

Universitatea “Alexandru Ioan Cuza”
Facultatea de Informatică

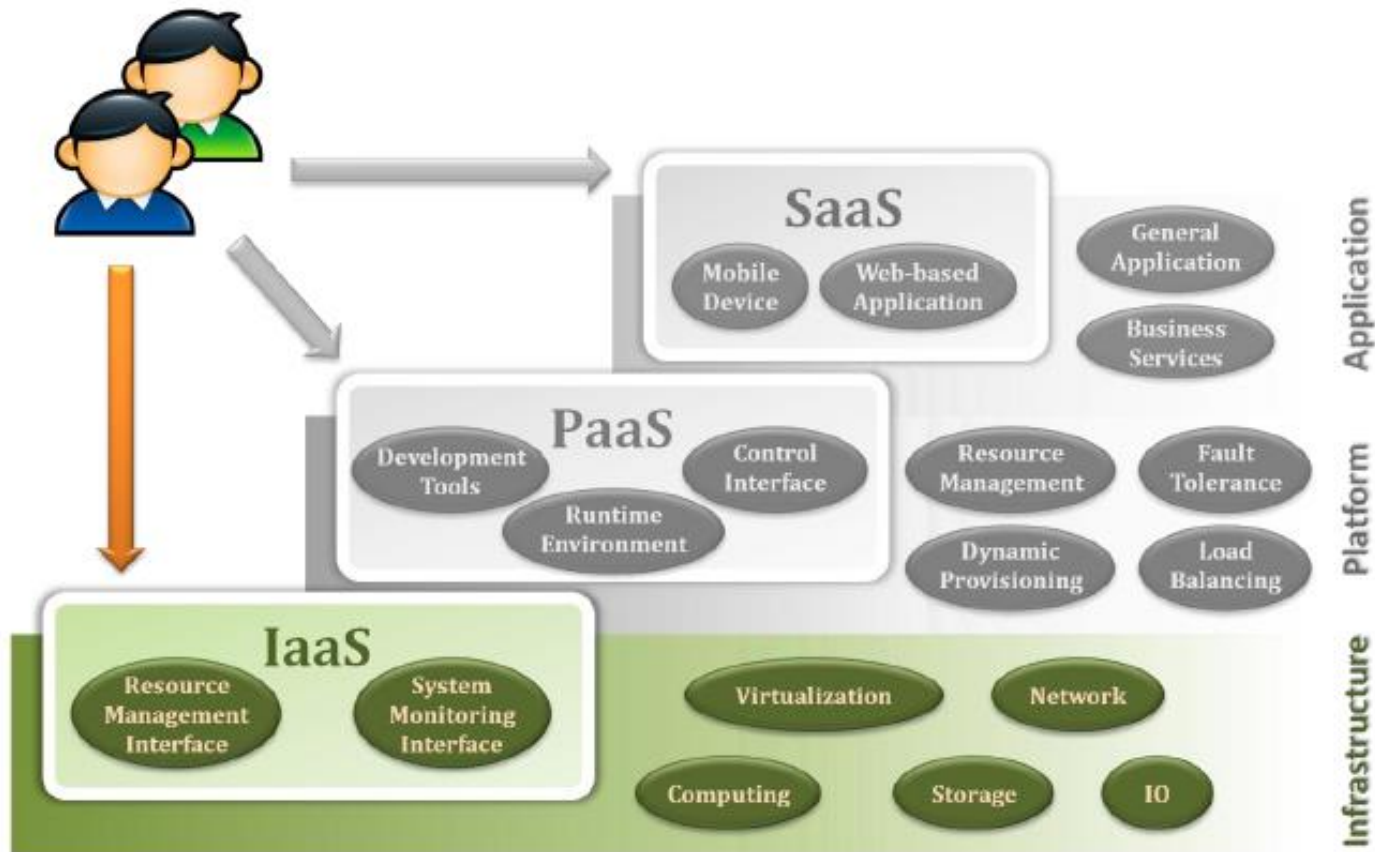
Conf. Dr. Lenuța Alboaie
adria@info.uaic.ro



Cuprins

- IaaS
 - Necesitate
 - Definitie
 - Exemplu: Eucalyptus
- Virtualizare
 - Aspecte generale
 - Concepte
 - Taxonomie
 - Exemple
- Docker
- IaaS - proprietati

Cloud Computing



- IaaS – necesitate?

Cloud Computing

Probleme pana la aparitia Cloud:

- Companiile IT investeau mult pentru cresterea capacitatii de calcul
 - Reducerea investitiei initiale
 - Reducerea cheltuielilor de capital
- Lipsa agilitatii pentru infrastructura IT
- Costuri suplimentare (ridicate) in caz de erori hardware
- ...

Pentru utilizatorul final:

- Reducerea nevoii de putere de calcul locala
- Reducerea nevoii de stocare locala
- Un numar crescut de *Thin clients*
- ...

Cloud Computing

Solutii?

- Solutie tip outsourcing
 - “Cineva” face managementul cererii mele de calcul sau de stocare
 - “Cineva” imi ofera aceste resurse oricand
 - “Cineva” se ocupa de nivelul hardware
 - “Cineva” se ocupa de performanta
 - “Cineva” ...

Cloud Computing

Solutia: IaaS – Infrastructure as a Service

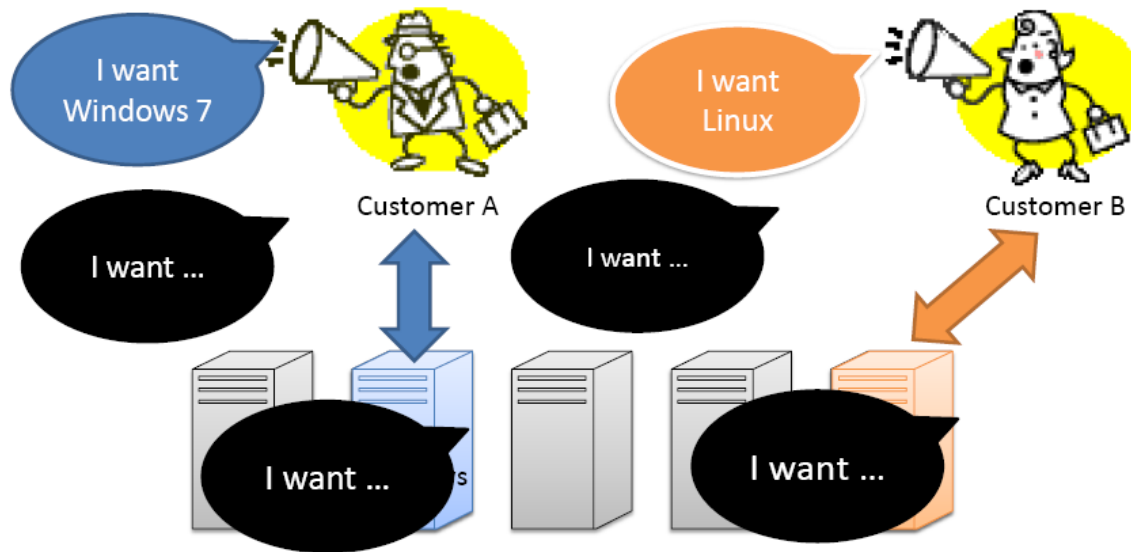
- Furnizorul de IaaS
 - Are grija de aspecte ce tin de complexitatea infrastructurii IT
 - Furnizeaza functionalitatile aferente infrastructurii
 - Garanteaza serviciile aferente infrastructurii furnizate
 - Calculeaza un pret raportat la resursele utilizate
 - ...

Cum?

Cloud Computing

Sa ne imaginam: suntem un furnizor de IaaS – Infrastructure as a Service

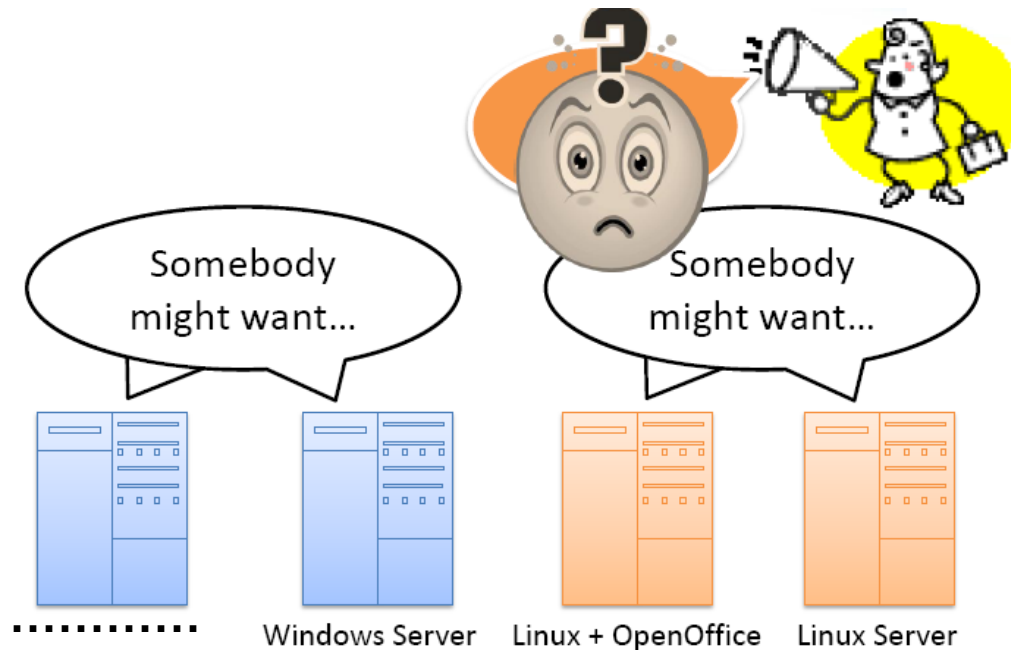
- 🤔 – Clienti:
- Cer sisteme de operare diferite
 - Cer sisteme de stocare diferite
 - Cer latime de banda diferita
 - Cererile lor se modifica din moment in moment
- *Strategie 1*: Alocarea cate unei masini fizice pentru fiecare client ?



Cloud Computing

Sa ne imaginam: suntem un furnizor de IaaS – Infrastructure as a Service

- Strategie 2: Pregatirea unei “pool of machines” pre-instalate pentru diverse potentiale cereri



-Alta strategie?

Virtualizare

Before virtualization:



2x purchase
2x maintenance
2x depreciation
2x floor space
2x energy usage

[Cloud Computing
Virtualization
Specialist Complete]

after virtualization:



1 x purchase
1 x maintenance
1 x depreciation
1 x floor space
1 x energy usage
⇒ better utilization

▪ Cresterea utilizarii resurselor (de calcul, de stocare, de retea)

- utilizarea capacitatii unui server 6%-20%
- cu virtualizare => utilizarea CPU > 65%

▪ Management redus si cost redus

▪ Imbunatatirea flexibilitatii afacerii

▪ Securitate imbunatatita si perioada de nefunctionare redusa

- Greening initiatives

“A cloud’s servers need to be virtualized”

Cloud Computing

IaaS furnizeaza infrastructura pentru utilizatorul de cloud ca serviciu, ce ofera un mediu virtualizat

Virtualizarea reprezinta tehnicile care asigura crearea unei nivel abstract reprezentat de resurse logice, bazandu-se in spate pe resursele fizice

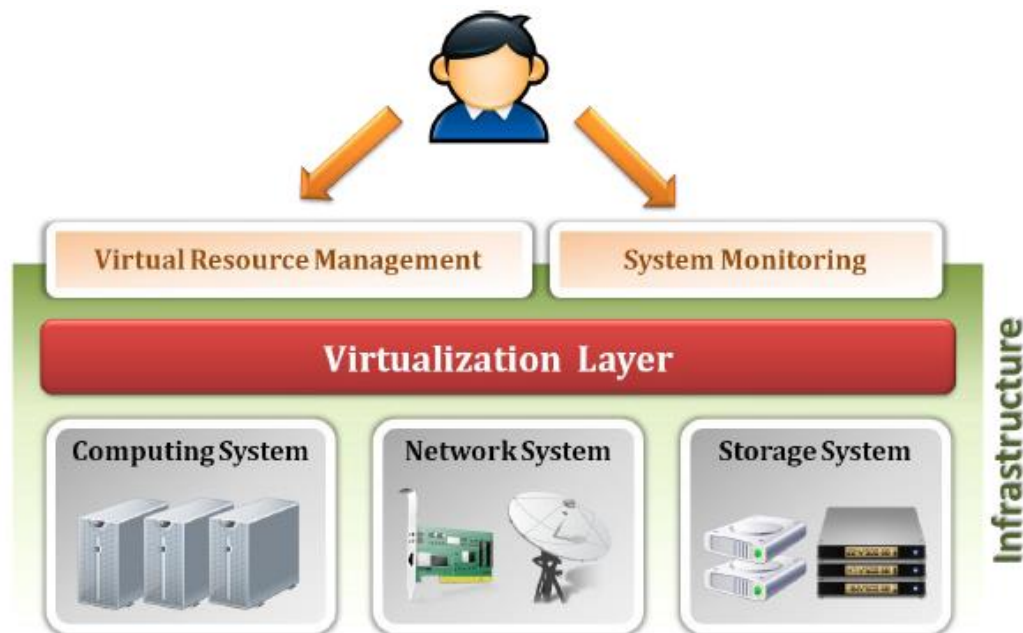
Tehnicile de virtualizare vor fi utilizate pentru:

- Resurse computationale
 - Tehnici pentru *Virtual Machine*
- Resurse de stocare
 - Tehnici de *Virtual Storage*
- Resurse de comunicare
 - Tehnici pentru *Virtual Network*

Virtualizare | Imagine generala

Ce este virtualizarea?

