

УДК 004.72(45)

Гамаюн В.П., д-р техн. наук,
Боровик В.М., канд. техн. наук,
Боровик Д.В.

КОНСОЛІДАЦІЯ ТА ВІРТУАЛІЗАЦІЯ В СУЧАСНИХ МЕРЕЖАХ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ

Факультет комп'ютерних наук
Національного авіаційного університету

Розглянуті методи консолідації та віртуалізації в архітектурі побудови високопродуктивних комп'ютерних мереж центрів обробки даних. В ході аналізу виявлені перспективні напрямки по підвищенню їх продуктивності

Вступ

Сучасні центри обробки даних є основою для обчислювальної потужності, зберігання даних та роботи додатків, що є необхідністю для підтримки бізнесу.

Інфраструктура центрів обробки даних (ЦОД) займає головне місце у ІТ-архітектурі. Правильне планування інфраструктури ЦОД має вирішальне значення тому, що від них залежать продуктивність, відмовостійкість і масштабованість.

Важливим аспектом проектування ЦОД є також гнучкість у швидкому розгортанні та підтримці нових сервісів. Розробка гнучкої архітектури, яка має здатність впроваджувати нові додатки в короткі терміни, в сучасних умовах реалізується за допомогою консолідації та віртуалізації сервісів.

Консолідацією це процес фізичного об'єднання багатьох складових у єдине ціле, а віртуалізацією – створення штучного об'єкту чи середовища. У сучасних ЦОД такий підхід застосовується для побудови основних елементів обчислення, мереж та зберігання даних.

Мета статті

Метою статті є огляд методів консолідації та віртуалізації в архітектурі побудови високопродуктивних мереж ЦОД. В ході аналізу були виявлені перспективні напрямки побудови та окреслені основні концептуальні підходи по підвищенню продуктивності, відмовостійкості та захисту комп'ютерних мереж.

Постановка задачі

Сучасні ЦОД складаються з п'яти основних елементів:

- 1) розрахункові потужності;
- 2) мережа;
- 3) зберігання інформації;
- 4) фізичне устаткування;
- 5) процеси аварійного відновлення.

Всі ці елементи залежать один від одного, що має безпосереднє значення при побудові мережевої інфраструктури. В даній статті особливу увагу буде сконцентровано на взаємозв'язках трьох елементів з п'яти – розрахункові потужності, мережа та зберігання інформації.

У малих та середніх за розміром ЦОД сервери можуть включати в себе функції розрахункових потужностей та зберігання інформації, але при зростанні "дата-центрів" дискові масиви будуються як незалежні (спеціалізовані) системи, які спілкуються із серверами через відповідні мережі SAN (Storage Area Network).

При зростанні "дата-центрів" розрахункові потужності починають об'єднувати в групи для розподілення процесів та процесорів, якщо йдеться про побудову кластерних систем. Такі кластери також об'єднуються за допомогою високошвидкісних спеціалізованих мереж.

В сучасних умовах, сервери вступили в наступний етап еволюції – серверну консолідацію (рис.1). Такий підхід став можливим за допомогою, так званих, "блейд-серверів" (blade-server). "Блейд-сервер" – це індивідуальна комп'ютерна сутність, що інстальюється у шасі або систему "блейд-серверів" (так звану, «корзину»).

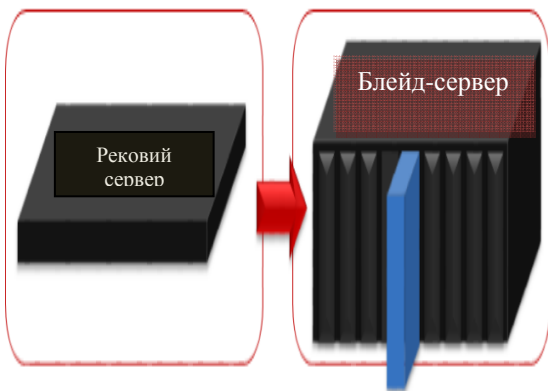


Рис.1. Серверна консолідація

"Блейд-сервери" зменшують розміри серверів за допомогою інтеграції систем живлення, вентиляції та мережевих інтерфейсів у єдине шасі. Серверна консолідація зменшує енергоспоживання та простір, що займається.

