

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРЯДКА ПРОВЕДЕНИЯ ДОРОЖНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАЗВИТИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Д.П. Броварный (Калининградский государственный технический университет)

Перечень ремонтно-восстановительных и обслуживающих работ сети автомобильных дорог и ресурсы эксплуатирующей сеть предприятий представлены как система взаимосвязанных дефектов и набор средств устранения (профилактики) дефектов. Каждая единица техники эксплуатирующей организации обладает конечным значением эффективности на покрытии различных дорожных дефектов. Подход к защите дорожной сети основан на поиске наиболее вероятного пути развития дефектов во времени и в пространстве.

Ключевые слова: дорожная сеть, дефект, ориентированный граф, вероятность, нейронная сеть.

Важнейшим инструментом достижения целей и задач, определенных Программой развития дорожной отрасли из Транспортной стратегии РФ на период до 2020 г. является ее научное обеспечение, которое должно повысить надежность и срок службы дорожных сооружений, снизить совокупную стоимость дорожных работ, повысить технический уровень и транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог, снизить аварийность и повысить экологическую безопасность на них.

Дорожные работы по сохранению существующей сети автодорог можно разделить на три вида: содержание; ремонт; реконструкция.

Содержание дорог предполагает их обустройство и легкий ремонт. Ремонт требует существенно больших затрат, а расходы на реконструкцию сравнимы с затратами на строительство новых дорог [1, 2].

Перечень разрушений и внешних факторов, воздействующих на автотранспортную сеть, можно рассматривать как систему дефектов, которые необходимо постоянно ликвидировать или осуществлять их профилактику. Перечень дефектов дорожной сети (ДС) позволяет на качественном уровне определить приоритетность дорожных работ, но для количественной оптимизации их недостаточно.

В рамках исследований дорожная инфраструктура (система дефектов и материально-технические средства эксплуатирующих организаций) представлена в виде сетевых взаимодействующих конструкций. Рассмотрим подход к защите ДС включающий поиск наиболее вероятного пути развития дефектов во времени и в пространстве, а также выбор соответствующего технологического оборудования и единиц дорожной техники по предупреждению дефектов-источников и дефектов-последствий.

Введем систему обозначений для решения задачи защиты ДС от возможных повреждений:

1. Множество дефектов $V = \{v_i\}$, $i = 1, \dots, n$, n – общее число дефектов ДС;

2. Множество связей $P = \{p_{ij}\}$, $i, j = 1, \dots, n$, $i \neq j$ между дефектами, где p_{ij} – вероятность наступления j -го дефекта при условии реализации i -го. Множество P получено эмпирически или методом экспертных оценок. Множество дефектов и множество связей представлены в виде ориентированного атрибутивного графа дефектов $G = (V, P)$, где $V = \{v_i\}$, $i = 1, \dots, n$,

$n \in N$ – вершины, а семейство пар $p_{ij} = (v_i, v_j)$, $v_i, v_j \in V$ – ребра графа;

3. Множество D механизмов восстановления инфраструктуры ДС $\{d_s\}$, $s = 1, \dots, U$, где U – общее число механизмов восстановления инфраструктуры ДС;

4. Каждому элементу множества D механизмов восстановления инфраструктуры ДС поставлено в соответствие подмножество покрываемых элементов множества дефектов V , при этом эффективность механизмов восстановления неизвестна.

Для решения сформулированной задачи требуется:

1. Синтезировать алгоритм, формирующий перечень элементов из множества D механизмов восстановления (в зависимости от начального дефекта), при котором сумма вероятностей реализаций покрываемых дефектов, являющихся вершинами графа G , минимальна. Критерием эффективности обслуживания ДС в данном случае является наличие подмножества $\{d_s\}$, $s = 1, \dots, U'$, $U' \subset U$, где U' – мощность подмножества механизмов восстановления, полностью покрывающего вершины графа G , принадлежащие траектории (или нескольким траекториям) развития дефектов:

$$\begin{aligned} \{d_s\} &\rightarrow \{v_j\}, s = 1, \dots, U', \\ \{v_j\} &\rightarrow \{p_{ik}\}, j = 1, \dots, n', \\ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n p_{ik} &= \min, \end{aligned}$$