- Procesul de a crea o versiune virtuala a unui sistem de operare, server, mecanism de stocare sau mecanism de comunicare
- Caracteristicile fizice ale resursei fizice sunt ascunse de utilizatori, acestia vad o resursa abstracta

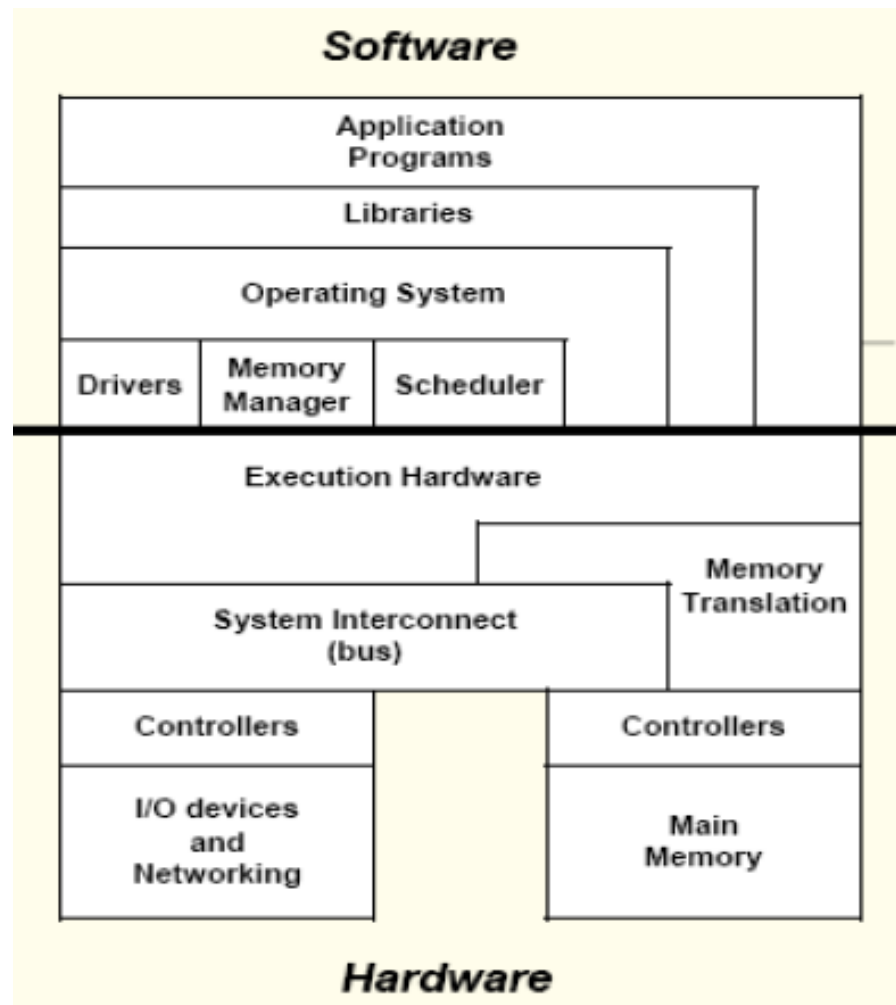


Virtualizare | Imagine generala

- Virtualizarea nu este o idee noua, si a fost adoptata la mai multe niveluri
- Conceptul de *virtual memory* (1962)
 - Desi locatia fizica a datelor e imprastiata in RAM si HDD, procesul de memorie virtuala creaza senzatia stocarii continue si in ordine
 - Elimina grijile programatorilor privind limitele memoriei fizice
- In anii 60 *mainframe*-urile IBM foloseau *time-sharing virtualization*

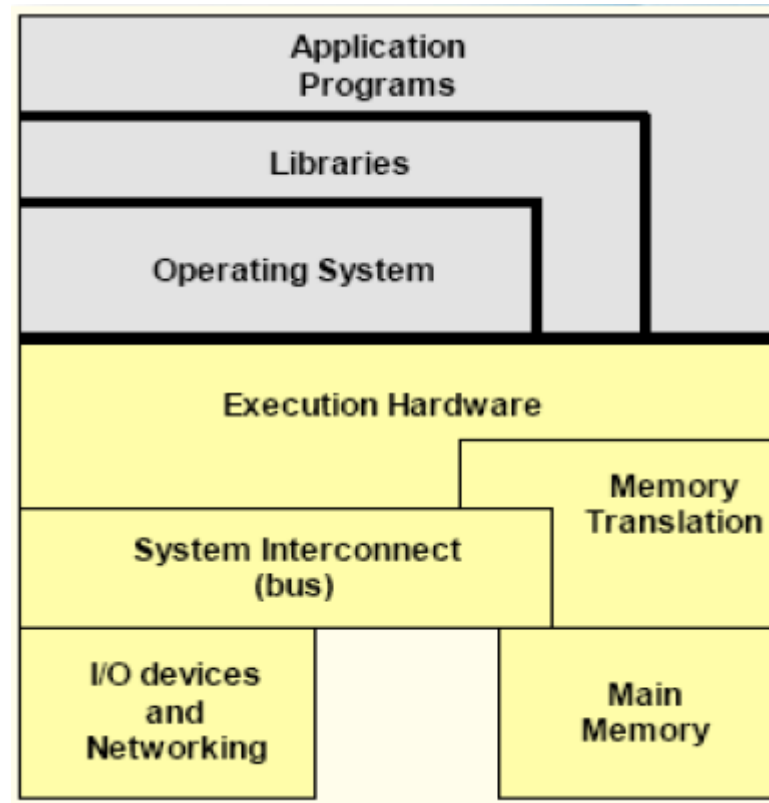
Virtualizare | Imagine generala

- Abstractizarea unui sistem computational:
 - Fiecare nivel este abstractizat si ascunde detaliile nivelelor de mai jos
 - Foloseste functiile nivelului inferior si ofera o abstractie nivelului superior
- Exemplu: fisierele sunt o abstractie a unui disk



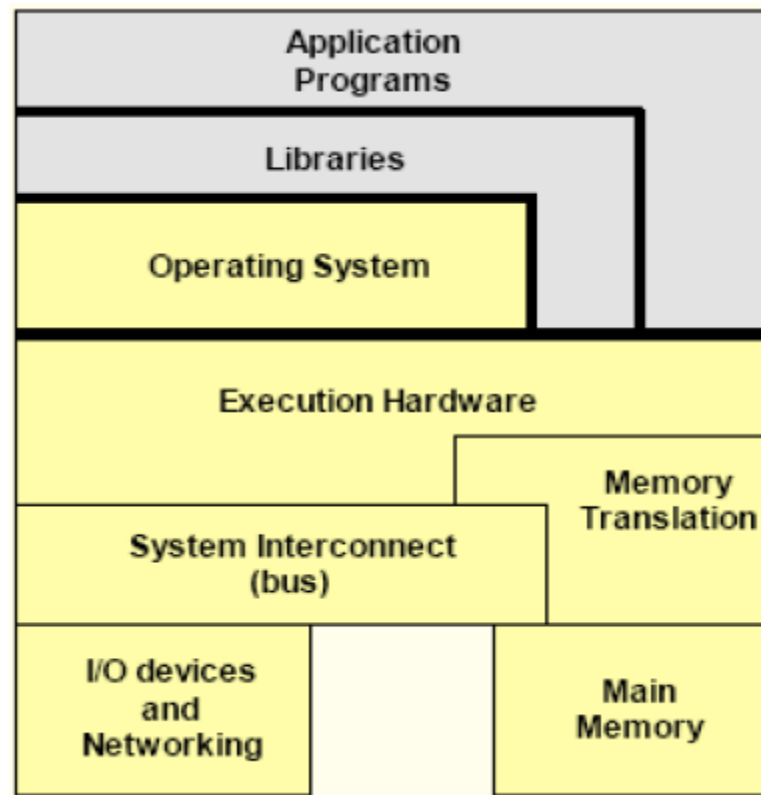
Virtualizare | Imagine generala

- Abstractizarea la nivelul masina
 - Pentru dezvoltatori o masina este definita de ISA (Instruction Set Architecture)
 - Diviziunea dintre hardware si software
 - Exemple:
 - X86 (bazat pe Intel 8086 CPU)
 - MIPS (Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages)
 - ARM



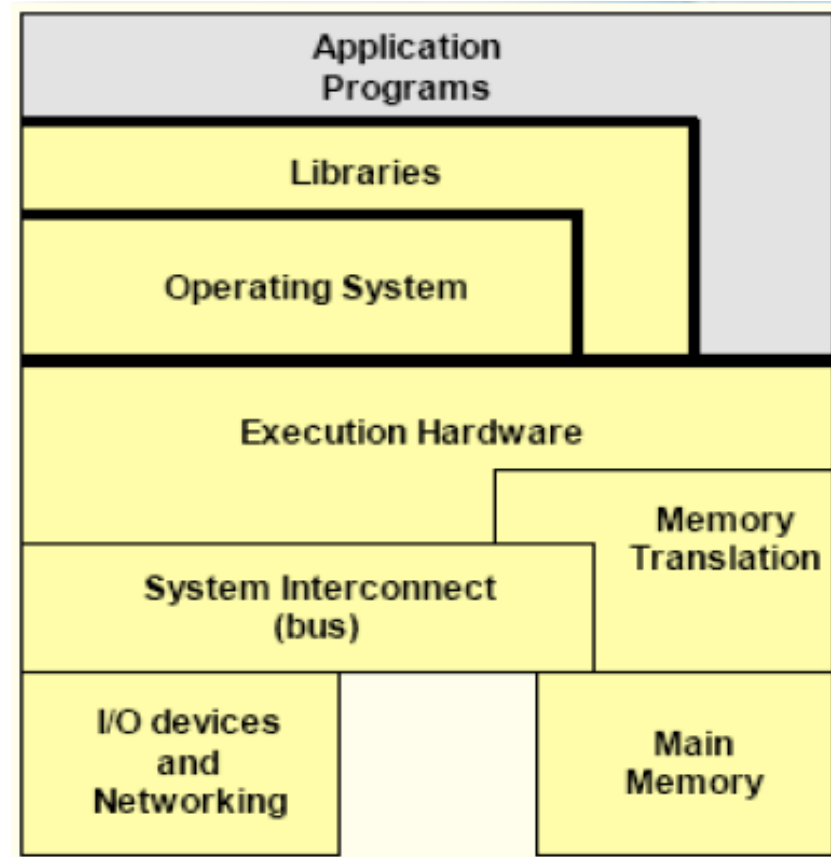
Virtualizare | Imagine generala

- Abstractizarea la nivelul sistemului de operare (OS)
 - Pentru dezvoltatorii de biblioteci, o masina este reprezentata de ABI (*Application Binary Interface*) – o interfata OS care poate fi folosita la nivelul superior
 - Exemple:
 - Utilizare ISA
 - Apeluri de sistem OS



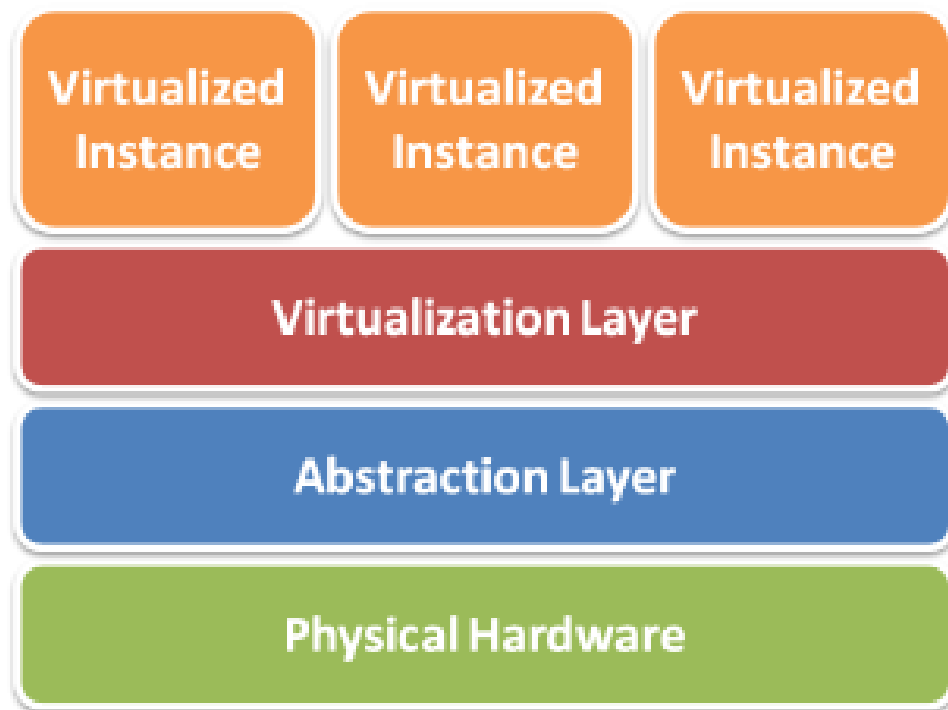
Virtualizare | Imagine generala

- Abstractizarea la nivelul bibliotecilor
 - Pentru dezvoltatorii de aplicatii, o masina este definita de un API (Application Programming Interface)
 - Exemple:
 - Utilizare ISA
 - Librarii grafice
 - Librarii C standard



Virtualizare | Imagine generala

- Conceptul de virtualizare este peste tot
- In IaaS virtualizarea o intalnim la nivelul tuturor dispozitivelor fizice
 - Server, Stocare, Retea



Virtualizare

- Terminologie
 - **VM (Virtual Machine)** – este softul care implementeaza functionalitatile unei masini, si care permite executarea programelor
 - **Host** (Target) – mediul primar care va fi tinta virtualizarii
 - **Guest** (Sursa) – mediul virtualizat care va fi sursa virtualizarii
 - **Emulare**
 - Simularea unui mediu independent in care *guest ISA* si *host ISA* sunt diferite
 - Exemplu: Emularea unei arhitecturi x86 pe o platforma ARM
 - **Virtualizare**
 - Simularea unui mediu independent in care *guest ISA* si *host ISA* sunt la fel
 - Exemplu: Virtualizarea pe o arhitectura x86 a unor instante multiple

Virtualizare

- Emulare

- Furnizeaza o metoda care permite sub(sistemelor) sa ofere aceleasi interfata si caracteristici ca altele



- Virtualizarea poate fi privita ca un caz special de emulare (multiple tehnici de virtualizare au fost mostenite pe baza tehnicilor de emulare)



Virtualizare

- Taxonomie

	System Virtual Machine	Process Virtual Machine
<i>Emulation</i>	<i>Transmeta Crusoe</i> (Emulate x86 on VLIW cpu)	<i>Multi-processing system</i>
<i>Virtualization</i>	XEN, KVM, VMWare (x86 virtualization software)	<i>JVM, Microsoft CLI</i> (High level language virtualization)

Techniques utilized in IaaS

Virtualizare

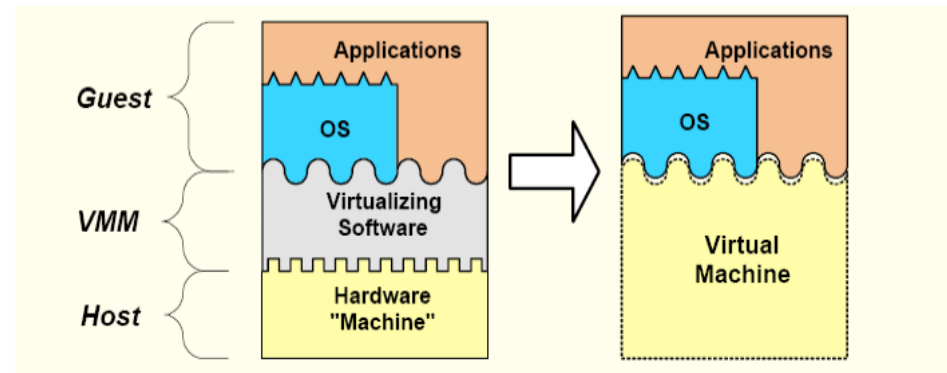
- Taxonomie

	System Virtual Machine	Process Virtual Machine
<i>Emulation</i>	<i>Transmeta Crusoe</i> (<i>Emulate x86 on VLIW cpu</i>)	<i>Multi-processing system</i>
<i>Virtualization</i>	<i>XEN, KVM, VMWare</i> (<i>x86 virtualization software</i>)	<i>JVM, Microsoft CLI</i> (<i>High level language virtualization</i>)

