数据表

INtime® RTOS

可扩展的确定性操作系统, 适用于基于 PC 的嵌入式解决方案

TenAsys® INtime® RTOS 是一款硬实时、事件驱动的操作系统, 其确定性以微秒为单位。INtime RTOS 针对 x86 架构进行了优化, 可在现成的硬件上运行。无需开发板级支持包 (BSP)。

INtime 还集成了强大的网络堆栈, 支持使用各种现场总线协议进行实时通信。它也是业内第一款支持时间敏感网络 (TSN) 的 RTOS, 可实现真正融合的网络基础设施。

时间敏感网络与实时通信

INtime 从一开始就为时间敏感网络 (TSN) 而构建, 首先支持 IEEE 1588 精确时间协议 (PTP) 和英特尔® Time Coordinated Computing(英特尔® TCC)。

英特尔 TCC 最初在第 11 代英特尔® 酷睿™ (Tiger Lake) 和英特尔® 凌动® x6000E (Elkhart Lake) 系列设备上推出, 并在处理器架构中构建单时钟参考以提供基础时间同步。在 INtime 软件部署中, 英特尔 TCC 与精确的进程间通信 (IPC) 和高速缓存分配技术相结合, 提高了操作系统的确定性, 减少了线程抖动, 完善了 I/O 交互, 并增强了 RTOS 跨多个节点管理时间感知基础架构的能力。

连同前面提到的 IEEE 1588 PTP, 这为 TSN 开发人员提供了一个复杂的时间感知子系统, 甚至可以用于工作负载整合系统。

除了为可扩展的 TSN 部署奠定基础外, INtime 还包含一系列其他时间关键型通信技术的驱动程序, 包括:

- INtime 高性能以太网 (HPE), 这是 EtherCAT*、Sercos III* 和 Profinet* 的基础
- 以太网
- xHCI USB、PCI*/PCIe* 和串行端口

此外, 当前的 INtime RTOS 环境仍向后兼容为之前的 INtime 版本开发的应用程序, 从而长期保护软件投资。

灵活的部署选项

INtime 可适应各种部署场景, 包括:

- **独立 RTOS:** INtime 可以独立运行, 并全面控制硬件资源。
- **与 Windows 一起运行:** INtime 可与 Windows 并行运行, 而无需虚拟机监控程序。在此模式下, INtime 使用显式分区为自己预留资源。
- **基于虚拟机监控程序:** 在此场景中, INtime 利用嵌入式虚拟机监控程序来管理资源。虚拟机监控程序可以托管多个操作系统作为客户机(包括 Linux*)。
- **多核、多实例:** 在多核处理器上, 每个内核都可以运行一个单独的 INtime 实例。
- **分布式:** 多个 INtime RTOS 实例可以分布在多台联网主机上。

这种部署灵活性有助于独特的系统设计架构(例如工作负载整合), 可在单个 x86 多核平台上部署多个异构操作系统, 以降低系统成本。在这些系统中, INtime 可以在各种虚拟机监控程序上与任何 GPOS 一起运行。

