



Институт информатики и математического моделирования
Федерального исследовательского центра
"Кольский научный центр Российской академии наук"

Девятая Всероссийская научная конференция «Теория и практика системной динамики»

Материалы докладов

Апатиты 2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральный исследовательский центр
«Кольский научный центр Российской академии наук»

Институт информатики и математического моделирования –
обособленное подразделение Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук» (ИИММ КНЦ РАН)

IX Всероссийская научная конференция

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ

Апатиты, 30 марта – 6 апреля 2021 года

Материалы докладов

СООРГАНИЗАТОРЫ:

Отделение нанотехнологий и информационных технологий Российской академии
наук (Россия)

Институт системного анализа Федерального исследовательского центра
«Информатика и Управление» РАН (Россия)

Апатиты 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Быстров В.В., Маслобоев А.В., Путилов В.А. Методолгическая база информационной поддержки управления безопасностью региональных критических инфраструктур.....	4
Войтенко Д.Д., Белош В.В. Система контроля и управления доступом для предприятия.....	6
Зуенко А.А., Олейник Ю.А., Македонов Р.А. Планирование положений рабочего борта карьера по периодам отработки в рамках парадигмы программирования в ограничениях	8
Зуенко А.А., Фридман О.В., Зуенко О.Н. Подход к поиску глобального оптимума в задачах constrained clustering с привлечением оценок нескольких экспертов	12
Ильин М.Л., Белош В.В. Система видеонаблюдения для предприятия	16
Карташова Е.В., Белош В.В. Система экстренного оповещения населения о чрезвычайных ситуациях.....	20
Кулик Б.А., Фридман А.Я. Анализ парадоксов в интеллектуальных моделях систем ..	23
Легасова К.К., Мирсайязнова С.А. Определение пдк ионов металлов	28
Ломов П.А., Малоземова М.Л. Технология обучения нейросетевой модели для пополнения онтологии	29
Мазалов В.В. Управление динамикой мнений в социальной сети с коммуникационной структурой	33
Мирсайязнова С.А., Панин О.А., Иванов Н.М. Изучение скорости химической реакции путем компьютерного моделирования	33
Олейник А.Г. Организация хранения «открытых» наборов атрибутов сущностей в реляционных базах данных.....	35
Пилецкий Б.М., Вицентий А.В. Визуализация пространственных данных, полученных при анализе текстов на естественном языке	36
Смирнов А.В., Тесля Н.Н., Молл Е.Г., Михайлов С.А. и Левашова Т.В. Интеллектуальная поддержка принятия социально-ориентированных оперативных решений при госпитализации с учетом ограниченных ресурсов и поведения людей ..	40
Смирнова А.Е., Панин О.А. Автоматизированные системы в машиностроении	47
Сулейманов Д.Ш., Фридман А.Я., Гильмуллин Р.А., Кулик Б.А. Системный анализ задачи моделирования естественного языка	48
Трашкова А.В., Вицентий А.В. Разработка тренажера-симулятора для системы трехмерного моделирования открытых горных работ	55

Фридман А.Я. Моделирование сценариев развития промышленно-природных систем	58
Халиуллина Д.Н., Быстров В.В., Малыгина С.Н. Динамическое конфигурирование сетевидной системы поддержки управления кадровой безопасностью производственного кластера региона	61
Хуснутдинов Э.Р., Белош В.В. Автоматизированная система связи телемедицинского комплекса	65
Шестаков А.В., Шемякин А.С., Яковлев С.Ю. Информационная технология анализа рисков для сосудов под давлением	68

Быстров В.В., Маслобоев А.В., Путилов В.А.
МЕТОДОЛГИЧЕСКАЯ БАЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНАЛЬНЫХ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР*
Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

Современные тенденции и высокие темпы развития социально-экономических систем приводят к возникновению ряда новых задач, как по оперативному, так и по стратегическому управлению безопасностью и жизнеспособностью этих систем [1]. Особенно наглядно это проявляется на региональном уровне управления. Эти задачи требуют учета высокой степени неопределенности и рисков как результата постоянно меняющейся внутренней и внешней среды региона, высокой динамики его регуляторов рынка, быстрого распространения новых технологий и развития цифровой экономики.

В целях создания условий для обеспечения рискоустойчивого развития региональной экономики разработана методологическая база информационно-аналитической поддержки сетецентрического управления социально-экономической безопасностью региона [2, 3]. Методология интегрирует модели и программно-аппаратные средства, обеспечивающие поддержку всех этапов управленческой деятельности в области формирования региональной социально-экономической политики с учетом потребностей и возможностей всех заинтересованных лиц и участников процессов обеспечения региональной безопасности. Концептуальная схема методологии показана на рисунке. Использование сетецентрического подхода в комбинации с другими методами распределенного управления обеспечивает непрерывный мониторинг, прогнозирование и сценарный анализ рисков безопасности региональных социально-экономических систем. Для повышения качества управленческих решений предложено рассматривать задачи обеспечения безопасности региона на уровне управления рисками нарушения жизнеспособности критических инфраструктур социально-экономических систем [4]. Методология и средства ее реализации предназначены для информационно-аналитического обеспечения региональных ситуационных центров.

* Исследование выполнено в рамках государственного задания ИИММ КНЦ РАН (тема НИР № 0226-2019-0035) и частично поддержано РФФИ (проекты 18-29-03022, 19-07-01193).



Рис.1. Методологическая база информационной поддержки сетецентрического управления социально-экономической безопасностью региона

Результаты исследования нашли применение при решении задач информационной поддержки управления региональной безопасностью Мурманской области, а также использованы при реализации основных направлений государственной политики России в Арктике на период до 2035 года в части разработки систем поддержки принятия решений для региональных ситуационных центров.

Литература

1. Маслобоев А.В. Быстров В.В. Концептуальная модель жизнеспособности критических инфраструктур в контексте современной теории безопасности сложных систем // Экономика. Информатика. – Т. 47, № 3. 2020. – С. 555-572.
2. Bystrov V., Masloboev A., Putilov V. Information support tools for regional security management in the Arctic // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science – vol. 302. 2019. – P. 012013. doi: 10.1088/1755-1315/302/1/012013
3. Маслобоев А.В., Путилов В.А. Информационное измерение региональной безопасности в Арктике. – Апатиты: КНЦ РАН, 2016. – 222 с.

4. Masloboev A.V. Towards a theory of regional critical infrastructure security and resilience // Reliability and Quality of Complex Systems. – No. 4(32). 2020. – pp. 115-130.

Войтенко Д.Д., Белosh В.В.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Система контроля и управления доступом – это комплекс аппаратных и программных средств, целью которого служит контроль доступа людей на охраняемую территорию.

Работа системы делится на два направления: контроль преграждающих устройств и ведение базы пользователей, которые имеют доступ на территорию охраняемого объекта.

Центром системы контроля и управления доступом является контроллер, который принимает решения о работе исполнительных устройств.

Системы контроля и управления доступом бывают трёх видов – автономные, сетевые и беспроводные.

Автономная СКУД – это система, центром которой является автономный контроллер, не связанный с другими контроллерами. Для него устанавливается отдельный блок бесперебойного питания. Основная цель автономной СКУД – сбор и хранение информации. Такие системы наиболее эффективно устанавливать в точках прохода одного направления – вход или выход, которым не требуется удаленное управление.

Сетевая СКУД – это система, в которой удалённое управление контроллерами осуществляется с помощью центрального компьютера. Для таких систем разработано специальное программное обеспечение, которое способно выполнять такие функции, как накопление и анализ полученной информации. Система способна вести учёт рабочего времени на основе полученных данных (время прихода и ухода сотрудника), так же с помощью такой системы контролируется местонахождение сотрудников.

Беспроводная СКУД – это система, в которой связь между устройствами осуществляется с помощью радиосигналов, а для питания такой системы используются автономные источники питания – батареи, аккумуляторы и т.д.

Задача контроля доступа на предприятие состоит из нескольких подзадач: контроль доступа в здание, контроль доступа на дворовую территорию, контроль доступа в служебные помещения и учёт рабочего времени (Рис. 1).



Рис. 1. Состав системы контроля и управления доступом

На Рис. 2 представлена структурная схема системы контроля и управления доступом для одного рабочего помещения.

Каждое рабочее помещение предприятия оснащено контроллером доступа, считывателями на входе и выходе.

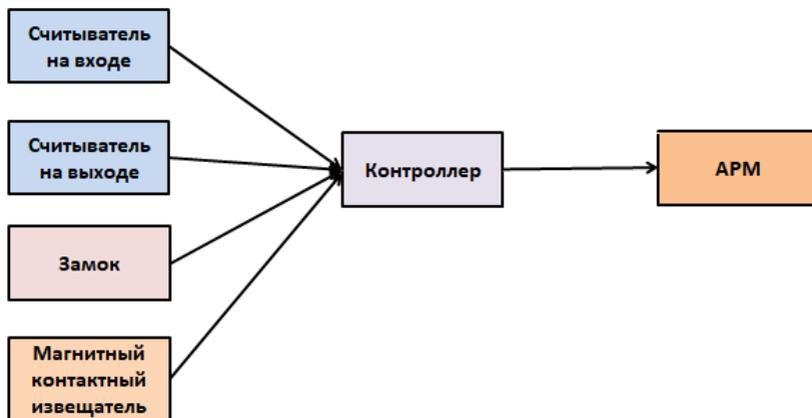


Рис. 2. Структурная схема системы контроля и управления доступом для одного рабочего помещения

Двери оснащены магнитными контактными извещателями и электромагнитными замками.

Данные с контроллеров отправляются на автоматизированное рабочее место. Кроме того, на автоматизированное рабочее место поступают данные с турникета и шлагбаума.

Литература

1. Ворона, В. А. Система контроля и управления доступом / В. А. Ворона, В. А. Тихонов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 272с.
2. Зубов Я.М., Ильин И.И. Разработка реляционной базы данных для системы контроля и управления доступом (СКУД) на предприятии. - М.: Высшая школа, 2016 г. – 301 стр.
3. Панин О.А., Мирсайязнова С.А. Автоматизированная система оценки знаний на уроках физики и химии. Электронный научный журнал. № 4-6 (34). Материалы международной научно-практической конференции. – Омск. – 45 (август, 2020).

Зуенко А.А., Олейник Ю.А., Македонов Р.А.

ПЛАНИРОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ РАБОЧЕГО БОРТА КАРЬЕРА ПО ПЕРИОДАМ ОТРАБОТКИ В РАМКАХ ПАРАДИГМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ОГРАНИЧЕНИЯХ*
Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

Настоящая работа направлена на решение задачи поиска положений рабочего борта карьера по периодам отработки с учетом априорно заданной производительности по полезному ископаемому (ПИ) и вскрышным породам (ВП). В качестве исходных данных задачи выступает объемная модель геологической среды, которая представляет собой равномерную сетку (рис. 1), причем размеры ячейки сетки (блока) predetermined заранее. Конечное и начальное (на момент начала планирования) положения борта карьера ограничивают пространство геологической среды.

Требуется определить такие положения рабочих бортов по периодам отработки, чтобы объемы ПИ и ВП, заключенные между последовательными положениями, соответствовали заданным с точностью до допустимой погрешности, при этом итоговая выгода (сумма ценностей блоков) от разработки карьера должна быть максимальной. Развитие карьера – его углубление и расширение – происходит с соблюдением технических ограничений (ширина рабочей площадки) и технологических на то, какие

* Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект 20-07-00708а).

блоки должны быть вынуты перед тем, как будет вынут заданный. Исходная ценность каждого блока меняется в зависимости от года его добычи.

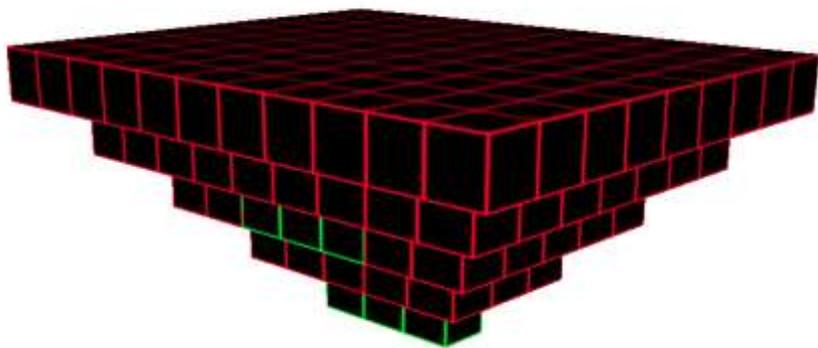


Рис. 1. Пример объемной модели геологической среды

Алгоритм планирования разработан в рамках парадигмы программирования в ограничениях (Constraint Programming) [1] и перебирает все варианты выемки блоков в поисках оптимального по итоговой стоимости работ решения с учетом технологических ограничений.

Модель геологической среды описывается с помощью специализированной таблицы. Каждая строка описывает один блок карьера и содержит информацию о координатах блока (X, Y, Z), размерах блока (dX, dY, dZ), ценности блока (Value) и процентном содержании ПИ в блоке (в данном случае P2O5). Объем блока вычисляется из его размеров, этот объем в свою очередь разделяется на объем ВП и ПИ в соответствии с заданным для блока содержанием ПИ.

В парадигме программирования в ограничениях задача планирования открытых горных работ ставится следующим образом: каждому блоку карьера сопоставляется целочисленная переменная X_{ijk} , которая может принимать значения от 1 до N , где N – номер последнего возможного года работ, требуется конкретизировать значение каждой такой переменной при выполнении ряда ограничений. Первые попытки использовать парадигму программирования в ограничениях для решения данной задачи были предприняты в [2].

На текущий момент в задаче учитываются следующие ограничения: а) ограничения на порядок извлечения блоков; б) ограничения на заданную производительность по полезному ископаемому и вскрышным породам; в)

оптимизационное ограничение на максимизацию выгоды от разработки карьера. Однако в рамках предложенного метода, нет принципиальных ограничений на то, чтобы обрабатывать ограничения и других типов. Решение задачи состоит в том, чтобы назначить всем переменным X_{ijk} целочисленные значения таким образом, чтобы одновременно выполнялись все перечисленные выше ограничения. Разберем семантику используемых ограничений более подробно.

Рассмотрим каждый тип ограничения из приведенного выше списка более подробно.

Ограничение на порядок извлечения блоков обеспечивает последовательную разработку карьера, исключая технологически невозможные варианты выемки блока. Правила извлечения блоков задают принципы заглупления и расширения работ в пространстве карьера и должны описывать полную минимальную конфигурацию извлекаемых блоков. В качестве примера рассмотрим следующее простейшее ограничение: для разработки одного блока в текущий год необходимо чтобы блок над ним и его соседи были разработаны в этот же год, либо ранее. На рис. 2 отображены 6 блоков, иллюстрирующие это ограничение.

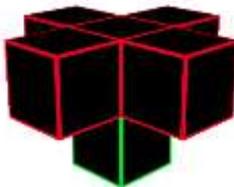


Рис. 2. Вариант схемы извлечения блоков

Ограничение формулируется следующим образом: для выемки блока $X_{i,j,k}$, где i, j, k – координаты блока, необходимо выкопать блоки $X_{i,j,k+1}$, $X_{i-1,j,k+1}$, $X_{i+1,j,k+1}$, $X_{i,j-1,k+1}$, $X_{i,j+1,k+1}$, другими словами, необходимо извлечь пять вышележащих блоков при их наличии. Либо можно представить 5 «лучей» различных типов, исходящих из исходного(нижнего) блока вверх (рис. 3). Типы лучей различаются по разности координат блоков «луча», т.е. по направлению его распространения. Для блоков каждого типа «луча» можно задать глобальное ограничение sort, гарантирующее, что переменные X блоков в «луче» расположены в убывающем порядке. При этом каждый блок может

быть задействован только 5 подобных ограничениях – по одному на каждый тип «луча».

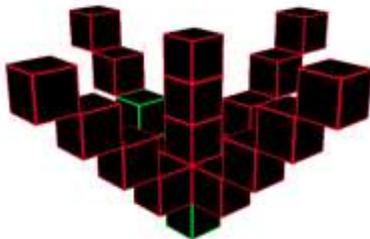


Рис.3. Альтернативный вариант схемы извлечения блоков

Ограничения на заданную производительность по полезному ископаемому и вскрышным породам моделируются линейными неравенствами. Пусть o_{ijk} – это константа, показывающая содержание руды в блоке с индексами i, j, k ; w_{ijk} – это константа, показывающая содержание вскрышных пород блоку с индексами i, j, k . Обозначим O – заданная производительность по полезному ископаемому, ΔO – допустимая погрешность O , W – заданная производительность по вскрышным породам, ΔW – допустимая погрешность W . Тогда ограничения на заданную производительность по полезному ископаемому и вскрышным породам можно выразить в виде неравенств:

$$O - \Delta O \leq \sum_{i,j,k} o_{ijk} (X_{ijk} = y) \leq O + \Delta O \text{ для каждого } y \in [1 \dots N],$$

$$W - \Delta W \leq \sum_{i,j,k} w_{ijk} (X_{ijk} = y) \leq W + \Delta W \text{ для каждого } y \in [1 \dots N].$$

Ограничение $\sum_{i,j,k} o_{ijk} (X_{ijk} = y) \leq O + \Delta O$ для каждого $y \in [1 \dots N]$ по сути

является формулировкой задачи упаковки контейнеров (bin-packing) для N контейнеров вместимостью $O + \Delta O$. Для решения этой задачи существует типовое глобальное ограничение binpacking. Вторую часть неравенства также можно привести к задаче bin-packing, следующим образом: $(-1)^* \sum_{i,j,k} o_{ijk} (X_{ijk} = y) \leq (-1)^*(O - \Delta O)$. Таким образом, ограничение на заданную

производительность по полезному ископаемому и ограничение на заданную производительность по вскрышным породам преобразуются в 4 задачи bin-packing – для верхней и нижней границы допустимого диапазона значений каждого из ограничений.

Наконец, рассмотрим стратегию поиска и основные эвристики, применяемые для нахождения решения задачи *Open Pit Mining* как задачи *CSP*. В качестве алгоритма поиска используется поиск в глубину с возвратами. Перед запуском процедуры поиска переменные упорядочиваются: в начало списка помещаются переменные, соответствующие блокам с рудой, а затем переменные, соответствующие блокам, содержащим только вскрышную породу. При прочих равных выбирается переменная с наименьшим размером области определения (с наименьшим доменом). При выборе значения переменной руководствуемся следующим правилом: выбираем наименьшее значение в домене.

Литература

1. Ruttkay, Zs. Constraint satisfaction a survey // *CWI Quarterly*. V. 11. 1998. pp. 163-214.
2. Caccetta, L. Application of optimization techniques in open pit mining. In: *Handbook of Operations Research in Natural Resources*, Springer Verlag, 2007. pp. 547-559.

Зуенко А.А., Фридман О.В., Зуенко О.Н.

ПОДХОД К ПОИСКУ ГЛОБАЛЬНОГО ОПТИМУМА В ЗАДАЧАХ CONSTRAINED CLUSTERING С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ОЦЕНОК НЕСКОЛЬКИХ ЭКСПЕРТОВ*

Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

В рамках настоящих исследований для систематического решения задачи *Constrained Clustering* предложено использовать парадигму *Constraint Programming*. Особенностью предложенного подхода является его ориентация на групповое принятие решений, то есть характеристики всех кластеризуемых объектов оцениваются несколькими экспертами. Основное внимание уделено вопросу уменьшения количества и упрощению ограничений задачи в процессе её постановки. Предлагаемые методы в совокупности обеспечивают возможность получения глобального оптимума для задач высокой размерности.

В качестве базовой модели для решения задачи *Constrained Clustering* была использована модель, описанная в [1].

В отличие от исследований, представленных в [1], в настоящей работе предполагается, что и кластер и кластеризуемый объект представляются как мультимножества, а расстояние (d_{ij}) между ними ищется с помощью метрик

* Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 20-07-00708-а).

в пространстве мультимножеств Петровского [2]. Это позволяет расширить область применения методов решения задач кластеризации в пространствах большой размерности на базе *Constrained Clustering* на задачи группового принятия решений, и в случае необходимости, использовать соответствующие методы агрегации данных [2]

В базовой модели существенная проблема состоит в организации эффективной обработки нечисловых ограничений, формализующих для пар объектов правила их отнесения к одному или различным классам. Проблема заключается в том, что большое число подобных ограничений в совокупности не могут быть эффективно обработаны с помощью существующих сред программирования в ограничениях.

