

М. А. Скулиш

Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ОБСЯГУ РЕСУРСІВ ВІРТУАЛЬНОГО ВУЗЛА ОБСЛУГОВУВАННЯ

В статті досліджується робота системи онлайн тарифікації, а саме функціонування Diameter-серверу. Розглянута можливість розширення системи обслуговування за рахунок залучення додаткових обчислювальних ресурсів організованих за хмарною технологією. **Метою** дослідження є розрахунок оптимальних параметрів серверу обслуговування, а саме обчислювальних ресурсів (пам'яті оперативної та дискової, процесорного часу, ресурсу системи вводу та виводу) для забезпечення обслуговування потоку запитів на тарифікацію на заданому рівні якості, а саме контроль втрат та затримок у обслуговуванні. **Висновки.** Запропонована математична модель задачі вибору потужності обслуговуючого пристрою, де обслуговування здійснюється на заданому рівні якості. На відміну від існуючих підходів щодо балансування навантаження, коли для забезпечення зростаючого навантаження додається додаткові обслуговуючі пристрої, між якими виконується балансування запитів, запропонована модель дозволяє врахувати масштабованість ресурсів вузлів обслуговування побудованих за технологією хмарних обчислень. Запропонована модель дозволяє розрахувати параметри Diameter-серверу для обслуговування вхідного потоку та забезпечити зменшення середньої затримки в обслуговуванні запиту та мінімізацію витрат, пов'язаних з перевантаженням серверу обслуговування.

Ключові слова: керування ресурсами мережі; прогнозування навантаження; динамічний розподіл ресурсів; віртуалізація мережевих ресурсів; система онлайн тарифікації.

Вступ та постановка завдання

Забезпечення роботи телекомунікаційних систем невід'ємно пов'язане з роботою систем тарифікації послуг. Проблема тарифікації гостро постає як перед операторами зв'язку, так і перед провайдером різноманітних послуг. Головною складністю таких системи є значна кількість абонентів, які мають одночасно отримати розрахунок. Крім того, процес ускладнюється через різні процедури тарифікації, які передбачені для різних типів послуг.

Спектр послуг і обсяги трафіку, який передається, поступово розширюються [1, 10, 11], що призводить до постійного збільшення ресурсів, необхідних для обробки різних типів заявок, які надходять в систему оператора. Отже, метод оптимального вибору обчислювальних ресурсів для обслуговування змінного навантаження білінгових систем оператора є актуальним завданням. Розрахунок плати за послуги вимагає багатоступінних процедур для визначення їх вартості, що, як наслідок, призводить до збільшення навантаження на систему тарифів, а саме:

- низька ефективність послуги дзвінків;
- погіршення як гнучкості, так і ефективності тарифних підходів;
- неможливість гарантувати якість обслуговування.

Значна кількість робіт та підходів присвячена контролю якості обслуговування абонентів. Розробляються методи забезпечення показників якості в процесі передачі інформації на різних етапах обслуговування (доступ до мережі, організація транспорту інформаційного потоку) [2, 3, 13], частина робіт присвячено забезпеченню ефективної тарифікації, при цьому розглядаються питання розробки правил РСС, в яких задається політика обслуговування індивідуально для кожного типу сервісу залежно від тарифного плану [1, 4-6, 12, 13]. Роботи [7-9] прис-

вячені оптимізації білінгових систем пов'язані з дисципліною обслуговування направлених на диференціацію вхідного потоку та створення нових правил послідовності тарифікації абонентів.

Однак, для операторів зв'язку достатньо гостро постає проблема перевищення часу обслуговування заявки саме на сервері тарифікації, оскільки не враховується принцип розподілу ресурсів технічних засобів, що у періоди пікових навантажень є критичними для якості обслуговування. Вирішення цієї проблеми може полягати у залученні до обслуговування додаткових орендованих технічних ресурсів. Як у моменти пікових навантажень будуть динамічно долучатися до обробки заявок на тарифікацію. Це дозволить уникнути втрат, які пов'язані з перевищенням часу очікування заявки на тарифікацію через дефіцит технічних ресурсів системи. Перевищення допустимої тривалості обслуговування призводить до відхилення виклику, відповідно до економічних витрат та зниження репутації компанії.

