# 嵌入式操作系统现状

## 嵌入式系统

嵌入式系统是以嵌入式计算机为技术核心，面向用户、面向产品、面向应用，软硬件可裁减的，适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗等综合性能有严格要求的专用计算机系统。

嵌入式系统应具有的特点是：高可靠性；在恶劣的环境或突然断电的情况下，系统仍然能够正常工作；许多嵌入式应用要求实时性，这就要求嵌入式操作系统具有实时处理能力 ；嵌入式系统和具体应用有机地结合在一起，它的升级换代也是具体产品同步进行；嵌入式系统中的软件代码要求高质量、高可靠性，一般都固化在只读器中或闪存中，也就是说软件要求固态化存储，而不是存储在磁盘等载体中。

## 嵌入式操作系统

嵌入式操作系统EOS（Embedded Operating System）是一种用途广泛的系统软件，过去它主要应用于工业控制和国防系统领域。EOS负责嵌入系统的全部软、硬件资源的分配、调度作，控制、协调并发活动；它必须体现其所在系统的特征，能够通过装卸某些模块来达到系统所要求的功能。目前，已推出一些应用比较成功的EOS产品系列。随着Internet技术的发展、信息家电的普及应用及EOS的微型化和专业化，EOS开始从单一的弱功能向高专业化的强功能方向发展。嵌入式操作系统在系统实时高效性、硬件的相关依赖性、软件固化以及应用的专用性等方面具有较为突出的特点。EOS是相对于一般操作系统而方的，它除具备了一般操作系统最基本的功能，如任务调度、同步机制、中断处理、文件处理等外，还有以下特点：

1. 可插拔性、开放性和可扩展性的体系结构。
2. EOS具有较强的实时性，适用于各种设备控制应用。
3. 提供统一的接口，包括各种设备驱动接口。
4. 操作简便，界面友好，采用直观的图形用户界面（GUI），易于学习和使用。
5. 具备强大的网络功能，支持TCP/IP等多种协议，并提供TCP/UDP/IP/PPP协议支持以及统一的MAC访问层接口，为各种移动计算设备留有余地。
6. 稳定性强，交互性弱，系统运行后不需要用户干预，EOS负责系统管理，保持稳定性。嵌入式的用户接口一般不提供操作命令，它通过系统的调用命令向用户程序提供服务。
7. 固化代码。在嵌入式系统中，嵌入式操作系统和应用软件被固化在嵌入式系统计算机的ROM中。辅助器在嵌入式系统中很少使用，因此，嵌入式操作系统的文件管理功能应该能够很容易地拆卸，而用各种内存文件系统。
8. 更好的硬件适应性，也就是良好的移植性。

本文着重介绍嵌入式操作系统的基本功能特性及应用领域等方面内容。

## 五种嵌入式操作系统介绍

### Palm OS

Palm是3Com公司的产品，其操作系统为Palm OS。Palm OS是一种32位的嵌入式操作系统。Palm提供了串行通信接口和红外线传输接口，利用它可以方便地与其它外部设备通信、传输数据；拥有开放的OS应用程序接口，开发商可根据需要自行开发所需的应用程序。Palm OS是一套具有术强开放性的系统，现在有大约数千种专用为Palm OS编写的应用程序，从程序内容上看，小到个人管理、游戏，大到行业解决方案，Palm OS无所不包。在丰富的软件支持下，基于Palm OS的掌上电脑功能得以不断扩展。

Palm OS是一套专门为掌上电脑开发的OS。在编写程序时，Palm OS充分考虑了掌上电脑内存相对较小的情况，因此它只占有非常小的内存。由于基于Palm OS编写的应用程序占用的空间也非常小（通常只有几十KB），所以，基于Palm OS的掌上电脑（虽然只有几MB的RAM）可以运行众多应用程序。

由于Palm产品的最大特点是使用简便、机体轻巧，因此决定了Palm OS应具有以下特点：

的节能功能。由上掌上电脑要求使用电源尽可能小，因此在Palm OS的应用程序中，如果没有事件运行，则系统设备进入半休眠（doze）的状态；如果应用程序停止活动一段时间，则系统自动进入休眠（sleep）状态。

