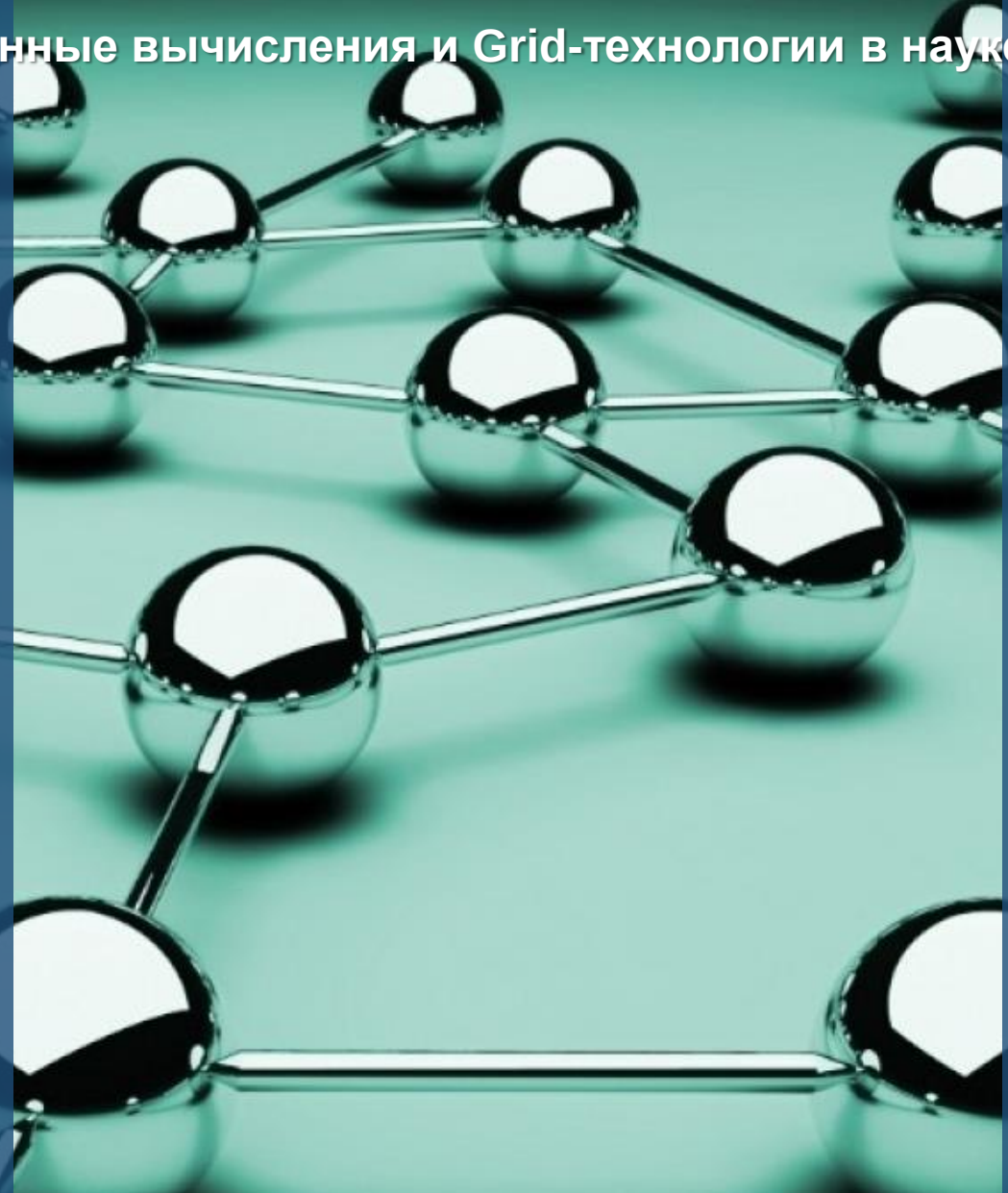


X Международная конференция «Распределенные вычисления и Grid-технологии в науке и образовании», 06 июля 2023 года

ПОВЫШЕНИЕ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
МУЛЬТИАГЕНТНОЙ
СИСТЕМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
И ОБРАБОТКИ ЗНАНИЙ
(МСПОЗ)