Внаслідок цього є актуальною науково-технічна задача планування кількості ресурсів додаткового серверу при динамічному залученні ресурсів для забезпечення безперебійного процесу тарифікації підсистемами системи ОCS, яка б враховувала потреби у технічних ресурсах системи тарифікації та навантаження, яке створюється різними типами послуг та включала відповідні механізми розрахунку необхідної кількості ресурсів для статистичних даних за тривалий період часу, а також поточну динаміку вхідного потоку, що дозволило б подолати описані вище недоліки.

Аналіз моделі обслуговування запитів на тарифікацію

Описані завдання є технічно складними в зв'язку з різноманітністю мережевих елементів у мобільного оператора і різноманітним тарифів і послуг.

Для вирішення таких завдань, сучасні білінгові системи інтегруються в мультисервісні телекомунікаційні мережі зв'язку нового покоління NGN (New Generation Network) за технологією IMS (IP Multimedia Subsystem). Тому підтримка відкритих стандартів 3GPP для взаємодії білінгової системи з елементами мережі оператора зв'язку набуває особливого значення. Відкриті стандарти 3GPP описують вузли IMS мережі, інтерфейси взаємодії між ними і дають рекомендації, які протоколи використовувати в якості цих інтерфейсів. Така логіка дозволяє в міру розвитку протоколів змінювати рекомендації, але архітектуру мережі залишати без зміни.

Із зовнішніми елементами мережі оператора зв'язку сучасна білінгова система взаємодіє по інтерфейсу Ro (для on-line) і Rf (для off-line). Інтерфейс Ro базується на IETF Credit Control Application (RFC 4006) [14] і використовує команди Diameter протоколу Credit-Control Request / Answer (CCR / CCA). Інтерфейс Rf базується на функціональності IETF-diameter base (RFC 3588) [15]. Rf використовує команди Diameter протоколу Accounting Request / Answer ACR / ACA.

Завдяки використанню стандартних протоколів білінгу, оператор мобільного зв'язку може змінити логіку контролю активності абонента, обмежуючись базовими змінами на рівні протоколу і адаптацією тарифних планів в білінговій системі. Такі параметри, вироблені на стороні білінгової системи, називаються білінговою моделлю.

Білінгова модель - це модель розрахунку, по якій відбувається обчислення тарифного плану спричиненої абонентом активності, розрахунку її вартості та подальшого дозволу чи заборони на активність абонента.

У даній роботі буде розглянута білінгова підсистема, яка обслуговує потоки викликів тарифікації інтернет-трафіку і її білінгова модель, яка використовує інтерфейс Ro і протокол Diameter для підключення до зовнішніх систем оператора.

Після визначення базових особливостей протоколу Diameter слід описати внутрішню конфігурацію білінгової моделі, яка здійснюється на стороні білінгової системи.

Білінгова модель створюється за допомогою спеціального додатку званого CATALOG GUI (Catalog DB Graphical User Interface) і зберігається в окремій базі даних PACT DB (Product Catalog Database), з якої її завантажують Diameter-сервера білінгової системи (DOCS), які здійснюють контроль сесій і тарифікацію дзвінка.

Під час виклику термінальної пристрій абонента через базову мережу оператора здійснює підключення до Diameter-клієнта (в якості якого може виступати медійний сервер або GGSN), клієнт, в свою чергу, через мережу Diameter з'єднується з Diameter сервером, який здійснює тарифікацію дзвінка на основі завантажених даних з CATALOG бази даних, що додані оператором білінгової системи за допомогою програми CATALOG GUI (рис. 1).

База даних CATALOG DB може містити велику кількість версій різних білінгових моделей, але в

один проміжок часу доступна тільки одна - активна білінгова модель.

