

# Хардверски потпомогната виртуелизација на компјутерски системи

Небојша Шкрбина, КПМГ Македонија ДОО, [nebojsa.skrbina@yahoo.com](mailto:nebojsa.skrbina@yahoo.com)

Сашо Гелев, ЕУРМ, [saso.gelev@eurm.edu.mk](mailto:saso.gelev@eurm.edu.mk)

*Абстракт— Виртуелизација е софтверска техника со која се емулира работењето на целиот компјутер. Со неа се овозможува на еден физички компјутер да бидат инсталирани неколку виртуелни компјутери со инсталирани оперативни системи и соодветни апликации. При тоа, инсталираните виртуелни компјутери можат да не се гледаат меѓу себе, а оперативниот систем кој е инсталиран и се извршува во оквир на едниот виртуелен компјутер е убеден дека само тој има севкупна контрола над компјутерот. Инсталациите на виртуелните компјутери се изведуваат во датотеки на дискот, на нема потреба за посебни партиции.*

*Во зависност од потребите и од моќноста на физичкиот компјутер, можеме да имаме инсталирано неколку виртуелни компјутери истовремено. Се разбира дека ресурсите на физичкиот компјутер ќе бидат делени помеѓу сите виртуелни компјутери и поради тоа виртуелните компјутери ќе бидат значително побавни во својата работа.*

*Виртуелните компјутери овозможуваат да се инсталираат најразлични програми, без грижа дека би можело нешто несакано да се случи со основниот оперативен систем. Тука е и можноста за креирање на виртуелна мрежа за испитување на мрежниот софтвер како и многу други можности.*

*Освен на персоналните компјутери, виртуелизацијата се изведува и на серверите, но на малку поинаков начин. Серверскиот хардвер најчесто има вградена поддршка за хардверска виртуелизација, со што целата виртуелизација се одвива многу побргу отколку на персоналните компјутери. Хардверски потпомогнатата виртуелизација не е нова идеја, но со нејзиниот развој, започнува целата популаризација на виртуелизацијата како начин на работа на скоро сите понови сервери.*

**Клучни зборови—**Виртуелизација на компјутерски системи, хардверски потпомогната виртуелизација.

## I. ВОВЕД

Поимот „виртуелно“ во буквален превод би можел да се сфати како нешто нереално, нешто што не постои во реалниот свет. Во информатичката технологија, каде што само хардверскиот дел од компјутерот „постои“ во реалниот свет, а севкупниот софтвер е апстрактен поим, уште потешко е да се објасни поимот „виртуелно“. Во пракса, виртуелна машина или виртуелен компјутер е компјутер на кој се инсталирани повеќе оперативни

системи кои се во состојба да работат истовремено. Со таа истовремена работа се симулира работење на повеќе компјутери. Поради зголемување на хардверските барања, можно е повеќе компјутери да бидат поврзани во една голема виртуелна машина. Со тоа се укинува општо прифатеното сфаќање дека на еден компјутер треба да има само еден оперативен систем.

Виртуелизацијата станува практика за големите фирми, а полека доаѓа и на вратата на малите и средните претпријатија. Со неа се постигнува значителна заштеда во хардверските ресурси, а на подолги патеки и заштеда во електричната енергија. Таа овозможува полесно администрирање на ИТ (Информатички Технологии) инфраструктурата, како и пократко време за подигање на целокупниот систем доколку дојде до хаварија.

Во блиска иднина, сè повеќе сервери и серверски групи ќе бидат виртуелизирани. Тоа значи дека ќе треба подобро да се запознаеме со оваа технологија. Дури и на домашните компјутери понекогаш постои потреба од виртуелизација, посебно кога корисникот на Windows XP или Vista ќе посака да поигра некоја стара DOS (Disk Operating System) игра.

Хардверски потпомогнатата виртуелизација не е нова технологија, но секако е технологија на иднината и ќе треба да бидеме спремни за неа.

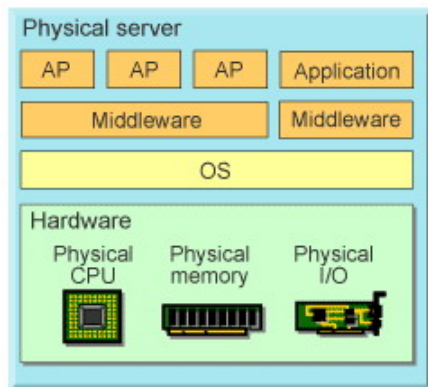
## II. ОПШТО ЗА ВИРТУЕЛИЗАЦИЈАТА

### A. Што е виртуелизација

Виртуелизација е проверена софтверска технологија со која се овозможува еден компјутер да ја врши работата на повеќе компјутери. Денешните моќни x86 процесори беа замислени да работат само со еден оперативен систем во исто време кој што треба да ги сервисира барањата на сите можни апликации [1]. Виртуелизацијата го менува овој концепт. Тоа е овозможено со поделбата на ресурсите од тој компјутер на повеќе виртуелни работни околии. Секоја од овие виртуелни работни околии функционира независно за себе, поседува свој сопствен мемориски простор како и одреден простор на дискот и може, но не мора да комуницира со другите виртуелни машини инсталирани на истиот компјутер.

