

Màquines Virtuals

Sistemes Operatius II

lluis.garrido@ub.edu

Grau d'Enginyeria Informàtica

Un sistema operatiu, una màquina virtual?

El sistema operatiu permet l'execució de **processos**:

- Cada procés té la il·lusió de tenir la màquina completa per sí sola.
- Cada procés pot executar instruccions directament sobre la màquina en mode usuari. A més, cada procés pot accedir als dispositius d'entrada-sortida a través del sistema operatiu.
- Un error de programació o malícia en una aplicació no afecta a la resta de processos.
- Un procés no hauria de poder consumir tots els recursos (CPU, memòria, ...) en detriment d'altres processos.

El sistema operatiu aconsegueix tot això gestionant el recursos disponibles així com amb tècniques de temps compartit (*time-sharing*) del maquinari.

Un sistema operatiu, una màquina virtual?

El sistema operatiu permet l'execució de **processos**:

- Cada procés té la il·lusió de tenir la màquina completa per sí sola.
- Cada procés pot executar instruccions directament sobre la màquina en mode usuari. A més, cada procés pot accedir als dispositius d'entrada-sortida a través del sistema operatiu.
- Un error de programació o malícia en una aplicació no afecta a la resta de processos.
- Un procés no hauria de poder consumir tots els recursos (CPU, memòria, ...) en detriment d'altres processos.

El sistema operatiu aconsegueix tot això gestionant el recursos disponibles així com amb tècniques de temps compartit (*time-sharing*) del maquinari.

Un sistema operatiu, una màquina virtual?

El sistema operatiu permet l'execució de **processos**:

- Cada procés té la il·lusió de tenir la màquina completa per sí sola.
- Cada procés pot executar instruccions directament sobre la màquina en mode usuari. A més, cada procés pot accedir als dispositius d'entrada-sortida a través del sistema operatiu.
- Un error de programació o malícia en una aplicació no afecta a la resta de processos.
- Un procés no hauria de poder consumir tots els recursos (CPU, memòria, ...) en detriment d'altres processos.

El sistema operatiu aconsegueix tot això gestionant el recursos disponibles així com amb tècniques de temps compartit (*time-sharing*) del maquinari.

Un sistema operatiu, una màquina virtual?

El sistema operatiu permet l'execució de **processos**:

- Cada procés té la il·lusió de tenir la màquina completa per sí sola.
- Cada procés pot executar instruccions directament sobre la màquina en mode usuari. A més, cada procés pot accedir als dispositius d'entrada-sortida a través del sistema operatiu.
- Un error de programació o malícia en una aplicació no afecta a la resta de processos.
- Un procés no hauria de poder consumir tots els recursos (CPU, memòria, ...) en detriment d'altres processos.

El sistema operatiu aconsegueix tot això gestionant el recursos disponibles així com amb tècniques de temps compartit (*time-sharing*) del maquinari.

Un sistema operatiu, una màquina virtual?

El sistema operatiu permet l'execució de **processos**:

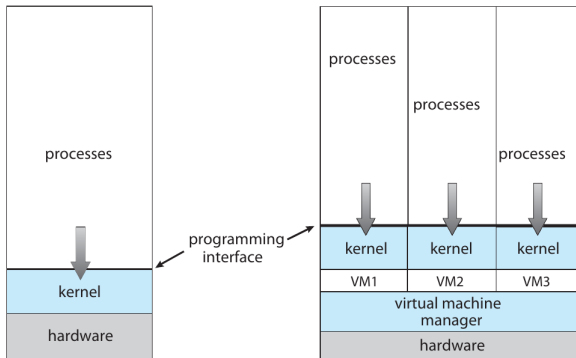
- Cada procés té la il·lusió de tenir la màquina completa per sí sola.
- Cada procés pot executar instruccions directament sobre la màquina en mode usuari. A més, cada procés pot accedir als dispositius d'entrada-sortida a través del sistema operatiu.
- Un error de programació o malícia en una aplicació no afecta a la resta de processos.
- Un procés no hauria de poder consumir tots els recursos (CPU, memòria, ...) en detriment d'altres processos.