合理的内存管理。Palm的器全部是可读写的快速RAM，动态RAM（Dynamic RAM）类似于PC机上的RAM，它为全局变量和其它不需永久保存的数据提供临时的存储空间；存储RAM（Storage RAM）类似于PC机上的硬盘，可以永久保存应用程序和数据。

Palm OS的数据是以数据库（database）的格式来存储的。数据库是由一组记录（records）和一些数据库头信息组成的。为保证程序处理速度和存储器空间，在处理数据的时候，Palm OS不是把数据从存储堆（Storage Heap）拷贝到动态堆（Dynamic Heap）后再进行处理，而是在存储堆中直接处理。为避免错误地调用存储器地址，Palm OS规定，这一切都必须调用其内存管理器里的API来实现。

Palm OS与同步软件（HotSync）结合可以使掌上电脑与PC机上的信息实现同步，把台式同的功能扩展到了掌上电脑。Palm应用范围相当广泛，如：联络及工作表管理、电子邮件及通信、销售人员及组别自动化等等。Palm外围硬件也十分丰富，有数码相机、GPS接收器、调制解调器、GSM电话、数码音频播放设备、便携键盘、语音记录器、条码扫描、无线寻呼接收器、探测仪。其中Palm与GPS结合的应用，不但可以作导航定位，还可以结合GPS作气候的监测、地名调查等。

### Windows CE

Windows CE是开发的一个开放的、可升级的32位操作系统，是基于掌上型电脑类的电子设备操作。它是精简的Windows 95。Windows CE的图形用户界面相当出色。其中CE中的C代表袖珍（Compact）、消费（Consumer）、通信能力（Connectivity）和伴侣（Companion）；E代表电子产品（Electronics）。与Windows 95/98、Windows NT不同的是，Windows CE是所有源代码全部由微软自行开发的嵌入式新型操作系统，其操作界面虽来源于Windows 95/98，但Windows CE是基于Win32 API重新开发的、新型的信息设备。Windows CE具有模块化、结构化和基于Win32应用程序接口以及与处理器无关等特点。Windows CE不仅继承了传统的Windows图形界面，并且在Windows CE平台上可以使用Windows 95/98上的编程工具（如、Visual 等）、使用同样的函数、使用同样的界面网格，使绝大多数的应用软件只需简单的修改和移植就可以在Windows CE平台上继续使用。

CE的设计目标是：模块化及可伸缩性、实时性能好，通信能力强大，支持多种CPU。它的设计可以满足多种设备的需要，这些设备包括了工业控制器、通信集线器以及销售终端之类的企业设备，还有像照相机、电话和家用娱乐器材之类的消费产品。一个典型的基于Windows CE的嵌入系统通常为某个特定用途而设计，并在不联机的情况下工作。它要求所使用的体积较小，内建有对中断的响应功能。

Windows CE的特点有：

1. 具有灵活的电源管理功能，包括瞬眠/唤醒模式。
2. 使用了对象（object store）技术，包括文件系统、注册表及数据库。它还具有很多高性能、高效率的操作系统特 性，包括按需换页、共享存储、交叉处理同步、支持大容量堆（heap）等。
3. 拥有良好的通信能力。广泛支持各种通信硬件，亦支持直接的局域连接以及拨号连接，并提供与PC、内部网以及Internet的连接，还提供与Windows 9x/NT的最佳集成和通信。
4. 支持嵌套中断。允许更高优先级别的中断首先得到响应，而不是等待低级别的ISR完成。这使得该操作系统具有操作系统所要求的实时性。
5. 的线程响应能力。对高级别IST（中断服务线程）的响应时间上限的要求更加严格，在线程响应能力方面的改进，帮助开发人员掌握线程转换的具体时间，并通过增强的监控能力和对硬件的控制能力帮助他们创建新的嵌入式应用程序。
6. 256个优先级别。可以使开发人员在控制嵌入式系统的时序安排方面有更大的灵活性。
7. Windows CE的API是Win32 API的一个子集，支持近1500个Win32 API。有了这些API，足可以编写任何复杂的应用程序。当然，在Windows CE系统中，所提供的API也可以随具体应用的需求而定。

