
Sisteme distribuite – Tehnologii

4. Virtualizare

Interes curent in virtualizare

- Este unul dintre subiectele cele mai discutate astazi in TI
 - Posibila datorita cresterii in viteza si capabilitatile hardwareului comun
 - Oferă o modalitate atractivă de exploatare la maxim a hardware-ului
 - Termenul de “virtualizare” in literatura de piata rivalizeaza cu termene precum “Internet” sau “retea” in anii ‘90.
 - Virtualizarea este intalnita cel mai des in
 - retelistica, sisteme de stocare, procese server,
 - la nivel de sistem de operare si la nivel de masina
 - Vesti rele:
 - Implementarea cu succes, lansarea si suportul unui noi infrastructuri IT bazate pe virtualizare
necesita acelasi nivel de planificare si design de sistem ca orice transformare de baza in infrastructura
-

Ce este virtualizarea?

- Separarea logica a cererii pentru anumire servicii de resursele fizice care ofera acele servicii
 - Oferă abilitatea de a rula aplicatii, sisteme de operare, sau servicii de sistem intr-un mediu de sistem distinct logic care este independent de sistemul de calcul fizic
 - Oferă un nivel logic de abstractizare care eliberează aplicatiile, serviciile de sistem și chiar sistemul de operare de a legătră cu o anumită bucată de hardware
 - Se focusează la mediile de operare logice în locul celor fizice
 - Face aplicatiile, serviciile și instanțele de sisteme de operare portabile peste diferite sisteme fizice de calcul
- ...
- Ideea de baza : ofera acces logic la resurse fizice!
-

Exemplul clasic (cunoscut) : memoria virtuala

- Permite unui sistem de calcul sa apara ca avand mai multa memororie decat cea fizica instalata in acel sistem
 - Este o tehnica de management a memoriei care permite unui sistem de operare sa vada segemnte de memorie necontinue ca si un singura spatii continuu de memmorie
 - Este implementata in mod traditional un sistemele de operare prin paginare care permite sistemului de operare sa utilizeze un fisier sau o portiune a unui dispozitiv de stocare sa salveze pagini de memorie care nu sunt in utilizare activa
 - Cunoscut ca si un “fisier de paginare” sau “spatiu swap”, sistemul poate transfera foarte repede pagini de memorie la si de la aceasta arie dupa cum SO sau aplicatii in rulare cer accesul la continutul acestor pagini
 - SO precum Unix (incluzand Linux, *BSD OS, Mac OS X) si Microsoft Windows utilizeaza o forma de masina virtuala (VM) pentru a permite SO si aplicatiilor sa acceseze mai multe date decat este posibil sa incapa in memoria fizica
-

Nivele de virtualizare

1. Virtualizarea aplicatiei
 2. Virtualizarea desktopului
 3. Virtualizarea retelei
 4. Virtualizarea serverului sau masinii (!)
 5. Virtualizarea stocarii
 6. Virtualizarea la nivel de sistem sau a sistemului de operare
-

Virtualizarea aplicatiei

- Termenul descrie procesul de compilare a aplicatiilor in *code binar independent de masina* care sunt executate in orice sistem care ofera o masina virtuala adecvate ca mediu de executie
 - Aplicatii compilate in cod binar devin entitati logice care sunt executate in sisteme fizice diferite cu diferite caracteristic legate de sistemul de operare sau arhitectura procesor
 - Exemple ale acestei abordari:
 - Cel mai cunoscut: codul produs de compilatoarele pentru limbajul de programare Java
 - Conceptul a fost introdus in 1970 prin UCSD P cu cel mai popular compilator fiind UCSD Pascal compiler.
 - Microsoft a adoptat o abordare similara in Common Language Runtime (CLR) utilizata cu aplicatiile .NET,
 - Codul scris in limbajele care suporta CLR sunt transformate, la timpul compilarii, in CIL (Common Intermediate Language), cunoscut anterior ca MSIL (Microsoft Intermediate Language).
 - CIL ofera un set de instructiuni independente de platforma care pot fi executate in orice mediu ce suporta .NET Framework.
-

