

主流 RDBMS 产品对 SQL/XML 标准的支持

许卓明¹ 朱海霞¹ 董逸生²

(1. 河海大学计算机及信息工程学院, 江苏 南京 210098 2. 东南大学计算机科学与工程系, 江苏 南京 210096)

摘要 :总结了主流关系数据库管理系统(RDBMS)Oracle、Microsoft SQL Server 和 IBM DB2 对最新发布的 SQL 标准 SQL 2003 中的第 14 部分 SQL/XML 的支持情况. 首先从 XML 类型和值、SQL 构造子与 XML 构造子之间的映射以及由 SQL 数据产生 XML 的函数 3 个方面简要介绍 SQL/XML 标准, 然后给出并比较 3 大 RDBMS 产品对 SQL/XML 的支持, 最后总结 SQL/XML 支持的现状和发展趋势.

关键词 :XML; SQL; SQL/XML 标准; 关系数据库管理系统; Oracle; SQL Server; DB2

中图分类号 :TP311.13 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2005)01-0111-04

新的 SQL 标准 SQL 2003^[1]已由国际标准化组织(ISO)和美国国家标准协会(ANSI)于 2003 年 12 月联合发布. 该标准不仅对 SQL:1999 的所有部分进行了修订, 而且增加了一个新的内容——第 14 部分:XML 相关的规范(XML-Related Specification)SQL/XML. SQL/XML 标准描述了如何在 SQL 数据库中结合使用 SQL 与 XML 的方法. 主流 RDBMS 厂商 Oracle、IBM 和 Microsoft 等不仅推出了支持 XML 的数据库产品^[2~4], 而且参与了 SQL/XML 标准的制定工作^[5]. 本文首先概述 SQL/XML 标准, 然后简要介绍 3 大商业 RDBMS 产品的 XML 特性以及它们对 SQL/XML 标准的支持情况, 并对此支持情况进行了比较和评价.

1 SQL/XML 标准概述

1.1 SQL/XML 标准的起源与目标

ANSI 下的 INCITS H2 技术委员会与 ISO 下的 IEC JTC1/SC32/WG3 数据库语言工作组在 2000 年下半年共同推出了一项计划, 即制定 SQL 的第 14 部分:XML 相关规范 SQL/XML. 由于 SQL/XML 标准的目标是规范和统一 SQL 与 XML 的关系以及两者结合使用的方法, 因此需解决如下问题^[1]:(a)SQL 数据(行、表、视图和查询结果)与 XML 数据的相互表示;(b)SQL 模式与 XML 模式之间的相互映射;(c)用 XML 表示 SQL 模式;(d)SQL 操作(如插入、更新、删除)在 XML 中的表示方法;(e)SQL 查询结果如何以 XML 形式发布;(f)SQL 语言和 XML 结合使用的方法.

1.2 SQL/XML 标准的现状及主要内容

解决以上所有问题需要一个过程, 为了保证标准的及时性, SQL/XML 标准以功能渐增的方式制定并发布. 其第 1 版本已作为 SQL 2003 的第 14 部分发布, 后续版本将作为下一版本 SQL 标准的一部分随同发布. 当前版本的 SQL/XML 标准 ISO/IEC 9075-14:2003^[6]主要包括以下 3 方面的内容^[5~7]:

a. 新的 XML 类型和值. 标准新增了 XML 类型(XML type)和 XML 值(XML value). 这样, XML 文档除了非结构化(XML 文档作为 VARCHAR 或 CLOB 列值)和拆分(XML 文档中的数据拆分后存入多个表列中)两种传统存储方法外, 还能采用“本原(native)”的结构化方法来存储, 以保留 XML 数据间的层次关系. XML 类型和值的增加使得在 SQL 数据库中自然地处理 XML 数据成为可能.

b. SQL 构造子与 XML 构造子之间的映射. SQL 与 XML 之间在词汇、语法、结构、实例各个层次上的相互映射是 SQL/XML 标准的基础. 标准对如下映射作了规定:(a)SQL 字符集与 Unicode 字符的相互映射;(b)SQL 标识符与 XML 命名符的相互映射;(c)SQL 数据类型到 XML 模式数据类型的映射;(d)SQL 数据类型的值到 XML 模式数据类型的值的映射;(e)SQL 表到 XML 文档及 XML 模式文档的映射;(f)SQL 模式到 XML 文档及

