

Rhapsody[®]

嵌入式应用软件开发的企业级解决方案

北京华力创通科技有限公司
Hwa Create (China) Co.,Ltd.

目 录

一、业界领先的 I-Logix 公司	3
二、Rhapsody in C/C++ 概述	4
一种新工具	4
完整的、可验证的对象建模	4
用顺序图 (Sequence Diagram) 表示对象间的时间顺序的交互	5
用协作图 (Collaboration Diagram) 表示参加交互的对象的组织	5
用对象模型图 (Object Model Diagram) 表示软件架构	6
用构件图 (Componet Diagram) 显示一组构件之间的组织及其依赖关系	7
用状态图 (Statechart) 和活动图 (Activity Diagram) 进行行为建模	7
用用例图 (Use Case Diagram) 捕捉系统需求	8
用实施图 (Deployment Diagram) 给出了体系结构的静态实施视图	9
系统级视图和管理	9
完整的、可定制的代码自动生成	9
统一的设计和开发环境	10
设计级的调试和验证	10
具有良好可扩展性的体系结构	11
I-Logix 公司的 Rhapsody	11
三、Rhapsody 附加软件	11
1. 实时嵌入式软件测试套件----Rhapsody TestConductor™	11
2. 实现嵌入式设备上网的工具包----Rhapsody Webify™ Toolkit	13
3. 设计文档发布及维护工具----Rhapsody Reporter™	14
四、Rhapsody 应用领域和主要客户	14
五、Rhapsody 应用实例	16
1、Rhapsody 为洛克希德-马丁公司赢得“联合攻击战斗机”生产合同发挥了至关重要的作用	16
2. ECI 电信公司下一代交换平台项目	17
案例的要点	17
五种视图	18
眼见为实	18
从设计到实现	20
3. 中兴 UAS 项目 UML 应用和 Rhapsody 工具	21
六、Logix 增值服务	22
1. 客户服务	22
2. 专业服务	22
3. 教育服务	23
七、论文摘要	24
1、《一种基于 UML 的嵌入式实时应用软件开发环境》	24
2、《CASE 工具 Rhapsody 在综合接入服务器中的应用》	24

一、业界领先的 I-Logix 公司

- **公司全称:** I-Logix Inc. 成立于 1987 年
- **地点:** 总部在美国马萨诸塞州的 Andover
- **风险资金:** 受到来自 ABS Ventures、Commonwealth Capital、Gilde Investments、One Liberty Ventures、North Bridge Venture Partners 和 Palmer Partners 风险资金的强大支持
- **领先地位:** I-logix 是对象管理组织 (OMG)、蓝牙标准化组织 (Bluetooth SIG)、国际自动化工程委员会 (INCOSE) 的成员, 嵌入式 Linux 联盟的创始成员和统一建模语言 (UML) 的发明者之一。
- **公司使命:** 致力于为实时嵌入式系统开发领域以及复杂技术软件设计市场提供先进的高性能的软件设计和代码实现整套解决方案。
- **市场:** 产品市场涉及航空航天、国防科技、交通运输、医疗设备、电信电子、自动化控制等领域, 同时, 在美国、欧洲和远东地区有办事处和分销商。
- **产品:** I-Logix 公司是复杂嵌入式系统设计和实现的领先的软件开发者和供应商。公司的核心技术来自状态图技术的图形化实现方案, 状态图的发明人即是 I-Logix 公司的创始人 David Harel 博士。公司目前主要提供两套产品, Statemate[®] MAGNUM[™] 和 Rhapsody[™]。
- **技术成就:**
 - 由公司创始人 David Harel 博士发明了状态图动态行为建模技术。
 - I-Logix 是第一个为复杂系统引入行为验证工具的公司。
 - I-Logix 是唯一为快速原型设计和复杂嵌入式系统设计及实现提供高端行为建模、仿真、动画验证和功能验证的工具。
 - Statemate MAGNUM 是第一个能让嵌入式系统工程师创建可执行模型或者“可视化原型”的工具, 这样显著提高了产品质量, 节省了开发费用, 加速了产品进入市场的时间。
 - Statemate MAGNUM 是第一个代码自动生成的开发工具。
 - ◆ 为软件系统或原型生成 C 或者 Ada 代码
 - ◆ 为硬件设计生成 Verilog 或者 VHDL
 - Rhapsody 是第一个遵循 UML 语言标准, 能够从 UML 设计图生成产品级质量代码, 将调试/验证提升到图形设计水平的面向对象设计工具。
- **合作伙伴:** I-Logix 公司与以下业界领先的公司和银行达成稳定的伙伴关系:

Altia, Inc.	Math Works
Microsoft	DSPACE
Frame Technology	UML Partners Group
GEC Marconi	Vector
Integrated Systems, Inc.	Virtual Prototypes, Inc.
Interleaf, Inc.	Wind River Systems
- 2000 年 5 月选定华力创通科技有限公司成为中国大陆及香港地区 Rhapsody 产品独家代理。

二、Rhapsody in C/C++概述

芯片性能的提高，在实时操作系统间进行程序移植，越来越短的产品推出时间都使得嵌入式系统的软件开发人员面临日益增加的软件复杂性的挑战。传统的软件开发方法以及现有的开发工具和流程已不足以应付软件设计面临的巨大挑战，这导致了计划、设计的必要性与编码的迫切性之间的冲突。

此外，由于对于产品行为的验证工作常常在开发结束之后进行，所以，昂贵的开发成本，无法按照预定日期发布产品，严重的质量和售后支持问题都已经被视为司空见惯的事情。这一切都导致售后支持成本剧增并且无法保持快速和精确的市场响应能力。

传统技术已不再适应软件开发的需要。无论是旧的还是新的，那些简单的 CASE 工具都不再有效，甚至起到了负面作用。

现在有一种新的迭代式的方法可以解决以上问题，它在验证系统行为和缩短系统开发周期的同时，精确地保证了产品的质量。这就是——Rhapsody。

欢迎来到新技术——Rhapsody 的世界

一种新工具

Rhapsody 是一种可视化编程环境。你可以使用它分析、设计，实现和测试复杂的应用软件。Rhapsody 采用基于模型的开发方法，通过从设计模型中直接生成高质量的代码，将开发的重心从编码转移到设计上来，从而显著提高了总体的开发效率。通过使用可运行的设计模型，Rhapsody 在调试和验证阶段仍然将工作的重点放在设计上。Rhapsody 消除了许多冗长乏味的，耗时的代码级调试时间，从而更多的开发精力可以放在软件设计上，同时缩短了开发时间。

Rhapsody 的创新方法具有以下自动化设计的特性：

- **独特的模型/代码相关性**，代码和模型作为同一设计的不同视图而共同存在，模型/代码相关性技术提供了高效的、可读性好的代码，并且保证了模型和代码总是一致的。
- **遵从统一建模语言 UML (Unified Modeling Language)**，从而可以在统一标准的基础上对嵌入式系统进行完全的和精确的分析。
- **开放的、可定制的代码生成框架**，Rhapsody 可以直接生成可以运行的应用程序和基于特定平台的高质量代码。
- **调试器技术**，Rhapsody 允许在开发主机和目标处理器上运行活动的设计模型，从而实现图形化的设计级的调试和验证。

完整的、可验证的对象建模

在 Rhapsody 中，设计者可以创建 UML 支持的 9 种图：顺序图 (Sequence Diagram)、协作图 (Collaboration Diagram)、类图 (Class Diagram)、对象图 (Object Diagram)、用例图 (Use Case Diagram)、构件图 (Component Diagram)、状态图 (Statechart)、活动图 (Activity