Virtualizarea desktopului

- Termenul descrie abilitatea de a afisa un display grafic de la un sistem de calcul la un alt sistem de calcul sau dispozitiv de afisare inteligent
 - Exemple:
 - Virtual Network Computing,
 - Clienti precum Microsoft Remote Desktop si produsele Terminal Server
 - Servere terminal Linux precum Linux Terminal Server,
 - NoMachine NX,
 - Sistemul X Window System si protocolul de administrare a feseștelor XDMCP.
 - Suport intern pentru desktopuri virtuale multiple intre care utilizatorul poate naviga.
 - Supporta si virtualizare la nivel de ecran sau display permitand mang. De ferestre sa utilizeze o regiune de display care este mai mare decat dimensiunea fizica a monitorului
 - Este un exces ca sa fie numita “virtualizare” neffind un exemplu clasic de virtualizare!
 - Realizeza, dintr-o consola grafica a oricarui sistem suportat, o entitate logica care este accesata si utilizata pe diferite sisteme fizice de calcul
 - Consola la distanta, sistemul de operare in care ruleaza, si aplicatiile sunt executate pe o masina fizica specifica.
 - Numirea software-ului de afisare la distanta o tehnologie de virtualizare este echivalenta cu a considera ca un telescop este o multime de ochi virtuali cu ajutorul caruia se poate vedea mult mai departe
-

Virtualizarea rețelei

- Termenul descrie abilitatea de referire a resurselor de rețea în mod logic în locul specificării dispozitivelor fizice, configurațiilor sau colecțiilor de mașini specifice.
 - Nivele
 - Virtualizare dispozitivelor de rețea a mașinilor singulare care permite mașinilor virtuale multiple să partajeze o singură resursă de rețea fizică,
 - Concepte la nivel enterprise precum rețele private virtuale sau tehnologii de rutare pentru crearea de subrețele și segmentarea rețelelor existente
 - Exemple:
 - Xen se bazează în virtualizarea rețelelor virtualization prin pachetul Linux bridge - utils care permite mașinilor virtuale să apară ca având o adresă fizică unică (adrese Media Access Control, sau MAC) și adrese IP unice.
 - Soluțiile de virtualizare a serverului, precum UML, utilizează dispozitive de rețea Linux virtual Point - to - Point (TUN) & Ethernet (TAP) pentru a oferi acces la spațiul utilizatorului prin rețeaua gazdei.
 - Switchuri și rutere avansate de rețea utilizează tehnici precum Virtual Routing & Forwarding (VRF), VRF - Lite, și Multi - VRF pentru segregarea traficului în segmente de rețea pentru a permite domenii de rutare virtuale multiple într-o singură piesă hardware de rețea
-

Virtualizarea serverului sau masinii

- Termenul descrie abilitatea de a rula o intreaga masina virtuala, incluzand sistemul sau de operare, pe alta masina
- Fiecare masina virtuala care ruleaza pe un sistem de operare parinte
 - Este logic distincta,
 - Are acces la anumite sau tot hardwareul sistemului gazda,
 - Are asignarile sale logice pentru dispozitivele de stocare pe care SO este instalat,
 - Poate rula propriile aplicatii in propriul mediu de operare
- Virtualizarea serverului: tipul de virtualizare la care se gandeste majoritatea lumii cand se refera la “virtualizare”!
- Nu la fel de comun, termenul de “virtualizare a masinii” identifica in mod unic acest tip de virtualizare,
 - Diferentiaza in mod clar nivelul la care are loc virtualizarea — masina in sine este virtualizata — indiferent de tehnologia care este utilizata.
- Exemple:
 - KVM, Microsoft Virtual Server & Virtual PC, Parallels Workstation, User Mode Linux, Virtual Iron,
 - VMware, Xen.
- Virtualizarea serverului este in mod uzual diferita de termenul “server virtual”
 - Serverul virtual este utilizat pentru a descrie urmatoarele:
 - Capabilitatea serverelor e - mail sau Web sa serveasca domenii Internet multiple
 - Tehnologii de virt. la nivel sistem pentru a oferi utilizatorilor unui ISP o masina server virtuala.