Таким образом, актуальным направлением исследований представляется разработка способов ускорения обработки нечисловых ограничений (новых методов распространения нечисловых ограничений). Данное направление исследований наиболее полно отражено в [3]. Другое направление работ, которое активно развивается в настоящих исследованиях, связано с тем, чтобы уменьшить количество ограничений, используемых для представления задачи, и упростить их вид. В ходе исследований было предложено генерировать ограничения не для всех пар объектов, а лишь для некоторых, что способно существенно снизить размерность решаемой задачи.

Проиллюстрируем применение предлагаемого подхода на примере задачи кластеризации с критерием минимизации диаметра разбиения.

Пусть задача состоит в том, что требуется разбить n объектов на k кластеров таким образом, чтобы диаметр разбиения был минимальным среди всех возможных разбиений. Диаметр разбиения – это максимальный диаметр для всех кластеров разбиения. Диаметр кластера – это максимальное расстояние между любыми двумя точками, принадлежащими данному кластеру. Описываемая модель позволяет искать разбиение при условии, что не задано точное число k итоговых кластеров, а задан лишь интервал $k \in [k_{min}, k_{max}]$.

В настоящей работе предполагается, что и кластер и кластеризуемый объект представляются как мультимножества, а расстояние между ними (d_{ij}) ищется с помощью метрик в пространстве мультимножеств Петровского [3]. Это позволяет расширить область применения методов решения задач кластеризации в пространствах большой размерности на базе *Constrained Clustering* на задачи группового принятия решений, и в случае необходимости, использовать соответствующие методы агрегации данных [3].

Кратко опишем предлагаемый подход:

1 шаг. Оценить диапазон значений, в который должен попадать искомый оптимальный диаметр разбиения. Для нахождения первоначального разбиения предлагается использовать метод FPF (*Furthest Point First*),

представленный в [4]. Данный приближенный метод позволяет найти оценку для оптимального диаметра разбиения. На основе полученной оценки генерируются ограничения *cannot-link* для тех пар кластеров, для которых $d_{ij} > d$.

2 шаг. Выполнить конкретизацию верхней границы интервала $D \in [d/2, d]$. Для этого осуществляется процедура иерархической кластеризации мультимножеств, описанная в [3]. Существенная модификация данной процедуры заключается в том, что в ходе кластеризации анализируются ограничения *cannot-link*. Применение данного метода повышает эффективность вычислительных процедур и позволяет сократить перебор вариантов объединения кластеров. В результате данного шага получаем новый интервал для оценки D .

3 шаг. Сгенерировать ограничения для систематического решения задачи CSP. Предыдущие два этапа позволяют генерировать ограничения не для всех пар кластеризуемых объектов, как было описано ранее. Ограничения представляются с помощью табличных ограничений, а именно предложенных одним из авторов *smart*-таблиц D -типа [3]. Обработка данных ограничений производится с помощью высокоэффективных авторских методов удовлетворения нечисловых ограничений [3].

4 шаг. Решить сгенерированную на предыдущем шаге задачу *Constrained Clustering* с помощью описанных далее эвристик для поиска переменной и её значения. Предлагаемый метод систематического поиска опирается на следующие эвристики выбора переменной на текущем шаге поиска: выбирается переменная, домен которой содержит наименьшее количество значений. При выборе значения переменной руководствуемся следующим правилом: поскольку переменная представляет один из кластеризуемых объектов, а её значение – номер кластера, то присваиваем переменной номер того кластера, который ближе к рассматриваемому объекту (рассчитываются расстояния между соответствующими мультимножествами).

Рассмотрим пример, где в качестве объектов кластеризации выступали 14 условных ячеек, на которые разбит один из участков высоконапряженного массива горных пород Кукисвумчоррского апатит-нефелинового месторождения. Цель кластеризации состояла в выявлении зон с различной степенью сейсмической активности. Каждое сейсмическое событие, отнесенное к некоторой пространственной ячейке, описывалось определенным набором факторов, оказывающих, по мнению экспертов, влияние на возникновение сейсмических событий.

Исходные данные были представлены в виде таблицы с описанием совокупности влияющих факторов с учетом числа сейсмособытий и с представлением групп сейсмособытий в виде совокупности мультимножеств.

В качестве признаков (факторов) использовались: R1 – разлом 1; R2 – разлом 2; OP – границы очистного пространства; OPv – границы очистного пространства вышележащего горизонта; W – выработки; RT – рудное тело; VP – вмещающие породы; RT/VP – рудное тело/вмещающие породы; WB – висячий бок рудной залежи; LB – лежащий бок рудной залежи, N – число сейсмособытий в ячейке.

В таблице 1 представлен фрагмент таблицы исходных данных для проведения кластеризации. В каждой ячейке таблицы приведены два элемента мультимножества. Кратность элемента определяется исходя из количества оценок, подтверждающих наличие (отсутствие) признака. Например, для признака R1 в первой строке запись «2 0» означает, что значение кратности оценки «признак отсутствует» (0) равно 2, а значение кратности оценки «признак присутствует» (1) равно 0. Каждая строка таблицы 3 представляет собой мультимножество. Подобная таблица может отображать мнение как одного эксперта, так и представлять совокупность мнений нескольких экспертов.

Таблица 1. Представление исходных данных для иерархической кластеризации

Номер ячейки	R1	R2	OP	OPv	RT	VP	RT/VP		W	WB	LB	N
1	2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	0 2	2 0		2 0	0 2	2 0	2
2	0 2	2 0	2 0	2 0	2 0	0 2	2 0		2 0	0 2	2 0	2
3	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	0 6	6 0		6 0	0 6	6 0	6
...												

Согласно описанным выше шагам, были рассчитаны расстояния между исходными кластерами (один объект – один кластер) и сформирована матрица расстояний, найдено первоначальное разбиение с использованием метода FPF, найдена оценка для оптимального диаметра разбиения ($d_{ij} > 930$). Далее проводится кластеризация сейсмособытий согласно модифицированному методу иерархической кластеризации с учетом полученных с помощью метода FPF ограничений (*cannot link* $d_{ij} > 930$).

Уточнена верхняя граница кластеризации: метод FPF давал оценку диаметра разбиения $D \in [465, 930]$, уточненный интервал для оценки диаметра разбиения – $D \in [465, 832]$.

Таким образом, для элементов матрицы расстояний, для которых $d_{ij} < 465$, нет необходимости генерировать ограничения. Для рассматриваемой задачи

Constrained Clustering будет сгенерировано всего пять ограничений. Заметим, что без подготовительных этапов, состоящих в применении метода FPF и иерархической кластеризации с учетом ограничений, количество генерируемых ограничений оценивалось бы величиной $(14 \cdot 13) \setminus 2 = 91$.

Литература

1. Duong K.C., Vrain C. *Constrained Clustering by Constraint Programming*. // *Artificial Intelligence Journal*. vol 244. 2017. – pp. 70-94.
2. Петровский А.Б. Методы групповой классификации многопризнаковых объектов (часть1) // *Искусственный интеллект и принятие решений*. № 3, 2009. – С. 3-14.
3. Zuenko A., Oleynik Y., Yakovlev S. and Shemyakin A. *Matrix-Like Representation of Production Rules in AI Planning Problems*. // *Proc. of the Fourth Int. Scientific Conf. Intelligent Information Technologies for Industry (ITI'19) Advances in Intelligent Systems and Computing*. vol 1156. 2020. (Springer, Cham) – pp. 393-402.
4. Gonzalez T. *Clustering to minimize the maximum intercluster distance* // *Theoretical Computer Science*. №38. 1985. – pp. 293-306.

Ильин М.Л., Белош В.В.

СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Система видеонаблюдения – это комплекс устройств, задача которых заключается в том, чтобы обеспечить постоянный визуальный видеоконтроль за охраняемой системой территорией.

В настоящее время системы видеонаблюдения подразделяются на аналоговые, цифровые и гибридные.

Структурная схема аналоговой системы видеонаблюдения приведена на Рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема аналоговой системы видеонаблюдения

Аналоговая система видеонаблюдения строится на базе видеорежистратора, с помощью которого видеоизображение оцифровывается, а затем сжимается для хранения видеозаписей на жестком диске персонального компьютера.

Цифровые системы видеонаблюдения имеют широкое применение в современных системах безопасности. Чаще всего данная система реализуется на крупных объектах, где информацию нужно передавать на большие расстояния. Такие системы видеонаблюдения часто объединяются с другими системами обеспечения безопасности, например, с системой контроля и управления доступом.

Цифровая система видеонаблюдения состоит из обычных персональных компьютеров или сервера обработки и хранения информации, сетевых видеорегистраторов, IP-видеокамер, коммутаторов, сетевого оборудования и программного обеспечения для обработки и хранения видеозаписей. Данная система видеонаблюдения может работать в автоматическом режиме или управляться с помощью оператора. Все видеоизображения сразу же записываются на жесткий диск с выбором необходимого формата записи.

С помощью цифровой системы видеонаблюдения можно получать и просматривать нужную видеоинформацию в удаленном режиме. Цифровые IP-камеры с сетевым интерфейсом не требуют прямого подключения к аппаратным средствам обработки видеосигнала. Каждая камера – это отдельное сетевое устройство со своим IP-адресом. Подключить все элементы можно как через локальную сеть Fast Ethernet, так и напрямую, например, через модем или беспроводной адаптер связи. Также на сегодняшний день существует множество видеокамер, которые работают через Интернет соединение, что позволяет осуществить видеоконтроль тех мест, где нет возможности провести локальную сеть.

Цифровые видеосигналы могут передаваться на любые расстояния. Цифровой сигнал легче обрабатывается и анализируется, имеет очень высокое разрешение. Таким образом, с помощью видеонаблюдения можно легко анализировать движущиеся объекты, лица, цифры и многое другое.



Рис. 2. Структурная схема цифровой системы видеонаблюдения с удаленным режимом просмотра

Рассматриваемая в данной работе система видеонаблюдения разработана для телекоммуникационной компании, которая располагается в инженерном корпусе, имеется прилегающая к корпусу территория, где необходимо организовать систему видеонаблюдения.

Корпус состоит из трех этажей, в здании расположены кабинеты сотрудников и руководителей, служебные помещения, склады и т.д. На территории здания имеется стоянка для машин и велосипедов.

Структурная схема системы видеонаблюдения приведена на Рис.3.