Techniques utilized in IaaS

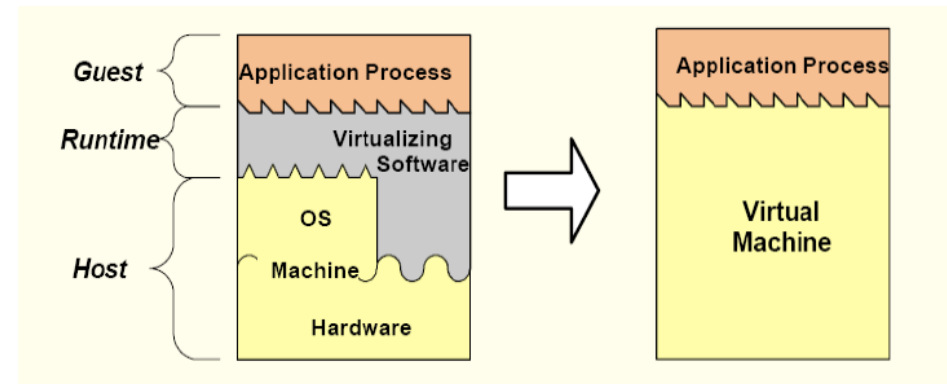
- *System Virtual Machine*

- Furnizeaza intregul sistem de operare pe un host ISA diferit sau la fel
- Construit la nivelul ISA



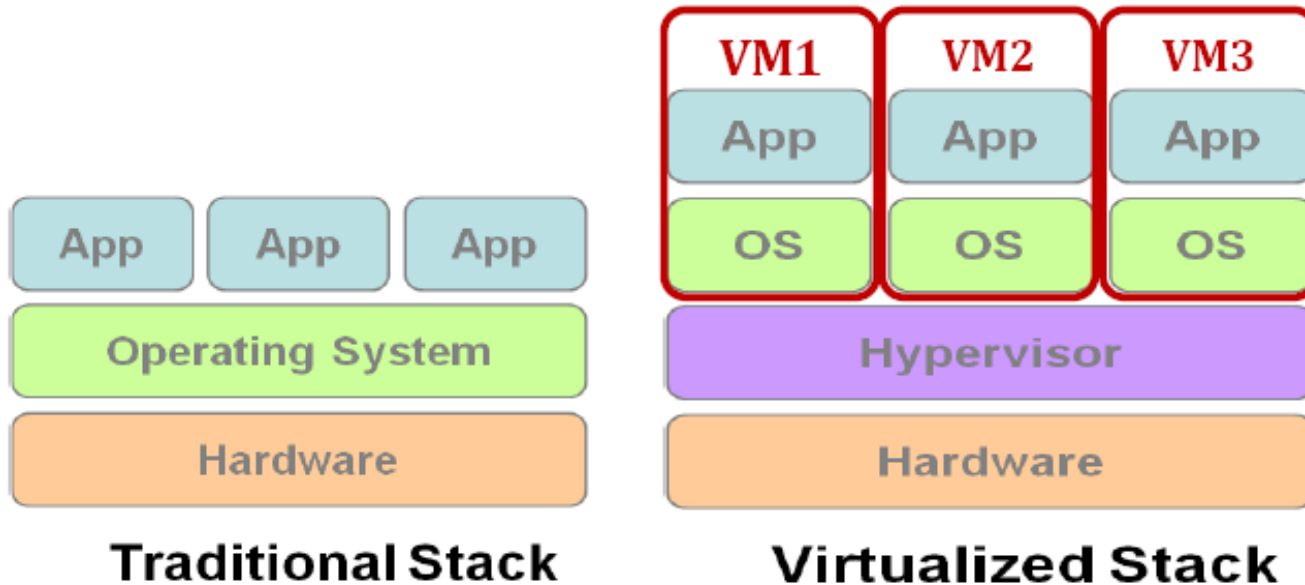
- *Process Virtual Machine*

- De obicei executa aplicatiile *guest* cu un ISA diferit de *host*
- Cuplare la nivelul ABI (Application Binary Interface) via unui *runtime system*



Virtualizare

- VMM (Virtual Machine Monitor) sau Hypervisor este nivelul software ce furnizeaza virtualizarea



- Proprietati (conform Popek si Goldberg), VMM trebuie sa respecte trei proprietati:
 - Echivalenta (~ la fel ca masina reala)
 - Controlul resurselor (~control total)
 - Randament (~executie nativa)

Virtualizare

Tipuri de virtualizare:

- ***Bare metal***

- VMM (**Virtual Machine Monitor**) ruleaza direct pe hardware-ul *host*-ului si are rol de control hardware si de monitorizare a sistemelor de operare *guest*

- ***Hosted***

- VMMs (**Virtual Machine Monitors**) sunt aplicatii software rulant in cadrul unui sistem de operare conventional

Abordari ale virtualizarii:

- ***Full-Virtualization***

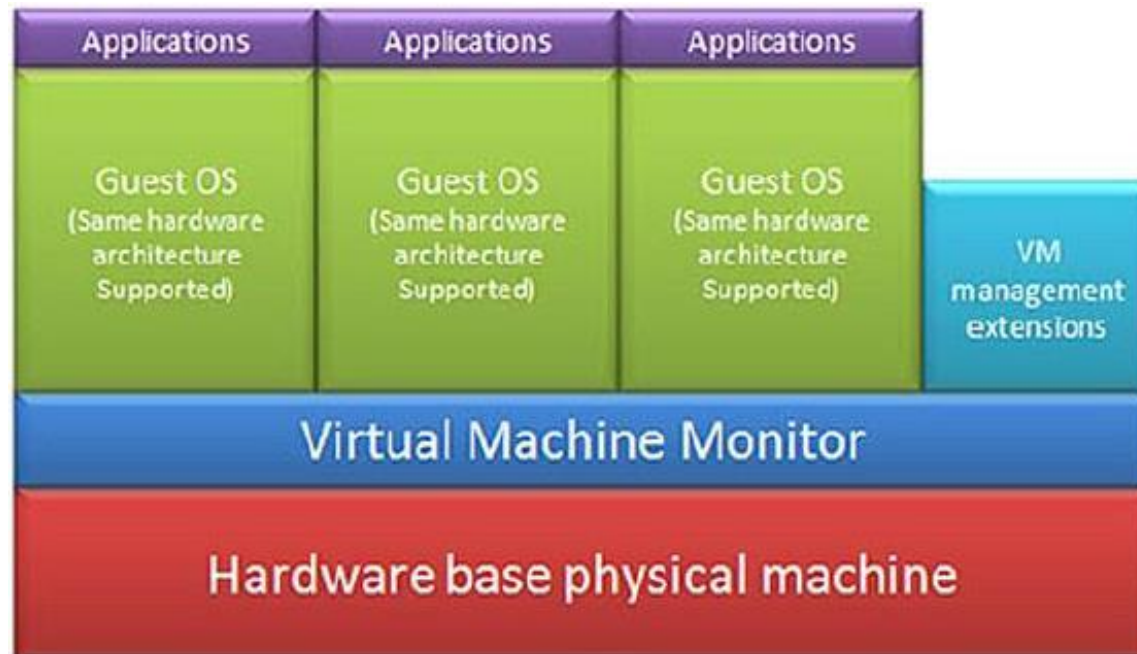
- VMM simuleaza suficient hardware ca sa permita un *OS guest* nemodificat

- ***Para-Virtualization***

- VMM nu simuleaza nivelul hardware, ci in loc ofera un API special care poate fi folosit doar de un *OS guest* modificat

Virtualizare

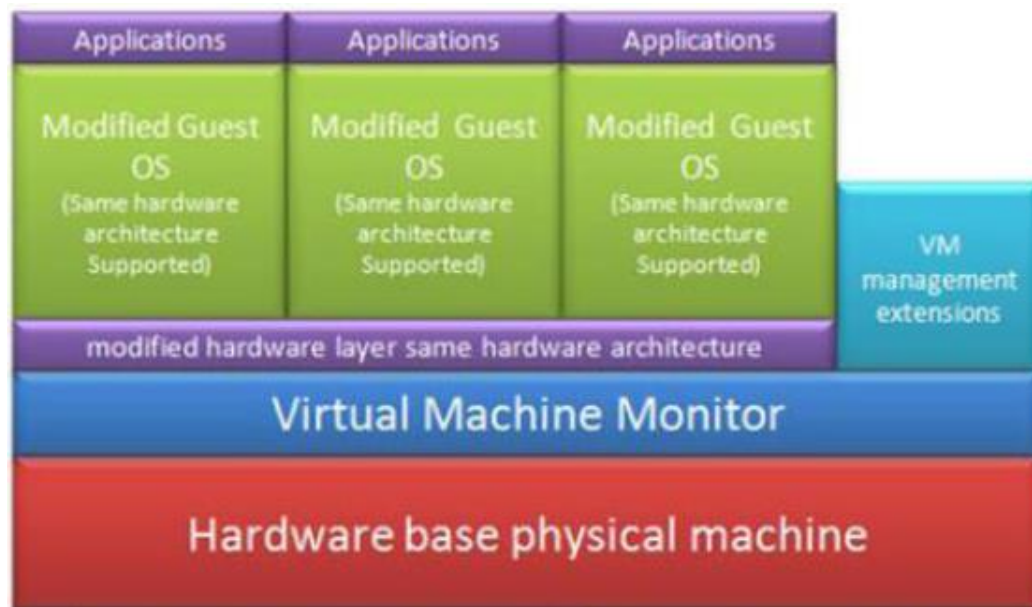
- **Full-Virtualization**



- Avantaje: Nu este necesara modificarea *OS guest*
- Dezavantaje: Performante mai scazute

Virtualizare

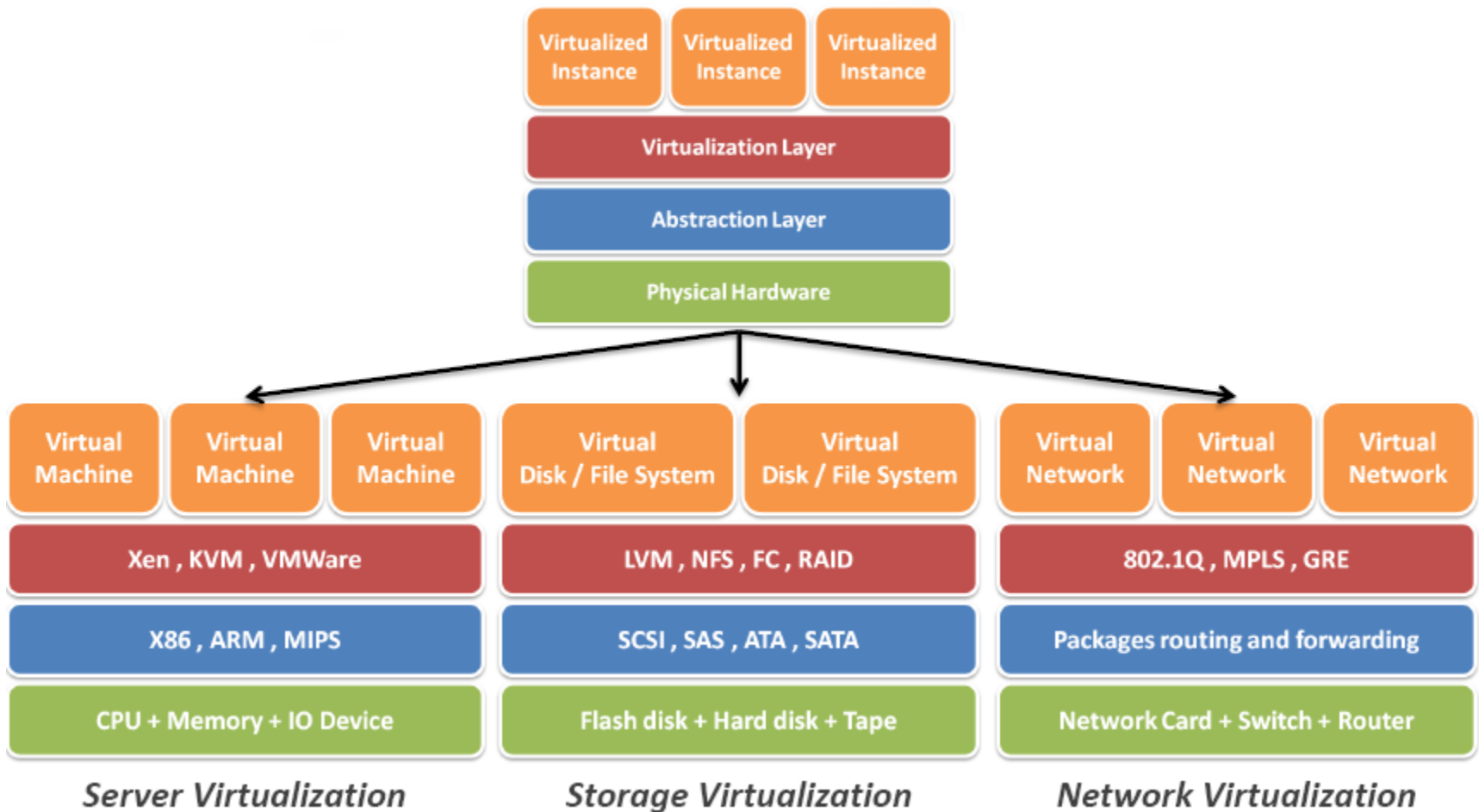
- ***Para-Virtualization***



- Avantaje: performante ridicate
- Dezavantaje: necesita modificari la nivelul *OS guest*

Virtualizare

Tehnici de virtualizare



Virtualizare

Exemple:

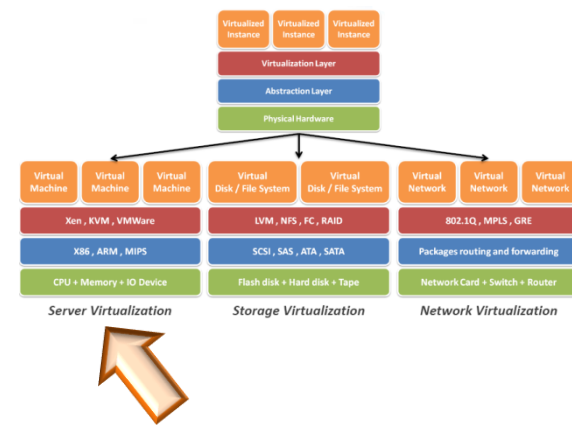
Xen

- Dezvoltat initial la universitatea din Cambridge
- Din 2010, Xen – GNU General Public Licence (GPLv2)

