

瑞典宜能(Enea)嵌入式软件基础平台 (DSP/SoC&CPU)

张永军 frank.zhang@enea.com



议程

- Enea 公司简介
- Enea 多核DSP/SoC软件 基础平台 简介
- Enea 多核CPU软件 基础平台 简介

Enea 公司简介

网络和终端软件的领导供应商

- Enea 成立于 1968
- 1989 年在瑞典上市

全球性的公司

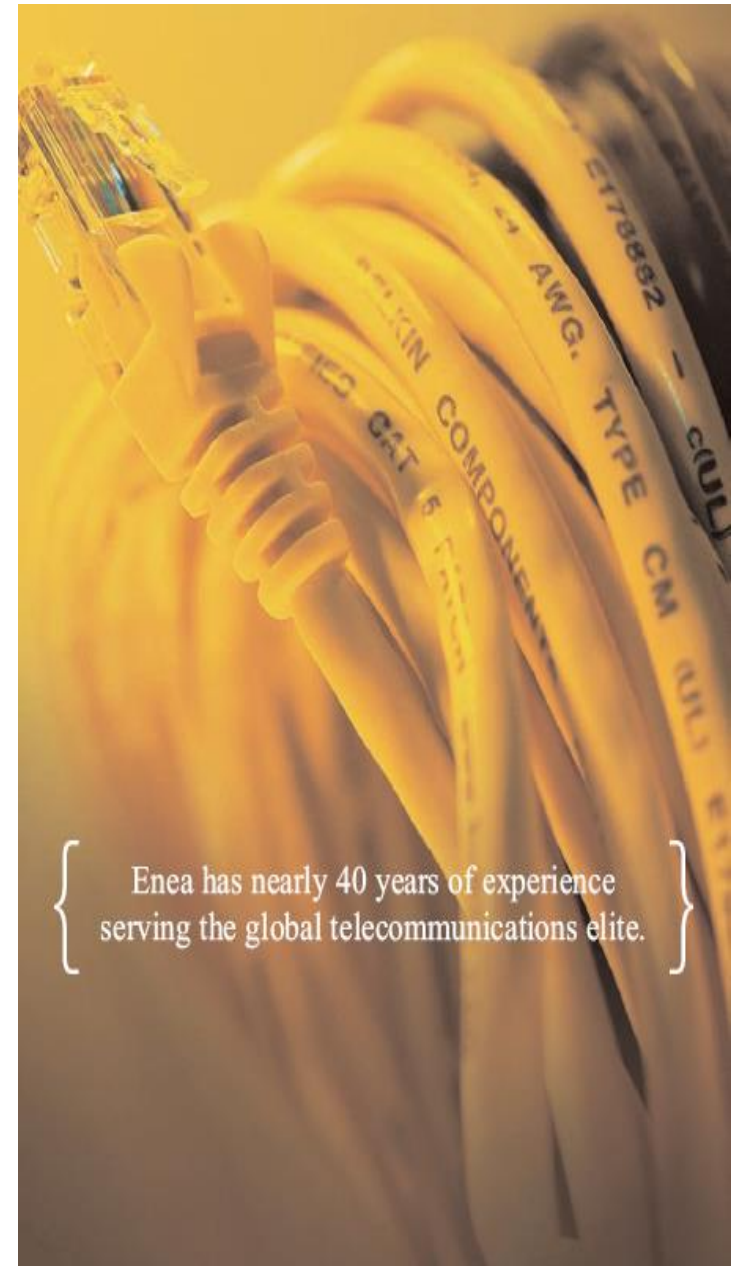
- 瑞典(R&D)、美国(R&D)、法国(R&D)、罗马尼亚(R&D)
- 英国(R&D)、中国、德国、以色列、日本等

提供独特的软件技术

- 无线基站，雷达、声纳、航空航天、控制、电子对抗、网络设备等.....
- 使用在全球上十亿的手机中
- 全球 50% 的基站市场份额
- 2009年销售的手机里 5 亿个带有Enea的软件

重要客户

- Ericsson, NSN, ALU, Motorola, Fujitsu, Samsung等
- Huawei, ZTE, Datang, Potevio等
- NASA, Boeing, Airbus, Lockheed Martin, Yamaha,
- 14所, 32所, 715所, 中电、中船、航空航天等所。



Enea 软件产品线

OSE(RTOS)家族 – 实时操作系统

- ✓ OSEck, 专门为DSP/SoC优化设计的内核
- ✓ OSE5 MCE for CPU, 如 PPC, ARM, MIPS等
- ✓ OSE Epsilon, 内核由100% 汇编编写, 支持MCU

LINUX IPC – 高性能进程间通讯机制

- ✓ 支持多核、多DSP/SoC/CPU芯片, 多板卡
- ✓ 支持多种媒介, 如DMA、共享内存、SRIO、以太网等

开发调试工具

- ✓ Optima - 内存Profile及内存优化, CPU Profile及瓶颈分析等。
- ✓ Log analyzer - 图形化日志分析工具。
- ✓ CDA - 系统死后分析工具

Enea Linux – 电信级商业实时Linux

- ✓ Enea 实时商业 Linux, 基于最先的 Yacoto 标准。
- ✓ 完美的图形开发调试工具

Element – 高可用性(HA)中间件

- ✓ 应用软件开发和高可用性(HA)中间件构架
- ✓ 设备管理, 机箱管理, 故障监控、管理, 软件热升级等。

Polyhedra – 实时内存数据库

- ✓ 性能高、代码小、基于内存运行的实时数据库
- ✓ 符合业界标准, 包括 SQL, ODBC, JDBC

Netbricks 协议栈

Enea has Trusted Relationships with Customers



Enea OSE RTOS 软件市场状况

- **OSEck/OSE RTOS** 使用在全球超过 **50%** 的基站里，**3G和LTE (FDD LTE & TDD LTE)** 基站里份额更多，具有**20多年**的现场使用案例。
- **OSEck/OSE RTOS**使用在全球很多军用雷达、航空飞机、航天设备里边，支持**TI 62,64,67, 64+**和**c66**系列，支持**ADI TS101, TS201**系列等**DSP**和**ARM/PPC/MIPS**等**CPU**。
- 客户如爱立信，诺西，华为，中兴，普天，**NASA**，波音，空客，洛克马丁，欧洲**EADS**公司，霍尼韦尔，**32所，615所，20x所，613所，618所**，等等。
- **OSEck RTOS 跨平台，支持所有厂商的DSP/SoC:**
 - TI C66x DSP ((Turbo) **Nyquist**; Shannon); C64+ (**Faraday** etc.);
 - TI SoC (Appleton; **Lamarr**; Doppler; Maxwell etc.)
 - Freescale SoC (B4860, etc)
 - 支持 PPC/ARM/MIPS处理器。
 - 客户应用可以在**不同厂商的DSP上无缝移植**，极大减少成本。
 - 极强的系统优化分析工具，加速系统的开发。
- **爱立信、诺西 几乎所有基站都基于Enea的 OSEck/OSE RTOS，包括所有的LTE基站。**
- **华为、中兴的基站也越来越多使用Enea的 OSEck/OSE RTOS,特别是LTE**
- **普天的LTE基站都是基OSEck/OSE的。**



Enea 多核DSP/SoC软件 基础平台 简介

Enea 多核DSP/SoC 软件 基础平台 简介

1. 多核DSP基础软件开发平台

- **OSEck** 硬实时操作系统
- **LINX** 中间件
- **Optima** 开发优化工具



2. Enea SoC 软件平台 - (RTOS, 实时Linux, 中间件, 工具)

- **OSEck** 硬实时操作系统
- **Enea** 电信级实时Linux
- **LINX** 中间件
- **Optima** 开发优化工具



1. 典型用例：LTE基站，雷达、声纳、航空航天、电子对抗等

硬件平台架构：

1. 四块DSP板卡和一块CPU板卡组成。

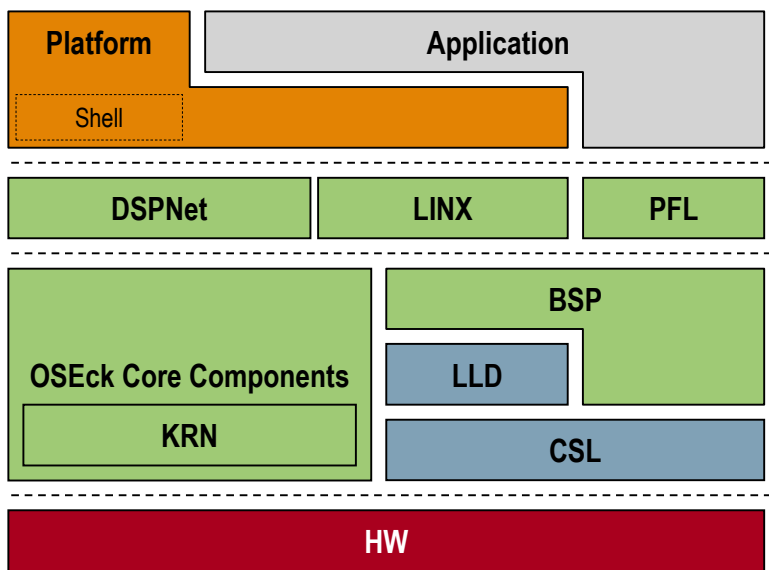
2. CPU板卡：采用Freescale PowerPC，外设包括以太网交换芯片、SRIO交换芯片、串口等。

3. 每块DSP板卡：

- 1) 四个DSP、一块FPGA、IDT1848交换芯片和4G*4的DDR3内存。
- 2) 板卡内的DSP间和DSP与FPGA间通过 RapidIO 1848 Switch相连。
- 3) 每个DSP的以太网网络相互串联或者通过以太网Switch相连，并通过背板交换到CPU板卡上。