Информация, полученная с камер видеонаблюдения, поступает на АРМ оператора, что позволяет просматривать на мониторе видеоизображения, находящиеся в данный момент перед камерой в режиме реального времени. Кроме того, вся полученная информация сохраняется в архиве с последующим просмотром. Таким образом, любую нештатную ситуацию можно изучить, отыскать в архиве нужную запись, например, по дате.

В современных условиях для обеспечения высокого уровня безопасности персонала необходимо особо внимательно отслеживать состояние здоровья и температуру тела персонала.

Температура тела определяется с помощью тепловизионной камеры, информация с которой поступает на АРМ оператора и сигнализирует, если она повышена.



Рис. 3. Структурная схема системы видеонаблюдения

Литература

1. Барсуков В. С. Современные технологии безопасности / – М.: Нолидж, 2012 г. – 496 стр.
2. Ворона В. А. Технические средства наблюдения / – М.: Телеком, 2009 г. – 172 стр.
3. Григорьев В. К. Практика и технологии аналогового и цифрового видеонаблюдения / – М.: Высшая школа, 2010 г. – 608 стр.
4. Кашкаров А. Системы видеонаблюдения. Практикум / – Ростов-на-Дону. Феникс, 2014 г. – 120 стр.
5. Лыткин А. IP-видеонаблюдение. Наглядное пособие / – Санкт-Петербург. ООО «Издательство. Авторская книга», 2014 г. – 200 стр.
6. Панин О.А., Мирсайязнова С.А. Автоматизированная система оценки знаний на уроках физики и химии. Электронный научный журнал. № 4-6 (34). Материалы международной научно-практической конференции. – Омск. – 45 (август, 2020).

Карташова Е.В., Белов В.В.

СИСТЕМА ЭКСТРЕННОГО ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Автоматизированная система экстренного оповещения населения о чрезвычайных ситуациях представляет собой часть системы мониторинга выбросов вредных веществ [1].

Система мониторинга выбросов вредных веществ состоит из системы сбора информации с распределенных по территории предприятия датчиков, системы передачи информации и системы оповещения населения (Рис. 1).

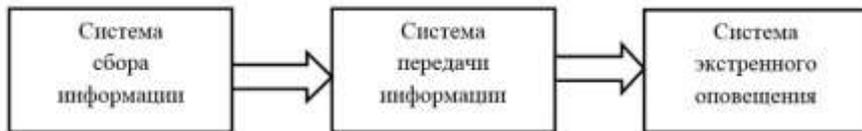


Рис. 1. Структурная схема системы мониторинга выбросов вредных веществ

Система сбора информации с датчиков вредных представляет собой распределенную по территории предприятия микропроцессорную систему (Рис. 2). Датчики устанавливаются в непосредственной близости от объектов образования вредных выбросов. Микроконтроллеры системы собирают

информацию с датчиков и передают ее на автоматизированное рабочее место оператора.

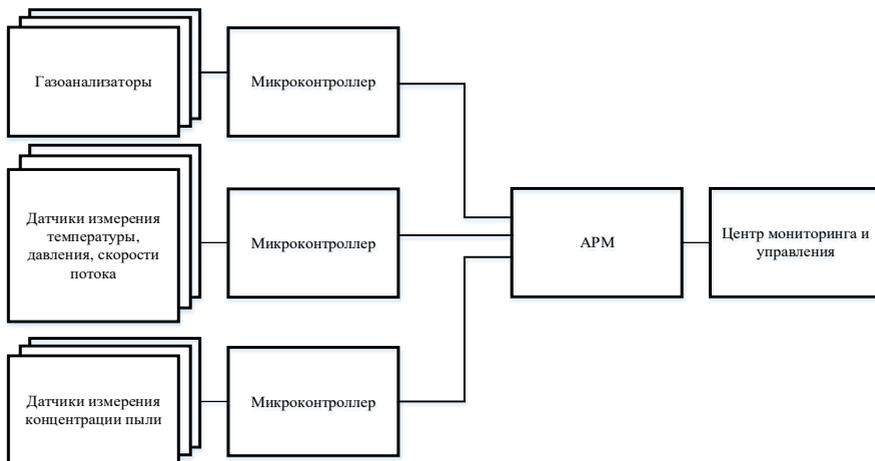


Рис. 2. Структурная схема системы сбора информации

Система экстренного оповещения населения представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающий доведение сигналов оповещения и экстренной информации до органов управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для оперативного оповещения населения об авариях на опасных предприятиях создаются так называемые локальные системы оповещения (Рис. 3). С их помощью можно своевременно оповещать не только рабочих и служащих этих объектов, но и руководителей предприятий, учреждений, организаций, учебных заведений, находящихся вблизи них, а также все население, попадающее в зоны возможного заражения, разрушения, катастрофического затопления.

Все предприятия, учреждения и населенные пункты объединяются в самостоятельную систему оповещения. Вместе с тем локальные системы, хотя и самостоятельны, но в то же время являются частью территориальной (республиканской, краевой, областной) системы централизованного оповещения.



Рис. 3. Структурная схема системы оповещения

Главное преимущество локальных систем — их оперативность, которая в условиях аварий и катастроф так необходима. В критической ситуации дежурный диспетчер сам принимает решение и немедленно подает сигнал. Первоначально он включает сирены объекта и близлежащего жилого массива, звук которых означает сигнал «Внимание всем!». Затем следует речевая информация, поясняющая порядок действий в создавшейся обстановке. Локальная система должна включаться очень быстро, чтобы информация об угрозе заражения или затопления дошла до граждан раньше зараженного воздуха или волны прорыва и чтобы осталось время для выполнения мер защиты.

Система оповещения обеспечивает гарантированное доведение информации и сигналов оповещения до руководителей и персонала предприятия, оперативных служб и органов по делам ГО и ЧС, а также населения в зоне действия этой системы.

Полноценная действующая система локального оповещения включает в себя сирены или иные средства подачи тревожных сигналов, приспособления для голосового и речевого оповещения, ламповые или светодиодные индикаторы, маяки и подобные средства визуального сообщения.

Звуковая система оповещения, издавая сигналы, информирует людей о произошедшей чрезвычайной ситуации либо аварии. На потенциально опасных объектах разрабатываются положения о порядке действий в случае возникновения аварии, дополнительные рекомендации и инструкции могут сообщаться через громкоговорители.

Голосовое оповещение является наиболее информативным и продуктивным способом оповещения.

Кроме технической стороны дела здесь есть и другая — человеческая. Очень многое зависит от компетентности и ответственности дежурного персонала потенциально опасных объектов. Быстро, почти мгновенно оценить обстановку и немедленно включить систему оповещения — вот главное требование к тем, кто несет дежурство на диспетчерском пункте. Ответственность за организацию связи и оповещения несут начальники отделов по делам ГО и ЧС всех рангов, а непосредственное обеспечение и поддержание связи в исправном состоянии осуществляют начальники служб связи и оповещения областей, городов, районов и объектов экономики, то есть начальники областных, городских и районных узлов связи. Они отвечают за техническое состояние аппаратуры связи, кабельных и воздушных линий, организуют аварийно-восстановительные и ремонтные работы на сооружениях и коммуникациях. Для выполнения этих задач в их распоряжении находятся специализированные формирования.

Литература

1. Карташова Е.В., Белош В.В. «Микропроцессорная система мониторинга выбросов вредных веществ», научный руководитель доцент, к.т.н. Белош В.В. Электронный научный журнал № 6 (35)• 2020 – М.: АР-Консалт, стр.17
2. Горелик Д.О., Конопелько Л.А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. М.; из-во Стандартов, 1992, 432 с.
3. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. – М.: ИП Радиософт, 2002. 176 с.
4. Белош В.В., Богатилов В.Н., Фильчакова Т.А. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе // Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. Вып. №4, том 3, – Апатиты, Изд-во КНЦ РАН, 2012 г.
5. Панин О.А., Мирсайязнова С.А. Автоматизированная система оценки знаний на уроках физики и химии. Электронный научный журнал. № 4-6 (34). Материалы международной научно-практической конференции. – Омск. – 45 (август, 2020).

Кулик Б.А.¹, Фридман А.Я.²

АНАЛИЗ ПАРАДОКСОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЯХ СИСТЕМ*

Санкт-Петербург, Институт проблем машиноведения РАН

* Работа частично поддержана грантом РФФИ № 19-08-00079-а.

Введение

Поясним, что рассматривается как парадокс в настоящей работе и сформулируем его основное отличие от противоречия в математической логике. Принято считать, что парадокс – это ситуация, когда два взаимоисключающих высказывания оказываются доказуемыми. Но с точки зрения формальной логики это противоречие, в таком случае формула, с помощью которой написана модель парадокса, оказывается тождественно ложной. Например, противоречивы два высказывания «Все A присуще свойство B » и «Некоторым A не присуще свойство B ». В то же время, если второе высказывание заменить на «Все A не присуще свойство B », то полученная пара высказываний не будет противоречивой, а данная система высказываний лишь свидетельствует о том, что объект A – ложный или вообще не существует. Именно к такой форме приводятся при логическом анализе многие парадоксы теории множеств. В качестве примера рассмотрим парадокс «Мэр города», который заключается в следующем: в одной провинции был издан указ о том, что мэр каждого города не должен жить в своем городе, а только в городе N . Спрашивается, где должен жить мэр города N ? Ответ очевидный: он не может жить ни в городе N , ни вне его. Если записать логическую формулу этого парадокса, то окажется, что пропозициональная переменная «мэр города N » является безусловно ложной.

Вполне понятно, что несчастный мэр стал жертвой противоречивого указа. В то же время в аналогичных парадоксах теории множеств нередко всю вину за противоречивые свойства некоторых множеств приписывают самой теории множеств, но не противоречиям в определениях. Например, если вопреки принятой в литературе по математической логике традиции [1] предположить, что «элемент» по определению не может быть «множеством», то о парадоксах теории множеств останутся лишь воспоминания.

