

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА



УДК004.77

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТИРОВАННЫХ ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

ЛЕСНАЯ Н.С., ИЕВЛЕВ Е.С.

Анализируются методы управления процессами передачи данных в корпоративных компьютерных сетях и современные подходы к построению систем управления сетевыми процессами. Это позволяет выделить актуальные проблемы, связанные с задачами разработки моделей и средств исследования сетевых процессов.

Введение

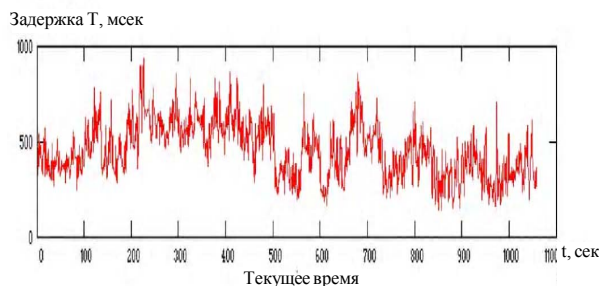
В настоящее время средства передачи и обработки информации становятся важнейшим компонентом различных промышленных технологий и управляющих процессов. Существующие методы передачи пакетированных данных и мультиплексирования потоков создают техническую базу для построения корпоративных компьютерных сетей. При этом особую актуальность приобретают исследования, в которых компьютерные сети рассматриваются с позиции теории управления процессами взаимодействия сетевых объектов и информационных приложений.

1. Анализ методов управления процессами передачи данных в корпоративных компьютерных сетях

В связи с постоянно возрастающими требованиями к скорости обмена данными развитие сетевых технологий осуществляется на пути интеграции технических средств, использующих асинхронный режим передачи, с приложениями для сети Интернет. В основе сетевой интеграции лежат программно-аппаратные средства передачи данных, реализующих управление на различных уровнях модели межсетевого взаимодействия. С позиций теории управления при рассмотрении процессов в интегрированной сети можно выделить следующий важный аспект – информационные и управляющие сигналы передаются в одних и тех же физических, а иногда и логических каналах связи. Возможность их взаимного влияния может приводить к существенному изменению параметров работы информационных приложений и является причиной возникновения сложных бифуркационных явлений, которые проявляются в неравномерном или взрывном

(бурстном) характере протекания сетевых процессов (рисунок) [1].

Поэтому для управления такими процессами требуется разработка адекватных математических моделей, учитывающих в конструктивной форме как статистический характер возмущений, так и динамику передачи пакетов на различных уровнях протоколов межсетевого взаимодействия, включая временные и пространственные характеристики.



Неравномерный характер изменения задержек в виртуальном канале

Рассмотрение примеров успешного применения сетевых технологий позволяет на качественном уровне определить свойства компьютерных сетей как объектов управления и количественно охарактеризовать различные аспекты использования данных об их параметрах и структуре, непосредственно влияющих на качество взаимодействия информационных приложений.

С точки зрения информации о связанности сетевых узлов, подходы к формированию и управлению виртуальными соединениями можно разделить на два класса [2]: коммутация и маршрутизация. В первом случае в системе управления анализируются сведения о структуре соединения узлов по всему маршруту передачи сообщения, во втором – используется только локальная информация о достижимости смежных узлов, а передача данных начинается сразу же после формирования запроса.

Современные подходы к формулировке требований к сетевым системам управления основаны на составлении спецификаций параметров виртуальных соединений и их свойств с учетом особенностей информационных приложений.

Основываясь на упрощенной модели, можно выделить несколько моделей межсетевого взаимодействия (и их характеристик):

- канальная (производительность канала связи или скорость передачи);
- сетевая (джитер);
- транспортная (латентность);
- сессионная (допустимый уровень потерь);
- прикладная (интенсивность генерации данных).

В рамках такой классификации сетевых характеристик были определены специальные категории трафи-

ка, для которых используются различные системы управления [3].

Категория “Постоянная скорость передачи” (CBR – Constant Bit Rate). Эта категория используется для информационных приложений, требующих жестких ограничений на величину задержки или ее вариации (джитер). Считается, что для CBR трафика заранее известны характеристики потоков данных на канальном и сетевом уровнях. Поэтому возможности CBR прежде всего используют для так называемых изохронных приложений с упорядоченной доставкой пакетов, например, при передаче аудио- или видеопотоков данных. При организации CBR канала необходимо обеспечить постоянную пропускную способность виртуального соединения μ , следовательно, гарантировать малые изменения в вариациях задержки ΔT при передаче пакетов. Это достигается путем использования методов программного управления параметрами соединением, в предположении, что интенсивность генерации данных λ за время сеанса связи заведомо будет удовлетворять условию

$$\lambda(t) < \mu(t). \quad (1)$$

На практике при установлении CBR соединения из-за того, что мгновенные значения интенсивности λ для любого момента времени весьма трудно предсказать заранее, вместо условия (1) используется более жесткое ограничение $\lambda(t) \ll \mu(t)$. В результате за виртуальным соединением на все время сеанса связи полностью закрепляются избыточные ресурсы, которые предварительно согласуются с системой управления доступом (Connection admission control – CAC). Однако система CAC может отвергнуть или отложить на неопределенное время установление данного CBR соединения, если в сети не достаточно для этого ресурсов.