где p_{ik} – вероятность наступления v_j -го дефекта при условии реализации v_k -го дефекта, k – индекс дефектов, являющихся атрибутами вершин графа G ; v_j – дефект, являющийся атрибутом вершин графа G , принадлежащих кратчайшей траектории развития дефектов в пространстве вероятностей $\{p_{ij}\}$; n' – число вершин, принадлежащих траектории реализации дефекта ДС;

2. При заданной реализации начального дефекта определить дефекты в вершинах графа G , реализация которых наиболее вероятна;

3. При заданном начальном дефекте оценить вероятность реализации дефекта графа, находящегося в заданной вершине;

4. Определить методику и критерий отбора механизмов восстановления в соответствии с рассчитанными вероятностями реализаций дефектов.

Ориентированной траекторией ориентированного графа G дефектов назовем последовательность дуг p_i ,

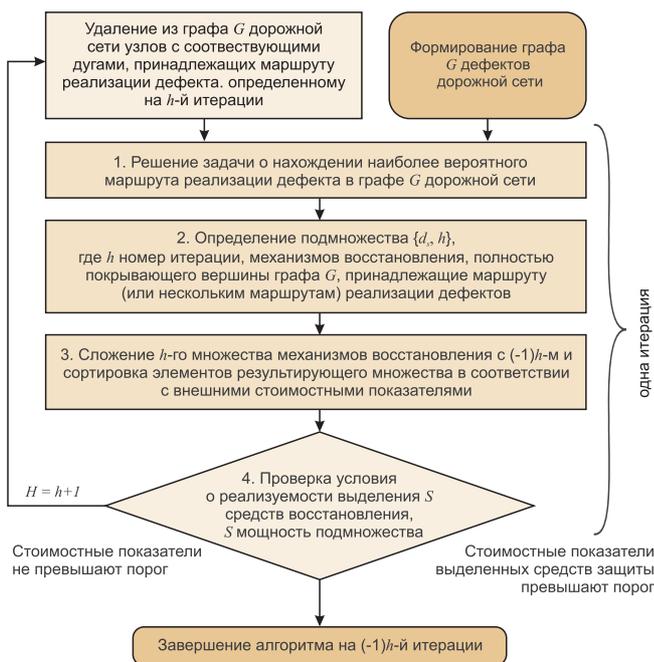


Рис. 1. Обобщенная схема алгоритма синтеза средств восстановления ДС, основанного на поиске наиболее вероятной траектории развития дефектов

p_2, \dots, p_k , для которой существует последовательность вершин v_0, v_1, \dots, v_k такая, что дуга p_i выходит из v_{i-1} и заходит в v_i для $1 \leq i \leq k$. Вершина v_0 — начало, v_k — конец траектории развития дефекта, а число k — длина траектории развития дефекта. Так как рассматривается ориентированный граф без петель и кратных дуг, то последовательность вершин v_0, v_1, \dots, v_k однозначно определяет траекторию развития дефекта p_1, \dots, p_k . Траектория с началом в вершине v_i и концом в вершине v_j будем называть (v_i, v_j) — траекторией развития дефекта. В основе класса разрабатываемых алгоритмов лежит гипотеза о том, что реализация дефекта будет осуществлена в соответствии с наиболее вероятной стратегией.

Вероятности реализации дефекта по менее вероятным траекториям учитываются в ходе следующих итераций определения механизмов восстановления. По прошествии заданного числа итераций алгоритма, используя методы поиска и сортировки, определяется результат сложения множеств механизмов восстановления, требующихся для покрытия наиболее вероятных дефектов на каждой итерации алгоритма. Таким образом, комбинаторный алгоритм синтеза средств восстановления ДС в одной итерации содержит четыре этапа (рис. 1).