Оказывается, во многих случаях парадоксы можно свести к формальному противоречию. Рассмотрим *парадокс подмены* [2], который часто встречается в рассуждениях по аналогии и в моделях рассуждений по прецеденту. Пусть имеется некоторый исходный объект O и его аналог A , при этом множество P_C свойств у этих объектов совпадает. Известно также, что объекту O присущи свойства P_O , а объекту A – свойства P_A , при этом данные свойства несовместимы, что можно выразить с помощью формулы $P_A \supset \neg P_O$. Тогда логическую модель подмены можно представить формулой:

$$(A \supset P_C) \wedge (O \supset P_C) \wedge (A \supset P_A) \wedge (O \supset P_O) \wedge (P_A \supset \neg P_O) \wedge (A \supset O). \quad (1)$$

В этой формуле подформула $A \supset O$ выражает процедуру отождествления исходного объекта с аналогом. Следствием данной формулы является коллизия парадокса $A \supset \neg A$ и безусловная ложность аналога A . Если в

формулу (1) добавить еще одну посылку A , то полученная формула окажется тождественно ложной, т.е. противоречием. Можно сказать, что парадокс – это рассуждение, результат которого состоит в несовместимости итога логического анализа с неявно принятым допущением (например, предполагается, что A истинно). Если в это рассуждение добавить в качестве посылки неявно принятое допущение, то получим противоречивую формулу.

Виды парадоксов

Были выделены следующие разновидности парадоксов.

1. Коллизия парадокса в Е-структурах [2]. С помощью Е-структур моделируется вывод заключений и анализ корректности совокупностей посылок в полисиллогизмах. Эта коллизия распознается как вывод следствия типа $A \subseteq \bar{A}$.

2. Аномалия противоречия. Под этим здесь понимается не только одноименная некорректность в базах знаний [3], но и формально схожая с ней логическая модель пресуппозиции [4].

В базах знаний (БЗ) правила можно выразить как структуры типа

$$r_m: V_1 \wedge V_2 \wedge \dots \wedge V_n \rightarrow A,$$

где r_m – имя правила, а V_1, V_2, \dots, V_n, A – атомы.

Каждое правило задано в определенной схеме отношения, а каждая схема отношения характеризуется множеством имен атрибутов. Для правила r_m обозначим $\text{Ant}(r_m)$ схему отношения его антецедента, $\text{Cons}(r_m)$ – схему отношения его консеквента, а $\text{Val}(X_i, r_m)$ – значение атрибута X_i в правиле r_m . Например, атом V_i , относящийся к атрибуту X_i , выражается частью фразы «Если $X_1 = \dots$ и $X_i = a$ или $X_i = b$ и $X_{i+1} = \dots$ и $X_n = \dots$, то...».

Тогда $\text{Val}(X_i, r_m) = \{a, b\}$. Аналогично, консеквент каждого правила можно отобразить как множество значений для определенного атрибута.

Рассмотрим, как распознается аномалия противоречия. Пусть имеются два правила:

$$r_D: V_1 \wedge V_2 \wedge \dots \wedge V_n \rightarrow D;$$

$$r_F: V_1 \wedge V_2 \wedge \dots \wedge V_n \rightarrow F.$$

При этом $D \cap F = \emptyset$. Тогда правила r_D и r_F инициируют аномалию противоречия.

Один из примеров аномалии противоречия – случай в медицинской диагностике, когда принципиально разные заболевания характеризуются одинаковыми значениями некоторых симптомов и при этом не задан хотя бы один симптом, значения которого существенно различны для этих заболеваний.

Похожая ситуация была определена также при анализе пресуппозиции [4]. Понятие пресуппозиции (английское *presupposition* – предположение) часто

встречается в научной литературе по логике и философии [5, 6], лингвистике [7], в искусственном интеллекте [8] и т.д.

Пресуппозиция – это утверждение, которое подразумевается (или воспринимается как истинное) при актуализации основного утверждения или вопроса, при этом отрицание (или ложность) основного утверждения не нарушает истинности пресуппозиции. Еще одна особенность пресуппозиции заключается в том, что предположение о ее ложности или несостоятельности влечет потерю смысла основного утверждения.

Например, в предложении Павел опоздал в институт подразумевается, что Павел направлялся в институт, – это и есть пресуппозиция. Ясно, что отрицание основного утверждения (ассерции) (Павел пришел в институт вовремя) не влияет на истинность пресуппозиции. Если предположить, что пресуппозиция ложна, то становится ясным, что опоздание или своевременный приход в данной ситуации не имеют смысла.

В литературе по логике и лингвистике логическая модель пресуппозиции в терминах исчисления высказываний выражается формулой

$$(S \supset P) \wedge (\neg S \supset P), \quad (2)$$

где S – ассерция, а P – пресуппозиция. В таком случае формула (2) тождественно равна P , а это означает, что ассерция в этой модели есть фиктивная переменная. Если же в соответствии с семантикой пресуппозиции (по смыслу это предпосылка) задать ее логическую модель формулой $(P \supset S) \wedge (P \supset \neg S)$, то окажется, что P – ложна, т.е. получим парадокс.

3. Парадоксальные значения атрибутов в следствии. Данный парадокс распознается следующим образом. Пусть даны посылки, представленные АК-объектами [2] A_1, \dots, A_n , и получено минимальное следствие [2] $A = A_1 \cap_G \dots \cap_G A_n$. Предполагается, что определенные значения некоторых атрибутов обязательно должны присутствовать в минимальном следствии, в противном случае заданная модель рассуждения считается некорректной. Например, в рассуждении речь идет об объекте A_i , для которого отсутствие значений a или b в следствии означает невозможность его существования в данной системе.

Методы элиминации парадоксов

1. Элиминация коллизии парадокса в Е-структурах. В [9] был предложен следующий метод элиминации: 1) выбирается сомнительная посылка (например, $D \rightarrow E$). Если обращение этой посылки ($E \rightarrow D$) допустимо, то она заменяет исходную посылку. Тогда коллизия парадокса не проявляется. В случаях, когда обращение посылки недопустимо, предлагается следующий вариант корректировки сомнительной посылки: вместо нее ($D \rightarrow E$ или $\forall c D$)

есть E) добавляется другое утверждение $\alpha \rightarrow (D, E)$ (Некоторые D есть E). Доказано, что такая замена тоже приводит к элиминации парадокса.

2. Элиминация аномалии противоречия за счет ввода нового параметра. В [4] показано, что парадокс пресуппозиции можно элиминировать, если найти параметр, названный переключателем асертции. Например, в случае с опоздавшим в институт Павлом таким параметром может стать причина опоздания (или ее отсутствие в случае своевременного прихода). Ввод этого параметра в модель в виде новой логической или пропозициональной переменной приводит к элиминации парадокса. В аномалиях противоречия баз знаний элиминацию можно выполнить путем поиска различающего параметра.

3. Для элиминации парадокса в случае парадоксальных значений атрибутов в следствии предлагается следующий метод расширения объема посылок. Пусть в минимальном следствии $A = A_1 \cap_G \dots \cap_G A_n$ в атрибуте X_k отсутствует значение b , что свидетельствует о парадоксальности системы. Система посылок задана в схеме отношения $[X_1 \dots X_k \dots X_m]$. В этой схеме отношения сформируем C-кортеж $P_k = [* \dots \{b\} \dots *]$ и вычислим его обобщенное пересечение с каждой посылкой A_i . Полученное множество АК-объектов $T_i = P_k \cap_G A_i$ целесообразно использовать для анализа корректности посылок и элиминации парадокса.

Отсутствие значения b атрибута X_k в минимальном следствии равносильно тому, что пересечение всех АК-объектов T_i равно пустому множеству. Чтобы этого избежать, необходимо проанализировать некоторые (поддающиеся изменению с точки зрения семантического анализа) посылки A_i на предмет возможности расширения объема соответствующих T_i . Такое расширение выполнимо за счет расширения объема значений некоторых атрибутов.

Литература

1. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. М.: «Наука», 1971.
2. Кулик Б.А. Логика и математика: просто о сложных методах логического анализа / Б.А. Кулик; под общ. ред. А. Я. Фридмана. СПб.: Политехника, 2020.
3. Harmelen F. Applying rule-base anomalies to KADS inference structures // Decision Support Systems. 1997. V. 21, № 4.
4. Kulik B., Fridman A. Roles contradictions play in logical models of metaphors and presuppositions // CEUR Workshop Proceedings, vol. 2303. 2018.
5. Strawson P. Introduction to Logical Theory. London. 1952.
6. Beaver D. Presupposition and Assertion in Dynamic Semantics. Stanford: CSLI Publications. 2001.

7. Karttunen L., Peters S. Requiem for Presupposition // Proceedings of the Third Annual Meeting of Berkeley Linguistic Society. Berkeley, 1977.
8. Попов Э.В. Общение с ЭВМ на естественном языке. М.: Наука. 1982.
9. Кулик Б.А. Логика естественных рассуждений. СПб: Невский диалект. 2001.

Легасова К.К., Мирсайязнова С.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПДК ИОНОВ МЕТАЛЛОВ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТУ-КАИ

Медь относится к числу металлов известных с глубокой древности. Это – жизненно важный элемент, участвующий во многих физиологических процессах. Влияние меди на живые организмы неоднозначно, так как, с одной стороны, она важный микроэлемент, участвующий в обменных процессах, а с другой – ее соединения токсичны. Если поступление меди в организм превышает его суточную потребность, то это может привести к отравлению и различным сбоям в организме. Возможно поражение печени и почек (при всасывании соединений меди в кровь), заболевание «красная волчанка» (удаление меди из соединительной ткани), повреждение мозга и печени (болезнь Вильсона-Коновалова). Таким образом, очевидна актуальность определения предельно допустимых концентраций (ПДК) ионов меди.

Целью данной работы являлось определение ПДК ионов меди (II) методом проращивания семян.

В качестве объекта исследования были выбраны ионы меди. Растворы готовили по навеске $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ с использованием дистиллированной воды в мерной колбе. Навеску медного купороса брали на аналитических весах.

