

УДК 004.7(066)

Ю. М. ІВЧЕНКО – к.т.н., доцент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, pushavg@gmail.com
В. Г. ІВЧЕНКО – ІОЦ Придніпровської залізниці, м. Дніпропетровськ
О. Н. ГОНДАР – ІОЦ Придніпровської залізниці, м. Дніпропетровськ

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Статтю представив д. т. н., проф. В. І. Шинкаренко

Стійкою тенденцією сьогодення є зростання потужностей серверних систем. Випускаються нові процесори, розвиваються підсистеми пам'яті, комунікаційні шини, системи збереження. Але виникають ситуації, коли інформаційний сервіс, функціонування якого забезпечує сучасний сервер, не повністю використовує його ресурси. Більш того, досвід показує, що значна більшість обчислювальних потужностей серверів фактично не завантажена навіть наполовину (виключення складають системи збереження інформації). Таким чином виникає потреба у підвищенні ефективності використання ресурсів існуючих серверних систем, спрощенні обслуговування та резервного копіювання даних, прискорення розгортання. Надзвичайно важливим стає використання технологій високої доступності та відмовостійкості для підвищення надійності та безпеки функціонування інформаційних систем.

Об'єднати декілька сервісів на одній апаратній платформі, забезпечити окреме оточення для кожного з них, надати єдиний інтерфейс керування і, таким чином, більш ефективно використовувати наявні апаратні засоби дозволяють технології віртуалізації.

Поняття віртуалізації умовно можна розділити на три фундаментально різні категорії:

1) віртуалізація платформ. Продуктом цього виду віртуалізації є віртуальні машини – деякі програмні абстракції, що запускаються на платформі реальних апаратно-програмних систем;

2) віртуалізація ресурсів. Даний вид віртуалізації має на меті комбінування або спрощення представлення апаратних ресурсів для користувача та отримання деяких користувацьких абстракцій обладнання, просторів імен, мереж і т.п.;

3) віртуалізація додатків. За допомогою такої віртуалізації виконується емуляція не всієї операційної системи, а лише додатку і необхідного для його роботи оточення.

Віртуалізація платформ

Під віртуалізацією платформ розуміють створення програмних систем на основі існуючих апаратно-програмних комплексів, що залежать або не залежать від них. Система, що надає апаратні ресурси та програмне забезпечення, називається хостовою (host), а системи, що симулюються, – гостьовими (guest). Щоб гостьові системи могли стабільно функціонувати на платформі хостової системи, необхідно, щоб програмне і апаратне забезпечення хоста було достатньо надійним і надавало необхідний набір інтерфейсів для доступу до його ресурсів. Є кілька видів віртуалізації платформ, в кожному з яких реалізується свій підхід до поняття «віртуалізація». Види віртуалізації платформ залежать від того, наскільки повно здійснюється симуляція апаратного забезпечення.

Види віртуалізації платформ:

1. Повна емуляція (симуляція).

Цей вид віртуалізації побудований на основі повної емуляції всього апаратного забезпечення певної платформи. Такий під-

хід дозволяє емулювати різні апаратні архітектури. Продукти, які забезпечують даний вид віртуалізації, повинні дозволяти запускати оригінальні гостьові операційні системи на платформі, для якої ці системи не були створені. Приклади продуктів для повної емуляції: Bochs, PearPC, QEMU (без акселерації), Hercules Emulator.

2. Часткова емуляція (нативна або вбудована віртуалізація).

Часткова віртуалізація базується на принципі емуляції тільки необхідної кількості ресурсів, щоб віртуальна машина могла бути запущена ізольовано. Наприклад, при повній емуляції різних архітектур, гостьова система працює з певною специфічною системою команд процесора, відмінної від системи команд процесора хостової системи. Кожну команду процесору гостьової системи потрібно транслювати у відповідну команду хостової системи, що неймовірно зменшує швидкодію. При використанні нативної віртуалізації ніякої трансляції команд не відбувається, оскільки гостьова операційна система розроблена під ту ж архітектуру, на якій працює хостова система. Це дозволяє значно підвищити швидкодію гостьової системи і максимально наблизити її до швидкодії реальної системи.

