

УДК 681.324

Є.С. Лошаков, С.В. Алексєєв

*Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків***АНАЛІЗ ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

Проведено аналіз сучасних засобів моделювання комп'ютерних мереж. Розглянуті комерційні пакети моделювання та такі, що вільно розповсюджуються. Визначені переваги та недоліки цих програмних продуктів.

Ключові слова: моделювання, засіб моделювання, комп'ютерна мережа.

Вступ

Постановка проблеми. З розвитком мережевої інфраструктури та з ускладненням додатків, що застосовуються в мережі, збільшуються вимоги до пропускної здатності, надійності і захисту мережі, її керованості, зниженню вартості експлуатації.

Для задоволення сучасних вимог до комп'ютерної мережі вона повинна підтримувати такі мережеві програми та сервіси:

- інтегровану передачу голосових, відео- і цифрових даних;
- створення віртуальних локальних і приватних мереж;
- управління мережею на основі правил;
- використання угод про рівень послуг, що надаються;
- облік використовуваних ресурсів;
- управління користувачами;
- передачу багатоадресного трафіку;
- побудову мереж Internet, Intranet, Extranet.

Таким чином, комп'ютерні мережі надають широкий вибір послуг і механізмів для забезпечення роботи необхідних додатків за допомогою реалізації служби каталогів, різноманітних мережевих сервісів (комутація, віртуальні локальні та приватні мережі, мережі Frame Relay і ATM, правила доступу, захист інформації, якість обслуговування, облік використання ресурсів) та постійно ускладнюються. У зв'язку з цим, процес проектування комп'ютерних мереж також суттєво ускладнюється. В теперішній час найбільш розповсюдженим підходом до їх проектування є експертні оцінки. Спеціалісти в галузі інформаційних систем проектують комп'ютерну мережу у відповідності до поставлених їй задач. Але рішення цих спеціалістів має суб'єктивний характер і не завжди є оптимальним. Тому у поєднанні з даним методом проектування доцільно застосовувати засоби моделювання комп'ютерних мереж.

Аналіз літератури [1 – 5] показав, що існує достатньо велика кількість програмних засобів моделювання комп'ютерних мереж будь-якої складності та типу.

Основна частина

Класифікувати програмні продукти для моделювання можна за наступними критеріями:

- вартість:
 - платне програмне забезпечення;
 - вільне програмне забезпечення;
- можливості програм:
 - високофункціональні;
 - середньофункціональні;
 - низькофункціональні;
- типи мереж, що моделюються:
 - глобальні;
 - локальні;
 - локальні і глобальні
- принцип роботи:
 - програми, що моделюють;
 - програми, що оцінюють;

Найбільш розповсюджені програмні продукти для моделювання комп'ютерних мереж наведені у табл. 1.

Такі програмні продукти, як COMNET III, NetMaker XA, MIND, AutoNet/ Designer, AutoNet/MeshNET, BONES та Opnet є високофункціональними засобами моделювання комп'ютерних мереж, що мають можливість моделювання як локальних, так і глобальних мереж. Але вони мають дуже велику вартість.

Ряд програм, таких як Prophecy, StressMagic, Performance-1, Performance-3, Netcracker мають меншу вартість, тобто відносяться до дешевих засобів моделювання, але вони мають середню функціональність, хоча також можуть моделювати і локальні, і глобальні мережі.

Крім комерційних програм існують засоби моделювання, які поширюються під ліцензією GNU GPL.

Більшість з них, такі як D-ITG, Friendly Pinger, Netperf, RUDE, MGEN, Iperf та UDP Packet Generator відносяться до програм, що оцінюють комп'ютерні мережі.

Вони мають низьку функціональність та не підтримують глобальні мережі.

