
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

2. Miranda S. Lessons inferred from NFC ubiquitous innovative information service prototyping at the University of Nice Sophia Antipolis / S. Miranda, N. Pastorelly, E. Ishkina, D. Torre, L. Chaix // Ingénierie des Systèmes d'Information. – Cachan (France) : Lavoisier, 2011. – Vol. 16, № 4 numéro spécial “SI mobiquitaires.” – P. 15–48.

3. Miranda S. Ubiquitous information services of the future: proposed generic development framework for NFC application developers / S. Miranda, N. Pastorelly // Proceedings of the IEEE NFC Conference. – Hagenberg, Austria, February 2011. – P. 2–11.

4. Sheshagir M. Using Semantic Web Services for Context-Aware Mobile Applications / M. Sheshagir, N. Sade, F. Gandon // MobiSys Workshop on Context Awareness. – Boston, 2004.

5. Zheng G. Web Service Mining / G. Zheng // PhD Thesis, Virginia Tech, 2009.

6. Ишкина Е. Г. Поиск устойчивых ситуационных композиций сервисов / Е. Г. Ишкина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2011. – № 3 (15). – С. 12–19.

7. SPARQL Query Language for RDF. – Access mode: www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/, free. – Title from screen. – English.

8. Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0. – Access mode: Рекомендация W3C от 26.06.2007, www.w3.org/TR/wsdl20/, free. – Title from screen. – English.

9. Web Services Execution Environment (WSMX). – Access mode: Предложение W3C от 03.06.05, www.w3.org/Submission/WSMX/, free. – Title from screen. – English.

10. Web Service Modeling Language (WSML). – Access mode: Предложение W3C от 03.06.05, www.w3.org/Submission/WSML/, free. – Title from screen. – English.

УДК 004.021

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В УЗЛАХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ РАЗНОРОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Приходько Максим Александрович, кандидат физико-математических наук, Московский государственный горный университет, 119991, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6, e-mail: spex19@mail.ru

В статье рассматривается задача оптимального перераспределения информационных потоков в распределенной системе обработки разнородной информации в условиях непредсказуемого изменения объемов входящих информационных потоков. Показано, что оптимальность перераспределения информационных потоков разнородной информации определяется загруженностью доступных узлов и качеством каналов связи с ними. Предложено выбор узлов для перераспределения излишков нагрузки делать на основе весов, равных отношению доступной емкости узла к скорости передачи данных по каналу связи. Выбираются узлы с наименьшими весами, суммарная емкость которых не меньше перераспределяемого излишка. Дальнейшее перераспределение производится в случае наличия дополнительных доступных узлов или неполного использования емкости узла с наибольшим весом среди выбранных. Приводится алгоритм перенаправления информационных потоков.

Ключевые слова: обработка информации, система обработки информации, мультиагентная система, распределенная система, агент, контрагент, интеллектуальные агент, конкурирующие агенты, информационный поток, перенаправление, разнородная информация, оптимизация, узел, разнородная информация.

DATAFLOW REDISTRIBUTION IN THE NODES OF DISTRIBUTED MULTI-AGENT HETEROGENEOUS INFORMATION PROCESSING SYSTEM

Prikhodko Maxim Alexandrovich, Candidate of Physical and Mathematical sciences, Moscow State Mining University, 119991, Russia, Moscow, Leninsky avenue 6, e-mail: spex19@mail.ru.

This work considers the problem of optimal data flow redirection in distributed multi-agent heterogeneous information processing systems. It is shown that optimality of data flow redirection is determined by available nodes capacity and quality of communication channels. It is proposed to choose nodes for data flow redirection on the basis of the weights equal to ratio of available capacity to the speed of data transfer through the corresponding communication channel. The nodes with the minimal weights are chosen so that their total capacity is not less than the redistributed surplus. Further redistribution is made if there are more available modes or the last node with the largest weight among the chosen is not fully used. Algorithm of data flow redirection is described.

Key words: information processing, information processing system, multi-agent system, distributed system, agent, counter-agent, intellectual agent, rival agents, data flow, redirection, heterogeneous information, optimization, node, heterogeneous information.

В процессе функционирования и сопряжения технического обеспечения (сетевых структур) крупных распределенных систем обработки разнородной информации возникает ряд проблем, обусловленных появлением фракций контрагентов – элементарных процессов обработки информации, функционирующих ненадлежащим образом (недостаточно эффективно обрабатывающих информацию, вовсе не обрабатывающих информацию или обрабатывающих ее неправильно) [1]. Возникновение фракций контрагентов может провоцироваться различными факторами, в том числе качественным и количественным изменением входящих информационных потоков. Рассмотрим возможные случаи и стратегии формирования управляющего воздействия с целью нейтрализации фракций контрагентов в случае количественного изменения входных информационных потоков в распределенной мультиагентной системе обработки разнородной информации.