Utilizarea virtualizarea serverului/masinii

- Aspect cheie: masinile virtuale diferite nu partajeaza acelasi nucleu si pot de aceea rula in diferite sisteme de operare.
 - Differa de virtualizarea la nivel sistem in care serverele virtuale partajeaza un singur nucleu
 - Oferă o serie de oportunitati pt.infrastructura, client &business:
 - Rularea de legacy-software, cand se depinde de produsul care ruleaza numai pe o versiune specifica a sistemului de operare
 - Medii de testare a sistemelor software si de asigurare a calitatii, cand este necesara testarea unui singur produs pe mai multe sisteme de operare diferite si pe mai multe versiuni ale unui sist de operare
 - Medii de dezvoltare la nivel de baza, cand dezvoltatorii trebuie sa lucreze cu anumite versiuni de unelte, nucleu de sistem de operare, sau o distributie specifica de sistem de operare.
-

Abordari pentru virtualizarea serverului/masinii (1 / 3)

1. **SO gazda:**

- Fiecare server ruleaza intr-o instanta de sistem de operare separata intr-o aplicatie de virtualizarea care ea insusi ruleaza intr-o instanta a unui sistem de operare specific
- Exemples: Parallels Workstation, VMWare Workstation, and VMWare GSX Server
- SO-ul in care aplicatia de virtualizare ruleaza este referita ca un "SO gazda".

2. **Parallel Virtual Machine:**

- Sisteme fizice sau virtuale sunt organizate intr-o masina virtuala utilizand software de grupare precum PVM.
 - Gruparea este capabila sa efectueze calcule complexe intensive in calcul sau date
 - Acesta este mai mult un concept de grupare (clustering) decat o solutie de virtualizare
-

Abordari pentru virtualizarea serverului/masinii(2/3)

3. Bazata pe hipervizor:

- Un monitor mic de masini virtuale – hypervisor – ruleaza pe hardwareul masinii oferind:
 1. identifica, intrerupe, raspunde la operatiile protejate sau privilegiate ale CPUului efectuate de fiecare VM
 2. trateaza cozile, distribuire si returnarea rezultatelor cererilor hardware de la VMuri
- Un SO administrativ ruleaza peste hipervizor, precum fac si masinile virtuale
 - Poate comunica cu hipervizorul
 - Utilizat pentru administrarea instantelor de masini virtuale
- Exemplu: conceptul de paravirtualizare
 - Este modelul primar utilizat de Xen,
 - Foloseste un nucleu Linux special pentru a suporta mediul sau de administrare numit domain0.
 - Ruleaza versiuni nemodificate de SOuri peste hypervisor.

4. Virtualizarea completa:

- similara paravirtualization,
 - Utilizeaza un hipervizor, dar incorporeaza cod in hipervizorul care emuleaza hardwareul
 - Exemplu: VMWare ESX server utilizeaza o versiune adaptata de Linux (cunoscuta ca si Service Console) pentru SOuri sau administrativ.
-

Abordari pentru virtualizarea serverului/masinii(3/3)

5. Virtualizare la nivel de nucleu:

- Nu necesita un hypervisor,
- Ruleaza o versiune separata de nucleu Linux & o VM asociata ca proces al spatiului utilizator pe masina fizica
- Exemple:
 - User - Mode Linux (UML),
 - Necesita o constructie speciala a nucleului de Linux pentru sistemele de operare gazda
 - Kernel Virtual Machine (KVM),
 - Utilizeaza un driver de dispozitiv in nucleul gazda pentru comunicare intre nucleul Linux si VMuri
 - Necesita suport procesor pentru virtualizare (Intel VT sau AMD – v Pacifica),
 - Utilizeaza un proces QEMU modificat ca si cotainer pentru eeecutie si afisarea VMurilor

6. Virtualizare hardware:

- Similar cu paravirtualizarea si virtualizarea completa: utilizeaza un hipervisor
- Disponibila numai in sistemele care ofera suport hardware pentru virtualizare:
 - Ultima genratie de procesoare de la Intel (Intel VT, aka Vanderpool) si AMD (AMD - V, aka Pacifica)
- Exemple de tehnol. Care pot sa profite de suportul hardware:
 - Sietemele bazate pe hypervisor precum Xen si VMWare ESX Server,
 - Tehnologiile la nivel de nucleu precum KVM,
- VMurile pot rula SOuri nemodificate

Care virtualizare server/masina?