XML 模式文档的映射 (g)SQL 目录到 XML 文档及 XML 模式文档的映射。

c. 从 SQL 数据产生 XML 的函数. 在 SQL 表达式中调用这些函数, 可以将 SQL 数据以 XML 格式发布. 这些函数自动应用上述 SQL/XML 映射规则. 现行标准中定义了如下函数 (a)XML 值函数: XMLELEMENT(), XMLATTRIBUTES(), XMLNAMESPACES(), XMLFOREST(), XMLCONCAT(), XMLROOT(), XMLPARSE(), XMLCOMMENT(), XMLPI() (b)聚合函数: XMLAGG() (c)串值函数: XMLSERIALIZE()。

2 主流 RDBMS 对 SQL/XML 标准的支持

2.1 Oracle Database 10g

Oracle 对 XML 的支持始于 Oracle8i. 从 Oracle9i R2 开始到最近发布的 Oracle Database 10g R1, 都由 Oracle XML DB^① 提供“本原”的 XML 存储和检索技术. 它完全基于 W3C 的 XML 数据模型, 并提供新的存取方法来导航和查询 XML. Oracle XML DB 以 XMLType 类型在数据库中存储和管理 XML 文档, 并提供一组方法和 SQL 操作符对其进行 XML 操作, 支持 XQuery 查询、XPath 查询、XSL 格式转换和 XML 模式校验, 并支持 XML 模式演化, 使开发者能根据应用需要改变 XML 模式. Oracle XML DB 还提供 XML-SQL 对偶性, 既可在 SQL 数据上执行 XML 操作, 也可在 XML 数据上执行 SQL 操作. 另外, Oracle XML DB 信息库的引入使得 XML 文档能以自然的文件/文件夹/URL 形式进行组织和管理. 这些文档可由 SQL 和 PL/SQL 直接访问, 也可通过标准的 Internet 协议 FTP、WebDAV、HTTP 进行存取. 通过基于 SQL/XML 的视图、信息库和文件夹分层组织特性的联合, 可使数据以 XML 格式直接用于应用程序。

Oracle 是 SQLX Group 的创始者之一, 从 Oracle9i R2 就具有 SQL/XML 特性. 对于新出台的 SQL/XML 标准, Oracle Database 10g R1 提供了全面支持^②。

a. 支持 XML 类型和值. Oracle 提供 XMLType, 用于支持 SQL/XML 标准中 XML 类型和值。

b. 提供一组 XML 相关的函数. Oracle 通过两类 SQL/XML 操作符部分实现了 SQL 与 XML 的互操作 (a) 通过 SQL/XML 标准中的 XMLAgg(), XMLConca(), XMLElemen(), XMLFores() 和 XMLAttribute() 等函数从 SQL SELECT 结果生成 XML 文档. 这些函数自动应用 SQL/XML 标准中的 SQL/XML 映射规则 (b) 将特有的函数 XMLColAttVal(), XMLSequenc(), ExtractValue(), Extract(), UpdateXML() 和 XMLTansform() 作为常规 SQL 操作的一部分, 来支持 XML 值的生成、查询、更新和格式转换. 对于这些 SQL/XML 标准中不包含的函数, Oracle 正与 SQL 标准化组织紧密合作, 努力将之标准化^③。

2.2 Microsoft SQL Server 2005

SQL Server 的现行版本 SQL Server 2000 通过其特有的 XML 特性包 SQLXML 提供对 XML 的支持^④. 它不支持 XML 类型, 但提供一些特有机制实现对 XML 文档的发布和存储. 在 Transact-SQL 查询语句中增加 FOR XML 子句, 可将 SQL 查询结果格式化为 XML 文档; 在 SQL 语句 (特别是 SELECT 语句的 FROM 子句) 中使用 OpenXML 行集函数, 形成 XML 文档的关系视图, 可将 XML 数据插入数据库中并用 SQL 语法对其进行操作. 也可使用带标注的 XML 模式 (AXSD) 来定义关系数据的 XML 视图, 对此 XML 视图进行的操作会通过 Updategrams 机制实现对下层关系数据的插入、更新和删除。

SQL Server 的下一版本 SQL Server 2005 (原代号“Yukon”)^{⑤⑥} 于 2005 年发布, 其测试版 Beta 1 已于 2003 年 7 月发布. SQL Server 2005 支持 XML 类型和 XML 模式校验, 并通过 XML 类型的方法和函数来支持 XQuery 及其扩展操纵语言 XML DML, 实现 XML 文档的查询和修改。

SQL Server 对 SQL/XML 提供了极有限的支持:

a. SQL Server 2000 不支持 XML 类型, 也就不能将 XML 功能充分结合到 SQL 中去. SQL Server 2005 Beta 1 增加了对 XML 类型的支持, 使得 XML 文档可以以本原的形式存储, 用标准的 XML 技术来管理。

① DRAKE M. Oracle XML DB—An Oracle technical white paper January 2004. <http://otn.oracle.com/tech/xml/xmlldb/Current/TWP.pdf>, 2004-01/2004-06-08.

