



УКРАЇНА

(19) UA (11) 16862 (13) U  
(51) МПК (2006)  
H04B 14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) МІКРОКЛАСТЕРНИЙ МАРШРУТИЗАТОР

1

(21) u200604180

(22) 14.04.2006

(24) 15.08.2006

(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.

(72) Мартиш Вадим Євгенійович, Тимошенко Юрій  
Олександрович(73) Мартиш Вадим Євгенійович, Тимошенко Юрій  
Олександрович

(57) 1. Мікрокластерний маршрутизатор, що складається з комутаційної платформи, мережевих модулів та хост-процесора, при цьому комутаційна платформа містить комутаційну підсистему, через яку з'єднані між собою інтерфейси підключення мережевих модулів та інтерфейс підключення хост-процесора, мережеві модулі, з'єднані з інтерфейсами підключення мережевих модулів комутаційної платформи, а хост-процесор з'єднаний з інтерфейсом підключення хост-процесора комутаційної платформи, який відрізняється тим, що комутаційна підсистема виконана у вигляді пакетного комутатора матричного типу з портами, один з яких з'єднаний з інтерфейсом підключення хост-процесора, а всі інші з'єднані з інтерфейсами підключення мережевих модулів.

2

2. Мікрокластерний маршрутизатор за п.1, який відрізняється тим, що блок пакетного комутатора матричного типу разом з інтерфейсами підключення мережевих модулів, мережевими модулями та інтерфейсом підключення хост-процесора утворюють мережу пакетної передачі даних Ethernet відповідно до стандартів IEEE 802.3x (802.3 або 802.3x, або 802.3z, або 802.3an, або 802.3ae).

Корисна модель відноситься до передаючих систем, в яких середовище, що використовується для передачі даних не є суттєвим, а саме до спеціальної техніки зв'язку в пакетних мережах і призначена для побудови на її основі високопродуктивних маршрутизаторів та комутуючих маршрутизаторів для роботи в мережах з передачею пакетів, зокрема, таких як мережа Інтернет (Internet), локальні інтрамережі (Intranet), мережі MPLS/IP, тощо.

Маршрутизатор є пристроєм зв'язку, який здійснює прийом, обробку та передачу в певних напрямках повідомлень (пакетів) мережі на 3-ому та вищих рівнях еталонної моделі ISO/OSI поверх мереж з різною каналною та фізичною природою.

На сьогодні існує багато різних схем побудови маршрутизаторів, одна з найбільш поширених, так звана «класична» схема, наведена в описі до [1]. Згідно з [1], маршрутизатор є спеціалізованою обчислювальною системою, що складається з хост-процесора та множини мережевих модулів, сполучених через комутаційну платформу, завданням якої є забезпечення взаємодії хост-процесора та мережевих модулів. Хост-процесор є подібним до традиційних EOM і містить центральний процесор, оперативну пам'ять та системну шину. Роль комутаційної платформи відіграє приєднана до систем-

ної шини локальна шина даних, така як PCI. Мережеві модулі при цьому є модулями розширення для локальної шини, а відповідні слоти розширення є інтерфейсами підключення мережевих модулів. Мережеві модулі передають дані, що надходять з підключених мереж в пам'ять хост-процесора, центральний процесор якого для кожного прийнятого пакета інформації проводить його аналіз і приймає рішення про знищення (непередачу) або передачу через в іншу мережу через певний мережевий модуль у незмінному чи модифікованому вигляді. При цьому фізична та канална природа (рівні 1-2 еталонної моделі ISO/OSI) мережі-джерела пакету та мережі-отримувача можуть різнитися, що враховується хост-процесором при формуванні пакета для подальшої передачі. Процес прийому пакету, вибору мережі-отримувача пакету і відповідного мережевого модуля (інтерфейсу) та передачі пакету у вибраному напрямку відомий під назвою «маршрутизація» (інколи - «комутація рівня 3», layer 3 switching, L3 switching, E3-комутація).

В сучасних мережах типовими є ситуації, коли канална природа мережі-джерела пакету та мережі-отримувача ідентична, наприклад, IEEE 802.3x (Ethernet) або RFC-2615 Packet over SONET/SDH. При цьому процес вибору мережі-

(19) UA (11) 16862 (13) U

отримувача пакету може бути суттєво спрощений, аж до доцільності безпосередньої передачі з одного мережевого інтерфейсу на інший, оминаючи етап аналізу та обробки пакету центральним процесором хост-процесору. Такий процес відомий як «комутація рівня 2» (layer 2 switching, L2 switching, E2-комутація). З огляду на поширення технологій таких, як MPLS, сучасний маршрутизатор має суміщати функції комутації другого та третього рівнів.