El sistema operatiu aconsegueix tot això gestionant el recursos disponibles així com amb tècniques de temps compartit (*time-sharing*) del maquinari.

Què és una màquina virtual? Objectius

- De forma estricta, un sistema operatiu no es per definició una màquina virtual.
- Què és, aleshores, una màquina virtual? Per a què serveixen?

Què és una maquina virtual?



Les màquines virtuals involucren diverses components

- Una Virtual Machine Manager (també anomenada hypervisor)
- Diverses màquines virtuals (Virtual Machines)

Què és una maquina virtual?

Les màquines virtuals involucren diverses components

- El **host** és correspon al maquinari.
- La **Virtual Machine Manager** (també anomenada hypervisor) crea i permet executar **màquines virtuals** (Virtual Machines) proveint una interfície exacta al host.
- Diverses màquines virtuals poden executar-se a la VMM, i proveeixen al procés **guest** d'una còpia virtual del host. Típicament el procés guest és un sistema operatiu.

Què és una maquina virtual?

Les màquines virtuals involucren diverses components

- El **host** és correspon al maquinari.
- La **Virtual Machine Manager** (també anomenada hypervisor) crea i permet executar **màquines virtuals** (Virtual Machines) proveint una interfície exacta al host.
- Diverses màquines virtuals poden executar-se a la VMM, i proveeixen al procés **guest** d'una còpia virtual del host. Típicament el procés guest és un sistema operatiu.

Què és una maquina virtual?

Les màquines virtuals involucren diverses components

- El **host** és correspon al maquinari.
- La **Virtual Machine Manager** (també anomenada hypervisor) crea i permet executar **màquines virtuals** (Virtual Machines) proveint una interfície exacta al host.
- Diverses màquines virtuals poden executar-se a la VMM, i proveeixen al procés **guest** d'una còpia virtual del host. Típicament el procés guest és un sistema operatiu.

Què és una maquina virtual?

- La VMM s'instal·la a l'ordinador. En engegar l'ordinador, aquest s'executa i proveeix serveis tradicionals com la planificació o la gestió de memòria.
- La VMM és, de fet, un sistema operatiu que permet executar altres sistemes operatius. Existeixen múltiples VMM, com per exemple el Citrix XenServer o el VMWare ESX¹.
- Una única màquina pot doncs executar múltiples sistemes operatius a la vegada, cadascuna a la seva pròpia màquina virtual². Cada sistema operatiu creu que té control total sobre la màquina (virtual). La virtualització és doncs una tècnica per proveir a cada guest d'un duplicat del maquinari que hi ha per sota...

¹No el confoneu amb el VMWare Workstation que utilitzeu habitualment al vostre ordinador

²Per exemple, la màquina pot tenir 4 processadors i es pot assignar una màquina virtual a cada processador.

Què és una maquina virtual?

- La VMM s'instal·la a l'ordinador. En engegar l'ordinador, aquest s'executa i proveeix serveis tradicionals com la planificació o la gestió de memòria.
- La VMM és, de fet, un sistema operatiu que permet executar altres sistemes operatius. Existeixen múltiples VMM, com per exemple el Citrix XenServer o el VMWare ESX¹.
- Una única màquina pot doncs executar múltiples sistemes operatius a la vegada, cadascuna a la seva pròpia màquina virtual². Cada sistema operatiu creu que té control total sobre la màquina (virtual). La virtualització és doncs un tècnica per proveir a cada guest d'un duplicat del maquinari que hi ha per sota...

¹No el confoneu amb el VMWare Workstation que utilitzeu habitualment al vostre ordinador

²Per exemple, la màquina pot tenir 4 processadors i es pot assignar una màquina virtual a cada processador.

Què és una maquina virtual?

- La VMM s'instal·la a l'ordinador. En engegar l'ordinador, aquest s'executa i proveeix serveis tradicionals com la planificació o la gestió de memòria.
- La VMM és, de fet, un sistema operatiu que permet executar altres sistemes operatius. Existeixen múltiples VMM, com per exemple el Citrix XenServer o el VMWare ESX¹.
- Una única màquina pot doncs executar múltiples sistemes operatius a la vegada, cadascuna a la seva pròpia màquina virtual². Cada sistema operatiu creu que té control total sobre la màquina (virtual). La virtualització és doncs una tècnica per proveir a cada guest d'un duplicat del maquinari que hi ha per sota...

