

文章编号：1005-8451（2009）12-0023-05

业务智能技术在铁路客运营销辅助决策系统中的应用

汪健雄，刘春煌，单杏花，张军锋

（中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所，北京 100081）

摘要：介绍业务智能技术，并基于 Cognos 业务智能技术为铁路客运营销辅助决策系统构造面向服务架构的应用，为铁道部及各铁路局决策层提供智能查询和分析。最后结合多维立方体的开发实例和应用分析，阐述该设计方法为该系统带来的灵活性和高可用性。

关键词：业务智能；Cognos；客运营销辅助决策；超立方体；面向服务架构

中图分类号：TP39 文献标识码：A

Application of Business Intelligence technology to Railway Passenger Transport Marketing Aided Decision System

WANG Jian-xiong, LIU Chun-huang, SHAN Xing-hua, ZHANG Jun-feng

(Institute of Computing Technology, China Academy of Railways Science, Beijing 100081, China)

Abstract: It was introduced Business Intelligence (BI) technology, and application with Service-Oriented Architecture (SOA) was built with Cognos BI components for Railway Passenger Transport Marketing Aided Decision System, provided intellectual query and analysis solution for China Ministry of Railway and all railway administration in china. A development flow and application analysis of cube was presented to describe its flexibility and high reliability.

Key words: Business Intelligence; Cognos; passenger transport marketing aided decision; cube; service-oriented architecture

铁路客运营销辅助决策系统承担铁路客运营销数据的收集、计算等工作，其数据反映铁路运能、运量和业务收入等指标，具有业务种类繁多，关联复杂，时间跨度长等特点。该系统引入业务智能技术，为铁道部和各铁路局提供统一的数据视图，利用轻量级目录访问协议实现用户权限管理，实现客运数据在铁道部和铁路局范围内的共享，铁道部、铁路局、铁路站段各级用户通过统一授权访问，从运能、运量和收入各个层面分析、评价客运组织情况，预测客流趋势并指导今后的发展，使决策者改变决策方式，提高客运业务的核心竞争能力。本文结合铁路客运营销辅助决策系统应用情况，研究 Cognos 业务智能软件的关键技术。

1 业务智能技术

业务智能概念最早于 1996 年由美国分析师 Howard Dresner 提出，通常被理解为将企业中现有的数据转化为知识，帮助企业做出经营决策的工具。从技术层面来看，业务智能 (Business Intel-

ligence，以下简称 BI) 是综合运用数据仓库、OLAP 和数据挖掘等技术的一种企业级解决方案，其从不同的生产系统数据中提取数据进行清理以保证正确性，然后经过抽取 (Extraction)、转换 (Transformation) 和装载 (Load) 即 ETL 过程，合并到企业级的数据仓库中以得到企业数据的全局视图，利用查询和分析工具、数据挖掘工具和 OLAP 工具等进行分析和处理，将信息变为辅助决策的知识呈现给管理者，为管理者在执行层、战术层甚至战略层的决策过程中提供支持。

目前，BI 产品及解决方案大致可分为数据仓库产品、数据抽取产品、OLAP 产品、展示产品和集成，以上几种产品是针对某个应用的整体解决方案等，市场主流产品有 Cognos、Business Objects、SAS 和 Hyperion 等，本系统采用 Cognos BI 软件构建基础应用。

1.1 Cognos BI 工具简介

Cognos 是一种基于 Web 服务的 BI 工具，其包含 4 个组件：OLAP 模型设计工具 BI OLAP Modeling；元数据模型设计工具 BI Modeling；OLAP 分析工具 BI Server for Analysis；基于 Web 服务的报表制作和展现工具 BI Server for Report-

收稿日期：2009-05-11

作者简介：汪健雄，助理研究员；刘春煌，研究员。

ting。从应用逻辑上分为以下 4 个层次：

(1) 源数据层：包括业务数据库、数据集市、数据仓库、多维立方体以及其他来源的非关系型数据；(2) 模型定义层：模型定义层有两部分功能，一部分通过 BI Modeling 将数据库定义为符合业务人员的逻辑数据模型，表和字段被赋予应用级安全性，保证不同的角色可以看到适当的数据。第 2 部分是将通过 BI OLAP Modeling 统计汇总数据按照业务逻辑生成多维立方体，将数据按照多维信息重新进行组织并设置权限；(3) 应用服务器层：应用服务器层的 BI Server for Reporting 和 BI Server for Analysis 将模型和多维立方体通过 Web Server 进行发布展示，查询模型和多维立方体通过“穿透钻取”的方式有效连接起来；(4) 用户层：企业用户可以通过通用浏览器来进行查询和统计分析。