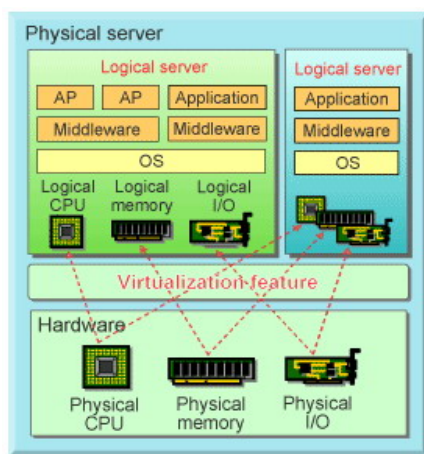
Виртуелизацијата не е единствен начин за работа на

повеќе оперативни системи на еден компјутер, но секако е најдобриот и најисплатливиот начин. Другиот начин е со инсталација на повеќе оперативни системи на независни партиции или дискови и бирање на саканиот оперативен систем при секое вклучување на компјутерот. Овде треба да се напомене дека со овој метод, само еден оперативен систем е активен во исто време. Со методот на виртуелизација, сите инсталирани виртуелни оперативни системи можат да бидат активни во исто време, се разбира доколку хардверот на физичкиот компјутер тоа може да го поддржи. На Слика 1. е прикажана логичка шема на класичниот концепт: „еден физички компјутер – еден оперативен систем.



Слика 1. Класичен концепт – еден компјутер еден ОС.

На Слика 2. е прикажана логичка шема на еден физички компјутер на кој се инсталирани два оперативни системи со своите апликации со помош на техниката на виртуелизација.



Слика 2. Виртуелизиран компјутер.

Софтверот за виртуелизација [2] се однесува исто како било која друга апликација. Откако тој ќе се стартува, може да се започне со нова инсталација на оперативен систем по избор. Овде е потребно да се напомене дека основниот оперативен систем се нарекува домаќин, додека секој следен оперативен систем се нарекува виртуелен ОС. Секој виртуелен оперативен систем се инсталира во посебна околина, како да се работи за

инсталација на нов компјутер, така да се виртуелизира севкупниот компјутерски систем, а не само оперативниот систем.

### В. Историја на виртуелизацијата

Виртуелизацијата за прв пат е имплементирана во средината на 60-тите години [3] од минатиот век од страна на инженерите на IBM, во оквир на проектот M44/44X. Целата архитектура била базирана на виртуелна машина, основната машина била IBM (Industrial Business Machines) 7044 (M44), а секоја виртуелна машина била експериментален имиџ на главната машина (44X). Адресниот простор на 44X бил резидентно сместен во меморијата на M44, имплементиран преку виртуелна меморија и мулти – програмирање. Овој метод на виртуелизација нема скоро никакви сличности со денешните техники на виртуелизација, единствено принципот е исти.

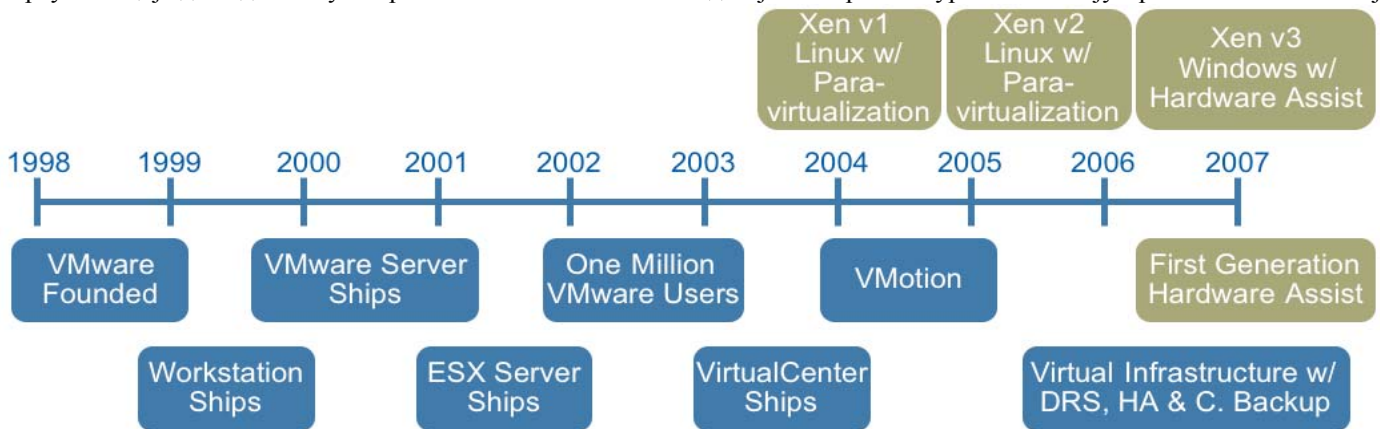
Во 80-тите години концептот на виртуелизација бил напуштен, поради се поголемото влијание на клиент – сервер ориентираните платформи. Овие платформи овозможувале централизирана дистрибуција на податоци и полесна администрација на системот, така да потребата за виртуелизација скоро и да не постоела. Треба да се земе во предвид дека во тоа време бројот на компјутерите бил многу помал од денес и дека тогаш компјутерите се користеле само во големите фирми и во само некои одредени области на стопанството. Тогашните домашни компјутери воопшто не биле според PC (Personal Computer) стандардот, односно пазарот бил прилично разновиден и широк. Тоа е времето на ZX Spectrum, Commodore, Amiga, MSX и така натаму. Овие домашни компјутери биле повеќе за играње отколку за некоја поозбилна работа.