Одним з найбільших недоліків наведеної вище класичної архітектури є неможливість ефективного суміщення функцій комутації рівнів 2 та 3. Справді, процеси передачі (транзакції) обох типів використовують спільну шину та пам'ять хост-процесора, а отже провадять негативний взаємний вплив на продуктивність. Таким чином, з'являється завдання мінімізації взаємного впливу транзакцій різних типів в маршрутизаторі. Одне з рішень проблеми суміщення функцій комутації другого та третього рівнів, запропоноване фірмою «Cisco Systems», базується на винаході [2] і є найбільш близьким за своєю суттю до моделі, що заявляється. В маршрутизаторах Cisco, побудованих за технологією [2], використана особлива комутаційна платформа (switching fabric) для сполучення мережевих модулів та хост-процесора. Такий маршрутизатор складається з комутаційної платформи, мережевих модулів та хост-процесора, при цьому комутаційна платформа включає комутаційну підсистему, через яку з'єднані між собою інтерфейси підключення мережевих модулів та інтерфейс підключення хост-процесора, мережеві модулі з'єднані з інтерфейсами підключення мережевих модулів комутаційної платформи, а хост-процесор з'єднаний з інтерфейсом підключення хост-процесора комутаційної платформи. Суть технічного рішення Cisco полягає в застосуванні спеціальної комутаційної підсистеми, яка сполучає між собою інтерфейси підключення мережевих модулів через окрему спеціалізовану шину модулів (peer transaction bus), а інтерфейси підключення мережевих модулів з інтерфейсом підключення хост-процесора через окрему спеціалізовану шину зв'язку хоста (host transaction bus). При цьому інтерфейси підключення мережевих модулів здійснюють необхідні перетворення інформації між протоколами мережевих модулів (PCI), хост-контролера (PCI) та внутрішніми протоколами шин комутаційної підсистеми. В рішенні Cisco Systems є ряд позитивних рис. По-перше, уніфікований інтерфейс PCI для підключення хост-процесора до комутаційної платформи та мережевих модулів до комутаційної платформи дозволяє вносити мінімальні модифікації в обладнання хост-процесора та мережевих модулів у порівнянні з класичним дизайном. По-друге, роздільні шини даних з своїми проміжними буферами мінімізують вплив транзакцій між мережевими модулями на транзакції між модулями та хост-процесором.

Система-прототип має також недоліки, головним з яких є складність конструкції. Так, на оригінальних схемах прототипу зазначено приблизно 80 функціональних елементів. Загалом, виробництво маршрутизаторів згідно винаходу-прототипу потребує великих витрат, з огляду на спектр вико-

риганих компонентів і складність системи, та може бути економічно виправданим тільки при великих обсягах випуску. До того ж, спільна шина для транзакцій між модулями не забезпечує їх попарної взаємної незалежності. Так, в системі, що налічує чотири мережевих модуля, транзакції між будь-якою парою модулів (наприклад, першим та другим) негативно впливають на транзакції між іншою парою модулів (третім та четвертим).

Метою даної моделі є розробка спрощеної конструкції маршрутизатора, яка б забезпечувала мінімальний взаємний вплив різних типів транзакцій, та була би економічно виправданою для дрібносерійного виробництва.

Поставлена задача вирішується тим, що мікрокластерний маршрутизатор, згідно моделі, складається з комутаційної платформи, мережевих модулів та хост-процесора, при цьому комутаційна платформа включає комутаційну підсистему, через яку з'єднані між собою інтерфейси підключення мережевих модулів та інтерфейс підключення хост-процесора, мережеві модулі з'єднані з інтерфейсами підключення мережевих модулів комутаційної платформи, а хост-процесор з'єднаний з інтерфейсом підключення хост-процесора комутаційної платформи, в якому згідно корисної моделі комутаційна підсистема виконана у вигляді пакетного комутатора матричного типу з портами, один з яких з'єднаний з інтерфейсом підключення хост-процесора, а всі інші з'єднані з інтерфейсами підключення мережевих модулів. При цьому блок пакетного комутатора матричного типу разом з інтерфейсами підключення мережевих модулів, мережевими модулями та інтерфейсом підключення хост-процесора утворюють мережу пакетної передачі даних з комутацією пакетів (мікрокластер) Ethernet.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де наведено схема мікрокластерного маршрутизатора. Система, згідно моделі, складається з комутаційної платформи 1, мережевих модулів 2 та хост-процесора 3, при цьому комутаційна платформа 1 включає комутаційну підсистему 4, через яку з'єднані між собою інтерфейси підключення мережевих модулів 5 та інтерфейс підключення хост-процесора 6, мережеві модулі 2 з'єднані з інтерфейсами підключення мережевих модулів 5 комутаційної платформи 1, а хост-процесор 3 з'єднаний з інтерфейсом підключення хост-процесора 6 комутаційної платформи 1, в якому згідно корисної моделі комутаційна підсистема 4 виконана у вигляді пакетного комутатора матричного типу з портами, один з яких з'єднаний з інтерфейсом підключення хост-процесора 6, а всі інші з'єднані з інтерфейсами підключення мережевих модулів 5. При цьому блок пакетного комутатора матричного типу разом з інтерфейсами підключення мережевих модулів 5, мережевими модулями 2 та інтерфейсом підключення хост-процесора 6 являють собою мережу пакетної передачі даних з комутацією пакетів (мікрокластер) Ethernet, (наприклад, стандарту IEEE 802.3z Gigabit Ethernet). Інтерфейси мережевих модулів 5 імплементують відповідний інтерфейс фізичного рівня (PHY) для забезпечення використання стандартних портів для підключення мережевих модулів 2, а інтерфейс