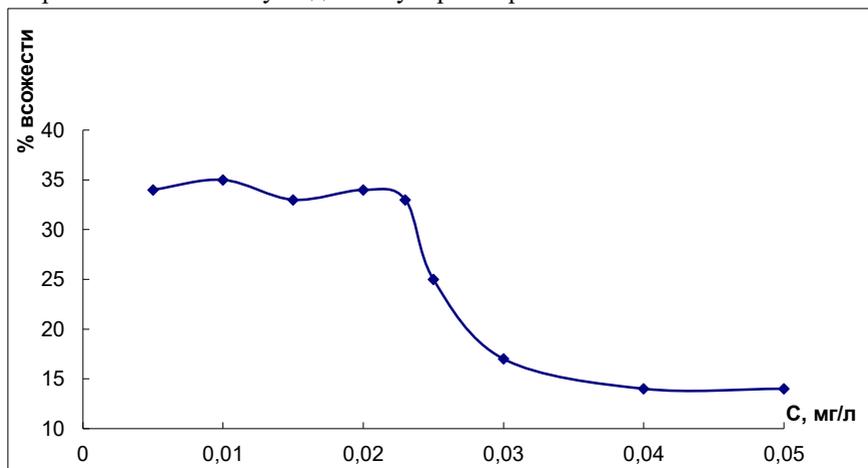


Рис. 1. Влияние ионов меди на проращивание семян пшеницы

Метод проращивания семян заключается в замачивании семян в растворах различной концентрации. Через неделю определили процент всхожести семян. Результаты эксперимента представлены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что начиная с концентрации 0,023 мг/л происходит уменьшение процента всхожести семян. При концентрации выше 0,030 мг/л всхожесть семян практически не изменяется и выходит на постоянную величину. Это совпадает с литературными данными, ПДК ионов меди составляет 0,024 мг/л.

Литература

1. Ильин Б. В. Тяжелые металлы в системе почва растение. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 151 с.
2. Панин О.А., Мирсайзянова С.А. Автоматизированная система оценки знаний на уроках физики и химии. Электронный научный журнал. № 4-6 (34). Материалы международной научно-практической конференции. – Омск. – 45 (август, 2020).
3. Белош В.В. «Микропроцессорный контроллер системы отображения», электронное научно-практическое периодическое издание «Вестник современных исследований», №7-1, июль 2018. 265 с.

Ломов П.А., Малоземова М.Л.

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОПОЛНЕНИЯ ОНТОЛОГИИ*

Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

На сегодняшний день применение онтологий в той или иной форме для представления знаний предметной области в рамках информационных систем стало распространенной практикой. Онтология – это формальная, явная спецификация общей концептуализации [1,2]. Однако разработка онтологий является сложной проблемой, требующей привлечения экспертов предметной области, а также специалистов по онтологическому моделированию. По этой причине предпринимаются попытки автоматизации ее различных аспектов для снижения затрат труда и времени с получением в результате качественной онтологии, отражающей в необходимой степени знания предметной области. Решение данных проблем рассматривается в рамках задачи обучения онтологий (ontology learning), которую можно рассматривать как

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 20-07-00754 А).

реконструирование из текста модели предметной области, изначально сформированной в сознании эксперта – автора текста [3,4]. Как правило, обучение онтологии предполагает анализ и извлечение из текстов терминов предметной области, их последующую группировку для определения классов онтологии и отношений между ними. Подходы к обучению онтологий отличаются техниками, которые применяются на разных этапах анализа текстов и формирования онтологии. Среди данных техник можно выделить: тегирование частей речи (part-of-speech tagging), синтаксический разбор и лемматизация, извлечение терминов с помощью фреймов субкатегоризации (subcategorization frames) и “посева” слов (seed words) [5], сравнительного анализа [6], анализа смежности (co-occurrence analysis), латентно-семантического анализа (LSA) и кластеризации [7], формирование структуры онтологии путем анализа зависимостей (dependency analysis), категоризации терминов (term subsumption), анализа формальных понятий (formal concept analysis, FCA), иерархической кластеризации (агломеративной [8] и разделяющей [9]) и анализа ассоциативных правил (association rule mining).

Предлагаемая в данной работе технология ориентирована на решение одной из подзадач обучения онтологий, а именно пополнение онтологии экземплярами классов (ontology population). Применение технологии предполагает использование существующих в онтологии понятий для обнаружения в текстах предметной области семантически близких к ним новых понятий. Близость в данном случае следует из употребления понятий в сходных контекстах, которые представляются похожими по структуре предложениями текста.

Для выявления таких предложений, содержащих понятия предметной области, выполняется анализ текстов с помощью языковой модели, основанной на нейронной сети, изначально ориентированной на решении задачи распознавания именованных сущностей (Named Entity Recognition, NER). Данная задача состоит в выделении и классификации именованных сущностей в тексте. В предлагаемой технологии роль распознаваемой сущности играет потенциальный экземпляр некоторого класса онтологии. Последний, в свою очередь, рассматривается в качестве назначаемой категории.

Ключевым компонентом технологии является процедура обучения языковой модели на основе обучающей выборки, которая автоматически формируется путем поиска в наборе текстов предметной области предложений, содержащих отдельные лексемы и именные группы, соответствующие экземплярам исходной онтологии. Предполагается, что множество найденных предложений представляет контексты, которые в иных текстах могут содержать новые термины, сходные по смыслу с исходными.

Далее на сформированной выборке обучается языковая модель из распространенной Python-библиотеки для анализа естественно-языковых текстов spaCy. Впоследствии с помощью обученной модели анализируются тексты предметной области с представлением эксперту обнаруженных понятий, которые выступают кандидатами на включение в онтологию в качестве экземпляров классов. Общая схема применения технологии представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема применения технологии пополнения онтологии

Эффективность предложенной технологии оценивалась в рамках эксперимента по обучению языковой модели и ее последующего использования для пополнения онтологии хозяйственной деятельности в Арктике [10]. Для обучения модели было собрано и проанализировано около 400 текстов арктической тематики, которые потенциально могли содержать понятия, представленные в онтологии в виде экземпляров. В результате был сформирован набор, содержащий около 360 000 примеров.

Проверка качества обученной модели производилась на тестовом наборе аналогичной структуры сформированном вручную. Для сравнения оценивалась также и мультязычная (multi-language) модель из библиотеки spaCy, ориентированная на извлечение имен людей, названий локаций и организаций из новостных текстов. Были получены следующие результаты:

Эксперимент 1. Обнаружение моделями понятий тестового набора:

- мультязычная модель spaCy: точность = 0.13, полнота = 0.03;
- обученная модель: точность = 0.95, полнота = 0.35.

Эксперимент 2. Обнаружения моделями понятий тестового набора, не представленных в онтологии:

- мультязычная модель spaCy: точность = 0.013, полнота = 0.012;
- обученная модель: точность = 0.25, полнота = 0.006.

Результаты первого эксперимента говорят о наличии некоторого положительного эффекта обучения. Модель научилась распознавать в текстах некоторые контексты употребления понятий, характерных для предметной

области. Однако этого недостаточно для обнаружения новых понятий, что показывают результаты второго эксперимента. Это также может быть вызвано тем, что исходная гипотеза о том, что имена экземпляров одного класса онтологии будут встречаться в одинаковых контекстах, подтверждается в большей степени для классов, потенциально имеющих большое разнообразие экземпляров в анализируемых текстах. Например, классы “Организация” или “Персона” потенциально могут иметь большое количество экземпляров в новостных текстах общей тематики. В контексте данного исследования это означает, что необходимо не только увеличить объем корпуса анализируемых текстов, но и обеспечить их более точный поиск и/или дополнительную фильтрацию по принадлежности к тематике онтологии. С другой стороны, причиной малых результатов поиска новых понятий может быть небольшое количество экземпляров у классов, что также не позволяет сформировать для обучения модели достаточное разнообразие контекстов для обнаружения новых понятий. Исходя из полученных результатов в рамках дальнейшего исследования следует обеспечить увеличение объема обучающего набора и повысить разнообразие входящих в него примеров.

Предложенная технология может применяться при повторном использовании онтологий для их актуализации и/или приведения их содержания в соответствие с задачами использующих их информационных систем. Высокая автоматизация технологии позволяет при этом снизить трудозатраты экспертов предметной области, обеспечивающих поддержку онтологий, и тем самым удешевить разработку и эксплуатацию информационных систем на основе онтологий.

Литература

1. Studer R., Benjamins V. R., Fensel D. Knowledge engineering: principles and methods. *Data Knowl Eng* 25(1-2):161-197 // *Data Knowl. Eng.* 1998. Т. 25. С. 161–197.
2. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications // *Knowl. Acquis.* 1993. Т. 5. № 2. С. 199–220.
3. Somodevilla M., Ayala D., Pineda I. An overview on ontology learning tasks // *Comput. Sist.* 2018. Т. 22.
4. Chen J. и др. Smart data integration by goal driven ontology learning. 2017. С. 283–292.
5. Hwang C. Incompletely and Imprecisely Speaking : Using Dynamic Ontologies for Representing and Retrieving Information // 1999.
6. Navigli R., Velardi P. Semantic interpretation of terminological strings // 2002.
7. Berkhin P. Survey Of Clustering Data Mining Techniques // *Surv. Clust. Data Min. Tech. Group. Multidimens. Data Recent Adv. Clust.* 2002. Т. 10.

8. Zepeda-Mendoza M. L., Resendis-Antonio O. Hierarchical Agglomerative Clustering // Encyclopedia of Systems Biology / под ред. W. Dubitzky и др. New York, NY: Springer, 2013. С. 886–887.
9. Dhillon I. S., Mallela S., Kumar R. A Divisive Information-Theoretic Feature Clustering Algorithm for Text Classification // J Mach Learn Res. 2003.
10. Lomov P. Ontology of integrated knowledge space [Электронный ресурс]. URL:<https://github.com/palandlom/ontology-of-integrated-knowledge-space/blob/master/src/poltes.owl>.

Мазалов В.В.

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИКОЙ МНЕНИЙ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ С КОММУНИКАЦИОННОЙ СТРУКТУРОЙ

Петрозаводск, Институт прикладных математических исследований, Карельский научный центр РАН

Рассматривается теоретико-игровая модель влияния внешнего управления на динамику мнений и достигаемый консенсус в социальной сети, участники которой связаны произвольным коммуникационным графом. Задача управления заключается в поддержании мнения всех участников в окрестности заранее определенного значения. Если игроков несколько, то эти целевые значения могут быть различны. Рассматриваемая динамическая игра принадлежит классу линейно-квадратических игр в дискретном времени. Оптимальное управление и равновесие находятся с помощью уравнения Беллмана. В симметричном случае решение достигается в аналитическом виде. Результаты численного моделирования иллюстрируют влияние структуры связей в социальной сети на динамику мнений и достигаемый консенсус.

Мирсайязнова С.А., Панин О.А., Иванов Н.М.

ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ПУТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Ежесекундно во всем мире протекает бесчисленное множество химических реакций. Горит костер и горит газ в конфорке газовой плиты, ржавеет железо, молоко превращается в творог, на фотопленке возникают изображения. Известно, что одни химические реакции протекают за малые доли секунды, другие же за минуты, часы, дни. Золотые украшения сохраняют свою красоту и блеск веками. А вот брошенный на улице старый автомобиль

спустя несколько лет превращается в груды ржавого металлолома; долька яблока уже через несколько часов покрывается бурой пленкой; петарда, брошенная в костер, оглушительно взрывается.

Из известных на сегодняшний день реакций самая быстрая протекает в 1040 раз быстрее, чем самая медленная. Изучение скоростей химических реакций имеет очень большое практическое и научное значение, так как вокруг нас постоянно происходят разные процессы и скорость их различна. Например, в химической промышленности от скорости химической реакции зависят размеры, производительность аппаратов, качество вырабатываемого продукта и в конечном итоге зарплата работников и себестоимость продукции.

Согласно Стандарту образования по химии для основной школы тема «Скорость химической реакции» изучается ознакомительно. В связи с сокращением часов на изучение химии данная тема не будет подробно рассмотрена и в старших классах. Поэтому при изучении данной темы мы решили использовать компьютерное моделирование [1].

По мнению большинства выдающихся химиков, в том числе лауреата нобелевской премии Г. Сиборга, теоретическое моделирование является основным методом познания в химии. Сущность химических явлений скрыта от непосредственного наблюдения исследователя, в связи с этим познание осуществляют путем построения модели невидимого объекта по косвенным данным.

Использование компьютера во многом облегчило задачу химикам, моделирование можно провести за небольшое время, используя при этом огромное количество данных [2].

Была написана программа, которая позволяет запускать модель реакции при вводе соответствующих данных:

число молекул А;

число молекул В;

вероятность образования молекул АВ при столкновении А и В;

скорость движения молекул.

Варьируя исходные данные получили модель реакции $A + B = AB$.

При запуске программы можно увидеть хаотичное движение молекул (зеленые шарики – молекулы 1 вида, красные – молекулы 2 вида, желтые – образовавшиеся молекулы), наверху показывается время и количество образовавшихся молекул. Кроме этого можно получить зависимости времени от разных составляющих: от количества образовавшихся молекул при разных вероятностях; от количества образовавшихся молекул при разных количествах молекул; от количества образовавшихся молекул при разных соотношениях количества молекул; от количества образовавшихся молекул при разных значениях скоростей движения молекул. Полученные результаты

не расходятся с теоретическими, т.е. данная модель может использоваться на уроках химии и позволит сделать их более интересными и «выйти» за рамки школьного курса для расширения кругозора учащихся.

Литература

1. Карташова Е.В., Белош В.В. Микропроцессорная система мониторинга выбросов вредных веществ // Электронный научный журнал № 6 (35) 2020 – М.: АР-Консалт, С.17
2. Панин О.А., Мирсайязнова С.А. Автоматизированная система оценки знаний на уроках физики и химии // Электронный научный журнал. № 4-6 (34). Материалы международной научно-практической конференции. – Омск. – 45 (август, 2020).

Олейник А.Г.

ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ «ОТКРЫТЫХ» НАБОРОВ АТРИБУТОВ СУЩНОСТЕЙ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

Предложенная в 1970-х годах Коддом (E. F. Codd) реляционная модель и в настоящее время данных сохраняет свою популярность и имеет достаточно широкое применение. Одним из основных достоинств реляционной модели является обеспечение независимости данных от прикладных программ. Это свойство особенно важно при создании баз данных информационных систем, предполагающих в перспективе существенное развитие как самой базы данных об объектах управления или исследования, так и функций обработки этих данных.

Однако проектирование единственно допустимых элементов структуры реляционной базы данных (БД) – реляционных отношений, внешне воспринимаемых как двумерные таблицы, в ряде случаев вызывает определенные сложности. Например, в ситуации, когда представляемые в БД объекты имеют частично пересекающиеся наборы атрибутов. Размещение данных о значениях атрибутов таких объектов в одном отношении нерационально. Заголовок отношения должен будет содержать имена всех возможных атрибутов представляемых в нем объектов, отнесенных к одной сущности реляционной модели. При этом тело отношения будет иметь «пустоты» в записях, если у некоторого объекта (экземпляра сущности) отсутствуют некоторые атрибуты. В качестве решения указанной проблемы предлагается разделить хранение общих атрибутов объектов, относимых к одной сущности, и «индивидуальных» атрибутов отдельных экземпляров или однородных групп объектов этой сущности. В структуру БД вводятся

отношения–справочники, в которых вносятся наименования и уникальные идентификаторы атрибутов, а также, при необходимости, некоторые дополнительные их свойства (единицы измерений, ограничения на значения и т.п.).

Использование справочника позволяет легко пополнять перечень атрибутов, которые могут понадобиться в качестве характеристик представляемых в БД элементов. Справочник свойств позволяет однотипно описывать как свойства групп объектов, так и свойства отдельных экземпляров. Описание общих свойств любой группы однотипных элементов реализуется в специальном отношении набором записей с одинаковым идентификатором группы. Количество записей для группы определяется количеством задаваемых для нее путем выбора из справочника свойств. При описании отдельного экземпляра для него указывается идентификатор группы, к которой он относится и, соответственно, имеет набор и значения свойств, присущих всем элементам данной группы, а также идентификаторы индивидуальных свойств и их значения.

Предложенное решение было применено при разработке структуры реляционной базы данных мониторинга технического состояния энергетических котлов тепловых электростанций и базы данных разрабатываемой информационной технологии структурного синтеза многостадийных технологических схем обогащения минерального сырья.

Пилецкий Б.М.², Вицентий А.В.^{1,2}

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ АНАЛИЗЕ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

¹ Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

² Апатиты, филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет»

Понизить сложность задачи управления пространственно-распределёнными социо-экономическими системами можно при помощи систем поддержки принятия решений. В процессе работы необходимо учитывать географические особенности, для того чтобы эффективно планировать использование доступных территорий, корректировать планы строительства в соответствии со спецификой региона, выстраивать грамотную стратегию по развитию инфраструктурных проектов. В силу природно-географических особенностей территории Крайнего Севера сложность планирования возрастает ещё сильнее. [1, 2]

Геоданные это цифровые данные о различных пространственных объектах, в которые включены сведения об их местонахождении и свойствах,

пространственных и не пространственных атрибутах. Такие данные состоят из взаимосвязанных частей: позиционных данных (описание пространственного положения) и непозиционных данных (тематическое содержание данных). Таким образом, полное описание пространственных данных состоит из взаимосвязанных описаний топологии, геометрии и атрибутики геообъектов, такие данные с учетом их семантического окружения лежат в основе информационного обеспечения географических информационных систем (ГИС). Концепт пространственных данных может быть расширен если принять во внимание их изменчивость.

Учитывая тот факт, что в настоящее время более половины всех цифровых данных имеют пространственную привязку [4], использование геоданных для поддержки принятия решений представляется весьма перспективным. С другой стороны, большая часть информации представлена в неструктурированном виде. Чаще всего, это тексты на естественном языке (официальные документы, отчеты, проекты, статьи, посты в социальных сетях, твиты, и так далее). В связи с этим, актуальной задачей является создание отдельного модуля визуализации пространственных данных в рамках более крупной системы поддержки принятия решений [3].

Многие авторы отмечают высокую степень важности использования пространственных данных для управления большими территориями. Например, в работах [5, 6] приводится анализ эффективности использования геоинформации как фактора управления пространственной информацией, так же описана её роль в системах поддержки принятия решений. Особое внимание уделено рассмотрению вопроса использования такой информации в экономико-статических методах моделирования. Помимо этого, изучается синергетический эффект использования такого типа информации в управлении экономической деятельностью.

При управлении различными видами транспорта также могут быть использованы геоданные. Например, в статьях [7 - 9] были рассмотрены особенности подходов к управлению потоками транспорта, предложены несколько путей решения для задачи маршрутизации транспортных средств.

Помимо этого, геоданные находят широкое применение в кадастре. Так, в ряде работ, такой тип данных рассматривается в качестве основного ресурса, при помощи которого создаются кадастровые системы, ведётся учёт земель, разрабатываются методы их оценки, решается задача стратификации земель.

Таким образом, можно утверждать, что применение пространственных данных позволяет успешно решать различные прикладные и научные задачи, связанные с управлением пространственно-распределенных объектов и систем. При этом, многие современные географические информационные системы и системы поддержки принятия решений (СППР) не имеют стандартных средств обработки текстов для выявления геоданных в текстах

на естественном языке. В ГИС и СППР как правило отсутствуют инструменты автоматического выявления, структурирования, хранения, и визуализации геоданных, полученных при анализе текстов на естественном языке. В связи с этим создание метода, технологий и программно-алгоритмического обеспечения извлечения геоданных из текстов на естественном языке для их последующей геовизуализации является актуальной научно-прикладной задачей.

Особенностью разрабатываемых авторами методов и технологий является извлечение геоданных из текстов, представленных на естественном языке. Для этих целей используется специальный анализатор текстов Томита парсер, выявляющий в исследуемых текстах геоинформацию. В результате создаётся набор слов и словосочетаний, которым противопоставляется их географическая привязка.

В качестве материалов для анализа был использован корпус текстов по арктической тематике. Значительная часть текстов была собрана в рамках предыдущего этапа комплекса исследовательских работ, направленных на создание методов, технологий и программно-алгоритмического обеспечения для визуализации пространственных данных, извлеченных из текстов на естественном языке. [10, 11]

Извлекаемые из текстов на естественном языке пространственные данные могут быть использованы для визуализации и поддержки принятия решений по управлению территориями. Использование средств геовизуализации при решении управленческих задач, может быть эффективным инструментом для принятия решений при реализации проектов в сфере энергетики, строительства, освоении месторождений полезных ископаемых, и других задач. Также пространственные данные позволяют лучше понимать уровень социально-экономического развития региона, распределение населения и промышленности по территории.

В результате рассмотрения проблематики извлечения именованных сущностей из текстов на естественном языке и изучения инструментария для непосредственного получения геоданных из текстов был выбран Томита парсер, который лёг в основу разрабатываемой технологии.

