

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ НА ГРАФАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

О.А.Старосоцкая, Ю.В.Ладыженский

Донецкий национальный технический университет

Разработана система, покрывающая широкий класс задач оптимизации на графах. В основе решения лежат теоретические основы генетических алгоритмов. Вычисления осуществляются с заданными пользователем параметрами. Ход решения визуализируется с определенной пользователем частотой.

Введение. Графы являются удобным инструментом для наглядного представления различных объектов и процессов. Их применение способствует простоте визуализации задач различной сложности и доступности для широкого понимания методов их решения. Поэтому задачи оптимизации на графах и поиск эффективных методов их решения представляют особый интерес.

Граф задается множеством вершин и множеством ребер, соединяющих некоторые пары вершин. Для решения задач графы могут быть представлены матричным способом, с помощью списка, графическим способом.

Задачи оптимизации на графах относят к классу NP-полных задач, поэтому классические методы их решения не всегда дают желаемый результат. Для их решения предлагается использовать генетические алгоритмы, которые представляют собой адаптивный поиск, основанный на селекции лучших элементов в популяции, подобно эволюции Ч.Дарвина.

Оптимизационные задачи и генетические алгоритмы. Генетические алгоритмы работают с набором некоторой закодированной информации – популяцией. Каждый элемент популяции представляет собой хромосому, а часть хромосомы - ген.

Для каждой задачи заранее задан вид хромосомы, способ кодирования. Для задачи о коммивояжере могут использоваться 2 вида кодировки: матричный и в виде списка последовательности посещаемых вершин. Для кодирования решений задачи о раскраске также используется битовая строка, сообщающая о смежности вершин. Кодирование в задаче определения планарности может основываться на матрице линейно независимых циклов.

Оптимизация производится на основе целевой функции, путем последовательного применения различных генетических операторов (селекции, кроссовера, мутации), как классических, так и модифицированных. Особый интерес представляет «жадный» оператор кроссинговера: он позволяет создавать новые решения на основе частичного выбора на каждом шаге преобразования локально оптимального значения.

Целевая функция для задачи о коммивояжере имеет вид:

$$F(\varphi) = \{R(\varphi(1), \varphi(n)) + \sum_i \{R(\varphi(i), \varphi(i+1))\} \}, \quad (1)$$

где R_{ij} – стоимость переезда из i -ой вершины в j -ую.

В задаче определения планарности оптимизация производится на основе аддитивной функции двух переменных:

$$f(H) = (\delta(m); L_0), \quad (2)$$

где L_0 - длина незначущей части хромосомы, $\delta(m)$ - функция пригодности.

Организация программной системы. Эти сведения легли в основу разработки программного комплекса, позволяющего решать задачи оптимизации на графах различной сложности с помощью генетических алгоритмов. Целью разработки является предоставление вычислительных преимуществ генетических алгоритмов, которые более эффективны по сравнению с другими методами решения подобных задач. Система не только показывает результат решения, но и предоставляет возможность частичной или полной визуализации хода решения.

Функциями системы предусмотрено изменение различных параметров решения задачи. Существует возможность указания вероятностей применения различных генетических операторов: селекции, кроссинговера, мутации. Для некоторых задач возможен выбор конкретных операторов из списка предложенных, например, в качестве основного оператора селекции используется селекция на основе рулетки, которая может быть изменена пользователем на элитную или турнирную. Размер популяции и количество поколений могут определяться пользователем или ограничениями решаемой задачи. Пользователь может задавать исходный граф всеми описанными способами.

Система позволяет загружать графы из файла и сохранять их. Файлы графов имеют расширение *.grf. Файлы *.opt содержат трассировку хода и результаты решения задач оптимизации.

Для достижения лучших результатов при решении используются специфичные для данной предметной области генетические операторы. В задаче о коммивояжере используется «жадный» оператор кроссинговера, а планарность определяется при помощи двухточечного суммирующего оператора кроссинговера.

Применение того или иного генетического оператора определяется вероятностным методом. Вероятности задаются системой или пользователем.

При решении задач используются основные математические формулы и теоремы. Например, планарность определяется на основе критерия Мак-Лейна, согласно которому для планарного графа в матрице линейно независимых циклов можно выделить подматрицу размерностью $m-n+2$ на m , где m - число ребер, а n – вершин, в столбцах которой содержится строго две единицы.