Rhapsody 支持大项目开发对于信息共享的需要。每一个用户在私有工作区维护自己的设计模型，**Rhapsody** 将所有设计模型以包的形式存储在项目内，并提供管理和划分功能。团队间可以通过对工作区的直接导入以及利用现有的配置管理（**Configuration Management**）工具实现协同开发。

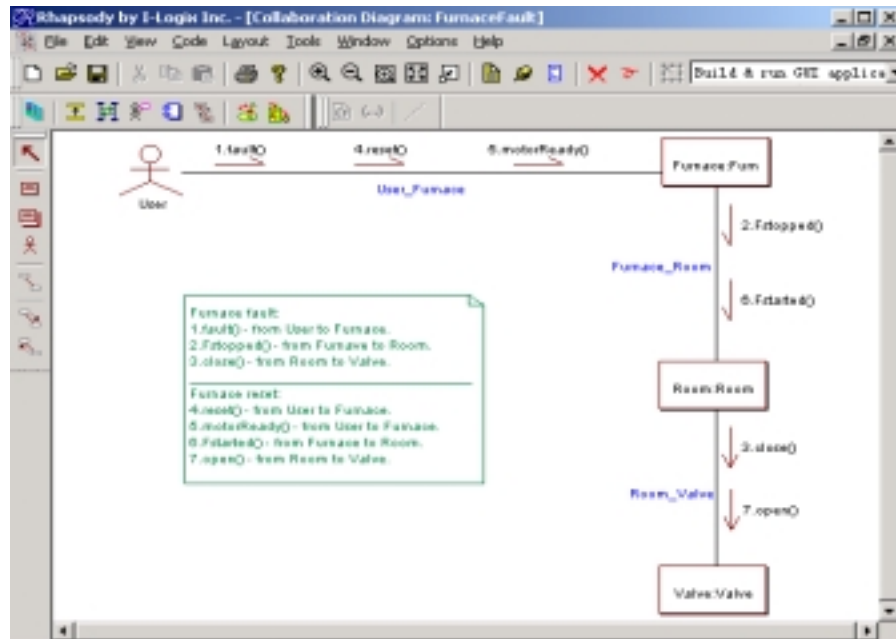
在 **Rhapsody** 中，顺序图精确的描述了对象与环境间的相互作用。在顺序图中，实例排列在水平轴上，而对象间及对象与环境间的交互如事件、操作和延迟等按时间顺序排列在竖直方向上。描述用例的脚本与分栏的图示放在一起。可选的事件编号和浮动的文本框有助于对用例的分析。

Rhapsody 的顺序图具有更加强大的功能，这主要体现在 Rhapsody 可以实时创建系统运行时的顺序图，并且自动的和原有的顺序图进行比较。这可以使你对于已实现系统的动态性能进行观察分析，而传统的工具无法做到这一点。



协作图也是一种交互图,它强调收发消息的对象的结构组织,顺序图和协作图是同构的,两者在语义上是等价的。在 Rhapsody 中,产生一张协作图,首先要将参加交互的对象作为图的顶点。然后,把连接这些对象的链表示为图的弧。最后,用对象发送和接受的消息来修

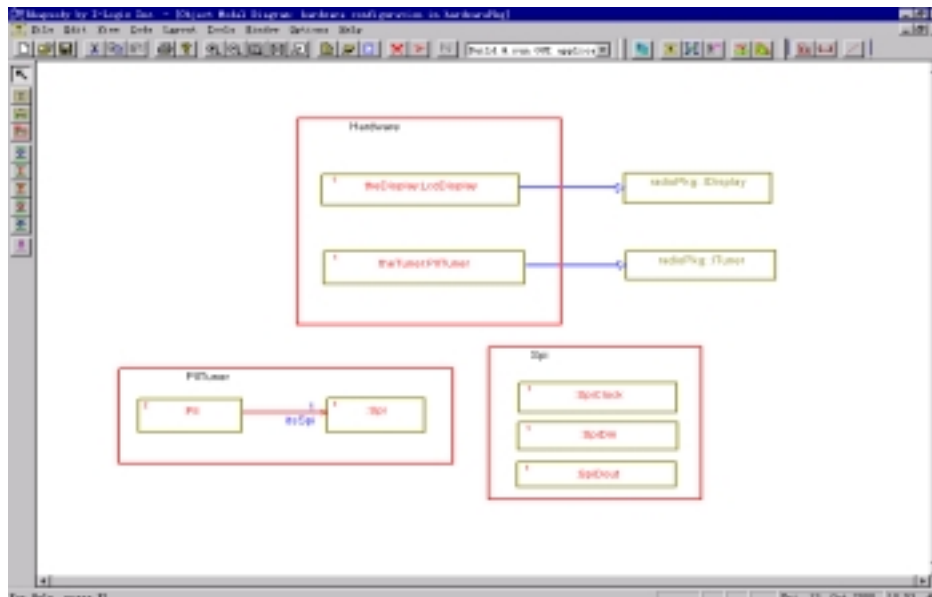
饰这些链。这就像用户提供了在协作对象的结构组织的语境中观察控制流的一个清晰的可视化轨迹。



图二：协作图

用对象模型图（Object Model Diagram）表示软件架构

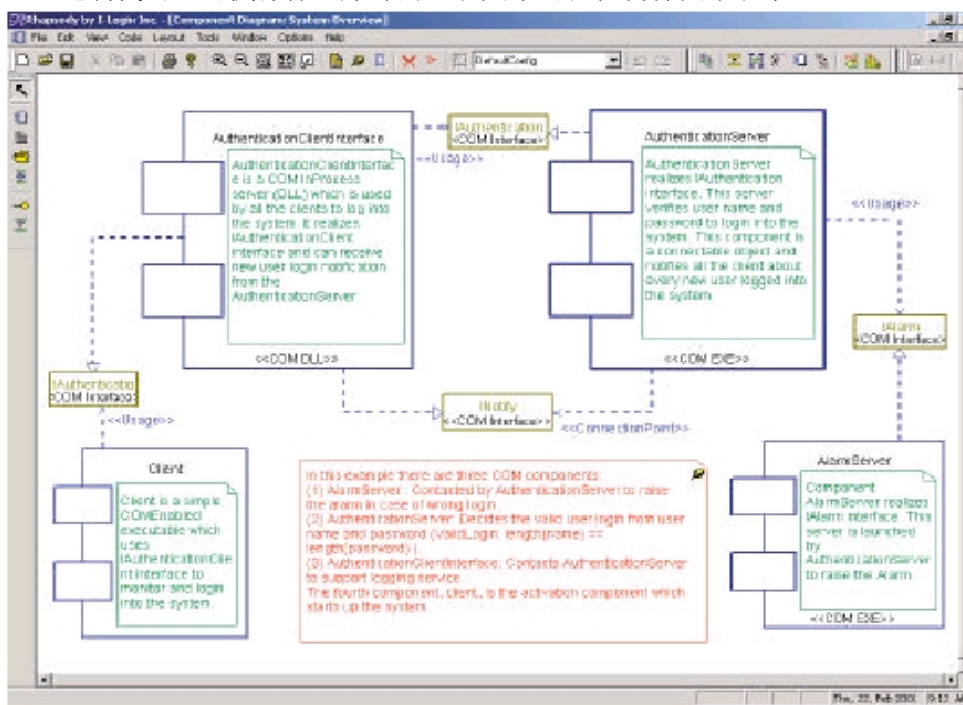
Rhapsody 提供图形化的方法以描述构成系统的元素和他们之间的关系。你可以在画布上放置如组合类、包、实例等元素，并在它们之间建立联系。



图三：对象模型图

用构件图（Component Diagram）显示一组构件之间的组织及其依赖关系

利用构件图可以建模系统的静态实现视图。这包括对存在于每一个节点上的物理事物的建模，构件图实质上是针对系统建模构件的类图。在 Rhapsody 中，系统中的软件构件如源代码、二进制代码、可执行体、库等的组织关系可以在构件图中表示。