② LEE G. SQL 2003 standard support in Oracle Database 10g—An Oracle white paper November 2003. http://otn.oracle.com/product/database/application_development/pdf/SQL_2003_TWP.pdf, 2003-11/2004-06-08.

③ PAL S. XML best practices for Microsoft SQL Server “Yukon”. http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dnsq190/html/sql_YukonXMLBestPs.asp, 2004-06/2004-06-08.

④ NUNN M. An overview of SQL Server “Yukon” for the database developer. http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dnsq190/html/sql_ovyukonde.asp, 2003-10/2004-06-08.

- b. SQL Server 不支持 XML 函数,因此,在 SQL 数据的 XML 格式发布方面,它使用特有的 SQL 扩展,即用 FOR XML 子句来实现.这种实现方法可以灵活地形成各种 XML 格式,但性能不佳.
- c. 相应地,SQL Server 中 SQL/XML 的相互映射规则也是专有的,通过 FOR XML 子句、OpenXML 函数、AXSD 等机制实现,灵活但不支持 SQL/XML 标准.

2.3 IBM DB2 UDB V8

DB2 UDB 早期版本 V7 通过中间件 DB2 XML Extender 提供对 XML 的支持,DB2 UDB V8 除了通过已集成于 DB2 的 XML Extender 提供对 XML 的支持外,还增设了内置的 SQL/XML 发布函数^①.

XML Extender 提供两种方法存储和访问 XML 文档 (a)XML collection ,用存储过程将 XML 文档拆分后存入关系表中,用数据存取定义(DAD)来声明 XML 文档的 DTD 与关系表之间的映射 (b)XML column ,将 XML 文档作为 3 种用户定义类型(XMLCLOB ,XMLVarchar 和 XMLFile)之一存放到表列中,用 DAD 定义需索引的 XML 元素和属性,通过用户定义函数(UDFs)来进行 XML 文档的存储、检索、提取和更新. XML 文档的发布有 3 种方法^② (a)使用内置 SQL/XML 发布函数 (b)使用 XML Extender 的存储过程 (c)通过 DB2 Worf 使用 DB2 Web 服务.

IBM DB2 UDB V8 对 SQL/XML 提供了一定的支持:

- a. IBM DB2 UDB V8 支持 XML 类型和值,XML 值的存储细节对应用者来说是透明的.但 XML 类型只作为内部数据类型,外部应用不能直接存取,需使用内置函数 XML2CLOB()将 XML 结果转换为 CLOB 类型提交给客户端应用程序^③.
- b. IBM DB2 UDB V8 通过内置 SQL/XML 函数来支持 XML 文档的发布.这些内置函数包括 SQL/XML 标准中的 XMLELEMENT(),XMLATTRIBUTES(),XMLAGG()等函数(这些函数自动应用 SQL/XML 标准中的 SQL/XML 映射规则)以及一个专有函数 REC2XMI().

3 比较与评价

由表 1 可以看出,SQL Server 2000 不支持 SQL/XML 标准,未来的 SQL Server 2005 也只引入 XML 数据类型,而不提供 XML 相关的函数,标准的实现情况不佳. IBM DB2 UDB V8 支持部分 XML 相关的函数,将 XML 数据类型作为内部数据类型支持,对 SQL/XML 标准没有提供完全支持.而 Oracle 一直参与 SQL/XML 的标准化工作,其数据库产品在支持 SQL/XML 特性方面也走在前头,Oracle Database 10g R1 不仅全面支持当前的 SQL/XML 标准,而且还提供了附加的函数以支持 XML 数据的查询、更新和格式转换(这些函数有望在 SQL/XML 标准的未来版本中出现),因此,在 SQL/XML 标准实现方面明显优于其他产品.

表 1 3 大主流 RDBMS 对 SQL/XML 标准支持情况的比较

商业 RDBMS 产品	SQL/XML 标准的主要内容			支持程度
	XML 类型与值	XML 相关的函数	SQL/XML 映射规则	
Oracle Database 10g R1	支持	支持,提供了附加的函数	支持(自动应用)	好
Microsoft SQL Server 2005 Beta 1	支持	不支持	不支持	差
	SQL Server 2000 不支持	使用专有机制发布 XML 文档	通过专有机制提供映射	
IBM DB2 UDB V8	作为内部数据类型支持	部分支持	部分支持(自动应用),DAD 定制	中

4 总结及展望

规范和统一 SQL 与 XML 的关系以及两者结合使用的方法,一方面有利于用户使用基于 RDBMS 的 XML 数据处理和交换技术,提高应用的可移植性以及应用间的互操作性;另一方面也有利于工业界开发一个广泛

① WONG C. Overview of DB2 's XML capabilities : an introduction to SQL/XML functions in DB2 UDB and the DB2 XML Extender. <http://www-106.ibm.com/developerworks/db2/library/techarticle/dm-0311wong/>, 2003-11/2004-06-08.