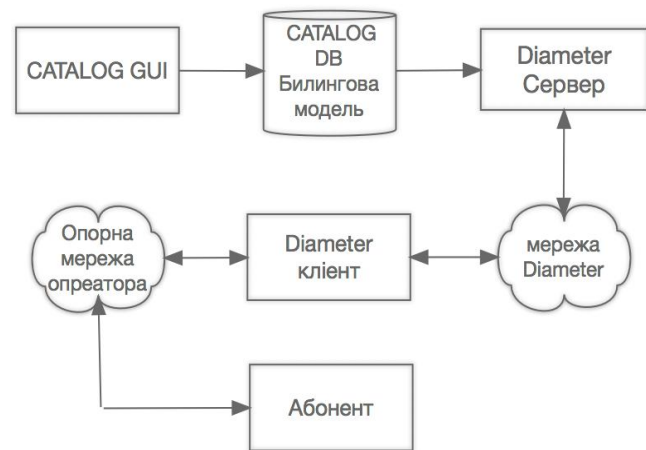


Рис. 1. Взаємодія білінгової моделі

Якщо оператор білінгової системи робить зміни в білінговій моделі, додаючи нові тарифні плани або змінюючи будь-які механізми тарифікації, CATALOG GUI створює зліпок поточної білінгової моделі, як тимчасову, неактивну білінгову версію, в якій доступні будь-які зміни. Після закінчення змін оператор білінгової системи застосовує нову білінгову модель, яка автоматично, або за допомогою планувальника в спеціально заданий час завантажується на всі Diameter сервери, які здійснюють контроль і тарифікацію викликів абонентів. Попередня білінгова модель визначається застарілою і відправляється в спеціальну архівну базу даних (з якої оператор білінгової системи може відновити її в будь-який час за допомогою утиліти CATALOG GUI).

Розглянемо реальну сесію абонента, встановлену між Diameter-клієнтом і Diameter-сервером в білінговій системі. Сесія буде встановлена на дві різні інтернет-активності:

- Безкоштовний доступ до порталу оператора, здійснюється за рейтинговою групою 300 (RG 300)

- Звичайний платний доступ до інтернету, здійснюється за рейтинговою групою 100 (RG 100)

В даному випадку буде встановлена одна сесія, в рамках якої будуть організовані дві сабсесії від Diameter-клієнта до Diameter-сервера. Кожна сабсесія буде використовувати свій власний баланс:

- RG 300 – монетарний баланс без списання реальних коштів.

- RG 100 – монетарний баланс зі списанням коштів з основного балансу абонентського рахунку.

Обидві сабсесії матимуть окремі резервації, відкриті до абонентської бази даних.

Під час активності сесії абонент закриває безкоштовний URL, який обслуговується сабсесією за рейтинг-групою RG 300, але продовжує використовувати звичайний інтернет, що обслуговується за рейтинг-групою RG 1000.

У процесі використання звичайного інтернету у абонента закінчуються кошти на основному рахунку, і сесія закривається. Описану сесію схематично зображено на рис. 2.

Як бачимо, процес тарифікації є багатоетапним. На якість обслуговування заявок на тарифікацію значний вплив має швидкість обробки заявок, яка залежить від технічних засобів, що здійснюють обслуговування. Тому необхідно знати, які потужності технічних ресурсів потрібні для обслуговування вхідного потоку заявок на тарифікацію в той чи інший період часу.

Необхідно врахувати як загальну кількість ресурсів, що обслуговує сервер в цілому, так і потреби у потужностях кожної з підсистем, оскільки з метою забезпечення успішного функціонування системи може виникнути потреба перегрупування технічних ресурсів для забезпечення ефективного обслуговування.

Обслуговування заявок на орендованому хмарному сервері

Віртуальний сервер (або Cloud Server) - це повноцінна інфраструктура, побудована за моделлю хмарних обчислень (cloud computing).

На відміну від моделі зберігання даних на власних виділених серверах, у випадку використання віртуальних серверів, їх структура і кількість в загальному випадку не видна користувачеві. Вся інформація зберігається і обробляється у хмарі, яка являє собою, з точки зору клієнта, один великий віртуальний сервер. На сьогоднішній день велика кількість компаній надає таку послугу як оренда серверу у хмарі.

