УДК 681.325

ПЕРЕЧИСЛЕНИЕ ТИПОВЫХ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ СТРУКТУР

д.т.н., проф. И.В. Чумаченко, Д.Н. Бугас

Рассмотрена комбинаторная задача перечисления, которая характеризуется большим количеством анализируемых вариантов.

Введение. Унификация и типизация проектных решений и средств обеспечивает необходимый технический уровень, качество и эффективность функционирования автоматизированных систем; сокращение затрат на создание и сопровождение системы; сокращение сроков создания системы; упорядочение процесса создания, развития и функционирования систем. При этом повышается качество информационного обслуживания пользователей и качество данных, а также адаптивность системы при большой изменчивости функциональных задач. Такой подход чрезвычайно актуален при создании больших интегрированных информационных и аналитических систем. Большая система должна быть целостной, базироваться на единых принципах проектирования, разработки, сопровождения и эволюции [1, 2].

Одними из основных объектов стандартизации, унификации и типизации в проектах интегрированных систем являются функциональные задачи и методики, информационное обеспечение, технологии обработки данных и алгоритмы [3].

Анализ литературы. Для описания алгоритмических структур (АС), процессов передачи и обработки информации в работе [4] предложено использовать графы специального вида, называемые В-графами, исследованы их свойства и операции над ними. В работе [5] показано, что большинство алгоритмов управления и обработки информации описываются узким классом алгоритмических структур – бесповторными структурами, которые соответствуют аранжируемым В-графам. Одним из путей повышения эффективности решения задач анализа АС и выбора оптимальных по заданным критериям является рассмотрение не всего множества вариантов АС (число которых очень велико), а только типовых представителей классов эквивалентности АС относительно выбранной группы преобразований. Для построения каталогов типовых представителей АС и оценки их числа необходимо решить задачу конструктивного перечисления АС.

Целью статьи является исследование свойств типовых представителей аранжируемых АС и метода их конструктивного перечисления.

Анализ аранжируемых В-графов показал, что они могут быть разбиты на два вида: П-разложимые и Σ-разложимые. Рассмотрим их свойства и особенности конструктивного перечисления типовых представителей каждого их них. В дальнейшем изложении, под термином “граф” будем понимать аранжируемый В-граф, количество условных вершин графа будем обозначать ”n”.

Определение 1. П-разложимым называется граф, все простые цепи которого содержат i-ю вершину и который может быть представлен в виде произведения соответствующих подграфов.

Произведением или последовательным соединением двух графов $G_1(V^1)$ и $G_2(V^2)$ называется граф $G_3(V^3) = G_1(V^1)*G_2(V^2)$, полученный путем слияния вершин $v_{1.n1}$ и $v_{2.1}$, т.е. $V^3 = (V^1 \cup V^2) - v_{1.n1}$. На рис. 1 приведена обобщенная структура П-разложимых графов.

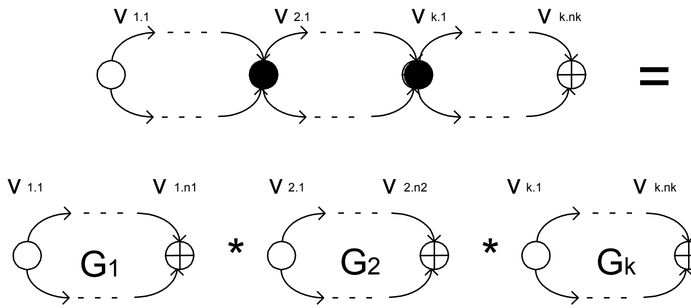

Рис. 1. Обобщенная структура П-разложимых графов

Определение 2. Граф, который можно представить только в виде суммы подграфов, называется Σ-разложимым.

Суммой или параллельным соединением графов G1 и G2 называется граф G3, полученный в результате следующей композиций: $G_0([(1,2)^1, G_1]$ или $G_0([(1,2)^1, G_1], [(1,2)^2, G_2])$.

Обобщенная структура Σ-разложимых графов приведена на рис. 2, а, на рис. 2, б – для композиции вида $G_0([(1,2)^1,G_1]$.

В результате П-декомпозиции граф G с n вершинами разбивается на s подграфов $G_1, G_2, \dots, G_s$ с числом вершин соответственно $n_1, n_2, \dots, n_s$. Граф G и подграфы $G_1, G_2, \dots, G_s$ являются бесповторными, поэтому

$$n_1 + n_2 + \dots + n_s = n.$$

В общем случае, возможны различные варианты П-декомпозиции графа. Минимальной будем называть П-декомпозицию, при которой подграфы $G_1, G_2, \ldots, G_s$ не являются П-разложимыми. Очевидно, что в этом случае все подграфы являются Σ-разложимыми.

