法和静态网格法过滤数据情况进行了分析比较， 为 DDM 数据过滤算法的优化提供了参考和依据。

References (参考文献)

[1] G Tan, R Ayani. Gird–based Data Management in Distributed Simulation. [C]Proceeding of 33nd Annual Simulation Symposium, Washington, U. S. A, 2000.4. 16-20: 7-13.

[2] Zhiwu Dou. The Application Method Research of Distributed Interactive Simulation Based-on HLA[M]Economic Science Press, 2009. 53-61.
窦志武.基于高层体系结构分布交互仿真的应用方法研究.2009, 54-61.

[3] W.Cai, S.J.Turner, H.Zhao. A Load Management System foe Running HLA-based Distributed Simulations over the Gird. [C]Proceeding of 6th IEEE International Symposium over the Gird, Washington, U.S.A,2002:7-14

[4] Wenbo, Yong Wang, Wentong Cai. Grid Services and Services and Service Discovery for HLA-Based Distributed Simulation. Proceeding of Eight IEEE International Symposium on Distributed Simulation and Real.IEEE2004.46-51.

[5] Frederick Kuhl, Richard Weatherly Judith Dahmann, An Introduction to the High Level Architecture,2003.30-34.

[6] Dai Zhoujian, Hou chaozhen, Su Limin. A Gird-based Region Match Algorithm of DDM[J].Computer Engineering and Applications,2002.66-67.
戴忠健,侯朝桢,苏利敏.一种基于网格的 DDM 区域匹配算法[J]。计算机工程与技术，2002. 66-67.

[7] Zhang Yachong, Sun Guoji, Yan Hairong, Zhong Lianjiong.New Algorithm of Data Distribution Management for Distributed Interactive Simulation. Journal of Systems Simulation, 2005. 91-99.
张亚崇，孙国基，严海蓉，钟联炯.分布式交互仿真中的一种新数据管理算法的研究

978-1-935068-42-6 © 2010 SciRes.

Research on Radar System Software Bus Based on Multicore-Processor

Haoli Ren, Xiaochuan He
Department of Information and Equipment, the Academy of Equipment Command & Technology, Beijing China
Email:rholy@sina.com

Abstract: To solve the problems exposed in the process of building Radar system, a Radar system Software Bus based common multi-core computer was designed. The data distribution services as a distributed network communications standard are used in the Software Bus and the Software Bus provide uniform standards and support in the plug-in management, data flow control, system control and other areas in the system data processing. These improvements expand the Radar system perfectly

Keywords: Radar system; Software Bus; data distribution services; plug-in

基于多核处理器的雷达系统软总线研究

任昊利，何晓川
装备指挥技术学院信息装备系,北京,中国,101416
rholy@sina.com

摘 要：为解决雷达系统建设过程中暴露出的问题，设计了一种基于通用多核计算机的雷达系统软总线。软总线使用“数据分发服务”作为分布式网络的通信标准，在插件管理、数据流控制及系统数据传输等方面为系统中所有数据处理功能提供统一的标准和支撑，完善和扩展了现有雷达系统的使用

关键词：雷达系统；软总线；数据分发服务；插件

1 引言

现代雷达系统体制多样，功能众多，各种设备间信息或数据交互频繁，数据传递速率很高。雷达系统的功能拓展到电子对抗和通信等领域，算法和软件是研发雷达信号数据处理的关键[1]。随着软件无线电技术的发展，软件化雷达系统成为人们研究的热点。然而，系统架设面临一些亟待解决的问题：大量应用针对特定的目的，按照自有规范设计，没有统一的设计标准，也缺少顶层互连规范；系统应用多采用模块化开发，各功能模块间的耦合度高，不同体制的软件连通困难，系统难以集成；原型系统采用紧耦合结构，扩展性差，难以维护更新。雷达网络处于不断的技术更新和完善的循环中，如果任务需求变化，例如增加功能组件或更新底层服务，目前的数据处理软件的通用性和互操作性差的劣势就影响了雷达系统的更新换代。

为更好的适应雷达数据处理业务的不断循环演进，在下一代雷达系统数据处理应用的设计中，具有松耦合特点的“软总线+功能插件”式的系统体系架构成为首选。MIT 也将这种体系结构应用在它的未来软件无线电的设计中[2]。

本文讨论的软总线的核心任务是在分布式数据处理网络中实现雷达数据和信息的正确实时传输，可以对各种应用插件进行可靠有效的管理。软总线基于层次结构，采用 OMG（Object Management Group）提供的 DDS（data distribution services，数据分发服务）标准[3]，提供数据交换平台和用户管理的统一接口。

2 设计思想

通过对雷达系统中各项应用的分析，提炼出相关功能的共用数据处理服务，构建以数据分发、管理为中心的软件系统，提供统一的数据传输、处理机制。软总线将是雷达系统架构的核心和枢纽。系统架构如图 1。

