

# C4IKSR 系统中的组网雷达数据集成应用研究

贺天章, 熊成钢, 刘朋, 马慧萍

(63889 部队, 河南孟州市, 454750)

**摘要:** 首先介绍了 C4IKSR 系统中组网雷达数据集成的需求, 然后分析了雷达异构数据的特点, 最后通过 XML 技术实现了组网雷达的异构数据集成, 满足了对高层指挥软件访问组网雷达数据提供统一数据接口的要求。

**关键词:** 数据集成; 雷达组网; XML; 元数据

## 0 引言

信息融合技术包括数据融合和非数据信息的融合, 它是随着计算机、通信技术的飞速发展, 利用计算机按时序获取若干传感器的观察信息, 并在一定准则下加以分析、综合, 以完成 C4IKSR 系统即指挥自动化系统所需的决策与评估任务而进行的数据信息处理过程[1]。其中数据融合是对各种异构数据提供统一的表示、存储和管理, 以实现逻辑或物理上有机的集中[2]。

雷达组网是指通过将多部不同体制、不同频段、不同工作模式、不同极化方式的雷达或者无源侦察装备适当布站, 借助通信手段链接成网并由中心站统一调配, 从而形成的一个有机整体[3]。网内各雷达和雷达对抗侦察装备的信息(原始信号、点迹、航迹等)由中心站收集, 综合处理后形成雷达网覆盖范围内的情报信息, 并按照战争态势的变化自适应地调整网内各雷达的工作状态, 发挥各个雷达和雷达对抗侦察装备的优势, 从而完成整个覆盖范围内的探测和定位等任务。但在雷达组网过程中, 如何消除各雷达终端共享数据的异构性, 形成统一的数据访问机制, 满足各种指挥管理软件系统要求是雷达组网形成战斗力首先要解决的问题。

## 1 组网雷达中数据集成需求及特点

雷达网指挥系统、战场频谱管理系统等作战指挥软件(以下简称 C4I 应用)必须把分布在战场不同区域内的多部雷达产生的数据进行有效地提取、处理、融合和管理, 才能为指挥员提供准确的情报分析, 进一步帮助指挥员做出科学的决策, 因此在雷达组网数据集成必须满足以下要求:

- (1) 屏蔽组网雷达数据间的异构性, 形成格式统一的数据结构;
- (2) 形成规范的组网雷达数据集成模式, 并向指挥所及向更高级的指挥中心提供数据访问接口;
- (3) 为同级别或不同级别的作战单元间的数据互操作访问提供支持。

当前, 我军服役的雷达期雷达系统新老并存, 且由不同的厂家研制, 由于缺乏长远规划, 导致在雷达组网过程中出现语义、格式不统一等数据异构问题, 信息集成比较困难, 其异构问题主要表现为以下几个特点:

- (1) 数据结构不统一;
- (2) 数据定义不一样;
- (3) 数据名称含义有差别;
- (4) 数据速率不相等;
- (5) 通信方式不统一。

因此, 只有消除数据的异构性, 才能实现真正的雷达组网。

## 2 雷达组网数据集成方案及关键技术

### 2.1 数据集成方案

雷达异构数据集成最主要的目标是整合多个异构数据源，向指挥人员或其它网内雷达提供统一查询、更新等操作接口，协调各终端间的数据通信，使得指挥人员和操作人员能够透明地获取更多的战场信息资源，并进行指挥、控制多部雷达系统进行作战。

通过分析，解决组网雷达异构数据源问题比较理想的方案是在 C4I 应用和雷达网络终端间引入 XML 数据转换处理中间件。其中 XML 语言作为数据源交互的媒介，具有很好的数据描述、传送、语义表达等能力[4][5]，满足了表达数据结构和各种约束的需要；数据的纯文本表达与平台无关性满足了解决异构雷达数据源间的互操作所需要的跨平台性[6]。

在基于 XML 技术的雷达组网数据集成过程中，数据间的模式转换通过 XSL 和 XSLT(可扩展样式表语言)技术实现，数据间的映射关系由元数据库来实现，数据接口的提供通过开放的 DOM 和 SAX 编程接口实现，其集成框架如图 1 所示。