Евгений Игоревич Зайцев
Елена Вячеславовна Нурматова
Виктор Владимирович Гусев



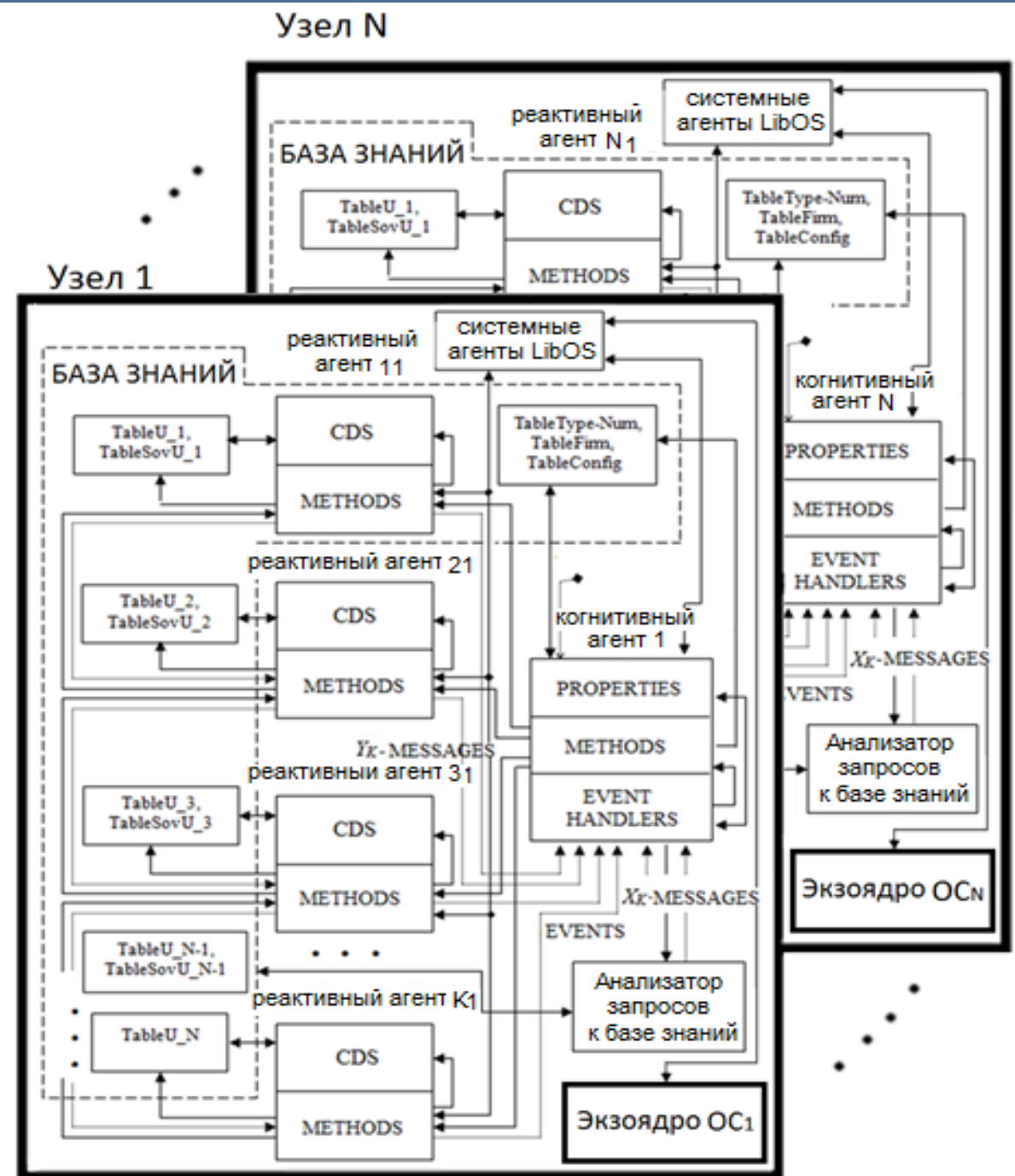
Системные программные агенты используются для мониторинга системы и управления ресурсами МСПОЗ. Архитектура МСПОЗ включает событийно-управляемые микросервисы (Event-Driven Microservices, EDM), которые спроектированы как отдельные взаимодействующие процессы с легковесными межпроцессными связями (InterProcess Communication, IPC). Микросервисы могут быть реализованы как процессы, которые создаются и контролируются операционной системой (ОС) локального вычислительного узла, или как отдельные сервисы на платформе PAAS (Platform As A Service, PAAS).



