

УДК 004.052.42

DOI: 10.20998/2411-0558.2018.24.14

О. А. КОЗИНА, канд. техн. наук, доц. НТУ "ХПІ",
В. І. ПАНЧЕНКО, ст. викл. НТУ "ХПІ"

КАРТА НЕСУПЕРЕЧНОСТІ ДАНИХ ДЛЯ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКИХ ОНЛАЙН РОЛЬОВИХ ІГОР

У статті проаналізовано можливості використання існуючих змішаних моделей несуперечності даних для підвищення якості багатокористувацьких онлайн ігор. Запропоновано протомолекулярний підхід до формування моделі змішаної несуперечності даних ігор, що розташовані в хмарних системах. Розроблена структура карти несуперечності дозволяє адаптувати рівень строгості несуперечності даних до очікуваної клієнтами якості гри. Іл.: 1. Табл.: 1. Бібліогр.: 12 назв.

Ключові слова: змішана модель; несуперечливість даних; багатокористувацькі онлайн ігри.

Постановка проблеми і аналіз літератури. Використання хмарних систем в розгортанні і обслуговуванні відео-ігор дало новий поштовх в розвитку багатокористувацьких онлайн ролевих ігор (БОРІ). Будь-яка відео-ігра є моделюванням якого-небудь процесу, тобто змін параметрів в часі. Але, вся логіка і сенс БОРІ побудовані на виконанні взаємопов'язаних взаємозалежних дій географічно рознесених користувачів, що знаходяться в ігровому світі в одній точці і одному проміжку безперервного плину часу. Архітектурно БОРІ розглядаються як розподілені системи, в яких віддалені сервера повинні синхронізувати свої дані і погоджувати дані, що отримано від клієнтів. В БОРІ основна проблема – латентність, тобто затримка відображення змін в ігровому світі, які сталися як з самим гравцем, так і з іншими віддаленими гравцями [1]. Це може призвести до абсолютної непридатності до гри таких застосунків і, відповідно, втрати клієнтів.

З одного боку, зусиллями розробників БОРІ використовуються різноманітні архітектурно-програмні методи компенсації лагів, але вони не повністю вберігають від появи алогічних неможливих, з точки зору реального світу, ситуацій в мережевих іграх [2, 3]. З іншого боку, виробники БОРІ сподіваються вирішити проблеми латентності силами та засобами провайдерів хмарних сервісів, за рахунок розширення географії і збільшення кількості розподілених дата-центрів. Однак, в останній час провайдери хмарних сервісів все частіше говорять про підвищення собівартості утримання хмар, які пропонують високий рівень якості обслуговування. Йдеться про підвищення енергоспоживання дата-центрами в яких реалізовані механізми синхронізації зі строгими

моделями узгодженості даних, тобто для надійності яких застосовується додаткова кількість реплікацій і операцій читання-запису. У роботі [4] метрика моделі безперервної несуперечності базується на векторі, до складу якого входять: параметр помилки кількості, помилки порядку та рівня застою. Помилка кількості вказує на загальну вагу усіх операцій запису, які можуть бути виконані до оновлення поточної репліки в усіх інших репліках. Другий параметр визначає максимальну кількість операцій запису, які можуть залишитися неврегульованими на будь-якій репліці. Рівень застою обмежує час затримки у просуванні реплік. Така модель несуперечності даних може бути ефективною для оновлень, ініційованих будь-яким сервером хмари, але при умові, що для всіх даних застосовується лише один рівень несуперечності.

Використання в БОРІ однієї моделі з максимально можливим рівнем несуперечності для всіх типів даних також призводить до збільшення витрат на обслуговування хмарного розміщення. Пошук компромісного рішення цієї дилеми виведе ігрову індустрію на новий рівень.