无论部署模式如何, INtime 都能保证一致的性能和可靠性, 同时保留与任何其他 INtime 软件安装的二进制可移植性。

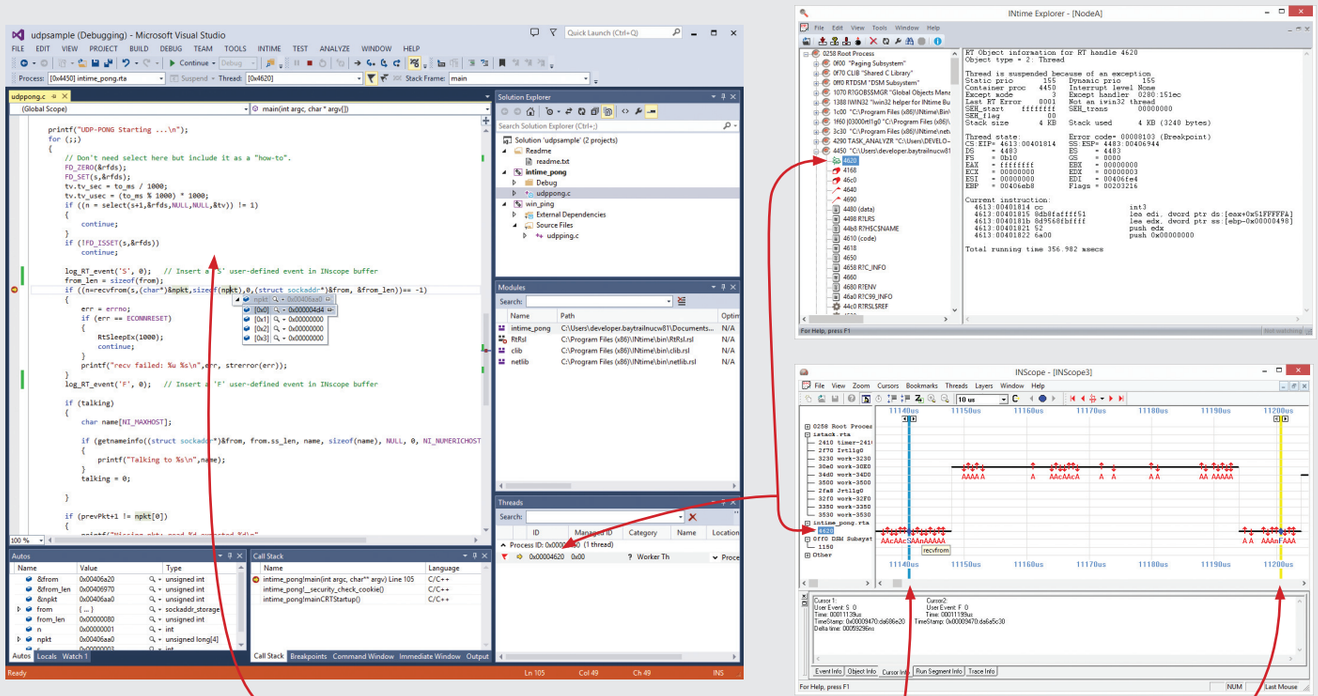
INtime® 作为独立的 RTOS

INtime® 被设计为具有独立运行能力的独立 RTOS。它包括通用操作系统的所有标准服务，从而简化开发。例如，程序员不必创建自定义代码即可让 INtime 同时管理多个系统任务——该功能是 INtime 的原生功能，可开箱即用。

但从本质上讲，INtime 是一个基于对象架构的硬实时 RTOS，由内核发布和维护对象数据结构和相关系统调用。RTOS 在受保护的用户模式 (Ring 3) 下执行进程，提供业界对经验证的 RTOS 所期望的个位数微秒级延迟和最小抖动。

INtime® SDK

TenAsys 通过 INtime 软件开发工具包 (SDK) 提供多种开发工具，可与 INtime RTOS 结合使用。INtime SDK 包含软件调试器、系统调试监视器、动态对象浏览器和多线程调试器、时间分析器、故障管理器等。它还与众所周知的 Microsoft* Visual Studio* 环境集成，并支持移植库，以便移植为 Windows* 实时扩展 API 编写的传统代码。



INtime® for Windows

与许多与主机操作系统绑定的实时扩展不同，INtime 不需要任何其他操作系统或外部管理系统。然而，它可以与 Microsoft* Windows* 一起运行，无论其是否具有虚拟机监控程序。

为了与不带虚拟机监控程序的 Windows 一起运行，INtime 采用了显式分区。显式分区是 INtime 内置嵌入式虚拟化功能的独特产品，允许配置 RTOS，以便 INtime 和 Windows 实例可以在同一主机上占用单独的处理器核心、内存空间和 I/O。

