ISSN 0002-306X. Изв. НАН РА и НПУА. Сер. ТН. 2015. Т. LXVIII, N 1.

УДК 004.428:519.685

АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Ю.Г. ГРИГОРЬЯН, А.В. ПЕТРОСЯН

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЛОЖНОСТИ АРИФМЕТИЧЕСКИХ МНОГОГРАННИКОВ

Одной из трудно решаемых задач автоматизации проектирования вычислительных систем даже в локальном масштабе является задача размещения модулей. Разработан автоматизированный метод оценки качества размещения модулей на основе статистических свойств арифметических многогранников.

Ключевые слова: арифметический многогранник, граф, структура, эквивалентность, информация, числа Фибоначчи.

Формально задача размещения модулей состоит в нахождении оптимального варианта расположения модулей на плате типовых элементов замены (ТЭЗ) в соответствии с некоторой мерой, установленной для межсоединений, например с "минимально взвешенной длиной проводника" [1]. При практической реализации этой задачи, как правило, невозможно реализовать требования к монтажу со стороны схемотехники. Однако минимизация суммарной взвешенной длины проводника является критерием, удовлетворяющим большинство требований. Наряду с машинными методами размещения встречаются задачи, которые трудно поддаются машинной реализации, и возникает необходимость их решения "вручную" или полуавтоматически, при этом суммарная взвешенная длина проводника во многом зависит от опыта, искусства, способностей конструктора, т.е. факторов, трудно поддающихся формализации. В этих условиях важным является наличие соответствующего "ориентира"- такой наиболее объективной суммарной длины проводника, к которой должен стремиться конструктор. Этот же показатель важен и при машинной реализации данной задачи. На его основе можно оценить качество размещения. Указанным "ориентиром" может служить наиболее вероятная "длина схемы (арифметический многогранник)", которая может быть найдена на основе автоматизации методов статистического моделирования [2].

Подходы к задаче размещения, основанные на применении автоматизации метода статистических испытаний, предлагались в работе [1]. При этом предполагалось, что вероятность случайного подбора хорошего размещения достаточно высока. Однако проведенные в [1] эксперименты не подтвердились на практике. Полученный отрицательный результат, на наш взгляд, может быть связан, по крайней мере, с двумя обстоятельствами: а) размещение проводилось в неформализованной среде; б) случайное размещение модулей по установочным местам платы необязательно осуществлять на основе равномерного распределения плотности вероятности.

Отмеченные проблемы решаются следующим образом.

Определение 1. Арифметическим графом (АГ) называется пара **G(N, M)**, где **N** - множество вершин графа; $(\boldsymbol{n_i},\boldsymbol{n_j})$ - его ребро, если $\boldsymbol{n_i}+\boldsymbol{n_j} \in$**M**; множество **M**-порождающее множество, а число $\boldsymbol{n_i}+\boldsymbol{n_j}=\boldsymbol{m_r}$ – вес ребра $(\boldsymbol{n_i}, \boldsymbol{n_j})$. Известно, что понятия АГ и графа в классическом смысле эквивалентны. Для отличия от обычных графов АГ обозначается **G(N/M)**.

Определение 2. Арифметическим многогранником называется структура многогранника, представленная в виде АГ.

Геометрические свойства АГ [3], их реализуемость в евклидовых пространствах [4] и наличие универсальных кодирующих множеств (например, множество чисел Фибоначчи), над которыми любое представление графа является АГ [2], создали определенную формализованную среду, удобную для статистического моделирования задачи определения наиболее вероятной "длины графа".

В связи с изложенным задача определения наиболее вероятной "длины графа" формально может быть описана следующим образом. Пусть G$(F_p| \, M_q)$ – арифметический граф с ρ вершинами и q ребрами, представленный над множеством чисел Фибоначчи:

$$F_p = \{1, 2, 3, 5, \dots, U_p\}, \tag{1}$$

$$M_q = \{m_1, m_2, m_{3,\dots,} m_q\}, \tag{2}$$

$$M_q \subset \{3,4,6, \dots, u_{p-1} + u_p\} \tag{3}$$

и соответствующий заданному графу смежности модулей. В силу свойств чисел Фибоначчи, любое кодирование вершин заданного графа этими числами обеспечивает его представление в виде АГ. Каждой случайной выборке $\{u_{i_1,} u_{i_2}, \dots, u_{i_p,}\}$, состоящей из p различных чисел Фибоначчи, кодирующих вершины заданного графа G , ставится в соответствие число

$$\ell_j(G) = \sum_{i=1}^{q} \sqrt{m_i}, \tag{4}$$

которое согласно метрике, данной в [3,4], выражает сумму длин ребер АГ, соответствующую j -му испытанию. Указанным способом может быть сформирован статистический ряд

$$\ell_1(G), \ell_2(G), \dots, \ell_j(G), \dots \tag{5}$$

“для графа” G. Блок-схема автоматизации расчета приведена на рис. 1.

