

МЕТОД ПРИНЯТИЯ ОПЕРАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПАНИЯХ НА ОСНОВЕ РЕДУКЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

А.С. Мороз, А.Н. Вальвачев

*Белорусский Государственный Университет,
пр. Независимости, 4, г. Минск, Беларусь masbsu@mail.ru vanaisoft@mail.ru*

В докладе рассматривается проблема ускорения принятия оперативных решений без потери их качества в больших территориально распределенных компаниях. Предложен комбинированный метод решения на основе принципов редукции больших данных. Представлен вариант применения метода в системе оценки состояния фотоэлектрических панелей солнечной электростанции.

Ключевые слова: территориально-распределенные компании; принятие решений; системы поддержки принятия решений; большие данные; малые данные; редукция данных.

METHOD FOR OPERATIONAL DECISION MAKING IN DISTRIBUTED COMPANIES BASED ON BIG DATA REDUCTION

A.S. Moroz, A.N. Valvachev

*Belarusian State University,
Nezavisimosti av., 4, Minsk, Belarus masbsu@mail.ru vanaisoft@mail.ru*

The paper considers the problem of accelerating operational decision-making without loss of quality in large geographically distributed companies. A combined solution method based on the principles of big data reduction is proposed. A variant of application of the method in a system for assessing the state of photovoltaic panels of a solar power plant is presented.

Keywords: geographically distributed companies; decision making; decision support systems; big data; small data; data reduction.

Введение

Территориально распределенные компании (ТРК) являются одной из важнейших составляющих мировой экономики [1]. К их отличительным признакам относятся: наличие центрального офиса (центра) в метрополии и множества компьютеризированных подразделений, реализующих бизнес-процессы в странах с благоприятным бизнес-климатом. Для решения плановых и оперативных задач в ТРК используются различные типы систем поддержки принятия решений (СППР) [2].

Основные преимущества ТРК, по сравнению с более консервативными централизованными компаниями, заключаются в гибкости структуры, адаптивности к изменениям внешней среды и эффективном противодействии рискам [3]. Поэтому ТРК активно исследуются [1, 2]. Тем не менее, ряд проблем остаются нерешенными. К ним, в частности, относятся: большой объем входных данных, загруженность каналов связи, субъективность и запаздывание управляющих решений [4]. Особенно ярко эти проблемы проявились после начала пандемии COVID-19. Для их решения, по мнению авторов, необходимо: акцентировать внимание на оперативных задачах и новых методах их решения; расширить поля факторов, влияющих на решение; адаптировать архитектуру СППР к работе в условиях динамической среды и роста неопределенности.

В докладе представлено комплексное решение проблемы сокращения потока данных без потери качества оперативных управляющих решений на основе принципов редукции больших данных.

1. Постановка задачи

Пусть имеется трехуровневая ТРК, функционирующая в динамической среде (Env). Структура ТРК состоит из: центра (A), территориальных подразделений (B), включающих множество гетерогенных объектов (C), и распределенную СППР (sys).

Структуру типичной СППР можно рассматривать как граф, узлы которого представлены интеллектуальными системами уровней (aiA , aiB , aiC), связанные каналами Интернет. Результаты решения пересылаются с уровня C на уровни B и A , где обобщаются и оцениваются. В настоящее время доминируют плановые задачи.

Задачи, решаемые на уровнях, в общем случае имеют следующие атрибуты: идентификатор задачи (id), текст задачи (Z), исходные данные (X), L (алгоритм решения), результаты решения (U), база знаний, содержащая предметную область задачи (KB), время решения (t).

На основе анализа результатов U руководством принимаются тактические (на уровнях C , B) и стратегические (на уровне C) решения.

Требуется: выработать общий подход к решению оперативных задач принятия решений (ЗПР); сформировать целостный взгляд на архитектуру СППР; выявить актуальные классы оперативных ЗПР; определить способ синтеза минимального достаточного объема данных; разработать унифицированный метод для их решения на основе минимальных затрат времени и минимального объема данных без потери качества.

В качестве подхода к решению взяты два направления: “Big Data Reduction” [5] и “Small Data” [6].

2. Классификация оперативных задач

Для ускорения выбора метода решения, адекватному смыслу ЗПР выполнена классификация оперативных задач. С уверенностью можно зафиксировать четыре класса.

Класс 1. ЗПР, где решения принимаются на основе обработки значений всех входных переменных. Для решения используются статистические методы, метрики Евклида, Махаланобиса, Хэмминга и др.

Класс 2. ЗПР, где решения принимаются в зависимости от значения заранее определенной бифуркационной переменной независимо от значения других входных переменных. Решение – мониторинг бифуркационной переменной.

Класс 3. ЗПР, где решения принимаются в зависимости от значения нескольких заранее определенных bell-переменных, имеющих жизненно важное значение для ТРК. Решение – мониторинг bell-переменных.

Класс 4. ЗПР, где решения принимаются в зависимости от минимального или максимального значения в массиве входных переменных. Решение – мониторинг min/max-переменных.

Результат классификации дает возможность построить соответствующие паттерны и программы ($L1$, $L2$, $L3$, $L4$), сведя решение к достаточно простой стандартизированной процедуре.

3. База для нормализации входных данных

В качестве базы для нормализации данных для алгоритмов $L1$, $L2$, $L3$, $L4$ используем следующие положения, основанные на трудах Л.Заде [7].

Значение переменной любого типа X на уровнях aiC , aiB , aiC отображается в значение X из диапазон 0.00-1.00.

Нормализованные входные данные X соответствуют требованиям стандартных классов ЗПР и алгоритмов $L1$, $L2$, $L3$, $L4$ к типу данных.

