Y 确定,以支持批量放置。

(3) PlaceLine(X_1, Y_1 , Optional X_2 , Optional Y_2)。返回一个线状几何图形,该图形的起始点由输入地理坐标 X_1, Y_1 确定,结束点由拉动鼠标到另一位置点击确定或由可选输入 X_2, Y_2 确定。如果点击右键,则返回 NULL。

运用以上函数,点状设施放置与线状设施放置流程如图 4 所示。

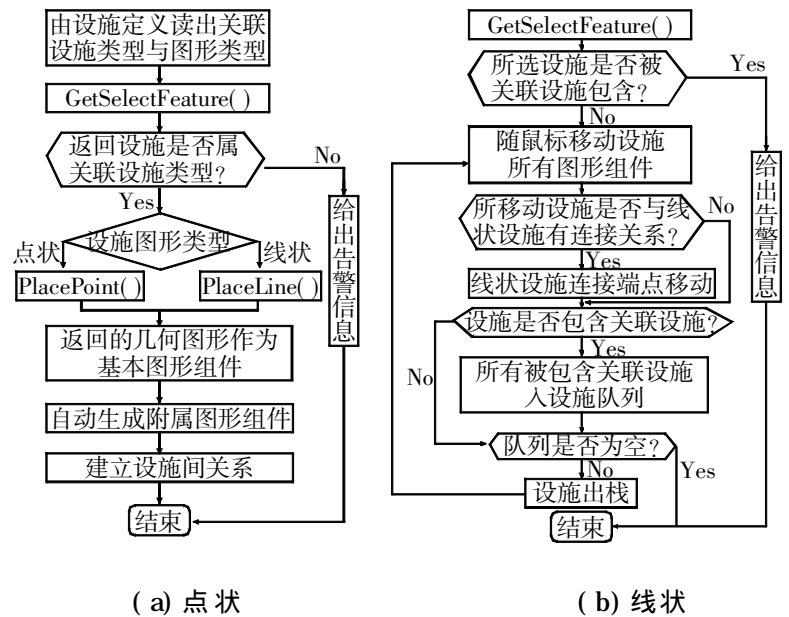


图 4 设施的放置过程

3 结束语

AM/FM/GIS 应用系统的建设是一个复杂的过程,需要不断地进行功能完善和新技术应用,才能在设施管理领域发挥出更大的作用,提高企业的竞争力。该 FMS 设施管理平台使 AM/FM/GIS 应用系统开发做到软件重用,缩短了开发周期。我们已在其基础之上开发了一套电信网络资源管理系统。

参考文献:

- [1] 阎国年,张书亮,龚敏霞. AM/FM/GIS 应用系统中若干问题的探讨[J]. 中国图像图形学报, 2001, 6A(9): 895-899.
- [2] 郑人杰,殷人昆,陶永雷. 实用软件工程(第2版)[M]. 北京:清华大学出版社, 1997.
- [3] 潘爱民. COM 原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 1999.
- [4] 中国电信本地网网络资源管理系统功能技术规范[M]. 中国电信集团公司, 2001.
- [5] 范玉顺,等. 复杂系统的面向对象建模、分析与设计[M]. 北京:清华大学出版社, 2000.
- [6] Extensible Markup Language (XML) [EB/OL]. <http://www.w3.org/XML>, 2003.
- [7] World Wide Web Consortium (W3C) XML Schema [EB/OL]. www.w3.org/XML/Schema, 2003.

作者简介:

李豪政(1972-),男,河南罗山人,博士研究生,研究方向为通信网与多媒体理论;朱祥华(1936-),男,北京人,博士生导师,研究方向为通信网与多媒体理论。

(上接第 64 页)

- [3] 蔡宗琰,王宁生,包振强. 基于生命科学原理的虚拟企业协同工作研究[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(7): 206-208, 232.
- [4] Amber Computer System Inc. Integratable MES the Challenge and the Opportunity Advanced Manufacturing Research Consulting[EB/OL]. <http://www.amrc.com>, 1999-06-12/2004-01-16.
- [5] MESA International. Controls Definition & MES to Controls Data Flow Possibilities[R]. White Paper3, Pittsburgh: Manufacturing Execution Systems Assoc., 1997.
- [6] SAP. mySAPTM Product Lifecycle Management[EB/OL]. <http://www.sap.com>, 2002-09-20/2004-01-18.

- [7] 蔡宗琰,严新民. 可重构制造系统的可重构控制器[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(5): 148-150.

作者简介:

蔡宗琰(1964-),男,福建莆田人,教授,博士,主要研究方向为计算机集成制造系统、计算机辅助设计与产品数据管理、制造执行系统、可重构制造系统等研究;王宁生(1937-),男,江苏南京人,教授、博士生导师,主要研究方向为计算机集成制造系统、计算机辅助设计与产品数据管理、敏捷制造、智能制造和制造执行系统等研究;李亚白(1978-),男,湖南人,博士研究生,主要从事计算机集成制造系统和制造执行系统等研究;郝文育(1978-),男,陕西咸阳人,博士研究生,主要从事计算机集成制造系统和制造执行系统等研究。