

Структурный анализ реинжиниринга территориально распределенных компаний

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Территориально-распределенные компании (ТРК) представляет собой сложные производственные системы, которые постоянно модернизируются и развиваются. Поэтому актуально решение научно-технической проблемы, связанной со структурным анализом изменяющейся архитектуры ТРК [1]. Типовые задачи реинжиниринга связаны с возникновением новых функциональных задач или модернизацией существующих. Это приводит к изменению структуры системы, появлению новых региональных объектов и модернизации существующих. Исследуем типовые архитектуры ТРК, которые наиболее часто используются в нефте-, и газо-транспортных системах, телекоммуникациях и т.д. Для задачи структурного анализа воспользуемся основными результатами теории перечисления Пойа, Де Брейна [2].

Пусть $\Gamma(G)$ - группа подстановок вершин графа G топологии ТРК, где $Z(H, x_1, x_2, \dots)$ - цикловой индекс группы подстановок H , S_p - симметрическая группа подстановок степени p , E_p - тождественная группа подстановок, D_p - диэдральная группа подстановок, $A[B]$ - композиция группы A относительно группы B , $A+B$ - сумма групп подстановок A и B .

Проведем комбинаторно-групповое исследование топологии внутренних (транспортных) связей, что позволяет перечислить в дальнейшем возможные варианты архитектуры модернизируемой ТРК.

1. Последовательная связь (рис. 1). Характеризуется наименьшим числом связей в ТРК.

Левая и правая части графа G изоморфны, поэтому можно воспользоваться композицией групп:

$$\Gamma(G) = \begin{cases} S_2[E_{p/2}], & p \text{ четно,} \\ E_1 + S_2[E_{p/2}], & p \text{ нечетно,} \end{cases} \quad (1)$$

где p — число вершин графа G .

2. Решетчатая связь. В этом случае транспортные связи в ТРК образуют двумерную решетку (рис. 2).

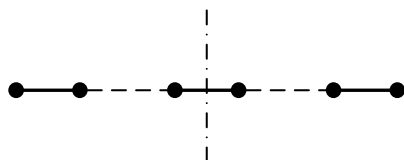


Рис. 1. Последовательная связь

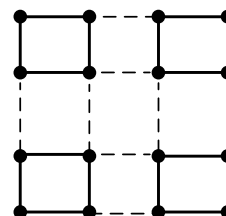


Рис. 2. Решетчатая связь

Для квадратной решетки (рис. 2) цикловой индекс группы подстановок вершин графа зависит от четного и нечетного количества вершин. При $p=(2l)^2$, $l=1,2,\dots$, где $2l$ - число вершин графа в стороне квадрата, цикловой индекс равен:

$$Z(D_4^p) = \frac{1}{2} Z(C_4^p) + \frac{1}{4} (x_2^{p/2} + x_1^{\sqrt{p}} x_2^{\sqrt{p}(\sqrt{p}-1)}). \quad (2)$$

При $p = (2l+1)^2$, $l = 1, 2, \dots$, где $2l+1$ - число вершин в стороне квадрата, цикловой индекс решетки равен:

$$Z(D_4^p) = \frac{1}{2} Z(C_4^p) + \frac{1}{2} x_1^{\sqrt{p}} x_2^{\sqrt{p}(\sqrt{p}-1)/2}, \quad (3)$$

3. Радиальная связь в ТРК. Представим радиальную структуру в виде графа (рис. 3). Известно, что для корневого дерева [3] $\Gamma(G)=E_1+S_{p-1}$. Если в вершине дерева находится, например, база снабжения (склад) ТРК, то корневую вершину можно считать фиктивной, и допускаются подстановки только висячих вершин, поэтому $\Gamma(G)=S_p$.

4. Полносвязная структура ТРК. В такой структуре каждый модуль ТРК связан со всеми остальными. Так как граф является полным, то его группа $\Gamma(G)=S_p$.

5. Древоидная связь в ТРК. Граф G представляет собой дерево (рис. 4).