Ідея про корисність використання змішаної моделі несуперечності даних в розподілених географічно хмарних застосунках обговорюється в роботах [5 – 7]. В роботі [8] при створенні змішаної моделі несуперечності функцією мети виступає вартість експлуатаційних витрат на підтримку строгих рівнів узгодженості даних в дата-центрах хмари. Для зниження експлуатаційних витрат дата-центрів пропонується виділити 3 категорії строгості і відповідно всі дані, що розташовані на серверах, згрупувати в 3 категорії. Категорія А відповідає найстрогішим рівням несуперечності, тому дані, що мають відповідну категорію потребують найвищої вартості обслуговування та мають максимальні гарантії узгодженості. Інша крайність – мінімальні гарантії несуперечності з низькою вартістю операцій, які забезпечуються для даних з категорії С. Між категоріями А та С розташовано дані, рівень несуперечності яких може бути змінений в процесі розвитку хмарного проекту. Це категорія гарантій В. Для даних з цієї категорії політики нормування несуперечності визначаються за імовірнісних гарантій (процентилей) з використанням тимчасової статистики. Такий загальний підхід до формування змішаної несуперечності даних у хмарних дата-центрах реалізує моделі несуперечності даних, що орієнтовані на протоколи просування (push-based protocols) [9]. Для оновлення даних, ініційованих клієнтами, така змішання модель не підходить.

В роботі [10] для виділення однакових рівнів несуперечності в мережесхемних іграх класу стратегій реального часу розроблено модель VFC. Метрика моделі несуперечності VFC описана тривимірним вектором

$k = (\theta, \sigma, v)$. До складу цього вектору входять: інтервал, протягом якого об'єкт може використовуватися без застосування поновлення (θ); кількість оновлень статусу чи положення, які можливо не застосовувати послідовно для обраного об'єкту (σ), а також різниця між поточним і новим змістом даних, що виражена у процентах (v). Зрозуміло, що така метрика не може працювати у багатокористувацьких шутерах, де швидкість відображення змін положення персонажів є основною характеристикою QoS гри.

Мета статті – розробка адаптивної моделі змішаної несуперечності даних в мережевих ігрових застосунках.

Модель змішаної несуперечності даних у БОРІ. БОРІ об'єднують в собі різні за жанром масові багатокористувацькі рольові онлайн-ігри. Основна причина розробки змішаних моделей несуперечності даних в БОРІ криється в швидкій зміні положень/станів безлічі персонажів, що становлять основну тактику гри. Особливістю БОРІ є те, що в ігровому світі можуть існувати різні об'єкти: головні "герої-воїни", "вороги різних рас", "тварини-учасники подій" і відволікаючі, статичні об'єкти, "статисти-роззяви" і т. і. Самі об'єкти можуть розміщуватися на рівнях, в "містах", "планетах", між якими розташовані точки трансформації: "портали", "тунелі", переходи і т. і.

Ігровий процес можна представити у вигляді дискретно-безперервного процесу. Пропонована модель змішаної несуперечності базується насамперед на угрупованні об'єктів ігрового процесу, стани яких повинні узгоджуватися зі станами інших об'єктів, залежно від рівня строгості несуперечності даних про них. Так формуються групи об'єктів з однаковим рівнем узгодженості даних, в той час як самі групи можуть мати абсолютно різні рівні строгості моделей несуперечності. Наприклад, для ігрових об'єктів типу "статистів-роззяв", тобто об'єктів, розташованих поза зоною прямої дії головних персонажів БОРІ, можна застосувати тільки останні оновлення з серії послідовних змін положення на ігровому полі. У той же час, для головного персонажа така модель узгодженості даних явно неприйнятна: якщо оновлювати положення персонажа, акумулюючи ці зміни в серії, то його плавний біг, наприклад, буде перемежовуватися несподіваними стрибками. Для головного персонажа БОРІ типу "шутер" (Shooter game) може використовуватися модель несуперечності монотонного запису.

Для формування груп об'єктів для БОРІ пропонується скористатися протомолекулярним підходом, згідно з яким об'єкти з однаковим рівнем несуперечності називаються "атомами" A_x^j . "Атоми" складають

"молекули" M_i , тобто групи об'єктів. Сукупність "молекул" формує карту несуперечності всього застосунку. На рисунку карта несуперечності складається з трьох "молекул" M_{17} , M_j и M_N .