4. CPU板卡和DSP板卡间通过背板上的 RapidIO 1848 RapidIO Switch连接。

OSEck多核DSP基础软件平台针对DSP模块 (RTOS, 中间件, 工具)



- OSEck专门针对TI C66优化模块
- 芯片厂商软件模块

1. 针对KeMulticore Navigator优化的OSEck 实时操作系统。
2. 针对核间通讯优化的进程间通讯模块—LINX IPC
 - ✓ DSP内核间 LINX CDMA通讯
 - ✓ DSP间/板卡间LINX Rapid/IO通讯(Message和DIO)
 - ✓ DSP间/板卡间的LINX Ethernet通讯
3. 针对各种外设优化的BSP驱动，包括CDMA, Ethernet, Rapid/IO等。
4. DIO 高性能SRIO通讯机制
5. 高性能的DSPNet TCP/IP协议
6. Shell 用户界面
7. 针对 UDP包优化的网络加速软件模块—PFL。
8. 系统死后分析工具—Core Dump
9. Eclipse系统极调试工具—内存、CPU Profile等。
10. Log Analyzer- 离线日志分析工具

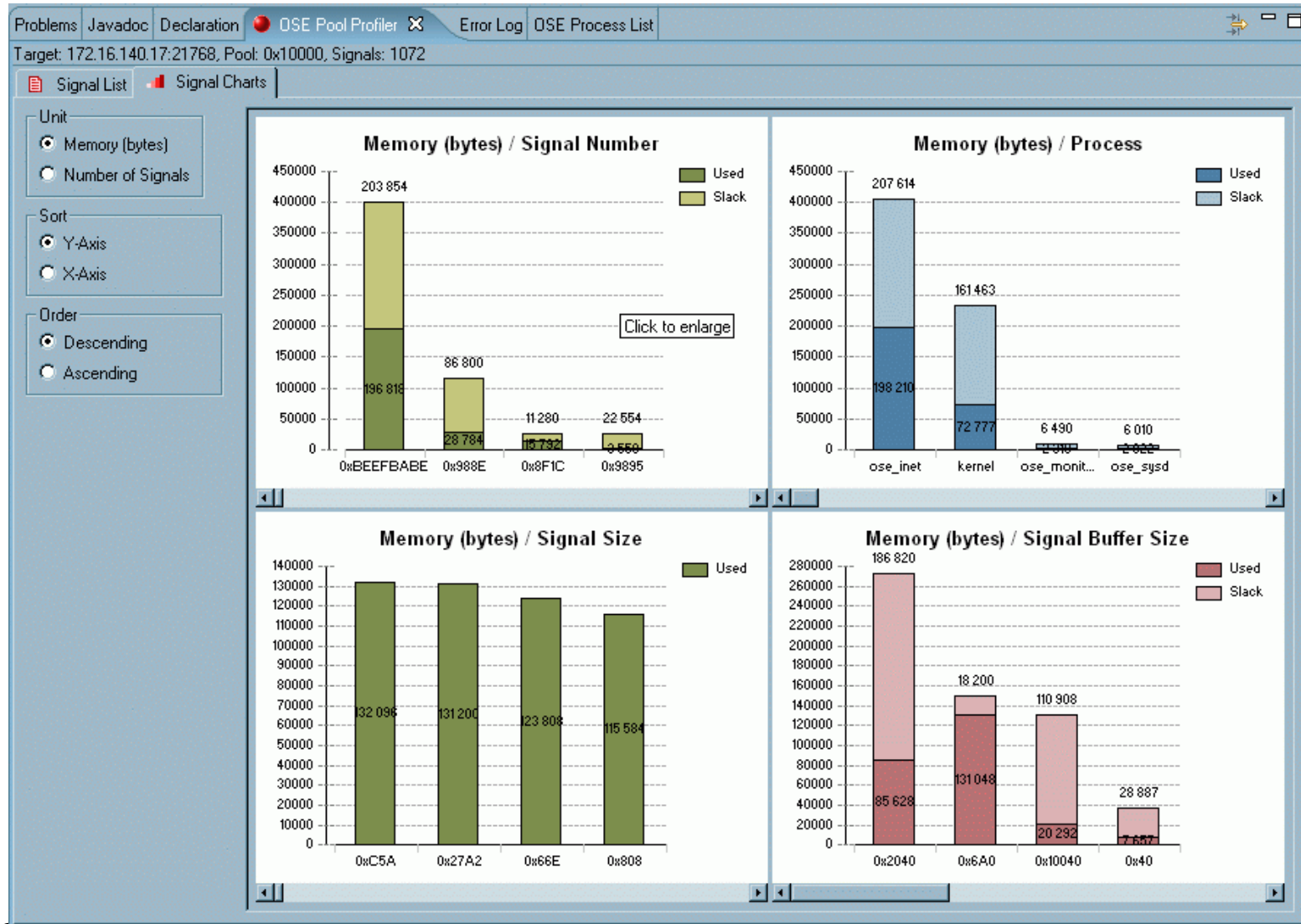
演示基于标准的 DSP EVM 开发板



OSEck RTOS Performance On DSP Core

Functionality	Note	Cycles
alloc from pool	Allocate a buffer from the pool	87
alloc from free list	Allocate a buffer from the free list	80
free_buf	Frees one allocated buffer from a pool	51
set_fsem	Calls set_fsem.	25
send without swap	Sends a signal, using send, to a process with lower priority than.	115
send_w_s without swap	Sends a signal, using send_w_s to a process with lower priority.	95
receive on existing signal	Receives a signal, using receive	97
send - swap – receive	Task Switch Time	283
os interrupt	Interrupt Handler	128

Memory Profiler



Log Analyzer

The screenshot displays the Log Analyzer interface with the following components:

- System Navigator:** Shows a project tree with folders like 'logsets' and 'zoom', and files such as 'fs-signal-trace.event'.
- Logset Overview:** Shows a list of logsets for the 'zoom' project, with a scrollable view from 1 to 46.
- Properties:** A table showing details for a selected log entry:

Property	Value
Send	
Data	FSS_RESOLVE_REQUEST
Date	1970-01-01 00:37:22:877521000
Entry	0
ExecutionUnit	0
From	main:shell (0x10043)
Log File	fs-signal-trace.event.bin
nTick	521
Received At	-1
ReceiverInst	-1
Signal	FSS_RESOLVE_REQUEST
Signal Address	0
Signal Id	30006
Signal Latency	0
Signal Size	0
Tick	2242877
Timestamp	2 242 877 521 000
To	main:ose_fss (0x10013)
- Sequence Diagram:** A diagram showing interactions between four processes:
 - main:shell (0x10043)
 - main:ose_fss (0x10013)
 - main:ose_extfm_ram (0x10020)
 - main:ose_ramdisk (0x1001d)
 The diagram includes messages such as FSS_RESOLVE_REQUEST, FSS_RESOLVE_REPLY, FM_OPEN_REQUEST, FM_OPEN_REPLY, FM Dup Handle Reply, DDB_WRITE_REQUEST, DDB_WRITE_REPLY, FM Dup Handle Reply, FM Write Ptr Request, FM Write Ptr Reply, and FM Close Reply.
- Log Table:** A table with columns 'A', 'Time', 'Type', 'Logfile', and 'Properties'.

A	Time	Type	Logfile	Properties
	00:37:22 879946000	Send	fs-signal-trace.event.bin	main:ose_extfm_ram (0x10020) -1 -1 FM_DUP_HANDLE_RE
	00:37:22 880062000	Receive	fs-signal-trace.event.bin	Unknown -1 -1 FM_DUP_HANDLE_REPLY main:shell (0x10043)
	00:37:22 880584000	Send	fs-signal-trace.event.bin	main:shell (0x10043) -1 -1 FSS_RESOLVE_REQUEST 0 mai
=>	00:37:22 880643000	Receive	fs-signal-trace.event.bin	Unknown -1 -1 FSS_RESOLVE_REQUEST main:ose_fss (0x10013)
	00:37:22 882769000	Send	fs-signal-trace.event.bin	main:echo (0x3190046) -1 -1 FM_WRITE_PTR_REQUEST 0
	00:37:22 882846000	Receive	fs-signal-trace.event.bin	Unknown -1 -1 FM_WRITE_PTR_REQUEST main:ose_extfm
	00:37:22 882937000	Send	fs-signal-trace.event.bin	main:ose_extfm_ram (0x10020) -1 -1 FM_WRITE_PTR_REPLY

Enea 多核DSP/SoC 软件 基础平台 简介

1. 多核DSP基础软件开发平台

- **OSEck** 硬实时操作系统
- **LINX** 中间件
- **Optima** 开发优化工具



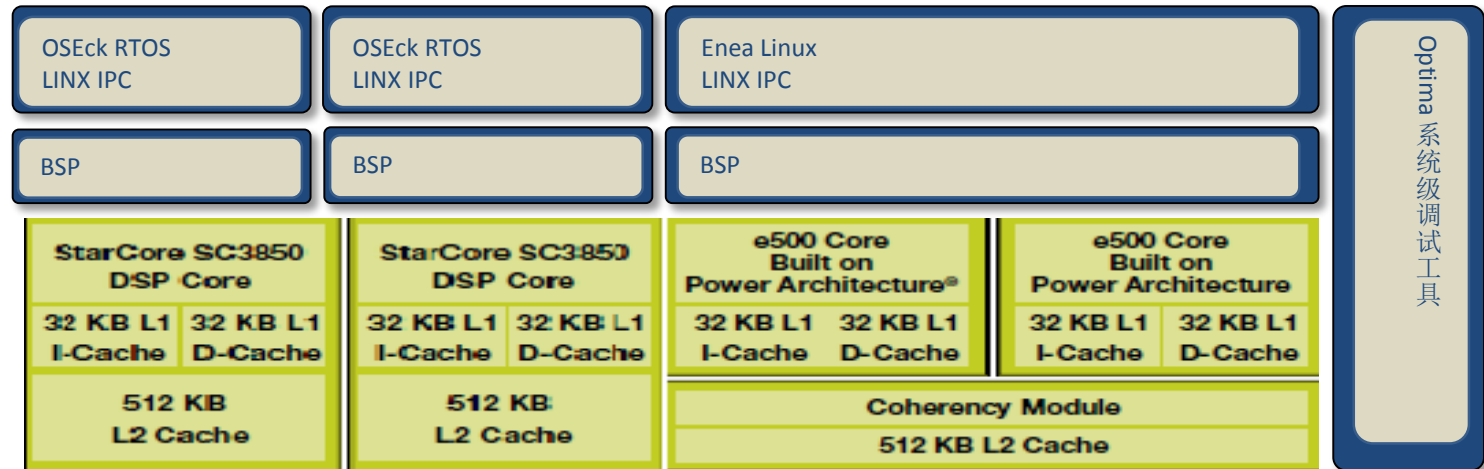
2. Enea SoC 软件平台 - (RTOS, 实时Linux, 中间件, 工具)