在掌上型电脑中，Windows CE包含如下一些重要组件：Pocket Outlook及其组件、语音录音机、移动频道、远程拨号访问、世界时钟、计算器、多种输入法、GBK字符集、中文TTF字库、英汉双向词典、袖珍浏览器、电子邮件、Pocket 、系统设置、Windows CE Services软件。

### Linux嵌入式操作系统

Linux嵌入式系统是基于Linux内核的嵌入式操作系统。Linux内核最初由Linus Torvalds于1991年开始开发，并逐渐发展成为一个庞大、成熟的开源项目。由于其开放性和灵活性，Linux内核很快就被移植到了嵌入式系统中，形成了Linux嵌入式系统。

Linux嵌入式系统的原理与桌面或服务器版Linux相似，但在嵌入式设备中通常进行了裁剪和优化，以满足资源受限的需求。它由Linux内核、基本的用户空间工具和库以及必要的设备驱动程序组成。Linux内核提供了任务调度、内存管理、文件系统支持等核心功能，而用户空间工具和库则提供了Shell、库函数、网络协议栈等辅助功能。

Linux 嵌入式操作系统的特点：

1. 精简的内核，性能高、稳定，多任务。
2. 适用于不同的CPU，支持多种体系结构，如X86、ARM、MIPS、ALPHA、SPARC等。
3. 能够提供完善的嵌入式GUI以及嵌入式X-Windows。
4. 提供嵌入式浏览器、邮件程序、MP3播放器、MPEG播放器、记事本等应用程序。
5. 提供完整的开发工具和SDK，同时提供PC上的开发版本。
6. 用户可定制，可提供图形化的定制和配置工具。
7. 常用嵌入式芯片的驱动集，支持大量的周边硬件设备，驱动丰富。
8. 针对嵌入式的方案，提供实时版本和完善的嵌入式解决方案。
9. 完善的中文支持，强大的技术支持，完整的文档。
10. 开放源码，丰富的软件资源，广泛的软件开发者的支持，价格低廉，结构灵活，适用面广。

Linux嵌入式系统被广泛应用于各种嵌入式设备和应用场景，包括但不限于：

* **智能手机和平板电脑：** Android操作系统就是基于Linux内核开发的，成为了智能手机和平板电脑的主流操作系统之一。
* **网络设备：** 路由器、交换机、防火墙等网络设备常采用Linux嵌入式系统，以提供稳定的网络服务。
* **嵌入式计算机：** 嵌入式计算机如单板计算机、工控机、嵌入式开发板等常使用Linux嵌入式系统作为其操作系统，用于各种嵌入式应用开发。
* **智能家居和物联网设备：** 智能家居设备、智能监控设备、物联网节点等智能化设备常采用Linux嵌入式系统，以提供丰富的功能和联网能力。

### FreeRTOS

FreeRTOS是由英国工程师Richard Barry于2003年创建的一款开源实时操作系统。最初它是为了填补市场上对于实时操作系统的需求而设计的。随着时间的推移，它逐渐成为了嵌入式系统开发中的一个重要工具，并受到了全球开发者的欢迎和支持。

FreeRTOS是一款基于优先级的抢占式实时操作系统。其核心原理是通过任务调度器来管理系统中的任务，使得多个任务可以并发运行。FreeRTOS的任务调度器采用的是基于优先级的抢占式调度算法，优先级高的任务将优先执行，而且任务可以根据实际需求动态改变优先级。它具有以下特点：

1. 轻量级： FreeRTOS设计精简，内存占用低，适合于资源有限的嵌入式系统。
2. 可移植性： FreeRTOS提供了针对多种处理器架构的移植版本，便于在不同硬件平台上使用。
3. 实时性： FreeRTOS具有良好的实时性能，能够满足对任务响应时间有严格要求的应用场景。
4. 开源： FreeRTOS采用MIT许可证，可以免费获取源代码，并允许修改和重新发布。
5. 可裁剪性： FreeRTOS允许用户根据具体需求选择需要的功能模块，以减少内存占用和提高运行效率。

