TCP/SCTP web прокси сървър

Христо Вълчанов, Иван Русев

A TCP/SCTP Web Proxy Server: *The paper presents an implementation of aTCP/SCTP proxy server to help organization of the data transmission between networks based on WAN technologies. The architecture and internal details of the proposed server are shown. Some performance experiences are performed and the results indicate that SCTP using multiple streams can improve performance of the transfer of multimedia web documents over slow speed lines compared to the TCP protocol.*

Key words: *HTTP, TCP, SCTP, proxy server.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременните web-базирани технологии налагат изисквания за бързина и надеждност на доставката на данните. Настоящият транспортен модел е базиран на протокола TCP, който гарантира доставката на данните, но внася значителни разходи при комуникацията. Ако една част от един обект не се получи поради загуба в мрежите, последователно предаваният обект няма да бъде доставен на клиента, докато тази част не бъде предадена повторно и доставена успешно. Този проблем е известен като „TCP Head of Line Blocking" (HOL). Прехвърлянето на мултимедийни страници през мрежи, базирани на WAN технологии, като VSAT, 3G, GPRS и др. е съпроводено със значителни закъснения от порядъка на 100ms до няколко секунди.

Многопотоковото предаване на транспортно ниво е възможността транспортните протоколи да поддържат различни потоци данни. За всеки поток се организира самостоятелно поддържане на реда на доставяне на пакетите. Протоколът Stream Control Transmission Protocol (SCTP) [1] е стандартизиран надежден транспортен протокол, предоставящ многопотоково предаване. В рамките на една SCTP асоциация (термин, указващ сесия на транспортно ниво) могат да се предават независими HTTP отговори [2].

Използването на SCTP като транспортно ниво за протокола HTTP може да реши редица от проблемите на текущия модел на обмен на мултимедийни документи през WAN инфраструктури. Тъй като мултимедийните документи са съставени от обекти от различен тип и размер, многопотоковото предаване позволява изпращането им да е частично подредено вместо строго подредено, и може да допринесе за по-добро потребителско възприятие при зареждане на страницата. В същото време, транспортът се извършва в рамките на една SCTP асоциация, следователно всички потоци използват общ механизъм за регулиране на потока, което намалява служебната информация на транспортно ниво.

Реализацията, обаче, е свързана с трудности при модифицирането на съществуващите web сървъри и клиенти. В момента е известна само една разработка с отворен код на подобен сървър, която е базирана на Apache [3,4]. Проектът включва адаптиране на ядрото на сървъра – APR (Apache Portable Runtime) за поддръжка на SCTP, както и модификация на браузъра Firefox. В момента този проект е преустановен поради финансови причини.

В настоящия доклад се предлага друг подход – използване на съществуващите софтуерни решения (HTTP сървъри и клиенти), функциониращи върху протокола TCP, и предаване на данните през WAN мрежи посредством протокола SCTP. Мотивацията е продиктувана от това, че сървърите и клиентите се намират в локални мрежи, характеризиращи се с голяма пропускателна способност. Тези мрежи са свързани с WAN технологии, които имат по-малки (в порядък) пропускателни възможности. Именно тук могат да се използват пълноценно възможностите на протокола SCTP. В доклада се представя реализация на експериментален TCP/SCTP прокси сървър, с чиято помощ се организира предаването на данните между мрежи, базирани на протоколите TCP и SCTP.

ОСОБЕНОСТИ НА ПРОТОКОЛ SCTP

Протоколът SCTP е стандартизиран от IETF [1]. Той предлага възможности, аналогични на TCP – надежден сесийно ориентиран транспорт, гарантиращ реда на доставяне на данните. В допълнение, SCTP предоставя нови функционалности. За разлика от TCP, който е ориентиран към предаване на байтове, SCTP е ориентиран на съобщения. Сесията при него се нарича „асоциация". Създаването на асоциация изисква договаряне на 4 етапа (4-way handshaking), където данните могат да бъдат включени в третото и четвъртото съобщение на договарянето и да се изпратят когато асоциацията е вече била валидирана. За защита от някои типове DoS атаки, в процеса на договарянето е вграден и механизма на cookie.