Для підвищення швидкодії нативної віртуалізації застосовується спеціалізований програмний прошарок - гіпервізор. Гіпервізор є посередником між гостьовою операційною системою і фізичним апаратним забезпеченням. Він дозволяє гостьовій системі безпосередньо звертатися до апаратних ресурсів, що і є запорукою високої швидкодії даного виду віртуалізації. Гіпервізор є одним з ключових понять у світі віртуалізації. Приклади продуктів для часткової емуляції: VMware Workstation, VMware Server, VMware ESX Server, Virtual Iron, Microsoft Hyper-V Server, Microsoft Virtual PC, Sun VirtualBox, Parallels Desktop та інші.

3. Часткова віртуалізація та віртуалізація адресного простору.

Зміст часткової віртуалізації полягає у симулюванні кількох екземплярів апаратного забезпечення (особливо часто викори-

стовується віртуалізація адресного простору). Це дозволяє спільно використовувати ресурси і ізолювати процеси, але не дозволяє створювати екземпляри гостьових систем. Тобто, при частковій віртуалізації віртуальні машини не створюються, а відбувається ізоляція деяких ресурсів і процесів на рівні хостової операційної системи. Кожна гостьова система є додатком, запущеним як процес всередині ізольованого адресного простору.

4. Паравіртуалізація.

Метод паравіртуалізації не примушує емулювати апаратне забезпечення, але вимагає від гостьової системи наявності спеціального програмного інтерфейсу для взаємодії з хостовою системою. Такий підхід вимагає значної модифікації ядра гостьової системи, оскільки вся взаємодія її з апаратним забезпеченням зводиться до здійснення спеціальних викликів (гіпервикликів) до хостової системи. При цьому хостова повинна мати гіпервізор, який приймає і обробляє гіпервиклики з гостьової системи. Головним представником на ринку паравіртуалізації зараз є компанія XenSource.

5. Віртуалізація рівня операційної системи.

Даний метод дозволяє в рамках однієї операційної системи виділити ресурси для виконання незалежних гостьових операційних систем. Кожна гостьова система має ізольоване від хостової системи середовище виконання, що забезпечує достатню безпеку. Таким чином, віртуалізація рівня операційної системи дозволяє розбити фізичні ресурси комп'ютера на незалежні розділи, які називаються контейнерами або пісочницями (sandboxes), тільки засобами операційної системи.

Яскравими прикладами такого виду віртуалізації є такі програмні продукти, як Linux-VServer, OpenVZ, Virtuozzo, FreeBSD Jails, Solaris Containers.

Віртуалізація ресурсів

Якщо розглядати віртуалізацію в широкому сенсі, можна прийти до поняття віртуалізації ресурсів, що узагальнює в собі підходи до створення віртуальних систем.

Віртуалізація ресурсів дозволяє концентрувати, абстрагувати і спрощувати управління групами ресурсів, таких як мережі, сховища даних і простори імен.

Види віртуалізації ресурсів:

1. Об'єднання, агрегація і концентрація компонентів. Під таким видом віртуалізації ресурсів розуміється організації декількох фізичних або логічних об'єктів в пули ресурсів (групи), що надають зручні інтерфейси користувачу. Приклади такого виду віртуалізації:

- багатопроцесорні системи, що представляються як одна потужна система,
- RAID-масиви та засоби управління томами, що комбінують декілька фізичних дисків в один логічний,
- віртуалізація систем зберігання, яка використовується у побудові мереж збереження даних SAN (Storage Area Network),
- віртуальні приватні мережі (VPN), трансляція мережевих адрес (NAT), протоколи резервування мережевих адрес (HSRP), балансування навантаження (Microsoft NLB), що дозволяють створювати віртуальні простори мережевих адрес та імен (Microsoft NLB).

2. Кластеризація комп'ютерів та розподілені обчислення (grid computing). Цей вид віртуалізації включає в себе методи, що застосовуються при об'єднанні безлічі окремих комп'ютерів в глобальні системи (мегакомп'ютери), які спільно вирішують загальну задачу.

3. Розподіл ресурсів (partitioning). При розподілі ресурсів у процесі віртуалізації відбувається поділ будь-якого одного великого ресурсу на декілька однотипних об'єктів, зручних для використання. У мережах зберігання даних це називається зонуванням ресурсів («zoning»).

4. Інкапсуляція. Багатьом це слово відомо як приховування об'єктом всередині себе своєї реалізації. Стосовно до віртуалізації, можна сказати, що це процес створення системи, яка надає користувачу зручний інтерфейс для роботи з нею і приховує подобиці складності своєї реалізації.