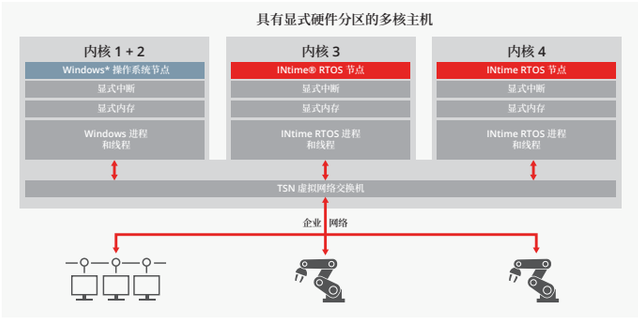
对称与非对称多处理

多核处理器的开发是为了在时钟频率达到实际极限时提高计算机的处理能力。为了最大限度地利用多核，GPOS（例如 Microsoft* Windows*）使用对称多处理 (SMP) 将工作负载动态或“即时”地分配给系统中的多个内核。对于许多应用程序而言，这非常有效，并提高了整体系统吞吐量。

然而，硬实时应用程序需要确定性的计时才能获得结果。为了实现确定性，工作就必须有优先级（不受中断和干扰）和可靠性（固定于硬件资源），并提供协调的关键服务，在系统节点上进行扩展。根据定义，这是一个异步和非对称问题，理想情况下可以通过适当的非对称多处理 (AMP) 系统解决方案来加以解决。

SMP 支持使用不同内核数量的处理器进行应用程序扩展，并允许在工作负载中轻松添加新的应用程序，但这会对性能造成影响，而且内核管理开销存在一些不可预测性。与通常在多个内核上运行一个 GPOS 或节点实例的 SMP 系统不同，INtime RTOS 架构中提供的 AMP 为每个内核分配不同的操作系统实例或节点。当每个节点都有一组定制的特征化和调试进程时，工作负载不会改变，因此应用程序将具有确定的计时。

TenAsys® INtime® RTOS 可以在 AMP 系统中支持多个调度程序和多个环境。



此处描述的是嵌入式虚拟化在显式分区系统中工作的示例，该系统将两个具有各自处理器核心、内存和 I/O 资源的内核专用于时间关键型控制任务，并将另外两个内核专用于非时间关键型网络、数据库和用户界面功能。

INtime 使用 TenAsys NTX 动态链接库 (DLL) 与 Windows 通信。这种进程间通信 (IPC) 机制可与 INtime 的多个实例交互。

基于虚拟机监控程序的部署

虽然 INtime 不需要虚拟机监控程序，但它可以适应实时嵌入式系统，包括 Real Time Systems* 和其他公司的 RTS Hypervisor* 等领先解决方案。在这样的虚拟机监控程序上运行时，INtime 会将平台资源分配和管理工作交给虚拟机监控程序。

由于虚拟机监控程序可以在自己的虚拟化环境中隔离和托管多个操作系统，因此使用它将允许 INtime 实例与各种其他操作系统（包括 Linux）一起运行。在虚拟机监控程序管理的环境中，INtime 作为半虚拟化实例运行，以提供类似硬件的接口：

- 利用由虚拟机监控程序管理的共享内存段
- 通过虚拟机监控程序提供的库发送事件信号
- 通过 TCP 堆栈与其他操作系统通信，由虚拟机监控程序中的虚拟交换机实现

当与正确的虚拟机监控程序配对时，INtime RTOS 可以接近本机的性能运行，以满足应用程序的实时要求，即使在虚拟化环境中也是如此。

多核处理器上的多个实例

即使没有虚拟机监控程序，嵌入式虚拟化功能也允许 INtime 的多个实例在多核处理器主机上同时运行。RTOS 的非对称多处理 (AMP) 架构将多核主机转换为不同的处理节点，其中 INtime 的每个实例都被视为具有自己专用资源（包括处理器核心、RAM 和 I/O）的节点。这种方法通过保护每个节点的资源免受外部干扰来确保满足关键响应时间，并提供更上一层楼的安全性和可靠性。