Едни от най-характерните черти на SCTP са многопотоковото предаване (multistreaming) и поддържането на множество адреси на хост (multihoming). Чрез многопотоковото предаване предаваните в рамките на една асоциация данни могат да се разделят в няколко отделни потока, всеки поддържащ собствена последователност на доставяне. За всеки поток може да се конфигурира подредена или неподредена доставка. Загубените пакети от един поток не влияят върху останалите потоци. Това позволява елиминиране на HOL проблема. Същевременно, предаването се организира в рамките на една асоциация, така, че всичките потоци са обект на общ механизъм за управление на обмена на данни и задръстванията в мрежата.

Поддържането на множество адреси дава възможност всяка крайна точка на SCTP асоциация да има множество IP адреси, като за целта се обменя списък с тях по време на процеса на договаряне. За всяка SCTP страна се използва единичен номер на порт по отношение на тези адреси. Само един от тях е активен и се използва за обмен, докато останалите осигуряват резервираност в случай на отпадане на активния IP адрес. Тази особеност на протокола осигурява висока надеждност на обмена чрез поддържане на множество маршрути.

АРХИТЕКТУРА НА TCP/SCTP ПРОКСИ СЪРВЪР

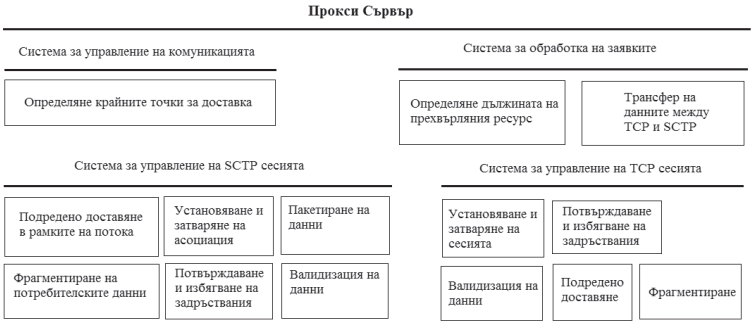
В компютърните мрежи, един прокси сървър е сървър (компютърна система или приложни програми), който действа като посредник за исканите от клиентите търсени ресурси/услуги от други сървъри. Клиентът се свързва с прокси сървър, като изисква, например файл, връзка, web страница или ресурси, достъпни от друг сървър. Прокси сървърът проверява заявката в съответствие със зададени правила за филтриране. Например, той може да филтрира трафика по IP адрес или протокол. Ако искането бъде утвърдено, прокси сървърът предоставя заявения ресурс чрез свързване към съответния сървър (който реално предоставя услугата) като заявява услугата от името на клиента. Прокси сървърът може също така да променя заявките на клиента или отговора на сървъра, а понякога той може да обслужи заявката, без да се свърже с друг определен сървър. В този случай се говори за т.нар. кеширане на заявка до отдалечен сървър.

Основната задача на проектирания TCP/SCTP прокси сървър е да служи като интерфейс между TCP и SCTP, позволявайки на web браузъри и сървъри да се възползват от възможностите на протокола SCTP, без да се налага промяна в техния код. Идеята на текущата реализация е да се изследват възможностите на SCTP, като за това структурата на прокси сървъра е опростена, осигурявайки единствено базовата функционалност, необходима за провеждане на изследването.

Според ролята, която изпълнява свързаната към прокси сървъра страна (клиент или сървър), съществуват два модела за реализация на системата:

- Прокси сървър, който функционира като TCP сървър и SCTP клиент;
- Прокси сървър, който функционира като SCTP сървър и TCP клиент.

На фиг.1 е показана структурата на прокси сървъра.



Фиг. 1 - Структура на TCP/SCTP web прокси сървър

Системата за управление на комуникацията поддържа информация за правилното определяне към кой сокет да бъде препратен получения пакет. В текущата реализация се извършва статично задаване на IP адреса и номера на порта на дестинацията по време на компилация на сървъра. Планирано е в бъдещи версии на прокси сървъра да се извършва динамично определяне на IP адреса и поддържането на асоциации с множество сървъри, базирани на SCTP (настоящата версия поддържа една).