Пусть распределенная система обработки информации состоит из N узлов, а входящая информация может быть разделена на \mathcal{N} информационных потоков различного характера, требующих принципиально различных способов обработки. За обработку информации каждого типа отвечают агенты соответствующего вида. Количество видов агентов соответствует количеству типов информационных потоков – \mathcal{N} . На каждом узле распределенной системы обработки информации в общем случае размещены агенты всех видов. Количество агентов вида j , размещенных на узле с номером i , обозначим a_{ij} .

На каждый узел распределенной системы обработки информации поступают информационные потоки всех типов. Объем информации типа j , поступающей в единицу времени на узел с номером i , обозначим Q_{ij} , а скорость обработки информации этого типа соответствующим агентов – v_j .

С помощью введенных обозначений вычислим объем информации типа j , который может быть обработан на узле с номером i и всей системой в целом:

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

$$V_{ij} = a_{ij}v_j, \quad W_j = \sum_{i=1}^N a_{ij}v_j = \sum_{i=1}^N V_{ij}.$$

Назовем V_{ij} емкостью узла с номером i в отношении информации типа j , а W_j – емкостью системы в отношении информации типа j . Введенное понятие емкости узла позволяет определить потенциальную возможность узла распределенной системы обработать входящий информационный поток заданного типа и объема с помощью разности емкостей:

$$\partial_{ij} = V_{ij} - Q_{ij}. \text{ Условие принимает вид: } \partial_{ij} \geq 0. (1)$$

Обратим внимание, что условие (1) носит локальный характер и может быть скорректировано для всей распределенной системы обработки информации в целом:

$$\Delta_j = \sum_{i=1}^N \partial_{ij} \geq 0. (2)$$

При этом условие (2) может выполняться и в том случае, когда некоторые ∂_{ij} отрицательны. Фактически это означает возможность успешно обработать входящую информацию даже в случае перегрузки на одном или нескольких узлах за счет перераспределения нагрузки по недогруженным в данный момент узлам, для которых $\partial_{ij} > 0$. Возникает задача оптимального перераспределения информационных потоков в распределенной системе обработки информации в условиях непредсказуемого изменения объемов входящих информационных потоков.

Рассмотрим узел с номером i , на котором наблюдается перегрузка информационного потока типа j : $\partial_{ij} < 0$,

При этом известно, что система в целом в состоянии обработать информационный поток типа j : $\Delta_j \geq 0$.

Перераспределение информационной нагрузки типа j узла с номером i заключается в выборе узлов с не полностью используемой емкостью соответствующего типа и последующей передаче информации между узлами распределенной системы обработки информации по внутренним каналам связи. Скорость передачи s_{ik} (между узлами с номерами i и k), а также емкость выбранных узлов определяет критерий оптимальности принятого решения – задержку в обработке информации. Очевидно, что данная величина должна быть минимизирована:

$$\begin{aligned} \partial_{ij} + \sum_{m=1}^i \alpha_{ijkm} \partial_{kmj} &= 0, \\ \tau_{ikmj} &= \frac{\alpha_{ijkm} \partial_{kmj}}{s_{ikm}}, \\ T_{ij} = \max_m \tau_{ikmj} &= \max_m \frac{\alpha_{ijkm} \partial_{kmj}}{s_{ikm}} \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Здесь S_{ik_m} – скорость передачи информации между узлами с номерами i и k_m ,
 α_{ijk_m} – доля использования доступной емкости соответствующего типа на узле с номером
 k_m , l – число узлов, выбранных для перераспределения нагрузки.

Как видим, оптимизация заключается в минимизации величины T_{ij} . В случае принципиальной возможности обработать излишки информации задержка определяется только качеством каналов связей. При этом перераспределение должно быть произведено таким образом, чтобы максимальное время передачи информации на выбранные узлы распределенной системы обработки информации было минимальным.

Рассмотрим простой пример. Пусть на узле с номером 1 наблюдается избыток информационной нагрузки в объеме 2 (см. рис.). Для перераспределения нагрузки доступны узлы с номерами 2, 3 и 4. На каждом из них доступна информационная емкость соответственно 2, 1 и 1. Узел 1 с другими узлами связан одинаковыми каналами связи пропускной способности 1. Таким образом, более выгодно разделить излишки информационной нагрузки по узлам 3 и 4, чем направить всю излишнюю информационную нагрузку на узел 2. Действительно, время передачи информации объема 2 между узлами 1 и 2 составит 2. Время передачи разделенной информации объема 1 между узлами 1 и 3 и 1 и 4 составит 1.