Віртуалізація додатків

Віртуалізація додатків - процес використання додатку, перетвореного із такого, що вимагає установки в ОС в такий, що не вимагає (потрібно тільки запустити). Для віртуалізації додатків програмне забезпечення віртуалізатора визначає при установці додатку, який віртуалізується, які потрібні компоненти ОС і їх емалює. Таким чином, створюється необхідне спеціалізоване середовище для цього віртуалізованого додатку і, тим самим, забезпечується ізолюваність роботи цього додатку. Для створення віртуального додатку додаток, що віртуалізується, розміщується в контейнері, що оформлений, як правило, у вигляді папки. При запуску віртуального додатку запускається додаток, що віртуалізується, і контейнер, який є для нього робочим середовищем. Робоче середовище запускається і надає локальні, раніше створені ресурси, які містять ключі реєстру, файли та інші компоненти, що необхідні для запуску і роботи додатку. Таке віртуальне середовище працює як прошарок між додатком і операційною системою, що дозволяє уникнути конфліктів між додатками. Віртуалізацію додатків забезпечують, наприклад, програми Microsoft App-V, SoftGrid і VMWare ThinApp. Як варіант віртуалізації додатків можливе використання Microsoft Terminal Services.

На Придніпровській залізниці виникла необхідність у модернізації низки серверів, продуктивність яких вже не могла забезпечити необхідну якість функціонування інформаційних сервісів. Продуктивність нових сучасних серверів значно перевершує продуктивність, яка необхідна для функціонування кожного з сервісів. Більш того, постійно зростаюча кількість різних інформаційних систем керування та автоматизованих робочих місць, зростаючі вимоги до надійності і відмовостійкості інформаційних систем, до економії фінансових ресурсів вимагало пошуку рішення.

Рішення мало забезпечувати:

- можливість більш повного використання апаратних ресурсів серверів,

- просте розгортання додаткових віртуальних серверів,
- можливість створення резервних копій,
- зручні та ефективні засоби управління.

Дуже важливою були підтримка існуючої інфраструктури, систем і завдань, можливість інтеграції системи віртуалізації в існуючу систему управління обчислювальними ресурсами. Для реалізації подібного рішення, необхідно використовувати різні типи віртуалізації.

Розглянемо докладніше, які типи віртуалізації використовуються на Придніпровській залізниці.

Віртуалізація платформ (вбудована віртуалізація). Через те, що на Придніпровській залізниці переважна більшість сервісів працює під управлінням операційної системи Windows, вже розгорнута і широко використовується служба каталогів Windows, то як рішення було використано систему віртуалізації Windows Hyper-V, в комплексі з рішенням щодо управління віртуальними машинами Microsoft Virtual Machine Manager.

За допомогою даних продуктів зроблено наступне:

1. Чотири сервери перетворені у віртуальні з використанням засобів конвертації фізичного сервера. Серверам шляхом зміни властивостей віртуальної машини, були додані додаткові апаратні ресурси і, відповідно, проведена їх модернізація;
2. Вісім існуючих серверів перевстановлені в віртуальне оточення;
3. З використанням засобів управління операційної системи Windows 2008 R2 Server було організовано резервування всіх віртуальних машин, що значно підвищило надійність та безпеку їх функціонування, знизило ризик втрати даних і час простою в разі збою;
4. З використанням засобів Microsoft Virtual Machine Manager черговому персоналу була надана можливість контролювати стан віртуальних машин і управляти ними. Тепер у разі збою черговий персонал має можливість самостійно без фізичних переключень перейти на резервні копії віртуальних машин;

5. Для впровадження нових інформаційних систем було створено чотири віртуальні сервери;

6. Всі 16 віртуальних машин з резервними комплектами розміщені на чотирьох фізичних серверах. Крім того, є запас продуктивності для створення, у разі потреби, нових віртуальних машин.

Завдяки використанню технології віртуалізації платформ було вивільнено більше десяти одиниць застарілого обладнання, підвищена надійність систем, знижено час відновлення систем у разі збою, значно прискорено розгортання нових систем.

Віртуалізація ресурсів

Віртуалізація ресурсів використовується, в основному, для підвищення стійкості системи до відмов одного або кількох її компонентів. Відмовляти можуть як апаратні компоненти (мережеві інтерфейси, канали зв'язку, мережеві пристрої, жорсткі диски, повністю сервери), так і програмні - операційні системи, інформаційні сервіси, дані.

