

TELECOMMUNICATIONS

Petrov N.V.

METHOD OF DATA CACHING IN TELECOMMUNICATIONS RESOURCES CONTROL SYSTEMS

Petrov N.V., Russian Federation, National Research
University of Electronic Technology

Abstract

This paper introduces method of data caching in moment of access provision to telecommunication resources for efficiency increase of telecommunications resources control systems (TRCS) which works by incoming request from network access servers. In work is represented architecture and general work algorithm of TRSC with data caching. It is also discussed method effect to average value and variance of request processing time and announced cache maintenance problem for actual state.

Keywords: telecommunications, information and control systems, optimization methods, system analysis

Постановка задачи

Главной задачей любого оператора связи является обеспечение высокого качества оказываемых услуг доступа к телекоммуникационным ресурсам при минимальных затратах. Доступ к ресурсам предоставляется с помощью специализированного программно-аппаратного комплекса (ПАК), конфигурация которого и определяет качество оказываемых услуг.

Одним из наиболее эффективных способов повышения качества услуг операторов связи является использование в составе ПАК маршрутизаторов широкополосного доступа (МШПД) — универсального оборудования доступа к телекоммуникационным ресурсам с большим числом

технологических возможностей. Однако включение МШПД в ПАК влечет за собой также требование по повышению эффективности функционирования систем управления телекоммуникационными ресурсами (СУТР), которые обязательны для работы оборудования доступа.

Кэширование данных в момент предоставления доступа к телекоммуникационным ресурсам — один из возможных методов повышения эффективности СУТР, работающих в режиме управления по входящему запросу с оборудования доступа.

Описание метода

Кэширование (от фр. *cache* — «прятать») — один из методов повышения производительности информационных систем, связанный с использованием промежуточного буфера (кэша) с быстрым доступом между элементами системы. Использование кэша актуально только для данных, обладающих высокой вероятностью быть запрошенными.

Для системы управления телекоммуникационными ресурсами кэширование возможно для ответов автоматизированной системы расчетов (АСР) [4] на запросы доступа, т.к. их содержимое меняется сравнительно редко (при подключении/отключении услуг или достижении порога по потребленным ресурсам).

Архитектура СУТР, работающей по методу кэширования данных [1], показана на рис. 1.

Отличительной особенностью СУТР с использованием данного метода является запись во внутренний кэш ответов от АСР на запросы предоставления доступа к ресурсам и использование этих записей для обработки дальнейших запросов на предоставление доступа. Все остальные запросы (например, запросы с данными о потребленных ресурсах) не обрабатываются кэшем и отправляются в АСР напрямую.

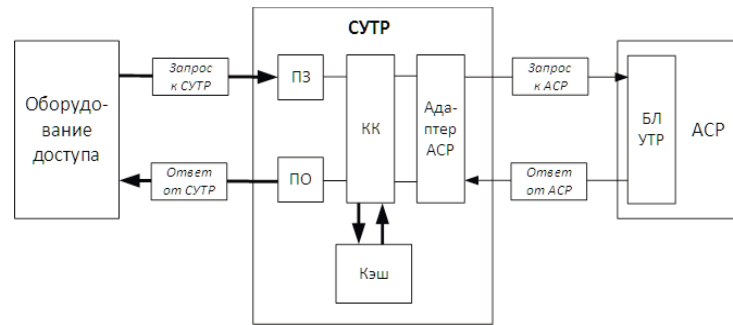


Рис. 1. СУТР с кэшированием данных в момент предоставления доступа к телекоммуникационным ресурсам

Рис. 2 демонстрирует алгоритм обработки запроса в СУТР с кэшированием данных. Всю нелинейную обработку запроса обеспечивает блок контроллера кэша (КК). Этот блок принимает решение о том, требуется ли для поступившего в СУТР запроса обращение в АСР или нет. Если обращение требуется и обрабатывается запрос доступа, ответ от АСР в результате сохраняется в кэш.