Во 1998, компанијата VMware [4] успеala да изведе виртуелизација на x86 платформата, нешто што порано се сметало за невозможно. Решението било комбинација на бинарна транслација и директно извршување врз процесорот кој што овозможувал повеќе оперативни системи да се изведуваат во комплетна изолација еден од друг. Нивните истражувања се заокружени во еден производ кој ги поставил патеките за сите понатамошни софтверски производи кои се занимаваат со виртуелизација на компјутерските системи. На Слика 3. е прикажан временскиот тек на x86 виртуелизациската технологија, од првата бинарна транслација па се до последните паравиртуелизации на кернелот и хардверски потпомогната виртуелизација.

Техниките кои што на пазарот се познати под името Intel-VT и AMD-V спаѓаат во групата на хардверски потпомогната виртуелизација, која што е многу популарна последниве две години. Со нивниот развој е овозможено оние инструкции на процесорот кои што порано правеа проблеми при виртуелизација сега да можат да функционираат без никакви потешкотии, а со тоа и самата

виртуелизација да биде многу побрза.

дизајнот и архитектурата на компјутерските системи. Овој



Слика 3. Временски тек на x86 виртуелизацијата технологија според VMware.

### С. Барањата на Попек и Голдберг

Во 1974-та година Попек и Голдберг (Gerald J. Popek и Robert P. Goldberg) го објавиле својот легендарен труд „Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures“, кој што денес се смета за основен репер за виртуелизација на било кој компјутерски систем. Иако барањата опишани во овој труд биле изведени со одредени претпоставки, тие и ден денес претставуваат многу добар начин за да се оцени дали некоја компјутерска архитектура може да овозможи виртуелизација и претставуваат насоки за дизајнирање на виртуелизирана компјутерска архитектура [5].

Виртуелната машина треба да обезбеди виртуелизација на сите хардверски ресурси, вклучувајќи ги и процесорот (процесорите), меморијата, дисковите и надворешните уреди. Мониторот за виртуелната машина (VMM – Virtual Machine Monitor) е софтвер кој обезбедува апстракција на виртуелната машина. Постојат три области кои се од посебен интерес кога се анализира способноста за виртуелизација на некој систем:

- Еднаквост – Било каков софтвер кој што работи под контрола на некој VMM треба да покаже еднакви резултати со оние кои би ги покажал кога не би работел под истиот VMM.
- Перформанси – Статистички значителен дел од машинските инструкции мора да бидат извршени од самиот хардвер, без никакво влијание од VMM.
- Безбедност – VMM мора да има тотална контрола над сите хардверски ресурси.

Во својот труд Попек и Голдберг ги дефинираат карактеристиките кои сетот на инструкции (ISA – Instruction Set Architecture) на физичката машина мора да ги поседува за да може на неа да се изведе VMM. Нивната анализа беше насочена кон третата генерација на компјутерската архитектура (IBM 360, Honeywell 6000, DEC PDP-10), која што е валидна и денес во однос на

системски или во кориснички мод и има пристап кон линеарно адресирана меморија.

За да може полесно да се процени дали некоја архитектура е погодна за виртуелизација или не, Попек и Голдберг вовеле класификација на инструкциите на ISA (Industrial Standard Architecture) во три групи:

- Привилегирани инструкции – Тоа се инструкции кои што го заглавуваат процесорот (trap) ако работи во кориснички мод, а не го заглавуваат ако е во системски мод.
- Инструкции осетливи на контрола – Тоа се инструкции кои се обидуваат да ја променат конфигурацијата на ресурсите во системот.
- Инструкции осетливи на однесување – Тоа се инструкции чие однесување зависи од конфигурацијата на ресурсите (содржината на регистарот или модот на процесорот)

Главните резултати од нивната анализа можат да се претстават преку следниве теореми [6].

**Теорема 1.** За секој конвенционален компјутер од третата генерација VMM може да биде конструиран ако сетот на инструкциите осетливи на контрола е дел (подмножество) од сетот на привилегираните инструкции. Ова значи дека за да може да се направи VMM за таков компјутер, сите инструкции кои што можат директно да влијаат на правилното функционирање на VMM (инструкции осетливи на контрола), треба да бидат во состојба да се однесуваат како привилегирани инструкции врз кои VMM има целосна контрола. Со ова се гарантира соодветна контрола на ресурсите.

**Теорема 2.** Конвенционален компјутер од третата генерација е способен за рекурзивна виртуелизација ако:

1. е способен за виртуелизација и
2. за него може да се конструира VMM кој ќе работи независно од времето на извршување.