- **OSEck** 硬实时操作系统
- **Enea** 电信级实时Linux
- **LINX** 中间件
- **Optima** 开发优化工具

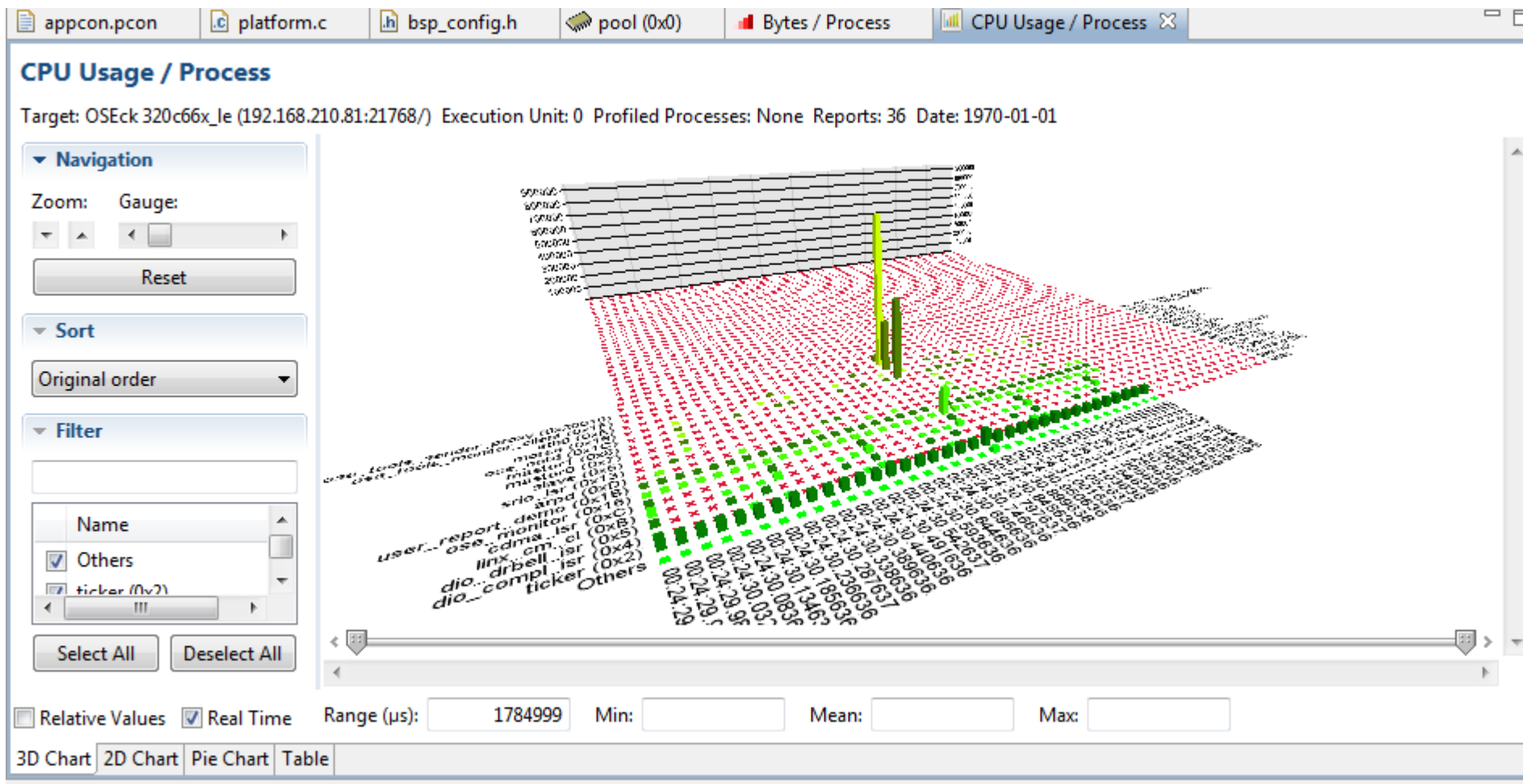


Enea SoC 软件平台 - (RTOS, 实时Linux, 中间件, 工具)

1. OSEck – 多核DSP软件平台
 - ✓ OSEck实时稳定的内核,
 - ✓ OSEck LINX – 支持多DSP核无缝通讯的进程间通讯模块
2. Enea Linux – 实时商业Linux
 - ✓ 基于Yocto的图形Linux开发调试环境
 - ✓ Enea 实时Linux优化
3. LINX IPC – ARM/PPC核(Linux) 到DSP核(OSEck)的无缝 进程间通讯模块
 - ✓ 支持多芯片, 多板卡的无缝通讯
 - ✓ RapidIO, Ethernet, 共享内存等。
4. Optima/CDA – 优化调试工具
 - ✓ 开发、调试
 - ✓ 死后分析
 - ✓ 性能调优工具。
5. DSP BootLoading
 - ✓ Enea Linux下载DSP映像并启动DSP.
6. ARM/PPC Dump DSP信息
 - ✓ DSP死后通过ARM测Linux Dump信息
7. ARM/PPC-DSP Shell命令
 - ✓ Enea Linux Telnet 到DSP核调试



CPU使用率动态分析





Enea 多核CPU软件 基础平台 简介

Enea 多核CPU软件 基础平台 简介

1. 多核CPU 软件基础开发平台

- **OSE MCE** 硬实时操作系统
- **LINX** 中间件
- **Optima** 开发优化工具



2. 电信级实时安全Linux

- **Enea CGL Linux**

3. 分布式HA(高可用性)中间件和嵌入式管理中间件

- **Element HA** 中间件
- **Enea EMM** 嵌入式管理中间件

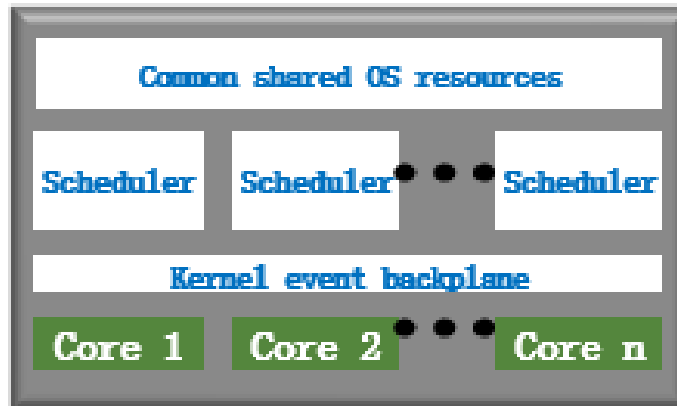
4. 实时内存数据库

- **Polyhedra**

Introducing Enea "XMP" – A better Way

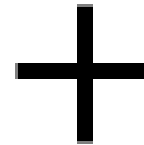
XMP provides both SMP and AMP Characteristics

XMP: 混合的AMP/SMP模式



SMP 优点:

- 简单易用
- 配置方便
- 负载均衡/任务迁移方便



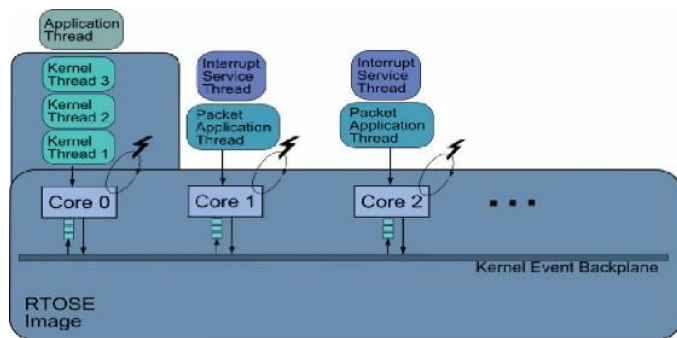
AMP 优点:

- 性能好
- 随核数增长性能线性增长
- 能达到裸跑性能

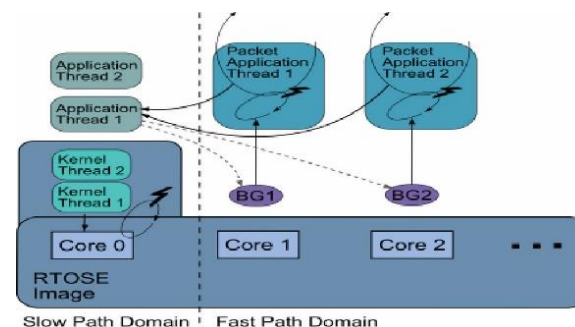
OSE MCE – Combining the Best of AMP and SMP in One RTOS