Основні переваги віртуальних серверів:

Гнучкість ресурсів. Оренда сервера у хмарі дозволяє забезпечити його високу масштабованість. Такий сервер легко налаштовується під збільшення навантаження, наприклад, можна легко додати оперативної пам'яті або дискового простору. Так само легко можна зменшити дані параметри віртуальної системи. Сервер стає «резиновим» у відношенні своїх ресурсів.

Швидкодія. Віртуальний сервер працює значно швидше ніж звичайний, а також знижуються часові затрати на впровадження і оперативний перерозподіл ресурсів. Висока швидкість розгортання системи.

Безпека. На віртуальному сервері клієнт має можливість власноручно контролювати користувачів, процеси, а також використовувати власну політику безпеки. Підвищення рівня безпеки Cloud Server відбувається також за рахунок зведення до мінімуму «людського фактору».

Мобільність. Доступ до серверу можна отримати з будь-якої точки земної кулі.

Хмарне зберігання розвивається в трьох напрямках, один з яких допускає злиття двох інших для досягнення економічної ефективності і безпеки (рис. 3).

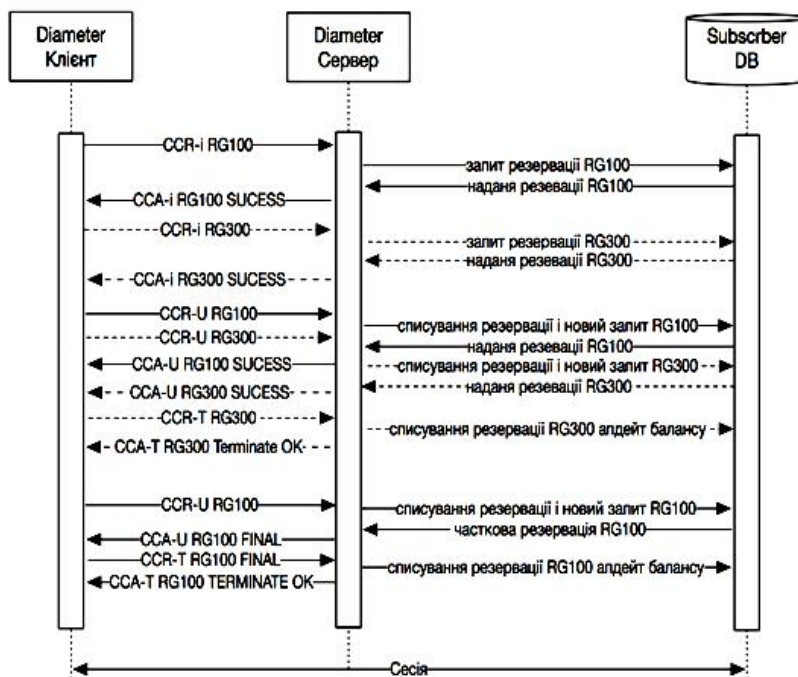


Рис. 2. Сесія тарифікації інтернет трафіку

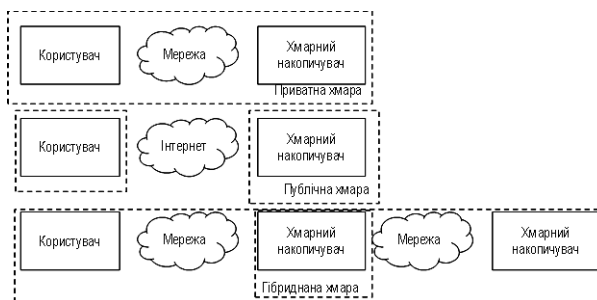


Рис. 3. Моделі зберігання даних у хмарах

Так само віртуальні сервери можна використовувати для обслуговування і тарифікації викликів. Це може значно спростити процес розподілу ресурсів на сервері, забезпечить його масштабованість, підвищить безпеку і відмовостійкість. Віртуальний сервер може бути використаний трьома способами. По-перше, він може бути додатком до основного фізичного сервера і використовуватись коли виникає потреба у збільшенні кількості ресурсів при збільшенні навантаження. В такій конфігурації вся логіка серверу реалізована у хмарі. В другому варіанті все обладнання для обслуговування і тарифікації викликів може розміщуватись у хмарі. В такому випадку фізичний сервер взагалі не потрібен і процес обслуговування запитів буде повністю проходити на віртуальному сервері. В третьому випадку у хмарі можуть знаходитися окремі ресурсозатратні підсистеми або частини підсистем, організація взаємодії яких є окремою мережевою задачею.

