

制造和物联网的虚拟化

Karsten Walther 博士和 Jan Regtmeier 博士



People | Power | Partnership

集成化工业为车间带来了更多的信息技术和软件。虚拟化能够实现很大的经济和技术效益，因此过去十年中已经成为了服务器群组 and 云的标准。另一方面，虚拟机显著增加了间接成本，这一因素阻碍了虚拟机在生产环境常用的嵌入式系统中的应用。在新研发中，Linux 容器能够提供在小型计算机和嵌入式系统上使用的虚拟化方法。与完全虚拟机不同的是，容器不模拟硬件，并且与使用标准 Linux 技术的基础系统共享单一内核。此外，容器将应用封装在沙盒内。这种方法可以让所有应用乃至所有传感器或执行器在容器内实现虚拟化，并获得自身的 IP 地址。

虚拟化

虚拟化已成为服务器和云基础架构中的一部分。其可实现的诸多技术与经济优势，包括：

- 最大限度减少所需采购和维护的服务器数量。
- 可扩展性良好
- 资源共享简单方便
- 系统和应用可实现具有更高可靠性和安全性的沙盒化

在大多数情况下，通过在基础操作系统上运行管理各个虚拟机的管理程序来实现整个操作系统的虚拟化（参见图 1）。每个虚拟机内均包含可用于运行单个应用程序的完整操作系统。

这种方法也存在某些缺点，其中包括：

- 每个虚拟机内均包含必须进行管理、补丁和维护的操作系统。
- 操作系统的 CPU 间接成本和内存使用较大。

这些缺点至今一直阻碍了嵌入式系统对虚拟化的广泛采纳。



图 1：利用虚拟机（VMs）实现的传统虚拟化

物联网 – 集成化工业

集成化工业的目标是将 IT 世界与生产整合在一起。但迄今为止虚拟化尚未被纳入生产的考虑因素。物联网和集成化工业正在将越来越多的软件引入生产环境。将虚拟化引入小型计算机和嵌入式系统，以获得和其他 IT 系相同的优势，如：简化管理、提高硬件资源使用效率、以及通过生产系统沙盒化提高安全性，这将是一个自然的过程。遗憾的是，传统虚拟化所增加的间接成本对于制造环境所使用的嵌入式系统而言是不可接受的。

利用 Linux 容器实现轻量级虚拟化

Linux 容器 (LXC) 不使用虚拟机, 但使用所谓的容器。每个容器并不包含完整的操作系统, 而是仅包含运行特定虚拟环境所需的内容: 代码、运行引擎、库、系统工具、及应用程序。所有容器均共享单一内核——虽然处于隔离保护的内存空间中。(图 2)

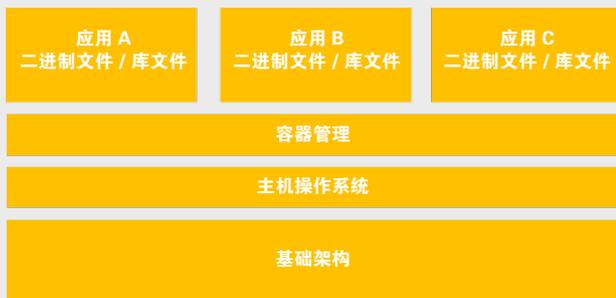


图 2: 利用 LXC 容器实现轻量级虚拟化

容器可将应用程序置入沙盒并与操作系统隔离, 且不存在传统虚拟化的缺点。容器不存在硬件仿真层, 但拥有其自身的进程。进程在独立的内核命名空间内运行。由 Cgroups 对资源进行管理, 因此每个容器均可分配必要的资源。实际上, 容器架构可提供与 BSD-jails 和 Linux VServer 类似的 chroot 环境。但在易用性方面比 chroot 超出很多, 同时比完整虚拟机简化很多。