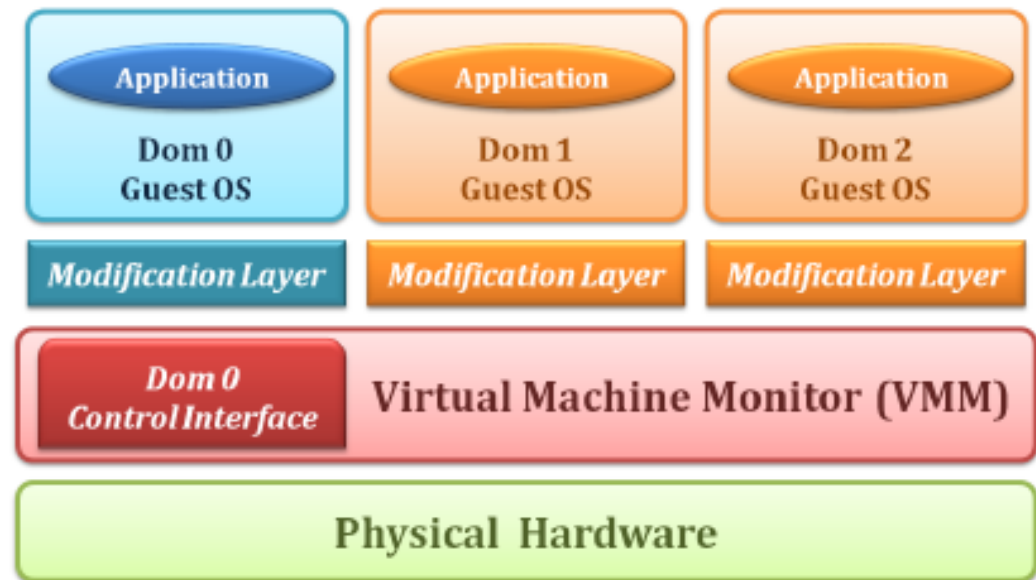
Bare metal

Para-Virtualization

- Intel si AMD au contribuit la suportul Xen



Xen Virtualization



Virtualizare

Exemple:

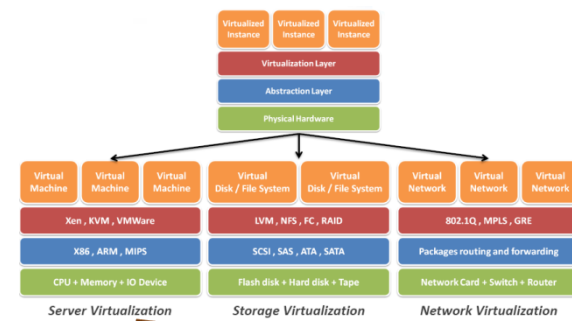
KVM (Kernel-based Virtual Machine)

- O infrastructura de virtualizare pentru kernel linux (modul kvm.ko - nucleul virtualizarii infrastructurii, kvm-intel.ko/kvm-amd.ko – module specific per procesor)
- Din 2010, KVM suporta virtualizarea nativa folosind AMD-V sau Intel VT-x

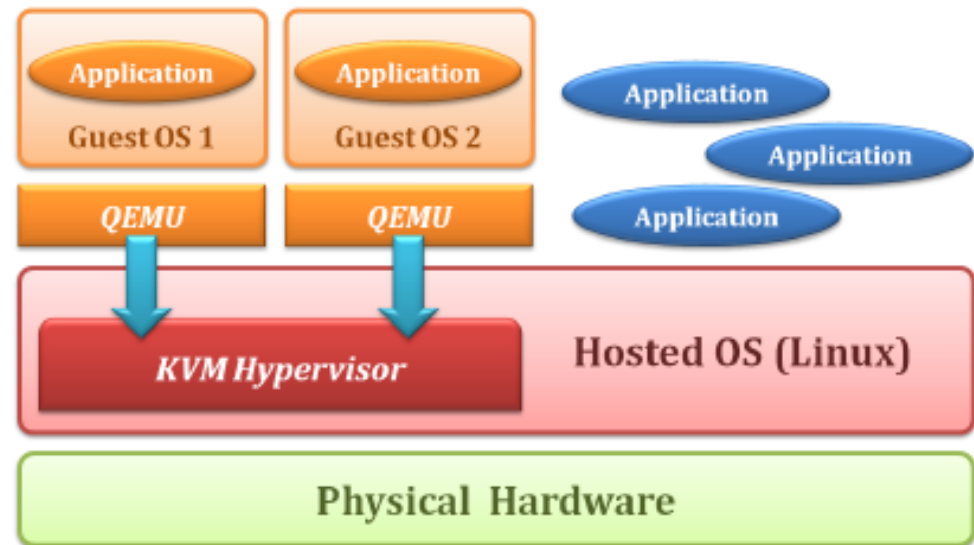
Hosted

Full-Virtualization

- **Ubuntu** (Server Edition) ofera KVM (Kernel-based virtual machine);
 - KVM poate lucra cu tehnologiile de virtualizare hardware de la AMD si Intel => proces de virtualizare eficient
 - KVM, implementat in kernelul SO poate rula masini virtuale multiple ce pot contine o mare varietate de SO (Linux Windows)



KVM + QEMU Virtualization



Virtualizare

VMware

- Companie fondată în 1998, Palo Alto, California
- Detinută de EMC Corporation
- Implementează virtualizare *bare-metal* sau *hosted*

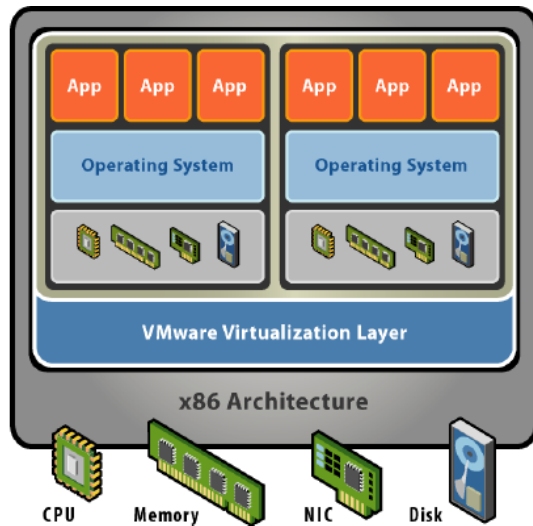


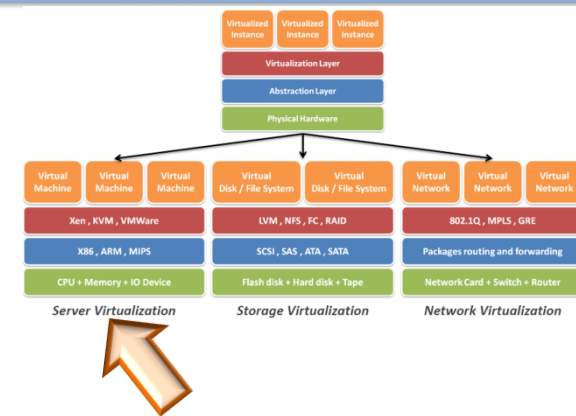
Figura. Arhitectura unei mașini virtuale folosind VMware pe o arhitectură X86

- 1999 VMware a introdus prima aplicație de virtualizare pentru sistemele X86

[Cloud Computing
Virtualization
Specialist Complete]

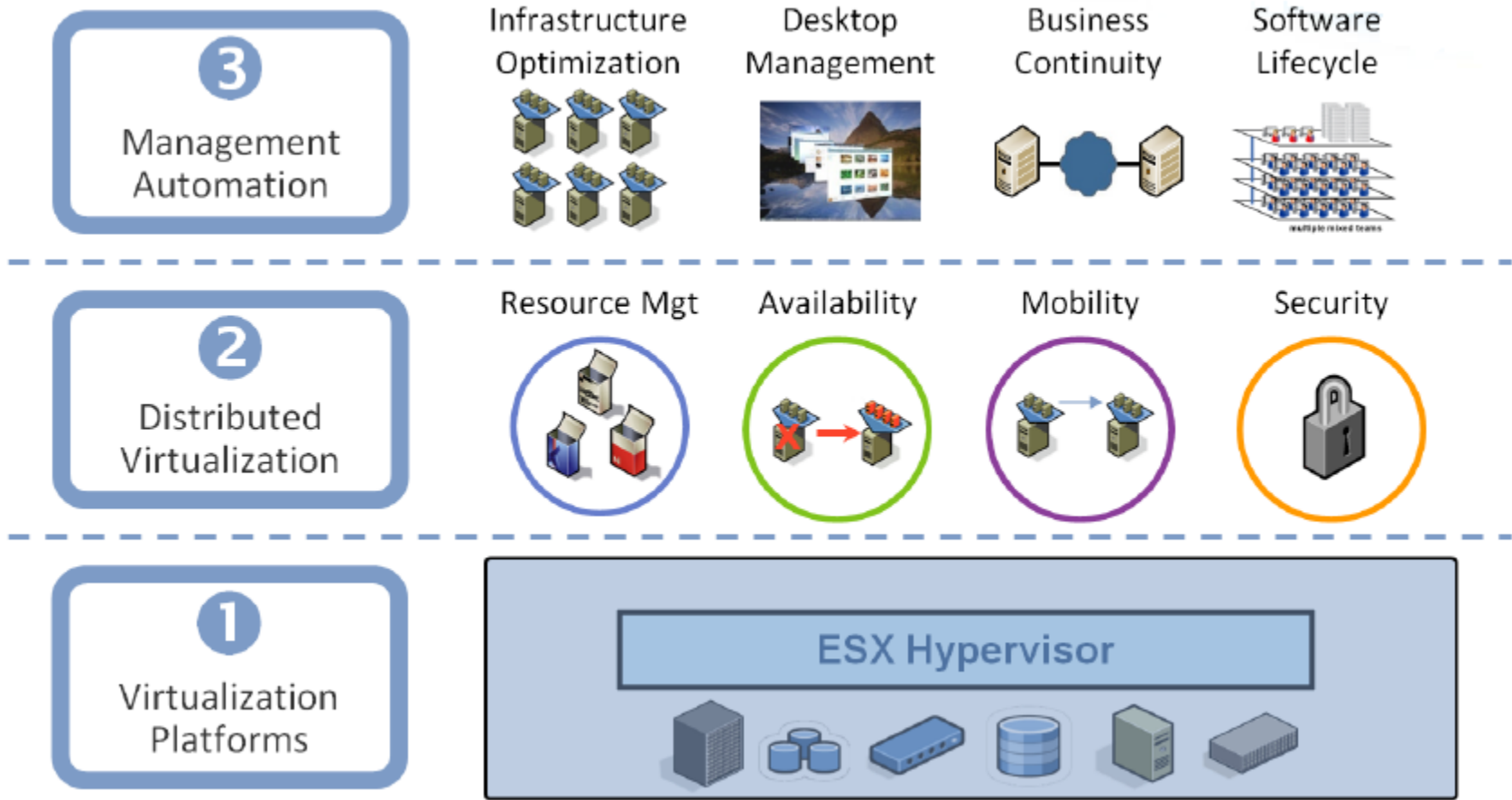
– Proprietăți de bază:

- Separarea OS și hardware => eliminarea dependențelor hardware
- OS și App constituie o unitate -> încapsulare
- Izolarea erorilor sau a problemelor de securitate
- Mediul HW independent poate fi furnizat oriunde
- Flexibilitatea în alegerea OS-ului potrivit aplicației necesare



Virtualizare

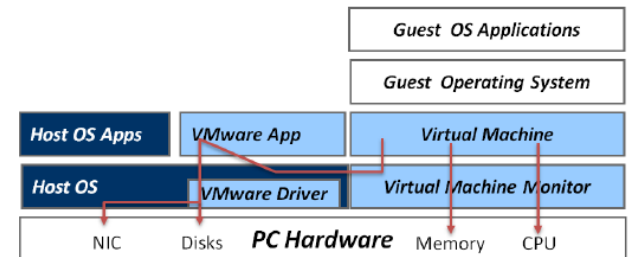
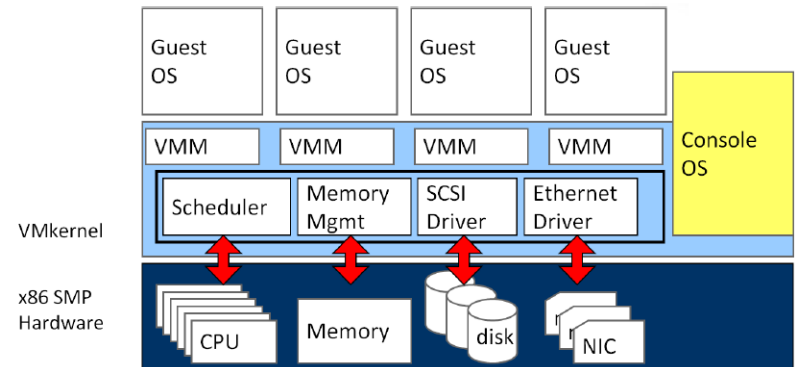
VMWare – Stiva de virtualizare



Virtualizare

VMware

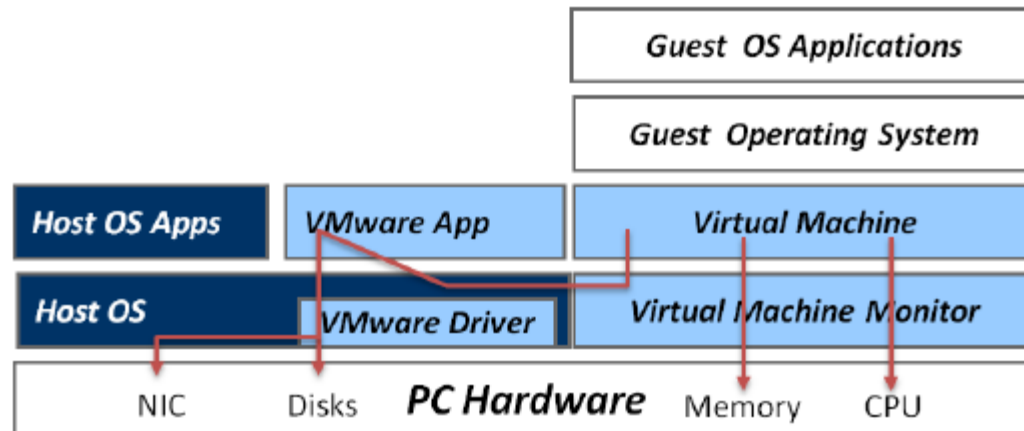
- Editii desktop (VMware Workstation, VMWare Fusion, VMWare Player) – necesita un SO pe care sa fie instalate
- Editii server
 - VMware ESX Server, VMware ESXi
 - solutii de virtualizare *bare metal*
 - asigura performante ridicate
 - VMWare GSX Server