在这些部署中，INtime 的多个实例使用全局对象 (GOBS) 相互交互。作为 RTOS 基于对象的架构的扩展，GOBS 利用主机上内核提供的每个对象的共享句柄。这样一来，在不同节点上运行的不同 INtime 实例就可以无缝访问彼此的对象，而无需对应用程序代码进行任何修改。

分布式系统管理器 (DSM)

分布式系统管理器 (DSM) 是一种资源，可帮助监控和管理由多个 INtime® 节点组成的分布式系统。DSM 可以跟踪每个节点及其进程的状态、运行状况和性能，同时还能传达系统任何节点上的进程之间的故障、终止和依赖关系。

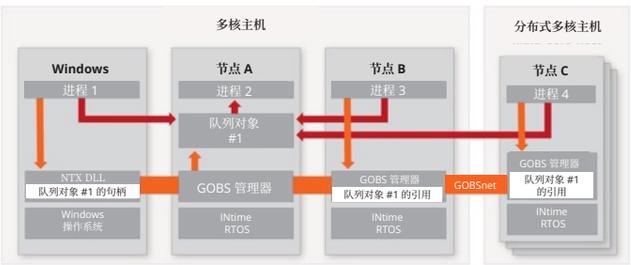
具体而言，DSM：

- 在 Windows* 和 RT 中建立发起方和从属进程
- 建立 Windows 主机和 INtime 客户端
- 建立 Windows 进程和 INtime 资源
- 跟踪这些关系
- 在进程终止或失败时发出通知
- 当实时客户端或 Windows 主机终止、失败或休眠时发出通知
- 清理 Windows 进程拥有的资源

DSM 进程通过以太网、PCI 或 RS-232 串行链路相互通信。它们与 GOBS 管理器和 GOBSnet 实用程序并行工作，以支持分布式 INtime 软件部署。

INtime® Distributed RTOS

除了在同一主机上运行多个实例之外，多个 INtime 实例还可以在跨多个主机运行时并行工作。在这些分布式应用程序部署中，节点到节点的通信由 TenAsys GOBSnet 进程间通信 (IPC) 机制管理。GOBSnet 扩展了 GOBS 架构，允许在不同主机上运行的 INtime 实例访问彼此的全局对象，就像它们位于同一处理器上一样。



上图中的红色箭头表示节点 A 的共享入站队列。A、B 和 Windows 节点之间的橙色箭头表示每个节点上不同全局对象 (GOBS) 管理器对对象 #1 句柄的引用。位于节点 B 和 C 之间的 GOBSnet 条表示与其他橙色线相同的句柄引用功能，主要区别在于通信请求是由位于网络上其他位置的分布式主机发出的。

GOBSnet 提供了一套强大的通信服务，因此，无论 GOBS 位于何处（在同一个内核内、不同内核上，甚至分布在不同的主机上），都可以对整个系统范围内的所有 GOBS 进行分类、搜索和利用。

INtime RTOS 内核和分布式系统管理器 (DSM) 协调不同内核或系统之间的 GOBSnet 连接，这种设计选择可从应用程序和开发人员身上接管此功能，否则他们就不得不关心对象及其位置的复杂性。

系统要求

在 Windows PC 主机上运行 INtime® for Windows* 的最低要求：

- x86 兼容平台
- INtime 实时操作系统内核可使用至少 40 MB 内存，实时应用程序可使用内存
- INtime 7.0 至少需要 32 MB 内存，INtime 7.1 至少需要 64 MB 内存
- 操作系统和软件要求：
  - INtime® for Windows：
    - 任何 32 位或 64 位版本的 Windows* 11 或 10 或 Windows* 系统服务器 2019、2016、2012 R2、2012 或 2008 R2
    - 上述版本的嵌入式 Windows* 版本