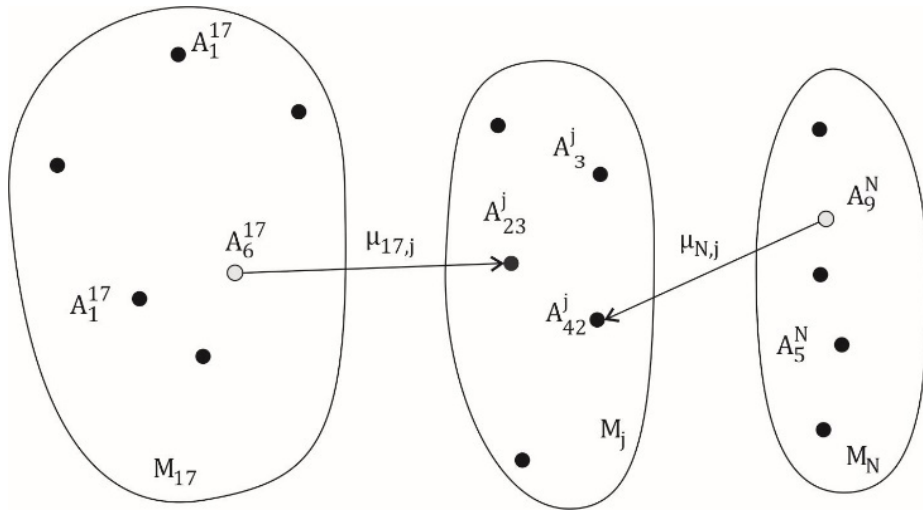


Рис. Карта несуперечності БОРІ як сукупність "молекул"

Слід зазначити, що залежно від логіки гри об'єкти можуть міняти свої стани, наприклад, із здорового стати інфікованим. Відповідно при зміні стану, виникненні-народженні або загибелі об'єкти повинні переміщатися між групами моделей несуперечності, наприклад, об'єкт покинув групу "здорові" і виник в групі "інфіковані". На карті несуперечності на рисунку показані можливі переміщення "атомів" між "молекулами" в ході гри. Нехай, наприклад, "атом" A_6^{17} змінює ігровий статус. У карті несуперечності ця подія відображається смертю "атома" A_6^{17} в "молекулі" M_{17} і народженням нового "атома" A_{23}^j в "молекулі" M_j . Історія перетворень "атомів" між цими "молекулами" зберігається в змінної $\mu_{17,j}$.

Особливістю застосування протомолекулярного підходу при формуванні карти несуперечності в БОРІ в порівнянні з іншими застосунками, розташованими в хмарах, є те, що ступінь впливу поновлення положення або статусу одного об'єкта на інші об'єкти в ігровому світі закладена в самій логіці застосунку, реалізованого на сервері і, отже, може не відображатися окремо в матриці моделей несуперечності.

Метрики карти несуперечності в БОРІ. Кожна "молекула" повинна мати метрику несуперечності. Початкові метрики моделей повинні формуватися розробниками БОРІ. У зв'язку з тим, що "атоми" можуть переміщатися між "молекулами" в ході гри, то початкові значення метрики кожного "новонародженого" об'єкта в групі повинні формуватися шляхом успадкування початкових метрик групи. Таким чином, карта несуперечності є динамічною характеристикою БОРІ.

Реалізація в одній БОРІ всіх протоколів для виділених моделей несуперечності даних дозволить знизити навантаження на сервера, полегшити мережевий трафік, а також знизити вартість хмарного сервісу, при якому оплата проводиться за кількість операцій читання-запису.

Адаптивність карти несуперечності даних. В роботі [11] пропонується автоматично змінювати рівень строгості моделі несуперечності даних залежно від статистики звернень до тих або інших даних. Однак для БОРІ такий підхід не зовсім коректний. Запропонований протомолекулярний підхід до формування карти несуперечності даних для БОРІ дозволяє адаптивно змінювати рівень строгості несуперечності даних залежно від очікувань гравця за якістю реалізації гри.