Virtualizare

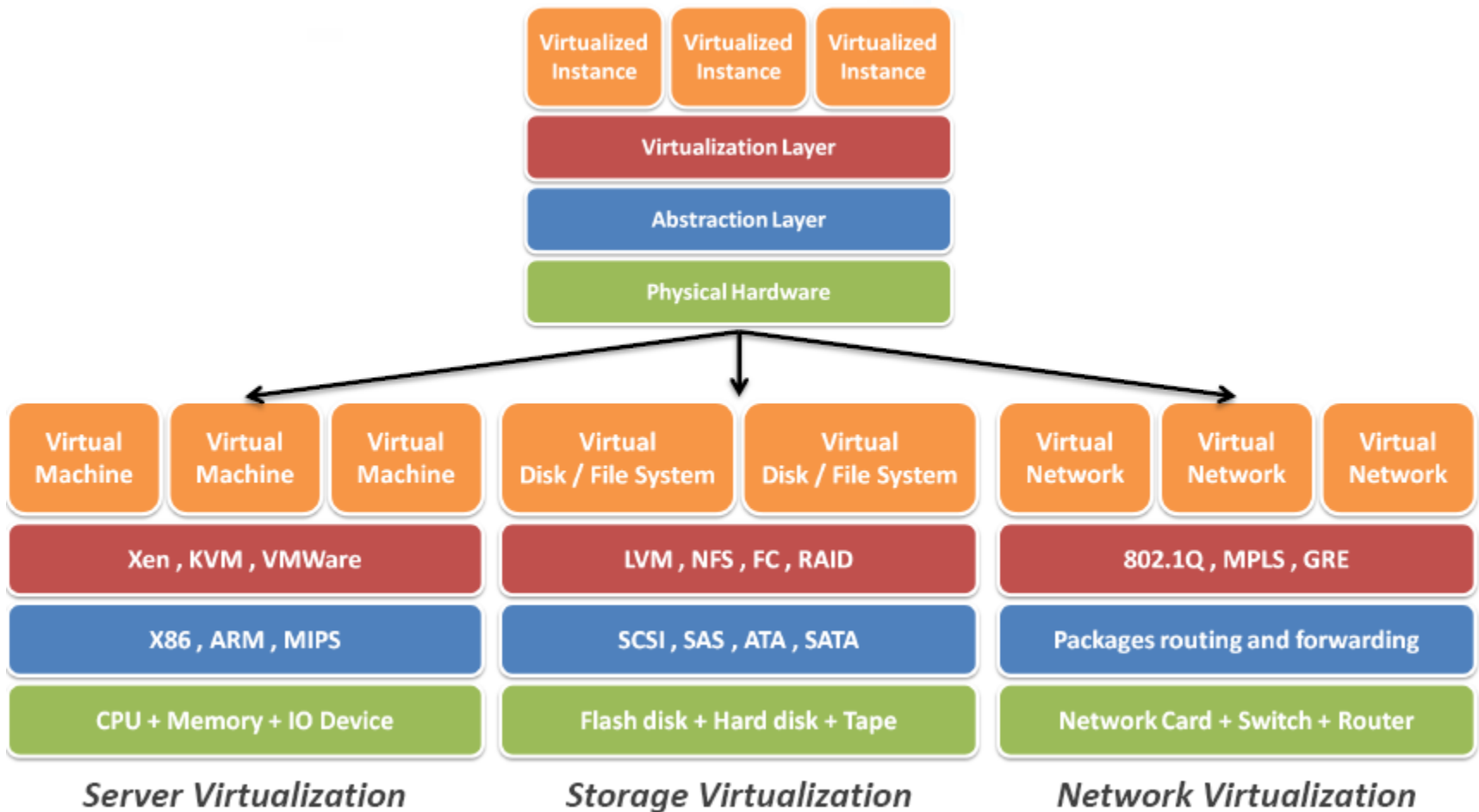
VMware

- GSX Server
 - Host Mode – VMWare se comporta ca o aplicatie, si utilizeaza host-ul pentru accesarea dispozitivelor: HDD, NIC,...
 - VMM Mode – permite fiecarui *OS guest* sa acceseze direct procesorul (*direct execution*)
 - => VMWare ofera
 - Viteza de executie nativa
 - Suport pentru o gama larga de dispozitive



Virtualizare

Tehnici de virtualizare

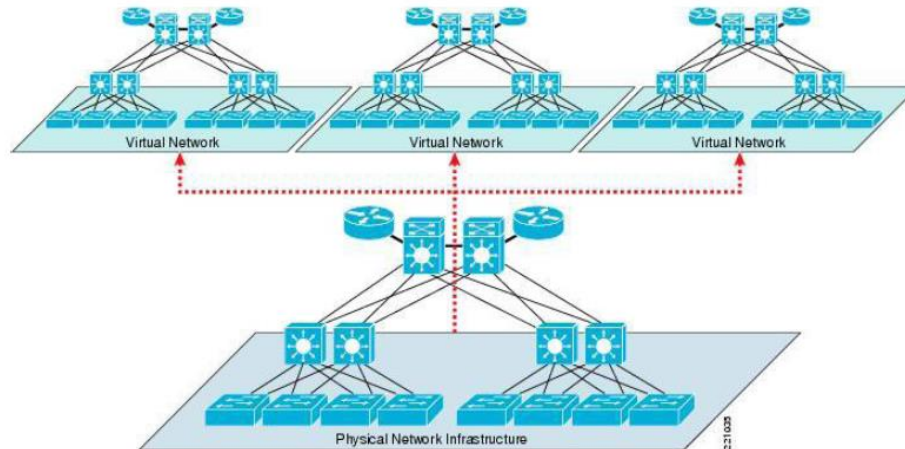


Virtualizare

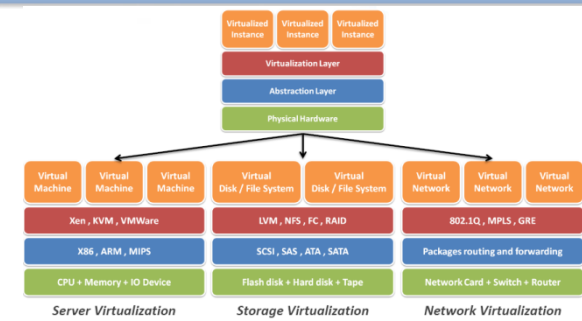
Storage Virtualization (curs master -> Programare concurenta si distribuita)

Network virtualization

- Procesul prin care sunt puse impreuna resurse hardware, software si de retea intr-o entitate unica, preponderent software -> *virtual network*



- Implementari:
 - 802.1Q – implementeaza *data-path virtualization* de la hop la hop
 - MPLS (Multiprotocol Label Switch) – implementeaza nivelul de virtualizare pentru switch si router
 - GRE (Generic Routing Encapsulation) – implementeaza virtualizarea intre o mare varietate de retele cu diverse tehnici *de tunneling*



Virtualizare

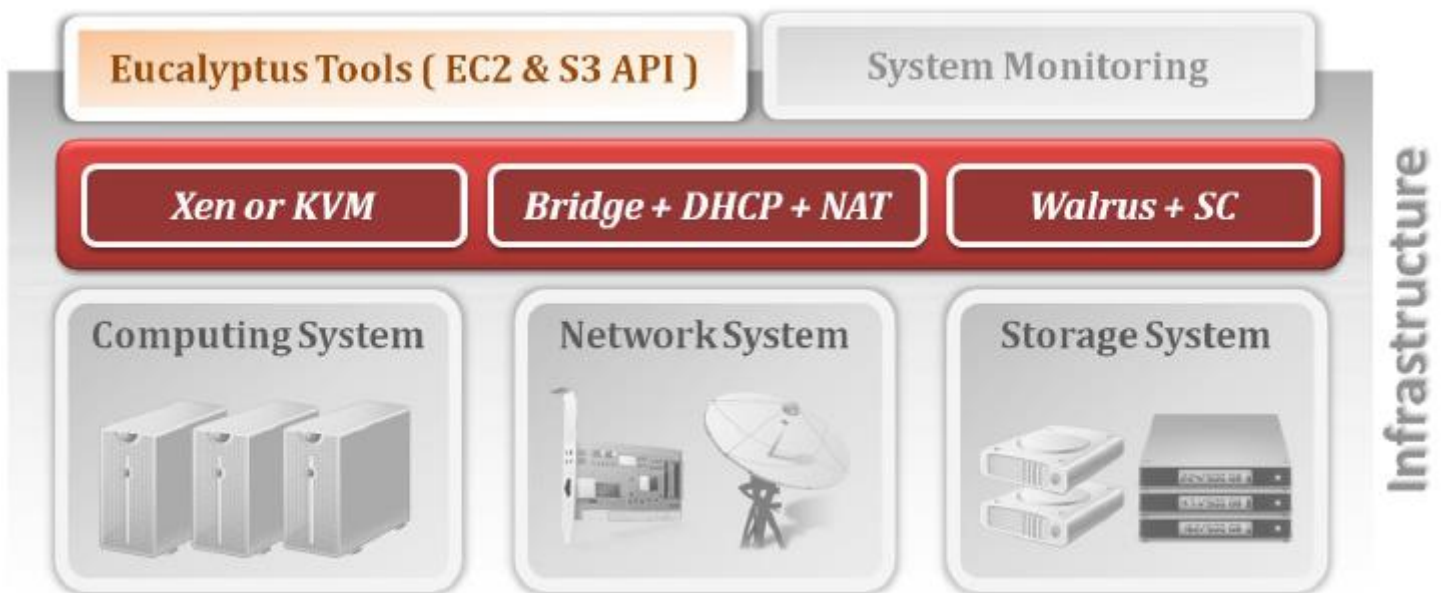
Network virtualization

- Doua categorii:
 - Virtualizare - externa
 - Sunt puse impreuna mai multe retele, sau parti de retele intr-o unitate virtuala
 - Mecanism:
 - Nivel 1: rareori este implicate virtualizarea la acest nivel
 - Nivel 2: modificarea pachetelor care contin adresele MAC; Ex. VLAN
 - Nivel 3: utilizarea diverselor tehnici de tunneling Ex: VPN
 - Nivelele superioare: crearea de retele acoperitoare pentru diverse aplicatii Ex: P2P
 - Virtualizare - interna
 - Mecanism
 - Nivel 1: Hypervizorul nu are nevoie sa emuleze nivelul fizic
 - Nivel 2: Sunt implementate in hypervisor dispozitivele de nivel 2 (e.g. switch, bridge)
 - Nivel 3: Sunt implementate in hypervisor dispozitivele de nivel 3 (e.g. routerele)
 - Nivelele superioare: virtualizarea este implementata in guest OS

Virtualizare

IaaS – studiu de caz

Eucalyptus - *“Elastic Utility Computing Architecture for Linking Your Programs to Useful Systems”*



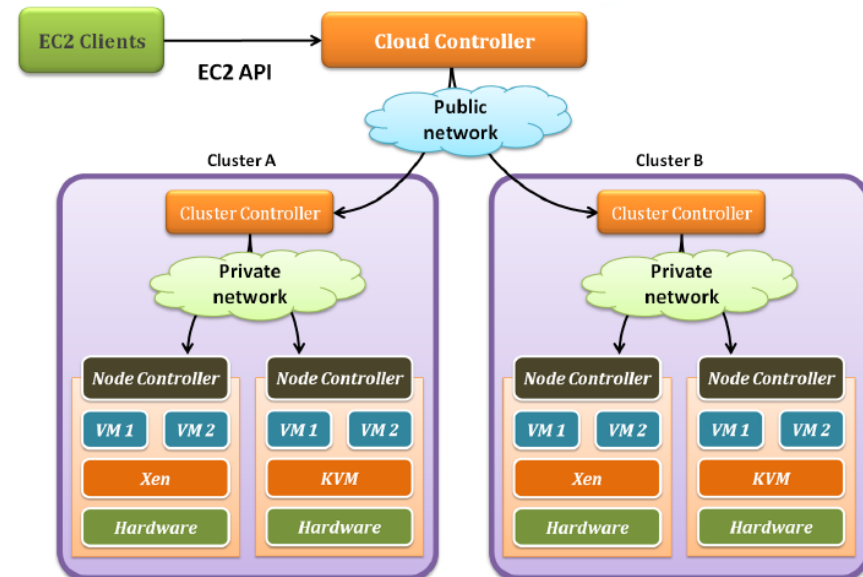
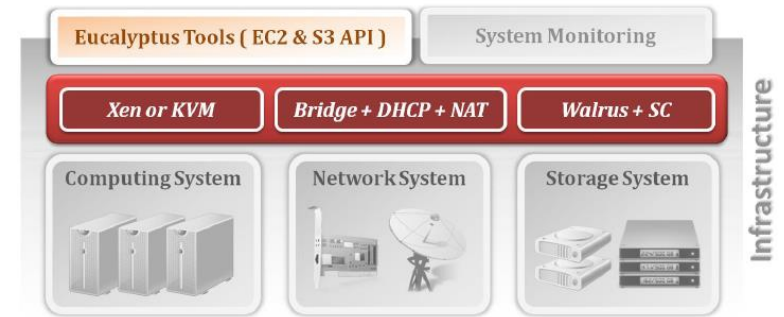
Virtualizare

IaaS – studiu de caz: Eucalyptus

Server Virtualization

Componente:

- CLC (Cloud Controller) – deserializeaza cererea utilizatorilor catre clustere
- CC (Cluster Controller) – hotaraste necesarul de resurse pentru masina virtuala
- NC (Node Controller) – ruleaza masinile virtuale utilizator



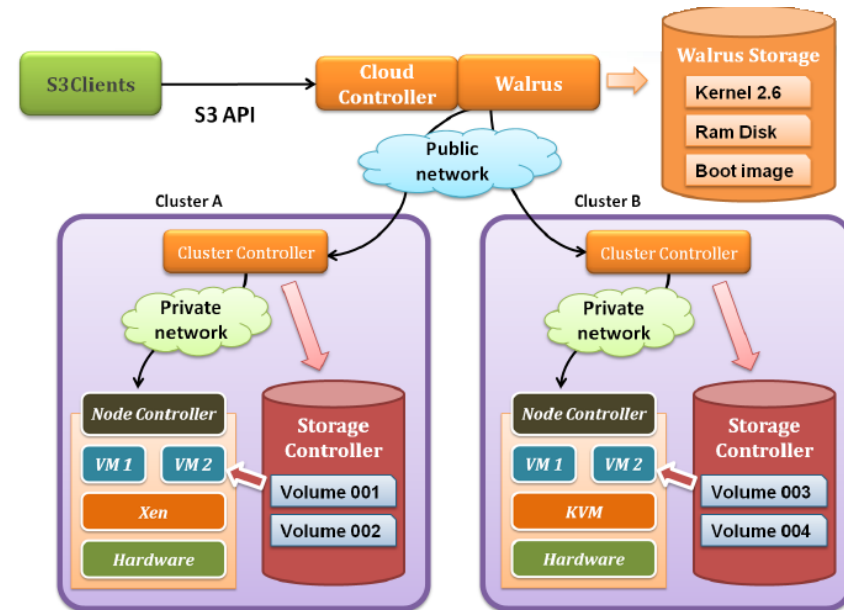
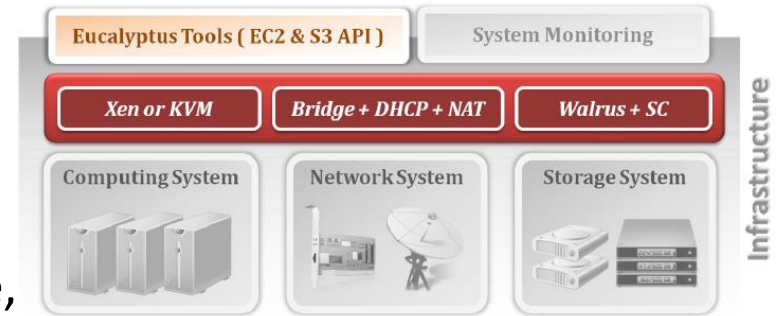
Virtualizare