Enea OSE MCE 优点

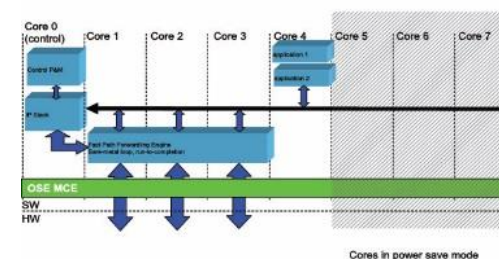
- ❑ 首创XMP模式：既保留SMP方便使用，易于配置和负载均衡能力，又达到AMP高性能和可确定性等优点。
- ❑ 特别适合IO性能要求很高的使用场景，给用户快速切换到多核环境提供有力保障。
- ❑ 独特的非对称内核设计：使每个核上的资源调度相对独立，避免了内核互锁机制。用户可以灵活部署专用任务用于特定的事件处理。



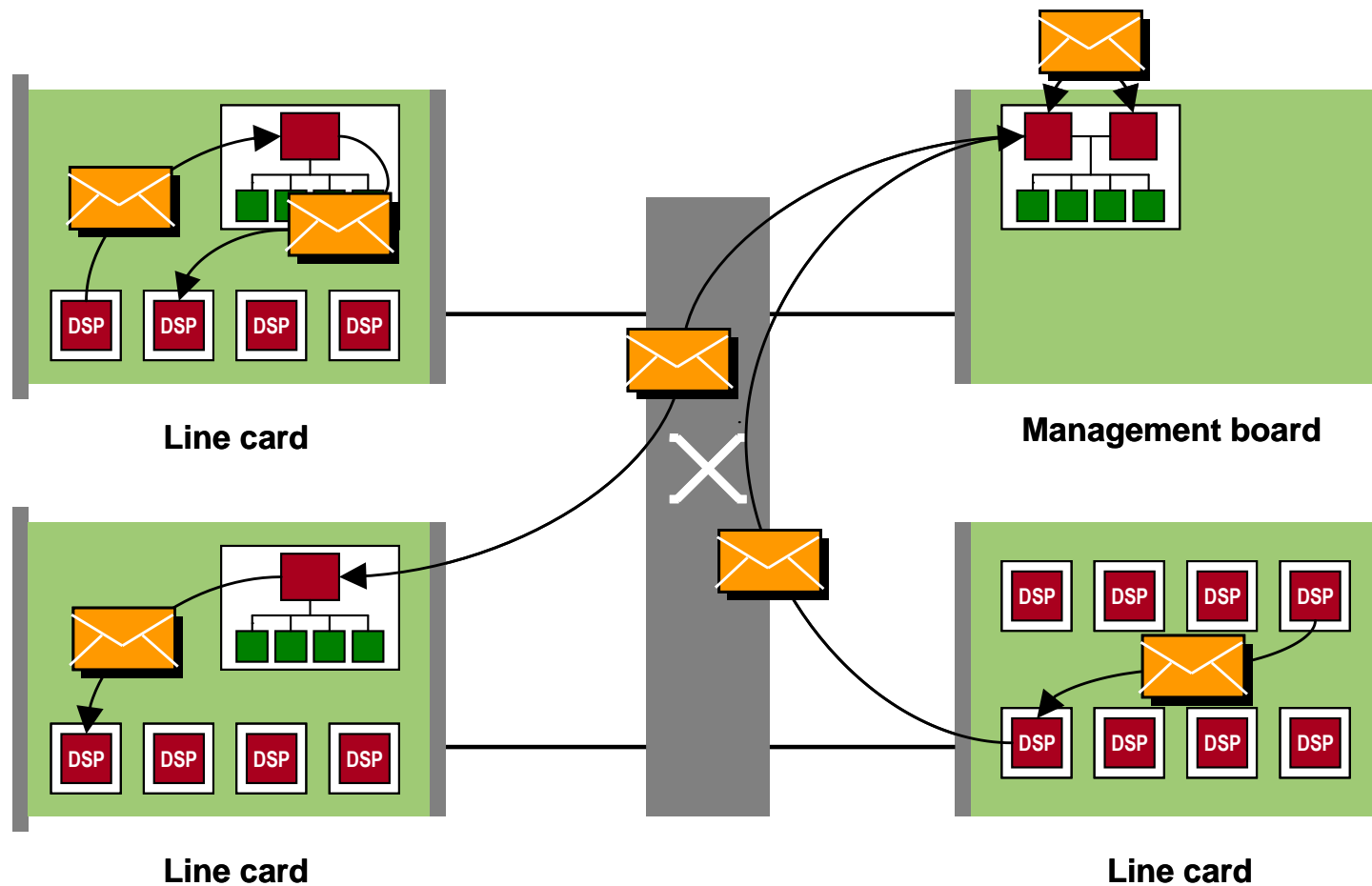
- ❑ 媲美Bare-metal的性能：采用Supervisor Threads加Polling技术使性能达到了Bare-metal的性能。是客户不再纠结于操作系统的便利和Bare-Metal的性能之间的取舍。