Для прикладу розглянемо ситуацію, описану в роботі [12]. Стартовий варіант архітектури гри War Robots мав на увазі контроль показників здоров'я на стороні клієнта з подальшою синхронізацією значень даних на серверах хмари між усіма гравцями. Навіть пілотний запуск гри показав, що проблема "літерів", тобто гравців-шахраїв, які нечесно завищують показники здоров'я своїх персонажів, може повністю позбавити розробників ігрової аудиторії. Фактично це означало, що для показників здоров'я персонажів була потрібна більш строга модель несуперечності даних, при якій у "літерів" не було б можливості шахрайства. Для вирішення цієї проблеми командою розробників були внесені зміни в протокол узгодження даних від клієнтів про завдану шкоду: кожен з клієнтів відстежував попадання не тільки по своєму персонажу, а й по іншим персонажам і відсилав ці дані на сервер. На сервері стала проводитись реєстрація та агрегація показників шкоди від усіх клієнтів, обчислення поточного здоров'я кожного персонажа і розсилка підсумкового значення всім учасникам бою. Розробники визнають, що реалізація протоколу синхронізації ID кожного пострілу викликала труднощі, але вони зуміли адаптувати рівень строгості несуперечності даних у своїй грі на основі очікувань якості гри своїми клієнтами. В результаті адаптації моделі несуперечності даних кількість скарг гравців на "літерів" зменшилась в 4 рази, а, відповідно, ступінь задоволеності ігровим процесом зростає.

Використання карти несуперечності в БОРІ дозволить більш просто адаптувати якість гри до рівня очікувань QoS клієнтами. Залежно від очікувань гравців, що в першу чергу визначається типом і семантикою кожної конкретної БОРІ, розробникам необхідно сформулювати список цінностей. Цей список містить "атоми" карти несуперечності, тобто такі характеристики ігрових об'єктів, некоректне відображення положення/текстури/пересування яких призводить до істотної втрати інтересу до гри. Кожному "атому" необхідно поставити у відповідність початковий ранг цінності RV , чисельне значення якого може змінюватися від 0 до 1. До списку цінностей вносять лише ті "атоми", чисельне значення ранга цінності яких більше 0.

Таблиця

Приклад списку цінностей БОРІ

"Атом"	Початковий ранг цінності, RV_0	Шаг рангу цінності, ΔRV	Поточний ранг цінності
A_5^{14}	0,72	0,10	0,93
A_7^{14}	0,03	0,10	0,23
A_{12}^6	0,50	0,10	0,86
A_7^{16}	0,01	0,33	0,67

На етапі проектування БОРІ відповідність між "атомами" і початковими рангами $RV_0(A_i^j)$ виставляється командою розробників на підставі своїх власних думок і інтересів. Але в процесі росту числа користувачів і збільшення кількості відгуків про БОРІ значення рангів, як і самі елементи списку цінності, можуть змінюватися. Величина шагу зміни рангів $\Delta RV(A_i^j)$ дорівнює умовній вазі однієї скарги клієнта на неналежну якість реалізації "атома" A_i^j . Наприклад, нехай фірма-розробник БОРІ має 10000 клієнтів та вважає, що скарги 1000 гравців (10% від загальної кількості) на "атом" A_{12}^6 є критичною кількістю, тобто умовна вага кожної скарги $\Delta RV(A_{12}^6) = 0,001$. Це означає, що кожного разу при появі нової скарги $RV(A_{12}^6)$ буде збільшуватися на 0,001 та коли 500 гравців висловлять своє незадоволення, то ранг цінності буде дорівнювати $0,5 + 500 \times 0,001 = 1,0$. Якщо поточний ранг цінності

якогось "атома" $RV(A_i^j) \geq 1$, то розробникам БОРІ треба змінювати модель несуперечності відповідних даних.

Зміни в рангах цінності "атомів" дозволяють автоматично переводити "атоми" в "молекули" з більш строгою моделлю несуперечності, іншими словами, здійснювати адаптацію QoS гри до очікувань клієнтів.

Висновки. Розроблено новий протомолекулярний підхід до формування змішаної моделі несуперечності даних БОРІ, що дозволяє врахувати очікування клієнтів за якістю ігрового процесу. Основна практична значущість розробленої карти несуперечності даних БОРІ, що є адаптивною моделлю змішаної несуперечності, полягає у тому, що її використання надає механізм зниження вартості хмарного обслуговування БОРІ, хоча й вимагає додаткового опрацювання логіки і архітектури гри.