IaaS – studiu de caz: Eucalyptus

Storage Virtualization

Componente:

- Walrus (compatibil cu S3) – stocheaza imaginile, pentru bootarea VM
- Storage Controller
 - Stocheaza in principal volume logice create de utilizator, ce pot fi atasate la run-time masinilor virtuale specificate
 - Fiecare SC din cluster, este controlat de CC, si fiecare VM poate utiliza aceste volume logice prin intermediul retelei

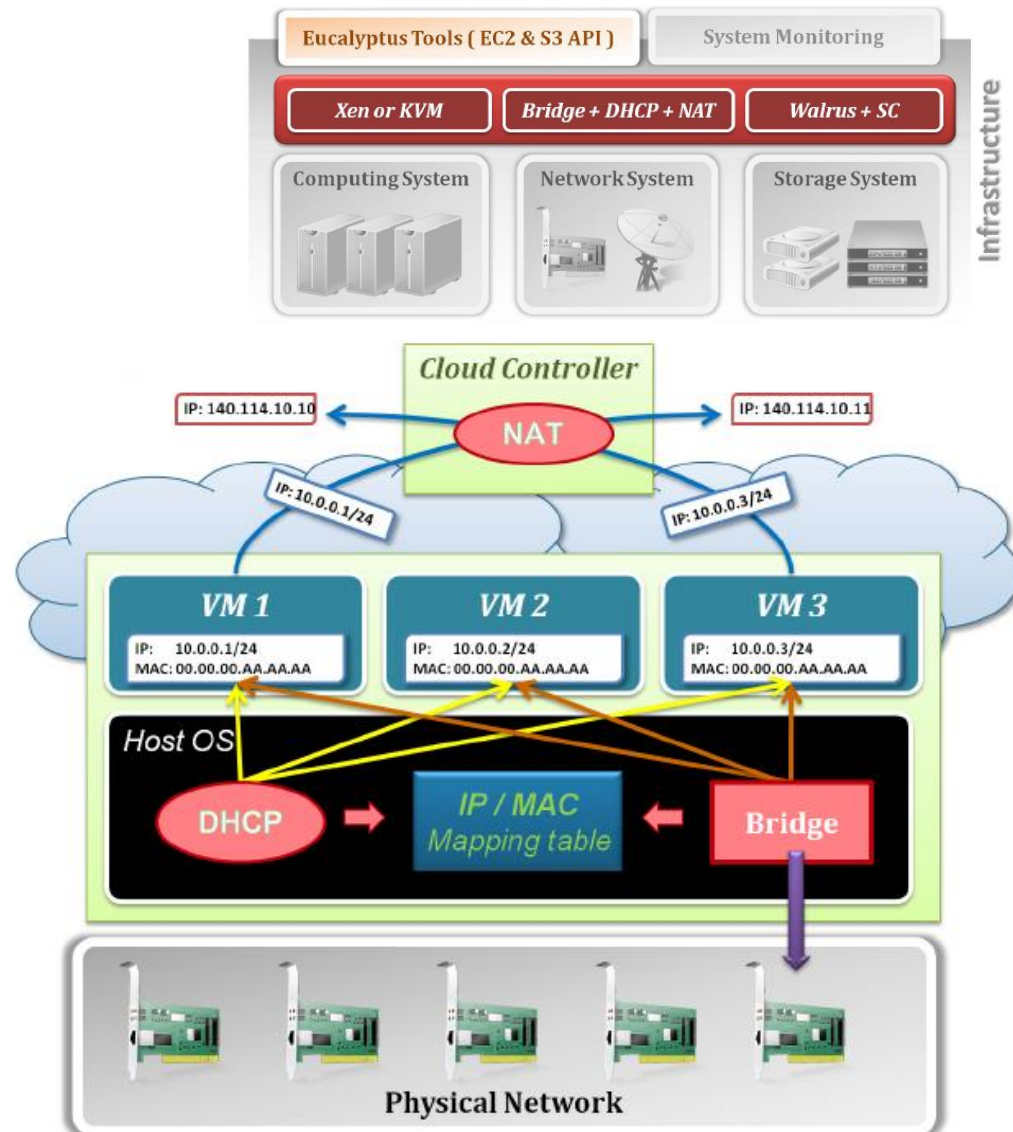


Virtualizare

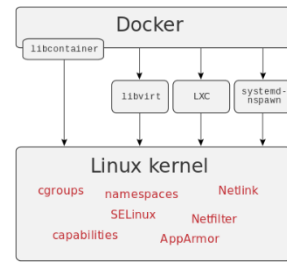
IaaS – studiu de caz: Eucalyptus

Network Virtualization

- Bridge (Virtual Switch)
 - Permite masinilor virtuale de pe un nod sa partajeze NIC-ul fizic
- DHCP
 - Mapeaza adresele MAC a VMs la IP-urile private din LAN
- NAT
 - Face forward la pachete catre retea publica (WAN)
- *IP/MAC mapping table*
 - Adresle IP sunt asignate de Eucalyptus
 - Adresele MAC sunt asignate de hypervisor
 - Aceasta tabela este mentinuta de Eucalyptus



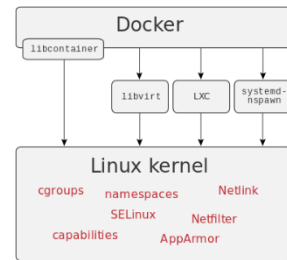
Docker



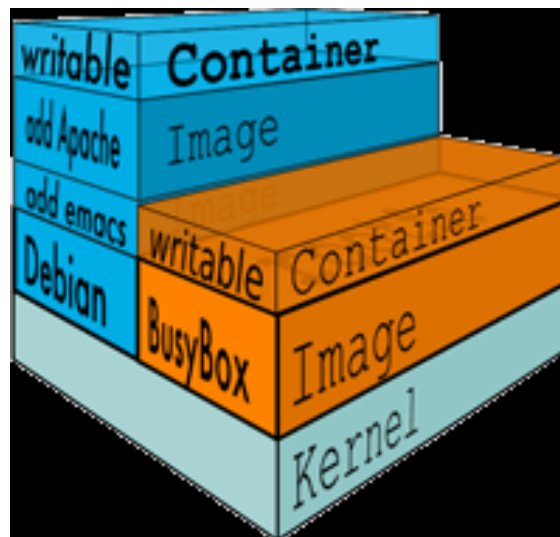
- Proiectul ***dotCloud***, Iulie 2013 - Solomon Hykes, Andrea Luzzardi and Francois-Xavier Bourlet, Jeff Lindsay
- Septembrie 2013 – colaborari cu Fedora, Red Hat Enterprise Linux si OpenShift
- Octombrie 2014 – Microsoft a anuntat integrarea unui *Docker engine* in Windows Server
- *"Docker is a tool that can package an application and its dependencies in a virtual container that can run on any server. This helps enable flexibility and portability on where the application can run, whether on premise, public cloud, private cloud, bare metal, etc."*

[http://en.wikipedia.org/wiki/Docker_%28software%29]

Docker

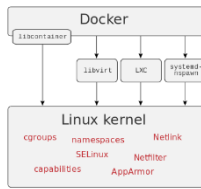


Docker containers wrap up a piece of software in a complete filesystem that contains everything it needs to run: code, runtime, system tools, system libraries – anything you can install on a server. This guarantees that it will always run the same, regardless of the environment it is running in.



[<https://www.docker.com/what-docker>]

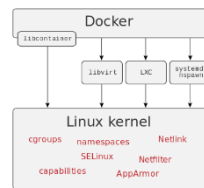
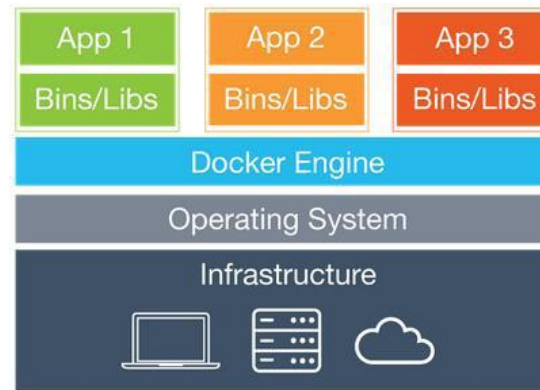
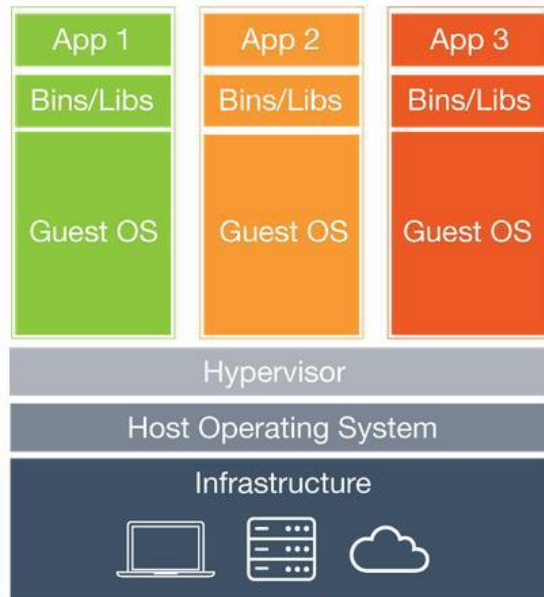
Docker



- Implementeaza un API de nivel inalt care permite crearea de containere ce asigura rulara proceselor in mod izolat
- Este construit peste facilitatile oferite de sistemul de operare (initial Linux kernel) => nu necesita ca la virtualizare un sistem de operare separat
 - => containere diferite partajeaza acelasi kernel, dar fiecare este limitat la cantitatea de resurse (CPU, memorie, I/O) pe care le poate folosi
- Docker acceseaza si diferite facilitati de virtualizare printr-o serie de librarii
- Avantaje: crearea si managementul containerelor contribuie la usurinta lucrului cu sisteme distribuite (e.g. aplicatii multiple, task-uri distribuite pot rula autonom pe o singura masina sau pe un spectru de masini virtuale)

[<http://sleekd.com/servers/docker-vs-virtualization>] 42

Docker



- Fiecare masina virtuala include aplicatiile, librariile si guest OS => zeci de GB
- *Docker containers* - includ aplicatiile si dependentele dar partajeaza kernelul
- Ruleaza la procese izolate in host OS
- Nu sunt legate de o anumita infrastructura

81

Docker sau Virtualizare

So how do you go about deciding between VMs and containers anyway? Scott S. Lowe, a VMware engineering architect, suggests that you **look at the "scope" of your work**. In other words if you want run multiple copies of a single app, say MySQL, you use a container. If you want the flexibility of running multiple applications you use a virtual machine.

In addition, containers tend to lock you into a particular operating system version. That can be a good thing: You don't have to worry about dependencies once you have the application running properly in a container. But it also limits you. With VMs, no matter what hypervisor you're using -- KVM, Hyper-V, vSphere, Xen, whatever -- you can pretty much run any operating system. Do you need to run an obscure app that only runs on QNX? That's easy with a VM; it's not so simple with the current generation of containers.

[<http://www.itworld.com>]

Docker sau Virtualizare

- Sunt utilizate impreuna
- Majoritatea furnizorilor ruleaza tehnologii de tipul *bare-metal virtualization* (e.g. XEN) si Docker care ruleaza deasupra unei instante virtualizate (e.g. Ubuntu)
- <http://sleekd.com/servers/docker-vs-virtualization/>
- <http://www.serverwatch.com/server-trends/the-benefits-of-docker-vs.-server-virtualization.html>
- <http://searchservervirtualization.techtarget.com/feature/Docker-containers-virtualization-can-work-in-harmony>
- <https://tech.yandex.com/events/yac/2013/talks/14/>

Cloud Computing

IaaS si

- *scalability si elasticity*
- *availability si reliability*
- *manageability si interoperability*
- *accessibility si portability*
- *performance si optimization*



Cloud Computing

Scalability
Elasticity

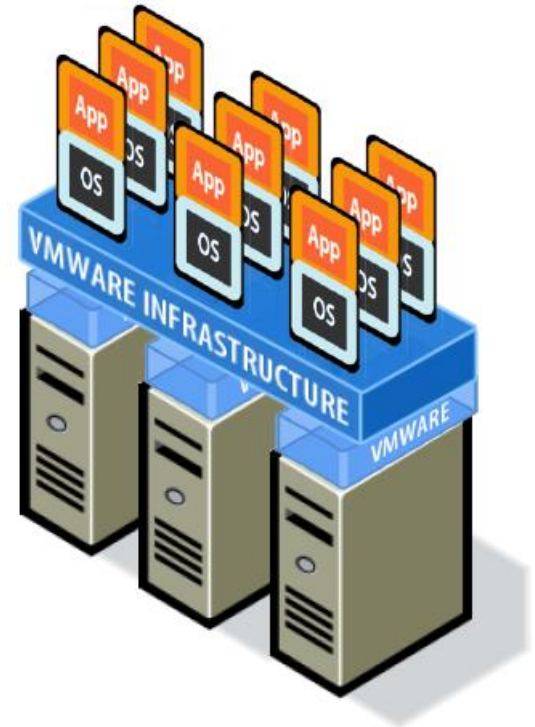
- Dynamic provision
- Multi-tenant design

Scalability and Elasticity in IaaS

- Clientii trebuie sa poata sa creasca sau sa scada in mod dinamic resursele de care au nevoie
- Furnizarea de cantitati mari de resurse trebuie sa poata fi oferita in termeni ca ore sau zile
- Comportamentul sistemului este identic la scala mica sau mare

Exemplu: Scalabilitate implementata de VMWare

- VMWare VMMotion permite mutarea masinilor Virtuale, fara ca aplicatiile sa fie intrerupte
-> scalare dinamica a masinilor virtuale via servere fizice