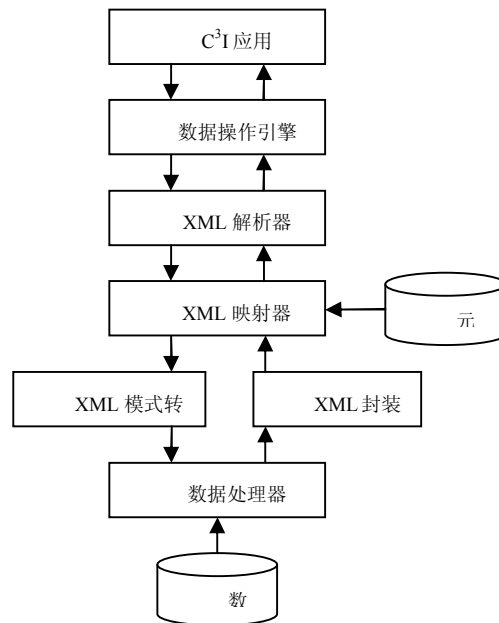


图 1 雷达组网数据集成方案

其中，(1) 数据操作引擎：它是 C4I 应用层和各数据源交互的接口，主要完成 XML 数据数据转发、数据速率调整等功能。根据各 C4I 应用系统的数据需求，将接收到的雷达测量数据打包后通过各种传输协议分发到指定的目标地址，然后在 C4I 应用系统中完成战场中的数据优化、分析、评估和决策，同时将接收到的指挥命令信息转发到指定的雷达作战终端单元。

(2) XML 解析器：主要完成集成数据 XML 模式的确认，也就是测试文档是否符合施加到其文档类型之上的约束条件，分析该 XML 文档的语法和格式是否正确，以确保在实时传输过程中没有数据丢失和错误。

(3) XML 映射器：当雷达数据源产生的 Schema 和 C4I 应用系统中使用的 Schema 不一致的时候，首先检查是否有相应的 XSLT 文件。如果有，则直接按该文件内的规则把包含雷达测量数据的 XML 数据文件流转换为目标格式的 XML 文件流；如果没有，则查询元数据库，提取出对应的数据格式、数据类型和属性名称，根据业务规则把标准 Schema 中对应的数据格式、数据类型和属性名称进行映射，同时生成一个 XSLT 文件以备后用。

(4) XML 模式转换器和 XML 封装器：主要完成 XML 数据模式与雷达数据源终端中的数据模式（二进制数据、HTML 文档、文本文件等）转换，包括命令字格式、语义的映射转换；其中 XML 模式转换器是把 XML 文件内容转换成雷达终端命令字，XML 封装器把组网雷达中的测量数据按一定的规则转化为 XML 文件。

(5) 数据处理器：在现有的通信基础设施上，直接负责与组网雷达中的雷达数据源的交互工作。

## 2.2 基于元数据库的映射转换方法

考虑到雷达组网异构数据集成的可扩展性和通用性，本方案采用了元数据库方法，经过查询后自动生成 XSLT 文件。

通常把元数据转换模型看作一个四元组  $(N, A, V, S)$ ，其中  $N$  表示对元数据转换过程的元素标识的名称空间， $A$  表示描述元数据元素标识的元素集合， $V$  表示所有元数据元素值域的集合， $S$  表示元数据转换过程中的语法表达[2]；因此可把组网雷达异构数据转换过程中的依据：元数据库数据表设计的列有目标数据、源数据、目标数据类型、源数据类型和转换函数等。

在元数据转换表中，从组网雷达数据到 C4I 应用系统组输入数据间可能出现的映射关系存在着一对一、一对多和多对一三种情况。由于在一个 C4I 应用系统不会出现一个数据多种含义，因此，为了防止在某一个 C4I 应用系统在查询元数据库时出现一个数据对应多种含义的现象，在元数据转换表中添加“应用标识”列，因此，元数据转换表设计如表 1 所示：

表 1 元数据转换表

## 元数据转换表

|        |
|--------|
| 应用标识   |
| 目标数据   |
| 源数据    |
| 目标数据类型 |
| 源数据类型  |
| 转换函数   |
| .....  |

