

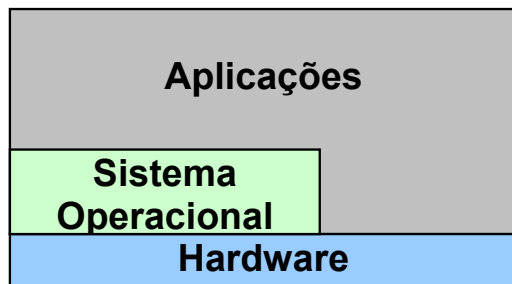
Máquinas Virtuais e Emuladores

Marcos Aurelio Pchek
Laureano

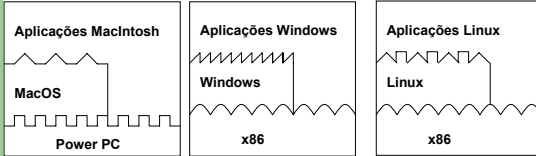
Sistemas de Computadores

- Os sistemas de computadores são projetados com basicamente 3 componentes:
 - hardware
 - sistema operacional
 - aplicações

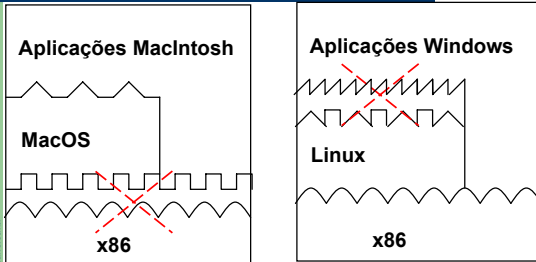
Sistemas de Computadores



Plataformas diferentes



Incompatibilidade



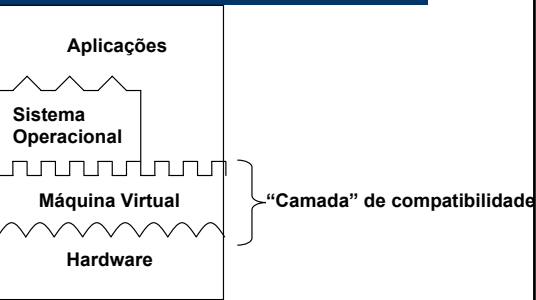
Máquina Virtual

- Cria uma “camada” para compatibilizar diferentes plataformas
- Esta “camada” é chamada de virtualização
 - Softwares que podem ser utilizados para fazer os recursos parecerem diferentes do que realmente são.

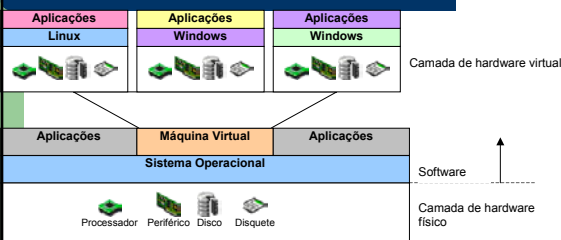
Definição de Máquina Virtual

- “Uma duplicata eficiente e isolada de uma máquina real”
- A IBM define uma máquina virtual como uma cópia totalmente protegida e isolada de um sistema físico
- Na década de 60, uma abstração de software que enxerga um sistema físico (máquina real)

Máquina Virtual



Máquina Virtual



Emulador

- É o oposto da máquina real;
- Implementa todas as instruções realizadas pela máquina real em um ambiente abstrato de software
- “Engana”, fazendo com que todas as operações da máquina real sejam implementadas em um software
- Interpreta um código desenvolvido para outra plataforma.

Emulador e Máquina Virtual

- A funcionalidade e o nível de abstração de uma máquina virtual encontra-se em uma posição intermediária entre uma máquina real e um emulador, na forma em que os recursos de hardware e de controle são abstraídos e usados pelas aplicações.

Máquina Virtual

- É um ambiente criado por um monitor de máquina virtual;

Virtual Machine Monitor – VMM

- Sistema operacional para sistemas operacionais;
- Também conhecida como hypervisor;
- O monitor pode criar uma ou mais máquinas virtuais sobre uma única máquina real.

