

“和欣”操作系统下建立 SCI 编程环境的探讨

郑锟, 陈榕

(同济大学基础软件工程中心, 上海 200xxx)

摘要: “和欣”操作系统是支持 CAR 构件编程模型的 TD-SCDMA 配套操作系统, 它设有脚本语言通用适配层 SCI——一种脚本语言与 CAR 构件自动适配的接口, 以实现基于 CAR 构件的脚本编程。SCI 结合了 CAR 构件技术与脚本语言, 既利用了 CAR 构件系统运行高效的特点, 又发挥了脚本语言的开发高效率的优势。

关键字: 面向构件编程; CAR; 脚本语言; 元数据

Discussion of SCI Programming Environment in Elastos Operating System

ZHENG Kun, CHEN Rong

(Foundational Software Engineering Center, Tongji University)

Abstract: The Elastos Operating System and the CAR component-oriented programming model is introduced at first. Then a universal adaptation layer called SCI is discussed, which can make script languages and CAR component work together. That results a composite with the runtime efficiency supported by CAR component system and the develop efficiency supported by script languages.

Keywords: Component-Oriented Programming; CAR; Script Language; Metadata

1 “和欣”——灵活内核操作系统

“和欣”^[6]操作系统是基于中间件技术的因特网嵌入式操作系统, 也是跨操作系统中间件运行平台, 是一个基于构件的微内核操作系统。“和欣”操作系统与一些传统宏内核或微内核操作系统(如Linux、Windows)的最大区别就是微内核模型与基于构件技术的充分结合, 形成了“和欣”操作系统的灵活内核架构模型。灵活内核技术在设备多样化的嵌入式开发环境中所具有的优势十分明显。

“和欣”^[6]操作系统是一个微内核操作系统。在微内核操作系统中, 系统的一些服务, 如文件系统、TCP/IP协议栈等是作为一个与用户进程同等的进程为其他用户进程提供服务的。在微内核操作系统中, 一个很重要的技术是服务进程与应用程序进程间的高效通信。传统的一些微内核操作系统(如Mach和Minix)采用消息机制作为系统服务进程和用户进程通信的手段。“和欣”操作系统则是采用了“接口(interface)”与“回调(callback)”等构件编程技术。

构件间的通信已经有了很多成熟的解决方案, 如微软公司的 DCOM(分布式构件对象模型)和Java中经常使用的RMI(远程方法调用)机制。“和欣”操作系统将构件的跨进程(在“和欣”操作系统中称为Domain, 不同的Domain不只是指不同的进程, 还可能分布在不同的主机)通信, 作为一个操作系统的基础设施, 做到了内核中。从语义上来说, 构件间的接口与回调通信与消息机制等价, 但是, 接口与回调方式才可以做到构件的任意分布、扩充和更换。

“和欣”操作系统支持CAR^[6,7]构件系统，CAR构件具有充分的自描述元数据，根据元数据“和欣”能够自动生成构件对象的代理对象和存根对象。构件跨进程的通信模式如图 1 所示。

其中服务构件 S 运行在进程 A 中，首先通过系统调用 EzRegisterService 将服务构件注册在系统中，此时系统中会生成一个 S 的存根对象。客户进程 B 中要使用进程 A 中的 S 服务，客户进程通过系统调用 EzFindService 找到 S 的存根对象，并且在 B 中根据 S 的元数据生成与 S 具有同样接口的代理对象。当客户进程调用 S 的代理对象的方法时，代理对象将方法的调用通过系统调用 SysInvoke 传递给 S，S 所在的进程 A 会启动一个线程，由该线程调用被请求的 S 的方法。

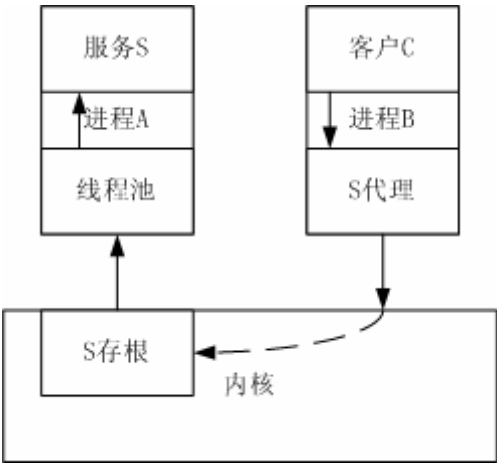


图 1 跨进程的构件服务调用

2 CAR 构件系统

“和欣”操作系统支持CAR^[6,7]（Component Assembly Runtime——构件程序集运行时）构件编程系统。CAR构件系统有两个主要的特征，一是使用C++语言作为实现语言，这是性能的保证，也是CAR构件系统能够作为操作系统在嵌入式设备中使用的基础。二是CAR构件具有充分的自描述元数据，这是系统能够自动为CAR构件生成存根和代理对象，以及CAR构件编程系统可以作为一种中间件系统的基础。这两者结合起来，CAR构件编程系统就成为了一种高性能的中间件构件系统。