Наведені вище способи значно розширюють можливості технічного забезпечення системи онлайн тарифікації.

Запропонований метод

Задача вибору потужності вузла обслуговування набуває особливої ваги при плануванні процесів

обслуговування гібридних телекомунікаційних сервісів, оскільки вирішує проблему розрахунку кількості обчислювальних ресурсів для обслуговування нестационарного потоку.

Розрахунок ресурсів обслуговування необхідно проводити для кожного віртуального вузла обслуговування, на основі даних про інтенсивність надходження заявок. При розрахунку інтенсивність надходження покладається як величина з незмінюваним середнім значенням. Потік задач складається з різних запитів, визначених протоколами взаємодії вузла обслуговування.

Вхідні дані:

- λ – середнє значення проміжків часу між моментами надходження замовлень,
- n – кількість заявок, які можуть одночасно обслуговуватися у віртуальному вузлі.
- v^g – кількість обчислювального ресурсу g -го типу, який використовується для обслуговування однієї заявки.
- a, b – верхня та нижня границя завантаженості системи обслуговування,
- R – задане експертами значення, який показує долю часу роботи системи без черги.
- V^g – загальна кількість ресурсу g -го типу, яка доступна у вузлі обслуговування

Вихідні дані:

- μ – вектор інтенсивностей обслуговування заявок, елемент вектору μ_k відповідає інтенсивності обслуговування, якщо у системі є k заявок, $k = \overline{1, n}$.

Основна задача: мінімізувати ресурси, які використовуються для обслуговування заявок у системі.

Була запропонована математична модель задачі вибору потужності вузла обслуговування, яка враховує ергодичний розподіл ймовірностей одночасного перебування у системі k -заявок. Також враховується залежність інтенсивності обслуговування від кількості заявок, які обслуговуються одночасно. Задача полягає у пошуку такого розподілу інтенсивностей обслуговування, який би мінімізував загальну кількість ресурсів, що використовуються для обслуговування, утримував завантаженість системи у заданих межах, а також забезпечувала роботу системи без затримок із заданою ймовірністю.

Для вирішення задачі будуть застосовані формули для розрахунку ергодичного розподілу :

$$p_k = p_0 \prod_{i=1}^k \alpha_i, (k = \overline{1, n});$$

$$p_k = p_0 \gamma_n^k \prod_{i=1}^n \alpha_i, (k = \overline{1, m});$$

$$p_0 = \left(1 + \sum_{k=1}^n \prod_{i=1}^k \alpha_i + \frac{\gamma_n}{1 - \gamma_n} \prod_{i=1}^n \alpha_i \right)^{-1},$$

де $\alpha_k = \lambda / (k\mu_k)$, $\gamma_k = \lambda / (n\mu_k)$.

Цільова функція буде мати вигляд:

$$\sum_{i=1}^n i v^g p_i + n v^g \sum_{i=n+1}^m p_i \rightarrow \min,$$

функція неперервна відносно змінних $\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n\}$,

при обмеженнях:

$$\begin{cases} 4 * \left(\sum_{i=1}^n i v^g p_i + n v^g \sum_{i=n+1}^m p_i \right) \leq V^g, \forall g; \\ \frac{\lambda}{a} \geq \mu_i, \frac{\lambda}{b} \geq \mu_i; \quad \sum_{i=1}^n p_i = R. \end{cases}$$

Отже, в результаті розв'язку оптимізаційної задачі буде отримано набір значень інтенсивності обслуговування відповідно до яких можуть бути розраховані ресурси системи обслуговування в залежності.

Проведення експерименту

Експеримент було проведено у 2 етапи. У системі Matlab було розроблено функцію и розрахунку вектора μ_k . Для розв'язку задачі нелінійного програмування в процесі моделювання використовувалася функція Matlab `fmincon`, яка здійснює ітераційний пошук, починаючи з початкового значення, який зупиняється при наближенні до оптимального значення із заданою похибкою, що цілком відповідає поставленому завданню. В якості вхідних даних було використано статистичні дані навантаження на Diameter-сервер українського оператора зв'язку.