Паралельно з фізичною консолідацією, широкого розповсюдження набула серверна віртуалізація, яка забезпечує виконання роботи різноманітних додатків та їх операційних систем на одному фізичному сервері.

Дані підходи, щодо оптимізації та удосконалення розрахункових потужностей ЦОД, ведуть до зростання об'ємів інформації, що обробляється та зберігається, вимагає високої продуктивності та відмовостійкості від комп'ютерних мереж, що їх супроводжують. Ці питання зумовлюють появу нових прогресивних підходів щодо побудови мереж.

Мережева консолідація

В ЦОД можна зустріти три типи мереж:

- локальна мережа (*LAN*);
- мережа зберігання даних (*SAN*);
- мережа високошвидкісної взаємодії для кластерних систем *inter-process communication (IPC)*.

Найбільш відомими реалізаціями даних типів мереж є відповідно *Ethernet*, *Fibre Channel* та *InfiniBand*.

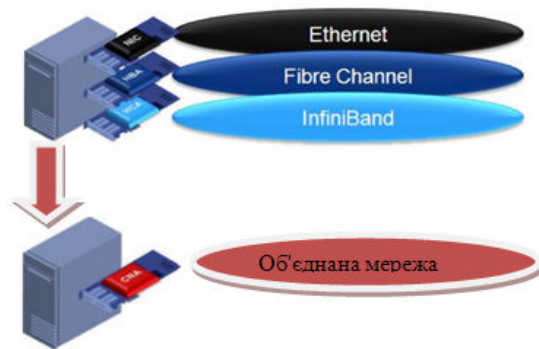


Рис. 2. Мережева консолідація.

Причиною існування всіх трьох типів окремо є необхідність в різному виді трафіку:

- *LAN*—великі об'єми даних з різноманітними сервісами (*QoS*) але не дуже чутлива до затримок;
- *SAN*—немає втрат пакетів(часто називають «*loss-less*»);
- *IPC*—екстремально низькі затримки.

Основною ідеєю є консолідація всіх мереж у єдину «об'єднану мережу». Мережевий адаптер для такої мережі називається *CNA (Converged Network Adapter)* [1].

Важливо зазначити, що на сьогодні технологія не готова для повної консолідації, тому робляться лише перші кроки в цьому напрямі. Ці кроки, в основному, сфокусовані на консолідації *LAN* та *SAN*.

Консолідація *LAN* та *SAN*

На сьогоднішній день стандартом в мережах *SAN* є *Fibre Channel*. Дана технологія є найбільш задіяною в сучасних ЦОД, але існують доволі важливі альтернативи(рис.3):

– *iSCSI*—знаходиться на вершині протоколу *TCP* та дозволяє використовувати звичайний *Ethernet* для транспорту *SCSI*;

– *FcoE (Fibre Channel over Ethernet)*. Останній стандарт був прийнятий у липні 2009, але вимагає прийняття ряду інших стандартів (*Lossless Ethernet*) для повноцінного впровадження. На сьогоднішній час спеціалізована група *IEEE* працює над стандартом *DCB (Data Centre Bridging)* [1], який забезпечить роботу

Ethernet без втрат пакетів, що є необхідною передумовою для мереж збереження даних.