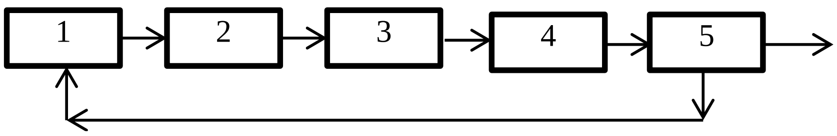


Рис. 1. Блок-схема автоматизации расчета количества информации:

1- датчик псевдослучайных перестановок ($n_{i_1}, n_{i_2}, \dots, n_{i_p}$) ; 2- кодирование вершин ($i_1, i_2, \dots, i_p$) графа G числами Фибоначчи $F_p\{1, 2, 3, 5, \dots, n_p\}$; 3- формирование представления АГ $G(F_p| M_q)$; 4- вычисление $\ell_j(G)$ по формуле (4); 5- проверка условия достаточности испытания статистических параметров

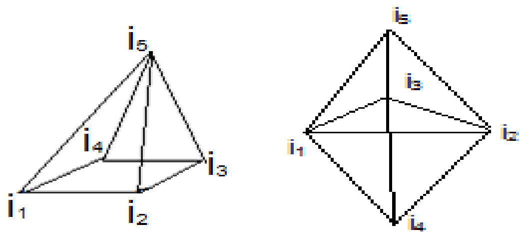


Рис. 2. Арифметические многогранники

Для автоматизации расчета количества информации в графах G_1, G_2 (рис. 2) используются классическая формула Шеннона и методика, предложенная в [5,6]:

$$H = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ell og_2 P_i \ . \tag{6}$$

В табл.1 приведены показатели количества информации H_j и общая длина ℓ_j графа G_1 (рис. 2) для каждого j- го испытания. Автоматизация расчётов представляется с помощью программного обеспечения C# (рис. 3). Аналогичные расчеты выполнены для графа G_2 с результатами, приведёнными в табл. 2.

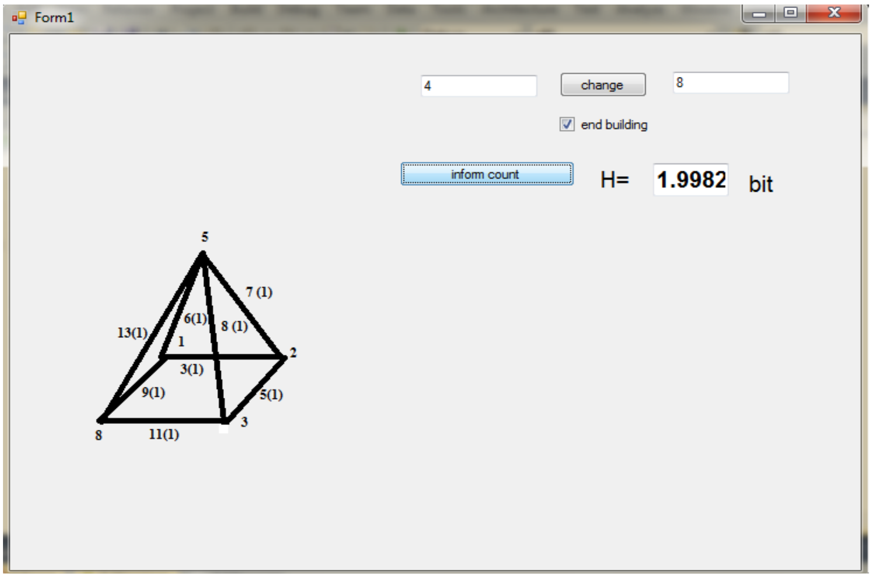
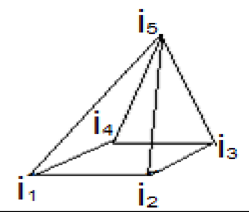


Рис. 3. Окно программного обеспечения графического отображения структур и результатов

На рисунке в скобках указана частота соответствующего ребра $(\boldsymbol{n_i}, \boldsymbol{n_j})$ с весом $\mathbf{m_r}=\boldsymbol{n_i}+\boldsymbol{n_j}$.