Ова значи дека е можно да се виртуелизира и самата виртуелизација, односно VMM ќе може да се изведува и во некоја сопствена копија, се разбира, доколку хардверот може тоа да го издржи.

#### D. Што е виртуелна машина?

Виртуелна машина [7] е тесно изолиран софтверски контејнер во кој што може да се извршува оперативниот систем и сите други потребни апликации на ист начин како што би се извршувале на физички компјутер. Виртуелната машина се однесува идентично како физички компјутер и содржи свој сопствен (софтверски базиран) процесор, RAM меморија, диск и мрежна картичка. На Слика 4. е графички приказ на една виртуелна машина.



Слика 4. Виртуелна машина.

Оперативниот систем не ја забележува разликата помеѓу виртуелната машина и физичкиот компјутер, ниту пак некоја апликација или некој друг компјутер во мрежата можат тоа да го забележат. Дури и виртуелната машина мисли за себе дека е вистински компјутер. Но сепак, виртуелната машина е составена исклучиво од софтвер и не содржи никакви хардверски компоненти. Како резултат на сето тоа, виртуелната машина нуди неколку значителни предности во однос на физичкиот хардвер.

Виртуелните машини поседуваат четири карактеристики кои се многу значајни за корисникот:

- Компатибилност – Исто како и физичкиот компјутер, виртуелната машина е домаќин на својот оперативен систем и на неговите апликации и ги поседува сите компоненти како и физичкиот компјутер (матична плоча, видео картичка, мрежна картичка итн.). Како резултат на тоа, виртуелните машини се комплетно компатибилни со сите стандардни x86 оперативни системи, апликации и драјвери и на нив можат да се извршуваат сите апликации кои инаку би се извршувале на физичкиот компјутер.
- Изаолација – Додека виртуелните машини ги делат хардверските ресурси од физичкиот компјутер,

нивната работа е комплетно изолирана од работењето на другите виртуелни машини. Доколку една од нив престане со работа од било кои причини, другите ќе продолжат да работат, како ништо да не се случило. Достапноста и безбедноста на апликациите кои работат во виртуелните машини се посупериорни од апликациите кои работат на невиртуелизирани системи токму поради способноста за изолација.

- Енкапулација – Виртуелната машина е практички еден затворен софтверски контејнер во кој се енкапулирани комплетниот сет на виртуелизираните хардверски ресурси, како и оперативниот систем и сите потребни апликации. Токму оваа карактеристика ги прави виртуелните машини да бидат неверојатно преносливи и лесни за менаџирање. Свкупната виртуелна машина може да се премести од едно место на друго со иста леснотија која е потребна за да се копира еден фајл или да се сними на било кој уред за чување на податоци, од џебните USB мемории па се до најголемите системи за архивирање.
- Хардверска независност – Виртуелните машини се комплетно независни од нивниот физички хардвер. На пример, може да се конфигурира виртуелна машина со виртуелни компоненти (процесор, мрежна карта, SCSI контролер) кои се тотално различни од хардверските компоненти присутни во физичкиот компјутер. Виртуелните машини кои се инсталирани на ист сервер можат и да бидат конфигурирани да работат со различни типови на оперативни системи (Windows, Linux итн.). Кога ќе се земат во комбинација енкапулацијата, компатибилноста и хардверската независност, тогаш тоа значи дека виртуелната машина може буквално да се премести од еден физички компјутер на друг, без било каква промена во драјверите, оперативниот систем или апликациите. Хардверската независност исто така значи и дека може да се направи хетерогена мешавина од оперативни системи и апликации на исти компјутер.

### III. ТЕХНИКИ НА ВИРТУЕЛИЗАЦИЈАТА [8]

#### A. Целосна виртуелизација

Концептот на целосна виртуелизација е добро познат во литературата но секогаш не се користи во вистинскиот контекст. Целосна виртуелизација е виртуелизациска техника која се користи да се имплементира одреден тип на виртуелна машина, со што ќе се изврши комплетна симулација на расположливиот хардвер. Резултатот на сето тоа е систем на кој севкупниот софтвер кој што бил способен да се извршува на физичкиот компјутер, ќе може да се изврши и во виртуелната машина. Во пракса ова ги покрива сите оперативни системи и се разликува од

другите облици на виртуелизација кај која само одреден модифициран софтвер може да се изврши на виртуелната машина.

Како прототип за целосна виртуелизација може да послужи контролниот програм на IBM-овиот CP/CMS оперативен систем. Тој за прв пат беше демонстриран со IBM-овиот CP-40 во 1967-ма година, а во периодот од 1967 до 1972 беше дистрибуиран со CP/CMS. На секој CP/CMS корисник му беше овозможен пристап до еден симулиран компјутер. Секоја таква виртуелна машина ги имаше истите карактеристики како хардверот на кој што работеше. Од гледна точка на корисникот, тоа беше вистински реален компјутер.