- Virtualizarea bazate pe hipervizor este cea mai populara tehnica de virtualizare astazi!
 - IBM's VM operating system, VMWare's ESX Server, Parallels Workstation, Virtual Iron products, and Xen.
- Istoric, utilizarea unui hipervizor:
 - Inceputa prin mediul comercial bazat pe masina virtuala IBM's CP/CMS OS (1966),
 - Popularizat de IBM ' s VM/370 SO introdus in 1970.
 - ...
 - 2006: VMware propune Virtual Machine Interface (VMI) generica care poate tehnologiilor de virtualizare bazate pe hipervizor multiple sa utilizeze o interfata la nivel de nucleu comuna
 - VMware si Xen au cazut de acord sa lucreze la dezvoltatarea unui interfete generice numite paravirt_ops, care este in dezvoltare de catre IBM, VMware, Red Hat, si XenSource.
 - Includerea paravirt_ops intr-un nucleu pemite oricarei tehnologii de virtualizare bazata pe hipervizor sa lucreze cu un nucleu Linux de baza
 - Proiecte nucleu precum cel al KVM permit utilizatorilor sa ruleze VMuri intr-un alt SO pe baza unui hardware adecvat fara a fi necesar hipervizorul

Virtualizarea stocarii (1 / 3)

- Abstractizarea logica a stocarii fizice.
 - Existenta de multi ani:
 - Volume logice pe sisteme precum Linux sau AIX (pachete LVM, LVM2, EVMS),
 - Stocare RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks)
 - Uzual RAID + volumele logice oferite de Linux sunt limitate la utilizare numai pe sistemul la care dispozitivele sunt atasate
 - Anmite controlere RAID sunt port-duale: permite unor calculatoare multiple sa acceseze aceleasi volume si sistemele lor de fisiere prin controler
 - Sisteme de fisiere distribuite precum AFS sau GFS.
 - Combina discuri fizice intr-o grupare de stocare disponibila
 - Un volum este echivalentul logic al unei particii de disc
 - Permite o cantitate mai mare de stocare fizica sa fie disponibila sistemelor individuale
 - Permite sistemelor de fisiere existente sa creasca independent de problemele legate de legatiru simbolice si puncte de montare a dispozitvelor din retea
-

Virtualizarea stocarii (2/3)

- Utilizeaza un administartor de volume logice:
 - Utilizatorul defineste partiile disk pentru a utiliza volume logice
 - Creaza volumele logice pe dispozitivul de stocare
 - Creaza un sistem de fisiere pe volumele logice
 - Monteaza si utilizeaza acsete sisteme de fisiere ca si in cazul in care sunt create pe partitii fizice.
 - NFS, sistemul de fisiere pe retea pentru majoritatea SOurilor tip UNIX
 - Face posibila partajarea de stocare logica intre sisteme de calcul multiple
 - Realizeaza aceasta prin exportarea unui director din sistemul de fisiere pe stocarea logica
 - Tehnologiile de sisteme distribuite de fisiere precum AFS si GFS
 - Au mecanismele proprii interne pentru administrarea si crearea de volume,
 - Face posibila partajarea de sisteme de fisiere si volume logice intre sisteme de calcul multiple
 - AFS si GFS ofera mecanisme de blocare pentru sincronizarea simulatana a scrierilor la sistemele de fisiere partajate peste retea
 - Ofero acces la nivel sistem de fisiere oe volumele logice => este conceptual similar cu dispozitivele Network Attached Storage care ofera acces la fisierel acre le contin.
-

Virtualizarea stocarii (3/3)

- Storage Area Networks (SAN):
 - Suport pentru nivel bloc I/O
 - Permite sistemelor multiple sa partajeze accesul la nivel scazut la numeroase tipuri de dispozitive de stocare peste retea
 - Majoritatea SANurilor utilizeaza tehnologii scumpe, de retea de puetre inalta precum Fibre Channel & InfiniBand pentru a oferi nivele ridicate de patrundere & performata generala
 - Tehnologii mai noi:
 - Ofero mecanisme de aces mai putin costisitoare la nivel de blocal dispozitivele de stocare in retea
 - iSCSI (Internet Small Computer Systems Interface)
 - Suporta utilizarea protocolului SCSI peste TCP/IP si necesita un tip special de controler de retea network controller
 - AoE (ATA peste Ethernet)
 - Ofero acces la nivel de bloc pentru dispozitivele ATA utilizand un protocol standard de conexiune Ethernet.
 - Ambele functioneaza foarte bine peste retele cu latime de banda mare precum retelele Gigabit Ethernet.
-