Cloud Computing

Scalability
Elasticity

- Dynamic provision
- Multi-tenant design

Scalability and Elasticity in IaaS

- Pentru resurse computationale:
 - Crearea si terminarea masinilor virtuale la cerere
 - Integrarea hypervisoarelor intre toate masinile fizice pentru a face managementul tuturor masinilor virtuale
- Pentru resurse de stocare:
 - Alocarea si dealocarea dinamica a spatiului de stocare pentru client
 - Integrarea tuturor resurselor fizice de stocare intr-un sistem IaaS
- Pentru resurse de comunicare:
 - Conectarea si deconectarea la cerere a legaturilor dintr-o retea virtuala
 - Divizarea dinamica a fluxului de cereri in retea catre rutere fizice diferite pentru a mentine o latime de banda corespunzatoare

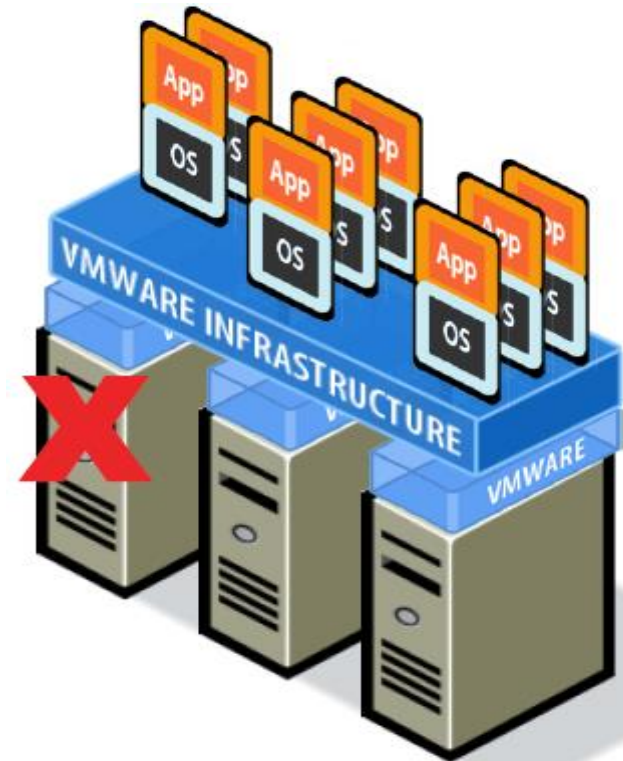
Cloud Computing

Availability
Reliability

- Fault tolerance
- System resilience
- System security

Availability si Reliability in IaaS

- Clientii trebuie sa poata accesa resursele de calcul fara sa ia in calcul posibile erori hardware
- Datele stocate in IaaS pot fi oricand accesibile indiferent daca sunt dezastre naturale
- Capacitatea de comunicare si de stocare trebuie mentinuta indiferent de deficitul de echipament fizic
- Exemplu: Availability implementata de VMWare
 - Cand eroarea apare VMWare permite in mod automat restartul pe alt server fizic
 - VMWare Site Recovery Manager permite o tranzitie rapida de la un *production site* la *Disaster Recovery site*



Cloud Computing

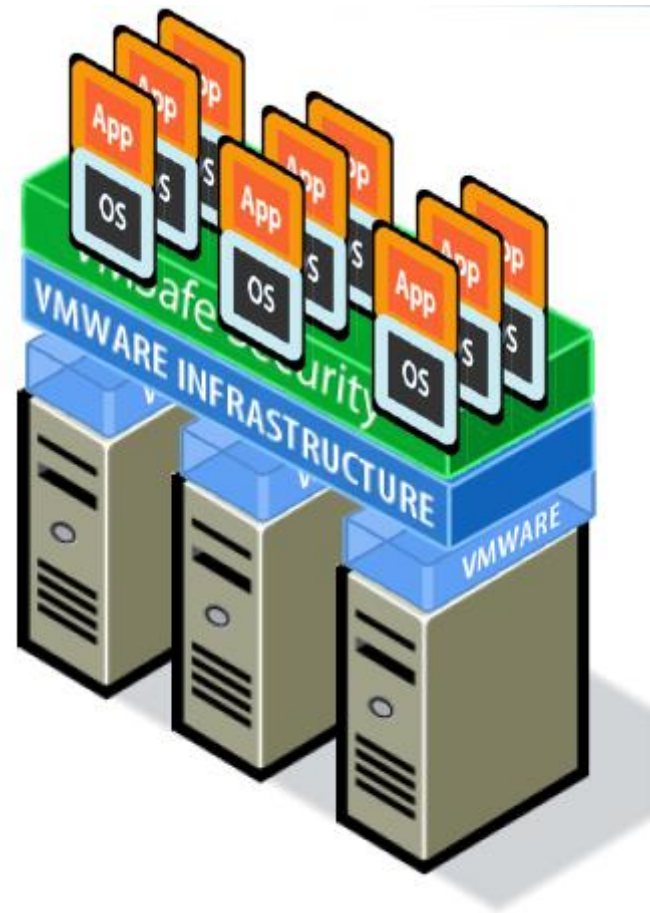
Availability si Reliability in IaaS

- Exemplu:

VMware vService permite adaugarea unui nivel superior de securitate intr-o infrastructura VMWare

Availability
Reliability

- Fault tolerance
- System resilience
- System security



Cloud Computing

Availability
Reliability

- Fault tolerance
- System resilience
- System security

Availability si Reliability in IaaS

- Pentru resurse computationale:
 - Monitorizarea fiecărei mașini fizice și virtuale
 - *Backup* permanent a mașinilor virtuale pentru a putea face recuperare (*recovery*)
 - Mutarea mașinilor virtuale pe mai multe mașini fizice pentru a preveni potențiale eșecuri
- Pentru resurse de stocare:
 - Menținerea replicilor pe dispozitive de stocare diferite
 - *Backup* regulat a datelor de pe dispozitivele virtuale de stocare și plasarea în locații geografice diferite
- Pentru resurse de comunicare:
 - Construirea de conexiuni redundante pentru creșterea robusteții sistemului

Cloud Computing

Manageability
Interoperability

- Control automation
- System monitoring
- Billing system

Manageability si Interoperability in IaaS:

- Clientii au control deplin asupra infrastructurii virtualizate care le-a fost alocata
- Resursele virtualizate pot fi alocate printr-un proces automat ce respecta o politica de pre-configurare
- Starea resurselor virtualizate trebuie permanent monitorizata
- Utilizarea resurselor este inregistrata si mai apoi convertita de catre un sistem de facturare (*billing system*)
- Pentru resurse computationale:
 - Furnizarea de operatii de baza asupra masinilor virtuale: crearea, terminare, suspendare, *snapshot*
- Pentru resurse de stocare:
 - Monitorizarea si inregistrarea spatiului folosit, precum si a accesului read/write pentru fiecare resursa virtuala de stocare
 - Alocarea/deallocarea automata a spatiului fizic in raport cu gradul de utilizare
- Pentru resurse de comunicare:
 - Monitorizarea si inregistrarea latimii de banda consumata pentru fiecare legatura virtuala
 - Rerutarea automata a datelor atunci cand resurse computationale sau de stocare sunt duplicate

Cloud Computing

Performance Optimization

- Parallel processing
- Load balancing
- Job scheduling

Performance si Optimization in IaaS

- Resursele fizice trebuie sa fie utilizate la un nivel ridicat intre client diferiti
- Resursele fizice formeaza “large resource pool” care furnizeaza putere de calcul pentru procesari paralele
- Infrastructura virtuala va fi configurata in mod dinamic pentru o utilizarea optimizata a resurselor fizice
- Pentru resurse computationale:
 - “Ridicarea” unei masini virtuale luand in calcul aspecte legate de *load balancing*
 - Migrarea in timp real a masinilor virtuale intre masinile fizice pentru o echilibrarea a incarcarii
 - Exemplu: VMWare Distributed Resource Scheduler – realizeaza echilibrarea incarcarii

Cloud Computing

Performance Optimization

- Parallel processing
- Load balancing
- Job scheduling

Performance si Optimization in IaaS

- Pentru resurse de stocare:
 - Migrarea in timp real a storage-ului virtual intre masinile fizice pentru asigurarea performantelor
- Pentru resurse de comunicare:
 - Migrarea masinilor virtuale sau a *storage-ului* pentru a echilibra (*balance*) fluxul in retea
 - VMWare si Cisco (Nexus 1000V) colaboreaza pentru a scadea incarcarea la mobilitate si cresterea simplitatii managementului

Cloud Computing

Accessibility
Portability

- Uniform access
- Thin client

Accessability si Portability in IaaS

- Clientii trebuie sa aiba control si acces la infrastructura fara sa fie nevoiti sa instaleze soft local sau sa apeleze la un dispozitiv hardware special
- Resursele din infrastructura trebuie sa poata fi usor realocate sau duplicate
- Pentru resurse computationale:
 - Furnizorul de Cloud ofera un portal Web pentru managementul resurselor
 - Indeplineste standardele privind masinile virtuale pentru asigurarea portabilitatii
- Pentru resurse de stocare:
 - Furnizorul de Cloud ofera un portal Web pentru managementul resurselor de stocare
- Pentru resurse de comunicare:
 - Furnizorul de Cloud ofera un portal Web pentru managementul si accesarea resurselor privitoare la comunicare

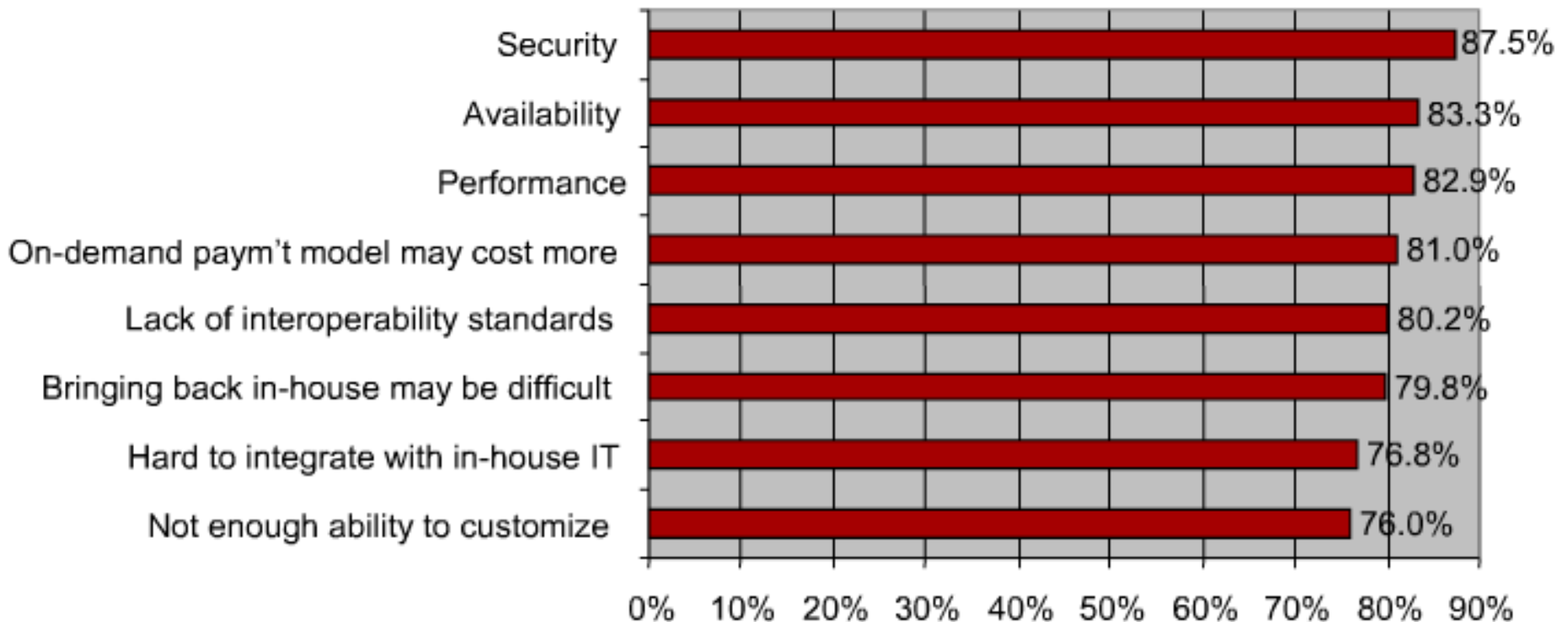
Virtualizare

“A cloud’s servers need to be virtualized “

Impactul virtualizarii asupra centrelor de date:

- Decuplare utilizatori-implementare
 - Virtualizarea => utilizatorii nu au in grija serverele fizice sau localizarea acestor, intregul efort este concentrat asupra aplicatiilor
- Furnizarea rapida de resurse (de la luni-> ore, minute)
 - Intr-o organizatie, achizitionarea, instalarea, configurarea poate dura intre 60-90 zile; un server virtual poate fi instalat in cateva ore sau chiar minute in functie de cerintele existente;
- Modelul *pay-per-use*
 - Furnizorul nu poate cere plata pentru un intreg server sau pentru fiecare server pe care ruleaza software-ul. Plata se face in functie de utilizare -> un nou model pentru IT