Програмне забезпечення для моделювання комп'ютерних мереж

Компанія та продукт	Вартість (долларів)	Тип мережі	Необхідні ресурси	Примітки
American HYTech, Prophecy	1495	ЛС	8Мб ОП, 6 Мбдиск, DOS, Windows, OS/2	Оцінювання продуктивності при роботі з текстовими і графічними даними по окремих сегментах і мережі в цілому
CACI Product, COMNET III	34500-39500	ЛС, ГС	32 МбОП, 100 Мбдиск, Windows, Windows NT, OS/2, Unix	Моделює мережі X.25, ATM, Frame Relay, зв'язки LAN-WAN, SNA, DECnet, протоколи OSPF, RIP. Доступ CSMA / CD і токенний доступ, FDDI та ін. Вбудована бібліотека маршрутизаторів 3COM, Cisco, DEC, HP, Wellfleet, ...
Make System, NetMaker XA	6995-14995	ЛС, ГС	128 МбОП, 2000 Мбдиск, AIX, Sun OS, Sun Solaris	Перевірка даних про топологію мережі; імпорт інформації про трафік, що отримується в реальному часі
NetMagic System, StressMagic	2995	ЛС	2 МбОП, 8 Мбдиск, Windows	Підтримка стандартних тестів виміру продуктивності; імітація пікового навантаження на файл-сервер
Network Analysis Center, MIND	9400-70000	ГС	8 МбОП, 65 Мбдиск, DOS, Windows	Засіб проектування, оптимізації мережі, містить дані про вартість типових конфігурацій з можливістю точного оцінювання продуктивності
Network Design and Analysis Group, AutoNet/Designer	25000	ГС	8 МбОП, 40 Мбдиск, Windows, OS/2	Визначення оптимального розташування концентратора в ГС, можливість оцінки економії коштів за рахунок зниження тарифної плати, зміни постачальника послуг і оновлення обладнання; порівняння варіантів зв'язку через найближчу і оптимальну точку доступу, а також через міст і місцеву телефонну мережу
Network Design and Analysis Group, AutoNet/MeshNET	30000	ГС	8 МбОП, 40 Мбдиск, Windows, OS/2	Моделювання смуги пропускання і оптимізація витрат на організацію ГС шляхом імітації пошкоджених ліній, підтримка тарифної сітки компаній AT & T, Sprint, WiTel, Bell
Network Design and Analysis Group, AutoNet/Performance-1	4000	ГС	8 МбОП, 1 Мбдиск, Windows, OS/2	Моделювання продуктивності ієрархічних мереж шляхом аналізу чутливості до тривалості затримки, часу відповіді, а також вузьких місць в структурі мережі
Network Design and Analysis Group, AutoNet/Performance-3	6000	ГС	8 МбОП, 3 Мбдиск, Windows, OS/2	Моделювання продуктивності багатопротокольних об'єднань локальних і глобальних мереж; оцінювання затримок в чергах, прогнозування часу відповіді, а також вузьких місць в структурі мережі; облік реальних даних про трафік, що надходять від мережевих аналізаторів
System& Networks, BONES	20000-40000	ЛС, ГС	32 МбОП, 80 Мбдиск, Sun OS, Sun Solaris, HP-UX	Аналіз впливу додатків клієнт-сервер і нових технологій на роботу мережі
MIL3, Opnet	16000-40000		16 МбОП, 100 Мбдиск, DEC AXP, Sun OS, Sun Solaris, HP-UX	Має бібліотеку різних мережевих пристроїв, підтримує анімацію, генерує карту мережі, моделює смугу пропускання.
Friendly Pinger	Вільне програмне забезпечення	ЛС	16 МбОП, 20 Мбдиск, Windows 98/ME/2000/XP/Vista/7	Безкоштовний додаток для адміністрування, моніторингу та інвентаризації комп'ютерних мереж.