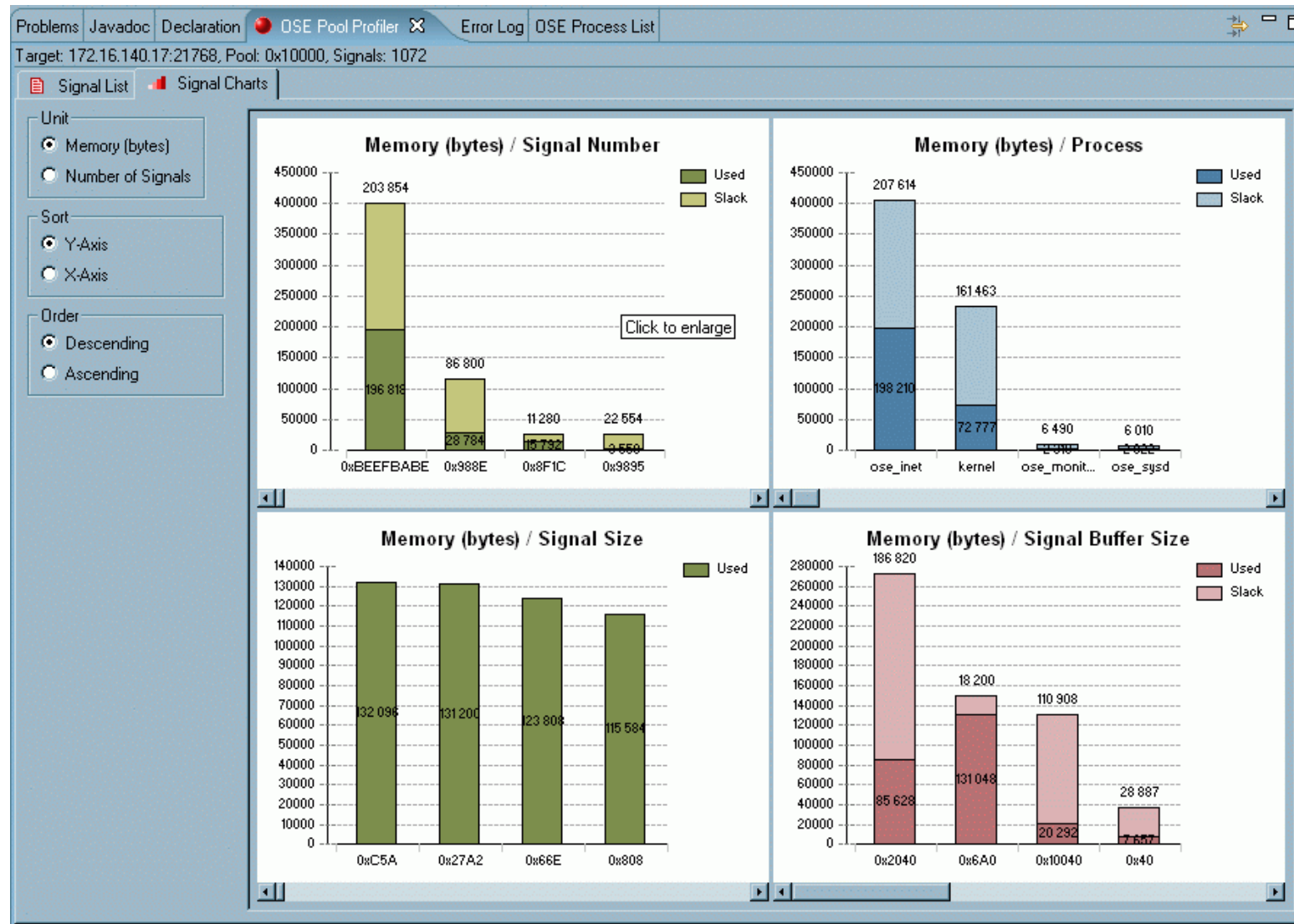
Example: Rebalancing for Low Power Mode



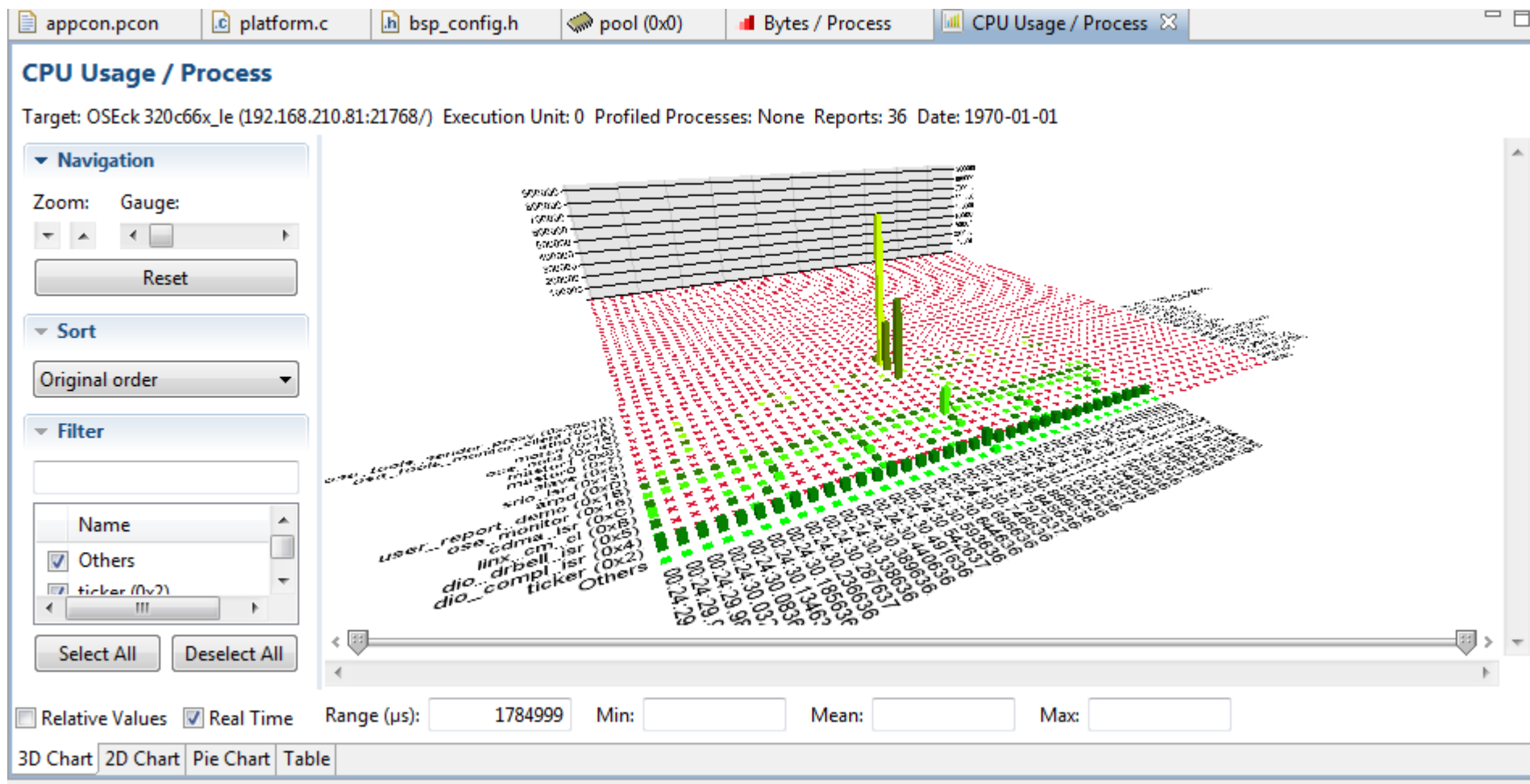
LINX Offers a Distribution Framework between Cores, Processors and Boards



Optima OSE Memory Pool Profiler



CPU使用率动态分析

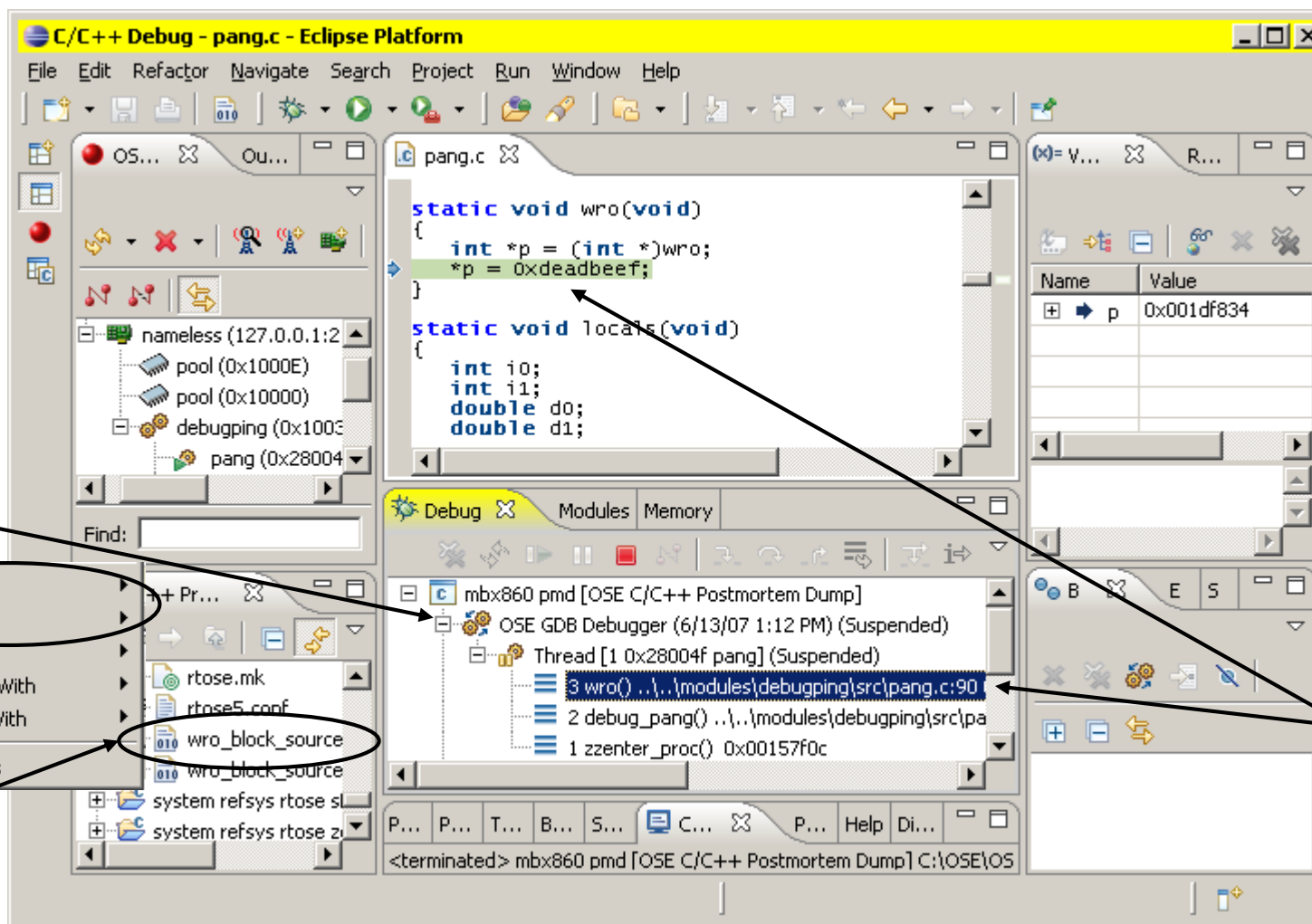


Post Mortem Debugging

All tools work with Dump files (System Browser) (Pool Profiler) (C/C++ Debug)

OSE GDB (PMD)