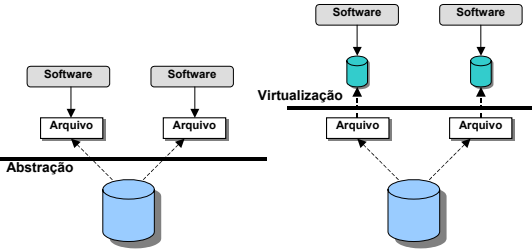
VMM e Emulador

- Um emulador fornece uma camada de abstração completa entre o sistema em execução e o hardware;
- Um monitor fornece uma interface (através da multiplexação do hardware) que é idêntica ao hardware subjacente e controla uma ou mais máquinas virtuais;
- Um emulador também fornece uma abstração do hardware idêntico ao que está em uso, mas também pode simular outros diferentes do atual;

Abstração e virtualização

- A abstração é uma forma simples de prover alguns recursos específicos de hardware para um software, enquanto a virtualização provê um conjunto completo de recursos.

Abstração e virtualização



Tipos de Emuladores

(1ª classificação)

- Firmware: Um firmware pode ser definido como Programação em hardware;
- Software: Toda a emulação é feita por software;
- Combinação ou “emulação combinada” ou “combo”: O emulador é composto de hardware e software;

Tipos de Emuladores

(2ª classificação)

- Totalmente baseada em hardware;
- Parcialmente baseado em hardware;
- Parcialmente baseada em software;
- Totalmente baseada em software.

Tipos de Emuladores

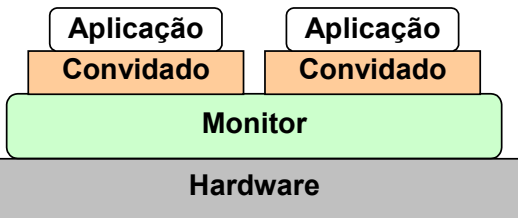
De acordo com uso

- Emulação do processador;
- Emulação de um sistema operacional;
- Emulação de uma plataforma de (hardware) específico;
- Consoles de videogames.

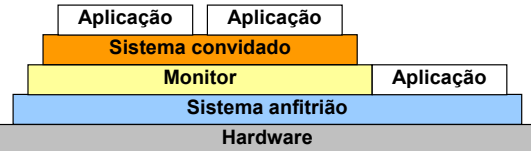
Tipos de Máquinas Virtuais

- Tipo I
 - o monitor é implementado entre o hardware e os sistemas convidados (guest system)
- Tipo II
 - o monitor é implementado como um processo de um sistema operacional real subjacente, denominado sistema anfitrião (host system)

Tipo I



Tipo II



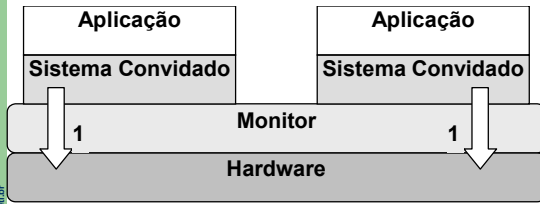
Abordagens Híbridas

- Os monitores de tipo I e II raramente são usados em sua forma conceitual em implementações reais;
- Várias otimizações são inseridas com o objetivo principal de melhorar o desempenho das aplicações nos sistemas convidados

Otimizações em monitores de Tipo I

- O sistema convidado (guest system) acessa diretamente o hardware.
- Essa forma de acesso é implementada através de modificações no núcleo do sistema convidado e no monitor.

Otimizações em monitores de Tipo I



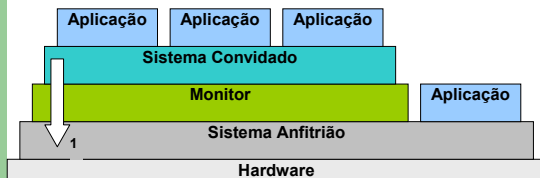
Otimizações em monitores de Tipo II

1ª Abordagem

- O sistema convidado (guest system) acessa diretamente o sistema anfitrião (host system).
- Essa otimização é implementada pelo monitor, oferecendo partes da API do sistema anfitrião ao sistema convidado.