Структура мультиагентной системы представления и обработки знаний

Для работы с базой знаний реализованы типы методов программных агентов, формирующие запросы к базе знаний и обрабатывающие их результаты:

- анализ (ANS);
- ассоциация (ASS);
- сравнение (CMP);
- спецификация (VAL).



Матрицы совместимости и включения



Для распределения прикладных программных агентов по группам, которые параллельно выполняют свои подзадачи, используются матрицы совместимости и включения

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} 0 & s_{12} & s_{13} & \dots & s_{1M} \\ s_{21} & 0 & & \dots & s_{2M} \\ s_{31} & s_{32} & 0 & \dots & s_{3M} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{M1} & s_{M2} & s_{M3} & \dots & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ \dots \\ S_M \end{matrix},$$

где

$s_{ij}=1$, если агенты A_i и A_j должны работать параллельно, иначе $s_{ij}=0$;

S_i – i -ая строка матрицы S ;

M – число агентов.

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1M} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2M} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{H1} & r_{H2} & \dots & r_{HM} \end{bmatrix} \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \\ \dots \\ R_H \end{matrix},$$

где

H – число групп; $r_{ij}=1$, если агент A_i включен в группу Y_j .

Агент A_i входит в группу Y_j ,

если $S_i \cap R_j = \emptyset$,

т.е. строки матрицы не пересекаются.



Структуризация базы знаний МСПОЗ



Эффективность функционирования МСПОЗ во многом определяется выбранным вариантом структуризации, хранения и обработки базы знаний. В процессе разработки системы был выполнен поиск оптимальной логической структуры распределённой базы знаний. В качестве основных критериев эффективности рассматривались: минимум общего времени обработки запросов и транзакций, а также минимум стоимости функционирования мультиагентной интеллектуальной системы.

Требования к оптимальной спроектированной модели распределенной базы знаний



- обеспечивать сохранение семантических свойств информационных компонентов предметной области и связей между ними;
- учитывать возможности выбранной системы хранения и управления данными, требования различных режимов функционирования системы, частоты обращения к каждому информационному компоненту БЗ;
- использовать различные варианты доступа к искомым информационным компонентам и т. д.;
- обеспечивать простое и удобное формирование запросов;
- являться оптимальной по заданному критерию эффективности.



Используемые данные для оптимизации распределения базы знаний



$Q = \{q_r\}$	Множество r -узлов системы
$X = \parallel x_{jv} \parallel$	Матрица распределения j -й логической записи БЗ по v -кластерам
$\Lambda = \parallel \xi_{kc} \parallel$	Матрица частоты запуска s -й транзакции k -м агентом
$\Phi = \parallel \varphi_{kp} \parallel$	Матрица отправки p -го запроса k -м агентом
$W = \parallel w_{pi} \parallel$	Матрица использования i -й группы данных при выполнении p -го запроса
$Y = \parallel y_{jr} \parallel$	Матрица размещения j -ой логической записи БЗ на сервере r -го узла системы
$V = \parallel v_{kr} \parallel$	Матрица локализации k -ых агентов по r -м узлам системы

Разделение логической структуры РБЗ на множество кластеров



- условие разбиения логической структуры распределенной базы знаний на множество кластеров, обеспечивающих минимальную связность между ними
- ограничения на однократность включения логической записи в кластер
- ограничения на общее число логических записей в кластере.

$$\min_{\{x_{jv}\}} \sum_{v=1}^V \sum_{j=1}^J \lambda_j x_{jv}$$

$$\sum_{v=1}^V x_{jv} = 1, j = \overline{1, J}$$

$$\sum_{j=1}^J x_{jv} \leq M, v = \overline{1, V}$$

- минимум общего времени последовательного выполнения множества запросов и транзакций

$$\min_{\{x_{jv} y_{jr}\}} \sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P \xi_{kp} \varphi_{kp} \left\{ \sum_{r_1}^{R1} v_{kr_1} \left(\sum_{r_2}^{R2} (1 - z_{p r_2} \varphi_{kp}) (t_a + t^{tran} + t_{r_2}) \right. \right. \\ \left. \left. + \sum_{r_2}^{R2} z_{p r_2} (t_{r_1 r_2}^{conn} + t_{r_1 r_2}^{trans}) \right) \right\} + \sum_{r_2=1}^{R2} z_{p r_2} t_{r_2}$$