Debug session started from dump file



Enea 多核CPU软件 基础平台 简介

1. 多核CPU 软件基础开发平台

- **OSE MCE** 硬实时操作系统
- **LINX** 中间件
- **Optima** 开发优化工具



2. 电信级实时安全Linux

- **Enea CGL Linux**

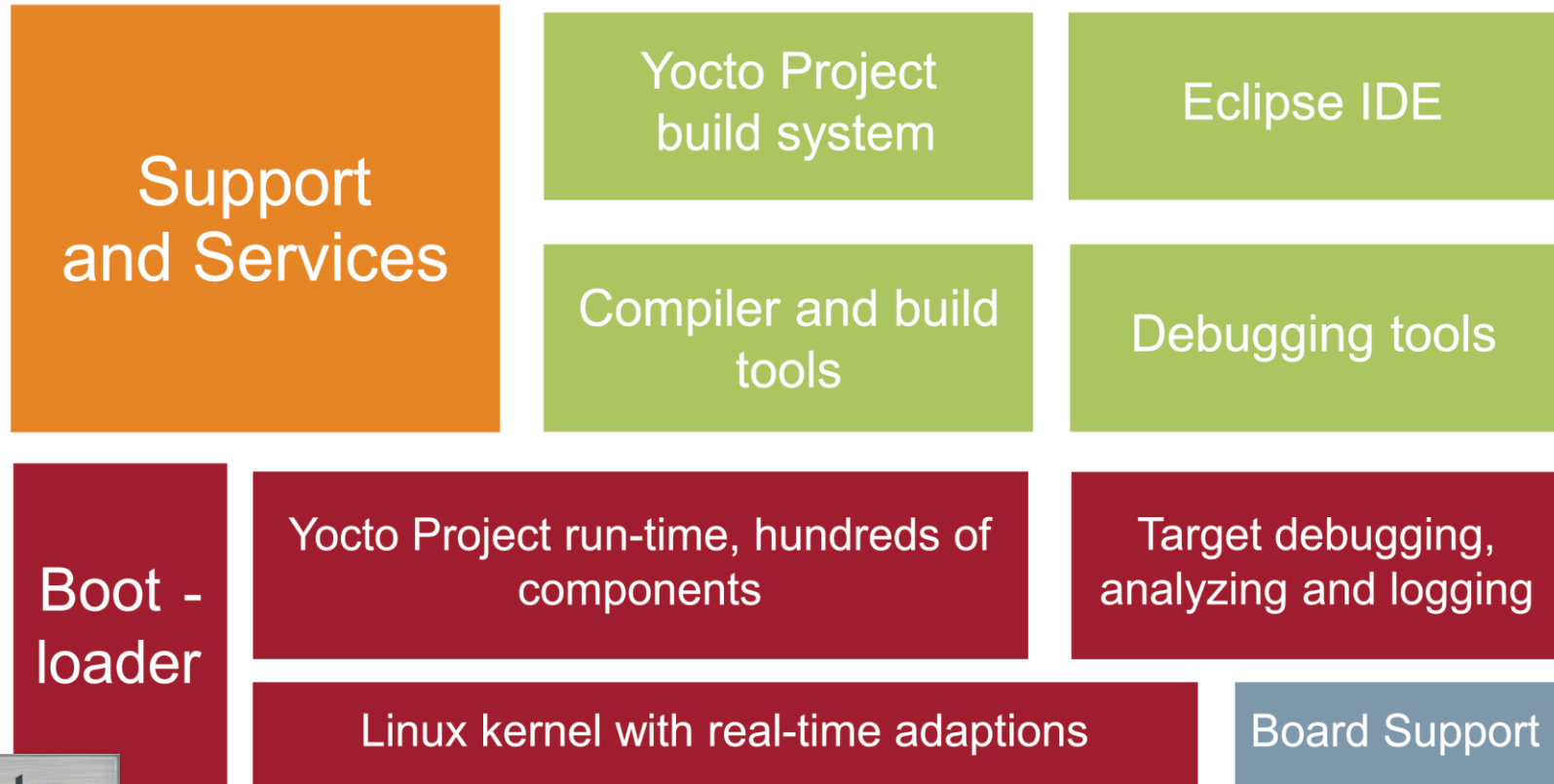
3. 分布式HA(高可用性)中间件和嵌入式管理中间件

- **Element HA** 中间件
- **Enea EMM** 嵌入式管理中间件

4. 实时内存数据库

- **Polyhedra**

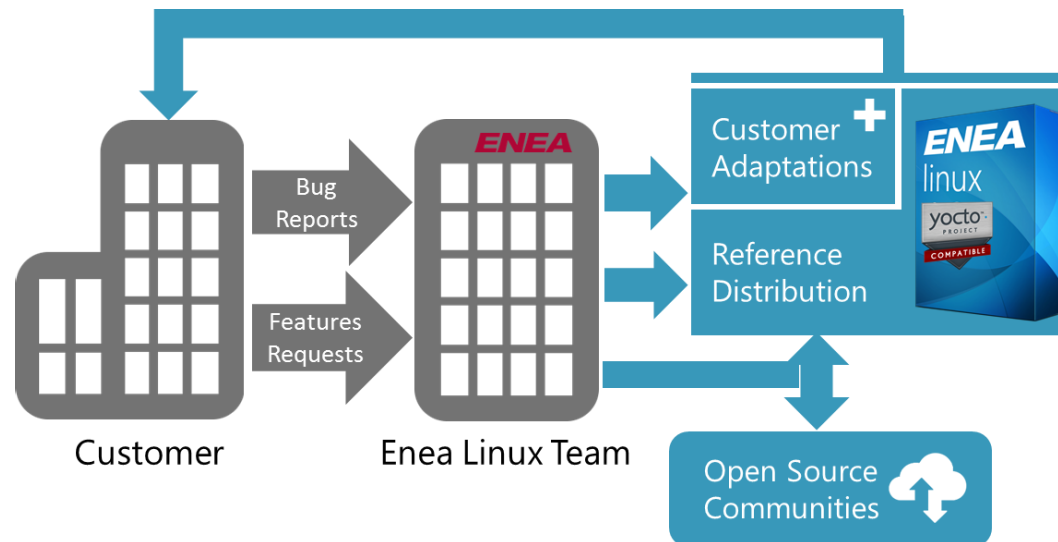
Enea Linux



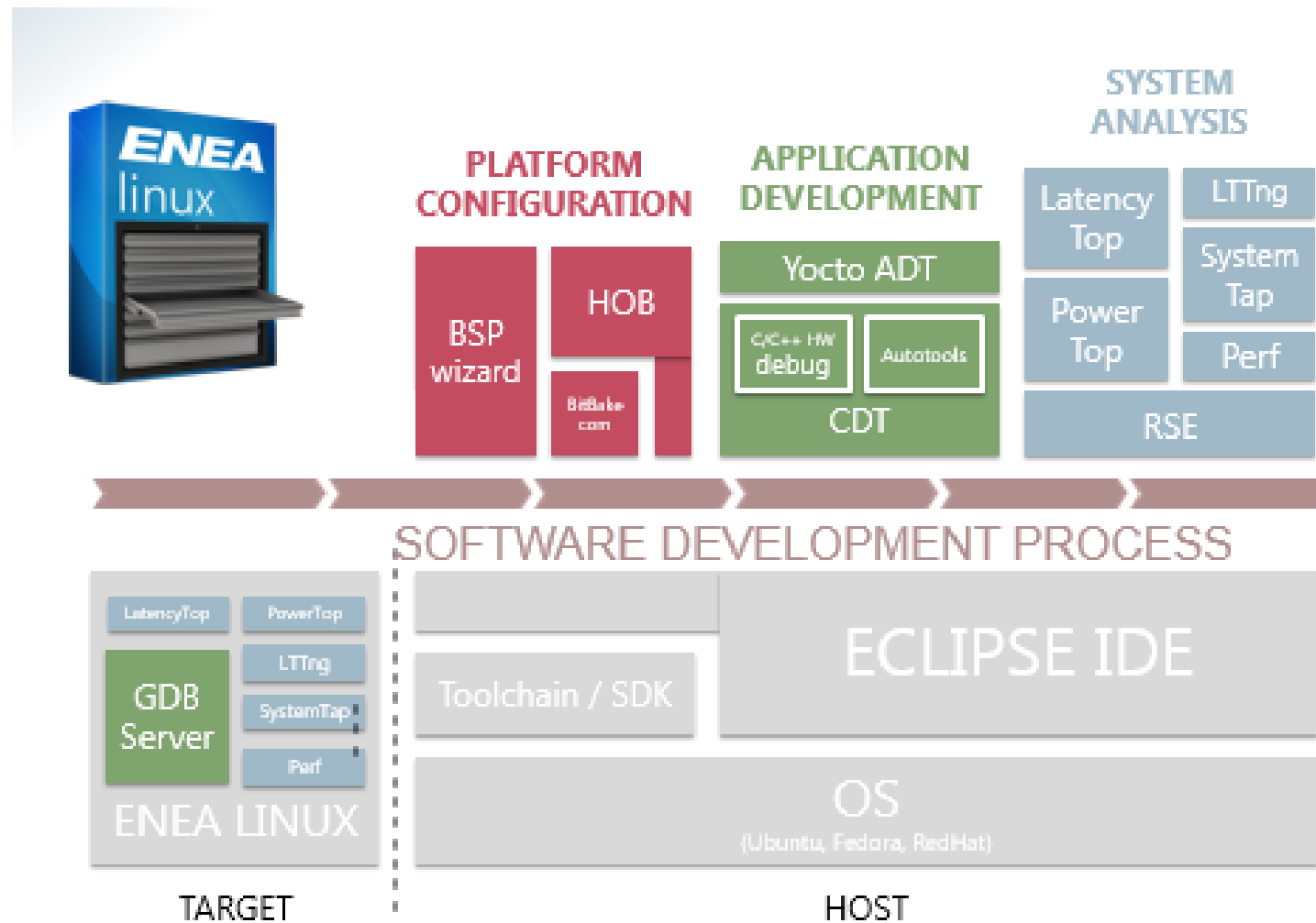
Enea Linux - 电信级Linux实时解决方案

Enea Linux采用业界通用的Yocto环境。通过利用 Yocto, Enea Linux 既可以利用 Enea严格验证过的软件仓库, 又可利用开源社区软件, 以便在更短的时间内实现成熟的产品。

- 硬件支持: 独立操作系统供应商, 支持ARM, x86和PowerPC等
- 技术特点: 针对嵌入式实时要求, 网络和虚拟化进行深入优化
- 质量控制: 利用45+年的RTOS经验, 提供充分验证的Linux版本
- 支持维护: 针对电信级产品, 所有发布版本提供长期支持和维护



Enea Linux 开发、调试、优化工具



Enea 多核CPU软件 基础平台 简介

1. 多核CPU 软件基础开发平台

- **OSE MCE** 硬实时操作系统
- **LINX** 中间件
- **Optima** 开发优化工具



2. 电信级实时安全Linux

- **Enea CGL Linux**

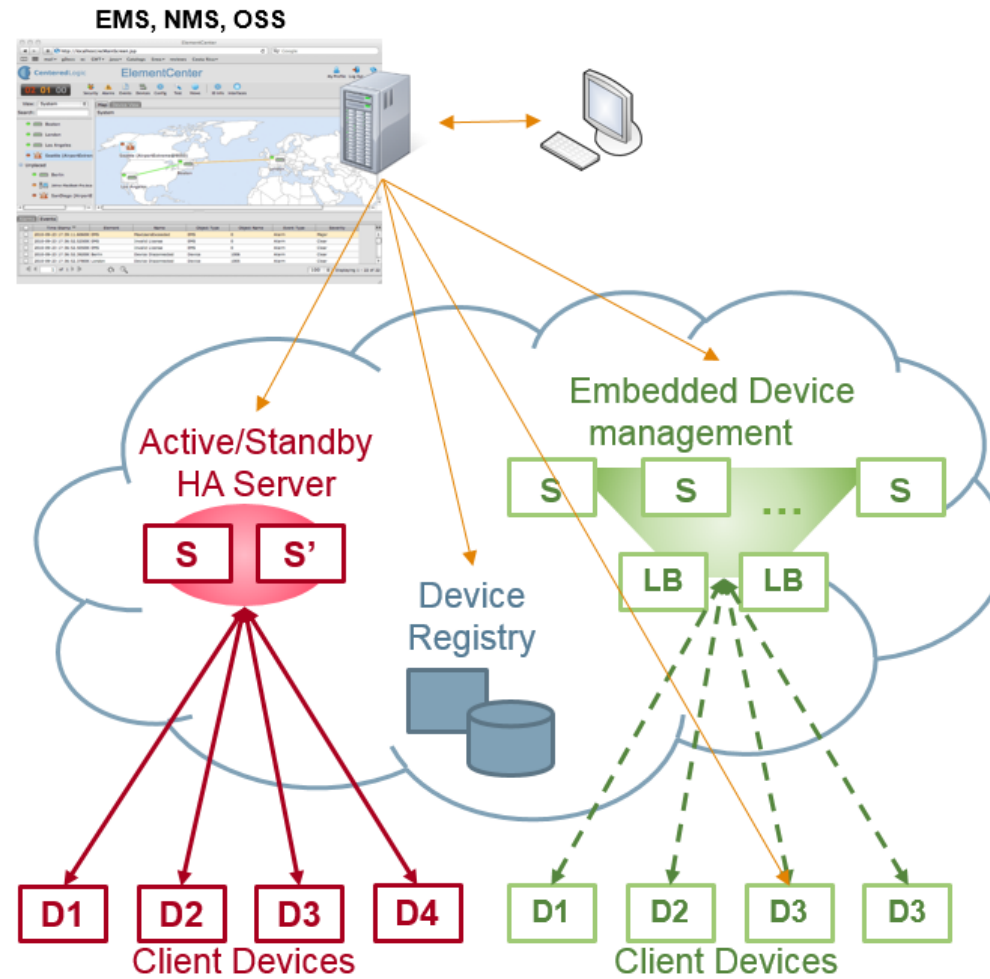
3. 分布式HA(高可用性)中间件和嵌入式管理中间件

- **Element HA** 中间件
- **Enea EMM** 嵌入式管理中间件

4. 实时内存数据库

- **Polyhedra**

HA和嵌入式管理中间件使用场景



Where is Element?

