

Допуск потоков данных в мультипротокольную сеть передачи данных промышленного назначения

Мионов О.Ю.

Лебеденко Е.В.

Академия ФСО России, г. Орёл

Аннотация

Аннотация. В работе сформулирована и решена задача разработки алгоритма управления доступом блоков данных, обеспечивающих гарантированный уровень качества передачи команд технологического управления в мультипротокольной системе передачи данных промышленного назначения при эффективном использовании ресурсов каналов и узлов коммутации. Показанные результаты позволяют определить значение задержки, вносимой ошибками планирования в узлах коммутации.

Ключевые слова: поток данных; допуск; мультипротокольная сеть; передача данных; технологическое управление.

Введение

В процессе развития информационных систем промышленного назначения все чаще применяются телекоммуникационное оборудование с коммутацией пакетов. Однако, как показывает практика, простой перенос оборудования связи в системы технологического управления (ТУ) может привести к нарушению производственного цикла. Причина такого положения дел – в различии требований подходов к обслуживанию блоков данных различных видов услуг в мультипротокольной телекоммуникационной системе (ТКС) и сети передачи данных (СПД) ТУ.

Услуги связи, предоставляемые мультипротокольной ТКС с коммутацией пакетов, нормируются по максимальной задержке блока данных и ее джиттеру. Так, например, блок данных услуг реального времени (телефония, видеоконференцсвязь) в соответствии с международными рекомендациями не может быть задержан в ТКС более чем на 150 мс [1]. Эта задержка не влияет на восприятие человеком речи или видеоизображения. Но если блок данных ТУ будет задержан на 130-140 мс, то соответствующая современная технологическая операция может быть не выполнена станком или агрегатом вообще или частично, что может привести к серьезным сбоям технологического процесса. В этой связи сеть передачи данных ТУ должна обеспечивать передачу блоков данных ТУ к определенному заранее установленному моменту времени начала операции.

Второе отличие ТКС и СПД ТУ состоит в присвоении приоритетов блокам данных на узлах коммутации. В ТКС приоритетом пользуются сообщения реального времени, а данные (файловый обмен, электронная почта, машинные команды) имеют меньший приоритет. При одновременном поступлении двух разноприоритетных заявок на один обслуживающий прибор будет сначала обслужен речевой пакет или блок видеоконференцсвязи, а команда ТУ получит дополнительную задержку, определяемую временем нахождения заявки в буфере ожидания.

В ходе проведенных исследований была изучена система обеспечения гарантированного качества обслуживания в мультипротокольной ТКС на базе технологии *IP/MPLS* для научно-обоснованного применения накопленного опыта в СПД ТУ. Осуществлена классификация существующих систем управления доступом, в которой особо выделены системы с параметрическим управлением доступом и выделением ресурсов сети на основе модели "GS"[2], которые позволяют в полном объеме гарантировать качество потоков данных (выполнение требований по своевременности и достоверности), что обуславливает возможность использования этих механизмов в мультипротокольной СПД ТУ. С точки зрения СПД ТУ гарантированный тип обслуживания рассматривается относительно времени задержки пакетов и предсказуемости относительно вероятности потерь за счет недостатка буферного пространства.

Алгоритм управления доступом блоков данных (БД)

В ходе исследований была сформулирована и решена задача разработки алгоритма управления доступом блоков данных (БД), обеспечивающих гарантированный уровень качества передачи команд ТУ в мультипротокольной СПД промышленного назначения при эффективном использовании ресурсов каналов и узлов коммутации (УК). Формальная постановка задачи исследования имеет вид:

$$\forall (l \in \{L\}) \cap (i \in \{n\}): \max S(n) = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^n I_i R_i \quad | \quad (R_i \rightarrow \min) \cap \max V(n) = \sum_{i=1}^n I_i p r_i \quad \left| \quad \sum_{i=1}^n R_i \geq c \quad (1)$$

где в качестве исходных данных для расчета степени использования ресурсов используется множество параметров трафика, соответствующих спецификации $TSpec (r_i, b_i, p_i, L_i)$ каждого обслуживаемого из n потоков БД, $i \in \{1, \dots, n\}$ – множество потоков БД, передаваемых в одном виртуальном LSP -канале, $l = \{1, \dots, L\}$ – множество виртуальных LSP -каналов обслуживаемых в пограничном УК; $k \in \{1, \dots, K\}$ – множество транзитных УК для каждого виртуального канала, R_i – количество ресурсов, выделяемых для i -го потока, $p r_i$ – значение приоритета услуги, c – пропускная способность LSP -канала, I_i – индикатор выполнения требований к уровню качеству обслуживания i -го потока данных ТУ:

$$I_i = \begin{cases} 0, & (t_{\max} > t^{mp}) \cup (p > p^{mp}) \\ 1, & (t_{\max} \leq t^{mp}) \cap (p \leq p^{mp}), \end{cases} \quad (2)$$