Системата за обработка на заявките има две основни предназначения:

- Определяне дължината на прехвърляния ресурс – по стандарт, първият отговор, който един web сървър изпраща след получаване на заявка за даден ресурс, съдържа в полето Content-Length на HTTP Entity хедъра дължината на заявения ресурс. Прокси сървърът извлича тази дължина, актуализира я при всяко едно изпращане на част от ресурса и по този начин определя кога е настъпил края на прехвърлянето на текущия обект.
- Трансфер на данните между TCP и SCTP – използва се буфер с фиксиран размер, който е настроен да бъде равен на максималната дължина на потребителските данни в един пакет. Получените данни се съхраняват в този буфер и после при изпращане се прочитат от него.

Системата за управление на SCTP сесията се базира на библиотеката sctplib 1.0.11 [5]. Нейните функционалности включват:

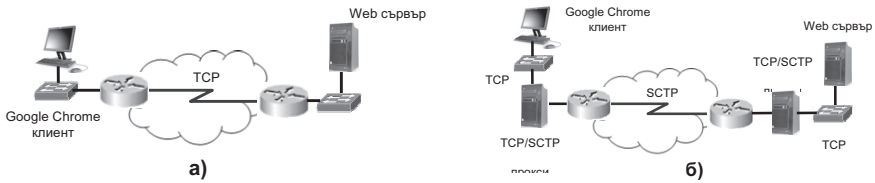
- Подредено доставяне в рамките на потока – за всеки поток индивидуално се следи дали данните пристигат подредени. Загубата на данни в даден поток не оказва влияние върху другите потоци.
- Установяване и затваряне на асоциацията – включва механизми за създаване, нормално затваряне и прекъсване на асоциация.
- Пакетиране на данни – в рамките на едно SCTP съобщение могат да са пакетирани няколко фрагмента данни.
- Фрагментиране на потребителските данни – когато прехвърляните данни имат твърде голям обем, те се разбиват на отделни фрагменти при изпращане и след това се сглобяват при получаване.
- Потвърждаване и избягване на задръствания – механизми, чрез които се откриват загуби в предаваните съобщения и се регулира потока от данни.
- Валидиране на данни – използва се полето контролна сума за проверка дали не са били повредени данните по време на прехвърлянето.

Системата за управление на TCP сесията е базирана на системната библиотека на Linux. Включва следните функционалности:

- Установяване и затваряне на сесията.
- Потвърждаване и избягване на задръствания – механизми, чрез които се откриват пропуски в предаваните съобщения и се регулира потока от данни.
- Валидиране на данни – използва се полето контролна сума за проверка дали не са били повредени данните по време на прехвърлянето.
- Подредено доставяне – при прехвърлянето на данни е възможно те да пристигнат в разбъркана последователност. Този механизъм се грижи при доставяне данните да бъдат правилно подредени.
- Фрагментиране – когато прехвърляните данни имат твърде голям обем, те се разбиват на отделни фрагменти при изпращане и след това се сглобяват при получаване.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И РЕЗУЛТАТИ

Целта на експерименталните изследвания е да се изследва поведението на двата транспортни протокола в мрежова инфраструктура, изградена на базата на WAN технологии. Този тип технологии осигуряват пропускателна способност в порядък по-малка от технологиите за локални мрежи. Това е съществен фактор, който влияе върху времето за отговор на web сървърите в глобален мащаб.



Фиг. 2 - Експериментална постановка

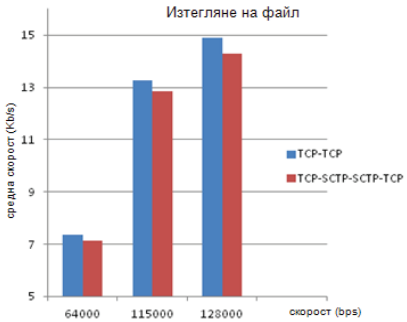
Експерименталната постановка е показана на фиг.2. Тя включва маршрутизатори Cisco 2901, VLAN комутатори Cisco Catalyst 2960, компютри HP Desktop 500B CPU Intel Core Duo E5800 3,2GHz, 2G DDR3 RAM. Платформата за web сървъра е базирана на Slackware Linux 2.6 и gcc 4.4.3. За клиента е използвана ОС Windows 7 с браузър Google Chrome 28.0.1500.