▪ Successful Customers

- Ericsson
- Verivue, MobiTV
- NASA
- Huawei
- ZTE
- Fiberhome
- AEP
- Hughes (multiple projects) (Military)
- Lockheed Martin
- Insite
- Boeing
- 4DK
- Hypercom, Genband
- Avasi
- Cambridge Consultants
- IP Infusion: Miscellaneous OEM customers
-

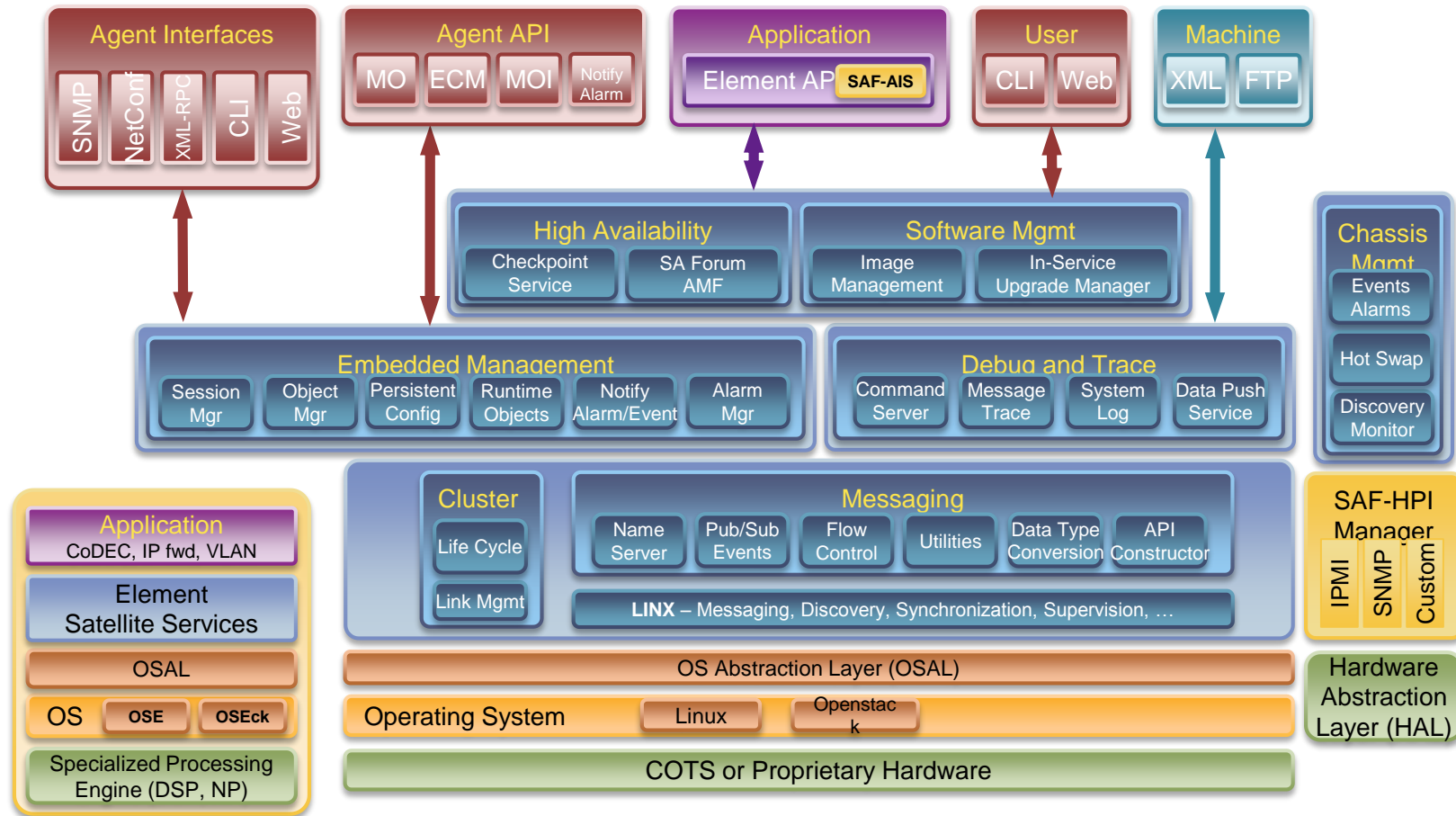
▪ Applications

- IPTV, Gateway
- Soft Switch
- Grid
- Broadband Cluster Device
- Access, Router
- Satellite Base Station, Satellite Navigation
- PTT(Push To Talk)
- Broadband
- Avigation, Aerospace
- LTE SGW/PGW, Base Station
- Push-to-Talk Test System
- Point of Sale Network Access Controller
- Application Server for Mobile Applications

www.enea.com



Element 分布式HA(高可用性)中间件和嵌入式管理中间件



ELEMENT, the HA Middleware for You

▪ Core Services(核心服务)

- 基于LINUX的消息机制：提供一个健壮的，可靠度，高速的进程间通讯机制(IPC)，它可以为各个组件间提供消息发布/订阅、流控、命名服务的透明传输机制。
- 调试框架：提供系统及调试工具，可以快速定位和解决系统中的Bug。调试工具可以提供可定制命令服务，消息trace跟踪功能。
- 系统Log 服务; 通用工具：提供通用API框架和数据类型转换功能。
- OS和硬件抽象层

▪ High Availability (高可用性)

- 出错管理：提供系统运行监控、状态检测、事件驱动策略和故障主动通知功能，AMF框架完全符合SAF B.02.01标准。
- Checkpoint 服务：Element提供一个轻量级的实时数据库来动态保护系统状态信息。
- 异常状态历史记录：可以动态记录系统中各个组件的异常情况，并以后续分析和跟踪。

▪ Embedded Management (设备管理，网管)

- 配置管理：提供统一的面向对象实体MO，Element在整个作用域内对MO提供基于transaction机制的完整性保证。
- 北向接口：提供基于Web和命令行的北向接口，同时可以基于agent方式和第三方管理工具对接

▪ Chassis Management (机架管理)

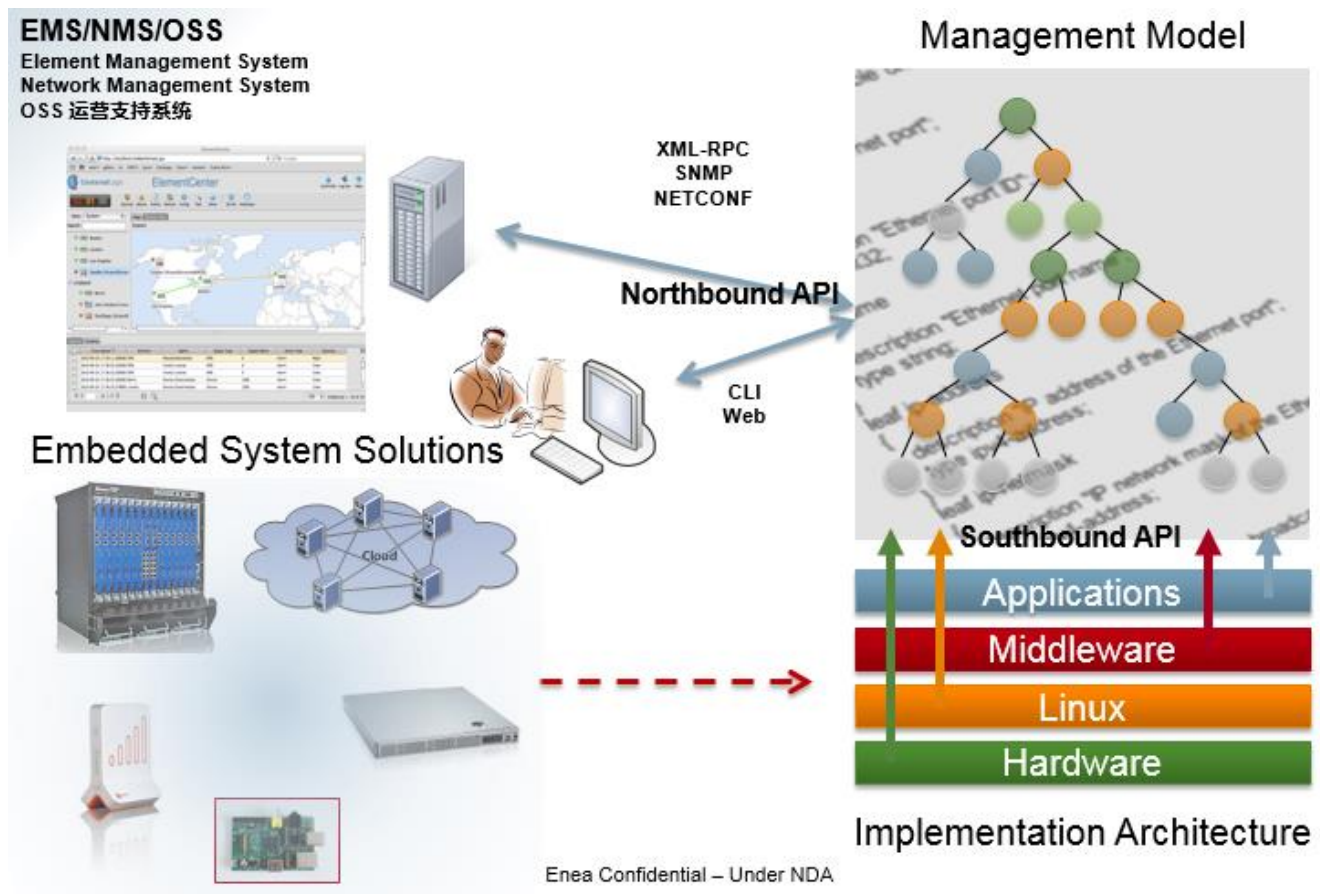
- 提供符合标准HPI的软硬件接口，无缝适配业界主流ATCA硬件，并可以支持硬件热插拔功能。
- 节点管理：提供发现，状态监控和HPI管理功能
- 告警服务：提供硬件异常告警功能