Целосна виртуелизација е возможна само со одредена комбинација на хардверски и софтверски елементи. Целосната виртуелизација не беше возможна кај x86 платформата се до 2005-2006 година кога на пазарот се појавија процесори произведени според технологиите AMD-V и Intel-VT. Многу виртуелни машини се рекламираа како алатки за целосна виртуелизација иако во пракса тоа не беа. Некои од нив се: Adeos, Mac-on-Linux, Parallels Desktop for Mac, VMware Workstation, VMware Server, VirtualBox. VMware ја користи техниката наречена бинарна транслација за да може автоматски да го модифицира софтверскиот код за x86 кој предизвикува проблеми при виртуелизација со софтверски код кој е безбеден за виртуелизација. Со оваа техника се постигнува привид на целосна виртуелизација.

Главен предизвик на секоја техника на виртуелизација, а посебно на техниката на целосна виртуелизација е пресретнување и симулација на привилегираните операции, како што се I/O инструкциите. Ефектот на секоја операција која се изведува во оквир на виртуелната машина мора да остане во склоп на таа виртуелна машина, односно виртуелните операции на една виртуелна машина не смеат да влијаат на било која друга виртуелна машина. Некои машински инструкции можат да бидат извршени директно од страна на хардверот, бидејќи нивната операција е во целост контролирана од контролниот програм, како што се алокација на меморијата и аритметичките регистри. Но оние операции кои би ја „пробиле“ виртуелната машина не смеат да се извршуваат директно, туку мора да бидат „заробени“ а потоа да бидат симулирани. Целосната виртуелизација се покажа како исклучително ефикасна во следниве случаи:

- делење на компјутерскиот систем помеѓу повеќе корисници
- изолација на корисниците еден од друг
- емуляција на нов хардвер со цел да се зголеми надежноста, безбедноста и продуктивноста

### *В. Парцијална виртуелизација*

Во компјутерската наука, терминот парцијална виртуелизација се користи за имплементирање на одреден

тип околина во која ќе работи виртуелната машина. Таа околина треба да обезбеди парцијална симулација на постоечкиот хардвер. Ова значи дека се симулирани некои, но не и сите карактеристики на хардверот. Последица на овој принцип е дека не може секој софтвер, без одредена модификација, да биде извршувач на ваквата виртуелна машина. Во пракса, ова значи дека оперативниот систем не може да се извршува, но многу апликации можат.

Главната технологија која што се користи во парцијалната виртуелизација е виртуелизирање на адресниот простор, што значи дека секоја виртуелна машина има свој независен адресен простор. Оваа технологија бара адресна релокација на хардверот.

Парцијалната виртуелизација претставува значаен историски чекор кон целосната виртуелизација. Таа беше користена во првата генерација на системите кои работела по принципот на time-sharing. Терминот парцијална виртуелизација може да се користи и за било кој оперативен систем кој овозможува одделен адресен простор за индивидуални корисници или процеси. Овој принцип се користи и денес во многу оперативни системи за кои не би можеле да кажеме дека претставуваат виртуелни машини бидејќи тоа не е нивната намена, но како принцип е исклучително користен, посебно за одредени процеси чии прекин на работењето би можел да доведе до заглавување на севкупниот оперативен систем. Искуствата од оваа техника доведоа до креирање на техниката за целосна виртуелизација.

Парцијалната виртуелизација е техника која многу полесно се имплементира од целосната виртуелизација. Доколку одреден хардвер не е симулиран, апликациите кои го користат тој хардвер нема да работат, но многу други апликации ќе работат. Најчесто се користи за делење на компјутерските ресурси помеѓу повеќе корисници.

### *С. Паравиртуелизација*

Техниката за паравиртуелизација претставува софтверски интерфејс за виртуелната машина кој овозможува симулација на хардверот кој што е сличен но не и идентичен со физичкиот хардвер на компјутерот. Паравиртуелизацијата може да му овозможи на VMM да биде поедноставен, а со тоа и брзината на извршување на програмите да многу блиску до брзината со кои би се извршувале истите програми на неvirtуелизирана машина.

Ова е нов термин за стара идеја. IBM-овиот VM оперативен систем нудеше слични можности уште во 1972-ра година. Оперативниот систем Parallels Workstation својот еквивалент го нарекува Hypercall. Сите овие користат исти принцип на работа – системски повик до хипервизорот под нив. Таквиот повик бара поддршка која треба да биде вградена во самиот оперативен систем.

Како пример за оваа техника може да се спомене можноста на виртуал мониторот да пријави присутност на интелигентна мрежна картичка која поддржува DMA до оперативниот систем, иако физичката мрежна картичка ја нема таа способност. Во тој случај, праќањето на пакетите се одвива од виртуелниот монитор, кој што исто така ги сервисира и интераптиите.

#### *D. Виртуелизација на ниво на оперативниот систем*

Виртуелизација на ниво на оперативниот систем е метод за виртуелизација на сервери каде што кернелот на оперативниот систем дозволува повеќе изолирани корисници – простор „контејнери“, наместо само еден. Таквиот контејнер, од гледна точка на корисникот, изгледа како вистински сервер. Кернелот на оперативниот систем се грижи за целосна изолација на контејнерите, за да работњето на едниот нема никакво влијание врз останатите.

Оваа техника најчесто се користи за виртуелно хостирање, каде хардверските ресурси треба да се поделат помеѓу голем број на корисници. Во помала мерка се користи и за консолидација на серверскиот хардвер со преместување на сервисите од одвоените домаќини во еден контејнер на еден сервер.