Решение поставленной задачи осуществлено на основе научно-методического аппарата "сетевых исчислений" [3]. Очевидным преимуществом этого подхода является наличие наиболее полно разработанных моделей, реализованных в современных УК планировщиков и формирователей трафика. Справедливость данных предположений также подтверждается особенностью постановки задачи по обеспечению гарантированной доставки команд ТУ, где особый интерес для исследования представляют граничные оценки нагрузочных аспектов потоков БД. Организация доступа потоков осуществляется на основе анализа исходных данных получаемых из служебных полей заголовка первого пакета нового потока. Для обеспечения гарантированного качества обслуживания команд ТУ производится резервирование соответствующих ресурсов в каждом УК. Допуск в сеть телекоммуникационных услуг (телефонии, видеоконференцсвязи, доступ в базы данных пр.), осуществляется исходя из параметров уже обслуживаемых потоков команд ТУ.

Основными положениями разработанной системы допуска потоков данных в мультипротокольной СПД ТУ являются:

1. Представление поступающего трафика (потока команд ТУ и потока данных телекоммуникационных услуг) в виде кривых поступления в терминах мини-плюсовой алгебры, что позволяет получить его детерминистское описание;
2. Возможность представления выходного потока на основе модели входного потока и особенностей планирования передачи пакетов WFQ [4];
3. Возможность гарантировать с заданной точностью получение значений параметров качества обслуживания команд ТУ при выбранных моделях потока и дисциплины обслуживания в единичном УК;
4. Возможность представления потока на выходе последовательности УК на основе модели единичного элемента системы;
5. Возможность представления и описания системы при наличии многих потоков на основе модели системы с одним потоком БД;
6. Возможность представления и описания суперпозиции потоков команд ТУ и потоков данных телекоммуникационных услуг на основе модели системы с одним потоком.

Графическое представление области гарантированного качества обслуживания блоков данных в СПД ТУ на основе технологии IP/MPLS для потока с заданными параметрами трафика представлено на рисунке 1. Здесь $W_i(t)$ – количество обслуженной нагрузки потока i ; $A_i(t)$ – количество нагрузки i -го потока, поступившей в систему за период времени $(0, t]$; L_i – максимальный размер пакета (в байтах); r_i – средняя скорость поступления нагрузки микропотока i (в байтах/сек); p_i – пиковая скорость поступления нагрузки микропотока i (в байтах/сек); b_i – размер буфера жетонов в алгоритме "дырявое ведро с

жетонами"; t_{MBD} – максимальная длина пачки по времени; $t_{зан}$ – задержка записи, т. е. задержка передачи пакетов при планировании передачи пакетов.

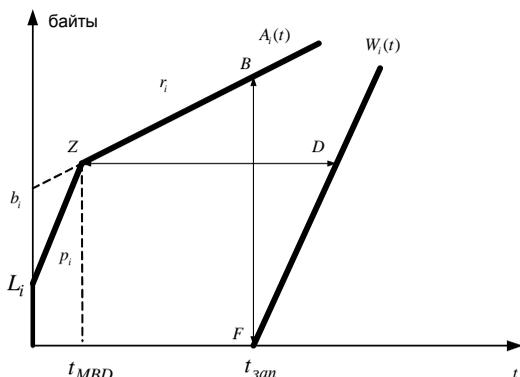


Рис. 1. Графическое представление области гарантированного качества обслуживания блоков данных в СПД ТУ на основе технологии MPLS для потока с заданными параметрами трафика

Определение значения задержки, вносимой ошибками планирования в УК

Планировщик WFQ с контролем скорости передачи, в отличие от "жидкостных" механизмов обслуживания БД, принятых в GPS , характеризуется в процессе планирования трафика двумя типами ошибок. Эти дефиниции позволяют учесть, насколько не точно реализовано планирование обслуживания по сравнению с моделью в непрерывном времени [3]. Кривая обслуживания, предлагаемая потоку УК с реализацией планировщиков класса WFQ , представляет собой функцию "скорость-запаздывание" с характеристиками скорости R и запаздывания $t_{зан}$ рассчитываемой как:

$$t_{зан} = \frac{\Delta C}{R} + \Delta D, \tag{3}$$

где ΔC – параметр, учитывающий ошибку, зависящую от скорости передачи и определяющую размер задержки пакета; ΔD – ошибка, зависящая от дисперсии времени прохождения пакета некоторого потока через конкретный узел коммутации при наихудшем с точки зрения загрузки случае.