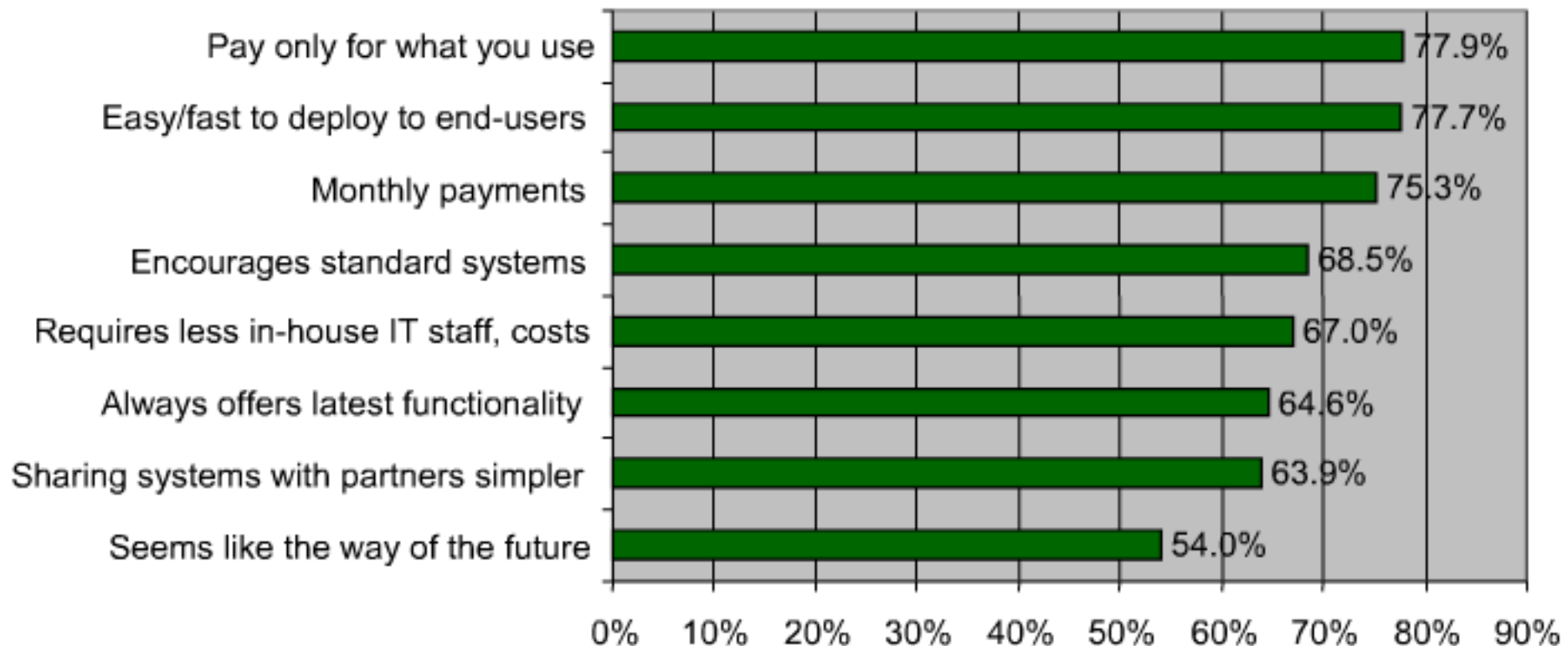
Q: Rate the *challenges/issues* of the 'cloud'/on-demand model



(Scale: 1 = Not at all concerned 5 = Very concerned)

Source: IDC Enterprise Panel, 3Q09, n = 263, September 2009

Q: Rate the *benefits* commonly ascribed to the 'cloud'/on-demand model



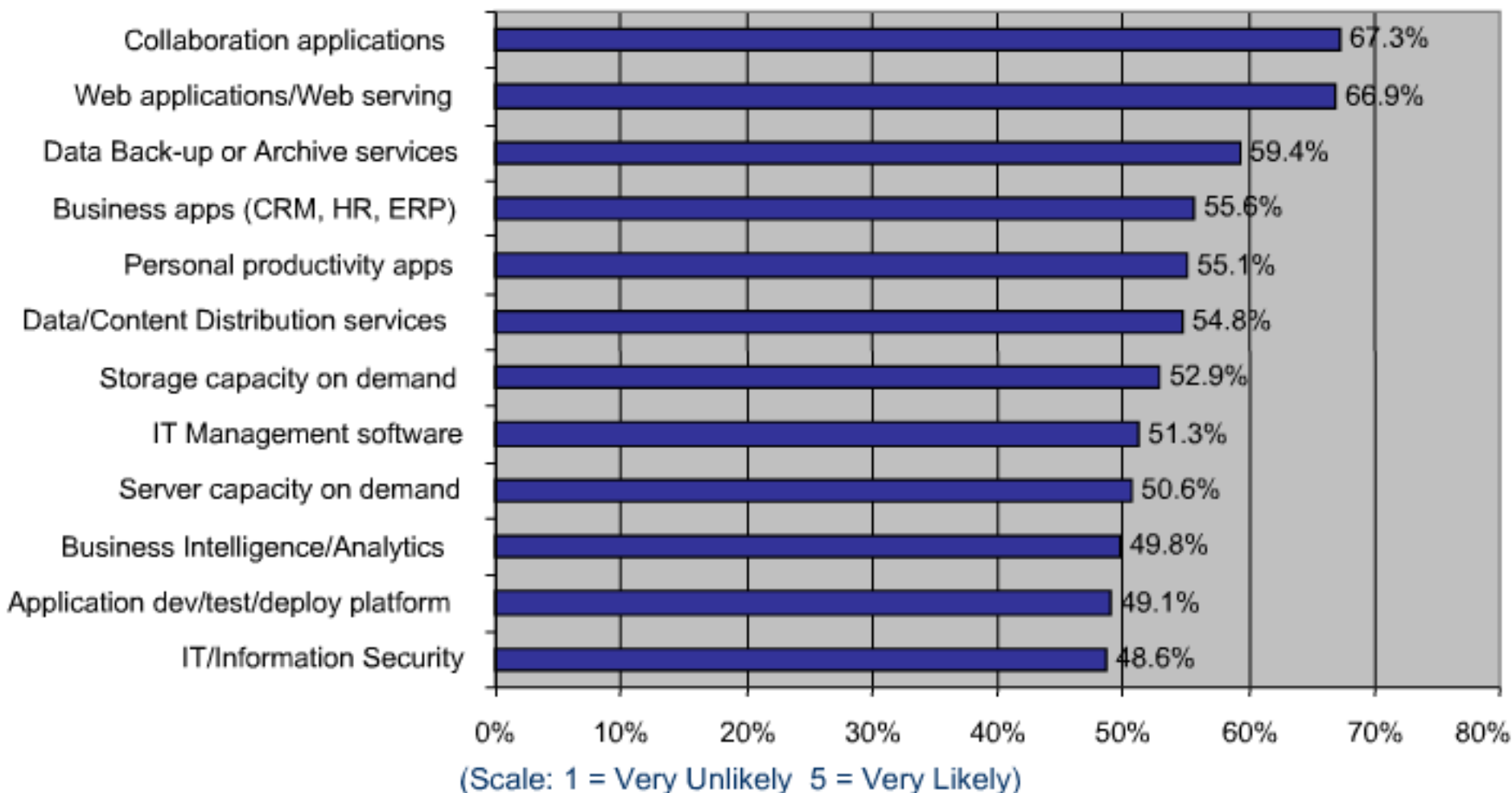
(Scale: 1 = Not at all important 5 = Very Important)

<http://blogs.idc.com/ie/?p=730>

Source: IDC Enterprise Panel, 3Q09, n = 263, September 2009

Unde si cum?

Q: Rate your likelihood to pursue the cloud model for the following

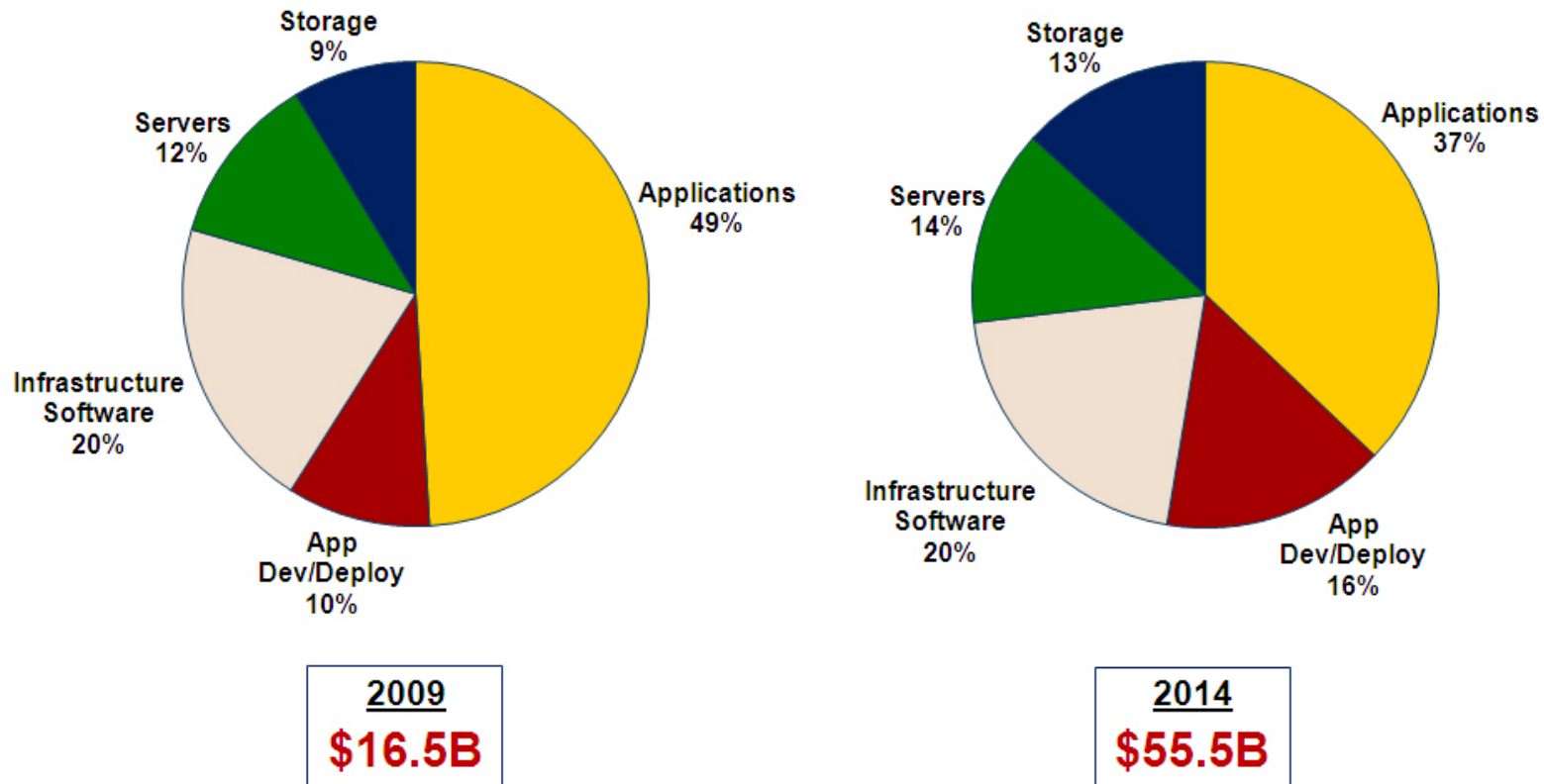


Source: IDC Enterprise Panel, 3Q09, n = 263, September 2009

Cloud Computing

- Overview

Worldwide Public IT Cloud Services* Spending (\$B)
by Offering Category
2009, 2014



Source: IDC, June 2010

* Includes spending on Applications, Application Development & Deployment Software, Systems Infrastructure Software, Server capacity and Storage capacity provided via the public Cloud Services delivery model.

Cloud Computing

FRAMINGHAM, Mass., January 21, 2016 – According to the new *Worldwide Semiannual Public Cloud Services Spending Guide* from International Data Corporation (IDC), worldwide spending on public cloud services will grow at a 19.4% compound annual growth rate (CAGR) -- almost six times the rate of overall IT spending growth – from nearly \$70 billion in 2015 to more than \$141 billion in 2019. The new spending guide expands on IDC's previous public cloud services forecasts by offering greater detail on industry and geographic spending levels.

Software as a Service (SaaS) will remain the dominant cloud computing type, capturing more than two thirds of all public cloud spending through most of the forecast period. Worldwide spending on Infrastructure as a Service (IaaS) and Platform as a Service (PaaS) will grow at a faster rate than SaaS with five-year CAGRs of 27.0% and 30.6%, respectively.

[<http://www.focus.com/briefs/top-10-cloud-computing-trends/>]

Cloud Computing

- Perspectiva
 - Companiile mari construiesc cloud-uri private pentru rezolvarea problemelor de securitate
 - Abilitatile de coding& dezvoltare vor ocupa o pozitie mai putin prioritara in raport cu managementul proiectelor, teste de asigurarea calitatii, analizele de afaceri
 - Departamentele de IT se vor micsora... 😊
 - Informatia din cloud va necesita masuri de siguranta echivalente cu securitatea banilor din banca😊
 - Afacerile mici si mijlocii vor face trecerea catre cloud
 - Afacerile mari pot deveni furnizori de cloud part-time
 - Browserul va fi desktopul de care avem nevoie
 - Jocurile sunt de mare interes ca aplicatii in cloud

[<http://www.focus.com/briefs/top-10-cloud-computing-trends/>]

62

Bibliografie

- Massimo Cafaro, Givani Aloisio, Grids, Clouds and Virtualization, 2011
- Katarina Stanoevska Slabeva, Thomas Wozniak, Grid and Cloud Computing - A Business Perspective on Technology and Applications, 2010, Editors Santi Ristol, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Open Cloud Computing Interface - <http://occi-wg.org/>
- Lecture slides of “Virtual Machine” course (5200) in NCTU
- VMwareOverview Openlinepresentation slides <http://www.openline.nl>
- Xenpresentation <http://www.cl.cam.ac.uk/research/srg/netos/papers/2006-xen-fosdem.ppt>
- LustreFile System. <http://www.oracle.com/us/products/servers-storage/storage/storage-software/031855.htm>
- Logical Volume Management (LVM). <http://www.tldp.org/HOWTO/LVM-HOWTO/>
- TomClark, **Storage Virtualization: Technologies for Simplifying Data Storage and Management**, Addison Wesley Professional, 2005.
- Linux Bridge <http://www.ibm.com/developerworks/cn/linux/l-tuntap/index.html>
- Xennetworking <http://wiki.xensource.com/xenwiki/XenNetworking>
- VMware Virtual Networking Concepts
http://www.vmware.com/files/pdf/virtual_networking_concepts.pdf
- TUN/TAP wiki <http://en.wikipedia.org/wiki/TUN/TAP>
- Network Virtualization wiki http://en.wikipedia.org/wiki/Network_virtualization

Bibliografie

- NIST (National Institute of Standards and Technology). <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/>
- <http://www.ibm.com/developerworks/java/library/j-gaestorage/index.html?ca=drs->
- M. Armbrust et al., "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing," Technical Report No. UCB/EECS-2009-28, University of California at Berkeley, 2009.
- James Smith and Ravi Nair, "Virtual Machines: Versatile Platforms for Systems and Processors".
- Xen. <http://www.xen.org/>
- Kernel-based Virtual Machine (KVM). http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page
- Xenproject <http://www.xen.org>
- KVM project http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page

Bibliografie

- IBM VirtIOsurvey <https://www.ibm.com/developerworks/linux/library/l-virtio>
- PCI-SIG IO virtualization specification <http://www.pcisig.com/specifications/iov>
- A. Menon, A. Cox, and W. Zwaenepoel. Optimizing Network Virtualization in Xen. Proc. USENIX Annual Technical Conference(USENIX 2006), pages 15–28, 2006.
- Multiple materiale si imagini au fost preluate de pe Internet
- <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS40960516>
- <https://www.docker.com/what-docker>
- https://docs.docker.com/windows/step_one/

Rezumat

- IaaS
 - Necesitate
 - Definitie
 - Exemplu: Eucalyptus
- Virtualizare
 - Aspecte generale
 - Concepte
 - Taxonomie
 - Exemple
- Docker
- IaaS - proprietati

Universitatea “Alexandru Ioan Cuza”
Facultatea de Informatică

Întrebări?