Список літератури:

1. PatientZero. Синхронизация состояний в многопользовательских играх [Електронний ресурс]. URL: <https://habr.com/post/328702/> – Дата доступа 22.05.2018 р.
2. Gatoos. Основы многопользовательской игры на Unity3D [Електронний ресурс]. URL: <https://habr.com/post/211202/> – Дата доступа 22.05.2018 р.
3. Marserrmd. Мультиплеер в быстрых играх (части I, II) [Електронний ресурс]. URL: <https://habr.com/post/302394/> – Дата доступа 22.05.2018 р.
4. Yu H. Design and evaluation of a continuous consistency model for replicated services / H. Yu, A Vahdat // Proceedings of the 4th Conference on Symposium on Operating System Design & Implementation. – 2000. – Vol. 4. – P. 21-35.
5. Lu Y. Adaptive Consistency Guarantees for Large-Scale Replicated Services / Y. Lu, Y. Lu, H. Jiang // Networking, Architecture, and Storage, 2008. NAS'08. International Conference on. – IEEE, 2008. – P. 89-96.
6. Chihoub H.-E. Consistency in the Cloud: When Money Does Matter! / H.-E. Chihoub, S. Ibrahim, G. Antoniu, M.S. Perez // Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 13th IEEE/ACM International Symposium on. – IEEE, 2013. – P. 352-359.
7. Wada H. Data Consistency Properties and the Trade-offs in Commercial Cloud Storage: the Consumers' Perspective / H. Wada, A. Fekete, L. Zhao, K. Lee, A. Liu // Proceedings of the 5th biennial Conference on Innovative Data Systems Research. – 2011. – Vol. 11. – P. 134-143.
8. Kraska T. Consistency rationing in the cloud: Pay only when it matters / T. Kraska, M. Hentschel, G. Alonso, D. Kossmann // Proceedings of the VLDB Endowment. – 2009. – Vol. 2. – № 1. – P. 253-264.
9. Таненбаум Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум, М. ван Стен. – СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
10. Veiga L. Unifying divergence bounding and locality awareness in replicated systems with vector-field consistency / L. Veiga, A. Negrão, S. Nuno // Journal of Internet Services and Applications. – 2010. – Vol. 1. – № 2. – P. 95-115.
11. Esteves S.. Quality-of-service for consistency of data geo-replication in cloud computing / S. Esteves, J. Silva, L. Veiga // Proceedings of the 18th International Conference: European Conference on Parallel Processing. – Rhodes Island, Greece: Springer, 2012. – P. 285-297.

12. Skzloy Как расправиться с читерами и не переписать весь код [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/company/pixonix/blog/343306/> – Дата доступа 22.05.2018 р.

References

1. PatientZero (2017), "Synchronization of states in multi-player games", available at: <https://habr.com/post/328702/> (accessed May 22, 2018).
2. Gatools (2014), "The basics of multiplayer games on Unity3D", available at: <https://habr.com/post/211202/> (accessed May 22, 2018).
3. Marserrmd (2016), "Multiplayer in fast games (parts I, II)", available at: <https://habr.com/post/302394/> (accessed May 22, 2018).
4. Yu, H., and Vahdat, A. (2000), "Design and evaluation of a continuous consistency model for replicated services", *Proceedings of the 4th Conference on Symposium on Operating System Design & Implementation*, Vol. 4, pp. 21-35.
5. Lu, Y., Lu, Y., and Jiang, H. (2008), "Adaptive Consistency Guarantees for Large-Scale Replicated Services", *Networking, Architecture, and Storage*, pp. 89-96.
6. Chihoub H.-E., Ibrahim S., Antoniu G., and Perez M.S. (2013), "Consistency in the Cloud: When Money Does Matter!", *13th IEEE/ACM International Symposium "Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid)"*, – pp. 352-359.
7. Wada, H., Fekete, A., Zhao, L., Lee, K., and Liu, A. (2011), "Data Consistency Properties and the Trade-offs in Commercial Cloud Storage: the Consumers' Perspective", *Proceedings of the 5th biennial Conference "Innovative Data Systems Research"*, Vol. 11, pp. 134-143.
8. Kraska, T., Hentschel, M., Alonso, G., and Kossmann, D. (2009), "Consistency rationing in the cloud: Pay only when it matters", *Proceedings of the VLDB Endowment*, Vol. 2, No. 1, pp. 253-264.
9. Tanenbaum, A., and Van Steen, M. (2003), *Distributed systems: principles and paradigms*, Publishing house "Piter", Saint Petersburg, 877 p.
10. Veiga, L., Negrão, A., and Nuno, S. (2010), "Unifying divergence bounding and locality awareness in replicated systems with vector-field consistency", *Journal of Internet Services and Applications*, Vol. 1, No. 2, pp. 95-115.
11. Esteves, S., Silva, J., and Veiga, L. (2012), "Quality-of-service for consistency of data geo-replication in cloud computing", *Proceedings of the 18th International Conference "European Conference on Parallel Processing"*, pp. 285-297.
12. Skzloy "How to deal with cheaters and not rewrite all the code", available at: URL <https://habr.com/company/pixonix/blog/343306/> (accessed May 22, 2018).