Otimizações em monitores de Tipo II

1ª Abordagem



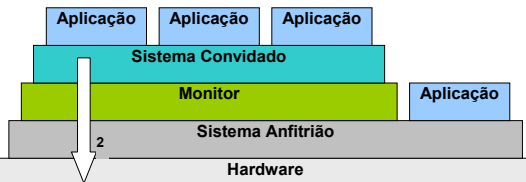
Otimizações em monitores de Tipo II

2ª Abordagem

- O sistema convidado (guest system) acessa diretamente o hardware.
- Essa otimização é implementada parcialmente pelo monitor e parcialmente pelo sistema anfitrião, através de um device driver específico.

Otimizações em monitores de Tipo II

2ª Abordagem



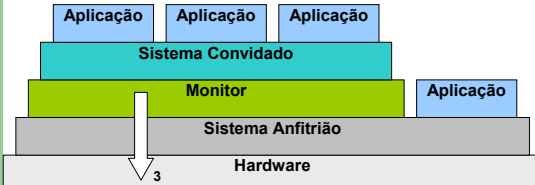
Otimizações em monitores de Tipo II

3ª Abordagem

- O monitor acessa diretamente o hardware.
- Neste caso, um device driver específico é instalado no sistema anfitrião, oferecendo ao monitor uma interface de baixo nível para acesso ao hardware subjacente.

Otimizações em monitores de Tipo II

3ª Abordagem



Formas de Virtualização

- É a interposição do software (máquina virtual) em várias camadas do sistema.
- É uma forma de dividir os recursos de um computador em múltiplos ambientes de execução.

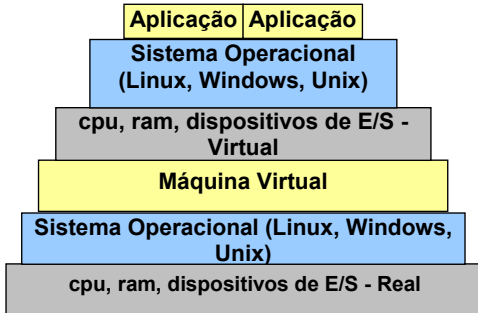
Tipos de Virtualização

- Virtualização do hardware
- Virtualização do sistema operacional
- Virtualização de linguagens de programação

Virtualização do Hardware

- Exporta o sistema físico como uma abstração do hardware;
- Qualquer software escrito para a arquitetura (x86, por exemplo) irá funcionar.

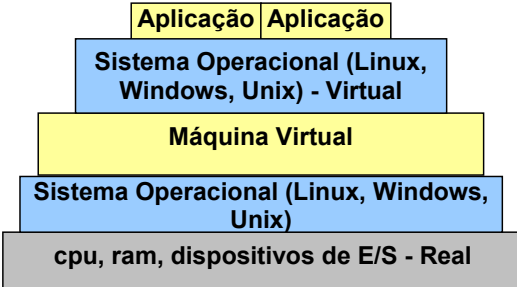
Virtualização do Hardware



Virtualização do sistema operacional

- Exporta um sistema operacional como abstração de um sistema específico;
- A máquina virtual roda aplicações – ou um conjunto de aplicações – de um sistema operacional específico.

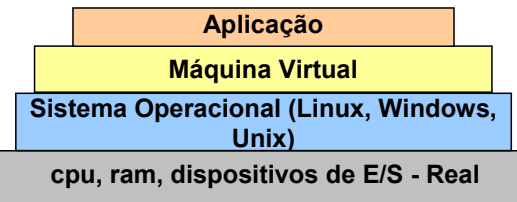
Virtualização do sistema operacional



Virtualização de linguagens de programação

- Cria uma aplicação no topo do sistema operacional;
- São desenvolvidas para computadores fictícios projetados para uma finalidade específica;
- A camada exporta uma abstração para a execução de programas escritos para esta virtualização.