1.2 BI 与决策支持系统的集成

BI 技术正广泛应用于决策支持系统中。决策是人参与的复杂过程，要求综合考虑旅客需求、客流分析、市场预测等因素，根据各种约束进行表述问题、确定目标，在过去的决策案例中搜索与目标问题相关的历史案例，通过总结和评价、研究和趋势分析建立广义模型，并通过 Web 技术集成、协调、并行对各种决策方案进行综合、修改和优化。将 BI 与决策支持系统进行集成，实现人与机器有机地结合和智能互补（如在解决问题边界条件不明确的问题时，可通过人机交互来诊断问题的边界条件和环境）。

BI 技术还可以模拟决策者思维过程的推理机制，根据决策者的需求，通过提问会话、分析问题、应用有关规则，引导决策者选择合适的模型，增加推理过程的透明性，从而增加决策方案的可信度。采用信息推拉技术将决策支持需要的数据和信息及时地推给决策者，而决策者所关心的数据和信息也能及时被拉出，通过直方图、仪表盘和趋势线等方式能方便地导航、查询、分析以及简化信息访问、角色授权和配置。

2 BI 在铁路客运营销辅助决策系统中的应用

2.1 功能需求

2.1.1 可通过 Web 应用轻松访问

营销辅助决策系统数据在铁道部汇总，而用户分为铁道部、铁路局、车站 3 级用户，全路共有 18 个铁路局和数千个车站用户，遍布全国各地，为便于程序及时更新和维护，系统采用 B/S 模式设计。

2.1.2 松散耦合的软件架构

现代企业级业务流程需要随需应变的、以服务为导向的应用程序，这就要求开发人员可根据用户需求构建松散耦合软件系统、以程序化的可访问软件服务的形式公开业务，所以面向服务架构（SOA）的应用合成开发方式成为首选。

2.1.3 分析和多种展现方式

铁路客运指标业务逻辑复杂，需要通过多个角度来观察旅客发送量的情况，如旅客发送量指标，需要通过票种、席别、列车类型、列车等级和时间段等多个维度进行度量和评测。维度又分为不同的层次（如时间维度分为年、季、月等层次），所以业务数据实际上是多维的信息，最适合超立方体（或称多维立方体，Cube）这种逻辑模型来表示，每个超立方体就是一个描述现实环境业务信息的主题。

2.2 系统结构

由于高峰期数据访问的压力较大，采用集群式拓扑结构。Web 应用服务器允许客运营销业务 Web 应用和 Cognos 的门户服务，实现用户认证、请求的转发和客运业务逻辑；若干 BI 服务器主要安装 Cognos 的 BI 服务，其构成了一个 BI 服务器集群，由 Web 应用服务器统一调度；内容管理服务器安装了一个小型数据库，用于存储 Cognos 的资料库，其数据由 Cognos 配置根据进行初始化和更新；目录管理服务器安装轻量级目录服务器，以实现目录管理和提供认证服务。

目录管理服务器提供铁道部、铁路局和车站用户定义和基于角色的访问权限，用户可以根据认证服务器提供的角色访问自己可以浏览的目录。用户登录铁路客运营销辅助决策系统网站，输入用户名和口令后，请求经 Web 应用服务器被转发至目录管理服务器，通过目录管理服务器提供的认证信息后，在系统当前的命名空间中建立会话并保存当前用户访问信息。

当用户发出自助查询或者浏览报表的请求时，仍然通过 Web 应用服务器转发至各个 BI 服务器，

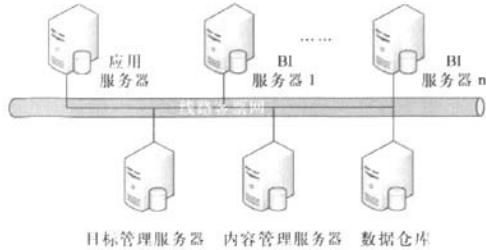


图1 系统结构

服务网关按权值分配均衡(Weighted Distribution)的策略在多个BI服务器之间实现负载均衡，请求将被发送到其中一台相对空闲的服务器进行处理。由于Cognos的BI服务支持多CPU操作，每个用户独占一个BI进程，每个CPU核心可以同时处理2个BI进程，所以使用多核CPU的PC服务器集群就可以较好的完成数据访问和数据处理的任务。

2.3 SOA 合成应用

由于Cognos是基于Web服务的解决方案，利用其Web Service接口和开放的服务契约，使用SOA合成应用开发方法可以方便地构建面向服务体系结构 (Service-Oriented Architecture, SOA) 的门户系统。在SOA体系结构中业务功能按照服务模块的形式组织，为更多的应用软件提供可用数据。应用开发者利用Cognos提供的接口松散地访问各种服务，可缩短开发周期、减少信息共享费用，将精力用于获取业务数据，使得从事实时业务的站段客运人员、客运决策者和开发、维护人员之间的联系更加紧密。