Категория “Переменная скорость передачи” (VBR – Variable Bit Rate) применяется для приложений, которые имеют такие же, как CBR, строгие ограничения на величину задержки, но передают данные с переменной интенсивностью. Примером такого типа соединений могут служить компрессированный голосовой сигнал и цифровые потоки данных, снимаемые с передающей видеоаппаратуры. Категория VBR требует от виртуального соединения обеспечения некоторого значения эквивалентной пропускной способности $\mu(t)$, которая была бы меньше возможного пикового значения (расточительный вариант выделения ресурсов, характерный для CBR), но больше усредненной на всей реализации интенсивности генерации данных источником VBR трафика:

$$\mu(t) = M\{\lambda(t)\} + bD, \quad (2)$$

где $M\{\cdot\}$ – символ операции усреднения на реализациях процесса $\lambda(t)$; D – параметр, характеризующий дисперсию процесса; b – параметр VBR соединения. Уединения, соответствующие категории VBR, органи-

низируются только в том случае, если значение эквивалентной пропускной способности может быть выделено во всех узлах сети, через которую проходит виртуальное соединение.

Категория “Неопределенная скорость передачи” (UBR – Unspecify Bit Rate) была разработана для приложений, которые обеспечивают так называемый “сервис наилучших попыток” (best effort service). Категория UBR характерна для многих информационных приложений, функционирующих в сети Интернет и использующих протокол управления интенсивностью передачи TCP. Надежность доставки данных и другие характеристики такого виртуального соединения не гарантируются никакими механизмами управления на канальном уровне и обеспечиваются только с помощью транспортных протоколов или средствами самих сетевых приложений.

Категория “Доступная скорость передачи” (ABR – Available Bit Rate). Опыт работы с компьютерными сетями показал, что методы статистического мультиплексирования позволяют существенно повысить уровень использования сетевых ресурсов при сохранении высокого качества работы информационных приложений за счет управления процессами буферизации пакетного трафика. Наибольшего эффекта можно достигнуть при уменьшении задержек в цепи обратной связи с помощью введения контура управления интенсивностью передачи между всеми промежуточными узлами виртуального соединения. Такая взаимосвязанная структура регулирования сетевого потока, образованная введением подчиненных контуров управления, позволяет повысить точность отслеживания текущего состояния виртуального соединения и избежать потерь пакетов.

Исследование особенностей взаимодействия механизмов управления ABR и TCP соединениями представляет особый интерес с точки зрения реализации интегрированной модели передачи данных, так как они характерны для многих информационных приложений, функционирующих в сети Интернет.

2. Современные подходы к построению систем управления сетевыми процессами

В результате широкого внедрения в системы управления современных высокопроизводительных средств вычислительной техники был сформирован новый класс систем управления, получивших название интеллектуальные системы. В этой новой области теории управления нет до конца устоявшейся терминологии и однозначной характеристики признаков, по которым системы управления могут быть отнесены к классу интеллектуальных.

В случае использования таких систем для управления сетевыми процессами их интеллектуальность может проявляться в том, что наряду с информацией от внешних источников для выработки управляющих воздействий используются данные, которые поступают непосредственно от человека-оператора. Именно

оператор является особым звеном системы управления, например, процессами маршрутизации, который переводит нечисловые характеристики и параметры сетевых структур в формализованные и подготовленные для обработки на компьютере числовые данные. Понятно, что включение человека в контур управления позволяет существенным образом повысить гибкость системы, но и вносит элемент неопределенности в характер поведения системы. Эта неопределенность связана с внесением в процесс управления субъективных оценок и задержек, связанных с присутствием человека-оператора. С функциональной точки зрения человек является носителем знаний об объекте управления (ОУ), которые составляют основу для краткосрочного и долгосрочного прогнозирования последствий применения тех или иных управляющих воздействий. Поэтому понятия “интеллектуальная система” и “система, ориентированная на обработку и использование знаний” в контексте решения задач управления являются синонимами.

