

УДК 681.32

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБХОДА ЗАДАНЫХ ДЕФЕКТНЫХ УЧАСТКОВ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Киселева Е.А. Скобцов Ю.А.

Донецкий национальный технический университет

Решение проблемы обхода заданных дефектных участков железной дороги с помощью генетических алгоритмов. Анализ существующих проблем диагностики дефектных рельсов, их взаимосвязь с общим процессом диагностирования и решение с помощью генетических алгоритмов.

Введение

В современных условиях развития железнодорожного транспорта одной из важных задач является уменьшение эксплуатационных расходов при безусловном обеспечении безопасности движения. В путевом хозяйстве особое внимание уделяется текущему содержанию пути и непосредственно неразрушающему контролю рельсов и стрелочных переводов, которые периодически проверяются дефектоскопными средствами (мобильными и съёмными).

В настоящее время работу съёмных дефектоскопных средств и маршрут контроля рельсов и стрелочных переводов составляется специалистами в дистанции пути, поэтому влияние человеческого фактора очень велико и не всегда составленный маршрут является оптимальным. С целью эффективного использования рабочего времени существует необходимость внедрения автоматизированной системы составления маршрута обхода заданных дефектных участков или пунктов.

Исследования

Объектом исследования для решения данной задачи являются железнодорожные станции, а также кратчайший путь соединяющий их. Нахождение оптимального маршрута будет осуществляться с помощью генетических алгоритмов с использованием карты Донецкой железной дороги.

В первую очередь для построения кратчайшего маршрута обхода заданных дефектных участков нам необходимо определить какие отрезки пути необходимо включить в данный маршрут, а какие на данный момент не требуют срочного дефектоскопирования. Эту информацию можно получить из периодичности проверки железнодорожного пути. Периодичность для каждого участка может существенно отличаться, т.к. зависит от многих факторов. В частности, при составлении периодичности, учитываются следующие показатели:

- информация о выходе острodefектных рельсов за определенный статистический промежуток времени;
- грузонапряженность контролируемого участка железной дороги по итогам за истекший год;
- суммарный пропущенный тоннаж по рельсам;
- скорость движения поездов на участке;
- наличие поверхностных дефектов и повреждений в эксплуатируемом пути;
- состояние пути по результатам путевых измерений - оценке ряда динамических параметров пути, таких как ширина колеи, уровень нитей пути, нелинейные ускорение за счет изменения устойчивости пути;
- тип рельса.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что в разные дни маршрут обхода дефектных отрезков пути может существенно отличаться, поэтому необходимо учитывать при составлении только те участки, которые требуют диагностирования.

Возможен также вариант, когда по проложенному маршруту лежит участок, который необходимо диагностировать позже, тогда при следующем диагностировании необходимо учесть, что он был уже осмотрен ранее и повторная проверка ему не нужна.

Постановка задачи

Проблема обхода заданных дефектных участков железной дороги может быть решена с помощью задачи коммивояжера.

Постановка задачи текущего исследования отличается от классической тем, что поиск маршрута выполняется не по всем рельсам с одинаковым приоритетом. При обходе железнодорожного пути между двумя населенными пунктами следующий обход необходим лишь спустя определенный промежуток времени, причем для разных участков этот промежуток может варьироваться от 12 дней до 70 дней. Соответственно рельсы, которые не требуют обхода, имеют более низкий приоритет и, по возможности, не должны участвовать в поиске пути.

Алгоритм решения

Решение строится на основании простого генетического алгоритма, блок-схема которого выглядит следующим образом (рис. 1).