Значения величин ΔC и ΔD зависят от конкретной реализации маршрутизатора. В трудах Георгадиса Л. [5] доказаны соотношения, позволяющие учесть представленные ошибки для одного узла коммутации:

$$\Delta C = L_i, \Delta D = \frac{L_{mtu}}{c}, \tag{4}$$

где L_{mtu} – размер БД максимальной длины из всех обслуживаемых потоков. Для k УК, как показано в RFC 2212, задержка для нового потока i не должна превышать значения, рассчитываемого как:

$$t_k = \frac{b_i}{R_i} + \frac{\Delta C_k}{R_i} + \Delta D_k, \tag{5}$$

в свою очередь ошибочные члены ΔC и ΔD суммируются вдоль всего пути передачи данных для каждого УК на протяжении всей фазы оповещения и могут быть рассчитаны для K узлов как:

$$\Delta C_{\Sigma} = \sum_{k=1}^K \Delta C_k, \tag{6}$$

$$\Delta D_{\Sigma} = \sum_{k=1}^K \Delta D_k, \tag{7}$$

Отсюда можно получить значение задержки, вносимой ошибками планирования во всех УК, при выделении в планировщике WFQ для потока i пропускной способности R_i как:

$$t_{зан\Sigma} = \frac{\Delta_{C\Sigma}}{R_i} + \Delta_{D\Sigma} . \quad (9)$$

Заключение

Таким образом, использование современного телекоммуникационного оборудования для более полного инфокоммуникационного обслуживания персонала предприятия [1] должно осуществляться без ущерба основному предназначению СПД – доставки с гарантированным качеством команд ТУ к исполнительным приборам, агрегатам и станкам. В связи с этим необходимо совершенствовать систему управления допуском пакетов данных в СПД промышленного назначения с учетом ошибок в работе стандартных планировщиков трафика.

Литература

1. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей. М.: Эко-Трендз, 2010. С 392.
2. Chenker S., Patridge C., Guerin R. «Specification of Guaranteed Quality of Service». RFC 2212, September 1997.
3. Захватов М.А. Построение виртуальных частных сетей на базе технологии MPLS. Cisco Systems 2001.
4. Wroclawski J. «Specification of the Controlled-Load network element service». RFC 2211. September 1997.
5. Georgadis L., Guerin R., Parekh A. «Efficient Support of Delay and Rate Guarantees in an Internet», in Proceedings of ACM SIGCOMM. August 1996. pp. 106-116.

Для цитирования:

Миронов О.Ю., Лебедевно Е.В. Допуск потоков данных в мультипротокольную сеть передачи данных промышленного назначения // i-methods. 2011. Т. 3. № 1. С. 12-15.

Tolerance data streams in a Multiprotocol data transmission network for industrial use

Mironov O. Y.

Lebedenko E. V.

Academy FSO of Russia, Orel

Abstract

The paper formulates and solves the task of developing an algorithm of access control data blocks, providing a guaranteed level of quality command process management in multi-system data transfer for industrial purposes with the effective use of resources of channels and commutation nodes. Shown results allow to determine the value of the delay introduced by the scheduling errors in the switching nodes.

Keywords: data stream; tolerance; multiprotocol network; data transfer; technological management.

References

1. Stepanov S. N. Fundamentals of teletraffic multiservice networks. M.: Eco-Trendz, 2010. With 392.
2. Chenker, S., C. partridge, R. Guerin "Specification of guaranteed quality of service". In RFC 2212, September-September 1997.
3. Captures M. A. Construction of virtual private networks based on MPLS technology as well. Cisco Systems 2001.
4. J. Wroclawski "Specification of the controlled-load network element service". IN RFC 2211. September 1997.
5. Georgadis L., R. Guerin, A. Parekh, "efficient Support of delay and rate guarantees in an Internet", in proceedings of the ACM SIGCOMM programming. August 1996. p. 106-116.

For citation:

Mironov O.Y., Lebedenko E.V. Tolerance data streams in a Multiprotocol data transmission network for industrial use // i-methods. 2011. Vol. 3. No. 1. Pp. 12-15.