где, t_a – среднее время доступа к файлам БЗ и поиска в них записей;

t_{r_2} – среднее время обработки логической записи на узле сервера;

t^{tran} – среднее время формирования одного подзапроса (шага задания транзакции);

t^{lock} – средняя длительность установления (снятия) блокировки логической записи;

$t_{r_1 r_2}^{conn}$ – среднее время установления логических соединений между хостом БЗ и узлом-сервером БД;

$t_{r_1 r_2}^{trans}$ – среднее время передачи блока данных (логической записи) с узла клиента на узел сервера по кратчайшему пути.



- минимум общего времени параллельной обработки множества запросов

$$\begin{aligned} \min_{\{x_{jv} y_{jr}\}} & \sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P \xi_{kp} \varphi_{kp} \left\{ \sum_{r_1}^{R1} v_{kr_1} \left(\sum_{r_2}^{R2} (1 - z_{p r_2} \varphi_{kp}) (t_a + t_{r_2}) \right. \right. \\ & + \sum_{r_2}^{R2} z_{p r_2} (t_{r_1 r_2}^{conn} + t_{r_1 r_2}^{trans}) \Big\} + \max_{\{z_{p r_2}\}} (z_{p r_2} t_{r_1 r_2}^{trans} \\ & + \sum_{r_2=1}^{R2} z_{p r_2} t_{r_1 r_2}^{trans}) + \sum_{r_2}^{R2} z_{p r_2} t_{r_2} \end{aligned}$$

- минимум стоимости функционирования мультиагентной системы при обработке запросов

$$\begin{aligned} \min_{\{x_{jv} y_{jr}\}} & \sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P \xi_{kp} \varphi_{kp} \left\{ \sum_{r_1=1}^{\bar{R}1} v_{kr_1} \left[\sum_{r_2=1}^{R2} (1 - z_{p r_2} \varphi_{kp}) (t_a + t_{r_2}) \right. \right. \\ & + \sum_{r_2=1}^{R2} z_{p r_2} (t^{tran} + t_{r_1 r_2}^{conn} + t_{r_1 r_2}^{trans})] \\ & \left. \left. + \sum_{r_2=1}^{R2} z_{p r_2} (t_{r_2} + t^{lock}) \right\} \right| \end{aligned}$$

Оптимальная структура представлена в виде графа, ветвление в котором осуществляется одновременно по 2-м множествам переменных $X = \{x_{iv}/i = 1..I, v = 1..V\}$, $Y = \{y_{jr}/r = 1..R_2, j = 1..J\}$.



- матрица X разбиения множества групп данных по логическим записям

$i \backslash v$		← Номера логических записей →					
		1	2	3	4	5	6
↑ Номера групп данных ↓	1	0	0	1	0	0	0
	2	0	1	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	0	0
	4	0	0	0	0	1	0
	5	0	0	0	0	1	0
	6	1	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	1
	8	0	0	0	1	0	0
	9	0	1	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	1

- матрица Y локализации логических записей по узлам-серверам

$j \backslash r$		← Номера узлов системы →		
		1	2	3
↑ Номера логических записей ↓	1	1	0	0
	2	0	1	0
	3	0	0	1
	4	0	1	0
	5	0	1	0
	6	1	0	0



- описана функциональная организация и структурная схема МСПОЗ;
- описана схема подсистемы управления доступом к микросервисам на основе данных, предоставляемых агентами-мониторами;
- рассмотрены алгоритмы построения оптимальной логической структуры распределенной базы знаний, обладающей минимальную информационной связностью;
- формализована задача оптимизации логической структуры РБЗ, которая призвана повысить эффективность функционирования мультиагентной системы представления и обработки знаний по временным, объёмным и стоимостным характеристикам.



Спасибо за внимание!