Virtualizare la nivel de sistem sau sistem de operare

- Termenul descrie numeroase implementari pentru rulara unor medii de sistem multiple si logic distincte intr-o singura instanta a unui sistem de operare
- Bazat pe conceptul change root (chroot) care este disponibil in toate sistemele tip UNIX
 - La bootarea sistemului, nucleul poate utiliza sisteme de fisiere root precum cele care sunt oferite de discurile RAM initiale si pentru a incarca driverele si a efectua sarcini primare de initializare a sistemului
- Mecanismul chroot este extins in virtualizarea la nivel de sistem:
 - Permite sistemului sa porneasca servere virtuale cu propria multime de procese care se executa relativ la propriul sistem de fisiere
- Operarea pe propriile directoare
 - Previne ca serverele virtuale sa fie capabile sa acceseze fisierele altora
 - Daca un server este compromis, are acces numai la fisierele sale
- Diferentiatorul de baza intre virtualizarea serverului si cea la nivel de sistem este data de posibilitatea de rulara de diferite sisteme de operare in diferite sisteme virtuale
 - Daca toate serverele virtuale trebuie sa partajeze o singura copie a unui nucleu a unui sistem de operare => virtualizare la nivel de sistem
 - Daca servere virtuale diferite pot rula in sistem de operare diferite si versiuni diferite ale unui singur sistem de operare => virtualizare server

Solutii pentru virtualizarea la nivel de sistem

- Exemple:
 - FreeBSD – chroot; Linux VServer, FreeVPS, and OpenVZ; Solaris Zones and Containers; Virtuozzo
 - Avantaje fata de virtualizarea serverului/masinii:
 - Datorita partajarii unei singure instante a unui nucleu SO, virt. la nivel sistem este semnificativ mai simpla decat virt. serverului
 - Permite ca o singura gazda sa suporte mai multe “servere virtuale” decat numarul de VMuri care-l poate suporta
 - FreeBSD’s chroot jails, Linux - VServer, si FreeVPS sunt utilizate de mai multi ani in businesses precum ISPuri
 - Oferă fiecarui utilizator propriul server virtual in care are control complet fara compromiterea securitatii sistemului
 - Utilizata pentru *consolidarea serverului* : rulara de servere virtuale multiple pe un singur sistem hardware
 - Principalul dezavantaj:
 - O problema de nucleu sau driver poate conduce la caderea tuturor serverelor virtuale suportate de acest sistem
-

De ce virtualizare azi?

- Virtualizarea nu este un concept nou!
 - Virtualizarea este populara acum deoarece este accesibila unui grup larg de utilizatori si administratori de sisteme
 - Motive generale pentru cresterea popularitatii virtualizarii:
 - Puterea si performantele hardwareului tip x86 continua sa creasca
 - Procesoarele sunt rapide si acceseaza o memorie mare
 - Procesoarele multi-core permit mono-sistemelor sa efectueze mai multe sarcini simultan
 - Creste sansa ca hardware-ul sa fie sub-utilizat.
 - Virtualizarea ofera o modalitate excelenta de a exploata hardware-ul existent si de a reduce costurile
 - Integrarea de suport hardware pentru virtualizare in ultimele generatii de procesoare Intel si AMD, placi de baza
 - Existenta unor produse variate pentru virtualizare pentru sisteme desktop si server ce ruleaza pe sisteme tip x86 hardware.
 - Numeroase dintre acestea (like Xen) sunt open-source software
 - Virtualizarea continua sa-si dovedeasca importanta in business si mediul academic
-

Avantajele virtualizarii

1. Utilizarea mai buna a hardware-ului existent
 2. Reducere in costurile de hardware
 3. Reducerea costurilor cu infrastructura IT
 4. Sistem de administrare simplificat
 5. Recuperea rapida din esecuri
 6. Expansiunea simpla a capacitatii
 7. Suport simplu pentru aplicatii si sisteme proprietar
 8. Dezvoltare simplificata la nivel de sistem
 9. Sistem simplificat de instalare si lansare
 10. Sistem simplificat de testare a sistemelor si aplicatiilor
-

Dezavantajele virtualizarii

- Nu este solutia universala pentru toate probleme IT!
 - Nu este adecvata pentru toate scenariile
 - Introduce costuri reale si are problemele urmatoare:
 1. Punct singular de esec
 2. Probleme de partajare a serverului si performantele acestuia
 3. Congestie de retea la server
 4. Cresterea complexitatii retelei si a timpului de depanare
 5. Cresterea complexitatii administrative
-