https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-01-081
DOI: 10.30888/2663-5712.2021-08-01-081

УДК 004.2

MULTIAGENT APPROACH TO OPTIMIZATION OF RESOURCE DISTRIBUTION IN LARGE INFORMATION SYSTEMS

МУЛЬТИАГЕНТНИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ У ВЕЛИКИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Kolumbet V.P. / Колумбет В.П.
senior lecturer / старший викладач
ORCID: 0000-0002-0871-9402
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Politechnichna, 6, 03056
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Київ, Політехнічна, 6, 03056

Анотація: *У статті розглядаються завдання розподілу ресурсів в мультиагентних системах, варіанти їх застосовності і існуючих методів вирішення цих завдання. Завдання розподілу ресурсів є одним із фундаментальних завдань: від ефективного розподілу свого власного часу до розподілу між різними видами діяльності і завданнями розподілу ресурсів у великих інформаційних системах.*

Ключові слова: *мультиагентна система, мультиагентний підхід, інформаційні системи.*

Вступ.

У сучасних тенденціях розвитку обчислювальної техніки децентралізовані підходи організації обчислювальних систем стають все більш актуальними. Таким чином, цікавими стають підходи, спочатку мають на увазі децентралізованого обчислювальної системи. Загальним виглядом таких підходів є мультиагентні системи, які в даний час активно розвиваються. Однак варто зазначити, що через початкову децентралізацію можна відзначити загальну тенденцію не оптимальності таких підходів через відсутність всієї необхідної інформації про систему у окремих агентів, що зазвичай компенсується відсутністю необхідності в централізованому обчисленні. Розгляд підходи дають можливість оптимізувати завдання розподілу ресурсів у великих інформаційних системах..

1. Розподіл ресурсів в рамках стаціонарних задач.

Нехай є n замовлень і m типів ресурсів. Розглянемо один із способів формалізації завдання про розподіл ресурсів між замовленнями з метою отримання максимальної вигоди. Позначимо r_i - кількість j-го ресурсу, $j = 1, \dots, m$. Будемо вважати, що для кожного замовлення $i = 1, \dots, m$, задана функція $c_i: R_+^m \to R_1$, що задає можливий прибуток при використанні $x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,m}$, ресурсів відповідного типу. З математичної точки зору завдання розподілу ресурсів полягає в знаходженні такої матриці розподілу ресурсів $X \in R^{nm}$, яка максимізує функціонал:

$$C(X) = \sum_{i=1}^{n} c_i\left(x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,m}\right) \rightarrow max \qquad (1)$$

за умови виконання обмежень на загальна кількість ресурсів

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} \le r_j, j = 1, \dots, m \qquad (2)$$

і їх позитивності:

$$x_{ij} \ge 0, i = 1, \dots, m, i = 1, \dots, m \qquad (3)$$

Транспортну задачу можна розглядати, як деяке узагальнення задачі про призначення. Заданий типовий ресурс, який видобувається в n шахтах, і в якому зацікавлені m фабрик, які бажають отримати ресурс в кількості $z_i\ i = 1,2, \dots, m$. Задана матриця вартостей перевезень одиничного обсягу ресурсу F розміром $m \times n$ з елементами з R. Завдання полягає в мінімізації витрат на транспортування ресурсів, тобто потрібно знайти таку матрицю розподілу ресурсів X, яка б мінімізувала функціонал з додатковим обмеженням задоволеності всіх замовлень::

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = z_i, i = 1,2, \dots, n \qquad (4)$$

і виконання умов обмеженості і позитивності ресурсів. Умови можуть бути зведені до загального вигляду додаванням n рядків в початок матриці A

$$a_{ij} = 1, i = 1, \dots, n, j = i, i + n \dots, in(m-1)$$
$$a_{ij} = 0, i = 1, \dots, n, \text{для інших } j \qquad (5)$$

та $z_1 z_2, \dots, z_N$. в початок вектора R.

Як і завдання про призначення, транспортну задачу так само можливо розв'язати. Більш складним прикладом є завдання про складання розкладу використання аудиторій навчального закладу. Ресурсами в цьому випадку є аудиторії разом з тимчасовим інтервалом проведення занять. Відповідні часові інтервали традиційно заздалегідь врегульовані.

