

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ВАГОНОВ СОБСТВЕННИКОВ СТРАН СНГ И БАЛТИИ НА ПОЛИГОНЕ ДОРОГИ

Запропоновано модель нечіткого потокового графу для прогнозування параметрів залізничних перевезень.

Предложена модель нечеткого потокового графа для прогнозирования параметров железнодорожных перевозок.

The model of the fuzzy graph for predicting of parameters of transit by rail freightage is offered.

Важной задачей эксплуатации вагонов является выполнение планов перевозок и обеспечение грузоотправителей вагонным парком. Рациональная организация вагонопотоков обеспечивает ускорение оборота вагонов, сокращение объема маневровой работы и снижение эксплуатационных расходов.

Для перевозок могут использоваться как вагоны инвентарного парка Укрзализныци, так и вагоны собственников стран СНГ и Балтии (иновагоны). Расходы на перевозку иновагонами зависят от ряда таких наиболее существенных факторов, как срок нахождения вагона на полигоне УЗ, станция дислокации, станции погрузки и выгрузки, состояние вагона. Именно эти факторы определяют, могут ли быть эффективно совмещены решение задачи продвижения вагона в направлении администрации-владельца и задачи перевозки груза. В итоге, в зависимости от направления перевозки, использование иновагонов может снизить расходы на перевозку грузов до 40 % по отношению к вагонам инвентарного парка.

Также на параметры вагонопотоков влияет значительное количество субъективных факторов, зависящих от принятых управленческих решений на всем множестве станций сети железных дорог Украины. При этом проведенный анализ данных наблюдений процессов выполнения железнодорожных перевозок показывает, что параметры вагонопотоков не обладают свойствами независимости наблюдений и статистической однородности. Трудности эффективной эксплуатации обусловлены как неопределенностью, так и значительным порядком решаемой задачи, который зависит от количества технических станций, количества вагонов, количества заявок на перевозку. Указанные особенности показывают необходимость автоматизации процесса принятия решений по управлению вагонопотоками.

Для системы такого рода эффективным является использование моделей нечетких величин и построение на их основе экспертной системы, база знаний которой содержит обобщенную информацию о выполнении железнодорожных перевозок.

Предлагаемый подход используется в автоматизированной системе поддержки управленческих решений по эффективному использованию иновагонов. Основными функциями системы являются:

- расчет времени движения от станции дислокации до станции погрузки;
- прогнозирование срока выхода иновагона с территории Украины в случаях использования вагона под погрузку или сдачи порожняком;
- расчет экономической эффективности от использования иновагона по данному маршруту;
- оптимальное планирование находящихся на полигоне дороги вагонов инвентарного парка и иновагонов под погрузку.

Автоматизированная система имеет возможности мониторинга дислокации иновагонов на полигоне дороги, а также отслеживания положения отправленных грузов в пределах Укрзализныци. Важной характеристикой интерфейса программы является возможность построения пользователем иерархии необходимых для мониторинга показателей.

Рассмотрим этапы решения задачи оптимального планирования грузовых перевозок.

Этап 1. Определение расстояний между станциями УЗ.

Эта информация используется для расчетов расходов на пробег вагонов в порожнем состоянии и груженом состоянии отдельно. Используются расстояния для:

- перемещения порожних вагонов под погрузку;
- перемещения груженых вагонов от станции погрузки до станции назначения;

- перемещения иновагона от станции назначения к межгосударственной стыковой станции;
- перемещения иновагона от станции дислокации к межгосударственной стыковой станции для случая, когда вагон под погрузку не используется.

Этап 2. Определение времени движения для иновагонов и времени для грузовых операций.

Для оценки временных параметров можно использовать два подхода. Первый основан на использовании нормативных величин, например среднесуточный пробег порожнего или груженого вагона, единый для дороги или УЗ в целом, среднее время простоя (сутки) под грузовой операцией. Второй подход позволяет учесть особенности конкретного фрагмента железнодорожной сети, а также учесть сложившуюся на текущий момент ситуацию, и основан на обучении модели и прогнозировании временных параметров.

Этап 3. Определение расходов на пробег одного вагона от станции дислокации пустого вагона до станции выгрузки.

Учитывается расстояние и расходные ставки на 1000 вагоно-километров порожнего и груженого пробега при электровозной или локомотивной тяге.

Этап 4. Определение расходов на использование одного иновагона. Включает расходы на пробег, плату за пользование администрации-владельцу с учетом коэффициентов прогрессивного увеличения платы. Учитывается также, что для иновагона, запланированного под погрузку, отнимаются расходы на сдачу порожняка со станции дислокации.

Этап 5. Решение задачи линейного программирования.

Анализ полных расходов показывает, что использование вместо вагонов инвентарного парка иновагонов в попутном направлении дает экономию расходов приблизительно в 2 раза, даже при превышении 15-дневного срока пребывания. Если направление использования ИВ не является попутным, расходы для ИВ не отличаются, или даже превышают расходы для инвентарного парка.

Одной из основных характеристик вагонопотоков, необходимых для расчета экономической оценки эффективности использования вагонов иностранных собственников, является ожидаемое время движения вагонов через заданную транспортную сеть. Для прогнозирования времени движения предлагается использовать модифицированные для случая использования нечетких величин аналоги ГЕРТ-систем, задающих свойства дуг графов сети.

Сетевая модель представлена потоковым графом с дугами, нагруженными нечеткими величинами. Узлам графа соответствуют железнодорожные станции. Дугам графа соответствуют временные и объемные характеристики перемещения вагонопотоков.