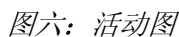
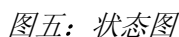


图四：构件图

用状态图（Statechart）和活动图（Activity Diagram）进行行为建模

对系统行为进行图形化建模，可以自动生成使代码和对设计进行验证，从而可以改进设计质量和提高开发效率。你可以运用状态图和活动图设计系统的动态行为。状态图为对实时系统的基于事件驱动的行为建立模型提供了一个简单的、可视化的方法。在状态图中，你可以利用充分表达模型逻辑的所有语义元素，如状态的层次、状态历史、转移的逻辑和定时等。对于更多的过程和算法行为，Rhapsody in C++用 UML 的活动图来清楚地描述应用程序的功能，它直接用 C++语言实现状态转移的逻辑，省却了学习专用语言和利用专用语言进行调试的麻烦。

Rhapsody 在行为建模方面的先进技术更多地体现在许多状态图和活动图的高级特性上。你可以利用这些特性对系统进行完整和精确的描述，并通过 Rhapsody 生成直接可运行的代码，并可以直接在设计层进行调试。



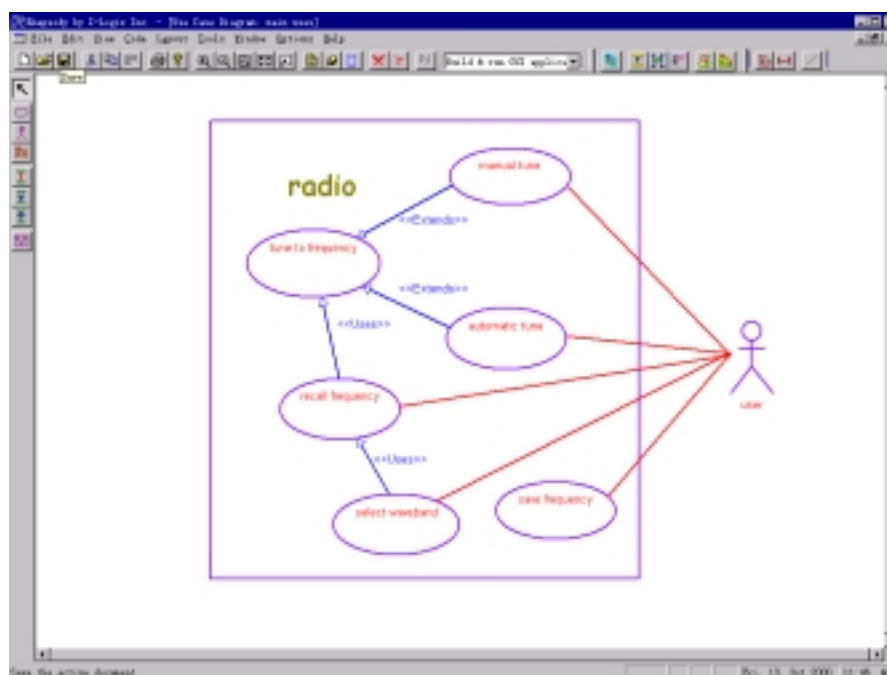
用例以一种技术人员和非技术人员都容易理解的方式来描述对于系统能力的需求。最终用户和系统设计者用用例图交流统一双方对于系统交互过程的认识。你还可以将用例分解为更加详细的用例，最终得到详细描述对象交互顺序的场景（Scenarios）。在 Rhapsody 中，用例是一个非常重要的，用来同客户以及其他软件设计人员交流和合作的工具。

用实施图（Deployment Diagram） 给出了体系结构的静态 实施视图

实施图展现了对运行时处理节点以及其中的构件的配置。它与构件图相关，通常一个节点包括一个或多个构件。

系统级视图和管理

Rhapsody 的浏览器是一个可以查看、划分、修改和增强整个对象模型的工具。左边的窗口列出了所有的包、对象模型图、顺序图、用例图和活动图。你可以点击鼠标来访问以可展开的目录树形式存储的各种设计图表。你可以展开包以查看它所包含的类、实例、事件、关系、属性和操作。根据你在左边窗口中所选择的元素，右边窗口是一个显示详细信息和文字说明的上下文相关的表格。你可以在浏览器里任意地增加、修改或删除模型元素。你还可以在程序运行时，在浏览器里看到所有的当前值和处于活动状态的关系，这样你就可以很容易的将实际的发生值与你设计时的预计值进行比较。



图七：用例图

完整的、可定制的代码自动生成

一个可以自动生成可运行代码的对象模型，会提高开发效率和设计质量。许多开发人员非常欣赏 Rhapsody 的代码生成环境，它提供了 150 多个属性以定制代码的生成，其中包括：

- 生成可运行程序或特定的文件（如源文件、Makefile、库等）
- 指定参与某一个编译的具体元素（如类、实例、初始化代码、库等）
- 在执行速度和代码尺寸间进行取舍

- 指定生成代码的风格
- 选择实时时钟或模拟时钟

你可以将经常使用的配置属性保存下来，以简化出于不同需要而生成不同代码的过程。此外，你还可以对于代码生成框架进行扩充，以满足特定的需要。总之，灵活的代码生成机制缩短了开发周期，提高了开发质量。

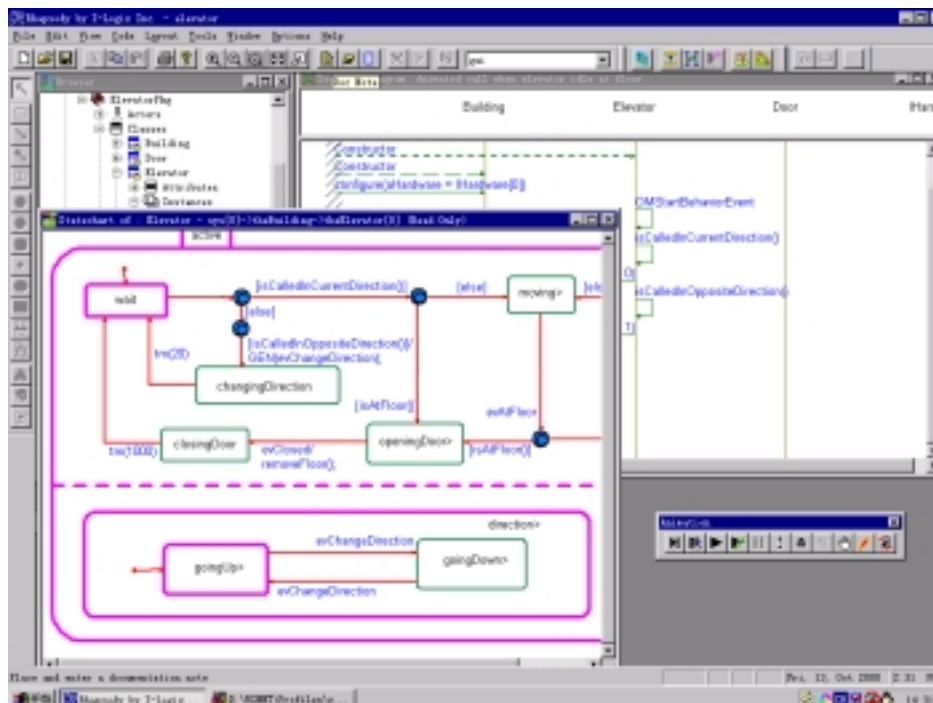
统一的设计和开发环境

Rhapsody 支持众多的编译器和实时操作系统，你还可以定制它以支持其它的操作系统。许多工具被集成在 Rhapsody 中，提供了统一的开发环境。你可以很轻松地控制编译环境以执行常用命令如编译、执行、停止执行等。有一个窗口输出编译器的信息，将编译的过程可视化。只需双击编译器的错误信息，便可以直接跳到错误发生的地方。