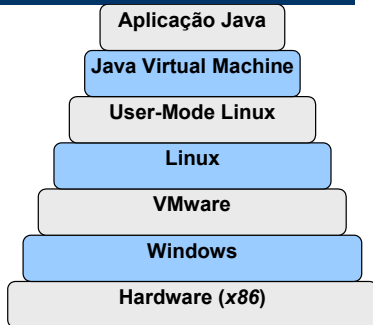
Virtualização de linguagens de programação



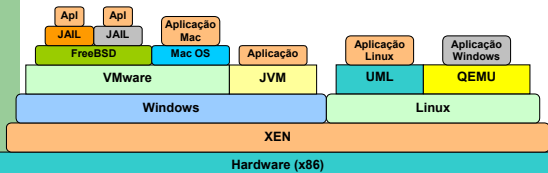
Poder da Virtualização

- O uso das máquinas virtuais e emuladores possibilitam:
 - Executar um sistema operacional (e suas aplicações) sobre outro;
 - Utilizar uma aplicação de outra plataforma operacional;
 - Executar múltiplos sistemas operacionais;
 - Flexibilizar uma plataforma complexa de trabalho.

Poder da Virtualização



Poder da Virtualização



Outra Classificação para virtualização

- Abstração do ISA (Instruction Set Architecture);
- Hardware Abstraction Layer (HAL);
- OS Level (sistema operacional);
- Nível de aplicação ou virtualização de linguagens de programação;
- User level library interface (biblioteca de interface para usuário).

Abstração do ISA

- É implementada através da emulação completa do ISA;
- O emulador executa as instruções do sistema convidado através da tradução das instruções para o sistema nativo.
- Esta arquitetura é simples para implementação e robusta, mas a perda de performance é significativa.

Hardware Abstraction Layer

- O monitor simula uma arquitetura completa para o sistema convidado;
- O sistema convidado acredita estar executando sobre um sistema completo de hardware.

OS Level

- Obtido através de uma chamada de sistema específica;
- A virtualização é obtida para isolamento;
- Cada sistema virtualizado com seu próprio endereço IP e outros recursos de hardware (embora limitado).

Nível de aplicação ou virtualização de linguagens de programação

- É obtido através da abstração de uma “camada de execução”;
- Uma aplicação utiliza esta camada para executar as instruções do programa;
- Garante que uma aplicação pode ser executada em qualquer plataforma de software ou hardware, pois a camada é abstraída de forma idêntica em todas as plataformas;
 - mas requer uma máquina virtual específica para cada plataforma

User level library interface

- É obtida através da abstração do topo do sistema operacional para que as aplicações possam executar em outra plataforma.
- API do Windows.

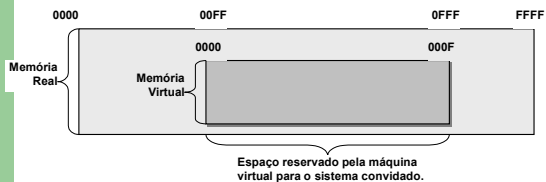
Técnicas de virtualização e emulação

- Virtualização total (full virtualization)
- Paravirtualização (paravirtualization)
- Re-compilação dinâmica (dynamic recompilation)

Virtualização total

- Uma estrutura completa de hardware é virtualizado;
- Sistema convidado não precisa sofrer qualquer tipo de alteração;
- Grande compatibilidade;
- Perda de velocidade.

Virtualização total



Paravirtualização

- O sistema que vai ser virtualizado (sistema convidado) sofre modificações para que a interação com o monitor de máquinas virtuais seja mais eficiente;
- Perda de compatibilidade;
- Ganho de velocidade.

Re-compilação dinâmica

1. Agrupamento de bits: Usando o conhecimento sobre o formato do executável e técnicas heurísticas, conjuntos de bits são recuperados do executável e re-ordenados;
2. Desmontagem (disassembling): Os bits são desmontados e transformados para um conjunto de instruções e operadores ordenados em pares;

Re-compilação dinâmica

- É explorando informações que normalmente não estão disponíveis para um compilador estático tradicional.