У досить простих випадках це завдання можна звести до вирішення проблеми про розмальовки графа При вирішенні досить поширені генетичні методи, рандомізовані алгоритми, лінійне програмування, нейронні мережі

2. Розподіл ресурсів в рамках нестаціонарних задач.

Додамо в розгляд фактор часу t, яке можна вважати як дискретним, так і безперервним. Розглянутий раніше стаціонарний випадок відповідає одному моменту часу. У нестаціонарному випадку з'являються важливі особливості ресурсів - ресурси можуть бути витрачаються з часом та репродуктивними, кількість яких обмежена на одиницю часу. Варто відзначити, що ресурс може мати і обидва цих властивості одночасно. Позначимо M_c та M_r набори репродуктивних і витрачених ресурсів відповідно. Нехай набір $r = \{r_j, j \in M_c\}$ задає обмеженість репродуктивних ресурсів в момент часу t. Для витрачених ресурсів додатково введемо набір $\varphi = \{\varphi_j, j \in M_c\}$, що показує загальну кількість цих ресурсів. У стаціонарному випадку немає різниці між репродуктивними і матеріалами, що витрачаються ресурсами і набори r і φ збігаються. У загальному випадку набір φ загальної кількості витрачених ресурсів може залежати від часу $\varphi(t)$, включаючи в розгляд як можливість поповнення ресурсів, так і можливість їх втрати.

У замовлень з'являються нові характеристики: час надходження в систему t_i^{in}, критичне час прийняття / відхилення t_i^d, час виконання замовлення t_i^{out} $i = 1,2,\ldots,n$. Функція прибутку від замовлення $i, i = 1,2,\ldots,n$, також стає нестаціонарної, з'являється залежність не тільки від використовуваних ресурсів, а й від часу виконання замовлення. Позначимо $X(t)$ набір розподілу ресурсів між замовленнями в момент часу t. Для нестаціонарного випадку при кінцевому тимчасовому обрії: $0 \le t \le T < \infty$, завдання про розподіл ресурсів між замовленнями можна переформулювати в наступному вигляді:

$$C(X(.)) = \sum_{t=0}^{T}\sum_{i=1}^{n} c_i\left(t, x_{i,1}, x_{i,2}, \ldots, x_{i,m}\right) \to max \tag{6}$$

в дискретному часі, або

$$C(X(.)) = \int_{t=0}^{T}\sum_{i=1}^{n} c_i\left(t, x_{i,1}, x_{i,2}, \ldots, x_{i,m}\right) \to max \tag{7}$$

в безперервному часу, при виконання умов невід'ємності:

$$\mathrm{x}_{i,j}(t) \ge 0, i = 1,\ldots,n, j = 1,\ldots,m, 0 \le t \le T \tag{8}$$

обмежень на загальна кількість репродуктивних ресурсів:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij}(t) \le r_j, j \in M_c, 0 \le t \le T \tag{9}$$

і додаткових обмеженнях для витрачених ресурсів:

$$\sum_{i=0}^{n}\sum_{0}^{t} x_{i,j}(s)ds \le \varphi_j(t), j \in M_r, 0 \le t \le T \tag{10}$$

в дискретному часі, або

$$\sum_{i=0}^{n}\int_{0}^{t}x_{i,j}(s)ds \le \varphi_j(t), j \in M_r, 0 \le t \le T \tag{10}$$

в безперервному часу. У багатьох нестаціонарних випадках виникають складнощі, якщо завдання / ресурси надходять в режимі реального часу, тобто параметри завдання заздалегідь не відомі і можуть змінюватися з плином часу.

3. Розподіл ресурсів в мультиагентних системах.