¹No el confoneu amb el VMWare Workstation que utilitzeu habitualment al vostre ordinador

²Per exemple, la màquina pot tenir 4 processadors i es pot assignar una màquina virtual a cada processador.

Tipus de màquines virtuals

Hi ha múltiples VMM diferents (1/2)...

- Solucions, anomenades type 0 hypervisors, basades en **maquinari** que donen suport a la gestió de màquines virtuals via programari. Es troben als *mainframes* així com servidors grans.
- Solucions, anomenades type 1 hypervisors, basades en **programari** que proveeixen tota la virtualització necessària com, per exemple, el VMWare ESX.
- **Sistemes operatius d'ús general** que proveeixen addicionalment serveis de VMM. A Linux ho fa el mòdul kvm. Són anomenats també type 1 hypervisors.

Tipus de màquines virtuals

Hi ha múltiples VMM diferents (1/2)...

- Solucions, anomenades type 0 hypervisors, basades en **maquinari** que donen suport a la gestió de màquines virtuals via programari. Es troben als *mainframes* així com servidors grans.
- Solucions, anomenades type 1 hypervisors, basades en **programari** que proveeixen tota la virtualització necessària com, per exemple, el VMWare ESX.
- **Sistemes operatius d'ús general** que proveeixen addicionalment **serveis de VMM**. A Linux ho fa el mòdul kvm. Són anomenats també type 1 hypervisors.

Tipus de màquines virtuals

Hi ha múltiples VMM diferents (1/2)...

- Solucions, anomenades type 0 hypervisors, basades en **maquinari** que donen suport a la gestió de màquines virtuals via programari. Es troben als *mainframes* així com servidors grans.
- Solucions, anomenades type 1 hypervisors, basades en **programari** que proveeixen tota la virtualització necessària com, per exemple, el VMWare ESX.
- **Sistemes operatius d'ús general** que proveeixen addicionalment **serveis de VMM**. A Linux ho fa el mòdul kvm. Són anomenats també type 1 hypervisors.

Tipus de màquines virtuals

Hi ha múltiples VMM diferents (2/2)...

- **Aplicacions** que executen en sistemes d'operatius d'ús general i que proveeixen serveis de VMM. Són anomenats type 2 hypervisors i en tenim un exemple conegut: VMWare Workstation.
- **Virtualització a nivell d'entorn de programació.** Les VMM no virtualitzen el maquinari real sinó un sistema virtual optimitzat. Aquesta és la tècnica utilitzada per Oracle Java.
- **Emuladors** que permeten que una aplicació, programada per un maquinari, pugui executar-se en un maquinari diferent.
- **Contenidors d'aplicacions.** No es pot considerar virtualització, però ofereixen serveis similars i permeten executar una aplicació de forma segregada del sistema operatiu. El Docker n'és un exemple. El veurem en acció després!

Tipus de màquines virtuals

Hi ha múltiples VMM diferents (2/2)...

- **Aplicacions** que executen en sistemes d'operatius d'ús general i que proveeixen serveis de VMM. Són anomenats type 2 hypervisors i en tenim un exemple conegut: VMWare Workstation.
- **Virtualització a nivell d'entorn de programació.** Les VMM no virtualitzen el maquinari real sinó un sistema virtual optimitzat. Aquesta és la tècnica utilitzada per Oracle Java.
- **Emuladors** que permeten que una aplicació, programada per un maquinari, pugui executar-se en un maquinari diferent.
- **Contenidors d'aplicacions.** No es pot considerar virtualització, però ofereixen serveis similars i permeten executar una aplicació de forma segregada del sistema operatiu. El Docker n'és un exemple. El veurem en acció després!

Tipus de màquines virtuals

Hi ha múltiples VMM diferents (2/2)...