Re-compilação dinâmica

- 3. Geração intermediária do código: As instruções são transformadas para uma representação de máquina independente;
- 4. Decompilação: A representação gerada é transformada em uma linguagem de alto nível (como o código na linguagem C);

Re-compilação dinâmica

- 5. Compilação: O código gerado é novamente compilado para a nova plataforma;
- 6. Montagem (assembling): Os códigos são novamente montados;
- 7. Armazenagem dos bits: Os bits são agrupados de forma a gerar o novo executável.

Propriedades de monitores de máquinas virtuais

- Isolamento
- Inspeção
- Interposição
- Eficiência
- Gerenciabilidade
- Compatibilidade do software
- Encapsulamento
- Desempenho

Isolamento

- Um software em execução em uma máquina virtual não acessa ou modifica outro software em execução no monitor ou em outra máquina virtual.

Inspeção

- O monitor tem acesso e controle sobre todas as informações do estado da máquina virtual, como estado da CPU, conteúdo de memória, eventos, etc.

Interposição

- O monitor pode intercalar ou acrescentar instruções em certas operações de uma máquina virtual, como por exemplo, quando da execução de instruções privilegiadas por parte da máquina virtual.

Eficiência

- Instruções inofensivas podem ser executadas diretamente no hardware, pois não irão afetar outras máquinas virtuais ou aplicações.

Gerenciabilidade

- Como cada máquina virtual é uma entidade independente das demais, a administração das diversas instâncias é simplificada e centralizada.

Compatibilidade do software

- A máquina virtual fornece uma abstração compatível de modo que todo o software escrito para ela funcione.

Encapsulamento

- Esta camada pode ser usada para manipular e controlar a execução do software na máquina virtual.
- Pode também usar esta ação indireta para dar prioridade ao software ou fornecer um ambiente melhor para execução.

Desempenho

- Adicionar uma camada de software a um sistema pode afetar o desempenho do software que funciona na máquina virtual, mas os benefícios proporcionados pelo uso de sistemas virtuais compensam a perda de desempenho.

Benefícios ao utilizar máquinas virtuais (1)

- Facilitar o aperfeiçoamento e testes de novos sistemas operacionais;
- Auxiliar no ensino prático de sistemas operacionais e programação ao permitir a execução de vários sistemas para comparação no mesmo equipamento;

Benefícios ao utilizar máquinas virtuais (2)

- Executar diferentes sistemas operacionais sobre o mesmo hardware, simultaneamente;
- Simular configurações e situações diferentes do mundo real, como por exemplo, mais memória disponível ou a presença de outros dispositivos de E/S;

Benefícios ao utilizar máquinas virtuais (3)

- Simular alterações e falhas no hardware para testes ou re-configuração de um sistema operacional, provendo confiabilidade e escalabilidade para as aplicações;
- Garantir a portabilidade das aplicações legadas (que executariam sobre uma máquina virtual simulando o sistema operacional original);

Benefícios ao utilizar máquinas virtuais (4)

- Desenvolvimento de novas aplicações para diversas plataformas, garantindo a portabilidade destas aplicações;
- Diminuição de custos com hardware, através da consolidação de servidores;

Benefícios ao utilizar máquinas virtuais (5)

- Facilidades no gerenciamento, migração e replicação de computadores, aplicações ou sistemas operacionais;
- Prover um serviço dedicado para um cliente específico com segurança e confiabilidade.

Dificuldades para o uso de máquinas virtuais

- Processador não Virtualizado;
- Diversidade de equipamentos;
- Pré-existência de softwares.

Futuro – CPU

- AMD e Intel anunciaram tecnologias (Pacifica e Vanderpool respectivamente) para que a virtualização sobre a plataforma x86 ocorra de forma mais natural e tranqüila.

Futuro – Memória

- Várias técnicas tem permitido que a virtualização da memória seja mais eficiente. Pesquisas futuras devem levar aos sistemas operacionais convidados a gerenciar a memória juntamente com o monitor de máquinas virtuais (gerência cooperativa).

Futuro – E/S

- Os dispositivos de E/S serão projetados para fornecer suporte a virtualização através de devices de alta-performance. A responsabilidade pelo acesso aos dispositivos deverá passar do monitor para o sistema convidado.

Então....

- Dúvidas ?
- Perguntas ?
- Sugestões ?