Кај оваа форма на виртуелизација, програмите се во виртуелната партиција и го користат интерфејсот за нормалните повици кон оперативниот систем, па поради тоа не треба да се врши емулација или да се извршуваат во некоја виртуелна машина која би се наоѓала помеѓу нив и оперативниот систем, како што е случај кај целосната виртуелизација или кај паравиртуелизацијата. Исто така, никаква хардверска поддршка на виртуелизацијата не е потребна [9].

Техниката на виртуелизација на ниво на оперативниот систем не е толку флексибилна како другите виртуелизационски техники, бидејќи „гостинскиот“ оперативен систем не може да биде различен од „домаќинскиот“ оперативен систем или со различен „гостински“ кернел. На пример, доколку основниот оперативен систем е Linux, неговите различни дистрибуции ќе работат, но другите оперативни системи како што е Windows нема да работат.

#### *E. Хардверски потпомогната виртуелизација*

##### *Опис и историја на хардверски потпомогната виртуелизација*

Хардверски потпомогната виртуелизација е приод кон виртуелизацијата кој што обезбедува целосна виртуелизација користејќи хардверска асистенција, најмногу од страна на физичкиот процесор. Се користи целосна виртуелизација за да се симулира севкупната хардверска околина или виртуелната машина, во која што

немодифицираниот гостински оперативен систем (користејќи го истиот сет на инструкции како и машината домаќин) се извршува во комплетна изолација. Овој тип на виртуелизација за прв пат беше имплементиран на IBM System 370 и неодамна (во 2007-ма година) беше додаден на x86 генерацијата процесори (Intel VT или AMD – V). Оваа техника е позната и како акцелерирана виртуелизација, хардверска виртуелна машина (HVM) и природна виртуелизација [10].

Хардверски потпомогната виртуелизација за прв пат беше представена во 1972-ра година на IBM System/370 и VM/370 како прв виртуелен оперативен систем. Со растење на моќноста на хардверот, оваа техника се повеќе добиваше на популарност, па така се користи и ден денес со одредени модификации. Но сето ова не беше без проблеми. Бидејќи архитектурата на x86 процесорите не беше погодна за виртуелизација поради одреден број на привилегирани процесорски инструкции, беше потребно да се пронајде начин за да се заобиколи овој проблем. Како резултат на сето тоа, хардверски потпомогнатата виртуелизација беше имплементирана со помош на два методи: целосна виртуелизација и паравиртуелизација. Двете методи нудат можност за комплетна контрола врз хардверските ресурси, одвојувајќи го физичкиот хардвер од софтверските апликации за сметка на послабите перформанси и зголемувањето на комплексноста [11].

Како посебен сегмент од хардверски потпомогнатата виртуелизација треба да се спомене и виртуелизацијата на x86 генерацијата на процесори. Оригиналниот дизајн на x86 генерацијата не ги задоволуваше барањата за виртуелизација дефинирани од Попек и Голдберг, па поради тоа беше многу тешко да се изведе целосна виртуелизација на оваа платформа. Во 1999-та година фирмата VMware го претстави својот прв производ наречен „VMware Virtual Platform“, базиран на претходните истражувања извршени од нивниот основач Stanford University. Овој производ, како и нему сличните, мораше да користи техника наречена бинарна транслација за да ги „зароби“ а потоа да ги виртуелизира оние процесорски инструкции кои комуницираа директно со хардверот. Во меѓувреме Microsoft развиваше свој производ за виртуелизација насочен кон две групи на корисници. Едниот се вика Microsoft Virtual PC и е наменет за клиентската страна, а другиот се вика Microsoft Virtual Server и е наменет за серверската страна. Овде би било фер да се напомене дека овие производи се базираат на технологијата развиена од страна на фирмата Connectix, која Microsoft во меѓувреме ја купи [12].

Во 2005-та и во 2006-та година, независно еден од друг, Intel и AMD ги издадоа своите први верзии на проширената архитектура за X86 генерацијата процесори, на кои можеше да се имплементира комплетна виртуелизација според барањата на Попек и Голдберг. Тие две архитектури не се директно компатибилни една со друга, но ја вршат истата функција. Двете ќе дозволат виртуелната машина да се извршува на

немодифицираниот „домаќински“ оперативен систем.

#### *AMD виртуелизациска технологија*

Технологијата на AMD за виртуелизација на 64 битната x86 архитектура се нарекува AMD Virtualization или скратено AMD-V. Некои извори сеуште ја спомнуваат како „Pacifica“, како што гласеше кодното име на целиот проект. Таа технологија е имплементирана во процесорите: Athlon 64 и Athlon 64 X2 со фамилија „F“ или „G“ на подножјето AM2 но не и на 939, Turion 64 X2, Opteron 2-ра и трета генерација, Phenom и на сите понови процесори. Генерацијата Sempron ја нема вградено оваа поддршка. Според некои извори, првите процесори со оваа технологија биле пуштени на пазарот на 23-ти мај 2006-та година и тоа биле Athlon 64 (“Orleans”), Athlon 64 x2 (“Windsor”) и Athlon 64 FX (“Windsor”).