Из множества алгоритмов поиска кратчайшего пути интерес представляют алгоритмы, которые на различных этапах выбирают наиболее вероятную дугу (рис. 2), то есть начинаем обход из заданной вершины графа (в нашем случае, заданного начального дефекта) и на каждом шаге выбираем ближайшую, еще не пройденную вершину. В настоящее время для решения такой задачи существуют математически обоснованные алгоритмы, однако сложность их ре-

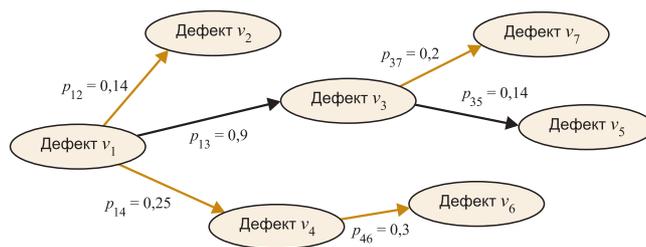


Рис. 2. Необходимое условие применимости алгоритмов поиска кратчайшего пути – выбор наиболее вероятной дуги на каждом шаге

шения экспоненциально зависит от сложности исходных данных (числа вершин графа в исходной модели). Поэтому все эти алгоритмы имеют лишь теоретический интерес [3]. Для практического применения в настоящее время используются лишь приближенные алгоритмы решения задачи поиска кратчайшего пути. Одним из таких алгоритмов являются алгоритмы, в основе которых лежит модель самоорганизующейся карты Кохонена [4].

Алгоритм решения задачи поиска наиболее вероятной траектории состоит из 11 шагов:

- 1) определение порога совпадения (пороговое значение евклидова расстояния $D^* D_j, j = 1, \dots, Nt$) входных координат с вектором весовых коэффициентов нейронной сети;
- 2) в зависимости от характера распределения входных векторов (точек в пространстве дефектов, через которые необходимо построить кратчайший обход) определяется коэффициент числа ложных нейронов. В большинстве распределений данный коэффициент равен $Nn/Nt \approx 1,3 \dots 1,4$, то есть число нейронов карты Кохонена на 30...40% больше числа вершин графа дефектов;
- 3) случайным образом инициализируются весовые коэффициенты нейронов в слое Кохонена w_x и w_y ;
- 4) из всей совокупности вершин выбирается случайным образом одна вершина, координаты которой подаются на вход нейронной сети;
- 5) для каждого нейрона слоя Кохонена определяется евклидово расстояние между координатами выбранной вершины и соответствующими весовыми коэффициентами:

$$D_j = (x - w_{xj})^2 + (y - w_{yj})^2, j = \overline{1, N};$$

- 6) определяется нейрон-победитель, обеспечивающий наименьшее евклидово расстояние

$$D_k = \min_j \{D_j\},$$

где k — номер нейрона-победителя;

- 7) в соответствии с функцией притяжения модифицируются весовые коэффициенты нейронной сети:

$$\begin{cases} w_{xj}(t+1) = w_{xj}(t) + dist \cdot \gamma(t)(x - w_{xj}(t)); \\ w_{yj}(t+1) = w_{yj}(t) + dist \cdot \gamma(t)(y - w_{yj}(t)), j = \overline{1, N}, \end{cases}$$

$$dist(i, j) = \min(dist \downarrow (i, j), dist \uparrow (i, j)),$$

где $\gamma(t)$ — скорость обучения;

8) переход к шагу 3 и повторение указанной процедуры для всех вершин графа дефектов;

9) уменьшение значения $\gamma(t)$ и повторение процесса, начиная с шага 2;

10) проверка условия останова обучения нейронной сети, когда перестают изменяться w_x и w_y или $D_j < D^*$, $j = 1, \dots, Nt$, когда все входные вектора (все компоненты вектора координат дефектов) идентифицируются откликом того или иного нейрона, причем евклидово расстояние между его вектором весов и входным вектором не превышает пороговую величину D^* .

После обучения каждой вершине будет поставлен в соответствие хотя бы один нейрон слоя Кохонена. Перечисление всех нейронов образует замкнутую траекторию, включая ложные нейроны, соответствующие несуществующим уязвимостям;

11) удаление из последовательности нейронов — откликов на входные векторы тех кластерных элементов, которые не соответствуют ни одной из вершин графа G .

Таким образом, сеть Кохонена позволяет обеспечить выполнение условия, которому должна удовле-

творять наиболее вероятная траектория дефекта: близкие дефекты в пространстве должны быть отображены на близкие дефекты в одномерном маршруте.

