



направо» при получении очередной заявки на обслуживание в задаче 1 и подобные интенсивности переходов «справа-налево» при выходе очередной обработанной заявки в задаче 2.

Эти задачи будут замкнуты при отсутствии отказов в обслуживании при соответствующей диспетчеризации потока входных заявок. Однако, можно рассмотреть и незамкнутую реализацию транспортной задачи, если допустимы простои одного из каналов при переполнении других (отказ в обслуживании отдельным каналом, например, при обслуживании заявок, требующих прохождения через определённый канал).

Тогда задача управления (оптимальной диспетчеризации) СМО сведётся к оптимизации двух составных транспортных задач, составленных в виде линейных цепочек

$$T = T_1 \rightarrow T_2 \rightarrow \dots \rightarrow T_i \rightarrow T_{i+1} \rightarrow \dots \rightarrow T_N,$$

составленной из транспортных задач T_i , $i=1 \div N$, типа 1) и

$$U = U_1 \leftarrow U_2 \leftarrow \dots \leftarrow U_i \leftarrow U_{i+1} \leftarrow \dots \leftarrow U_N,$$

составленной из транспортных задач U_i , $i=1 \div N$, типа 2).

Соответствующие звенья этих цепочек состоят из одинаковых долей двудольных графов и различаются лишь весами дуг, связывающих свои доли.

Отметим необходимость диспетчеризации входных заявок в СМО с различными каналами в отличие от случая СМО с неразличимыми каналами.

Легко заметить, что для разметки дуг «слева-направо» нужно определить, какая доля входного (общего) потока заявок пройдёт через заданный канал и его очередь. Однако, как только эта доля будет фиксирована тем или иным образом (тем или иным техническим или организационным устройством) появятся состояния частичного отказа, когда входная заявка общего потока СМО обращается в выделенный ей диспетчером канал и обнаруживает, что канал и его очередь заполнены. При этом возможны простои или свободные места в очереди некоторых других каналов.

Это соответствует неочевидному эвристическому предположению о том, что зарегулированная СМО обладает меньшей пропускной способностью по сравнению с системой без априорного задания долей отдельных потоков.

Таким образом, оптимизация тех или иных характеристик СМО с различными каналами может быть проведена на основе расчёта характеристик составленной ей составной транспортной задачи линейного программирования.

Литература

1. Котенко А.П., Букаренко М.Б. Аналитическое описание систем массового обслуживания с использованием колец вычетов / «Математическое моделирование и краевые задачи». Труды VII Всероссийской научной конференции. Ч.2. – Самара, Изд-во СамГТУ, 2010. – С. 136-139.
2. Котенко А.П., Букаренко М.Б. Система массового обслуживания с различными каналами как конечный автомат / «Математическое моделирование и краевые задачи». Труды VIII Всероссийской научной конференции. Ч.2. – Самара, Изд-во СамГТУ, 2011. – С. 178-180.



3. Котенко А.П., Букаренко М.Б. Система массового обслуживания с различными каналами как конечный автомат / Вестник СамГТУ Серия «Физ.-мат. науки», №3(28). – Самара, Изд-во СамГТУ, 2012. – С. 114-124.

4. Котенко А.П., Букаренко М.Б. Моделирование конечными автоматами систем массового обслуживания с различными каналами / Известия СНЦ РАН, т.16, №4(2). – Самара, Изд-во СНЦ РАН, 2014. – С. 318-321.

А.С. Широкаев

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЁТОК ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ЯЧЕЙКИ БРАВЕ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

Введение

Исследование свойств твёрдого вещества зачастую сводится к задачам параметрической и структурной идентификации кристаллических решёток [1]. При таком подходе важной задачей является анализ результатов, полученных алгоритмами параметрической идентификации, который, как правило, осуществляется методами сравнения кристаллических решёток [2]. Большинство методов характеризуется вычислением значения схожести решёток на основе сравнения параметров элементарных ячеек [2-6]. В работах А. В. Куприянова и Д. В. Кирша [3-7] в качестве таких методов предлагаются нормированные меры схожести параметров элементарных ячеек.