#### *ИНТЕЛ виртуелизациска технологија*

Технологијата на Intel за виртуелизација на 64 битната x86 архитектура се нарекува Intel Virtualization Technology или скратено Intel VT. Таа за прв пат беше спомната на Intel Developer Forum-от во 2003-та година, а деталното представување беше на истиот тој форум во 2005-та година. Свкупната технологија се состои од четири поединечни технологии: Intel VT за IA-32 (VT-x), Intel VT за IA-64 (VT-i), Intel VT за директен I/O (VT-d) и Intel VT за конективност (VT-c) [13].

Технологијата Intel VT за IA-32 (VT-x) со кодно име Vanderpool е наменета за 32-битната процесорска архитектура. На оваа архитектура Intel планира да додаде Extended Page Tables (EPT) во најавената Nehalem архитектура. Следниве верзии на процесори имаат вградено поддршка за VT-x:

- Pentium 4 662 и 672
- Pentium Extreme Edition 955 и 965 (но не и Pentium Extreme edition со HT)
- Pentium D 920 до 960 освен 945, 925 и 915
- Core Solo серија U1000 (но не и серија T1000)
- Core Duo серија T2300, T2400, T2500, T2600, T2700, L2000 и U2000
- Core 2 Solo (сите верзии)
- Core 2 Duo сите серии освен E6540, E8190, E7xxx, E4xxx, T5200 до T5550 и T5750
- Core 2 Quad сите серии освен Q8200
- Core 2 Extreme Duo и Quad (сите верзии)
- Xeon 3000 series
- Xeon 5000 series
- Xeon 7000 series

Овде треба да се напомене дека сериите Celeron, Pentium Dual-Core и Pentium M немаат вградено поддршка за VT технологијата.

Технологијата Intel VT за IA-64 (VT-i), со кодно име Silverdale е наменета за 64-битната процесорска архитектура за виртуелизација на Itanium платформата. Технологијата Intel VT за директен I/O (VT-d) е

технологија која овозможува „гостинските“ виртуелни машини директно да ги користат периферните уреди, воглавно преку DMA (Direct Memory Access) и преку ремапирање на прекините (interrupt remapping). Технологијата за конективност (VT-c) е збирка на технологии кои помагаат во виртуелизацијата на I/O. Тука спаѓаат Virtual Machine Device Queues (VMDq), Intel I/O Acceleration Technology (I/OAT) и Single Root I/O Virtualization.

#### *Софтвер кој што ги користи технологиите на AMD-V и / или Интел-VT*

Следниве софтверски производи се во состојба да ги користат предностите на хардверски потпомогнатата виртуелизација:

- Kernel-based Virtual Machine (KVM) – хипервизор модул за кернелот на Linux;
- VirtualBox – ги поддржува и AMD-V и VT-x, особено популарен кај денешните корисници на старите DOS игри;
- Xen – Xen 3.0.3 поддржува Intel VT-x и AMD-V;
- Hyper-V – Windows Server виртуелизација;
- LinuxSecure – хипервизор модул како дел од пакетот LinuxWorks, ги поддржува Intel VT-x и VT-d;
- Microsoft Virtual Server – ова е ново име за производот Virtual Server 2005 R2 SP1;
- Microsoft Windows Server 2008 – способноста на серверот да поддржи повеќе виртуелни машини се базира врз техниката на хардверски потпомогнатата виртуелизација;
- Parallels Workstation и Parallels Desktop for Mac – лесна изведба на хипервизорот со поддршка за Intel VT-x и AMD-V;
- Parallels Server (Beta) – ова е ентрепрајс верзија на Parallels Workstation и Parallels Desktop for Mac, која би требало да обезбеди поддршка за втората генерација на Intel-VT наречена Virtualization Technology for Directed, или VT-d;
- Real-Time Systems – RTS хипервизор во реално време за x86;
- Sun xVM – ова е производ на Sun наменет за Xen на x64;
- Virtual Iron – има поддршка за Intel VT-x и AMD-V;
- Virtual Logix - има поддршка за Intel VT-x и AMD-V;
- VMware Workstation – верзија на Workstation 5.5 со поддршка за Intel VT-x;
- VMware Fusion – виртуелизациски производ за Mac OS X за користење на Macintosh системите опремени со Intel Core, Core 2 Duo или со Xeon процесорите;
- VMware ESX Server – Enterprise Virtualization Server, бара поддршка од хардверски потпомогнатата виртуелизација доколку треба да

овозвозможи истовремено работење на x64 и x32 виртуелни машини;

- VMware Server - има поддршка за Intel VT-x и AMD-V.

#### IV. ЗАКЛУЧОК

Виртуелизација на компјутерските системи е стара идеја во ново издание. Со напредокот на компјутерската технологија, со развојот на технологијата за хардверски потпомогната виртуелизација, со порастот на моќноста на денешните компјутери, виртуелизацијата на компјутерските системи добива потполно нови димензии. Таа го руши концептот „еден компјутер – еден оперативен систем“ и ги поместува границите на начин, од сегашна гледна точка, да не може да се предвиди до каде ќе оди сето ова. Виртуелизацијата воведува нови стандарди во ИТ менаџментот, во проектирањето и изведбата на идните компјутерски мрежи [14].

