

“和欣”嵌入式操作系统的应用与展望

陈榕 科泰世纪公司技术总监

<http://www.koretide.com.cn>

WEB 服务 (Web Services) 是当今的热门话题。WEB 服务首先是一个服务, 比如 MP3 播放器或 MPEG2 解码器, 其主要目的是提供某种“服务”; 第二, WEB 服务可以在因特网环境里运行, 这个服务可以运行在本机, 也可以运行在远程, 可以在防火墙之内, 也可以在防火墙之外。WEB 服务是建筑因特网时代软件应用的最基本构件。

传统操作系统是为固定、分离的计算机设计的, TCP/IP 等网络协议是在传统操作系统之上附加的软件模块。我们知道操作系统的首要任务是为了支持用户应用程序的运行, 它同时也在一定程度上限制了应用程序的编写方法。过去的程序是一整块 EXE 文件模块, 而现在的网络应用大多是由多个软件模块 (构件) 组装而成的。那么有没有必要重新设计出下一代的操作系统来支持这种新的应用程序运行模式?

纵观微软这些年来的发展历史, 从 DOS 走到了 Windows, 又从 Windows 走到了 .NET。DOS 应用是字符界面, Windows 应用主要是人机交互的图形界面, 而 .NET 的应用就是网络环境下的 WEB 服务。.NET 从管理硬件的角度说, 还不能算是真正意义上的操作系统。但本文介绍的“和欣”操作系统, 既能直接管理硬件, 又能提供对于 WEB 服务的支持。

因此“和欣”是一个能直接支持 WEB 服务的操作系统。我们认为“和欣”操作系统的成功将把操作系统体系结构的设计带入网络时代。

“和欣”嵌入式操作系统简介

“和欣”是一个基于微内核体系结构, 支持多进程、多线程, 具有抢占式、基于线程的多优先级任务调度的 32 位嵌入式操作系统。针对嵌入式应用而开发的“和欣”具有体积小, 速度快, 效率高的特点, 适合于各种内嵌有 32 位微电脑芯片的智能化电子设备。

“和欣”区别于其他传统嵌入式操作系统的特点, 在于它是为网络时代的嵌入式系统能够更有效地支持 WEB 服务而开发, 在体系结构上完全面向构件、中间件技术的网络操作系统。其技术的精髓是科泰世纪公司原创的 ezCOM 构件技术。

ezCOM 构件技术是面向构件编程的编程模型, 它规定了一组构件间相互调用的标准, 使得二进制构件能够自描述, 能够在运行时动态链接。ezCOM 兼容微软的 COM, 但是和微软 COM 相比, ezCOM 删除了 COM 中过时的约定, 禁止用户定义 COM 的非自描述接口; 完备了构件及其接口的自描述功能, 实现了对 COM 的扩展; 同时对 COM 的用户界面进行了简化包装, 易学易用。因此, 可以说 ezCOM 是微软 COM 的一个子集, 同时又对微软的 COM 进行了扩展, 使其能够更加有效地支持 WEB 服务。

“和欣”操作系统的功能模块全部基于 ezCOM 技术，支持动态链接库 DLL、动态加载系统程序与应用程序。构件技术的优势还体现在具有先进 GUI 事件处理机制的构件化图形系统、“即插即用”的设备驱动模型、构件化的网络系统与文件系统之中。这不仅可以为应用产品带来新的增值功能，还可使各个软件零件可以独立生产、维护、更换、升级，提高软件质量与软件复用率，缩短软件开发周期，提高嵌入式系统的开发效率。

“和欣”提供规范化、开放的接口标准，统合构件技术、操作系统内核技术、集成开发环境对构件化软件开发的支持等创新技术，形成了完整的技术体系，与国际主流软件技术同步并且兼容。

“和欣”项目得到了国家 863 计划的重大软件专项支持。在 2003 年 1 月的科技成果鉴定会上，由 7 名院士和 4 名 863 专家组成的专家鉴定委员会对“和欣”操作系统给予了极高的评价：“‘和欣’操作系统是一个具有自主知识产权的操作系统，体系结构和实施技术有创新性，在嵌入式操作系统领域达到了国内领先，国际先进水平，是中国软件界的一个重要成果”。