На основе нормализованных данных вычисляется интегральный показатель I , на основе которого формируется управляющее решение U .

4. Комплексная онтология ТРК-СППР

Сложность поставленной задачи заключается в ее междисциплинарности. Поэтому для формирования целостного взгляда на ТРК и ЗПР использован онтологический подход [8]. Онтология ТРК носит базовый характер и не зависит от типа решаемых задач:

$$comp = (Env, A, B, C, sys, com) \quad (1)$$

В онтологии СППР выделим две части: плановые (расширение p) и оперативные (расширение o) подсистемы:

$$sys = (aipA, aipB, aipC, aioA, aioB, aioC, com) \quad (2)$$

Онтология плановых задач носит стандартный характер:

$$zp = (idp, Zp, Xp, Lp, Up, KBo, tp) \quad (3)$$

В онтологии оперативных отображены базовые положения нормализации входных данных 1-3 и результаты классификация ЗПР:

$$zo = (ido, Zo, Xo, Xo, Io, L1, L2, L3, L4, Uo, KBo, t0) \quad (4)$$

Нормализация и редукция больших данных за счет применения паттернов $L1, L2, L3, L4$ позволяет сократить объем необходимых для принятия оперативных решения данных и сократить трафик, что в значительной мере снижает вероятность запаздывания.

5. Метод решения оперативных ЗПР

Методика решения поставленной задачи включает два этапа подготовительный и эксплуатационный.

Подготовительный этап.

1. Анализ специфики бизнес-процессов ТРК.
2. Выбор эксперта.
3. Выбор класса ЗПР и соответствующего алгоритма ($L1, L2, L3, L4$).
4. Определение экспертом $id, Zo, Xo, Lo, Xo, Io, Uo$.
5. Формирование КВо (ПрО) задачи.

Эксплуатационный этап:

1. Формирование в аiС входного массива данных X .
2. Нормализация данных $X = f_1(X)$.
3. Выбор алгоритма, соответствующего классу ЗПР;
4. Вычисления интегрального показателя $I = f_2(X)$.
5. Синтез управляющего решения $Uo = L1/L2/L3/L4 (I)$.

Реализация метода возможна на любом языке программирования.

Пример реализации для языка Python в консольном режиме для решения практической задачи представлен ниже.

6. Апробация метода

На основе разработанного метода в рамках имитационного моделирования была разработана СППР верхнего уровня [9] для фотоэлектрических панелей солнечной электростанции. Станция состоит из центра управления, ремонтной бригады и 3 распределенных участков, где раз-

мещено 560, 640 и 740 панелей одного типа. Выходной вектор по каждой панели включает 11 показателей, общим объемом 70 байт. В результате воздействия негативных природных факторов состояние панелей ухудшается. Требуется разработать систему верхнего уровня [9] для быстрого реагирования на стихийные бедствия, обеспечивающую оперативный поиск, оценку и организацию ремонта разрушенных панелей.

Для решения достаточно трех (тип панели, координаты и состояние панели) из одиннадцати доступных параметров, объем которых для одной панели занимает 48 байт. Ниже представлен отчет трафика по традиционному и новому методам. Экономия составляет в самом худшем случае (сильном воздействии на панели) составляет 61600 байт.

Таблица – Результаты экспериментов

```
>>> %Run SunStation.py
```

*	ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ			*

Поля:	Участок 1	Участок 2	Участок 3	*
Количество панелей:	560	640	720	*
Телеметрия-1 (1 панель):	80	80	80	*
Всего:	44960	51200	57600	*
Телеметрия-2 (1 панель):	48	48	48	*
Всего:	26880	30720	34560	*

Экономия по полям:	18080	20480	23040	*
Экономия по станции:	61600			*

Аналогичным способом можно быстро строить и устанавливать ЗПР верхнего уровня поверх существующих систем в случае возникновения угроз или оценить устойчивость ТРК к внешним негативным воздействиям. Для стационарных НЛА-СППР следует использовать соответствующие стандарты и накопленный опыт [9].

Заключение

Разработанный метод редукции больших данных позволяет нормализовать по единому принципу входные данные и синтезировать управляющее решение по одному из стандартных алгоритмов, что существенно сокращает время принятия оперативных решений, уменьшить трафик в каналах связи, снизить вероятность запаздывания решений. Так же метод позволяет быстро разрабатывать и разворачивать системы верхнего уровня.

ня (HLA) в местах расположения ТРК с высокой вероятностью негативных природных явлений.

Библиографические ссылки

1. Blokdyk G. Ultra-large-scale systems. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018. 140 p.
2. Виссия Х., Краснопрошин В.В., Вальвачев А.Н. Принятие решений в информационном обществе.. СПб. : ЛАНЬ, 2019. 227 с.
3. The Global Risks Report 2022 // World Economic Forum, 2022. 117 p.
4. Mayer-Schonberger V. Big Data / V. Mayer-Schonberger, K. Cukier. Eamon Dolan, 2014. 272 p.
5. Rehman M.H. Big Data Reduction Methods: A Survey / M.H. Rehman et al. // Data Science and Engineering. 2016. Vol. 1. P.265–284.
6. Lindstrom M. Small Data: The Tiny Clues That Uncover Huge Trends. St. Martin's Publishing Group, 2016. 256 p.
7. Zadeh L. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Systems / L. Zadeh, G. Klir, B. Yuan. World Scientific Pub. Co. Inc., 1996. 840 p.
8. Смирнов С.В. Онтологический подход к формированию гетерогенных сред моделирования // Вестник Самарского ГТУ, Сер. Технические науки. 2011. № 4(32). С. 50 – 62.
9. 1516.1-2000 IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA). Federate Interface Specification 2000. IEEE, 2000. 480 p.