Структура системы представляет собой совокупность взаимодействующих модулей и обусловлена логикой постановки задачи и требованиями удобного и наглядного представления (рис. 1).

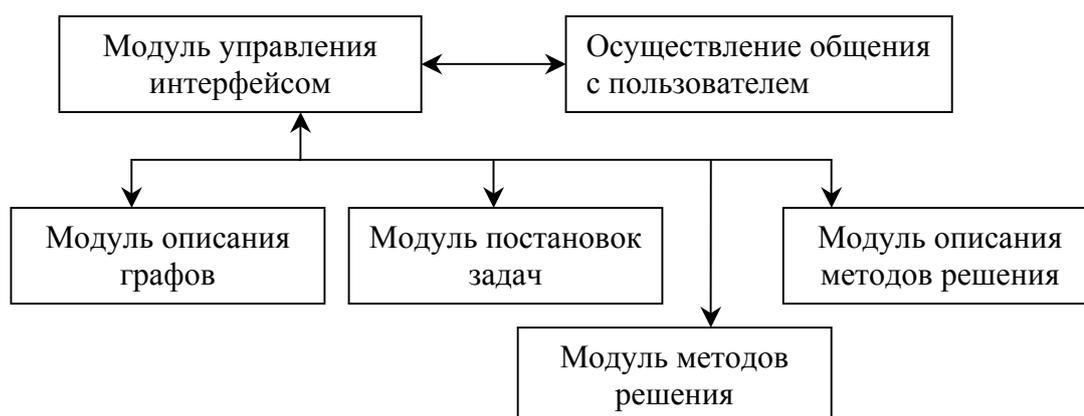


Рис. 1-Взаимодействие модулей системы

Пользовательский интерфейс представлен на рисунке 2.

Меню содержит как совсем привычные пункты меню (Файл, Помощь, Опции), так и специфичные для данного программного продукта. Для удобства работы используются следующие панели:

- списка созданных и загруженных графов;
- информации о текущем графе;
- панель параметров решаемой задачи.

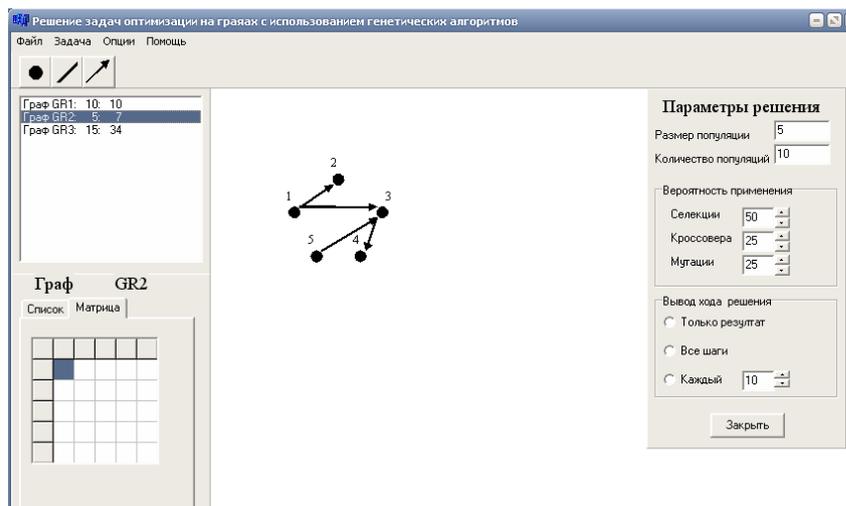


Рис. 2 – Пользовательский интерфейс приложения

Выводы. Разрабатываемая программная система позволяет решать задачи оптимизации на графах с использованием генетических алгоритмов. С ее помощью можно найти оптимальные решения для задачи о коммивояжере, определения планарности, раскраски графов.

К достоинствам разработанного продукта относятся:

- возможность визуализации хода решения;
- задание пользователем параметров решения;
- различные способы задания графов;
- возможность создания библиотеки графов;
- использование актуальных и перспективных генетических методов для решения задач;
- возможность расширения библиотеки методов решения;

Литература:

1. Гладков Л.А., Курейчик В.М., Курейчик В.В. Генетические алгоритмы.- М:Физмалит,2006.
2. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М:Мир,1978.

Получено 01.06.07