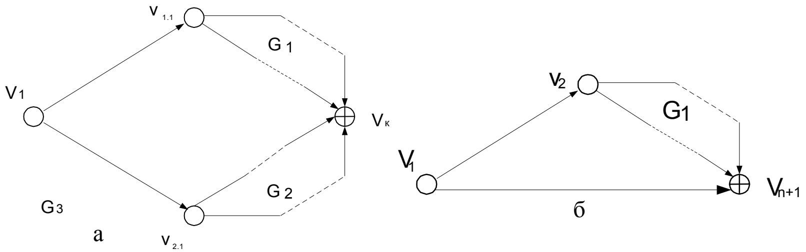

Рис. 2. Структура Σ-разложимых графов

Поставим в соответствие каждому минимальному П-разложению графа кортеж $C = \langle G_1, G_2, \ldots, G_s \rangle$. Задача перечисления П-разложимых графов с n вершинами состоит в определении множества различных кортежей, составленных из Σ-разложимых графов с суммарным числом вершин равным n.

Перечисляющий ряд П-разложимых графов имеет вид:

$$X^2 + 2X^3 + 6X^4 + 16X^5 + 51X^6 \ldots$$

Перечисление Σ-разложимых графов, имеющих структуру, приведенную на рис. 2, б, сводится к перечислению П-разложимых графов с $(n - 1)$ вершиной.

Для Σ-разложимых графов с обобщенной структурой (рис. 2, а) необходимо рассмотреть варианты перечисления для подграфов G_1 и G_2 (число вершин соответственно n_1 и n_2). В этом случае необходимо рассмотреть пары кортежей, соответствующих минимальным П-разложениям подграфов G_1 и G_2. При этом пары кортежей вида (C_1, C_2) и (C_2, C_1) считаются эквивалентными. Задача сводится к определению различных пар кортежей, с суммарным числом вершин, равным $n - 1$.

Перечисляющий ряд Σ-разложимых графов имеет вид

$$X^1 + X^2 + 3X^3 + 7X^4 + 21X^5 + 67X^6 \ldots$$

Конструктивное перечисление типовых структур графов включает решение следующих поэтапных задач: 1) формирование множества допустимых разбиений числа вершин на заданные подмножества; 2) формирование вариантов построения кортежей для каждого варианта разбиения; 3) анализ вариантов кортежей и отбор удовлетворяющих заданным критериям.

Получены оценки числа типовых структур и построены каталоги типовых представителей. В табл. 1 приведены полученные результаты и оценки числа орграфов, близких по своим свойствам к рассматриваемым. В таблице использованы следующие обозначения: n – число вершин, N_{og} – число орграфов, N_{sv} – число связных орграфов, N_{soog} – число самообратных орграфов, N_{odn} – число односторонних графов, N_{ist} – число орграфов с источниками, N_{Π} – число П-разложимых аранжируемых В-графов, N_{Σ} – число Σ-разложимых аранжируемых В-графов. Неопределенные значения обозначены «*».

Таблица 1

Оценка числа оргграфов

n	N_{og}	N_{sv}	N_{soog}	N_{odn}	N_{ist}	N_{Π}	N_{Σ}
1	1	1	1	1	1	–	1
2	3	2	3	2	2	1	1
3	16	13	10	11	12	2	3
4	218	199	70	172	184	6	7
5	9608	9364	708	8603	*	16	21
6	*	*	*	*	*	51	67

Заключение. Рассмотренная выше задача перечисления относится к числу комбинаторных задач и характеризуется большим количеством анализируемых вариантов. Следующим этапом работы является разработка программно-аппаратных средств для автоматизации процесса построения типовых вариантов алгоритмических структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кучмиев В.Г., Чумаченко И.В. Алгоритмические, инструментальные и программные средства автоматизированных систем обработки информации и управления: Монография – Х.: ХАИ, 2003. – 280 с.*
2. *Жихарев В.Я., Илюшко В.М., Чумаченко И.В. Проектирование электронных компиляторов: Монография. – Х.: Факт, 1999. – 88 с.*
3. *Методы проектирования символьных процессоров: Монография / В.Я. Жихарев, В.М Илюшко, Н.В. Нечипорук, И.В. Чумаченко. – Х.: Факт, 2000. – 184 с.*
4. *Бугас Д.Н., Чумаченко И.В. Графовые алгоритмические модели // Зб. наук. праць ІПМЕ. – К.: НАНУ, ІПМЕ. – 2004. – Вип. 25. – С. 13 – 16.*
5. *Бугас Д.Н., Чумаченко И.В. Бесповторные структуры // Моделювання та інформаційні технології. – К.: НАНУ, ІПМЕ. – 2004. – Вип. 26. – С. 18 – 22.*

Поступила 30.08.2004

***ЧУМАЧЕНКО Игорь Владимирович**, доктор техн. наук, зав. кафедрой Национального аэрокосмического университета "ХАИ". В 1977 году окончил ХАИ. Область научных интересов – автоматизированные системы обработки информации и управления.*

***БУГАС Дмитрий Николаевич**, аспирант Национального аэрокосмического университета "ХАИ", который окончил в 2001 году. Область научных интересов – автоматизированные системы обработки информации и управления.*