Rhapsody 代码生成的框架是基于其独特的模型/代码相关性，代码和模型作为同一设计的不同视图而共同存在。当改变其中任意一个时，另外一个也随之自动更新。这使得设计模型总是和实现代码一直。Rhapsody 提供了紧凑的、灵活的、开放的和全面的代码生成机制，你可以轻松地将它的强大能力与现有的工作流程结合起来。

设计级的调试和验证

Rhapsody 的实时运行框架在生成的代码中提供了调试和平台相关的接口，这可以帮助你设计环境中监视和控制代码在任何一个支持平台上的运行。



图八：调试环境

开发人员只需在代码生成过程中选择适当的调试方式，就可以使用 Rhapsody 的代码级调试能力。你可以设置代码的调试模式为“动画”（Animation）和“跟踪”（Trace）。在“动画”模式中，当前状态被高亮度显示。当被调试的程序运行时，有一个控制条允许你设置单步命令、设置断点和产生事件等。被调试的程序既可以是在本地运行也可以是在目标系统上

运行，通过 TCP/IP 和开发环境相连。

“动画”模式最强大的功能是同时从多种角度展示被调试的程序段的动态信息，如顺序图、状态图和浏览器中的属性值和关系等。通过在“活动”（Animated）的顺序图中同时显示各个实例之间的交互，同时在有关的状态图中动态地显示状态间的转移使得你对于系统的行为有着更深的理解和体会。当调试完成后，可以很快地重新生成代码以去除调试代码，或通过宏定义使调试代码无效。Rhapsody 将代码生成、调试和验证工作提升到设计级。提高了设计和实现的质量，缩短了开发周期。

具有良好可扩展性的体系结构

Rhapsody 是一种革命性的产品，它的体系结构建立在精密复杂的框架之上，以适应嵌入式系统开发人员对于开发工具的需要。它的框架支持由于应用程序或其它因素引起的环境动态变化，并最终得到一个专为用户需求定制的简洁的解决方案。Rhapsody 的框架还允许开发人员根据自己的需要来选择编译器和操作系统。

I-Logix 公司的 Rhapsody

Rhapsody 的代码自动生成机制和实时框架使你开发工作的中心从编码转移到设计上来。它的模型/代码相关特性使你可以通过改变设计模型或修改代码来改变整个设计，而同时保证模型和代码总是保持一致。Rhapsody 的设计级调试能力使你可以在进行设计的同时对设计进行调试和验证，这样，你就可以在更短的时间内得到被证明是正确的设计方案。总之，Rhapsody 可以更快地提供高质量的和更少错误的设计方案，从而缩短了开发周期，降低了项目风险。

三、Rhapsody 附加软件

1. 实时嵌入式软件测试套件----Rhapsody TestConductor™

业界分析家指出开发新产品花费的 70%的时间和 50%的费用都与测试相关。假若多数测试行为都发生在开发过程的最后阶段，那么这些数据不足为奇。如今，使用更少的资源在更短的时间内开发出更高质量产品的压力日益增加，开发经理和软件工程师需要不断的严格评估测试过程的有效性。

Logix 的 Rhapsody® TestConductor™是第一个遵循 UML™（统一建模语言）规范，基于场景（scenario）的实时嵌入式软件测试生成和验证套件。使用 Rhapsody TestConductor 开发人员能够在整个开发过程中直接针对系统需求测试设计结果，在开发过程的早期就检测出设计故障。实践证明早期的测试行为能够缩短开发周期，降低与测试相关的费用，与此同时还能显著提高产品质量。

测试定义

Rhapsody TestConductor 能够对照需求检验设计结果，这些需求已经在顺序图中以场景（scenarios）的形式确定下来，包括系统级需求以及由测试专家定义的需求和场景。测试定义的过程中，用户能为顺序图定义所需的多个实例，将这些实例作为测试模式加以有效利用。

顺序图的每个实例都可定义为一个监视器静止地观察和检验设计中的交互行为，随着设计的发展通告潜在的错误。此外，顺序图实例还可以定义为测试驱动，由 Rhapsody TestConductor 生成来自系统边界的所有消息，同时执行设计，监测在顺序图中定义的所有其他交互行为。

测试执行

Rhapsody TestConductor 不仅能在主机而且能在目标机平台上执行自动生成的 Rhapsody 应用程序代码。运行期间能显示程序运行信息。用户能在运行的任何时刻根据需要生成一张新的运行期顺序图，用以反映出所选测试顺序图实例的实际运行情况。

测试结果分析

测试失败时，用户能够得到一张多种颜色的顺序图，该图分别以不同颜色显示出成功生成和监测的消息、“不愉快”的消息以及预期的结果。这样不仅节省了故障理解的时间，而且使得改正错误的设计变得非常简单。设计人员只需重新运行测试用例以及相联系的 Rhapsody 的活动状态图，观察运行状态下的设计，一步步调试到达故障所在区域。

特点

- 使用 UML 顺序图以图形方式定义测试用例。
 - 无需学习新的语言
 - 利用需求驱动测试
- 使用桩、监视器和测试驱动技术
 - 有助于进行交互式调试、功能测试和回归测试
- 使用实例参数化表示顺序图
 - 重用场景以作为测试模式
- 根据系统边界驱动您的设计.....同时监测所有的交互行为
 - 允许广泛的回归测试
- 通过不同颜色编码的顺序图分析失败原因
 - 形象的表示出实际运行的和期望的执行结果
 - 无需比较顺序图
 - 完整地纪录下问题重现的过程

总结

- 真正的将测试活动集成到整个开发过程中，使用代表需求的顺序图以及其他测试用顺序图实例驱动测试。
- 在早期检测出错误，能显著的缩短进入市场的时间提高产品质量。

2. 实现嵌入式设备上网的工具包----Rhapsody Webify™ Toolkit

在当今无处不在的计算市场，越来越多的实时嵌入式设备与 web 连接，在降低服务和维护费用的同时也提高了实时数据的可用性。诸如电信交换机和路由器、打印机、传真机、复印机、工业控制器、病人监视器等设备甚至人造卫星如今都已可以通过 web 来监控。这些设备的制造商认识到通过 web 互连进行远程监控能大大减少维护和服务费用，许多情况下，设备的重配置、设备的更新和维护在世界的任何角落都可以进行。

Rhapsody Webify Toolkit 概述

Rhapsody® Webify Toolkit™具有三个基本功能：

首先，开发人员使用此开发工具只需要按钮的点击就能够为嵌入设备快速生成可以通过 web 进行监控的应用程序。这种 web 使能技术是指用户能通过任意一个 web 浏览器具有对设备的日志写入、观测、激励和监控的能力。

其次，Webify 工具集通过自动生成设备的 HTML 界面，极大加速了用户界面快速原型的开发，使得开发人员能够快速和方便地激励系统并观察其反应。同样重要的是，这种基于 HTML 的设备界面具有高度的可配置性，因此可根据最终用户的需要提供深入监测设备的不同的视图。例如，开发人员需要看到所有设计元素，而维护技术人员只需要看到特定功能的属性值。

第三，Rhapsody 自动产生介于用户界面和设备的基础通讯代码，以便于通过 web 浏览器控制和监视设备的运行。

Rhapsody Webify 工具集应用于开发、部署和维护的各个阶段。开发早期主要用于新项目的功能和性能的调试和快速原型化工作。对于现场设备，Rhapsody Webify 工具集支持远程诊断和现场维护。这些功能显著的减少了产品进入市场的时间和维护的开销。

