

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ НАЧАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ТОПОЛОГИЙ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ СИНТЕЗА ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Ю.Ф. Кучеренко, Е.В. Шубин

(Объединенный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил)

В данной работе предложен проблемно-ориентированный стохастический метод формирования начальной популяции топологий сетей передачи данных для применения в генетическом алгоритме, в котором каналы связи между центрами коммутации вводятся с вероятностями, при которых обеспечивается минимум математического ожидания общей протяженности всех каналов связи, при ограничении на ожидаемое количество каналов связи инцидентных каждому центру коммутации.

генетический алгоритм, сеть передачи данных, топологическая структура

Постановка проблемы. В настоящее время для решения сложных задач оптимизации, когда невозможно, зафиксировать свойства функциональной зависимости выходных параметров от входных величин, а привести аналитическое описание такой зависимости еще сложнее, применяют генетический алгоритм (ГА). К такому классу задач относится и задача синтеза топологии сети передачи данных (СПД) по критерию минимальной стоимости.

Время поиска решения генетического алгоритма, а также точность этого решения в значительной степени зависят от способа формирования начальной популяции. В связи с этим, задача создания эффективных методов формирования начальной популяции решений, носит актуальный характер.

Анализ последних исследований и публикаций. Существуют две проблемы, касающиеся популяции в генетическом алгоритме, это размер популяции и процедура формирования начальной популяции [1, 2].

Согласно теории строительных блоков [1], для успешной работы ГА популяция должна содержать достаточное количество строительных блоков. Следовательно, метод инициализации начальной популяции должен обеспечивать формирование популяции с достаточным количеством строительных блоков.

Существующие методы формирования начальной популяции могут быть разделены на две основные разновидности: эвристические и слу-

чайные [2, 3]. При случайном способе – гены хромосомы (разряды строки) принимают значения из заданного алфавита случайным образом. В эвристических методах хромосомы формируются при помощи эвристик, которые используют имеющуюся априорную информацию о характере решаемой задачи

Цель статьи. Целью статьи является разработка стохастического метода синтеза субоптимальных топологий СПД по критерию минимальной протяженности каналов связи между центрами коммутации.

Метод синтеза начальной топологической структуры СПД. Идея предлагаемого метода состоит в том, что каналы связи между ЦК должны вводиться с заданной вероятностью $p_{i,j}$, значение которой определяет расстояние между данными парами ЦК. Если принять зависимость $p_{i,j}$ от расстояния линейной, тогда

$$p_{i,j} = 1 - \frac{l_{i,j}}{\max(L)},$$

где $L = \left\| \|l_{i,j}\|_{i,j=1\dots N} \right\|$ – матрица расстояний между всеми парами ЦК.

В таком случае математическое ожидание количества каналов связи $\mu_{\text{КС}}$ в синтезируемой первоначальной топологии СПД будет определяться выражением

$$\mu_{\text{КС}} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N p_{i,j}.$$

Для того, чтобы обеспечить возможность управления ожидаемым количеством КС, в синтезируемой топологии введен коэффициент k_{μ} ,

$$\mu_{\text{КС}} = k_{\mu} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N p_{i,j};$$

$$k_{\mu} = \frac{\mu_{\text{КС}}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N p_{i,j}}.$$

В таком случае вероятность введения КС, для заданной пары ЦК, при установленном значении ожидаемого количества КС в сети $\mu_{\text{КС}}$, будет определяться выражением

$$p_{i,j} = \frac{\mu_{\text{КС}}}{\sum_{l=1}^N \sum_{m=1}^N \left(1 - \frac{l_{l,m}}{\max(L)} \right)} \cdot \left(1 - \frac{l_{i,j}}{\max(L)} \right). \quad (1).$$

На рис. 1 приведена зависимость вероятности введения каналов связи $p_{i,j}$ между всеми парами ЦК от расстояния между ними, согласно выражению (1).

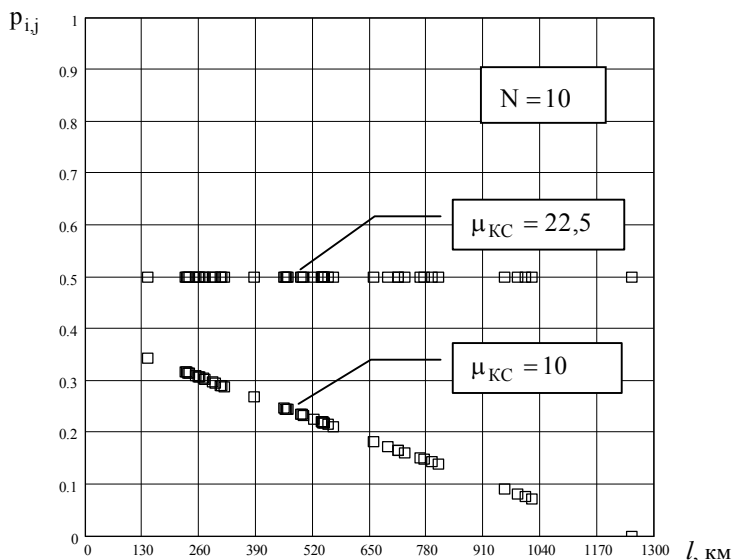


Рис. 1. Вероятности введения каналов связи между ЦК

В ходе экспериментов был выявлен один существенный недостаток данного метода – невозможность в некоторых случаях синтезировать топологии, отвечающие заданному коэффициенту связности. Данный недостаток обусловлен тем, что при определении вероятностей $p_{i,j}$ отсутствует механизм позволяющий учесть распределение каналов связи по центрам коммутации. Следствием чего является то, что для ЦК находящихся на большом удалении от основной группы центров коммутации, вероятность введения инцидентных им каналов связи очень низкая.