хост-процесора 6 є адаптером мережі Ethernet для системної шини хост-процесора 3. Таким чином, комутаційна підсистема 4 моделі, що заявляється, є пакетним комутатором, який є відносно доступним та виробляється серійно, на відміну від елементів прототипу.

Запропонована модель працює наступним чином.

Комутаційна платформа 1 містить мережеві модулі 2, комутатор 4, інтерфейси підключення мережевих модулів 5 та інтерфейс хост-процесора 6 комутаційної платформи 1 утворюють мережу Ethernet. Хост-процесор 3 та мережеві модулі 2 «дізнаються» про конфігурацію мікрокластеру, використовуючи техніку широкомовної передачі, яка є стандартною для мережі Ethernet. Ідентифікація елементів (вузлів) мікрокластеру відбувається за їх MAC-адресами. Хост-процесор 3 розподіляє інформацію про налаштування L2-комутації між мережевими модулями 2, при цьому пакетний комутатор 4 створює таблицю відповідності вузлів (тобто, мережевих модулів 2 та інтерфейсу хост-процесора 6) своїм портам. При надходженні пакету з зовнішньої мережі мережевий модуль 2 здійснює його первинний аналіз та інкапсуляцію в кадр стандарту IEEE 802.3 згідно [3]. Інкапсуляція потрібна для підтримки «комутації рівня 2» пакетів різних типів. Адресою вузла отримувача сформованого кадру буде MAC-адреса відповідного мережевого модуля 2, якщо пакет підпадає під задані критерії L2-комутації, та MAC-адреса інтерфейсу хост-процесора 6 в супротивному випадку. Мережевий модуль-отримувач 2, отримавши пакет через комутатор 4 комутаційної платформи 1 та відповідний інтерфейс підключення мережевого

модуля 5, здійснює декапсуляцію пакету та направлення його до підключеної мережі. Якщо отримувачем пакету є інтерфейс хост-процесора 6, пакет завантажується в пам'ять хост-процесора 3 де відбувається його декапсуляція та процедура маршрутизації. Готовий до відправки пакет проходить інкапсуляцію та передається відповідному мережевому модулю 2, який здійснює його декапсуляцію та направлення до підключеної мережі.

Слід зазначити, що матричний тип побудови комутаційної підсистеми 4 повністю виключає взаємний вплив транзакцій між мережевими модулями. Таким чином, запропонована система вирішує поставлені задачі.

Економічна доцільність випуску маршрутизаторів за даною моделлю, спирається на те, що сучасні однокристалні комутатори Ethernet є широко поширеними елементами та випускаються в багатьох варіантах, які різняться ціною, кількістю портів та пропускною спроможністю. Як результат, максимальна кількість мережевих модулів такого маршрутизатора може становити 4-48 модулів, а максимальна комутаційна спроможність складає 500-240000МБіт/с, що задовольняє широкий спектр застосувань.

Література:

1. Rowett, Kevin J.; Collins, Crosswell C.; Buell, Eric R. - Apparatus and method for a network router - U.S. Patent #5,991,817 - USPTO - Nov 23, 1999.
2. Briddell, Dennis M.; Shroff, Chirag - Switching fabric for interfacing a host processor and a plurality of network modules - U.S. Patent #6,973,093 - USPTO - Dec 5, 2005.
3. E. Rosen et al., - MPLS Label Stack Encoding - IETF RFC 3032 ([www.rfc-editor.org/rfc/rfc3032.txt](http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3032.txt)).