WEB 服务与“网络就是计算机”

浏览器产生之前，人们在第一代因特网上读取文件的“慢四步”是：找到文件地址，远程拷贝文件，阅读文件，（文件太多时）删除文件。在第二代因特网里浏览信息是“一步到位”：点击门户网站或 email 里包含的“热链接”就可以阅读文件。人们无需知道具体文件的 IP 地址，也不必拷贝或删除文件，文件太多时，网络管理软件自动删除最老的文件。浏览器模型导致了因特网应用的迅速普及。

虽然是在因特网时代，现在大多数计算机上的程序，或是从光盘上安装的，或是从网络上安装的。用户找到软件包，安装软件，运行软件，删除软件的“慢四步”模型，至今并没有得到改善。

我们知道 50 多年前，世界上第一台电子数字计算机产生。主设计师冯·诺伊曼的基本设计思想就是“程序应当像数据一样存储在计算机里”。对比现在的浏览器模型，程序从本机上取，数据（网页）从网上来。这种程序与数据的不对称性，导致了最近的第三代因特网思想的产生，其目的就是通过一个超级链接就可以调用本地及远程的任何程序，实现“网络就是计算机”的梦想。JAVA、.NET 与科泰世纪公司原创的 ezCOM 技术都是为了实现这一梦想的技术手段。这种技术手段现在有许多不同的叫法，本文中我们统一称其为“WEB 服务”技术。

在网络时代，随着硬件成本的下降，和应用需求的提高，像移动电话、数字电视等智能设备都将直接连结到因特网上。在成本、体积、功耗等多种制约条件下，这些智能设备不可能包罗万象地“预装”许多软件，而传统的“慢四步”模型显然不能被消费者

所接受。消费者关心的是“点击”他们感兴趣的功能，所有的系统程序、应用程序都必须是自动安装，自动卸载，自动升级，这一切都必须对使用者透明。

“和欣”操作系统实现了在嵌入式系统中有效地支持 WEB 服务的解决方案，与 .NET 技术、JAVA 技术相比，以更低的资源消耗、更高的效率，从而可用更低的系统成本实现 WEB 服务。在移动电话、数字电视等应用中，“和欣”将充分发挥这些技术优势。下面我们从几个方面来说明“和欣”的构件技术能够为下一代面向网络的嵌入式设备带来哪些与众不同的增值功能。

“和欣”的技术优势体现

1. 和欣软件“租用”模型：

在第三代因特网里运行程序也是“一步到位”：点击门户网站或 email 里包含的“超链接”就可以运行程序。人们无需知道具体程序的 IP 地址，也不必安装或卸载软件，程序太多时，网络管理软件自动删除最老的程序，就像浏览器不用拷贝、删除已经访问过的网页。

一台不在网上的 PC 是一个单一节点的网络。所以“和欣”的所有功能都是基于“网络”上实现的，但在单机的情况下，“和欣”仍旧能工作，而且它的效率与现有的传统操作系统应当相差无几，最终用户也不应当感觉到两者之间到底有多少差别。打个比方，这就像浏览器要访问的网页如果已经全部下载到本机，我们并不需要上网就能看到那些文件。

这种“软件租用”的模型是在完成因特网“浏览器”的未竟事业。浏览器的工作原理主要是依靠 HTML 文件里嵌入 HTTP 的超链接；而 WEB 服务主要是在可执行文件里，嵌入“虚拟机”可以解释的所谓“清单”（manifest）技术，其原理非常类似于“超链接”。不论是 JAVA 的 Byte-code 还是微软 C# 使用的 IL 语言，或者是 ezCOM 里直接使用 CPU 的可执行代码，它们都无一例外地使用了“清单”技术。这样程序和数据又在网络环境下得到了统一。

2. 和欣软件“容错”模型：

我们都知道，由于网络的盛行，网络病毒也日益猖獗，这种问题属于恶意制造的非法操作。随着计算机程序越来越复杂，程序出错的概率也越来越大，这类错误源于不可预料的非法操作，我们可以视之为“良性病毒”。JAVA、C# 等国际流行的做法是设计一套“虚拟机”技术，利用中间代码的可控性，逐条指令检查被执行的代码是否存在有意或无意的非法操作，其代价是丧失相当多的 CPU 执行效率。这种做法对于嵌入式系统来说有它们的局限性，因为许多嵌入式系统对于实时性、成本等的要求非常严格。