- **Aplicacions** que executen en sistemes d'operatiu d'ús general i que proveeixen serveis de VMM. Són anomenats type 2 hypervisors i en tenim un exemple conegut: VMWare Workstation.
- **Virtualització a nivell d'entorn de programació.** Les VMM no virtualitzen el maquinari real sinó un sistema virtual optimitzat. Aquesta és la tècnica utilitzada per Oracle Java.
- **Emuladors** que permeten que una aplicació, programada per un maquinari, pugui executar-se en un maquinari diferent.
- **Contenidors d'aplicacions.** No es pot considerar virtualització, però ofereixen serveis similars i permeten executar una aplicació de forma segregada del sistema operatiu. El Docker n'és un exemple. El veurem en acció després!

Tipus de màquines virtuals

Hi ha múltiples VMM diferents (2/2)...

- **Aplicacions** que executen en sistemes d'operatius d'ús general i que proveeixen serveis de VMM. Són anomenats type 2 hypervisors i en tenim un exemple conegut: VMWare Workstation.
- **Virtualització a nivell d'entorn de programació.** Les VMM no virtualitzen el maquinari real sinó un sistema virtual optimitzat. Aquesta és la tècnica utilitzada per Oracle Java.
- **Emuladors** que permeten que una aplicació, programada per un maquinari, pugui executar-se en un maquinari diferent.
- **Contenidors d'aplicacions.** No es pot considerar virtualització, però ofereixen serveis similars i permeten executar una aplicació de forma segregada del sistema operatiu. El Docker n'és un exemple. El veurem en acció després!

Les màquines virtuals

- Van aparèixer cap al 1972, als *mainframes* de IBM, fent servir el IBM VM, el qual proveïa les màquines virtuals necessàries. Aquest sistema ha evolucionat i encara s'utilitza avui en dia.
- Amb l'aparició dels ordinadors de sobretaula l'interès en les màquines virtuals va disminuir.
- Avui en dia les màquines virtuals tornen a tenir gran popularitat, en especial als servidors o granges de servidors que s'utilitzen a tot el món.

Beneficis i característiques

Alguns beneficis i característiques

- Les màquines virtuals estan (pràcticament) aïllades entre sí, no hi ha problemes de protecció. A l'usuari se li pot oferir una màquina virtual amb recursos “restringits” (menys CPU, menys RAM) de la realment disponible.
- La virtualització permet “aturar” una màquina virtual (amb el seu sistema operatiu), fer-ne una còpia, moure-la a una altra màquina virtual, emmagatzemar-la, etc.
- La virtualització facilita el desenvolupament i testeig de (nous) sistemes operatius, així com el desenvolupament i testeig d'aplicacions en diferents sistemes operatius al mateix temps.
- La virtualització és utilitzada molt avui en dia en computació al núvol, que permet oferir a l'usuari habitual serveis de computació a Internet.

Alguns beneficis i característiques

- Les màquines virtuals estan (pràcticament) aïllades entre sí, no hi ha problemes de protecció. A l'usuari se li pot oferir una màquina virtual amb recursos “restringits” (menys CPU, menys RAM) de la realment disponible.
- La virtualització permet “aturar” una màquina virtual (amb el seu sistema operatiu), fer-ne una còpia, moure-la a una altra màquina virtual, emmagatzemar-la, etc.
- La virtualització facilita el desenvolupament i testeig de (nous) sistemes operatius, així com el desenvolupament i testeig d'aplicacions en diferents sistemes operatius al mateix temps.
- La virtualització és utilitzada molt avui en dia en computació al núvol, que permet oferir a l'usuari habitual serveis de computació a Internet.