② MALAIKA S. Meet the experts : Susan Malaika on XML capabilities in DB2. <http://www7b.boulder.ibm.com/dmdd/library/techarticle/0212malaika/0212malaika.html>, 2002-12-19/2004-06-08.

③ CHEUNG S. Efficient ways to publish DB2 data as XML : using the new SQL/XML features in DB2 V8. <http://www6.software.ibm.com/dw/education/dm/db2sqlx/db2sqlx-a4.pdf>, 2002-11/2004-06-08.

接受的公共基准,以使用户评价和选择具有 XML 特性的数据库产品.当前,各 RDBMS 产品对 SQL/XML 标准的支持程度不一.Oracle 处于领先地位,不仅全面支持 SQL/XML 标准,而且还提供了附加的机制,对 SQL/XML 标准的后续发展有着很好的促进作用,而 Microsoft SQL Server 在这方面最落后.

当前版本的 SQL/XML 标准仅仅实现了其全部目标的一部分,仍需进一步发展完善.XML Schema 已经成为 W3C 标准,但当前的 SQL/XML 标准对其支持不够(如缺乏根据 XML Schema 来校验 XML 文档或元素的操作符等)^[7].XQuery 不久后将成为 W3C 标准,SQL/XML 标准也应全面支持 XQuery.目前,INCITS H2 和 SC32/WG3 正致力于制定相应机制规范,以在 SQL 中实现 XQuery 表达式的求值以及将 XQuery 结果序列转换为虚拟表^[9].希望 SQL/XML 标准能尽早达到其最终目标,同时,各 RDBMS 厂商也应及时全面支持这一标准,将 SQL 数据库和 XML 的全部优势结合起来,为用户提供最佳的产品.

参考文献:

- [1] EISENBERG A, MELTON J, KULKARNI K, et al. SQL 2003 has been published[J]. SIGMOD Record, 2004, 33(1): 119—126.
- [2] 刘琴,许卓明,刘传汉.基于 XML 的商业 DBMS 技术评述[J]. 计算机工程与设计, 2002, 23(11): 24—28.
- [3] 许卓明,刘琴,董逸生.基于关系数据库的 XML 存储技术评述[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(21): 197—200.
- [4] 许卓明,陶皖,廖述梅.基于商业 RDBMS 的 XML 数据交换技术[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2004, 33(1): 108—112.
- [5] EISENBERG A, MELTON J. SQL/XML and the SQLX informal group of companies[J]. SIGMOD Record, 2001, 30(3): 105—108.
- [6] ISO/IEC 9075-14:2003 Information technology-database languages-SQL-part 14: XML-related specifications (SQL/XML) [S].
- [7] EISENBERG A, MELTON J. SQL/XML is making good process[J]. SIGMOD Record, 2002, 31(2): 89—95.
- [8] MICHAEL R. State-of-the-art XML support in RDBMS: Microsoft SQL Server's XML feature[J]. IEEE Data Engineering Bulletin, 2001, 24(2): 3—11.
- [9] EISENBERG A, MELTON J. An early look at XQuery API for Java (XQJ) [J]. SIGMOD Record, 2004, 33(2): 105—111.

SQL/XML standard support in mainstream RDBMS products

XU Zuo-ming¹, ZHU Hai-xia¹, DONG Yi-sheng²

(1. College of Computer & Information Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China;

2. Dept. of Computer Science & Engineering, Southeast Univ. Nanjing 210096, China)

Abstract Summarized were the support to SQL/XML, part 14 of the newly published SQL standard, SQL: 2003, provided by three mainstream relational database management systems (RDBMS), i.e. Oracle, Microsoft SQL Server, and IBM DB2. First, an introduction was given to the SQL/XML standard from three aspects, i.e. the XML type and values, the mappings between SQL substructure and XML substructure, and the generation of the functions of XML from SQL data. Then, a comparison was made between the SQL/XML standard support in the three RDBMS products. Finally, some conclusions on the current situation of the SQL/XML standard support and its development trend were presented briefly.

Key words XML; SQL; SQL/XML standard; relational database management system (RDBMS); Oracle; SQL Server; DB2