编写CAR构件，首先要编写一个构件的接口描述文件——CAR文件。CAR文件是CAR构件的元数据的文本形式。它描述了CAR构件中的接口信息，以及接口中每个方法的信息，包括方法参数、返回值等，同时还描述了接口继承体系的信息。如表 1所示。

```
module{
    interface IFoo {
        DoSomething([in] int i);
    }
    class CFoo {
        interface IFoo
    }
}
```

表 1 一个简单的 CAR 文件

CAR文件经过编译，生成C++代码框架、文档框架和二进制的CAR构件元数据。接下来，使用C++语言实现CAR构件的具体功能。最后，经过编译和打包生成可发布的CAR构件程序集，其中包含了CAR构件的代码、数据及自描述元数据，如图 2所示。

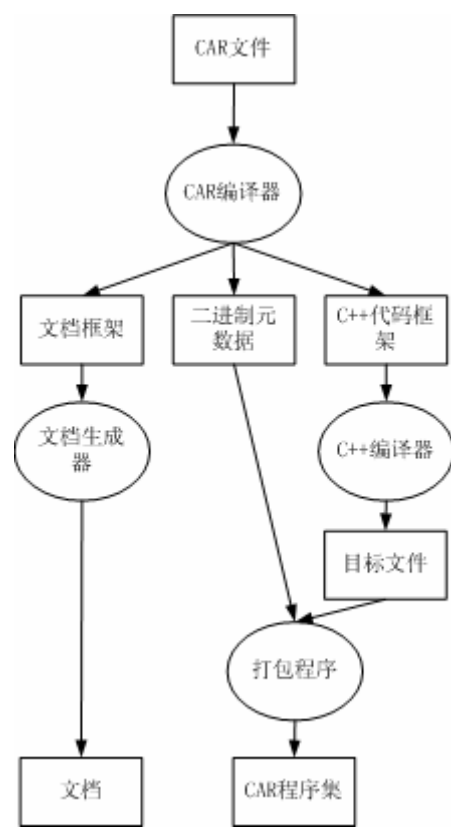


图 2 由 CAR 文件生成 CAR 程序集

3 脚本调用接口模型

在面向构件的开发模型中，构件完成程序的主要功能和逻辑。大量耗时、性能重要或者复杂的运算被封装在构件内部。构件只需要暴露给外界简单的接口以提供服务。面向构件编程中，构件应该是易于使用和更换的，这就极大地提高了应用开发的效率和可扩展性。可是，在已有的一些构件系统中，比如 .Net 和 Java 中，却往往达不到这种效果。这主要是因为，开发构件和使用构件使用的是同一种语言。开发构件的语言往往是一些通用和功能强大的语

言，这就从本质上决定了这些语言的复杂性。这样，使用同一种语言使用构件，往往受语言复杂性的影响，增大了使用构件的难度。并且，这样很容易混淆构件与外部应用的边界，弱化了面向构件的编程思想。

脚本语言通常具有易学易用、开发高效的特点，并且因为脚本语言通常都是解释执行，所以容易更改，不需要重新编译。但脚本语言一般功能较弱，不易扩充。脚本语言的用户通常只能使用脚本语言内置的一些功能。

有些脚本语言（如 Perl、Ruby 等）具有开发扩展库的功能。但通常每种脚本语言有自己的扩展库开发方法，而且这些方法既不直观也不通用。其中最主要的原因是，出于性能的考虑，这些扩展库都是使用 C/C++ 语言来编写，可是 C/C++ 语言并没有一个统一的动态构件能力。

“和欣”设计的脚本语言通用适配层SCI 的成功开发一定程度上解决了这个问题。利用CAR构件中的元数据，动态调用CAR构件的方法或被CAR构件运行时产生的事件回调。CAR构件的编写人员不再需要考虑如何与不同的脚本语言适配。所有的工作都由脚本引擎SCI自动完成。

4 SCI 原理与实现

将脚本语言调用 CAR 构件以获得服务这一要求进行抽象，设计出一个抽象层，从而让脚本语言与构件协同工作。

主要的接口称为脚本可调用接口（Script Callable Interface），下文将简称为SCI。SCI本身也是用CAR构件编程技术实现的。结构如图 3所示。

