



О.В. Порубай, И.Х. Сиддиков

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

(Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий им. Мухаммада аль-Хорезми)

Современное электроэнергетическое оборудование характеризуется высокими требованиями к его надежности. Исходя из этого, большую значимость имеют мероприятия по выявлению и предотвращению ошибок, которые приводят к выходу из строя технологическое оборудование электростанций.

В настоящее время существует достаточно большое количество различных методов принятия управленческих решений для технической диагностики, каждый из которых имеет свои преимущества во время оценки текущего технического состояния электроэнергетических объектов [2]. Существующие методы диагностики основаны на математических моделях, которые могут отображать лишь часть свойств и режимов работы моделируемых объектов. В связи с этим все более актуальной становится проблема разработки эффективных эвристических методов и согласования уже известных аналитических и эвристических методов в рамках интеллектуальной системы технической диагностики электроэнергетических объектов и режимов их работы [2]. В такой системе должны применяться наилучшие методы обнаружения и локализации неисправностей, максимально эффективно использоваться возможности различных диагностических методов, средств и знаний экспертов для наиболее ранней диагностики и прогнозирования технического состояния объекта, выдачи рекомендаций эксплуатационному персоналу.

Задача принятия решений может быть сформулирована как задача эвристического поиска в пространстве состояний [3]. Пусть S множество состояний проблемной области, $\tilde{S} \subseteq S$ – подмножество допустимых состояний, $S_0 \subseteq \tilde{S}$, $S_k \subseteq \tilde{S}$ – соответственно подмножества начальных и конечных (целевых) состояний, $F: S \rightarrow S$ – множество преобразований состояний (операторов, процедур и т.п.), G – критерий или множество критериев оценки принимаемых решений. Каждое преобразование $f \in F$ реализует отображение $S_f \rightarrow S$, где $S_f \subseteq S$ – область определения f .

Задача эвристического поиска формально задается набором:

$$\langle S, \tilde{S}, S_0, S_k, F, G \rangle \text{ (или набором } \langle \tilde{S}, S_0, S_k, F, G \rangle) \quad (1)$$

и интерпретируется как поиск или построение последовательности преобразований $f_1, f_2, \dots, f_n, f_i \in F$, переводящей систему из заданного начального состояния $s' \in S_0$ в некоторое целевое состояние $s'' \in S_k$, причем оптимальным (поиск оптимального решения) или приемлемым (поиск удовлетворительного решения) образом согласно выбранным критериям.



Пространство поиска удобно представлять в виде графа, вершины которого отображают состояния, а дуги – допустимые преобразования состояний, или переходы из одних состояний в другие. Дуги могут быть взвешены стоимостями соответствующих преобразований. На графе необходимо найти путь, называемый решающим путем, от начальной вершины к целевой с минимальной или приемлемой стоимостью.

При решении задачи эвристического поиска может применяться поиск от начального состояния к целевому (прямой поиск или поиск, управляемый данными), от целевого состояния к начальному (обратный поиск, или поиск, управляемый целью), а также комбинированный двунаправленный поиск. Так как поисковые деревья для реальных проблемных областей очень велики и растут экспоненциально с ростом числа уровней поиска, то комбинированный поиск может быть эффективнее однонаправленного [5].

Рассмотрим простой пример. На рис. 1 приведена условная схема линий электропередачи (сплошные линии), связывающих источники и потребители электроэнергии. Каждая линия взвешена стоимостью передачи по ней электроэнергии (в частном случае при идентичности линий стоимостью просто соответствует длине линии).

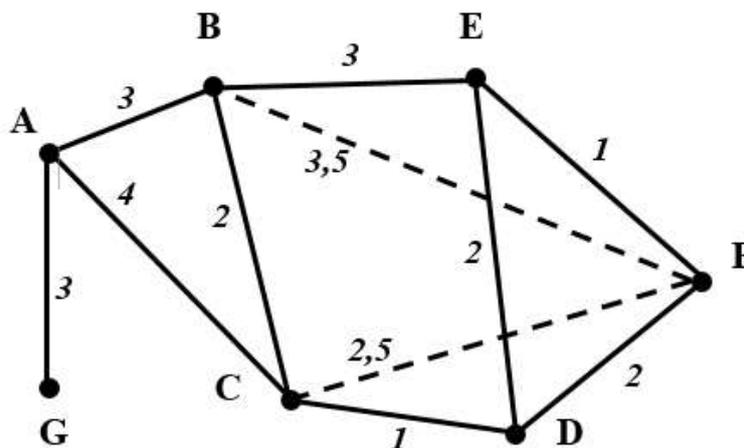


Рис. 1. Условная схема линий электропередачи

Пусть необходимо найти путь минимальной стоимости между источником A и потребителем F . Полное поисковое дерево изображено на рис. 2, *a*. Число вершин в дереве $N=24$, число этапов построения дерева $K=13$ (использован алгоритм построения дерева «в глубину» [...], согласно которому раскрытие вершин производится слева-вниз до концевых вершин). Целевые вершины F взвешены значениями оценочной функции $g(F)=q(F)$. Оптимальный решающий путь – для данного примера их два: $A - B - E - F$ и $A - C - D - F$ – дает наименьшее значение оценочной функции, равное 7. Заметим, что концевые вершины C и B , хотя и не являются целевыми, дальше не раскрываются, так как их раскрытие ведет к получению петель, что естественно недопустимо. Вершина G – висячая (тупиковая).

Как видно из примера, использование эвристической информации позволяет существенно сократить поиск решения. Так же можно отметить, что рас-



смотренная эвристика «оценки оставшегося до цели пути» - достаточно общая и может быть применима для решения разнообразных задач трассировки.

Литература

1. Porubay O. V. Decision-making under conditions of definition and risk based on strict methods //Chemical Technology, Control and Management. – 2020. – Т. 2020. – №. 5. – С. 77-82.
2. Котельников Б.В. Модели принятия решений, используемых в экспертных системах для технической диагностики // Сборник научных трудов. Вып. №11. Физико-математические науки. - Сургут: Изд-во СурГУ, 2002.-С. 42-53.
3. Порубай О. В., Хасанова М. Системы поддержки принятия решений с интеллектуальными механизмами поиска для оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике (Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова, Ферганский филиал Ташкентского университета информации //IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2021. – Т. 16. – №. 7.
4. Порубай О. В., Амиров А. Р. Проблемы принятия решений в условиях определенности и риска на основе строгих методов //Universum: технические науки. – 2021. – №. 6-1. – С. 32-33.
5. Сиддиков И. Х., Порубай О. В. Принятие решений в условиях определенности и риска на основе строгих методов // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук. – 2021. – С. 208-214.

Г.А. Саитова, А.В. Елизарова, И.А. Яковлев

АЛГОРИТМ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ В АВТОНОМНОМ НЕОБИТАЕМОМ ПОДВОДНОМ АППАРАТЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Перспективы развития техники гражданского и военного применения, в том числе создание систем накопления и хранения электрической энергии, в частности для автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), а также обитаемых подводных аппаратов (ОПА), во многом определяются наличием высокоэнергоемких источников электроэнергии.

Для обеспечения электрической энергией двигателей, электронной аппаратуры и автоматизированных систем управления широко применяются системы электроснабжения на основе химических источников тока (ХИТ), которые наиболее полно отвечают требованиям к комплексам вооружения в части простоты в управлении, постоянной готовности к работе на нагрузку и минимально необходимого обслуживания в процессе эксплуатации. При работе большинства ХИТ отсутствуют акустические и тепловые шумы, что