在 Rhapsody 环境中生成应用程序

Rhapsody 环境中，开发人员使用 UML 分析、设计、实现和测试他们的实时嵌入式应用软件。Rhapsody 能从 UML 设计中自动生成产品级质量的 C、C++和 Java 代码。Rhapsody Webify 自动在应用程序中嵌入一个嵌入式 web 服务器，封装了设备和用户界面之间的通讯细节。

另外，在代码生成的过程，开发人员能够灵活方便选择用于 web 显示的部件和属性。做出选择之后，Rhapsody 自动生成这些部件的 HTML 界面。无论设备位于或使用于何处，都可以在浏览器中调用 HTML 接口连接以激励和监视设备。

为什么 Rhapsody Webify Toolkit 是一个突破性的产品？

Web 使能设备的传统手工开发过程十分繁重、乏味、耗时且耗钱。设备代码主要靠手写，应用系统的结构、行为和合作关系图纸都是手工绘制。程序员必须创建位于设备和终端用户界面之间的通讯层软件，然后需要购买或者开发一个 web 服务器并且将其整合到设备代码中，接下来，开发图形用户界面以控制设备。最后一步，还需要手工为设备和浏览器部署代码。

整个开发过程都要求开发者懂得如何修改设备代码以同 web 服务相连接，由于这些知识在嵌入式领域不是很常用，从而阻碍了开发者集中精力把工作做得更好。这些知识包括对 web 开发和设计技术的深入了解，比如 JavaScript 或者 CGI-bin 等。所有这些元素都必须集成到应用程序中，并且通过一些协议（internet 相关协议）相连。

Rhapsody Webify Toolkit 的工作原理

使用 Rhapsody Webify 工具集开发 web 使能应用的过程容易得多。主要有以下四步：

- 在 Rhapsody 中使用标准的 UML 进行可视化设计。
- 开发人员选择将通过 web 监控的元素，在模型中版类化这些元素。
- Rhapsody 为设备自动生成产品质量的代码，其中使用了 Webify 工具的“Get Connected”技术。
- 应用软件在 Rhapsody 中自动部署和执行。

可见，这样最终节省了大量时间，无需消耗额外的资源，降低了开发费用。

Rhapsody Webify Toolkit 的特点

- 需求验证：使用图形用户界面验证设备正确性
- 提高效率：将设备代码开发和界面开发合而为一
- 开发成员可以相互协作
- 增进开发人员与最终用户之间的交流
- 提供更多的灵活性：多语言支持- C/C++
- 节省时间和费用：提供内嵌的 web 服务器（可选）
- 提供内嵌的文件系统（可选）
- 提供安全和访问控制，例如可靠性

总结

Rhapsody Webify 工具集通过下列技术提高 web 使能设备的开发效率：

- Web 使能设备代码自动生成
- 控制设备的图形用户界面自动生成
- 底层通讯软件自动生成
- 方便项目组的协作
- 节省系统验证时间

3. 设计文档发布及维护工具----Rhapsody Reporter™

Logix 公司的 Rhapsody® Reporter™ 软件简化了设计文档的发布工作以及在整个项目生命周期的维护工作。Rhapsody Reporter 能够直接从设计本身生成正式的 html 文档、rtf 文档、FrameMaker®以及 Word®文档，并且能在设计改变时自动更新或者重新生成。在 Rhapsody 应用软件开发平台上使用 Rhapsody Reporter 的结果是使得设计、文档以及代码始终保持同步。此外，由于您可以生成 html 文档，其网上发布的工作变得异常简单。

四、Rhapsody 应用领域和主要客户

- Rhapsody 主要应用领域：电信、数据、消费电气、办公自动化、军事、航空、汽车制造、医疗设备、工业自动化等。Rhapsody 部分典型客户名单。

1. 电信/数据	2. 消费电子/办公自动化	3. 军事/航空
Agilent Technologies Alcatel Aselsan Bell & Howell Bell Atlantic Cadant CISCO Divicom ECI Telecomm Echostar Technologies Elektrobit Limited Ericsson Ericsson Radio Systems Glenayre Technologies L3COM Lucent Luxcore Motorola Motorola Broadband Motorola Cellular Motorola CIG Motorola ISG Motorola Multi Media Next Level Nokia Nortel Networks Omnipoint Panasonic Racal Electronics Siemens Telecom 3Com Texas Instruments (Alantro Communications) Tiera Networks Thomson Thompson Broadcast Systems Tellabs WaveRider Communications Inc. Yotta Networks	Agilent Technologies Applied Materials Canon Crossroads DataProducts Dell Computers EMC Exabyte Fujitsu FujiXerox HP Hitachi Intel Kodak Maxontics Maxoptix Mitsubishi Electric Oki Electric Peerless QTI SanDisk Corporation Seagate Sensar SMART LLC Sony WMS Gaming Alenia-Marconi GTE Sony Electronics Toshiba Westinghouse Electric	Alcatel Allied Signal BAeSystems Ball Aerospace Bofors Missiles Bombardier EADS Eglin Air Force Base FAA Honeywall Hughes Intellitec Israel Aircraft Industries JPL L3COM Lockheed Martin Marconi Avionics Mitre Corporation Oerlikon Aerospace Inc. Orbital Sciences Naval Air Warfare Center (NAWC) Northrop Grumman NSA Pratt & Whitney Racal Radio Limited Raytheon Rafael Sextant Avionique THALES TRW
4. 工业自动化	5. 医疗设备	6. 交通运输
ABB AMD	Abbott Laboratories AKSYS	ABB Becker Automotive

Azad	Baxter Healthcare	Bosch und Blaupunkte Werke
Bell & Howell	CTI Cryogenics	Carrier
Carrier	CYTYC	Clarion
GE Industrial	GE Medical	Daimler Chrysler
KLA - Tencor	Medtronic	Denso
Matsushita	NOVA Biomedical	Deuta Werke
Mitsubishi	Sabratek	EMC
Otis Elevator	Xerox	Ford
QTI	Sextant	Fujitsu
Robicon		GE Industrial
Rockwell		General Motors
Siemens		Matsushita
Siemens A&D		Mazda
Trane		Mitsubishi
United Technologies		Motorola TCG
		Peugeot
		Siemens AT
		Siemens A&D
		United Technologies
		Volkswagon AG
		Volvo Pent

五、Rhapsody 应用实例

1、Rhapsody 为洛克希德-马丁公司赢得“联合攻击战斗机”生产合同发挥了至关重要的作用

可视化应用软件开发平台提高了洛克希德-马丁公司软件开发过程的质量和生产力

2001年12月17日,马萨诸塞州安德沃——I-Logix公司今天宣布Rhapsody (R) 可视化开发环境在开发被授予获胜的联合攻击战斗机 (JSF) 原型的过程中扮演了极为重要的角色。洛马公司航空部在飞行器软件的一个重要部分的开发中应用了Rhapsody和统一建模语言(UML),结果其开发效率得到显著提高。

选择由洛克希德-马丁公司主导并与诺斯罗普格鲁门公司 (Northrop Grumman) 和英国宇航公司 (BAe Systems) 展开合作开发和生产JSF飞机的决定是在10月26日宣布的。洛马公司目前正致力于项目下一阶段系统开发和示范 (SDD) 的工作。由于Rhapsody在飞行器软件开发过程中发挥的关键作用,洛马公司表示将继续使用Rhapsody。被授予的这项为美国的空军、海军和舰队以及英国空军和海军生产战斗机的合同金额在200亿美元以内。

“Rhapsody被选择将在JSF的开发中发挥如此重要的作用，I-Logix公司感到无比振奋”，I-Logix首席执行官Gene Robinson说，“我们将致力于发展与洛马公司持续的合作关系，协助他们在软件开发过程中实现自动化。Rhapsody允许洛马项目组共享模型，交换规格说明并测试和验证设计成果，从而加速开发过程提高生产效率。”