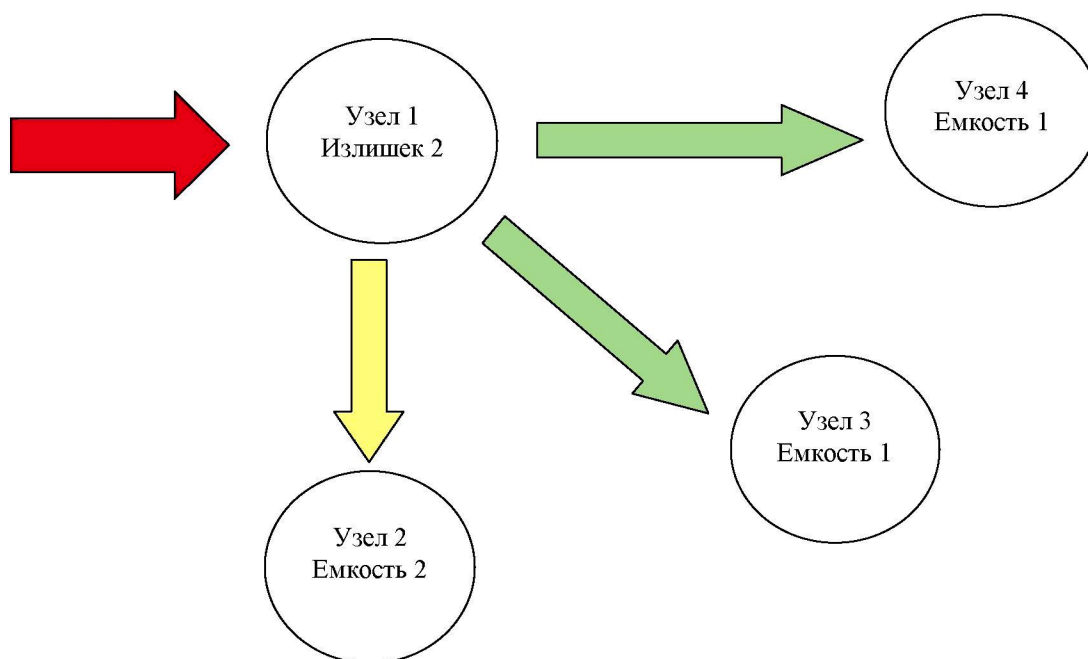


Рис. Пример перераспределения информационных потоков

Выбор узлов распределенной системы обработки информации для перераспределения излишков информационной нагрузки осуществляется по следующему алгоритму.

1. Каждому доступному каналу связи узла, на котором наблюдается избыток информационной нагрузки, присваивается вес, прямо пропорциональный емкости связанного узла и обратно пропорциональный скорости передачи информации по этому каналу (рассматриваются только узлы с положительной емкостью)

$$\mu_{ikj} = \frac{\partial_{kj}}{s_{ik}}$$

2. Каналы связи (доступные узлы) ранжируются по возрастанию присвоенного им веса

$$\mu_{il_1j} \leq \mu_{il_2j} \leq \mu_{il_3j} \leq \dots$$

3. Среди ранжированных узлов выбираются **первые** m , так что сумма их емкостей не менее излишка информационной нагрузки, а сумма емкостей $m - 1$ узлов – меньше

$$\sum_{q=1}^m \partial_{l_{qj}} + \partial_{ij} \geq 0, \quad \sum_{q=1}^{m-1} \partial_{l_{qj}} + \partial_{ij} < 0$$

4. После проведенного таким образом первоначального выбора узлов дальнейшая оптимизация возможна в двух случаях. Во-первых, если есть свободные узлы с незадействованной емкостью, во-вторых, если емкость одного из первоначально выбранных узлов задействована не полностью. В этом случае часть информационной нагрузки с узла с максимальной задержкой T_{ikqj} может быть перераспределена на свободный узел или узел с не полностью используемой емкостью (перераспределение нагрузки с любых других узлов не уменьшит задержку T_{ij}).

5. Шаг 4 повторяется до тех пор, пока есть свободные узлы, на которые возможно перераспределение нагрузки с максимально нагруженного узла, приводящее к уменьшению общей задержки в обработке информации.

В результате работы алгоритма излишек информационной нагрузки перенаправляется на недогруженные узлы распределенной системы обработки информации оптимальным образом в том смысле, что дальнейшее перераспределение нагрузки не приведет к уменьшению задержки ее обработки.

Однако возможно возникновение ситуации, когда объем входного информационного потока увеличивается, а емкость для перераспределения излишков информационной нагрузки отсутствует. В этом случае возможны два варианта поведения:

1) количественная реорганизация структуры узлов: узлы, испытывающие излишек информационной нагрузки, увеличивают количество агентов, отвечающих за обработку информации соответствующего типа, за счет уменьшения количества агентов других типов (при существовании такой возможности);

2) при отсутствии возможности увеличить количество агентов необходимого типа за счет уменьшения количества агентов других типов увеличение производительности узла возможно за счет качественного изменения агентов соответствующего типа.

Список литературы

1. Приходько М. А. Проблемы взаимодействия конкурирующих интеллектуальных агентов в распределенных мультиагентных системах обработки информации / М. А. Приходько, Н. И. Федунец // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 0В5. – С. 252–260.

References

1. Prikhodko M. A. Problemy vzaimodeystviya konkuriruyuschih intellektualnyh agentov v raspredelennyh multiagentnyh sistemah obrabotki informazii / M. A. Prikhodko, N. I. Fedunec // Gorniy informazionno-analiticheskij byulleten. – 2010. – № 0V5. – S. 252–260.