

УДК 004.8:519.168

А.А. Фефелов

Херсонский государственный технический университет, Украина

Использование генетических алгоритмов в управлении ресурсами при эвакуации объектов во время катастрофического затопления

В работе приводится описание задачи составления и оптимизации календарного плана действий по эвакуации объектов из зон катастрофического затопления, вызванного авариями на гидроузлах рек. Для решения задачи предлагается использовать генетический алгоритм. Учитывается динамика рассматриваемой ситуации, что находит свое отражение в изменении структуры генетического алгоритма.

Введение

Катастрофическое затопление местности относится к чрезвычайным ситуациям (ЧС) техногенного характера и вызывается разрушением гидроузлов с последующим подтоплением территорий, находящихся ниже по течению рек. Прорыв плотин и размывание дамб вызывают появление водяного вала, который становится причиной резкого подъема уровня воды в реке, что, в свою очередь, может причинить серьезный экономический урон и вызвать человеческие жертвы. При возникновении данной ЧС первоочередной задачей является своевременная эвакуация населения, животных и материальных ценностей из зон затопления. В этом случае действия аварийно-спасательных бригад, участвующих в процессе эвакуации, должны быть наиболее слаженными и скоординированными [1], так как от момента поступления сообщения о прорыве плотины до момента начала подъема уровня воды обычно проходит всего несколько часов. Процесс эвакуации можно представить как реализацию календарного плана действий по перевозке населения, животных и материальных ценностей из зон эвакуации в точки размещения. Вследствие ограниченности плана по времени реализации и затратам материальных ресурсов возникает задача его оптимизации. Эта задача, как и большинство задач календарного планирования, относится к классу NP-полных [2], и поэтому для ее решения в данной работе используется генетический алгоритм [3].

Постановка задачи

Будем считать заданными следующие параметры:

- 1) N – общее число объектов, участвующих в процессе эвакуации;

2) K – количество объектов, на которых необходимо провести эвакуацию (объекты, попадающие в зону затопления).

В качестве эвакуируемых объектов (ЭО) могут выступать предприятия, организации, детские дошкольные учреждения, школы, больницы и т.д. Эвакуации подлежат различные группы людей, находящиеся на этих объектах (персонал, больные, дети и т.д.), животные, материальные ценности. На формальном языке можно сказать, что на ЭО находятся различные типы грузов, для эвакуации которых могут потребоваться специально оборудованные виды транспорта. Кроме того, эвакуация на таких объектах, как правило, происходит поэтапно, т.е. на каждом ЭО существует свой собственный календарный план действий. Таким образом, параметры ЭО можно определить при помощи следующей таблицы:

Таблица 1

Тип груза Этапы	1	2	...	M
1	t_{11}/x_{11}	t_{21}/x_{21}	...	t_{m1}/x_{m1}
2	t_{12}/x_{12}	t_{22}/x_{22}	...	t_{m2}/x_{m2}
...
n	t_{1n}/x_{1n}	t_{2n}/x_{2n}	...	t_{mn}/x_{mn}

где t_{ij} – время формирования партии груза, готового к эвакуации (обычно отсчет времени ведется от момента поступления сигнала тревоги); x_{ij} – размер партии груза;

3) M – количество пунктов размещения. Пункты размещения (ПР) – места временного пребывания эвакуантов, животных или материальных ценностей, где необходимо обеспечить достаточный уровень обслуживания, поддержания жизнедеятельности или сохранности размещаемых объектов. Таким образом, каждый ПР обладает следующими свойствами:

Таблица 2

Тип груза	1	2	...	m
	$a_{11} \dots a_{1n}/y_1$	$a_{21} \dots a_{2n}/y_2$...	$a_{m1} \dots a_{mn}/y_m$

где $a_{i1} \dots a_{in}$ – количество материальных резервов определенного типа для обслуживания груза, находящегося в ПР на данный момент времени;

y_i – вместимость ПР по каждому типу груза;