FreeRTOS在各种嵌入式系统中得到广泛应用，涵盖了物联网设备、工业自动化、医疗设备以及消费类电子产品等领域。在物联网设备领域，由于其轻量级和可移植性，FreeRTOS被广泛应用于智能家居、智能传感器等设备中。而在工业自动化领域，针对对实时性要求较高的场景，FreeRTOS被用作控制器的操作系统。医疗设备对实时性和稳定性有着极高的要求，因此FreeRTOS被广泛应用于医疗设备的控制系统中。同时，消费类电子产品如智能手表、便携式游戏机等也可选用FreeRTOS作为其操作系统。综上所述，FreeRTOS作为一款轻量级、可移植、实时性强的开源实时操作系统，适用于各种嵌入式系统的开发，并在物联网、工业控制、医疗设备等领域发挥着重要作用。

### QNX嵌入式操作系统

QNX是一款由加拿大公司QNX Software Systems开发的商业实时操作系统。它的起源可以追溯到上个世纪80年代初期，最初是由QNX公司的创始人Dan Dodge和Gordon Bell在加拿大进行研发。

QNX操作系统采用了微内核架构，这意味着操作系统的核心部分非常小巧，只包含了最基本的功能，而其他功能则作为可选的系统服务运行在用户空间。这种设计使得QNX系统更加稳定和可靠，因为一个服务的崩溃不会影响其他服务或整个系统。QNX嵌入式操作系统具有以下特点：

1. 稳定性与可靠性： QNX操作系统以其高度稳定和可靠而闻名。微内核架构使得系统能够更好地隔离和管理各个模块，从而提高了系统的稳定性。
2. 实时性： QNX具有出色的实时性能，能够满足对任务响应时间有严格要求的应用场景。它能够在毫秒级的时间内完成任务调度，确保系统能够及时响应各种事件。
3. 多核处理器支持： QNX操作系统支持多核处理器，并且能够充分利用多核处理器的优势，实现任务的并行处理，提高系统的性能。
4. 丰富的开发工具： QNX提供了丰富的开发工具和开发环境，包括IDE、调试器、性能分析工具等，帮助开发者更加高效地进行系统开发和调试。
5. 广泛的应用领域： QNX被广泛应用于汽车电子、医疗设备、航空航天、工业控制等领域。例如，在汽车电子领域，QNX被用作车载信息娱乐系统的操作系统，具有高度稳定性和实时性。

QNX操作系统在众多领域都有广泛的应用。在汽车电子领域，QNX被广泛应用于车载信息娱乐系统、车载导航系统和车载通信系统等方面。在工业自动化方面，QNX被采用作为控制器的操作系统，用于实时监控和控制生产过程。医疗设备对实时性和稳定性要求极高，因此QNX被广泛应用于医疗设备的控制系统中。在航空航天领域，QNX用于飞行控制系统、地面控制系统等，确保飞行器的安全和可靠性。此外，QNX还被用作网络设备的操作系统，如路由器、交换机等，以保障网络的稳定和可靠性。凭借其卓越的实时性能、稳定性和可靠性，以及广泛的应用领域，QNX操作系统成为了嵌入式系统开发中的重要选择。

## 总结

综上所述，嵌入式操作系统是专为嵌入式系统设计的一种特定类型的操作系统。其特点包括实时性、资源受限、可裁剪性、可移植性和稳定性。实时性要求系统能在指定时间内完成任务，适用于工业控制和医疗设备等领域。由于嵌入式系统资源有限，操作系统需要轻量级且高效利用资源。可裁剪性允许根据具体需求选择性地包含或排除功能模块。可移植性使系统能够在不同硬件平台上轻松移植。嵌入式系统通常需要长时间稳定运行，因此操作系统需要具备高度稳定性。

总的来说，嵌入式操作系统在满足各种嵌入式系统需求的同时，也因其特定的设计特点而在多个领域得到了广泛应用。在工业控制领域，嵌入式操作系统被用于监控和管理工业生产过程中的各种设备和系统，确保生产线的高效运行和安全性。在医疗设备领域，嵌入式操作系统被广泛应用于各种医疗设备，如医疗监护设备、诊断设备等，保证设备的实时性、稳定性和可靠性，从而提高医疗服务的质量和效率。而在消费电子产品领域，嵌入式操作系统被运用于各种消费类电子产品，如智能手机、智能家居设备、智能手表等，为用户提供丰富的功能和便利的使用体验。因此，嵌入式操作系统的广泛应用涵盖了工业控制、医疗设备和消费电子产品等多个领域，为这些领域的发展和创新提供了重要支持。