Под устареванием ответа из кэша понимается истечение срока его давности:

$$t_{\text{д}} - t_{\text{в}} \geq T_{\text{д}}, \quad (1)$$

где:

- $t_{\text{д}}$ — время поступления запроса (текущее время).
- $t_{\text{в}}$ — время сохранения записи в кэше.
- $T_{\text{д}}$ — период давности (интервал времени, в течение которого сохраненный ответ можно использовать).

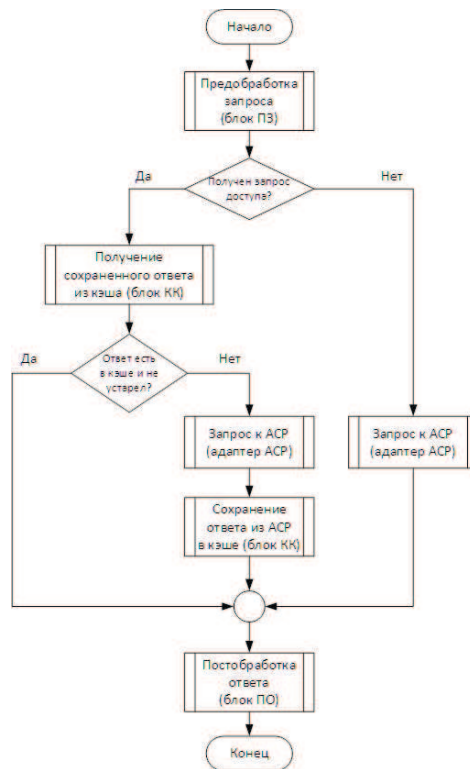


Рис. 2. Обработка запроса в СУТР с кэшированием данных

Влияние метода на время обслуживания

Как следует из названия рассматриваемого метода, он оказывает влияние только на обработку запросов предоставления доступа к телекоммуникационным ресурсам. Время обработки остальных классов запросов в сравнении с СУТР с прямой ретрансляцией запросов в АСР [2], если пренебречь вкладом блока контроллера кэша, остается неизменным и зависит от текущей загрузки АСР.

Среднее время обработки запроса на предоставление доступа (класс запросов доступа) в СУТР с кэшированием данных представляется следующей суперпозицией:

$$\overline{T_{обд}} = \overline{T_{обд.ПЗ}} + \overline{T_{обд.КК}} + \overline{T_{обд.ПО}} \quad (2)$$

где:

- $\overline{T_{обПЗ}}$ — среднее время предобработки запроса.
- $\overline{T_{обКК}}$ — среднее время обработки запроса в контроллере кэша (блок КК)
- $\overline{T_{обПЕ}}$ — среднее время постобработки ответа.

Среднее время обработки запроса в контроллере кэша представляется как:

$$\overline{T_{обКК}} = \overline{T_{обПЗК}} + \xi (\overline{T_{обАДПАСР}} + \overline{T_{обАДПД}} + \overline{T_{обСЗК}}), \quad (3)$$

где:

- $\overline{T_{обПЗК}}$ — среднее время получения записи из кэша.
- ξ — вероятность, что полученная запись из кэша будет с наступившим сроком давности.
- $\overline{T_{обАДПАСР}}$ — среднее время обслуживания запроса в адаптере АСР.
- $\overline{T_{обАДПД}}$ — среднее время обработки запроса на предоставление доступа в АСР.
- $\overline{T_{обСЗК}}$ — среднее время сохранения записи в кэше.

Использование кэша в архитектуре СУТР предполагает, что среднее время получения и сохранения записи в кэше ($\overline{T_{обПЗК}}$ и $\overline{T_{обСЗК}}$) должно быть существенно меньше среднего времени обработки запроса доступа в АСР $\overline{T_{обАДПД}}$:

$$\overline{T_{обПЗК}} + \overline{T_{обСЗК}} \ll \overline{T_{обАДПД}}. \quad (4)$$

Отсюда, учитывая величины $\overline{T_{обПЗ}}$, $\overline{T_{обАДПАСР}}$ и $\overline{T_{обПЕ}}$ на практике обычно не вносят существенный вклад во время обработки запросов [3]:

$$\overline{T_{обД}} \cong \overline{T_{обПЗК}} + \xi \overline{T_{обАДПД}}. \quad (5)$$