在系统开发和示范（SDD）阶段，洛马公司已经选择了Rhapsody这样一个基于UML的应用软件开发环境作为开发工具，Rhapsody提供了一个迭代式开发过程，使得开发人员能够分析、建模、设计、实现和验证嵌入式系统软件的行为。提前进行软件测试的功能在大大减少与手工开发及编码相关的风险的同时缩短了整体的开发时间。Rhapsody能够被选中的关键在于其开放的体系结构，Rhapsody提供了与得到广泛好评的单项优势软件工具，包括需求跟踪、配置管理、测试、调试等工具的接口，形成了一个集成开发环境。

“洛克希德-马丁公司航空部应用Rhapsody和UML为获胜的JSF提案作了大部分的工作”，洛马公司JSF项目开发环境设计师说，“并且我们计划在目前已经赢得项目授权的情况下扩展其应用范围，洛克希德-马丁认识到Rhapsody能提高产品质量，缩短开发周期并且提高整体的开发效率。”

洛马公司计划在JSF飞机的开发和交付过程中扩大Rhapsody可视化编程环境的应用。通过从设计模型自动产生完全的具有产品级质量的代码，Rhapsody将工作的重点从编码转移到设计上来，同时大大提高了总体生产水平。Rhapsody提供的高效的模型级调试手段增强并超越了传统的代码级的调试策略。Rhapsody消除了乏味、耗时、手工且易错的软件开发步骤，从而节省了时间，结果导致Rhapsody允许在缩短开发周期的同时更专注于软件的设计。

2. ECI 电信公司下一代交换平台项目

ECI 电信是以色列最大的电信公司，有超过 4000 人的雇员。公司被分成许多战略商业部（SBU），ECI 电信的交通网络 SBU 正在设计和开发的一个项目：A::DAX，下一代的交换平台，使用的就是 I-Logix 公司的 Rhapsody 工具用以生成特色丰富的应用。

案例的要点

Dorit Kats 是 ECI 交通网络部的软件开发经理，她说：“我们部门使用 Rhapsody 已经 3 年了。开始我们只在一个小项目中（3 个软件工程师）使用它，并对这个工具进行评估，很快，我们就认识到了这个工具带来的效率，并在更加大范围内推广使用开来。

使用 Rhapsody 之前，ECI 一直使用传统的代码编写技术，但发现提高开发实时嵌入式系统的效率变得越来越困难。“使用传统的方法，保持设计视图和底层代码之间的同步极度困难。”Katz 评论说。“因为 Rhapsody 在设计层进行工作，工程师能够更快的开发系统并且知道设计视图和底层代码一直保持一致。”

和通常的以 CASE 为中心的可视化开发产品不同的是：它们只能生成部分代码或者原型框架代码，而 Rhapsody 应用‘模型/代码’相关性技术使得工程师能通过设计层的控制进行全面代码控制，就是说设计层和代码层的任何改变都可以一致体现在各种模型元素上。“事

实上,” Katz 技术补充道,“模型和代码只是同一个事物的不同视角而已。这就保证了设计和代码在开发过程的各个阶段都保持一致。”

Rhapsody 与 ECI 电信的设计流程吻合的很好,公司可以以自己希望的方式去工作,而不是被其他的一些工具所限被迫采用一种方式。采用所谓迭代开发方法,Rhapsody 连接着应用软件开发的所有设计过程,包括分析,行为验证,文档和代码的自动化生成以及测试。最终,Rhapsody 关联着设计和代码的任何改变,时刻保证它们的一致。

五种视图

如今所有的电信领域的产品的开发都是在 Team 环境中进行的,ECI 电信的 A::DAX 也不例外。Katz 领导的项目组,和大多数的嵌入系统开发 Team 一样分为 4 个独立的团队:系统,硬件,软件和测试。软件 Team 按照关键子系统进一步被划分。

“Rhapsody 支持我们在 Team 中的开发方式,我们的工程师能够在同一个可视化开发环境中将独立设计的工作集成到一起,” Katz 评论说。Rhapsody 用户在项目管理环境中共享设计模块,Rhapsody 在独立的工程工作区中保存着层次结构的包和部件,提供应用管理和裁减支持。工具同样提供给软件工程师利用五种不同但集成到一起的图形设计进行分析、设计、代码实现的能力。

- 用例图
- 对象模型图
- 顺序图
- 状态图
- 活动图

每种视图都专注于设计的不同方面,这种对于标准模型的使用,大大简化了整体开发过程。

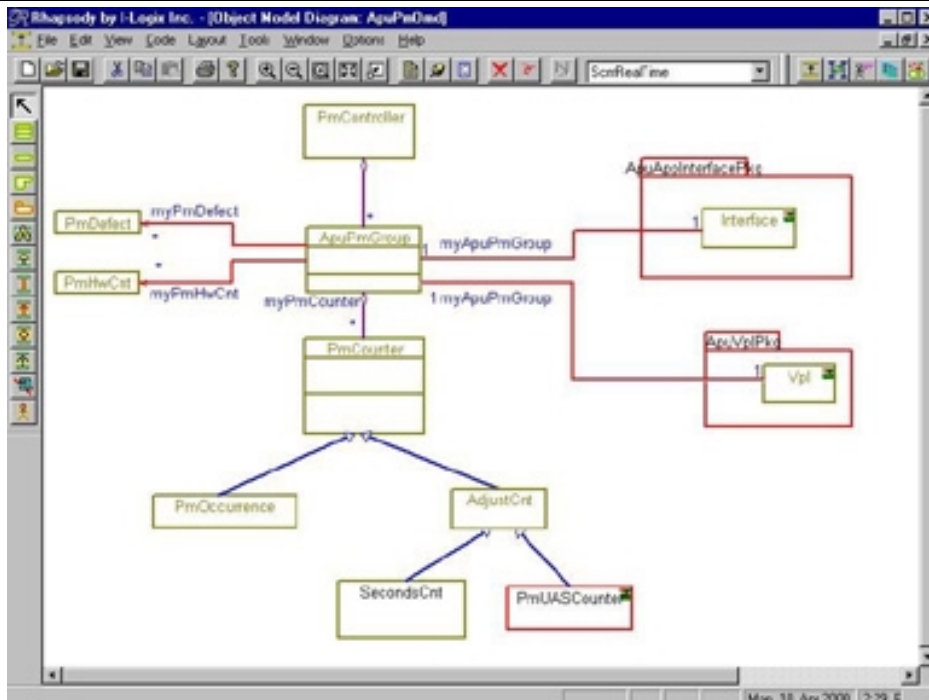
眼见为实

用例图 (Use Cases) 尤其重要。用例图用以捕捉应用的主要功能并且用来描述系统的明确特征,这事实上是一个非常优秀的方法,开发人员可以从定位系统特定功能的角度相互沟通,而且用例图很容易被技术和非技术人员理解,同时它建立了一个以它为中心的捕获系统功能需求的途径。Katz 说:“用例图实际上即是系统规范,允许设计人员在更高的层次——系统特征层进行定义。

帮助 ECI 电信软件工程师开发高效代码同样重要的还有对象模型图和顺序图。

“对象模型图显示你的系统中所有的对象”,Katz 接着说,“你可以在很高的抽象层开展工作,因为你在精确定义对象行为之前就可以定义对象之间是如何连接/沟通的了。”

对象模型图提供了一个图形化的方法用以捕捉软件元素和他们相应的关联。这些元素,比如对象和包,被放置在一个‘画板’中,从‘调色板’中选择一个工具在需要的对象/包之间画一条线它们之间的关联就建立起来了。“这些图形化的关系会自动的转化为代码,这样就省去了很多时间,”Katz 补充道。类图,和对象模型图类似,也可以在 Rhapsody 中使用,Katz 的 Team 中广泛的使用了类图 (图一)。