INtime® Distributed RTOS 的最低要求：

- x86 兼容平台，具有标准 BIOS 服务（UEFI 或传统）*
- INtime 实时操作系统内核可使用至少 16 MB 内存，实时应用程序可使用内存
- PATA、SATA、NVMe 或焊接的 eMMC 闪存驱动器，用于加载 INtime RTOS 和应用程序
  - USB 闪存驱动器仅用于安装
- 兼容的网络硬件：
  - 英特尔* I210/I2xx、英特尔* PRO/1000、英特尔* PRO/100、或英特尔* 以太网控制器 i225/226
  - Realtek* RTL 8xxx-100/1000
  - Broadcom* BCM 5xxx-100/1000

**运行 INtime 和 Linux* 或 Windows 的虚拟化部署需要至少两个逻辑处理器核心或硬件线程*

**联系 TenAsys 以了解基于虚拟机监控程序的系统配置要求*

功能	优势
事件驱动的确定性处理	嵌入式设计的可靠基础
PC 兼容性	兼容 PC 硬件主机和软件，以优化性能和成本
灵活的拓扑	可在独立应用程序中与 Windows 或其他 GPOS、工作负载整合或分布式系统一起部署
C++ 和 Boost C++ 库支持	符合 C++ 2020 标准并支持使用高级 Boost C++ 库。
基于对象的 RTOS 中的内核服务	使用基于对象的编程方法快速开发可扩展、可靠的解决方案
确定性进程间通信 (IPC)	跨节点和主机的操作系统进程之间的可靠通信
专用 I/O 接口分区	显式分配 I/O 资源可消除操作系统实例和应用程序之间的冲突
功能齐全的实时网络堆栈	支持 TCP/IP、以太网上的时间敏感网络和其他实时现场总线协议
SIMD 库支持	使用英特尔 Math Kernel Library（英特尔® MKL）和英特尔* Integrated Performance Primitives（英特尔® IPP）实现 SIMD 运行的最佳数学性能

INtime® 软件订购代码

INtime 是凭许可使用的软件。您可以购买许可证用于一或两个实例部署，并安装在具有两个以上逻辑处理器 (INtime for Windows) 或多个 PC 系统 (INtime Distributed RTOS) 的硬件上。您可以购买许可证用于单实例或多实例部署，如下所述。

- **INTIME-RT** – INtime for Windows 运行时合并费用，用于重新分发基本操作系统和衍生作品。此许可证用于每个系统一个 INtime 内核实例。不包括 Microsoft Windows 许可证。
- **INTIME-MCRT** – INtime for Windows 多核运行时合并费用，用于重新分发基本操作系统和衍生作品。此许可证用于每个系统两个或更多 INtime 内核实例。不包括 Microsoft Windows 许可证。
- **RTOS-RT** – INtime Distributed RTOS 运行时合并费用，用于重新分发基本操作系统和衍生作品。此许可证用于每个系统最多两个 INtime 内核实例。
- **RTOS-MCRT** – INtime Distributed RTOS 运行时合并费用，用于重新分发基本操作系统和衍生作品。此许可证用于每个系统三个或更多 INtime 内核实例。
- ***-KEY** – 将 -KEY 附加到上述内容以获取基于 USB 加密狗的许可证。

版权所有 © 2024 TenAsys Corporation。TenAsys 和 INtime 是 TenAsys Corporation 的注册商标。*其他商标和品牌名称是其各自所有者的财产。

联系我们

TenAsys 拥有遍布全球的分销商网络，可提供本地支持，帮助您推出下一个设计。

TenAsys Corporation US
电话：(877) 277 9189
传真：+1 503 748 4730
电子邮箱：sales@tenasys.com

TenAsys Europe GMBH
电话：+49 89 45 46 9 47 – 0
传真：+49 89 45 46 9 47 – 07
电子邮箱：europe-office@tenasys.com