Протягом доби інтенсивність навантаження змінюється, було виконано розрахунок для середнього значення проміжків часу між моментами надходження замовлень для різних періодів доби.

Для оцінки ефективності використання ресурсів було розроблено модель системи обслуговування в пакеті GPSS. Обслуговування потоку запитів із заданими статистичними характеристиками здійснювалось у вузлі обслуговування з обмеженим ресурсом. Загальна кількість ресурсу у поточний час визначалася як функція від μ_k , що залежить від кількості запитів, які перебувають у системі. Для моделювання використовувалася лінійна функція залежності ресурсу, який виділяється, від μ_k .

В результаті моделювання спостерігалось зменшення втрат запитів через перевищення допустимого часу очікування обслуговування на 5%, а також зменшення середнього часу затримки в обслуговуванні запиту на 8% за рахунок оптимального вибору ресурсів обслуговування залежно від кількості запитів, які перебувають на обслуговуванні в системі.

Висновки

Запропоновано математичну модель задачі вибору потужності обслуговуючого пристрою, де обслуговування здійснюється на заданому рівні якості. На відміну від існуючих підходів щодо балансування навантаження, коли для забезпечення зростаючого навантаження додаються додаткові обслуговуючі пристрої, між якими виконується балансування запитів, запропонована модель дозволяє врахувати масштабованість ресурсів вузлів обслуговування побудованих за технологією хмарних обчислень. Запропонована модель дозволяє розрахувати параметри Diameter-серверу для обслуговування вхідного потоку та забезпечити зменшення середньої затримки в обслуговуванні запиту та мінімізацію втрат, пов'язаних з перевантаженням серверу обслуговування.

REFERENCES

1. Chaitanya, T.V.K. and Larsson, E.G. (2013), "Improving 3GPP-LTE uplink control signaling performance using complex-field coding", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 62, No. 1, pp. 161-171.
2. Ghosh, A., Ratasuk, R., Mondal, B., Mangalvedhe, N. and Thomas T. (2010), "LTE-advanced: next-generation wireless broadband technology", *IEEE Wireless Communications*, Vol. 17, No. 3, pp. 10-22.
3. Li, X., Bigos, W., Dulas, D., Chen, Y., Toseef, U., Goerg, C., Timm-Giel, A. and Klug A. (2011), "Dimensioning of the LTE Access Network for the Transport Network Delay QoS", *Vehicular Technology Conf. (VTC Spring)*, IEEE 73rd, pp. 1-7.
4. Costa-Requena, J. (2014), "SDN integration in LTE mobile backhaul networks", *Information Networking (ICOIN)*, International Conference 10-12 Feb. 2014, pp. 264-269.
5. Wei-Ching Ho, Li-Ping Tung, Tain-Sao Chang and Kai-Ten Feng (2013), "Enhanced component carrier selection and power allocation in LTE-advanced downlink systems", *Wireless Communications and Networking Conference*, pp. 574-579
6. Nuaymi, L., Sato, I. and Bouabdallah, A. (2012), "Improving Radio Resource Usage with Suitable Policy and Charging Control in LTE", *Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies (NGMAST)*, 6th Int. Conference, pp. 158-163.
7. Ouellette, S., Marchand, L. and Pierre, Samuel (2011), "A potential evolution of the policy and charging control/QoS architecture for the 3GPP IETF-based evolved packet core", *Communications Magazine*, IEEE, pp. 231-239.
8. Sok-Ian Sou, Jeu-Yih Jeng and Yinman Lee (2009), "Signaling overhead of Policy and online Charging Control for bearer sessions in LTE network", *Consumer Electronics*, 2009. ISCE '09. IEEE 13th International Symposium, 2009, pp. 593-597.
9. Malandrino, Francesco, Casetti, Claudio and Chiasserini, Carla-Fabiana (2014), "LTE offloading: When 3GPP policies are just enough", *Wireless On-demand Network Systems and Services (WONS)*, 11th Annual Conference, pp. 1-8.
10. Cuevas, Antonio Moreno, Jose Ignacio and Einsiedler Hans (2006), "IMS Service Platform: A Solution for Next-Generation Network Operators to Be More than Bit Pipes", *IEEE Communication Magazine*, pp. 75-81.
11. Syed, A. Ahson and Mohammed, Ilyas (2009), *IP Multimedia subsystem (IMS) handbook*, CRC Press, 250 p.
12. Globa, L., Dyadenko, A. and Reverchuk, A. (2009), "The charging problems in mobile service deployment", *EUROCON 2009 The IEE Region 8 Conference devoted to 150 Anniversary of Alexander Popov*, Saint Petersburg, Russia.
13. Globa, Larisa and Slukysh, Mariia (2011), "Nodal routing with traffic classification", *Polish association for knowledge management. Series: Studies&Proceedings*, No.42, pp 37-46.
14. Hakala, Harri, Mattila, Leena, Koskinen, Juha-Pekka, Stura, Marco and Loughney, John (2005), *RFC 4006 Diameter Credit-Control Application August 2005*, available at: <https://tools.ietf.org/html/rfc4006> (last accessed February 4, 2018).
15. Calhoun, Pat R., Loughney, John, Arkko, Jari, Guttman, Erik and Zorn, Glen (2003), *RFC 3588 Diameter Base Protocol. September 2003*, available at: <https://tools.ietf.org/html/rfc3588> (last accessed February 4, 2018).