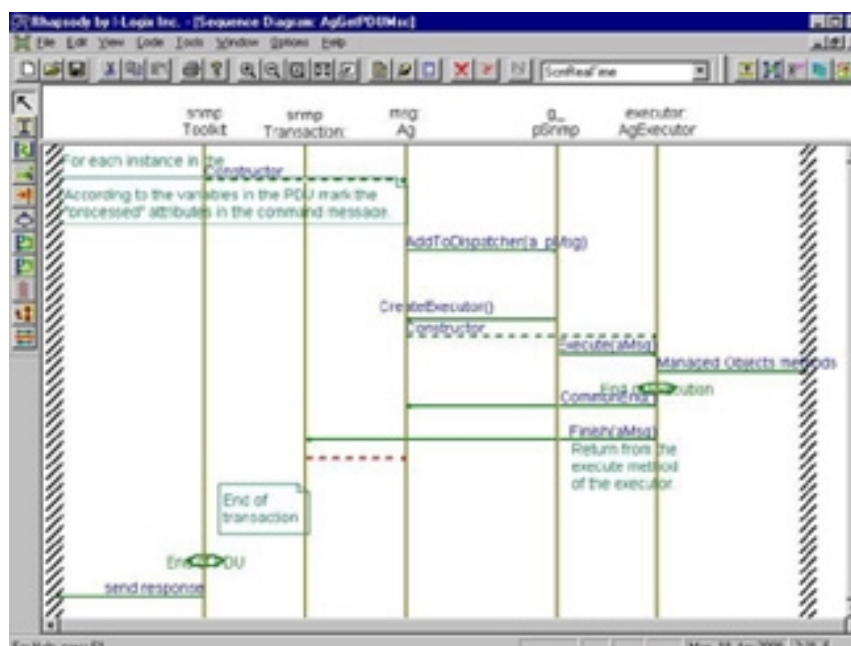


图一：类图，此图表示了电信传输网络SBU的一个包中类以及它们的关系

顺序图从另一个方面描绘了设计部件和环境之间的交互。设计部件的实例被放在水平的轴线上，它们之间的交互比如事件，操作，或者超时按照事件的顺序放在垂直的轴线上。

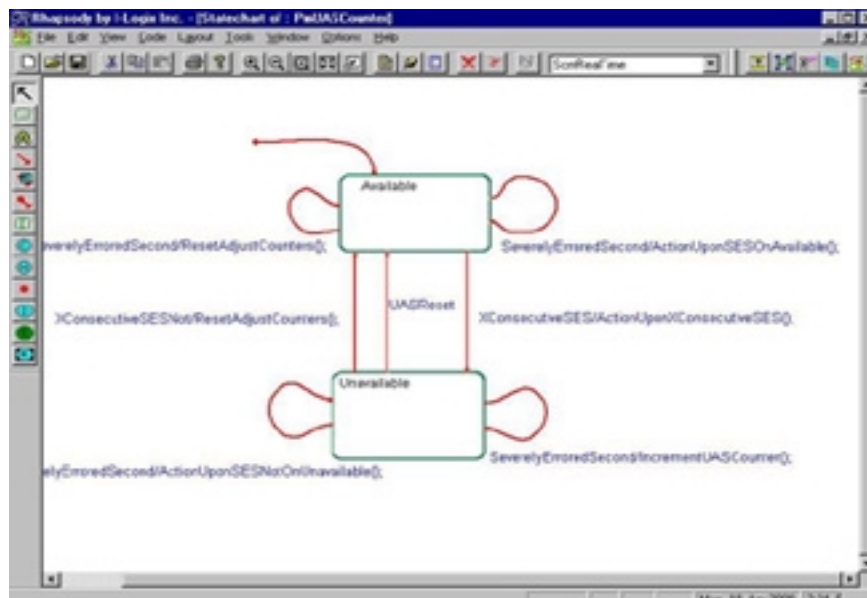
“根本上讲，对象模型图是静态的而顺序图是动态的，”，Katz 接着说。“这两张图对于开发我们的系统都扮演着重要的角色，特别是顺序图，从中我们收益更多。”

顺序图（图二）使 ECI 的程序员清楚地看到系统的动态实现而用传统的方法是不容易看到的。



图二：顺序图，此图表示描绘了SNMP(简单网络管理协议)

ECI 电信使用 Rhapsody 的状态图定义和设置对象的行为，状态图提供了一个简单的形式化的方式描述电信系统常见的复杂的事件驱动的系统。所有必需的表达行为的语义：状态，历史属性，定时，转换和复合转换连接器在状态图工具板中都是可用的。“Rhapsody 状态图包括诸如定时，并发和继承等特性，这些特性让我们描绘出了一个清晰且完整的系统。”Katz 说。



图三：状态图，此图是一个计数器的状态图

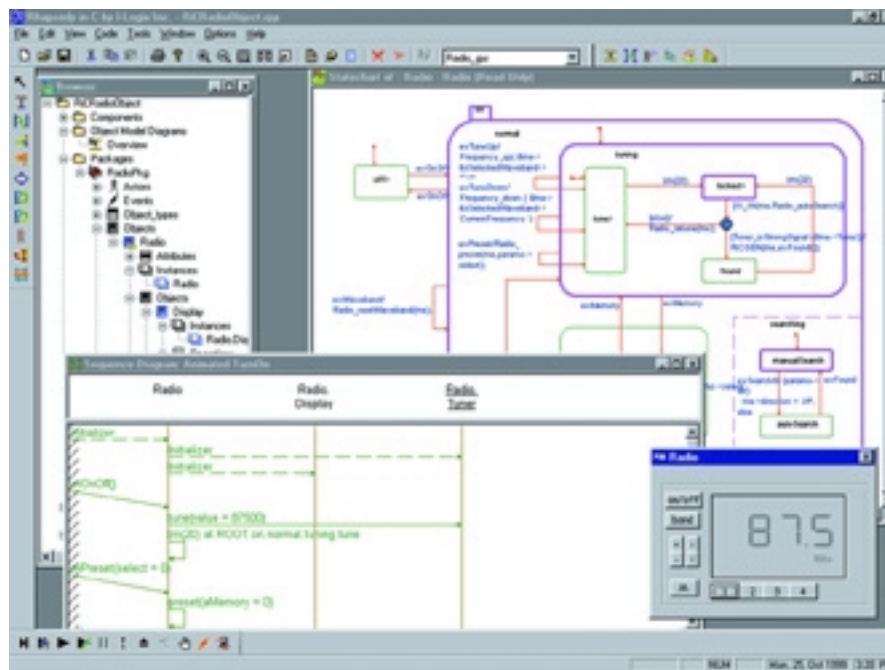
Rhapsody 同样可以使用活动图。活动图用来描述实时软件部件和操作的过程或者算法。这种视图与流程图很相似所以很适合描述一个算法设计部件。同其他视图相关联，活动视图可以发挥强大的辅助作用。

从设计到实现

Rhapsody 在开发的各个阶段为程序员提供产品级的源代码，满足了 ECI 电信的需求。这种能力是开放可扩展的实时可执行框架带来的，实时框架用于处理重复单调、容易出错然而从设计到实现转换所必需的代码。实时框架可以看作完全面向用户的底层操作系统的抽象，实时框架同样以源代码的方式提供给程序员。

除了实时框架，Rhapsody 自动生成需要的源代码，makefiles,甚至自动调用编译器和连接器，使图形化的设计直接生成了完全的库或者可执行文件。

“我们对 Rhapsody 的这个特征印象深刻，自动生成的代码具有产品级的质量。”Katz 评论说。



图四: Rhapsody 的浏览器提供了所有设计内容的浏览和控制, 对设计的检查、划分、修改和扩充都可以在一个集中的环境中进行

自动生成的代码同样可以用于最终产品之前的一些验证步骤, ECI 公司开发人员使用这些代码驱动设计模型以在设计层进行调试。事实上, Katz 的 Team 还使用这些自动生成的代码驱动顺序图并产生调试跟踪文件以便针对项目最初的设计意图测试系统的性能和行为。