Како и секоја нова технологија и оваа има свои недостатоци. Еден од главните недостатоци е нејзината комплексност. Точно е дека е полесно да се одржува виртуелизирана компјутерска инфраструктура, но исто така е точно дека имплементацијата на таа инфраструктура е потешко да се изведе, посебно за оние вработени во ИТ секторот кои немаат соодветна обука. Ова значи дека е потребна детална обука за оваа технологија, која во својот концепт е прилично апстрактна. Самиот софтвер за виртуелизација е прилично комплексен, што значи дека е подложен на грешки. Од една компанија за производство на софтвер за виртуелизација признаваат дека е потешко да се направи таков софтвер отколку да се направи нов оперативен систем. Сето ова носи одредени ризици во работењето и можеме само да се надеваме дека комплексноста нема да биде пречка за понатамошниот развој на оваа технологија.

Од друга страна, предностите на оваа технологија се толку многубројни, што е за изненадување ако се спомене фактот дека во 2005-та година само 5% од серверите биле виртуелизирани, а според некои прогнози до 2012-та година само 16% од серверите во светот ќе бидат виртуелизирани. Најверојатно стравот од новата технологија или недостатокот од обука се виновни за овие ниски проценти [15].

Виртуелизацијата на големите фирми може да им овозможи големи заштеди и полесно менаџирање на ИТ инфраструктурата. Но и малите корисници имаат голема придобивка од неа. Сега секој од нас може, во домашни услови, да биде систем администратор на своја сопствена компјутерска мрежа, со администраторски профил на серверот и сето тоа за трошок на еден компјутер. Ова порано беше незамисливо и неизводливо, а денес е достапно за секој кој сака да учи и да се надградува.

Од денешна гледна точка, виртуелизациската технологија има светла иднина. Можеме само да се надеваме дека и во иднина ќе се развива со истото темпо

со кое се развиваше до сега. Паметните ќе ја прифатат со раширени раце, плашливите ќе ја избегнуваат се додека таа не тропне и на нивната врата. За неколку години, кога ќе се сретнат ИТ менаџери од различни фирми, тие нема да прашуваат „Кој серверски софтвер користите?“, туку ќе прашуваат „Кој софтвер за виртуелизација користите?“.

Хардверски потпомогнатата виртуелизација на компјутерските системи внесе значителен поттик во целата виртуелизациска „приказна“. Единствено таа овозможи целосна виртуелизација, што беше и основната идеја во целиот овој процес. Оваа техника донесе поголеми брзини во изведбата на виртуелизацијата и со тоа сите останати техники ги стави во втор план. Со остварувањето на хардверски потпомогнатата виртуелизација и со производство на продукти достапни за секого, оваа техника ја донесе виртуелизацијата буквално на секоја работна станица и со тоа ја направи многу подостапна за секој од нас.

#### БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] <http://www.kernelthread.com/publications/virtualization/>
- [2] <http://www.winsupersite.com/reviews/virtualpc2004.asp>
- [3] <http://www.pcmag.com/>
- [4] <http://www.vmware.com/virtualization/>
- [5] <http://www.vmware.com/overview/history.html>
- [6] [http://www.gcn.com/online/vol1\\_no1/46092-1.html](http://www.gcn.com/online/vol1_no1/46092-1.html)
- [7] [http://www.aiosolutions.com/what\\_is\\_virtualization.php](http://www.aiosolutions.com/what_is_virtualization.php)
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Virtualization>
- [9] <http://www.microsoft.com/virtualization/default.aspx>
- [10] <http://virtualization.com/>
- [11] [http://news.zdnet.com/2422-13569\\_22-155248.html](http://news.zdnet.com/2422-13569_22-155248.html)
- [12] <http://www.cio.com/topic/168354/Virtualization>
- [13] <http://www.ibm.com/itsolutions/virtualization>
- [14] <http://www.bug.hr/>
- [15] <http://www.bug.hr/mreza/>

*Abstract - The virtualization is a software technic with which is emulated the work of the complete computer. This procedure enables on one physical computer to be installed a few virtual computers with installed operation systems and corresponding applications. On such a way, the installed virtual computers may not be seen among themselves and the operation system which is installed and is performed within the frames of the one virtual computer is assured that only this computer has the overall control over the computer. The installations of the virtual computers are set up in the files of the disk and therefore there is no need for separate partitions.*

*Depending of the needs and the power of the physical computer, we may have installed a few virtual computers at the same time. It can be understood that the resources of the physical computer will be divided among all virtual computers and due to this fact the virtual computers will be significantly slower in their performance.*

*The virtual computers enable to be installed many different programmes without taking care that something unwanted (or unpredictable) may happen with the basic operational system. We*



*have the possibility for creation of virtual net for testing the net software, as well as, many other possibilities.*

*Besides on the personal computers, the virtualization is performed on the servers but on a slightly different way. Most frequently the server hardware has installed support for hardware virtualization which contributes the whole virtualization to be carried out with greater speed than on the personal computers. Hardware assisted virtualization is not a new idea, but with fast development the whole principal of virtualization is growing rapidly, and today it is almost standard development on all new servers.*