Закінчення табл. 1

GNS3	Вільне програмне забезпечення	ЛС, ГС	Windows XP/Vista/7, процесор з частотою 1.5 ГГц, 1 Гбайт ОП	Програмний симулятор маршрутизаторів Cisco, працює на більшості Linux-систем, Mac OS X і Windows, при цьому дозволяє емулювати апаратну частину маршрутизаторів, безпосередньо завантажуючи і взаємодіючи з реальними образами Cisco IOS
NS3	Вільне програмне забезпечення	ЛС, ГС	Windows XP/Vista/7	Потужний засіб імітаційного моделювання телекомунікаційних мереж, що дозволяє моделювати мережі будь-якої топології і складності
Netcracker	–	ЛС, ГС	128 МбОП, 160 Мбдиск, 2 МВ відео пам'яті (рекомендується 4 МВ або більше)	Система являє собою CASE-засоби автоматизованого проектування, моделювання і аналізу комп'ютерних мереж. Дозволяє провести експерименти, результати яких можуть бути використані для обґрунтування вибору типу мережі, серед передачі, мережевих компонент обладнання та програмно-математичного забезпечення.
D-ITG	Вільне програмне забезпечення	ЛС	8 МбОП, 3 Мбдиск, Windows, Debian	Засіб генерування IPv4 та IPv6 трафіка на мережному, транспортному та прикладному рівнях
RUDE	Вільне програмне забезпечення	ЛС	4 МбОП, 2 Мбдиск, Windows, Linux	Невелика і гнучка програма, яка генерує трафік у мережі
MGEN	Вільне програмне забезпечення	ЛС	4 МбОП, 2 Мбдиск, Windows, Linux	Набір інструментів для генерації трафіку в реальному часі
Iperf	Вільне програмне забезпечення	ЛС	6 МбОП, 4 Мбдиск, Windows, Linux	Консольна клієнт-серверна програма - генератор TCP і UDP трафіку для тестування пропускної здатності мережі
UDP Packet Generator	Вільне програмне забезпечення	ЛС	4 МбОП, 2 Мбдиск, Windows, Linux	Пакет інструментів, який дозволяє створювати і відправляти один або декілька UDP пакетів
Netperf	Вільне програмне забезпечення	ЛС	3 МбОП, 2 Мбдиск, Windows	Безкоштовна утиліта, яка була розроблена компанією Hewlett-Packard. Вона дозволяє отримати миттєву інформацію про пропускну здатність мережі.

Так, Friendly Pinger дозволяє адмініструвати, проводити моніторинг та інвентаризацію комп'ютерної мережі. За допомогою Netperf можна отримати миттєву інформацію про пропускну здатність мережі. D-ITG дозволяє генерувати IPv4 та IPv6 трафік на мережному, транспортному та прикладному рівнях. Програми RUDE та MGEN являють собою набір інструментів для генерації трафіку в реальному часі. Iperf – консольна клієнт-серверна програма-генератор TCP і UDP трафіку для тестування пропускної здатності мережі. UDP Packet Generator дозволяє створювати і відправляти один або декілька UDP пакетів та аналізувати трафік.

Але серед вільного програмного забезпечення є такі засоби моделювання комп'ютерних мереж, які за функціональністю не поступаються своїм висо-

кофункціональним комерційним аналогам, таким як COMNET III, Opnet та ін. Це GNS3 та NS3.

GNS3 – програмний симулятор маршрутизаторів Cisco, працює на більшості Linux-систем, Mac OS X і Windows, при цьому дозволяє емулювати операційні системи реального мережевого устаткування, безпосередньо завантажуючи і взаємодіючи з реальними образами Cisco IOS, підтримує локальні та глобальні мережі.

NS3 – потужний засіб імітаційного моделювання телекомунікаційних мереж, що дозволяє моделювати мережі будь-якої топології і складності.

Він є дуже гнучким і в той же час потужним засобом моделювання за рахунок використання C++ в якості вбудованої мови опису моделей. Так само, крім C++, може використовуватися Python. Обидві

мови в симуляторі рівноправні і застосовуються для опису моделей телекомунікаційних систем.