Основной недостаток предложенных мер схожести параметров ячейки Браве заключается в наличии проблемы неоднозначности выбора элементарной ячейки. Для устранения этого недостатка в данной работе предлагается метрика сравнения кристаллических решёток по параметрам элементарных ячеек Браве, основанная на критерии вложенности и учитывающая проблему неоднозначности выбора элементарной ячейки.

1 Обзор мер схожести параметров элементарной ячейки Браве

Меры схожести, предложенные в работах [3-7], использовались для анализа результатов, полученных соответствующими алгоритмами параметрической идентификации. Среди методов параметрической идентификации кристаллических решёток выделяются следующие: «Метод идентификации решёток на основе оценивания параметров элементарной ячейки Браве», «Метод идентификации решёток на основе оценивания объёма ячейки Вигнера-Зейтца», «Метод идентификации решёток на основе оценивания расстояний между изоповерхностями» [3, 4, 6, 7].

Особый интерес представляет метод идентификации решёток на основе оценивания параметров ячейки Браве [3, 4]. Для данного метода предлагается использовать одну из мер схожести, представленных в выражениях (1)-(3).



$$\|\bar{l}_1 - \bar{l}_2\| = 1 - \frac{\sqrt{(\tilde{l}_{11} - \tilde{l}_{21})^2 + (\tilde{l}_{12} - \tilde{l}_{22})^2 + (\tilde{l}_{13} - \tilde{l}_{23})^2}}{\max\left\{\sqrt{(\tilde{l}_{11})^2 + (\tilde{l}_{12})^2 + (\tilde{l}_{13})^2}, \sqrt{(\tilde{l}_{21})^2 + (\tilde{l}_{22})^2 + (\tilde{l}_{23})^2}\right\}}, \quad (1)$$

где $\tilde{l}_{ij} = \frac{l_{ij}}{\max_j l_{ij}}$.

$$\|\bar{\alpha}_1 - \bar{\alpha}_2\| = 1 - \max\left\{\sin(|\alpha_{11} - \alpha_{21}|), \sin(|\alpha_{12} - \alpha_{22}|), \sin(|\alpha_{13} - \alpha_{23}|)\right\}. \quad (2)$$

$$\|\bar{g}_1 - \bar{g}_2\| = 1 - \max_{1 \leq i, j \leq 3} \left\{ \frac{|g_{1ij} - g_{2ij}|}{\max\{|g_{1ij}|, |g_{2ij}|\}} \right\}. \quad (3)$$

Недостаток представленных мер заключается в неоднозначности выбора элементарной ячейки Браве. Образующие по разным параметрам одинаковые наборы узлов не эквивалентны при использовании описанных мер схожести. С учётом этой проблемы предложена метрика сравнения, которая характеризует сравнение узлов решётки на основе критерия вложенности.

2 Метрика сравнения, основанная на критерии вложенности

Эквивалентность решёток может быть установлена при помощи правила $X_1 = X_2 \Leftrightarrow X_1 \subseteq X_2 \wedge X_2 \subseteq X_1$. На основе критерия вложенности (4), доказанного в рамках данной работы, выводится метрика сравнения кристаллических решёток (5).

$$X_2 \subseteq X_1 \Leftrightarrow \exists i_1 j_1 k_1 i_2 j_2 k_2 i_3 j_3 k_3 \in \square : \begin{cases} \bar{a}_2 = i_1 \bar{a}_1 + j_1 \bar{b}_1 + k_1 \bar{c}_1 \\ \bar{b}_2 = i_2 \bar{a}_1 + j_2 \bar{b}_1 + k_2 \bar{c}_1 \\ \bar{c}_2 = i_3 \bar{a}_1 + j_3 \bar{b}_1 + k_3 \bar{c}_1 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu(\bar{a}_1, \bar{b}_1, \bar{c}_1, \bar{a}_2, \bar{b}_2, \bar{c}_2) = \max\left\{\|\Delta p_{21}^-\|, \|\Delta p_{12}^-\|\right\}, \quad (5)$$

$$\Delta p_{21}^- = \begin{pmatrix} \|\Delta a_{21}^-\|^2 \\ \|\Delta b_{21}^-\|^2 \\ \|\Delta c_{21}^-\|^2 \end{pmatrix},$$