Основным предметом исследований при построении интеллектуальных систем управления сетевыми ресурсами являются алгоритмы анализа и обработки оперативной информации о состоянии сетевых процессов, с помощью которых можно провести классификацию режимов работы ОУ и на этой основе спрогнозировать его будущие состояния. В силу распределенности и стохастического характера связей между сетевыми компонентами система управления должна обладать структурной устойчивостью или, другими словами, обеспечивать плавное изменение своих функциональных возможностей в случае потери координирующих воздействий или нарушения работы отдельных подсистем, включая каналы передачи данных. Поэтому системы интеллектуального управления могут стать основой для построения нового поколения информационных приложений [4], функционирование которых осуществляется с помощью взаимодействия относительно большого числа автономных сетевых компонент. Каждый такой компонент или сетевой агент обеспечивает локальное управление доступными для него сетевыми ресурсами, используя для этого набор собственных целевых условий и внешних задающих воздействий. Использование концепции сетевых агентов добавляет в механизм управления принципиально новые возможности воздействия на состояние сетевого объекта. В результате устройство управления (УУ) передает на ОУ не сам сигнал управления, а некоторый программный модуль в форме исполняемого кода, который реализует алгоритм управления уже непосредственно в точке локализации необходимого управляющего воздействия. При этом такая мобильная сетевая компонента может получать оперативные данные о состоянии ОУ, а также другие координирующие воздействия, обеспечивающие согласованность целей управления. Фактически с помощью сетевых агентов реализуется новая парадигма: консолидация целей при распределении функций управления.

Одна из технических проблем на пути реализации такого подхода состоит в разработке формы описания целей и параметров управления, т.е. построения адекватной математической модели сетевых процессов.

В отличие от традиционной сетевой архитектуры, в которой существует четкая регламентация правил взаимодействия между уровнями, в новой архитектуре управления структура обратной связи формируется в процессе взаимодействия интеллектуальных агентов в зависимости от текущего состояния сетевых ресурсов. Характер процессов взаимодействия определяется рядом факторов:

- неструктурированным характером расположения информационных ресурсов в сети;
- использованием технологии пакетной коммутации совместно с методами статистического мультиплексирования данных;
- необходимостью поддерживать различные классы сервиса в рамках единой транспортной сетевой инфраструктуры.

Решение описанных выше задач сетевого взаимодействия возможно путем использования интегрированных средств управления информационными и телекоммуникационными ресурсами [5]. Целью такой интеграции является создание интеллектуальной информационной инфраструктуры компьютерных телекоммуникаций. Возможность использования компьютерной сети для передачи данных, поступающих в процессе функционирования динамических объектов, представляется весьма привлекательной для создания систем управления и мониторинга их состояния. Применение в качестве универсальной среды передачи данных и управляющих воздействий глобальной инфраструктуры сети Интернет позволяет говорить о появлении нового класса технических систем [6].

Вывод

Проведен анализ особенностей взаимодействия механизмов управления ABR и TCP. Проанализированы методы реализации интегрированной модели передачи данных.

Проведенные исследования показали, что применение глобальной инфраструктуры сети Интернет в качестве универсальной среды передачи данных и управляющих воздействий способствует появлению новых технических систем.

Литература: 1. Заборовский В.С. Интеллектуальные системы управления информационными ресурсами в высокоскоростных телекоммуникационных сетях / Высокие интеллектуальные системы образования и науки. Тез. докл. конф. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1996. 19с. 2. Истомин Б.М., Лохмотко В.В. Алгоритм оптимизации маршрутизации и ограничения нагрузки в сети коммутации пакетов – Техника проводной связи // Техника средств связи. 1990. Вып.7. С. 11-21. 3. (<http://www.atmforum.org>) 4. Заборовский В.С. Высокие интеллектуальные технологии образования и науки, разд.4.3 – 4.4, СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1996.

5. *Тобаги Ф.А.* Архитектуры высокоскоростных коммутаторов пакетов для широкополосных сетей интегрального обслуживания // ТИИРЭ. 1990. №1. С. 105 – 142. 6. *Антонов С.В., Соколов И.А., Шибанов В.С., Шоргин С.* Принципы построения математической модели телекоммуникационной сети с асинхронным режимом передачи (АТМ) / Информационные сети и системы. Москва-Суздаль, Российское НТОРЭС им. А.С.Попова. 1995. С. 42-46.

Поступила в редколлегию 20.12.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Тевяшев А.Д.

Лесная Наталья Советовна, канд. техн. наук, проф., проректор по учебно-педагогической работе ХНУРЭ. Научные интересы: моделирование сложных систем. Увлечения и хобби: чтение художественной литературы. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 7021-640, e-mail: lesna@kture.kharkov.ua.

Иевлев Евгений Сергеевич, аспирант кафедры ПО ЭВМ инженерии ХНУРЭ. Научные интересы: математическое моделирование. Увлечения и хобби: системное администрирование. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 7021-640, e-mail: lmd@kture.kharkov.ua.