▪ In Service Upgrade (ISU，软件升级功能)

- 提供完整的在线升级功能，在升级过程中避免中断现有进行中的业务。它可以对Element本身和用户程序提供无缝的在线升级功能。

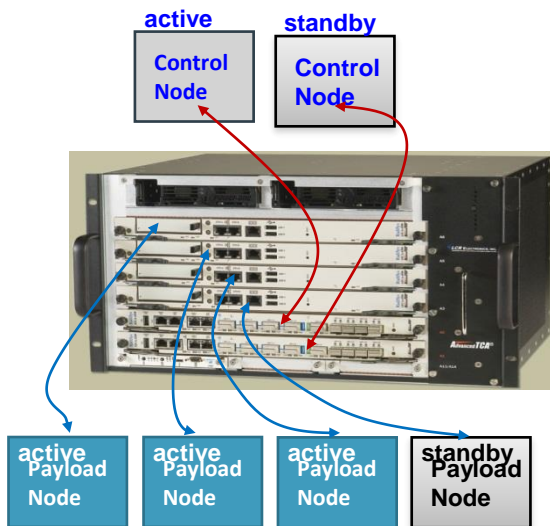
Enea 嵌入式管理(EMM)

EMM是针对嵌入式设备而设计的标准的，模块化的管理系统中间件。对外提供北向接口（Northbound API）和南向接口（Southbound API）分别和运营管理系统、应用程序集成。通过YANG语言进行建模，实现对嵌入式设备的配置数据，运行状态数据进行实时管理。



Element 案例 - uTCA/ATCA/服务器 数据通讯应用

Element for uTCA/ATCA平台提供:



- Cluster内部有2块控制板和4块数据板卡构成6个节点
- Node间通过高速以太网卡和光纤互联
- 软件通过Enea LINX互联
- Element对整个系统内组件进行高可用性管理，并通过Checkpoint 实现运行状态备份和恢复
- 系统运行Polyhedra内存数据库，用于海量数据管理
- Node 采用电信级Enea Linux为整个Cluster提供操作系统平台
- 用户后台可以通过CLI或者Web方式对系统进行配置、管理和状态查询

主要客户



Enea 多核CPU软件基础平台简介

1. 多核CPU 软件基础开发平台

- **OSE MCE** 硬实时操作系统
- **LINX** 中间件
- **Optima** 开发优化工具



2. 电信级实时安全Linux

- **Enea CGL Linux**

3. 分布式HA(高可用性)中间件和嵌入式管理中间件

- **Element HA** 中间件
- **Enea EMM** 嵌入式管理中间件

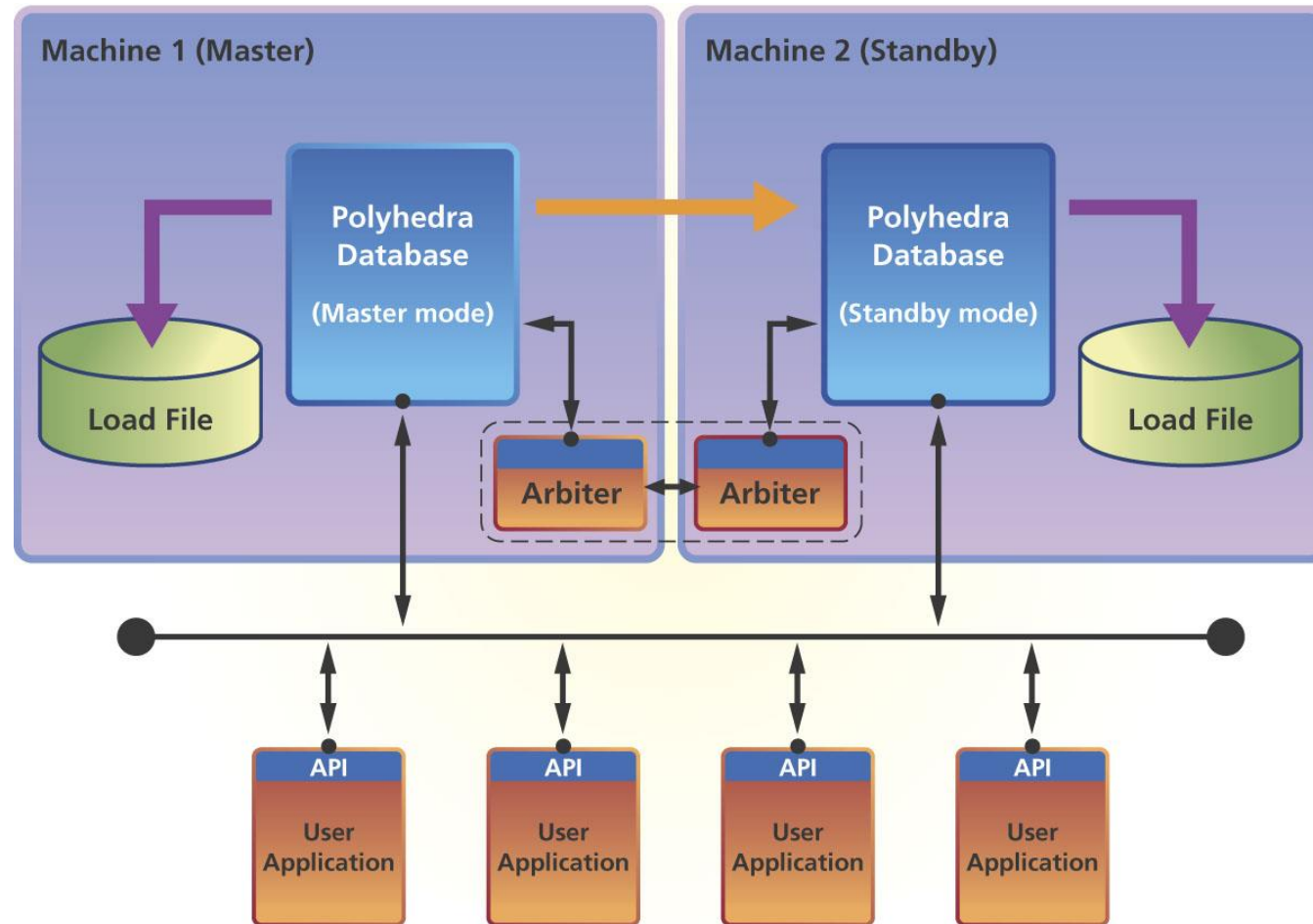
4. 实时内存数据库

- **Polyhedra**

Polyhedra 实时数据库

- **Polyhedra 完全符合嵌入式系统的设计:**
 - **Small footprint** – **Data change notification**
 - **High Speed** – **Smart about data in database**
 - **Heterogeneous** – **Configurable memory allocation**
- **Polyhedra 完全符合要求苛刻的系统设计:**
 - **Survival of critical data across catastrophic failure**
 - **Fault Tolerant configuration for continuous database availability**
- 符合业界数据库的工业标准接口
 - **ODBC function call set to pass SQL to database**
- 用户应用可以使用 **C, C++, Java, Visual Basic** 语言编写
- 分布式系统接口
 - **Database and application location are transparent**
- **Database 支持多通道连接**
 - **TCP for connections from management system**
 - **OSE Messages for connections from system applications**

Polyhedra-In Memory Fault Tolerant Database



总结：Enea多核DSP&SoC&CPU软件基础平台

- 1) **Enea多核DSP软件基础开发平台 (针对多核DSP芯片等)**
 - 1) OSEck RTOS 硬实时操作系统
 - 2) LINX 分布式中间件
 - 3) Optima&CDA 开发、调试、优化、死后分析工具
- 2) **Enea 异构SoC软件基础开发平台 (针对TI 异构SoC芯片等)**
 - 1) OSEck RTOS 硬实时操作系统
 - 2) LINX 分布式中间件
 - 3) Enea Linux 实时电信级Linux
 - 4) Optima, CDA Boot 等开发、调试、优化、死后分析工具
- 3) **多核CPU硬实时操作系统平台 (针对PPC, ARM 等)**
 - 1) OSE MCE硬实时操作系统
 - 2) LINX分 布式中间件
 - 3) Optima 开发、调试、优化、死后分析工具
- 4) **Enea 分布式HA(高可用性中间件) –针对x86, PPC, ARM, MIPS等**
 - 1) 高可用性(HA)中间
 - 2) 嵌入式管理平台
- 5) **实时电信级安全 Enea Linux**
- 6) **Enea 实时内存数据库 – Polyhedra (针对x86, PPC, ARM, MIPS等)**