В рассматриваемом случае в задаче использования ГЕРТ-моделей выделяются два основных аспекта: – соответствие структурных свойств ГЕРТ-моделей потребностям описания транспортной сети; – возможности учета свойств исходных данных, характеризующих процессы движения вагонопотоков по сети. Первый аспект проблемы описания движения вагонопотоков на основе ГЕРТ-моделей связан с тем, что ГЕРТ-модели могут представлять последовательно-параллельные структуры графов, в то время когда в транспортных системах возможны структуры типа «мостиковых» схем (рис. 1). Таким образом, для построения ГЕРТ-эквивалентов транспортных потоков необходимо выполнить их преобразование в последовательно-параллельную форму, или же в OR-AND представление (рис. 2).

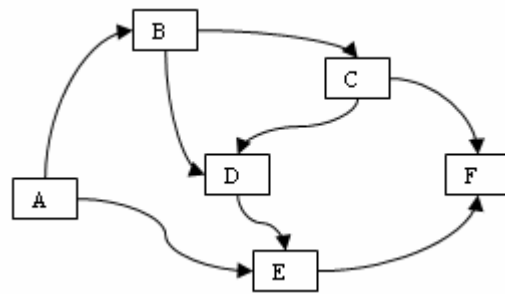


Рис. 1. Потоковый граф до преобразования

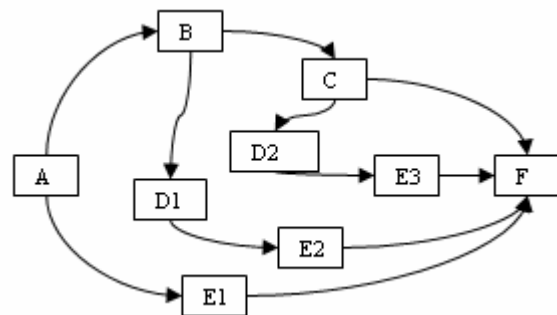


Рис. 2. Аналог потокового графа после преобразования к последовательно-параллельному виду

Второй аспект связан с тем, что в ГЕРТ-системах используются вероятностные описания процессов в системе. Для случая оценки характеристик вагонопотоков такое описание может соответствовать нормативному случаю. При учете реальной неоднородности, изменчивости характеристик вагонопотоков, связанных с по-

ездообразованием и др., статистический подход становится недостаточно адекватным процессам грузовых перевозок. В этом случае могут быть эффективно применены нечеткие модификации ГЕРТ систем. Для расчетов параметров нечетких моделей движения вагонопотоков используются данные автоматизированных систем железных дорог Украины.

Основой механизма вывода экспертной системы является преобразование подграфов и расчет нечеткой интегральной характеристики дуги, являющейся эквивалентной заменой нечеткого потокового подграфа. Правила вывода отражают зависимости между параметрами различных фрагментов сети. Условием применения правила вывода является выполнение предшествующей дуги – соответствие фактических характеристик вагонопотока дуги значениям модели. Посылкой правила является характеристика этой дуги, а заключением правила – характеристика последующей дуги. В более общем случае вагонопоток рассматривается распределенным по сети. При этом посылка правила базы знаний представляет собой выполнение не дуги, а нечеткого потокового графа. Заключением правила при этом может являться как нечеткая дуга, так и нечеткий потоковый граф (рис.3). На рисунке слева от текущей станции, которая заштрихована, – выполненный фрагмент сети, соответствующий посылке правила. Справа – фрагмент сети, соответствующий заключению, который подлежит оценке.

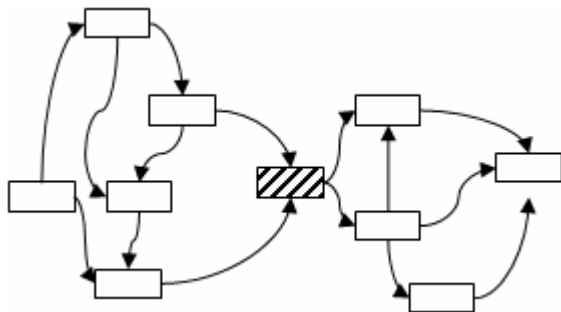


Рис. 3. Фрагмент потокового графа, соответствующий правилу вывода

Нечеткое правило вывода определяется схемой

Условие: x это A'
 Импликация: ЕСЛИ x это A , ТО y это B
 Вывод : y это B' .

Степень принадлежности заключения определяется, как

$$\mu_{B'}(y) = \sup_{x \in X} \left\{ \min \left[\mu_{A'}(x), \mu_{A \rightarrow B}(x, y) \right] \right\}.$$

В настоящий момент известны различные определения правила нечеткой импликации. Выбор правила должен определяться специфической областью моделирования. В работе рассмотрены следующие правила импликации:

1. Правило Мамдани

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \min \left[\mu_A(x), \mu_B(y) \right];$$

2. Правило Ларсена

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(y);$$

3. Правило ограниченной суммы

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \min \left[1, (\mu_A(x) + \mu_B(y)) \right].$$

Каждое из правил имеет свою специфику в случае последовательного многократного применения. Для правила Ларсена характерным является заниженная степень принадлежности результата, для правила ограниченной суммы – завышенная.

Выводы

Использование модели нечетких потоковых графов позволило описать свойства железнодорожной сети и построить правила вывода, в которых и предпосылки, и заключения представляют собой графы. Предложенная модель используется для прогнозирования параметров вагонопотоков в автоматизированной системе поддержки принятия решений по эффективному использованию иновгонов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В. А. Андрищенко, В. В. Великодний, В. В. Скалзуб, С. Ю. Цейтлин. Прогнозирование показателей движения вагонов иностранных собственников на основе нечетких моделей исходных данных // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. – Вып. 1, 2003, с.84-90.
2. Филлипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей. – М.: Мир, 1984. – 496 с.

Надійшла до редколегії 10.04.07.