Список литературы

1. Барановская Т.П., Безродный О.К., Лойко В.И. Системный анализ организационной структуры управления автотранспортной отраслью региона // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ. 2004. №06. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/06/18>.
2. Лойко В.И. Система инвестиционного управления автотранспортной отраслью региона / В.И. Лойко, О.К. Безродный // Там же. 2003. №01. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/07/p07.asp>. 18 мая 2009 года исполняется 80-лет со дня рождения выдающемуся ученому в области автоматического управления, информатики и системного анализа академику Российской академии наук Емельянову Станиславу Васильевичу.
3. Джонсон Г. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М.: Мир. 1984.
4. Головкин В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. Кн.4. М.: ИПРЖР. 2001.

Броварный Денис Павлович — инженер Калининградского государственного технического университета.

Контактный телефон (909) 777-77-85. E-mail: star_it@mail.ru

ПО Cisco EnergyWise превращает коммутаторы в энергетические реле

Растущая стоимость энергии, экологические проблемы и новые законодательные требования заставляют внедрять все более экономные и экологически рациональные информационные технологии, что порождает ряд новых проблем. В связи с этим Cisco разработала новую технологию энергосбережения — Cisco EnergyWise. Эта технология встраивается в коммутаторы и маршрутизаторы Cisco, помогая заказчикам измерять, отслеживать и сокращать потребление энергии во всей корпоративной инфраструктуре. EnergyWise использует интеллектуальные сетевые функции для передачи сообщений, измеряющих и контролируемых потоки энергии на предприятии. Это интеллектуальное программное решение управляет сетевой инфраструктурой (маршрутизаторами и коммутаторами), сетевыми оконечными устройствами, например, IP-телефонами, беспроводными точками доступа, персональными компьютерами и IP-контроллерами, которые управляют освещением и системами жизнеобеспечения в зданиях.

Коммутатор Cisco становится интеллектуальным энергетическим реле для всех устройств, подключенных к сети. Это стало возможным благодаря интерфейсу управления EnergyWise, который связывает сетевые устройства и управляющие сетевые приложения с оконечными устройствами и друг с другом, используя сеть как единую унифицированную среду. EnergyWise определяет несколько стандартных уровней потребления энергии, понятных всем сетевым устройствам. Затем это решение дает возможность сети автоматически распознать все управляемые устройства. После этого сеть начинает отслеживать энергопотребление и реагировать на команды и запросы. Она использует систему доменных имен и метки из ключевых слов для запросов и суммирования информации, получаемой от больших групп устройств. Сеть становится платформой для обобщения энергетических данных и распространения единого набора правил по всему "сетевому облаку", что значительно упрощает управление энергопотреблением и повышает его масштабируемость.

Например, менеджер может использовать EnergyWise для получения обобщенных данных об энергопотреблении настольных IP-телефонов в здании. EnergyWise понимает, какие устройства относятся к категории IP-телефонов, где они находятся и какие из них помечены ключевым словом "настольный". Затем менеджер может разработать конкретные правила пользования этими устройствами в целях сокращения энергопотребления и получения экономии, измеряемой в количественных показателях. Правила могут быть достаточно подробными и описывать реакцию оконечного устройства на сетевые сигналы в зависимости от типа устройства, метки (ключевого слова), местоположения, времени суток и важности. Так, например, IP-телефоны, установленные в определенных местах — например, в вестибюле или приемной, — можно настроить на постоянную готовность, тогда как телефоны, работающие в переговорной комнате, могут переводиться в режим ограниченного потребления или полностью отключаться в часы, когда комната свободна.

В соответствии с правилами, установленными менеджером, EnergyWise может отключать освещение и кондиционеры, включать отопление и т.д. Более того, EnergyWise может автоматически включать те или иные офисные телефоны, компьютеры и беспроводные точки доступа, а также регулировать температуру в помещениях, когда сотрудник входит в здание и регистрирует на входе свой электронный пропуск. EnergyWise может резко повысить экологичность всей компании и сократить энергопотребление во всей корпоративной инфраструктуре. Эта технология позволяет контролировать более половины всех выбросов парниковых газов в мировой офисной инфраструктуре и жилищном хозяйстве. Открытая программная архитектура EnergyWise поможет интегрировать в это решение будущие устройства, сетевые приложения и средства управления и тем самым удовлетворить постоянно развивающиеся требования бизнеса.

[Http://www.cisco.ru](http://www.cisco.ru)