У разі розподілу ресурсів в мультиагентних системах треба враховувати їх децентралізованого: далеко не завжди кожен агент такої системи може взаємодіяти з іншими. У нашому випадку, відповідно, не кожному замовленню може бути доступний кожен з ресурсів, що формально можна задати наступним обмеженням: нехай $D \in M(n,m)$ - матриця суміжності графа зв'язків, $D_{ij} \in \{0,1\}$, тоді маємо обмеження:

$$x_{ij} \le D_{ij}r_j \tag{11}$$

У нестаціонарному випадку, топологія мережі може змінюватися, тому в нестаціонарному випадку Di, j залежить від часу, і, відповідно, введене обмеження слід розуміти як:

$$x_{ij} \le D_{ij}(t)r_j, \forall t \tag{12}$$

Ще однією особливістю децентралізованого підходу є той факт, що, взагалі кажучи, агенти безпосередньо відповідають тільки за себе і не мають повної інформації про систему, через що змінюється сама суть завдання: замість того, щоб знаходити розподіл, ми будуємо поведінку агенту таким чином щоб отримати це бажане розподіл.

4. Завдання планування.

Традиційна теорія планування розглядає загальну задачу розподілу робіт по обчислювальних пристроїв. Досить великий клас задач планування входить в описану задачу розподілу ресурсів. Єдиним видом ресурсів в таких завданнях є обчислювальні ресурси. Нижче наведено приклад типової задачі планування: Є m обчислювальних пристроїв і n замовлень. Про кожне замовлення відомі: T_i - час надходження замовлення, V_i - плата за виконання замовлення та D_I - дедлайн замовлення. Якщо замовлення виконане в період між часом надходження і дедлайном, то ми отримуємо відповідну вигоду. Так само відомо, що обчислювач і може виконати замовлення j за час r_{ij} (замовлення повинен бути виконаний на одному з обчислювачів). Таким чином, формально, потрібно максимізувати наступний функціонал:

$$c_i\coprod_{j=1}^{m}([\int_{Ti}^{Di}x_{i,j}(t)dt] \ge r_{j,i}) * V_i \tag{13}$$

с обмеженням на процесорний час::

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i,j}(t) \leq 1, \forall j, t \tag{14}$$

Знову ж таки, варто відзначити, що часто такі завдання потрібно вирішувати в режимі реального часу, тобто про замовлення ми дізнаємося тільки, коли він надходить.

Висновки:

Розглянуті методи мультиагентного розподілення ресурсів забезпечують оптимізацію процесу розподілу ресурсів у великих інформаційних системах. Різноманітність розглянутих методів надає можливість обрати найбільш ефективних в широкому спектрі випадків.

Література:

1. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Рандомизированный метод решения задач полуопределенного программирования // Стохастическая оптимизация в информатике. 2006. Т. 2. С. 38-70.
2. Mitchell M. An Introduction to Genetic Algorithms (Complex Adaptive Systems). 1998
3. Амелина Н.О. Применение протокола локального голосования для децентрализованной балансировки загрузки сети с переменной топологией и помехами в измерениях // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. 2013. №3. С. 12-20.
4. Граничина Н.О. Мультиагентная система для распределения заказов // Управление большими системами: сборник трудов. 2010. № 30-1. С. 549-566.
5. Коваленко В.Н., Коваленко Е.И., Корягин Д.А., Семячкин Д.А.Управление параллельными заданиями в гриде с неотчуждаемыми ресурсами. // Препринт №63. – М.: ИПМ РАН. – 2007. – с. 1 –28.
6. Шереметов Л.Б. Модель нечетких коалиционных игр в задачах конфигурирования открытых сетей поставок // Известия РАН. Теория и системы управления. 2009. № 5. с. 94–108
7. Foster I.T., Kesselman C., Nick J.M., Tuecke S. Grid Services for Distributed System Integration // IEEE Computer. 35(6). – 2002. – pp. 37-46.
8. George F. Lyuger Artificial Intelligence: Strategies and methods for solving complex problems. Williams, 2005
9. Скобелев П.О. Интеллектуальные системы управления ресурсами в реальном времени: принципы разработки, опыт промышленных внедрений и перспективы развития // Информационные технологии. 2013. № S1. С. 1-32.

***Abstract**: The article considers the tasks of resource allocation in multi-agent systems, options for their applicability and existing methods of solving these problems. The task of resource allocation is one of the fundamental tasks: from the efficient allocation of their own time to the distribution between different activities and the tasks of resource allocation in large information systems.*

***Key words:** multiagent system, multiagent approach, information systems.*

Стаття відправлена: 22.05.2021 р