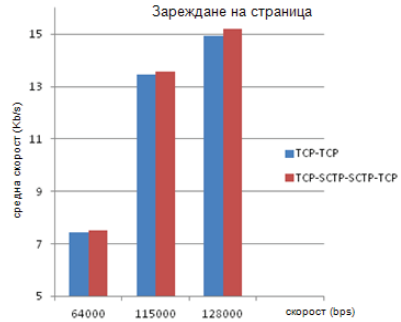
Между маршрутизаторите са изградени серийни връзки на базата на протокола HDLC. Чрез тяхното конфигуриране с различни скорости се симулира WAN преносна среда с различна пропускателна способност. Експериментите са извършени в две насоки:

- директна комуникация между TCP клиент и сървър чрез TCP (фиг.2-а);
- комуникация между TCP клиент и сървър, чрез TCP/SCTP прокси (фиг.2-б).

Проведени са две групи тестове – прехвърляне на файл и зареждане на страница. Експериментите се извършени при различни скорости на серийната връзка между маршрутизаторите – 64000 bps, 115200 bps и 128000 bps. Клиентът изтегля мултимедийна страница с размер 300Kb, съдържаща различни обекти, намиращи се на същия сървър и файл с размер 2Mb. Извършени са определен измервания и са отчетени средните скорости на изтегляне на данните.

На фиг.3 са показани резултатите от проведените изследвания.





Фиг. 3 - Получени резултати

По-добрите времена, които се получават при зареждане на страница с използване на SCTP, се дължат на общия му механизъм за контролиране на потока, който намалява количеството използвана служебна информация, в сравнение с TCP, когато се предават множество ресурси паралелно. Зареждането на страницата се извършва в рамките на една SCTP сесия (за разлика от TCP, където за всеки ресурс се създава нова сесия). При изтегляне само на един файл механизмът на SCTP за контролиране на потока не е толкова ефективен, защото се използва само един поток. Същевременно, на TCP е необходима само една сесия за прехвърлянето на файла, което внася нищожно забавяне в сравнение с варианта, където се прехвърлят множество ресурси. Като допълнение може да посочи, че и двата протокола осигуряват надеждна доставка на данните, без загуба на информация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада е представена реализацията на TCP/SCTP web прокси сървър, позволяващ HTTP обмен между стандартни web сървъри и клиенти през WAN-базирана мрежова инфраструктура върху новия транспортен протокол SCTP. Направени са експериментални изследвания и е показана ефективността на SCTP при транспорт на мултимедийни данни през мрежи с ниска пропускателна способност.

Цел на бъдеща работа е прилагане на многонишкова архитектура за едновременно обслужване на множество клиенти и добавяне на възможности на прокси сървъра за кеширане на информация и филтриране на трафика.

ЛИТЕРАТУРА

[1] An Introduction to the Stream Control Transmission Protocol (SCTP), http://tools.ietf.org/html/rfc3286.

[2] Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1, http://tools.ietf.org/html/rfc2616.

[3] Natarajan P., J.Iyengar, P.Amer. SCTP: An Innovative Transport Layer Protocol for The Web. Proc. of 15th Conf. of WWW, 2006, pp.23-26.

[4] SCTP apache server: http://www.eecis.udel.edu/~leighton/firefox.html.

[4] SCTP library: http://www.sctp.de/sctp.html.

За контакти:

гл. ас. д-р инж. Христо Вълчанов, Катедра “Компютърни науки и технологии”, Технически университет - Варна, тел.: 052 383 424, e-mail: hristo@tu-varna.bg

Докладът е рецензиран.

РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „АНГЕЛ КЪНЧЕВ”
UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV“

ДИПЛОМА

Програмният комитет на
Научната конференция РУ&СУ’13
награждава с КРИСТАЛЕН ПРИЗ
“THE BEST PAPER”
гл. ас. д-р ХРИСТО ВЪЛЧАНОВ
и ИВАН РУСЕВ
автори на доклада
“TCP/SCTP web прокси сървър”

DIPLOMA

The Programme Committee of
the Scientific Conference RU&SU'13
awards the Crystal Prize "THE BEST PAPER"
to Assist. Prof. HRISTO VALCHANOV, PhD
and IVAN RUSEV
authors of the paper
“TCP/SCTP web proxy server”

РЕКТОР
RECTOR

Проф. д.т.н. Христо Белоев
Prof. DSc Hristo Beloev

26.10.2013