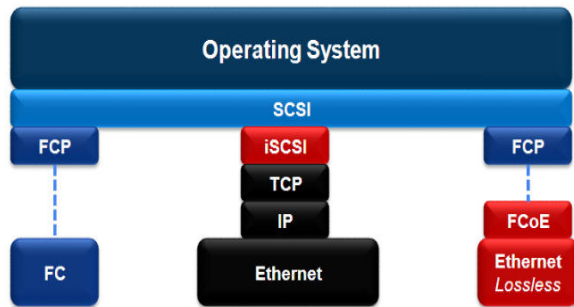


Рис. 3. Альтернативи стандарту Fibre Channel

FCoE є найбільш перспективною технологією та починає підтримуватися основними виробниками комутаційного обладнання. Основним документом, який описує FCoE є FIBRE CHANNEL BACKBONE-5 (FC-BB-5) – документ Національного стандарту Америки для IT організацій [2]. Основної проблемою FCoE є те, що хоча технологія дозволяє використовувати команди, дані та стани Fibre Channel, але із-за природних особливостей мережі SCSI, традиційні Ethernet-комутатори не можуть використовувати її на повну. Тому повинні бути створені нові типи Ethernet комутаторів та мережевих адаптерів. Вони повинні гарантувати, що пакети не будуть втрачені, тому нові вимоги до Ethernet зветься «lossless».

Розглянемо схеми побудови ЦОД з використанням FCoE та без нього. На рис.4 зображено стандартний підхід, при якому сервери мають з'єднання із мережею передачі даних та мережею зберігання даних за допомогою окремого обладнання.

Перший крок, до якого зараз готова індустрія щодо повноцінного впровадження FCoE, зветься I/O консолідація (рис.5). А саме консолідація рівнів LAN та SAN. Це стає можливим за допомогою впровадження двох типів пристроїв:

- адаптер об'єднаної мережі (CNA)
- перша генерація комутаторів FCoE (NPIV – N-port I/O Virtualization) [3].

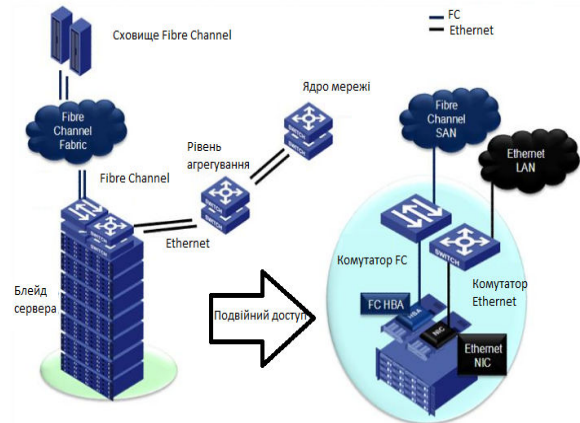


Рис. 4. Рівень подвійного доступу мережі

З'єднання між об'єднаною мережевою картою та комутатором FCoE – 10 Гбіт/с. Така швидкість дозволяє транспортувати в одному каналі як мережеві дані, так і SCSI команди SAN-мережі. Комутатор FCoE має можливість дистрибуції трафіку до обох мереж, оскільки має у своєму розпорядженні порти FC та Ethernet.

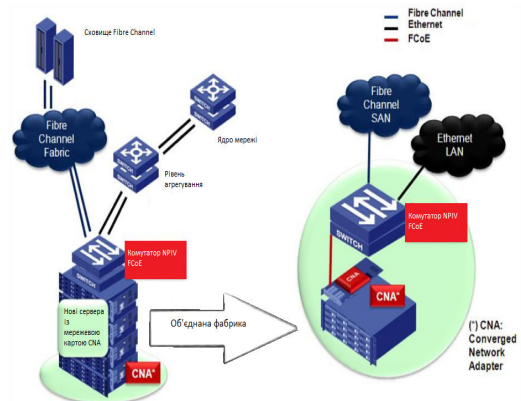


Рис. 5. Перший крок до консолідації LAN та SAN

Наведена схема є проміжною але важливою складовою у повноцінній імplementації FCoE, оскільки для повноцінного впровадження потрібно дочекатися публікації стандартів Data Centre Bridging.

Заміна стандартних мережевих карт (NIC та HBA) диктується індустрією та є важливою частиною просування блейд-серверів, оскільки збільшення щільності портів негативно впливає як на впровадження рішення, так і на його ціну.

Наступним етапом є повноцінне об'єднання фабрик (рис.6).