这种小规模虚拟化能够让容器几乎瞬时启动, 且可让进程速度与裸机接近。

容器使用的基本技术已经出现数年, 但始终较为复杂, 难以用于长时间运行。但从 2013 年开始随着云技术的迅速兴起以及后续虚拟机数量的指数级增长, 已经让容器成为 IT 的主流, 并在可用性方面获得了大幅提升。

就最基本的层面而言, 容器就是一个包含应用程序、库以及运行所需文件的文件系统。

生产环境虚拟化

浩亭 IIC MICA (模块化工业计算架构) 是首个可在生产制造用嵌入式系统上实现虚拟化的系统。(图 3) 利用精简基础操作系统上层的 Linux 容器, 能够在无需传统虚拟化间接成本的情况下实现现场设备的虚拟化。

每个应用程序均以沙盒模式在其容器内运行, 容器内亦包含所有必要的库文件和设备驱动程序。这样可完全消除包依赖关系或不兼容性。容器之间均采用基于 IP 的通信, 这种方式可为应用程序之间提供简单安全的应用程序接口 (API)。



图 3: MICA – 紧凑型设备的虚拟化。

RAMI 4.0 – MICA 上的集成化工业层

工业 4.0 参考架构模型 (RAMI 4.0) 由德国标准机构 ZVEI 和 VDE 联合开发, 其包含能够描述集成化工业所有关键部分的三维坐标系统。通过这种方式, 复杂的相互关系能够细分为更小更简单的簇。

垂直轴上的六层用于通过设备虚拟映射分层将设备各部分描述为其性能结构层。这种表述方法最初源自于信息与通信技术, 采用这种技术时, 复杂系统的特性通常被细分为很多层。

单纯的泵、传感器或线性电机通常无法与 IT 系统通信、或者彼此相互通信。然而利用条形码、RFID 或其他识别方式可为其分配唯一 ID 以及虚拟表示。这种虚拟实例包含所有相关特性和设备功能。

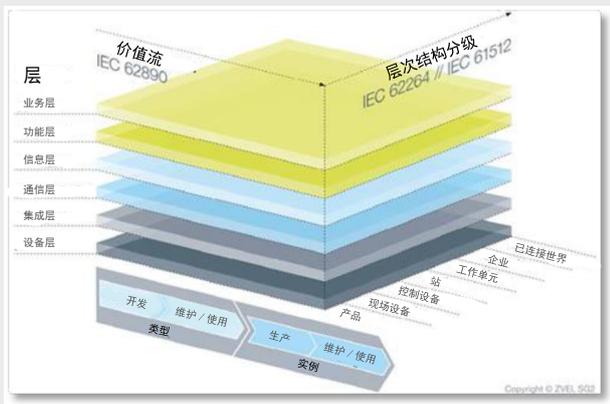


图4: 参考架构模型工业4.0 (资料来源: ZVEI)

MICA 容器可为所有实例及容器内 RAMI 层提供一种自然的封装方式。这意味着所有实例和层均有唯一的 IP 地址, 由此无需通过与物联网或工业集成化原理一致的方式就可对其进行访问。换句话说, 与 MICA 连接的任何传感器或执行器均可通过 IP 网络进行识别和访问 - 不论其新旧如何, 或其支持何种协议。

将物联网改造成遗留系统

这意味着, 诸如仅支持 S0 之类前 IT 协议的传感器或者简单的模拟电压也能够容器内实现虚拟化, 并可通过网络利用容器的 IP 地址进行访问。

在更为复杂的情况下, MICA 能够聚合多个来源的数据, 或者能够编排 PLC 或类似设备。例如, 其能够以 PLC 的原生数据格式读取 PLC 的数据, 转换数据, 以及将数据送往 SAP Mii 之类使用 OPC UA 的 ERP 网关。反过来, 其可从 ERP 以 JSON 对象方式下载工作流, 将其编译为 PLC 程序, 并将其传送至 PLC, 然后指令 PLC 运行该程序。

这种方法让用户能够快速方便地将遗留系统整合到 MES 系统、ERP 系统或云端。