4) V – количество пунктов дислокации транспортных средств. Пункты дислокации (ПД) определяют начальное местоположение транспортных единиц, участвующих в процессе эвакуации. Транспортные средства предоставляются предприятиями и организациями после заключения с ними специальных юридических соглашений на случай возникновения чрезвычайных ситуаций. В общем случае на каждом ПД может находиться несколько транспортных единиц, приспособленных для перевозки грузов различного типа. Обозначим V_i – количество транспортных единиц на i -том ПД;

5) Транспортная единица (ТЕ) – транспортное средство, перевозящее груз. Для всех ТЕ известны:

- а) список типов грузов, перевозимых этой ТЕ;
- б) средняя скорость передвижения;
- в) вместимость;
- г) длина пробега без заправки;

6) L – количество источников материального обеспечения. Источники материального обеспечения (ИМО) – это склады медикаментов, склады продуктов, бензоколонки и т.д., необходимые для поддержания жизнедеятельности и работоспособности всех объектов, участвующих в процессе эвакуации, а также жизнеобеспечения и сохранения размещаемого эвакуонаселения, животных, материальных ценностей.

Необходимо в первую очередь использовать ИМО, попадающие в зону затопления!

Для всех ИМО известны:

- а) тип ИМО;
- б) запас ИМО;

7) D – расстояния между объектами, участвующими в процессе эвакуации. Расстояния зависят от маршрутов передвижения, выбираемых серверами. Необходимо учесть, что при эвакуации часть населения будет передвигаться по дорогам пешими колоннами. Во избежание пробок и заторов необходимо выбирать наиболее оптимальные маршруты передвижения транспортных единиц.

Целью решения задачи является:

- 1) минимизация общего времени эвакуации

$$T = f_1(P) \rightarrow \min ; \quad (1)$$

- 2) минимизация затрат материальных ресурсов;

$$r = f_2(P) \rightarrow \min , \quad (2)$$

где P – параметр, определяющий структуру календарного плана действий.

При решении задачи необходимо учесть динамику рассматриваемой ситуации. В процессе эвакуации могут произойти различные события, например, выход из строя части транспортных единиц, затопление части ИМО и т.д. Все эти изменения необходимо включать в план, осуществляя его постоянную корректировку.

Решение задачи динамического планирования

Генетический алгоритм (ГА) [4], использованный для решения поставленной задачи, имеет следующие особенности. Выработка оптимального плана в динамических условиях подразумевает введение в целевую функцию дополнительного параметра t (время). Это означает, что целевая функция будет изменяться с течением времени. Задачей ГА является не только нахождение оптимального решения в пространстве возможных решений, но и поддержание этого оптимума в течение всего процесса моделирования. Учитывая это, формулы (1) и (2) можно переписать в следующем виде:

$$T = f_1(P, t) \rightarrow \min ; \quad (3)$$

$$r = f_2(P, t) \rightarrow \min . \tag{4}$$

Для пояснения параметра P введем следующее определение. Рейсом транспортной единицы назовем целевое действие, направленное на перемещение определенного количества груза из точки эвакуации в точку размещения, включающее в себя доставку самой транспортной единицы в точку эвакуации. Типичным примером рейса может служить последовательность: *гараж – эвакуируемый объект (школа) – размещение (общежитие)* (рис. 1). Служебный рейс – действие, направленное на перемещение транспортной единицы в точку обслуживания (бензоколонка, ремонтная мастерская и т.д.).

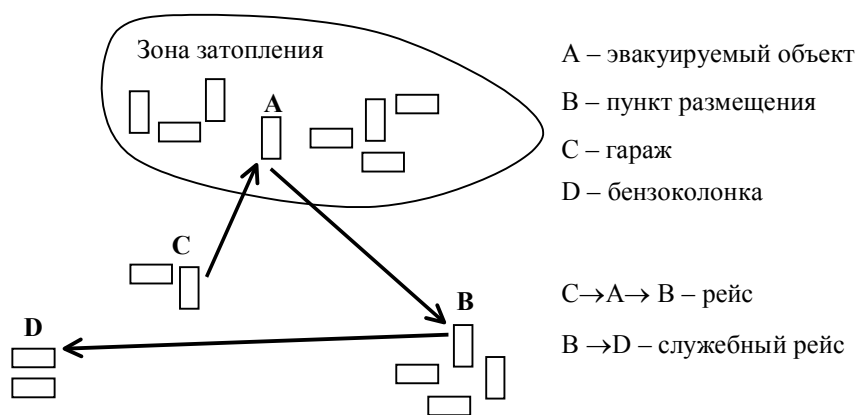


Рис. 1

Последовательность рейсов составляет график работы транспортной единицы. Совокупность графиков работы всех транспортных единиц составляет календарный план процесса эвакуации – P. В табличной форме строка плана выглядит следующим образом:

Таблица 3

№ транспортно-го средства	№ рейса	Время окончания рейса	№ рейса	Время окончания рейса
...
10030021	00102	20.07	01003	21.30
10130010	00134	19.30	11830	20.00
...

Индивидуум ГА кодируется в виде структуры, показанной на рис. 2.

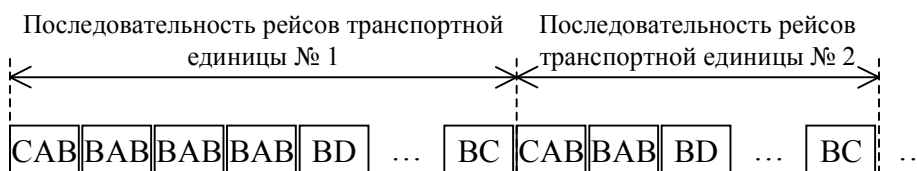


Рис. 2

Каждой транспортной единице присваивается уникальный номер, определяющий ее характеристики. Номера рейсов выбираются из базы данных типовых рейсов, разрабатываемой специально для данной местности. Время окончания рейса вычисляется, исходя из матрицы расстояний D между объектами, средней скорости передвижения транспортной единицы, выбранного маршрута, а также времени задержки на эвакуируемом объекте при посадке (погрузке) или неготовности груза к эвакуации. Обе целевые характеристики (T, r) можно вычислить, используя календарный план P .

В процессе реализации плана может наблюдаться изменение внешней обстановки, что, несомненно, скажется на ходе эвакуации. В этом случае оптимумы целевых функций будут смещаться в пространстве решений, вызывая изменения в структуре оптимального плана. ГА, разработанный для решения данной задачи, способен отслеживать подобные изменения и держать популяцию около оптимума на протяжении всего времени работы.

Заключение

Разработанная система позволяет создавать и оптимизировать календарный план действий механизированных бригад, участвующих в процессе эвакуации; работать в реальном масштабе времени, то есть адаптировать существующий план к изменениям внешней обстановки. Существенное падение производительности системы наблюдается при увеличении количества транспортных единиц и, следовательно, увеличении размера индивидуума ГА. Данный недостаток можно устранить, осуществляя распараллеливание вычислений [5] при помощи соответствующей модификации генетического алгоритма.

Литература

1. Методика подготовки к реагированию на ядерные или радиационные аварии: IAEA – TECDOC – 953/R: Международное агентство по атомной энергии 3.11.1995. – Вена, 1998. – 146 с.
2. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 416 с.
3. Фефелов А.А., Литвиненко В.И., Мельник А.Н. Использование генетических алгоритмов в задачах организации адаптивного планирования мероприятий при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Вестник ХГТУ. – 2001. – № 3 (12). – С. 283-287.
4. Скурихин А.Н. Генетические алгоритмы // Новости искусственного интеллекта. – 1995. – № 4. – С. 6-46.
5. Starkweather T., Whitley D., Mathias K. Optimization using distributed genetic algorithms // Proc. of the First International Conf. on Parallel Problem Solving from Nature. – Springer. – 1991. – P. 176-186.

The paper deals with the description of the task where the timetable problem of evacuation of objects from disastrous flooding zones caused by crashes on hydroclusters of the rivers is considered. For solution of the task it is offered to utilize genetic algorithm. It is taken into account of the dynamics of a considered situation, that discovers the reflection in modify structure of genetic algorithm.

Статья поступила в редакцию 26.07.02.