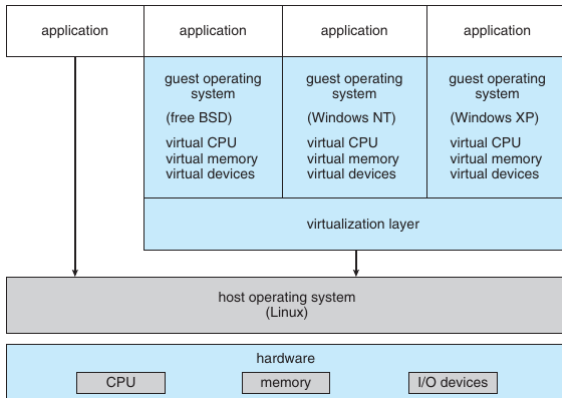
Alguns beneficis i característiques

- Les màquines virtuals estan (pràcticament) aïllades entre sí, no hi ha problemes de protecció. A l'usuari se li pot oferir una màquina virtual amb recursos “restringits” (menys CPU, menys RAM) de la realment disponible.
- La virtualització permet “aturar” una màquina virtual (amb el seu sistema operatiu), fer-ne una còpia, moure-la a una altra màquina virtual, emmagatzemar-la, etc.
- La virtualització facilita el desenvolupament i testeig de (nous) sistemes operatius, així com el desenvolupament i testeig d'aplicacions en diferents sistemes operatius al mateix temps.
- La virtualització és utilitzada molt avui en dia en computació al núvol, que permet oferir a l'usuari habitual serveis de computació a Internet.

Alguns beneficis i característiques

- Les màquines virtuals estan (pràcticament) aïllades entre sí, no hi ha problemes de protecció. A l'usuari se li pot oferir una màquina virtual amb recursos “restringits” (menys CPU, menys RAM) de la realment disponible.
- La virtualització permet “aturar” una màquina virtual (amb el seu sistema operatiu), fer-ne una còpia, moure-la a una altra màquina virtual, emmagatzemar-la, etc.
- La virtualització facilita el desenvolupament i testeig de (nous) sistemes operatius, així com el desenvolupament i testeig d'aplicacions en diferents sistemes operatius al mateix temps.
- La virtualització és utilitzada molt avui en dia en computació al núvol, que permet oferir a l'usuari habitual serveis de computació a Internet.

Exemples: VMware Workstation

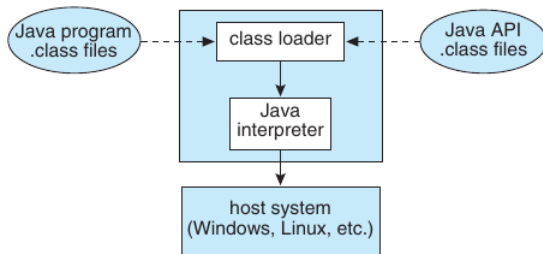


VMware Workstation executa a sobre de Windows i Linux i permet executar de forma concurrent diversos sistemes operatius, cadascú a la seva màquina virtual.

Sobre el VMware Workstation

- El VMware té la seva capa de virtualització que abstruï el maquinari en màquines virtuals independents que permeten executar sistemes operatius. Cada màquina virtual té la seva pròpia CPU virtual, memòria, discos, xarxa, etc.
- El disc d'una màquina virtual no és més un fitxer al host. En copiar el fitxer podem crear un guest idèntic a l'original.

Exemples: Java Virtual Machine



La Java Virtual Machine (JVM) és una especificació d'un ordinador abstracte. L'interpret executa byte-codes d'arquitectura neutral.

En aquest cas la JVM executa només un procés al seu interior (i no pas un sistema operatiu).

Exemples: Docker

Els contenidors: Docker

- Docker és una aplicació que realitza virtualització a nivell de sistema operatiu, són coneguts com a contenidors. Els contenidors són més “lleugers” que una màquina virtual.
- Un contenidor permet executar una aplicació al seu interior de forma aïllada de la resta del sistema operatiu. Es fa utilitzant determinats serveis proveïts pel mateix sistema operatiu. Al seu interior es poden instal·lar totes les llibreries necessàries per poder executar l'aplicació, encara que no siguin compatibles amb les que hi ha instal·lades al host. Això permet distribuir fàcilment una aplicació que necessita unes determinades llibreries.

L'executem?

La virtualització és un mètode per proveir als guests d'un duplicat del maquinari subjacent

- Múltiples guests poden executar-se i cadascú creu que és el sistema operatiu natiu amb control complet sobre el sistema.
- La virtualització és habitual en centres de dades i computació, així com en ordinadors personals.
- Atesa la seva popularitat cada cop més gran, els dissenyadors de CPU hi afegeixen cada cop més característiques per facilitar-ne el suport.
- Són comuns també altres tipus de virtualització, com la proveïda per llenguatges com el Java³.

³Estrictament no compleixen la definició de virtualització ja que no repliquen el maquinari subjacent.