На Придніпровській залізниці віртуалізуються наступні ресурси:

1. Для резервування шлюзів за замовчуванням широко використовується протокол HSRP (Hot Standby Router Protocol), при цьому для користувача створюється віртуальна адреса, яка призначається одному з доступних маршрутизаторів з найбільш високим пріоритетом. У разі виходу з ладу основного маршрутизатора робота переводиться на резервний автоматично, непомітно для користувача;
2. Для резервування на випадок відмов серверів або їх мережевих інтерфейсів використовується протокол Microsoft NLB. За допомогою цього протоколу створюється віртуальна адреса, яка призначається одному з доступних вузлів кластера з найвищим пріоритетом. Таким чином, користувач працює з одним з декількох вузлів, переходячи на роботу з резервним вузлом автоматично у разі збою основного. Така технологія використана для створення чотирьох відмовостійких кластерів.

3. Ще одним прикладом віртуалізації ресурсів, що використовуються, є DFS (розподілена файлова система). У даній системі створюється віртуальний простір імен, що містить посилання на елементи файлової системи, розподілені між багатьма серверами. Користувачі, звертаючись до віртуальних імен, перенаправляються на найближчий доступний для них сервер. У разі збою основного сервера користувачі працюють з резервним. Крім того, DFS забезпечує синхронізацію даних, що дозволяє уникнути втрат даних при відмовах файлової системи. Дана система забезпечує роботу користувачів ІОЦ з файловими системами, а також синхронізацію кластерних систем, що використовують протокол NLB.

Віртуалізація додатків

Цей тип віртуалізації використовується для полегшення розгортання додатків, зменшення навантаження на персональні комп'ютери користувачів і зменшення часу на оновлення програмного забезпечення і його супровід. На Придніпровській залізниці в якості засобу віртуалізації додатків використовується служба Terminal Services. Застосування даної служби дозволяє використовувати додаток, що встановлений на сервері, без установки його у користувачів, оскільки примірник додатка запускається на сервері.

Дане рішення було використано при впровадженні АСУ МТЗ, GAS-Railway, АСКП, АСУ Фобос.

Використання технологій віртуалізації дозволило поліпшити ефективність використання апаратних засобів серверів, прискорити розгортання нових інформаційних служб, підвищити надійність і безпеку інформаційних систем, задіяних у процесі перевезень на Придніпровській залізниці.

Бібліографічний список

1. Макалистер, Н. Виртуализация серверов [Электрон. ресурс] / Н. Макалистер. «Computerworld Россия». – 2007. – № 09.

- Режим доступа: <http://www.osp.ru/cw/2007/09/4038424/>
2. Технологии аппаратной виртуализации [Электрон. ресурс] / Режим доступа: ixbt.com.
3. Александров, А. Спираль аппаратной виртуализации. Открытые системы [Электрон. ресурс] / А. Александров. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2007/03/4158010/>
4. Hot Standby Router Protocol (HSRP) [Электрон. ресурс] / Режим доступа: http://www.cisco.com/en/US/tech/tk362/tk321/tsd_technology_support_subprotocol_home.html.
5. Distributed File System Technology Center [Электрон. ресурс] / Режим доступа: <http://www.microsoft.com/windowsserver/system/dfs/default.mspx>.
6. Network Load Balancing Technical Overview [Электрон. ресурс] / Режим доступа: <http://technet.microsoft.com/enus/library/bb742455.aspx>.
7. Hyper-V Server 2008 R2 [Электрон. ресурс] / Режим доступа: <http://www.microsoft.com/hyper-v-server/en/us/default.aspx>
8. Virtual Machine Manager 2008 R2 [Электрон. ресурс] / Режим доступа: <http://www.microsoft.com/systemcenter/en/us/virtual-machine-manager.aspx>.

Ключові слова: віртуалізація, сервер, платформа, ресурси, додатки, відмовостійкість, кластери, інформаційні системи.

Ключевые слова: виртуализация, сервер, платформа, ресурсы, приложения, отказоустойчивость, кластеры, информационные системы.

Keywords: virtualization, server, platform, resources, applications, fault tolerance, clustering, information systems.

Надійшла до редколегії 12.05.2014