采用“软总线+插件”架构，形成分布式网络。雷达系统功能以插件的形式在软总线上运行，降低系统各功

能间的耦合性。软总线与插件通过标准接口进行连接，各插件地位平等，利于软总线管理和控制插件。综合考虑雷达系统的特点，软总线的设计应满足以下要求：

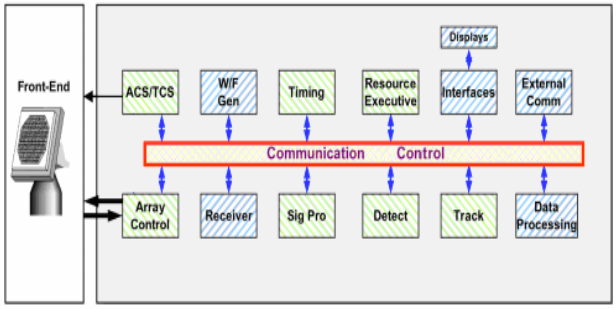

Figure 1. System architecture concept diagram
图 1 系统架构概念图

1.基于多核计算机，数据传输遵循通用的网络通信体系，尽量利用通用硬件。

2.为插件提供有效地服务。插件是否良好运行将是衡量软总线性能优劣的重要标准。

3.提供良好的数据传输控制，适应不同功能插件对传输速率的需求。

4.软总线与插件间具有的格式统一、规范、开放的接口。接口提供给插件开发者，减少插件的实现和更新难度。

3 体系结构

软总线与算法逻辑无关，主要为算法的运行和通信提供统一的界面和操作。统一的数据处理管理层可以降低算法设计、编写的难度，使得基于软总线的各种雷达实现简单。根据软总线的功能需求，参考其它应用中软总线的设计[4][5]，提出以下采用分层结构的软总线方案，如图 2 所示。

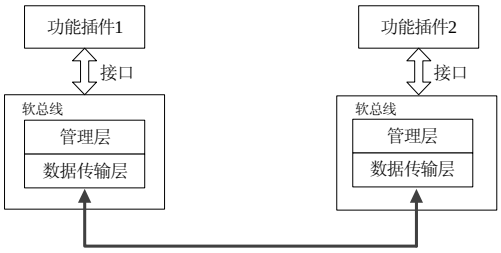

Figure 2. Software bus hierarchical structure diagram
图 2 软总线分层结构示意图

3.1 插件及接口定义

软总线为功能插件服务，同时提供面向用户的使用界面。算法以插件的形式与软总线连接，接口是功能插件与软总线交互的通道。统一的接口标准利于不同功能的插件接入，也利于不同功能的集成。使用标准接口，当业务变更时，只需加载新的功能插件即可在软总线上实现不同的雷达功能。插件格式采用 Windows 系统通用的 DLL（Dynamic Link Library，动态链接库）格式。通过使用 DLL，程序可以由相对独立的组件组成。

软总线的接口分为两类：一类是实现 DDS 规范中发布订阅机制的“数据交换接口”，另一类是插件挂接总线时使用的“插件接口”。

利用发送者和接收者之间的松耦合关系，调用统一接口，可实现实时交互。软总线提供了如下的基本 IDL 接口供应用程序调用：

（1）CosComm 中定义了以下接口，实现数据发送者和接收者之间的通信。

PSupplier：供数据发送者调用；

SConsumer：供数据接收者调用，consumer 利用该接口接收从 supplier 发送来的数据。

（2）CosChannelAdmin 中定义了以下接口，作用是在提供者和接收者之间建立连接。

SupplierAdmin：创建发送者对象

ConsumerAdmin：创建接收者对象

EventChannel：提供两个方法，获得接收者和发送者对象，并创建下面的对象，用于和数据空间连接;

ObjectSSupplier：接收者调用

ObjectPConsumer：数据发送者调用

以上是管理部分和数据传输时使用的接口。针对 DLL 格式的插件我们提供了另一类特定功能的“插件接口”：

GetPluginName：总线调用，读取接入的插件名称；

GetInterfaces：总线调用，读取插件对外提供的函数。

这些接口负责插件加载时与总线的信息交互，加载插件时，通过插件接口读取插件名以及插件对外的链接函数，获得插件的主题，插件的功能等信息。插件运行时，则需要使用“数据交互接口”进行数据和信息交互。

3.2 功能划分

通过在软总线上挂接不同的功能插件，例如图 2 中的插件 1、插件 2，可以实现不同的雷达功能。软总线则对插件进行管理和控制插件间的数据传输。软总线核心可分为两层，插件管理层、数据传输层。分层结构的软总线形成有机整体控制和管理各功能插件，确保雷达

978-1-935068-42-6 © 2010 SciRes.