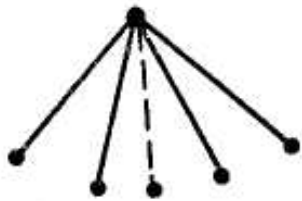


Рис. 3. Радиальная связь

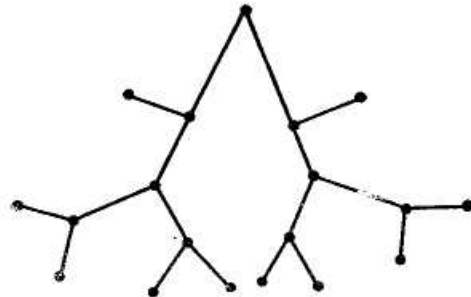


Рис. 4. Древоидная связь

Для изоморфных ветвей в графе G необходимо воспользоваться композицией групп. Для примера на рис. 4 получим:

$$\Gamma(G) = E_1 + S_2[E_3 + S_2[E_1 + S_2]]. \quad (4)$$

6. Кольцевая и радиально-кольцевая связи в ТРК. Для кольцевой связи группа графа диэдральная: $\Gamma(G)=D_p$. Для радиально-кольцевой ТРК к каждой центральной системе подсоединены вспомогательные модули (рис. 5). Группа графа G образуется путем использования диэдральной группы D_p и композиций групп $\Gamma(G) = D_p[S_1 + S_{p''}]$, где p' - число основных (региональных) систем (в кольце); p'' - число вспомогательных (районных) подсистем.

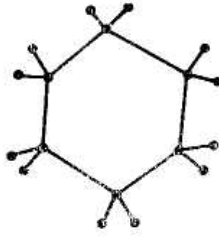


Рис. 5. Радиально-кольцевая связь

Используя формульные представления структуры графа G и учитывая тип топологии ТРК с их цикловыми индексами, можно подсчитать число всевозможных вариантов структур ТРК по следующим зависимостям из теории перечисления [2]:

$$K_1 = Z(\Gamma(G); \frac{\partial}{\partial z_1}, \frac{\partial}{\partial z_2}, \dots) Z(H; 1 + z_1, 1 + 2z_2, \dots), \quad (5)$$

при условии $z_1 = z_2 = \dots = 0, l > p$;

$$K_2 = Z(\Gamma(G); \frac{\partial}{\partial z_1}, \frac{\partial}{\partial z_2}, \dots) Z(H; z_1, 2z_2, \dots), \quad (6)$$

при условии $z_1 = z_2 = \dots = 0, l = p$. Здесь $\Gamma(G)$ - группа подстановок вершин графа рассматриваемой топологии ТРК; H - группа подстановок исходного множества технологических узлов, используемых для построения ТРК; l - общее число технологических узлов.

Рассмотрим пример реинжиниринга телекоммуникационной компании. Пусть топология ТРК относится к радиально-кольцевой (рис. 5).

Основные системы (узлы регионов) соединены в кольцо, а вспомогательные (районные) связаны с основными с помощью радиальной связи. Рассмотрим случай четырех регионов (Донецк, Харьков, Днепропетровск, Запорожье). Для иллюстрации метода, пусть в каждом регионе имеется по две районных системы. Реинжиниринг ТРК осуществляется на уровне модернизации основных и районных узлов. Для районных узлов принята стратегия одновременной модернизации всех узлов, присоединенных к основному узлу. Для кольцевой системы, включающей четыре основных узла ТРК: $\Gamma(G_k) = D_4$.

Используя выражение (5) получим $K_k = 6$. На рис. 6 представлены все варианты кольцевой системы для основных узлов ТРК. Где «черный» узел означает проведение модернизации, «белый» - отсутствие изменений.

Для каждого из полученных вариантов был проведен структурный анализ районных подсистем. Для группы графа радиально-кольцевой ТРК:

$$\Gamma(G) = D_{p_1}[S_1 + S_{p_2}] = D_4 [S_1 + S_2],$$

где $p_1 = 4, p_2 = 2$.