Видно, что чем меньше вероятность получения записи из кэша с наступившим сроком давности, тем больше запросов обрабатывается с помощью кэша:

$$\begin{cases} \xi > \xi_{\text{min}}, \\ \frac{\xi}{T_{\text{обл.дл}}} > \frac{\xi_{\text{min}}}{T_{\text{обл.дл}}}, \\ \sigma_{\text{обл.дл}}^2 > \sigma_{\xi, \text{ПЭК}}^2 \end{cases} \quad (6)$$

Комментируя последнее выражение в системе (6), необходимо отметить, что рассматриваемый метод также подразумевает существенно низкие величины дисперсии получения и сохранения записи в кэше ($\sigma_{\text{обл.дл}}^2$ и $\sigma_{\xi, \text{ПЭК}}^2$ соответственно). В отличие от АСР в СУТР это элементарно выполнимо за счет отсутствия дополнительной внешней нагрузки на использование кэша.

Проблема поддержания содержимого кэша в актуальном состоянии

Как видно из выражения (6), кэширование данных тем эффективнее, чем меньше вероятность получения записи из кэша с наступившим сроком давности ξ :

$$\xi = \min\left(\frac{T_{\text{дл}}}{T_{\text{дл}}}, 1\right), \quad (7)$$

где $T_{\text{дл}}$ — средний интервал отправки очередного запроса на доступ одним и тем же оборудованием доступа.

Видно, что чем больше интервал отправки очередного запроса доступа и чем меньше период давности хранения ответа в кэше, тем выше вероятность получения записи из кэша с истекшим сроком давности.

Если значение $T_{\text{дл}}$ определяется внешней средой (средней длительностью сессии доступа абонента в сеть, повлиять на которую оператор связи может только через неблагоприятный сбой в абонентской сети), то период давности $T_{\text{дл}}$ — внутренний параметр СУТР, увеличение которого для поддержания содержимого кэша в актуальном состоянии следует вести с учетом вероятности изменения ответа АСР при очередном запросе доступа:

$$\varepsilon = \min\left(\frac{T_{\text{дл}}}{T_{\text{кр}}}; 1\right), \quad (8)$$

где $T_{\text{кр}}$ — средний интервал изменения конфигурации услуг в АСР по одному оборудованию доступа [4].

Учитывая, что опровка запроса в АСР необходима в тех случаях, когда в ней изменяется конфигурация услуг, содержимое кэша будет тем актуальнее, чем вероятность получения записи из кэша с истекшим сроком действия ξ будет больше вероятности изменения ответа АСР при очередном запросе доступа ε :

$$\xi \geq \varepsilon. \quad (9)$$

Используя выражение выше, можно сказать, что чем период давности $T_{\text{дл}}$ меньше среднего интервала изменения конфигурации услуг в АСР $T_{\text{кр}}$, тем больше содержимое кэша соответствует содержимому АСР:

$$T_{\text{дл}} \leq T_{\text{кр}}. \quad (10)$$

При значениях $T_{\text{дл}} > T_{\text{кр}}$ ($\xi < \varepsilon$) состояние кэша может сильно не соответствовать содержимому АСР, от чего возрастает вероятность выдачи неактуального ответа на очередной запрос доступа со стороны оборудования доступа.

References:

- [1] Petrov N.V. Architecture of RADIUS server with data caching: Master's thesis. MIET, Moscow, 2012.
- [2] Petrov N.V. Modelling of telecommunications Resources Control System — Natural and technical sciences. Moscow, 2015. # 6 (84). Pp. 433—438.
- [3] Petrov N.V. Modelling of telecommunications Resources Control System with data caching — Natural and technical sciences. Moscow, 2015. # 10 (88). Pp. 305—309.
- [4] Kornel Terplan. Electronic Bill Presentment and Payment. — CRC Press, 2003. — 368 с. — ISBN 0849314526.