где $\|\Delta a_{21}^-\|^2 = \min_{i,j,k} \|a_2 - (i\bar{a}_1 + j\bar{b}_1 + k\bar{c}_1)\|^2$;

где $\|\Delta b_{21}^-\|^2 = \min_{i,j,k} \|b_2 - (i\bar{a}_1 + j\bar{b}_1 + k\bar{c}_1)\|^2$;

$\|\Delta c_{21}^-\|^2 = \min_{i,j,k} \|c_2 - (i\bar{a}_1 + j\bar{b}_1 + k\bar{c}_1)\|^2$.

Метрика, описанная в виде (5), не инвариантна к вращениям решёток, определяемых параметрами элементарной ячейки Браве. Для совмещения векторов трансляции предлагается посредством известных алгоритмов



получать векторы трансляции по параметрам решётки, предварительно отсортированные по следующему правилу: $(x_i, y_i) < (x_j, y_j) \Leftrightarrow x_i < x_j \vee (x_i = x_j \wedge y_i < y_j)$.

3 Исследование разработанной метрики и предложенных мер схожести на основе сравнения смоделированных кристаллических решёток

В процессе исследования был проведён эксперимент, включающий несколько эквивалентных решёток, отличающиеся параметрами ячеек Браве. Все смоделированные решётки удовлетворяли критерию вложенности относительно первой решётки. Результаты эксперимента приведены в таблице 1. Сравнение решёток проводилось при помощи метрики, основанной на критерии вложенности; меры сравнения сторон; меры сравнения углов.

Таблица 6. Результаты исследования (метрика на основе критерия вложенности; мера сравнения сторон; мера сравнения углов)

Первая сравниваемая ячейка	Вторая сравниваемая ячейка						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0,00	0,00	0,00	1,04	1,04	0,00	5,48
	1,00	0,69	0,54	1,00	0,90	0,84	0,56
	1,00	0,48	0,55	0,27	0,27	0,57	1,00
2		0,00	0,00	1,04	1,04	0,00	5,48
		1,00	0,33	0,69	0,63	0,83	0,82
		1,00	0,51	0,02	0,02	0,61	0,48
3			0,00	1,04	1,04	4,46	5,48
			1,00	0,53	0,60	0,46	0,28
			1,00	0,25	0,06	0,55	0,55
4				0,00	0,00	1,04	5,73
				1,00	0,90	0,83	0,56
				1,00	0,32	0,18	0,27
5					0,00	1,04	5,73
					1,00	0,77	0,51
					1,00	0,18	0,27
6						0,00	5,48
						1,00	0,68
						1,00	0,57
7							0,00
							1,00
							1,00



Результаты, представленные в таблице 1, отражают значительное преимущество метрики сравнения на основе критерия вложенности перед мерами схожести, предложенными в работах [3, 4], заключающееся в решении проблемы, связанной с неоднозначностью выбора элементарной ячейки. Требование совмещения двух решёток затрудняет задачу относительно применения метрики, поскольку в отдельных случаях посредством сортировки параметров векторы трансляции не совмещаются. Метод «сортировки» решает проблему совмещения примерно в 72% случаев. Для достижения гарантии совмещения векторов требуется метод, который планируется разработать в рамках дальнейших исследований.

Заключение

Разработанная метрика сравнения кристаллических решёток, основанная на критерии вложенности одной решётки в другую, лучше справляется с задачей идентификации решёток, чем описанные меры схожести параметров элементарных ячеек. При помощи данной метрики в большинстве случаев решается проблема неоднозначности выбора элементарной ячейки Браве.