На рис. 7 представлены варианты реинжиниринга радиально-кольцевой ТРК для второго варианта кольцевой структуры (рис. 6), для которого $K_2 = 6$ (получено с использованием выражения 5). Общее количество вариантов реинжиниринга ТРК:

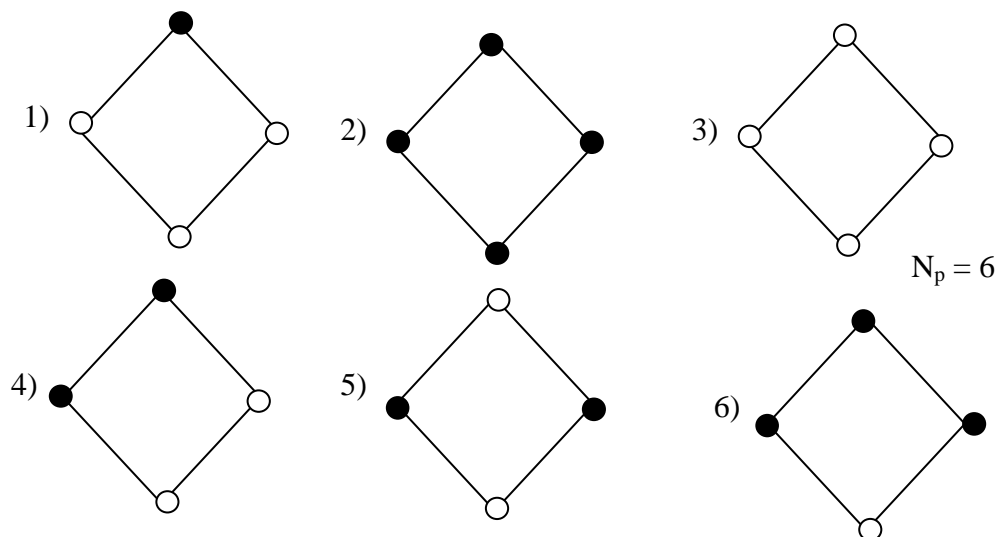


Рис. 6. Множество вариантов кольцевой системы

$$N = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 = 13 + 6 + 6 + 10 + 8 + 13 = 56.$$

Предложенный метод позволяет пересчитать все варианты модернизируемой ТРК, которые в дальнейшем необходимо исследовать и оценить с учетом заданных критериев и ограничений реинжиниринга.

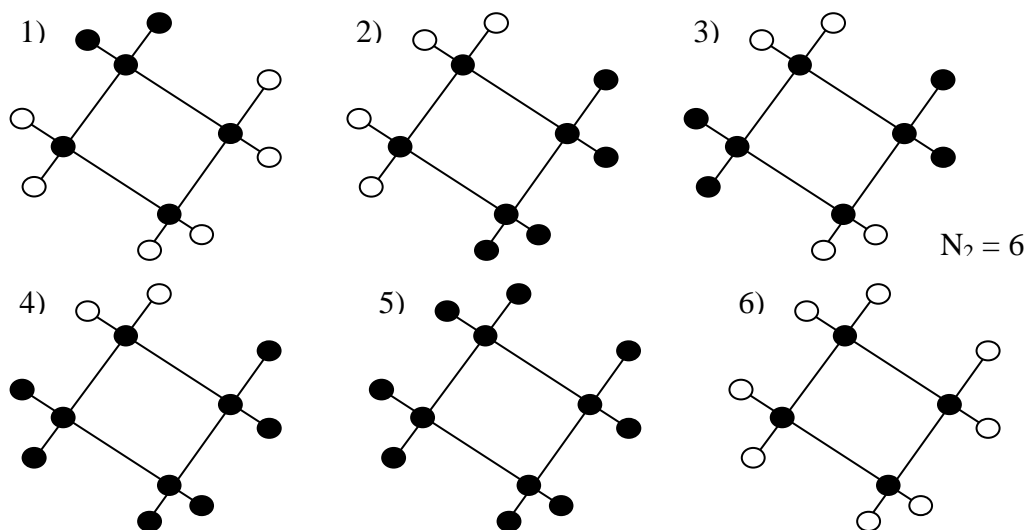


Рис. 7. Множество вариантов радиально-кольцевой ТРК

Список литературы

1. Петров Э.Г., Чайников С.И., Овезгельдыев А.О. Методология структурного системного анализа и проектирования крупномасштабных ИУС. – Харьков: Рубикон, 1997. – 140с.
2. Прикладная комбинаторная математика / Под ред. Э. Беккенбаха. – М.: Мир, 1988. – 360с.