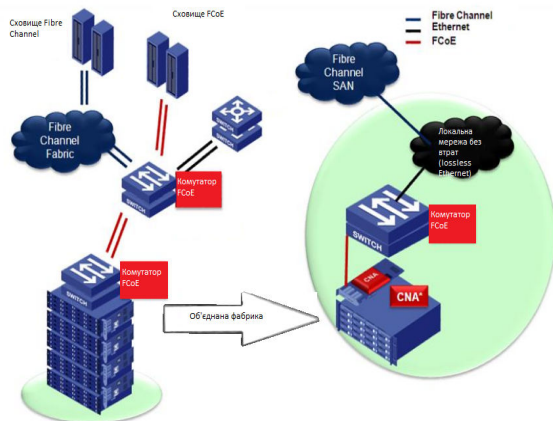


Рис. 6. Другий крок до консолідації - повне об'єднання фабрик

На цьому етапі комутатори із стандартом *DCB* гарантуватимуть передачу даних без втрат через усю комутаційну фабрику. Звичайно, ніхто не розраховує, що фабрика *Fibre Channel* буде повністю замінена локальною мережею без втрат, але основною ідеєю є злиття обох фабрик на рівні магистралей, що значно зменшить кількість комутаторів в центрах обробки даних. А це, в свою чергу, значно зменшує споживання енергії та вивід тепла.

Важливо зрозуміти, що провести чітку межу між цими двома етапами дуже важко. Не є очевидним, що менеджери та адміністратори ЦОД будуть змінювати технологію побудови в час коли знадобляться нові сервери. У цьому випадку, обидві технології будуть співіснувати.

Тобто комутатори *FC*, *NPIV* та чистого *FCoE* будуть утворювати з'єднання у одній великій комплексній мережі.

Віртуалізація та агрегування

Розглянуті вище схеми вимагають від мережі мати більше пропускної спроможності, менших затримок, не мати втрат та бути стійкими до відмов. При таких умовах старі способи організації мереж майже повністю замінюються новими – більш продуктивними. Цими новими технологіями є способи віртуалізації та агрегування потужностей, що дає змогу використовувати мережеве обладнання з максимальним КПД.

За даними *Forrester Research* використання живої міграції та технологій блейд-серверів стало звичайною справою. Фірми все частіше прагнуть до забезпечення продуктивності і доступності своїх віртуальних середовищ з точки зору кінця в кінець. *Forrester* вважає, що серверні і мережні технології віртуалізації будуть ставати все більш інтегрованими, що дозволить виробляти більше динамічні ЦОД, де адміністратори мають більшу прозорість і контроль за якістю послуг, що надаються їх віртуальною інфраструктурою [4].

Приклад технології мережевої віртуалізації зображено на рис.7.