系统的有序稳定运行。

(1)数据传输层

数据传输是软总线的核心任务之一，主要负责协调挂接在软总线上的各插件间的数据传输和信息交互。

实时性是对雷达系统数据传输提出的关键要求，软总线依托 DDS 开发统一的底层通信服务。DDS 是集成和高效的面向分布式实时系统的数据分发标准，提供了多种 QoS（服务质量）策略[6]，基本涵盖了数据传输和质量保障的各个方面。在建立相应的服务时，根据业务要求的不同，只需要采用适合的 QoS 策略，在提供最可靠服务同时，降低了系统设计实现的复杂程度。

(2)管理层

通过管理层，用户可以进行主动干预，控制软总线上的插件，也可以通过预设的任务规划等有软总线自主加载相应的插件运行。在管理层中，根据不同的管理操作需要，将功能细分，如图 3。

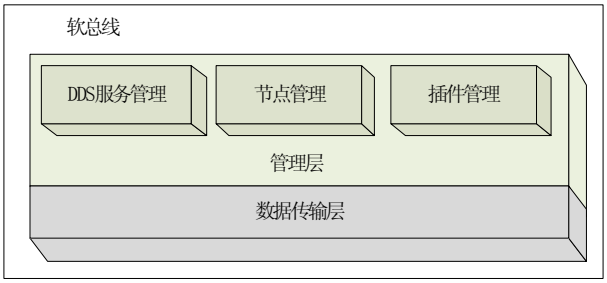

Figure 3. Division of management functions diagram

图 3 管理层功能划分

在软总线管理层中，提炼出三项管理子服务：节点管理、插件管理、DDS 服务管理。

- 节点管理：给用户展现当前节点的运行状态、插件运行情况、网络吞吐速率等本地信息；提供良好的用户界面，方便用户对节点进行操作控制。
- 插件管理：负责节点上多个插件的加载、配置、启动、监视、停止直至卸载这一完整的插件运行周期过程中，对插件所做的必要操作，是管理层的重要组成。
- DDS 服务管理：该项管理配合 DDS 的相关配置，运行流程进行。其功能可进一步划分为多个部分，如图 4 所示。

1.主题管理：主题是 DDS 服务中的重要组成部分，插件通过创建的主题代表自己产生的和消费的数据和信息。此功能管理插件创建的主题，并提供当前节点的主题信息列表给用户，列表包含主题所在域、属性等信息。同时，软总线通过该管理进行 DDS 中发布/订阅者的主题进行匹配，实现时，匹配的过程将在后台运行，用户将看到以当前节点加载插件为核心的可匹配信息。主题管理也负责主题的删除，当插件状态为“不可用”时，删除与该插件相关的匹配信息，然后删除该插件建立的主题，更新主题信息列表并通知用户。

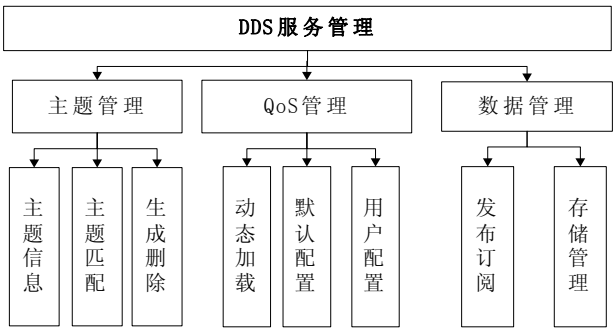

Figure 4. Division of DDS service functions diagram

图 4 DDS 服务管理功能划分

2.QoS 管理：管理与主题相应的服务质量参数设置。为最大可能的体现 DDS 丰富的 QoS 配置的特点并实现多种选择增加软总线适应性，软总线提供三种设置方式：

1)在加载插件后，动态加载插件的 QoS 配置文件；

2)软总线提供一种具有最大适应度的默认配置方案供插件使用；

3)支持手动配置 QoS 操作，用户自主选择配置项及配置参数。

3.数据管理：管理实现插件功能需要和产生的数据。控制数据在节点上的存储，包括配置信息文件在内的多种数据信息的存储控制由此项管理负责，具有最高权限用户可以更改存储位置。在发布订阅过程中，发布/订阅者将主题数据发送给同一域内的节点，这些主题将保存在数据管理开辟的存储空间中。

4 运行流程

4.1 驱动模式

雷达系统中数字信号的处理运算由功能插件负责，其它的传输等一系列操作由软总线控制。在雷达系统运行时，通常首先由用户指定该节点上将要执行什么样的业务，需要使用哪个或者哪几个插件来实现，启动软总线加载插件运行