В настоящей работе был предложен метод совмещения векторов трансляции посредством построения элементарной ячейки Браве по отсортированным параметрам ячейки. В отдельных случаях метод некорректно совмещает векторы трансляции. Поэтому, в дальнейшем предполагается построение модифицированного алгоритма, который будет гарантировать совмещение векторов трансляции, а, соответственно, сама метрика будет для всех возможных эквивалентных решёток устанавливать их тождественность.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации мероприятий Программы повышения конкурентоспособности СГАУ среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013–2020 годы; грантов РФФИ 14-01-00369-а, 14-07-97040-р_поволжье_а; программы № 6 фундаментальных исследований ОНИТ РАН «Биоинформатика, современные информационные технологии и математические методы в медицине» 2015 г.

Литература

1. Кларк, Э.Р. Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхардт. – М.: Техносфера, 2007. – 367 с.
2. Широканев, А.С. Анализ идентификации трёхмерных моделей кристаллических решёток при помощи мер схожести множеств / Широканев А.С., Кириш Д.В., Куприянов А.В. // XIII Королёвские чтения, С 08-10-2015 по 06-10-2015, Самара, Издательство Самарского государственного аэрокосмического университета, 2015 г. – С. 141-142.
3. Куприянов А.В. Оценка меры схожести кристаллических решеток по координатам их узлов в трехмерном пространстве [Текст] / А.В. Куприянов, Д.В. Кириш // Компьютерная оптика. – 2012. – Т. 36, № 4. – С. 590-595.



4. Кириш Д.В. Идентификация кристаллических решёток на основе оценивания параметров элементарных ячеек // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2014. – № 3 (45). – С. 130-137.

5. Кириш Д.В., Куприянов А.В. Применение фундаментального метрического тензора в задаче структурной идентификации трёхмерных кристаллических решёток // Сборник статей по результатам XX Байкальской Всероссийской конференции "Информационные и математические технологии в науке и управлении". 2015. – Т. 1. – С. 50-57.

6. Кириш Д.В. Идентификация кристаллических решёток на основе сравнения объёмов ячеек Вигнера-Зейтца // Распознавание - 2013, С 17-09-2013 по 20-09-2013, Курск, Издательство Юго-Западного государственного университета, 2013 г. – С. 143-145.

7. Кириш Д.В. Параметрическая идентификация кристаллических решёток на основе оценивания параметров элементарных ячеек Браве и Вигнера-Зейтца // 64 Молодёжная научная конференция, С 08-04-2014 по 10-04-2014, Самара, Издательство Самарского государственного аэрокосмического университета, 2014 г. – С. 39-40.

Д.Е. Яблоков

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ КАК СРЕДСТВО КЛАССИФИКАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

С всё более глубоким проникновением компьютеров во все сферы научной деятельности, программные системы становятся всё более простыми для использования специалистами, но сложными по внутренней архитектуре. При этом задачи, решаемые современной наукой и современными технологиями, также значительно усложняются. Исследователям, проводящим эксперимент, необходимо получать и обрабатывать достоверную и полную, относящуюся к научным проблемам, информацию, но на процесс подобных исследований негативно влияют обстоятельства, требующие изменения структур хранения данных об исследуемой предметной области или решаемой задаче. Среди них: необходимость тщательного подбора в соответствии с форматом хранения экспериментальных данных, проведение комплексных исследований с использованием разнотипной исходной информации и, как следствие, необходимость ее интерпретации или нормализации для использования в рамках эксперимента. Преодолеть вышеуказанные недостатки можно осуществив выход на качественно новый уровень разработки программного обеспечения подобного класса. Необходимо создание универсальной модели хранения и обработки разнородной информации, которая могла бы служить основой для построения различных информационно-вычислительных систем и формирования среды накопле-