Статтю представив д-р техн. наук, проф. кафедри електронно-обчислювальних машин ХНУРЕ Корабльов М.М.

Надійшла (received) 16.05.2018

Kozina Olha, PhD Tech., Associate Professor
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",
Str. Kirpicheva, 2, Kharkov, Ukraine, 61002,
Tel.: +38-057-707-01-65, e-mail: kozina@kpi.kharkov.ua;
ORCID ID: 0000-0003-0740-7068

Panchenko Volodymyr, Senior Lecturer, Senior Lecturer
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",
Str. Kirpicheva, 2, Kharkov, Ukraine, 61002,
Tel.: +38-057-707-01-65, e-mail: panchenko.vladimir@gmail.com;
ORCID ID: 0000-0003-3364-3398

УДК 004.052.42

Карта несуперечності даних для багатокористувацьких онлайн рольових ігор / Козіна О.А., Панченко В.І. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2018. – № 24 (1300). – С. 160 – 168.

У статті проаналізовано можливості використання існуючих змішаних моделей несуперечності даних для підвищення якості багатокористувацьких онлайн ігор. Запропоновано протомолекулярний підхід до формування моделі змішаної несуперечності даних ігор, що розташовані в хмарних системах. Розроблена структура карти несуперечності дозволяє адаптувати рівень строгості несуперечності даних до очікуваної клієнтами якості гри. Ил.: 1. Табл.: 1. Бібліогр.: 12 назв.

Ключові слова: змішана модель; несуперечливість даних; багатокористувацькі онлайн ігри.

УДК 004.052.42

Карта непротиворечивости данных для многопользовательских онлайн ролевых игр / Козина О.А., Панченко В.И. // Вестник НТУ "ХПИ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2018. – № 24 (1300). – С. 160 – 168.

В статье проанализированы возможности использования существующих смешанных моделей непротиворечивости данных для повышения качества многопользовательских онлайн игр. Предложен протомолекулярный подход к формированию модели смешанной непротиворечивости данных игр, расположенных в облачных системах. Разработанная структура карты непротиворечивости позволяет динамически адаптировать уровень строгости непротиворечивости данных к ожидаемому клиентами качеству игры. Ил.: 1. Табл.: 1. Библиогр.: 12 назв.

Ключевые слова: смешанная модель; непротиворечивость данных; многопользовательские онлайн игры.

UDC 004.052.42

Consistency data map for multiplayer online role games / Kozina O.A., Panchenko V.I. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2018. – № 24 (1300). – P. 160 – 168.

The possibilities of using existing mixed data consistency models to improve the quality of multiplayer online games had analyzed in the article. The protomolecular approach to the formation of a model of mixed data consistency of cloud games is proposed. The developed structure of the consistency map allows you to dynamic adapt the level of strictness of data consistency corresponding to clients' expectations of game quality. Figs.: 1. Tabl.: 1. Refs.: 12 titles.

Keywords: mixed data consistency models; data consistency; multiplayer online games.