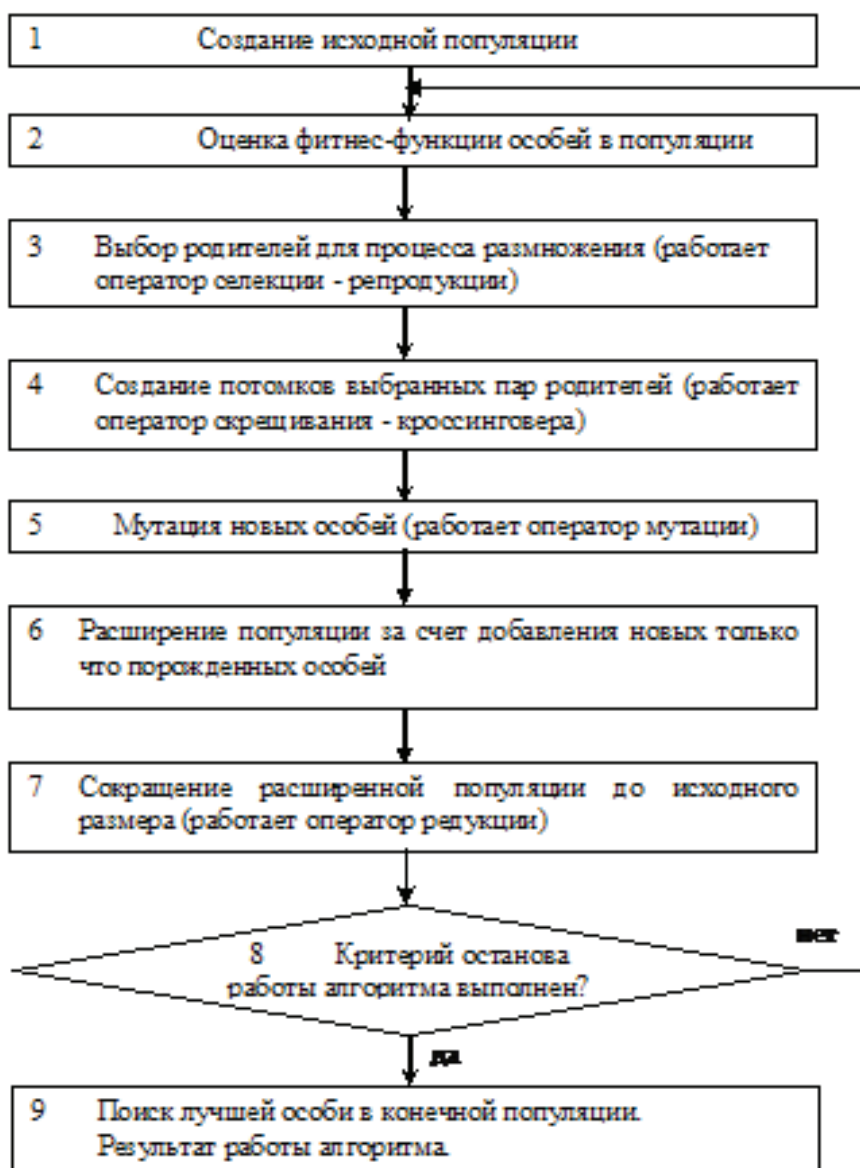


Рисунок 1. Простой генетический алгоритм

Два наиболее сложных вопроса, с использованием генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера является вопрос кодирования тура и алгоритм кроссовера, который используется, чтобы объединить два тура родителей, для получения потомков тура. В данном исследовании эти вопросы решены с помощью классического метода решения задачи коммивояжера, в отличие от фитнес-функции, которая претерпела значительные изменения.

Фитнес-функция

Расчет фитнес-функции осуществляется по двум параметрам. Для расчета первого параметра используется формула (1):

$$\text{Фитнес-функция} = \frac{\text{Количество_найденных_путей}}{\text{Количество_проложенных_найденных_путей}} \quad (1)$$

Согласно этому критерию, алгоритм будет стремиться к значению фитнес-функции равному 1, так как чем больше значение фитнес-функции, тем большая вероятность, что потомок попадет в следующий тур.

Трактовка формулы (1) с точки зрения решаемой задачи такова, что фитнес-функция будет стремиться проложить не просто кратчайший путь, а кратчайший путь по существующим рельсам железной дороги.

Если такое решение найдено и существует несколько маршрутов с первоначальной фитнес-функцией равной 1, то используется второй критерий отбора – фитнес-функция по длине маршрута, которая рассчитывается по формуле (2):

$$\text{Фитнес-функция2} = S_{1-2} + S_{2-3} + \dots + S_{(n-1)-n}, \quad (2)$$

где $S_{(n-1)-n}$ – расстояние между $n-1$ городом и n городом.

Чем меньше значение фитнес-функции, тем больше вероятность, что этот тур из городов попадет в следующую итерацию.

Критерий останова

Наилучшим критерием останова в данном алгоритме является 100% совпадения рельс найденного пути с существующими рельсами и при этом полученный маршрут будет кратчайшим. Худшим критерием останова является заданное пользователем значение количества итераций, т.е. алгоритм будет выполняться до тех пор, пока не будет выполнено заданное количество итераций. Быстродействие системы в значительной степени зависит от начальной популяции, поэтому алгоритм следует выполнять несколько раз, генерируя различные начальные наборы данных.

Например, для количества станций – 21 и связей между ними – 26 быстродействие системы можно проследить в таблице 1.

Таблица 1. Исследование работы алгоритма

№ опыта	Время выполнения, сек	Количество итераций	Проложенный путь, %
1	82	61382	100
2	263	115074	100
3	28	26738	100
4	80	61382	100
5	272	108743	100

Выводы

В целом можно сделать вывод, что проблема обхода заданных дефектных участков железной дороги была решена, но ее решение не целесообразно использовать для переносных дефектоскопов, которыми оперируют операторы дефектоскопных тележек, намного лучше использовать найденный

маршрут для вагонов дефектоскопов. Внедрение решенной задачи коммивояжера целесообразно использовать для малого количества железнодорожных станций и только для тех, которые имеют прямую связь друг с другом. Для большого количества железнодорожных станций решение не было найдено, но составляло хороший процент.

Решение данной задачи с использованием предложенного алгоритма для большого числа городов с небольшим числом железных дорог между ними требует значительного времени при выполнении на обычных компьютерах. Для решения в заданных условиях необходима высокопроизводительная компьютерная техника либо распараллеливание генетического алгоритма коммивояжера.

Литература

- [1] Лысюк В. С., Бугаенко В. М. Повреждения рельсов и их диагностика. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.
- [2] Марков А.А. Зарубежные системы контроля. – Журнал «Путь и путевое хозяйство» (№9-2010).
- [3] Обобщенная задача коммивояжера для определения рациональных маршрутов поставки. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ecoference.ru>
- [4] Марков А.А., Шпагин Д.А. Регистрация и анализ сигналов ультразвукового контроля рельсов. – Спб.: 2003.