软总线通过用户设定的任务流驱动插件运算产生的数据流，经过软总线控制的信道进行传输，进入下一

步处理或输出。软总线完全控制了系统的运行，并通过管理层将运行中的状态信息呈现给用户。用户可以进行及实时运行监视、控制反馈等。

下面以某具体任务为例，说明软总线及插件的运行过程，如图 5 所示。

1. 根据需要，任务分为三步：数据预处理，数据主处理，结果展现。

2. 定义完整的任务流后，依照该流程分别加载相应任务需要的功能插件。

3. 此时，数据预处理运行，后续功能处于就绪态。根据采用的 DDS 规范，数据预处理插件作为发布者，主处理功能等成为订阅者。通过软总线，将发布者和订阅者配对，建立具有 QoS 保证的通信信道，开始数据传递。在任务 2 中，多个数据的主处理运算是同时进行的。任务 2 启动后，建立与任务 3 之间的信道，继续后续操作。

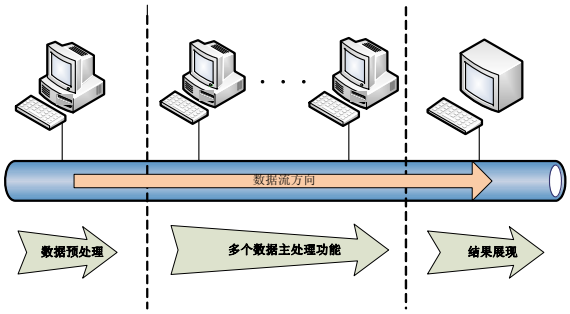

Figure 5. Flow chart of a TT&C task

图 5 某测控任务流程图

4.2 多处理器支持

通用计算机已进入“多核”时代。多核处理器的应用增强了计算能力，拓展了应用范围。在雷达系统中，多数的任务只需要一个插件即可完成，也存在部分任务需要多个插件配合完成。这时，可以通过对多个处理器的控制，协调多个插件的运行。随着技术的发展，处理器数目将不断增加，通过研究的任务与处理器控制模式，把尽可能多的任务运行在同一节点中，将进一步促进系统小型化发展。

Windows 操作系统中，调用 GetSystemInfo 可以查询计算机使用的 CPU 数量。默认情况下，系统可以将任何 CPU 调度给任何线程使用。限制线程使用 CPU 时，可使用 SetThreadAffinityMask 函数。这样做设置了线程与处理器的“硬关联”，将影响系统的调度方案[7]。但是，对于严苛的雷达系统来说，提供功能插件一个持续稳定的运行环境，利于提高系统稳定性。

多插件的运行状态可用图 6 进行说明。

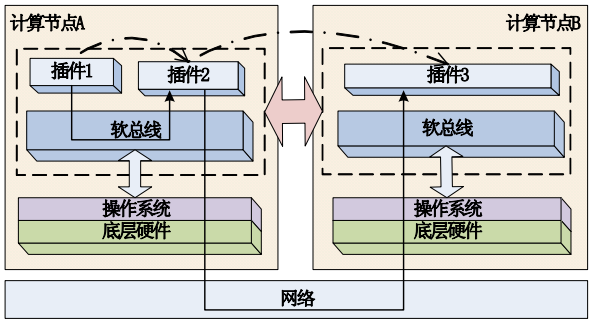

Figure 6. Multi-plugin operating schematic diagram

图 6 多节点多插件运行示意图

图 6 中展现了多插件的运行场景，以及数据流和任务流的关系。插件间的虚线表示了任务流关系，而实线则表示数据流。软总线将系统中所有的插件统一在同样的管理模型中。DDS 支持多种网络协议，用户可以根据业务需要选择最合适的模式。目前软总线中提供对 TCP 和 UDP 协议的支持。

得益于 DDS 规范中精炼的发布/订阅模型，插件不需要明确与其存在数据传输联系的其它插件的物理位置，只要将数据信息形成主题交给软总线，数据即可通过软总线建立的传输信道。插件也不需要维护该信道，QoS 由软总线控制。所以，图 6 中插件 1、2、3 的物理位置可以与逻辑位置不同。

5 下一步工作

雷达系统中的多数应用有很强的实时性要求，DDS 规范则是针对分布式系统实时应用和数据分发问题提出的解决方案。针对雷达系统设计和雷达软件开发中遇到的难题，将 DDS 应用到雷达系统中，构建一种全新的基于 DDS 规范的雷达系统软总线是具有实际意义和利用价值的研究。

本文提出的软总线原型已经应用在某预研课题中，继续研究的重点是对 DDS 规范在雷达系统中的应用进行扩展。同时，通过更广泛的使用，对雷达系统中不同的功能应用的 QoS 进行提炼和总结，提供更为准确的有效地 QoS 配置项。

References (参考文献)

[1] YU Wen-zhen. Development Trend of Radar Signal and Data Processing Platform[J]. *Modern Radar*,2009,31(7):1-7(Ch).

978-1-935068-42-6 © 2010 SciRes.