Для преодоления данного недостатка необходимо предусмотреть механизм гарантирующий с определенной вероятностью наличие заданного числа каналов связи для каждого центра коммутации, при этом ожидаемая суммарная длина каналов связи сети должна быть минимальной.

Формально данные требования задаются следующим образом:

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N l_{i,j} p_{i,j},$$

при двухстороннем ограничении на вероятность введения канала связи

$$p_{\min} \leq p_{i,j} \leq p_{\max}, \quad i, j = \overline{1, N}, i \neq j,$$

P_{\min} , P_{\max} – минимально и максимально допустимые вероятности введения канала связи, а также ограничения на ожидаемое количество введенных каналов связи для каждого центра коммутации k_i

$$\sum_{j=1, i \neq j}^N p_{i,j} \geq k_i, \quad i = \overline{1, N}.$$

Данная задача является классической задачей линейного программирования и может быть решена применением симплекс-метода.

На рис. 2 приведены значения вероятностей введения каналов связи $p_{i,j}$ между всеми парами центров коммутации, полученные применением симплекс метода к поставленной задаче, а также расстояния между ними.

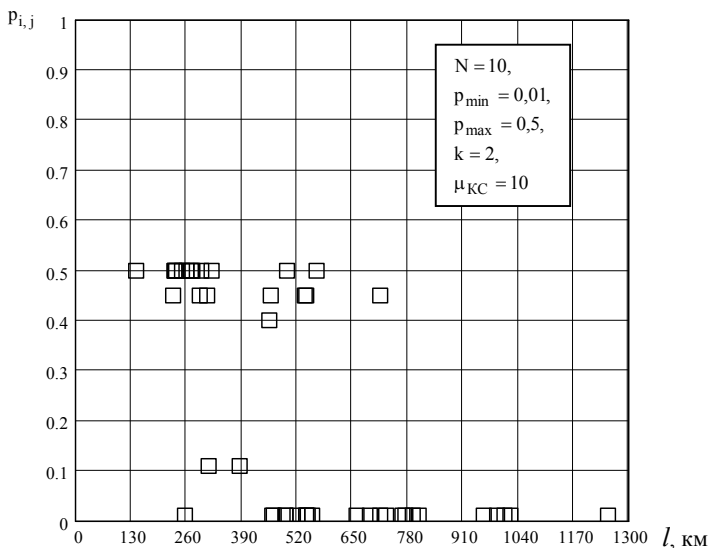


Рис. 2. Вероятности введения каналов связи, полученные симплекс-методом

Выводы. Проведенные эксперименты показали преимущество предлагаемого метода определения вероятностей введения каналов связи, при формировании топологий начальной популяции, по сравнению с другими (рис. 3). Математическое ожидание стоимости топологии, при размере популяции равном 45, полученное данным методом, меньше математического ожидания стоимостей топологий полученных другими методами при размерах популяции 90 и 135. Данное обстоятельство позволяет сделать вывод, что расчет вероятностей введения каналов связи

симплекс методом позволяет значительно повысить эффективность работы генетического алгоритма и получить лучшие решения при относительно небольших размерах популяции.

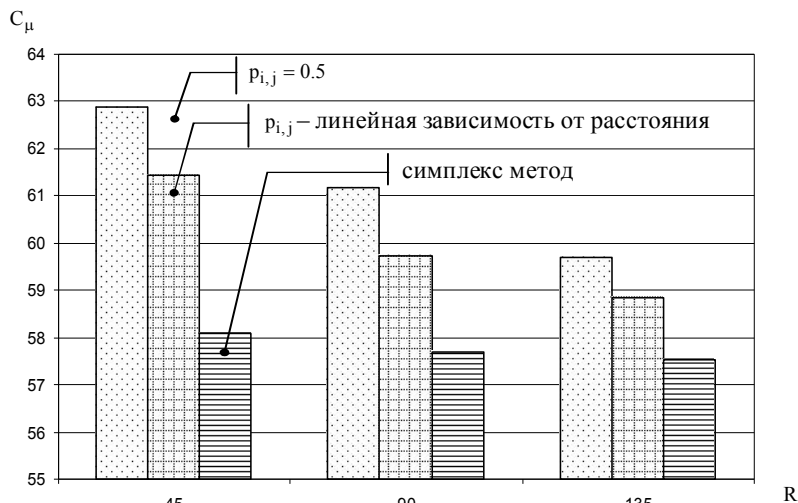


Рис. 3. Зависимость математического ожидания стоимости топологий от размера популяции

Перспективным направлением дальнейшего развития данного метода, является замена, постоянных ограничений на минимально и максимально допустимые вероятности введения каналов связи, на функционально зависимые от расстояния между парами центров коммутации, что должно повысит эффективность работы генетического алгоритма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Goldberg D.E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley Pub. ISBN: 0201157675, 1989.
2. Hue X. *Genetic Algorithms for Optimization: Background and Applications*. Edinburgh Parallel Computing Centre, Univ. Edinburgh, Scotland, Ver 1.0. 1997.
3. Raymond R. Hill. *A monte carlo study of genetic algorithm initial population generation methods// Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference*. – Phoenix (USA). – 1999. – P. 543 – 547.

Поступила 17.01.2005

Рецензент: доктор технических наук, профессор Ю.И. Лосев,
Харьковский университет Воздушных Сил.