Таблица 1

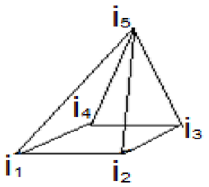
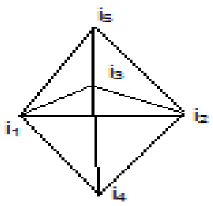
Метрические показатели и количество информации многогранника

					Количество информации, H (*бит*)	Общая длина ребер, L	Площадь поверхности, S
i_1	i_2	i_3	i_4	i_5			
1	2	3	5	8	1,81475	20,0541*(min)*	14,0248*(max)*
2	5	3	1	8	1,90817	20,6596	14,0137
8	3	2	1	5	1,99820	21,5021	12,9296
5	2	8	1	3	1,92947	21,6596	11,531
8	3	2	1	5	1,9383	21,881	12,9296
1	8	3	2	5	2,00597	21,5021	12,9296
2	3	5	8	1	2,04693	21,5268	10,2458*(min)*
8	5	2	3	1	2,22212	23,442*(max)*	10,318

В табл. 2 приведены основные статистические параметры, полученные с помощью программного обеспечения C# для графов G_1, G_2.

Таблица 2

Статистические расчетные данные кодированного АГ

Граф	Число испы-таний	Пределы изменения общей длины графа, $\ell_j(G)$	Пределы изменения количества информации, $H_j(G)$	Коэффициент корреляции
 G_1	50	20,05 … 23,44	1,801 … 2,222	0,91
 G_2	50	23,3 … 24,7	1,81 … 2,12	0,89

Заключение. Предложен простой метод оценки дискретных структур. Метод легко реализуем средствами современных информационных технологий для автоматизированной оценки оптимального варианта расположения модулей на плате ТЭЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория и методы автоматизации проектирования вычислительных систем / Под ред. **М. Брейера**. – М.: Мир, 1977.- 282 с.
2. **Григорьян Ю.Г.** Классификация и статистические свойства арифметических графов // Кибернетика.- 1979.- № 6.- С. 9-12.
3. **Хан Г., Шапиро С**. Статистические модели в инженерных задачах.- М.: Мир, 1969.- 396 с.
4. **Григорьян Ю.Г**. Пространство дискретных геометрий // Кибернетика и системный анализ. -2006.- № 5.- С. 22-32.
5. **Григорьян Ю.Г.** Геометрия арифметических графов // Кибернетика и системный анализ.- 1982. - № 5.- С. 1-4.

6. **Григорьян Ю.Г., Петросян А.В**. Информационная оценка химических структур методами арифметических графов // Европейская академия.- 2011.- № 1.- С. 166-176.

Европейская региональная академия. Материал поступил в редакцию 07.11.2014.

ՅՈՒ.Գ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ա.Վ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

ԹՎԱԲԱՆԱԿԱՆ ԲԱԶՄԱՆԻՍՏԵՐԻ ԻՆՖՈՐՄԱՑԻՈՆ ԲԱՐԴՈՒԹՅԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՈՒՄ

Հաշվողական ավտոմատացման համակարգերի նախագծման մեջ աշխատատարներից է մոդուլների տեղակայման խնդիրը: Մշակվել է մոդուլների տեղակայման որակի գնահատման մեթոդի ավտոմատացված համակարգ՝ թվաբանական բազմանիստերի վիճակագրական հատկությունների հիման վրա:

Առանցքային բառեր. թվաբանական բազմանիստ, գրաֆ, կառուցվածք, համարժեքություն, տեղեկատվություն, Ֆիբոնաչիի թվեր:

Y.G. GRIGORYAN, A.V. PETROSYAN

AUTOMATING THE CALCULATION OF INFORMATION COMPLEXITY OF ARITHMETIC POLYHEDRONS

One of the difficult tasks to be solved for automated design of computer systems, even in a local scale, is the problem of the module displacement. An automated method for assessing the quality of the displacement on the basis of statistical properties of arithmetic polyhedrons is developed.

Keywords: arithmetic polyhedrons, graph structure, equivalence, information, Fibonacci numbers.