如图2，Cognos核心服务和营销辅助决策系统核心服务根据WSDL服务描述在服务注册库中进行注册。用户通过客户端网关进入营销辅助决策系统，选择报表系统、查询系统或分析系统，并由客户端网关进行与服务注册库通信进行服务查找，在各个子系统中使用已定制的服务，如基于报表服务、报表数据服务和批处理报表服务在报表系统里面查看已经制作的报表，或者自定义报表，基于报表数据服务在查询系统中根据发布的模型制作自己的查询，基于Content Manager服务在管理系统中定义用户、用户组以及各功能的权限，定制受管理用户的服务选项。开发者无需了解关于服务提供者的任何细节，只需根据Cognos提供的服务契约就可以构建合成应用。

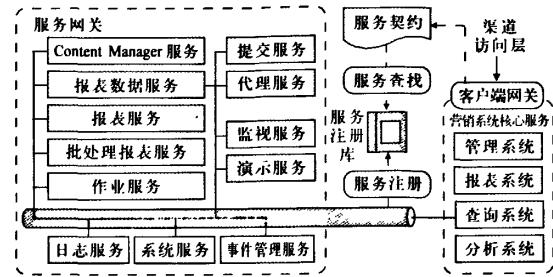


图2 利用SOA合成应用开发

3 多维分析开发

现在结合春运综合指标Cube的开发流程来介绍Cognos多维分析开发技术，其具体流程如图3。

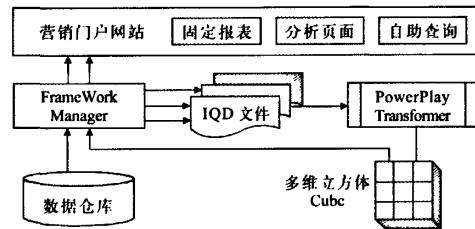


图3 Cognos多维分析开发流程

3.1 定义数据源

首先定义连接参数，指明连接到需要分析查询的业务数据库或者平面文件等。定义数据连接有2个途径：利用FrameWork Manager工具在命名空间 (Namespace) 中选择“运行元数据向导”功能中创建数据源新建数据连接；或者在浏览器中进入Cognos Connection后点击右上方的Tools (工具) → Directory (目录)，点击“数据源”标签页中的“数据源”图标新建数据源。Cognos可支持Oracle、MS SQL Server、Sybase和ODBC等多种数据源。

3.2 定义元数据

利用FrameWork Manager工具，新建一个元数据模型工程 (Project)，定义名称和存放路径。选择类型为datasource的元数据源。将在需要加载的数据表中点击“Import”导入。导入数据表以后做以下操作。

(1) 定义表连接

在导入的数据表中定义表之间的连接条件。

选择某个表然后点击右键选择 Create → Relationship，在右边的查询主题（Query Subject）中点击浏览选择关联的另一张表，定义关联字段。关联的关系有 1:1、1:n、0:1、0:n 共 4 种，前 2 种表示一对多和一对多的关联关系，后 2 种表示有外连接的一对一和一对多的关联关系。

(2) 创建视图

在命名空间（Namespace）下面点击右键 Create → Query Subject，创建一个查询主题，定义视图名、类型，从数据库视图中拖入所需的字段，并编辑字段名称。

(3) 指定外部方法文件类型

如果需要把一些视图发布成外部文件则需要指定格式，点击某个查询对象（Query Subject），在右下角属性框中更改外部方法（Externalize Method）为 IQD，即外部查询定义。

3.3 发布元数据模型

首先在数据表（Packages）上点击右键 create → Package 并定义包名，选择需要包含的视图，确定在将要发布的包上点击右键选择“Publish Packages”，如果要将该视图发布成 IQD 文件作为 Cognos 的 PowerPlay Transformer 数据源，需要选中“Generate the files for externalized query subject”选项，然后定义文件存放路径。

3.4 创建多维模型

基于上面建立的数据库视图已经可以进行报表查询，但为了便于进一步进行 OLAP 分析，还需要制作多维模型。如图 4。(1) 使用 PowerPlay Transformer 工具定义模型名称、选择数据源类型，可以根据以上步骤生成的 IQD 文件选择数据源，也可以在数据源窗口中点击右键选择“Insert Data Source”继续添加数据源；然后组织维度和指标：如图 3 将数据源中的列拖入到 Dimension map 工作区作为维度，拖入 Measures 工作区成为指标；(2) 插入多维立方体（Cube）定义，即在 PowerCubes 窗体中点击右键选择“Insert cube”，定义名称以及存放路径并生成多维立方体。

3.5 定义并发布多维立方体

Cognos 的 Cube 由元数据（Metadata）和值数据（Values data）组成，元数据是 Cube 中关于值数据的数据，值数据是可视数据，如维度、层和类别。首先多维立方体作为数据源连接导入到 Frame