让我们回顾一下 CPU 的发展过程，从 80186 到 80286、80386…。80386 引入了虚拟内存管理，其目的主要是为了支持分时操作系统；而分时操作系统的目的是为了多道

程序“共享”宝贵的 CPU 资源；程序共享 CPU 的一个前提就是互不干扰，由此衍生了多进程技术。

那么我们今天能否利用 CPU 的虚拟内存管理来提供“模块”级的软件保护，也就是提供 WEB 服务的保护？

用户要运行的任务是由多个 WEB 服务来完成的。比如一幅网页可以由 MP3 背景音乐、文字、广告、动画等组成；一个应用又是由多幅网页组成的。如果我们把 MP3 服务放到一个独立的地址空间，操作系统仅为这一空间配备“只读”文件系统，那么不论这个 MP3 播放器是否包含良性或恶性病毒，它都不会影响到系统的其它部分，同时，利用 CPU 来实现“容错”并不损失太多的 CPU 效率。因而这一技术可以广泛应用于嵌入式系统及大型系统软件等领域。

现在计算机界的一个时髦词汇叫“中间件”。中间件技术主要是靠所谓“元数据”来实现的（meta-data，也称为 class-information）。利用中间件技术，我们可以自动分配 WEB 服务到不同的地址空间，限制软件崩溃时的破坏范围。这一技术可以大大简化编程模型，有效地提高程序的可控性和可靠性。

3. 和欣软件“热插拔”模型：

30 年前美国贝尔实验室发明了 UNIX 操作系统，为每个外部设备特制的软件叫“驱动程序”。现在绝大多数通用或嵌入式设备都是几十年前巨型机的缩影。打印机、存储设备等通过有形或无形的“电线”连接到计算机上，驱动程序扮演着必不可少的角色。

假设我们拿着手机走到公园里的自动售货机前想买一瓶饮料。手机里面包含一台功能不弱的“电脑”，售货机当然就被认为是“外设”。但问题随之而来，首先，手机上面没有地方装“驱动”；再说“外设”的种类可以说是无穷无尽。换句话说，“驱动程序”这个曾经伴随 UNIX 获得计算机界最高奖“图灵奖”的设计，现在却是困扰着第三代因特网最大的绊脚石！

利用清单技术来改造操作系统的驱动程序模型，就可以解决第三代因特网要求的 3 个 A 问题：anywhere, anytime, anybody。也就是不论那里，不论何时，不论何人都要能享受信息时代的服务。我们把“外部设备”想象成“专线连接的网络”（网络上只有两个节点），而不把外设想象成 PC 的附属品。这样外设可以直接挂在网上，“PC”不再需要安装某个外设的驱动程序。换句话说，我们假设“PC”上应当装一个“和欣”，外设上也应当装一个“和欣”，所有分立智能设备上都应当装一个“和欣”。任何设备（包括 PC）与任何其他设备的连接，都是“分布式处理网络”的一种特例。

当然，“和欣”操作系统在今天尚不能说服世界上的各种信息设备厂商利用 ezCOM 技术去生产硬件设备。可我们注意到 IBM、微软、惠普、SUN、甲骨文等世界著名公司都在同一个国际组织里积极参与 WEB 服务的协议制定工作。他们制定了以 XML 为基础的 WEB 服务描述语言 WSDL，WEB 服务的发布协议 UDDI，WEB 服务的互相调用协议 SOAP，以及相

互对话的语言 XML。这些 WEB 服务可以由 JAVA 实现，也可以由 C#来实现，同样也可以用科泰世纪公司倡导的 ezCOM 来实现。ezCOM 是以 C++为基础的技术，最适合完成硬件设备的 WEB 服务编程。

4. 和欣软件“品牌”模型：

个性化“控件”是一个蕴含巨大商机的操作系统指标。迄今为止，还没有一个操作系统的图形系统能够支持可以互换的个性化控件。在这一点上微软的 Windows 现在也做不到。当年微软招来的官司，其中最重要的一条就是所有 PC 一开机就是微软的“飞翔视窗”，康柏、戴尔等厂商曾强烈要求个性化图形控件。微软首先是不愿意实现这个功能，让别人做品牌，而自己甘当无名英雄，何况全世界也没人实现了这个功能，所以微软乐得不了了之。