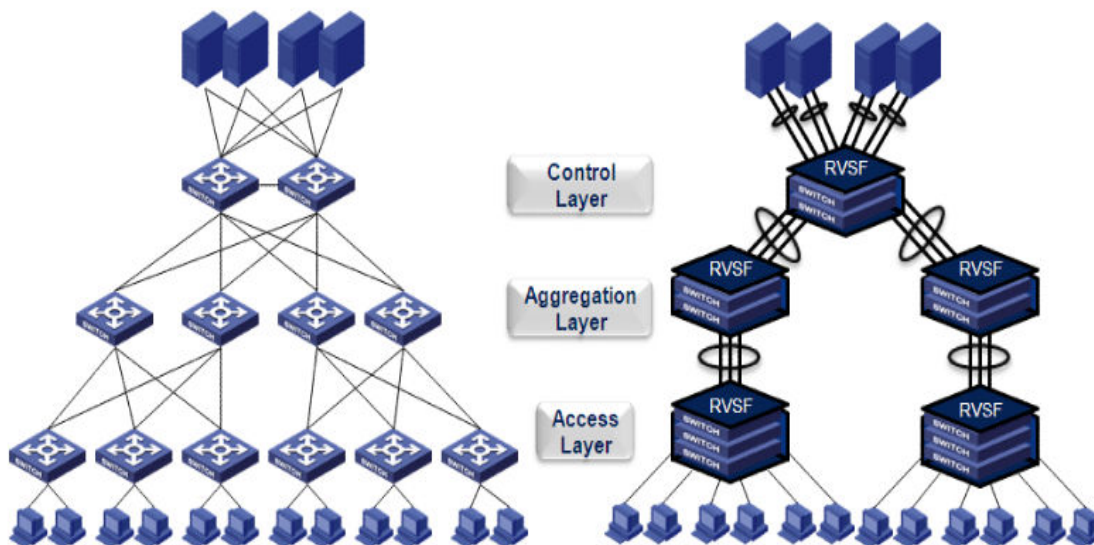


Рис. 7. Організація віртуальної мережевої фабрики

Віртуалізація дозволяє об'єднання декількох комутаторів у єдину комутаційну сутність, що пропонує:

- режим *Active/Active* (усі елементи віртуальної фабрики поділяють одне навантаження та утворюють один домен відмов;
- уся функціональність *L2*, *L3*, *unicast*, *multicast* та *MPLS* розподіляється впродовж усієї фабрики;
- значне спрощення конфігурування, моніторингу та відновлення.

Коли будь-який комутатор додається до віртуальної групи за допомогою розподіленого агрегування, то трафік між пристроями балансується. У випадку відмови пристрою потік даних перерозподіляється через інші комутатори віртуальної фабрики. При застосуванні такої схеми стають не актуальними такі протоколи, як *Spanning Tree* та *VRRP*, що призводить до спрощення мережі, збільшення продуктивності та відмовостійкості. Існує багато реалізацій даного підходу від багатьох виробників комутаційного обладнання.

У *Cisco Systems* це *VSS* та *vPC*, у *Hewlett-Packard* – *RVSF*. Усіх їх об'єднує прагнення до збільшення пропускної спроможності мережі та загальної доступності сервісів центрів обробки даних.

Висновки

На теперішній час, промислова індустрія «горить» ідеєю щодо створення єдиної об'єднаної магістральної мережі в ЦОД.

Консолідація та віртуалізація за допомогою сучасних методів, таких як *FCoE* та *RVSF* призначена для успіху там, де *InfiniBand* не вдалося об'єднати мережі обчислення, передачі даних та збереження даних.

Зараз, на жаль, існує бар'єр для створення єдиної мережі: нестача наявних товарів, не доопрацювання стандартів, велика цінова надбавка та вимоги до, майже, повного оновлення парку мережевого обладнання. Ці бар'єри, як очікується, залишаться, принаймні, на найближчі три роки [5]. З плином часу, вони можуть бу-

ти знижені збільшення прагнення реального сектору до об'єднання мереж на магістральному рівні.

За традицією, технологія, яка адаптується до асиміляції інших, була *Ethernet*. Якщо *DCB* стане доброю заміною для *Fibre Channel* і *Ethernet 40/100-Gbps* з'явиться на ринку своєчасно, то буде мати сенс із плином часу, щоб перемістити весь трафік до *Ethernet*. Можна припустити, що 10-Гбіт/с *DCB* порт комутатора буде коштувати приблизно так само, як нормальний 10-Гбіт/с *Ethernet* порт та 8-Гбіт /с *FC* порт комутатора.

Очікується, що *DCB* стане стандартом в більшості комутаторів ЦОД. З того часу, як 10-Гбіт/с *Ethernet* забезпечує набагато більш високу швидкість передачі даних ніж 8-Гбіт/с *FC*, *DCB* обіцяє краще співвідношення ціна/продуктивність. Однак, із-за розміру встановленої бази *FC*, реалізація обіцянки "все-до-*Ethernet*" повинна витримати щонайменше 5 років для більшості підприємств.

Список літератури

1. <http://h10144.www1.hp.com/trainimg/3com/tech-training.htm>.
2. http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Data_Center/DCI/DCI2_External.pdf.
3. http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/netsol/ns304/c649/ccmigration_09186a00807a15d0.pdf.
4. http://www.forrester.com/rb/Research/wave%26trade%3B_data_center_automation%2C_q2_2008/q/id/42956/t/2.
5. www.gartner.com.

Подано до редакції 24.09.2010