图 4 春运综合指标分析的多维模型图

Work 中，把后缀为.mdc 的 Cube 文件发布到网上指定的目录，然后利用 PowerPlay Transformer 工具将数据集成到模型中来，生成后缀为.mdl 的模型文件。

根据模型设计文档，从支持应用的数据仓库及数据库中确定将要查询的数据并加载到数据源，用于建立维度视图以创建 Cube。该过程支持多个由外部查询定义文件（IQD）定义的数据源。

图 5 表示的是在 PowerPlay Transformer 工具中将以上指标组成一个综合指标分析的 Cube。用户可通过营销决策支持系统提供的门户连接到已发布的数据模型完成制作报表、分析和自助查询。



图 5 春运综合指标分析的多维立方体

4 结束语

铁路客运营销辅助决策系统目前已经为铁道部和铁路局用户提供了大量有效、及时的数据报表和分析资源，并连续 3 年为铁道部假日办提供各种春运、黄金周报表和客流分析，为铁路客运部门制定列车开行方案、组织有效运力、合理分配票额提供了科学依据。该系统面向服务的设计使得构建松散耦合的合成应用、以程序化可访问软件服

文章编号: 1005-8451 (2009) 12-0027-03

基于 SCA 架构的铁路 Web 服务集成研究

张 瑞, 董宝田

(北京交通大学 交通运输学院, 北京 100044)

摘要: 采用 SCA 架构, 对铁路现有信息系统集成提供有效的方案。并在此基础上, 将现有的铁路货票、确报、货调 3 个系统中的查询功能重构为服务发布, 然后在此基础上集成新的服务, 以达到信息共享的目的。

关键词: SCA; 系统集成; Web 服务; 研究

中图分类号: TP39 **文献标识码:** A

Research for integration of railway Web service based on SCA framework

ZHANG Rui, DONG Bao-tian

(College of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: In this paper, an effective program had been provided to the integration of existing Railway Information System based on SCA structure. And on this basis, refactor three existing Railway System which called Freight Invoice System, Freight Dispatching System and Acknowledgement System published as Web service, then integrated new services on this basis in order to achieve the purpose of information sharing.

Key words: SCA; integration of system; Web service; research

随着铁路运输业务的不断发展, 铁路各信息系统如货调、确报、货票为铁路的高效、安全运行发挥着重大作用。但是目前的铁路信息系统却存

收稿日期: 2009-05-16

作者简介: 张 瑞, 在读硕士研究生, 董宝田, 教授。

务的形式公开业务功能成为可能; B/S 模式的报表设计、自助查询方式使得用户可以方便地接入报表系统, 并提供了丰富的报表形式和灵活的组合查询提示, 满足了不同用户的分析需求; 开放的分析工具和报表工具为用户自定义查询和随需应变的修改报表视图提供了友好的环境; 将多维立方体技术引入铁路客运营销分析系统, 可方便地生成二维或多维数据报表及各种图表, 提供多方位、多层次、多视角的信息服务, 易于高级使用者进行钻取, 旋转和切片。

参考文献:

- [1] Kimball R. Ross M 数据仓库工具箱: 维度建模的完全指南[M]. (2 版) 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [2] Hand D. 数据挖掘原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [3] Eric Newcomer, Greg Lomow, Understanding SOA with Web Services[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006, 7.

在不能满足跨系统的查询需求等问题。SOA 是一种面向服务的体系架构, 通过它能将不同的系统以组件的形式组合起来。而 SCA 则是 SOA 的一种具体实现方式。基于 SCA 技术架构, 对铁路信息共享系统进行设计, 整合各铁路信息系统的资源, 可提

- [4] 刘春煌, 采苑秋, 蒋荟铁. 铁路行车安全监控网络信息系统总体方案研究[C]. 铁道科学技术新进展 - 铁道科学研究院 55 周年论文集. 北京: 铁道出版社, 2005.
- [5] 汪健雄, 王明哲, 李 瑛. Struts 在售票系统中的应用[C]. 中国科协 2005 年学术年会论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 2005.
- [6] 单杏花, 张遂征, 王炜炜, 冀 平. 铁路客运营销分析系统体系结构的研究[C]. 北京: 中国科协 2005 年学术年会论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 2005.
- [7] 王炜炜, 贾新茹, 徐东平, 刘婷婷. 数据挖掘技术在铁路客运营销中的应用研究[C]. 铁道科学技术新进展 - 铁道科学研究院 55 周年论文集. 北京: 铁道出版社, 2005.
- [8] 单杏花, 徐 庚, 朱建生, 周亮瑾. 中国铁路客票发售和预定系统 5.0 版的关键技术研究[J]. 铁路计算机应用, 2006, 15 (11A).
- [9] 单杏花, 王炜炜. 客票营销分析系统[M]. 上海: 同济大学出版社, 2004.