Received (Надійшла) 14.02.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 16.05.2018

Математическая модель поиска оптимального объёма ресурсов виртуального устройства обслуживания

М. А. Скулиш

В статье исследуется работа системы онлайн тарификации, а именно функционирование Diameter-сервера. Рассмотрена возможность расширения системы обслуживания за счет привлечения дополнительных вычислительных ресурсов, организованных по облачной технологии. **Целью** исследования является расчет оптимальных параметров сервера обслуживания, а именно вычислительных ресурсов (памяти оперативной и дисковой, процессорного времени, ресурса системы ввода и вывода) для обеспечения обслуживания потока запросов на тарификацию на заданном уровне качества, а именно контроль потерь и задержек в обслуживании. **Выводы.** Предложена математическая модель задачи выбора мощности обслуживающего устройства, где обслуживание осуществляется на заданном уровне качества. В отличие от существующих подходов к балансировке нагрузки, когда для обеспечения возрастающей нагрузки добавляются дополнительные обслуживающие устройства, между которыми выполняется балансировка запросов, предложенная модель позволяет учесть масштабируемость ресурсов узлов обслуживания построенных по технологии облачных вычислений. Предложенная модель позволяет рассчитать параметры Diameter-сервера для обслуживания входящего потока и обеспечить уменьшение средней задержки в обслуживании запроса и минимизацию потерь, связанных с перегрузкой сервера обслуживания.

Ключевые слова: управление ресурсами сети; прогнозирование нагрузки; динамическое распределение ресурсов, виртуализация сетевых ресурсов, система онлайн тарификации.

Mathematical model for searching the optimal resources size for the virtual service node

M. Skulysh

In the article the work of the on-line charging system namely the functioning of the Diameter-server is investigated. Considered the possibility of expanding the system of service by attracting additional computational resources organized according to the cloud technology. **The purpose** of the study is to calculate the optimal parameters of the service server, namely computing resources such as operational and disk memory, processor time, resource of the input and output system, to service the billing request flows at a given level of quality, such QoS parameters as control of losses and delays in maintenance. **Conclusions.** The mathematical model of the task of choosing the power of the servicing device, where maintenance is carried out at a given level of quality, is proposed. Unlike the existing load balancing approaches, when additional maintenance devices are added between the queue balancing, to provide increased load, the proposed model allows for the scalability of the resources of service nodes built on cloud computing technology to be taken into account. The proposed model allows to calculate the parameters of the Diameter-server for servicing the input stream and to provide a reduction of the average delay in service of the request and minimize the losses associated with the overload server service.

Keywords: network resource management; load forecasting; resource dynamic allocation; virtualization of network resources; on-line tariffing system.