Завдяки дуже великому і гнучкому API, а також повноті документації програмних інтерфейсів, розробник моделі практично нічим не обмежується. Йому надається можливість побудови як власних моделей будь-якої складності, так і, завдяки використуваної ліцензії GNU GPLv2, зміни і доповнення вже існуючих моделей, що входять в комплект програмного забезпечення.

В NS3 розроблені моделі бездротових типів мереж, що дозволяють проводити моделювання навіть з рухомими об'єктами в тривимірному просторі. Розроблено моделі для побудови дротових топологій різної складності, а також змішаних. Присутня реалізація різних типів Mesh-мереж на основі стека протоколів 802.11s. Розроблено Framework під назвою FlowMonitor, що надає гнучкі методи збору показань з активних мережних пристроїв і каналів зв'язку, що моделюються.

Як видно з наведеного аналізу, основною тенденцією розвитку засобів моделювання комп'ютерних мереж є застосування модульного принципу. Тобто при моделюванні мережі здійснюється емуляція операційних систем реального мережевого устаткування. Це дозволяє створити таку модель, яка є максимально адекватною мережі, що моделюється, та отримати найбільш достовірні результати.

Висновки

Застосування сучасних методів обробки і передачі інформації, перш за все, в режимі реального часу, суттєво змінює вимоги до архітектури комп'ютерних мереж. Збільшується кількість і якість вузлів такої мережі, підвищуються вимоги до послуг, що надаються, ускладнюється характер запитів, зростає значимість моніторингу і змінюється характер адміністрування цих мереж.

Для успішного створення таких мереж на етапі проектування виникає необхідність їх моделювання.

Вибір того або іншого засобу моделювання комп'ютерної мережі визначається задачами, які вирішуються за допомогою моделювання, типом та архітектурою мережі, що моделюється, а також бюджетом, виділеним на проектування цієї мережі. Але для оцінки мереж, що працюють в умовах пульсації трафіку (мережі військового призначення) на даний момент не існує універсального середовища моделювання. Виходячи з цього, створення таких середовищ є актуальною науковою задачею.

Список літератури

1. Олифер В.Г. *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 4-е изд.* / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2012. – 943 с.
2. Пылькин А.Н. *Моделирование и синтез оптимальной структуры сети Ethernet* / А.Н. Пылькин, А.В. Благодаров, Д.М. Скуднєв. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2011. – 112 с.
3. Аноприенко А.Я. *Задачи, методы и средства моделирования сетевой инфраструктуры* / А.Я. Аноприенко, С.Н. Джон // *Научные труды Донецкого государственного технического университета. Выпуск 29. Серия "Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем"*. – Севастополь: «Вебер», 2001. – С. 312-319.
4. Пономаренко Л.А. *Инструментальные средства проектирования, имитационного моделирования и анализа компьютерных сетей* / Л.А. Пономаренко, В.И. Щелкунов, А.Я. Скляр. – К.: Наукова думка, 2002. – 508 с.
5. Маклаков С.В. *BPwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем* / С.В. Маклаков. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. – 304 с.
6. Кельтон В. *Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд.* / В. Кельтон, А. Лоу. – СПб.: Питер; К.: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.
7. Омаров О.М. *Имитационная модель для проектирования и анализа инфокоммуникационных сетей* / О.М. Омаров // *Труды Всероссийской научно-методической конференции «Телематика-2004»*. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2004. – С. 41-42.

Надійшла до редколегії 16.05.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Рубан, Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Е.С. Лошаков, С.В. Алексеев

Проведен анализ современных средств моделирования компьютерных сетей. Рассмотрены коммерческие пакеты моделирования и свободно распространяемые. Определены преимущества и недостатки этих программных продуктов.

Ключевые слова: моделирование, средства моделирования, компьютерная сеть.

ANALYSIS OF SIMILARS OF COMPUTER NETWORKS

Y.S. Loshakov, S.V. Alekseev

The analysis of modern similars of computer networks is carried out. Commercial packages of modeling and freely extended are considered. Advantages and shortcomings of these software products are defined.

Keywords: modeling, similars, a computer network.