使用这种技术, 程序员看到的代码最终运行在目标机中, 是真实的, 而不象其他系统(比如 CASE 工具)那样, 生成的只是应用程序的模拟模型代码。因此, 程序员在开发的各个阶段对代码具有完全的控制。可以说, 代码就是模型, 模型就是代码。

结论: Rhapsody 将 ECI 电信的代码生成, 调试, 和验证提升到了图形化的设计层次。结果生成了一个设计更好, 代码质量更高, 市场反映及时的产品。

3. 中兴 UAS 项目 UML 应用和 Rhapsody 工具

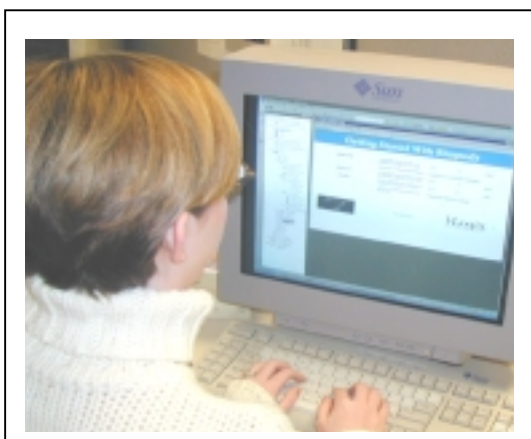
中兴 UAS 产品是业界产品系列最全、功能最丰富的宽带接入服务器, 具备为数据网络提供各个层次的业务、计费管理的能力。中兴 UAS 产品拥有核心技术和自主知识产权, 已申请了 17 项国家专利。在 UAS 项目中, 使用了支持 UML 语言的 Rhapsody 开发工具。

通过在 UAS 项目中使用 Rhapsody 工具开发一些模块的软件, 基本达到了预期的效果, 开发人员从原来注重编码过程转变到注重分析设计过程。通过 UAS 项目的实践, 总结出如下经验:

1) 培训是项目开发的关键, 包括 Rhapsody 工具、ClearCase 和 UML 语言的培训, 一般脱产情况下需要 15 天左右, 在培训过程中可以做一些小例子, 这样效果比较好。

- 2) 软件系统的系统分析和系统架构设计是项目成功的前提,尤其是模块之间的接口和功能划分。
- 3) 系统和模块的开发尽量使用迭代式开发过程,先实现一个可以运行的内核,然后增加功能。
- 4) 版本管理纪律需要严格执行,各开发人员拥有自己的包,包的划分应由系统人员完成。
- 5) 注意应验总结,把使用工具开发和版本管理中的经验用正规的文档总结出来。
- 6) 使用 Rhapsody 工具进行开发时需要补充有关 OOA/OOD 方面的知识,注意不同设计条件下的设计模式的总结,加强软件模块的重用。

六、Logix 增值服务



客户服务
专业服务
教育服务

I-Logix 公司一直致力于向全球客户提供最高质量的技术支持,并设立了专门的客户服务中心全心全意为用户提供准确、及时、高效的服务,不仅通过回答技术问题,发送资料,以及提供建议帮助客户,而且为客户工作的各个阶段提供广泛的培训和咨询。

1. 客户服务

● 技术支持

维护合同保证您可以通过电话、传真或者 email 的方式得到技术支持工程师的帮助,他们全面了解 I-Logix 公司的产品并且能够随时回答您的问题,诊断故障所在,确定工作环境,并且从客户工作角度提出改进建议。

● eSolution 中心

这里您有权下载软件补丁和发行版软件、下载技术文档和白皮书,同时可以查询我们的常见问题解答,登陆用户电子公告板和数据库。维护合同中包括了您进入eSolutions的权力。

2. 专业服务

● 项目启动

Rhapsody 项目启动服务为客户的软件工程师小组提供具体应用咨询，有助于他们启动自己的项目。项目启动服务为期 4 天，在客户处指导执行。通过这种 4 日集中指导，使客户能够运用 UML 和 Rhapsody 软件把我们的软件产品模型转换为客户的“上等模型”。由于各项目小组和工程的需求不同，在项目启动之前对产品的准确特性应进行讨论和商榷。项目启动服务结束后，客户将能够运用 Rhapsody 软件的核心功能，他们自己的工程将取得可观的进展。

● 咨询和指导

I-Logix 咨询专家可以向项目组提供网上的临时开发资源。咨询专家可以帮助增加项目人数，提供有助于加速新项目组开发进度的具有实用价值的专家意见。咨询专家还会分析培训所需，提供成功所必要信息和专业技术。然后这些专家将参与您的项目组，帮助您使用 C++ 和 UML 进行实时软件地分析设计、详细描述的撰写、项目的进度安排、代码的实现和项目的测试。我们咨询队伍从业人员都具有开发和部署任务关键系统和安全关键系统超过 12 年的经验，他们能够在软件选择，项目组管理，和技术采纳方面提供专家级的建议。

3. 教育服务

Rhapsody 的实时 UML

这个四天的课程讲授面向对象软件开发的概念和技术，介绍统一建模语言（UML）和 ROPES 过程，ROPES 过程提供了一个讨论运用 UML 及其概念元素的具体环境，学员通过使用 I-Logix 公司的 Rhapsody 可视化开发工具将实现在培训中所学的概念。

Rhapsody 工具基本培训

这个 3 天的课程讲授面向对象软件开发的概念和技术，学习的过程中您可以选择使用 Rhapsody in C, C++ 或者 Java。通过手把手的训练，学员能够实现在培训中介绍的概念。

Rhapsody 工具专家培训

这个 3 天的高级培训课程讲授面向对象开发的概念和技术，学习的过程中您可以选择使用 Rhapsody in C, C++ 或者 Java。通过手把手的训练，学员能够实现在培训中介绍的概念。

ROPES 过程培训

这个 3 天的课程讲授如何运用 I-Logix 公司的嵌入式系统快速面向对象开发过程（ROPES）在 Rhapsody 环境中进行嵌入式实时系统软件的开发和实现。

七、论文摘要

1、《一种基于 UML 的嵌入式实时应用软件开发环境》

一种基于 UML 的嵌入式实时应用软件开发环境

尚利宏 刘建峰 熊运鸿* 金惠华

摘 要 嵌入式软件的应用与开发是当今计算机软件发展的一个热点。本文首先对传统嵌入式软件的开发方法和环境进行了阐述,分析指出了他们的优缺点。接着介绍了迭代式软件开发方法以及通用建模语言 UML,在此基础上提出了基于 UML 的嵌入式软件开发环境,并对它的组成与结构进行了分析。最后简单介绍了 I-Logix 公司新推出的基于 UML 的面向嵌入式应用的软件开发环境——Rhapsody。

关键词 UML, 嵌入式系统, 实时系统, 迭代增量式开发方法

2、《CASE 工具 Rhapsody 在综合接入服务器中的应用》

CASE 工具 Rhapsody 在综合接入服务器中的应用

秦遵明 黄峰

摘 要 文章介绍了综合接入服务器采用 UML 设计的方法和途径,以及怎样使用 Rhapsody 工具进行软件构架的设计和实现。实践证明,在大型实时嵌入式系统的设计开发中,使用这种方法可以有效的加快项目的开发进度,保证软件开发的质量。

关键字 综合接入服务器 UML Rhapsody 嵌入式

如需要应用实例和有关论文的详细信息,请和我们联系。

www.hwacreate.com.cn