在添加元数据记录时，核心是要检查元数据转换表中源数据元素与对应的目标数据元素的值域，建立必要的值域转换函数。在元数据库中建立数据元素对应关系后，会存在一些雷达数据源与 C4I 应用中的数据元素值域的定义不一致的情况，特别是在语义的异构性方面，如对目标经度的描述有东经、西经、经度，若不经严格规范而形成的 XSLT 文件，这将丢失数据集成的意义，且会导致计算机在对这种文件处理过程中出现错误，影响系统使用。因此，有必要检查元素对应表中每一组元素的值域定义是否一致，如果不一致，就必须建立其值域转换函数，并将函数标识存入到转换函数项中。

## 2.3 XML 文件解析方法

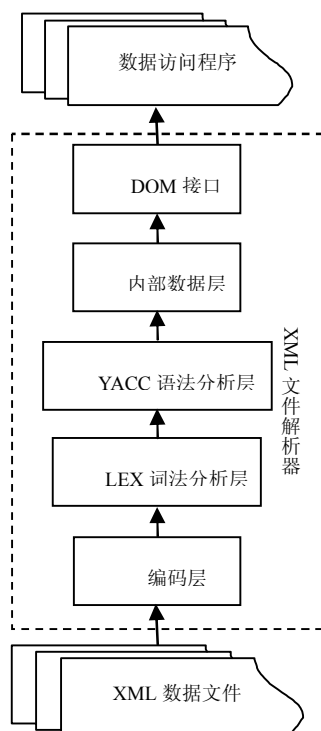


图 2 XML 解析器结构图

目前较流行的 XML 文件解析方法有 DOM 和 SAX 两种，其中 SAX 的缺点是不支持修改 XML 文档和随机

读取, DOM 的缺点是在加载大文件时内存占用较大。考虑到要解决组网雷达数据集成中的平台异构性和大量数据处理的实时性问题, 笔者决定通过删除一些雷达组网数据集成过程中不需要的标准条款, 采用较快的语法分析器等方法, 修改移植性较好的 DOM 方法, 修改后的 XML 解析器结构如图 2 所示:

(1) 编码层: 该层将判断从 XML 映射器产生的数据流的编码格式, 将组网雷达终端使用的各种字符格式转换为统一的 UTF-16 格式, 然后把转换后的文件字符流传送到 LEX 词法分析层。

(2) LEX (LEXical Compiler) 词法分析层: 分析传送来的字符流, 识别语法成分, 将输入的各种符号, 转化成相应的标识符, 然后传送给语法分析层进行语法分析。

(3) YACC (Yet Another Compiler Compiler) 语法分析层: 分析语法标记, 并验证其组合次序是否符合修改后的 XML 语法的规定, 最后将符合规定的 XML 语法成分的雷达组网 XML 数据记录拼装起来, 送入内部数据层。

(4) 内部数据层: 该层将接收雷达组网 XML 数据记录放入到在计算机内存的虚拟数据表中, 同时提供对该表的添加、删除、查询等各种访问处理。

(5) DOM 接口层: 以传统的 DOM 数据访问模式封装内部数据层提供的各种数据操作。

### 3 结束语

本文对 C<sup>4</sup>I 系统中雷达组网的需求与数据特点进行了分析, 并通过与平台、语言和协议无关的 XML 技术解决了雷达组网过程的异构数据集成问题, 实现了系统间的可操作性和雷达组网的可扩展性, 这对情况比较复杂、数量比较大的数据集成应用提供了一定的借鉴作用。但是, 随着现代战争需求的发展, 多传感器的信息集成与融合朝着广域化、智能化、一体化的方向发展, 如何将组网雷达内的数据与红外、激光、高炮等装备的数据实现集成, 更好地为指挥员服务, 有待更进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 童志鹏, 刘兴, 丁冠东等. 综合电子信息系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008, 185-189
- [2] 刘峰, 郑滔. 应用集成原理与技术. 北京: 清华大学出版社, 2011, 49-52
- [3] 康耀红. 数据融合理论与应用. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006, 1-27
- [4] 唐忠, 邱超, 丁骇. 电子战仿真异构数据库数据集成应用研究[J]. 舰船电子工程, 2009, 29 (1): 132-134.
- [5] 冯进, 丁博, 史殿习, 张曷熹, 许凯. XML 解析技术研究[J]. 计算机工程与科学, 2009, 31(2):120-124.
- [6] 吴源源, 雷斌, 丁赤飏. XML 技术在雷达数据处理系统中的应用. 计算机工程与设计, 2005, 26(3):787-792.