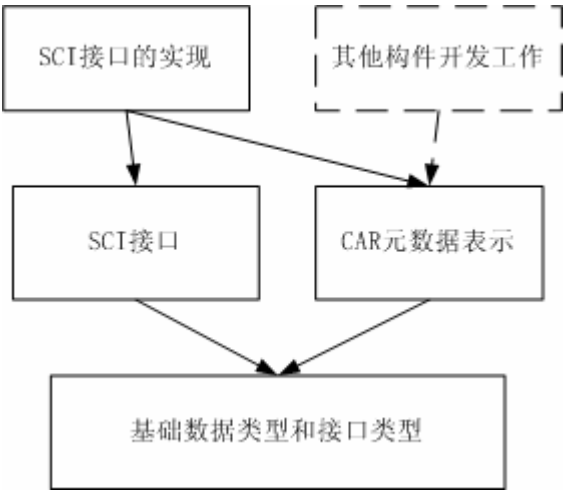


图 3 SCI 系统结构

从图 3 中可以看到，以 CAR 构件的基础数据类型和接口类型作为基础，而这些内容恰好是 CAR 构件的元数据所能表示的内容。SCI 的接口以此为基础，实现出对构件方法调用的抽象。SCI 的实现则以对应的元数据为基础。这种结构较好地做到了设计与实现的分离。

SCI接口系统中有 3 个主要接口，它们的关系如图 4所示。

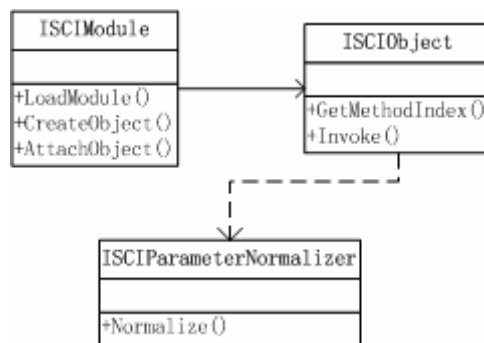


图 4 SCI 接口系统

ISCIModule负责加载CAR构件，从CAR构件集中创建CAR对象，（这在“和欣”中称为实例化），并使之与ISCIObject对象绑定。ISCIObject的主要方法为Invoke，这个方法负责动态调用内部CAR对象的方法。

一个方法调用，除了正确的方法入口外，实参与形参的匹配也是一个主要问题。实际工作中的脚本语言千差万别，它们所支持的参数类型和CAR构件系统所支持的参数类型通常也并不相同。因此，SCI实现了一个参数正规化的技术。参数正规化的过程主要是脚本语言的参数向CAR构件参数转化的过程，就是SCI负责将脚本中的引用形成规范化的引用堆栈，并实施对CAR构件中方法的实际引用。在脚本引擎通过ISCIObject的Invoke方法调用CAR构件时，脚本引擎将实现ISCIParameterNormalizer接口，由它完成参数转换工作。

5 利用 SCI 在 Javascript 脚本语言中集成 CAR 构件

Javascript 脚本语言是 Netscape 公司发明的，专门针对 HTML 动态编程的脚本语言。Javascript 是一种面向对象的脚本语言。它的一个主要特点就是对象系统容易扩充。SCI 选择了 Mozilla 浏览器项目中的 SpiderMonkey 子项目作为 Javascript 脚本语言的实现。

利用 SCI，很容易实现在脚本语言中集成 CAR 构件。

在Javascript脚本语言中集成CAR构件，首先，我们在Javascript中添加全局对象Elastos。该全局对象提供了一些系统级的方法。比如CreateObject，该方法能够通过CAR构件的统一标识符和接口名称创建一个CAR构件的实例，并且使该实例与SCI对象绑定。示例 Javascript源程序如表 2所示。

```
var aFoo = Elastos.CreateObject("www.elastos.com/example/Foo.dll", "IFoo");
aFoo.DoSomething();
```

表 2 Javascript示例程序

6 结语

“和欣”操作系统是 TD-SCDMA 这一中国人第一次拥有的重大通信国际标准的配套工程，将被用在 3G 手机中，通过本文的工作，将使更多的人可以通过构件的组成，完成一个符合自己要的“应用程序”，从而提高 3G 网络的应用水平。

本文所述工作还有很多后续工作，充分利用“和欣”操作系统的能力等优化工作也在展

开。

参考文献

- [1] John K. Ousterhout. Scripting: Higher Level Programing for the 21st Century. IEEE Computer magazine, March 1998.
- [2] Javascript 的网页，我查一下
- [3] 一本操作系统的书，上网查一下
- [4] COM 本质论，具体查一下
- [5] Linux 的书
- [6] Koretide. Elastos 2.0 Operating System Manual. 2004.
- [7] Koretide. CAR's Manual. 2004.

本文受国家 863 计划“软件重大专项”支持（课题名称：基于中间件技术的因特网嵌入式操作系统及跨操作系统中间件运行平台，课题编号：2001AA113400，所属专题：计算机软件，所属领域：信息技术领域）。