个性化控件的具体目标是在操作系统提供的标准“按钮”、“对话框”等之外，由第三方软件开发商开发控件。这些控件对于操作系统来说完全等同于系统原始的控件，而不是架筑在系统控件之上的控件。比如，Windows 提供了几种标准的“按钮”，如果某家电视台想要开发另外的“按钮”，他们必须先开发一个新的图形系统，才能设计自己的“按钮”。这样做的缺点很明显，第一，工作量太大；第二，专业性太强；第三，跟底层的操作系统控件不容易互操作。

但我们也注意到 Visual Basic、VS.NET 等环境可以动态嵌入系统控件的功能，并且这些图形控件的实现完全独立于 Windows 的图形控件。由于 VB、VS.NET 都充分支持了现代的构件、中间件的运行，所以它们能支持动态控件。其缺点是它们是相互独立的构件、中间件的运行平台，如果我们再加上 JAVA 的控件功能，那又是一套完全不能公用的控件系统。要是操作系统直接支持构件运行环境，我们就不用花费起码 N 倍的系统资源去完成个性化控件。对于嵌入式系统来说，我们大都理解一个简单的演示系统远远不等于一个最终的商用系统，其难点之一就是不能让每一个软件应用自带图形系统。“和欣”可以在系统级支持个性化控件。

5. 和欣软件“零件”模型：

自从 70 年代发生了所谓的“软件危机”，人们就一直梦寐以求实现软件工厂化生产的理想。大家梦想能有一天，软件工程师能像硬件工程师一样到“中关村”买来各种软件“集成电路”，攒出一个系统来，而不是一行一行低水平地重复实现自己并不内行的功能。

以数字电视为例，系统芯片厂商为了推销其产品，经常免费搭配一个“操作系统”（Nucleus、pSOS、VxWorks、WinCE、嵌入式 Linux 等），提供一个系统设计方案。而应用软件开发商为了让自己的产品适用于各种机顶盒，为了便于移植，往往只假设底层操作系统是一个所有操作系统的“交集”，也就是一个最小功能集合。嵌入式浏览器厂商自己实现一套图形支持控件，而电子节目单厂商也实现另一套不兼容的图形支持控件。

他们单独演示都挺好，但是合在一起就要占用两倍功能基本相同的内存空间。如果应用更多怎么办？由于没有公用操作系统的支持，各种独立开发的应用软件非常容易出错。大家当然希望自己开发的软件零件能够通用。

“和欣”操作系统建立在构件/中间件技术之上，实现开放的“软件总线”体系结构，系统构件及应用构件都相当于软件“零件”，可实现动态装载、配置和升级，实现“即插即用”。

我们知道，IBM PC 推出了开放的硬件总线标准，各种板卡厂商都可发挥其技术专长推出丰富的配套产品，从而成就了 PC 的大产业、大市场。“和欣”的“软件总线”体系结构，统一和简化了软件开发方式，提供了一种先进的工厂化软件生产手段，大幅度提高软件生产效率，软件开发商可以独立开发性能更好的网络协议栈、设备驱动、多媒体等“软件零件”。

结束语

“和欣”操作系统已经应用于网络终端（NC）、专业手持终端、医疗仪器、工业监控终端、数控机床、网络安全等设备，并且支持 X86、ARM、MIPS 等主流 CPU，支持“龙芯”等国产 32 位 CPU 芯片。今年 8 月 19 日，科泰世纪公司发表了“和欣 1.1”，其功能更加完善，达到了工业级的应用水平。

中国蓬勃发展的嵌入式设备产业为国产高性能嵌入式操作系统提供了广阔的发展空间。“和欣”操作系统在不仅具有技术领先优势，自主、可控的核心技术在信息安全、支持系统厂商发展自己的原创技术等方面都将发挥其重要作用。

我们希望“和欣”的“软件总线”体系结构能够促进嵌入式软件、嵌入式设备厂商的互相合作，促进我国嵌入式软件产业的大发展和共同繁荣。