Таким образом, основными результатами данного этапа исследований являются следующие. Сформирована структура файлов для использования Томита парсера с целью извлечения пространственных данных из текстов для поддержки принятия решений по управлению территориями. Предложенная структура позволяет проводить анализ текстов по арктической тематике. Для анализа необходимо подать на вход парсера корпус анализируемых текстов, предназначенных для анализа. Для повышения эффективности лексико-синтаксического анализа текстов созданы грамматики при помощи которых выявляются факты, а также список типовых структур, которые могут быть

использованы для анализа других текстов. В результате проведённых испытаний на ограниченных наборах текстов было установлено что точность выявления геообъектов находится в диапазоне 85-88 %.

Литература

1. Sentsov A., Bolsunovskaya Y., Melnikovich E. The Arctic zone: possibilities and risks of development // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics Publishing. - 2016. - . - Vol. 43. - 012100
2. Vicentiy A.V. Development of methods and tools to support regional management in the Arctic zone of the Russian Federation based on cognitive interfaces // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics Publishing. - 2019. - Vol. 302. – 012139
3. Vicentiy A., Vicentiy I. The method of dynamic visualization of spatial data for cognitive interfaces of information systems supporting regional management // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM). 2019. pp. 667-672
4. Nahmann S., Burghardt D. How much information is geospatially referenced? Networks and cognition // International Journal of Geographical Information Science. – 2013. – Vol. – 27. – pp. 1171-1189
5. Бахарева Н.А. Поддержка принятия решений при оценке земель // Государственный советник. 2015. № 1. С. 50–56
6. Вицентий А.В. Визуализация пространственных данных как подход к построению когнитивных интерфейсов мультипредметных информационных систем поддержки регионального управления // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Том 9, № 5 (2017). Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/PDF/82TVN517.pdf>
7. Цветков В.Я., Алпатов А. Н. Управление распределенными транспортными потоками // Государственный советник. - 2014. - №3. – с. 55-60
8. Vicentiy A.V., Dikovitsky V.V., Shishaev M.G. Automated Extraction and Visualization of Spatial Data Obtained by Analyzing Texts About Projects of Arctic Transport // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. pp. 419-433
9. Vicentiy A. V. Analysis and dynamic visualization of logistics flows in the Arctic based on geoservices // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics Publishing. - 2020. – Vol. 539. – 012018
10. Vicentiy A.V., Dikovitsky V.V., Shishaev M.G. The Semantic Models of Arctic Zone Legal Acts Visualization for Express Content Analysis // Advances in Intelligent Systems and Computing. — 2019. – vol. 763. – pp. 216-228
11. Pilecki B. M., Vicentiy A. V. Development of a method for extracting spatial data from texts for visualization and information decision-making support for

**Смирнов А.В.¹, Тесля Н.Н.¹, Молл Е.Г.², Михайлов С.А.¹ и Левашова Т.В.¹
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ СОЦИАЛЬНО-
ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОПЕРАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ГОСПИТАЛИЗАЦИИ С
УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСОВ И ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ***

¹ Санкт-Петербург, СПб ФИЦ РАН, СПИИРАН

² Санкт-Петербург, ЕЦПР АНО "ЦНПР"ММК"

Эпидемия коронавируса показала, что при появлении ранее неизвестного заболевания имеющихся стандартных решений при госпитализации может быть недостаточно, и во многих случаях требуется быстрое принятие новых решений, основанных не только на имеющемся опыте, но и на анализе текущей ситуации. Несогласованность в работе различных медицинских сервисов, ориентированных на разрешение ситуации, а также непредсказуемое поведение людей могут приводить к негативным последствиям. В частности, излишне агрессивная оптимизация системы здравоохранения может в конечном итоге привести к нехватке коек, врачей, оборудования и лекарств и, как следствие, к увеличению смертности в критических условиях [1–3]. Также увеличивается время ожидания машины скорой помощи, как при отправке машины скорой помощи к пациенту, так и при транспортировке пациента в стационар. В то же время при пандемии доступные ресурсы для лечения других заболеваний уменьшаются, что может негативно сказаться на общей смертности. Введение жестких ограничительных мер при отсутствии обоснования и недоверия может привести к значительному увеличению уровня стресса и недовольства, что в конечном итоге может перерасти в отказ от рекомендаций врачей и протесты [4–6]. Все это является дополнительной мотивацией для разработки системы принятия решений о госпитализации в условиях пандемии, позволяющей распределить нагрузку на систему здравоохранения.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-04-60054 в части поддержки принятия социо-ориентированных решений и бюджетной темы № 0073-2019-0005 в части организации взаимодействия пользователей с системой.

В процессе принятия решения о госпитализации необходимо учитывать социальный фактор, заключающийся в накоплении общего стресса в случае роста количества госпитализаций. Для учета данного фактора необходимо определить влияние неопределенности на психологическое состояние человека, поскольку, согласно исследованиям, в условиях неопределенности и постоянного стресса могут допускаться ошибки при принятии решения о госпитализации [7]. Ярким примером является Испания, в которой после получения первых данных о COVID-19 массовая госпитализация была предпринята еще до роста подтвержденных случаев [8]. На рис. 1 приведен график развития ситуации по неделям в Испании, где наглядно виден пик госпитализаций (круглые маркеры), предшествующий реальному выявлению заболевания (квадратные маркеры) и соответствующий рост смертности (ромбовидные маркеры). Как известно из данных, имеющихся в открытом доступе, это привело к серьезной перегрузке системы здравоохранения, росту недовольства граждан и увеличению общей смертности, в том числе от COVID-19 [1].

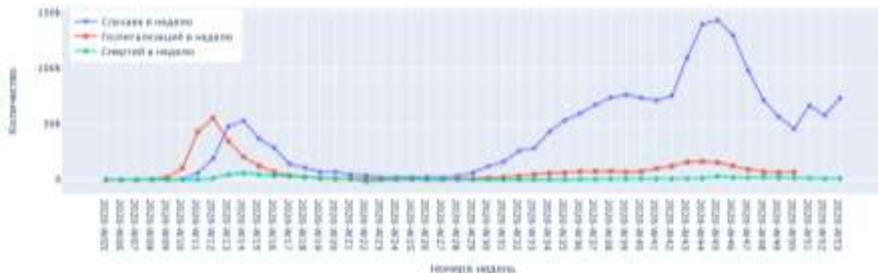


Рис. 1. Новые случаи и госпитализации в Испании по неделям (Данные по ECDC)

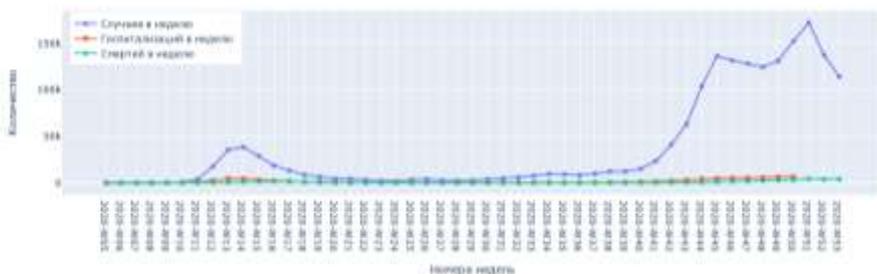


Рис. 2. Новые случаи и госпитализации в Германии в неделю (Данные по ECDC) [8]

График также показывает, что во время второй волны количество госпитализаций было значительно меньше. В то же время, сравнивая общий стресс в первой и второй волнах, можно увидеть, что при правильном ведении и принятии обоснованных решений о госпитализации общее психологическое состояние как врачей, так и пациентов позволяет им более адекватно реагировать на решение о госпитализации. Это наглядно демонстрирует пример Германии, в которой, в отличие от Испании, было меньше ненужных госпитализаций и были получены лучшие результаты по смертности от COVID-19 (рис. 2) [8].

Для интеллектуальной поддержки принятия решения о госпитализации в условиях пандемии предлагается следующая схема организации этого процесса (рис. 3). В процессе госпитализации участвуют пять типов субъектов: пациент, лечащий врач, диспетчер, бригада скорой помощи и больница. Их совместную работу можно формализовать в виде коалиционной игры, ядро которой будет описывать распределение общего выигрыша коалиции при транспортировке пациентов по больницам. В то время как основные характеристики, связанные с количеством свободных мест, расстоянием и временем транспортировки, доступными запасами оборудования и медикаментов легко формализуются для проведения анализа в виде числовых показателей, формализация показателей стресса требует большой вариативности с возможностью нечеткого описания состояний. Самый эффективный инструмент в этом случае - нечеткие множества. В рамках предлагаемой схемы нечеткие множества могут использоваться совместно с теорией нечеткой логики и нечеткими кооперативными играми, которые обеспечивают не только формализацию состояния пациента и врачей, но и расширяют возможные типы ограничений на условия решаемой задачи.

Для прогнозирования развития ситуации в регионе в процессе принятия решения используются исторические данные по госпитализациям, которые включают в себя динамику количества выявленных случаев, количества госпитализаций, динамику лечения больных в зависимости от тяжести состояния. По собранным данным должна быть создана модель развития ситуации по госпитализации, позволяющая в упрощенном виде спрогнозировать нагрузку на систему здравоохранения (без уточнения

нагрузки на отдельные госпитали), используемую как дополнительное ограничение на принятие решения о госпитализации.



Рис. 3. Концептуальная схема процесса принятия решений при госпитализации

Использование нечеткой логики и нечетких кооперативных игр для описания взаимодействия участников коалиции - относительно новый подход, который, однако, показал свою эффективность в задачах конфигурации цепочки поставок [9] и формирования коалиции [10]. Аппарат нечеткой логики и кооперативных игр также может быть использован для оценки эффективности больниц [11] при принятии решения о госпитализации. Эффективность больниц в данном случае оценивается по большому количеству параметров, включающих в себя количество и качество персонала (врачи, медсестры, вспомогательный персонал), динамику накопления усталости, количество коек, количество проведенных операций, затраты на лечение и содержание, согласно имеющимся протоколам лечения и т. д.

Поддержка принятия решений также включает в себя анализ регуляторов поведения человека в контексте эпидемий и пандемий для формирования социо-ориентированных решений. Координация решений сосредоточена вокруг влияния регуляторов поведения участников процесса госпитализации в условиях пандемии, которые включают юридические (жестко фиксированные, общеобязательные), организационные и профессиональные (положения, правила, принятые в определенном профессиональном сообществе), организационные и культурные нормы (подразумеваются, характеристика отдельных организаций, например, больниц и служб), а также индивидуальных норм (моральных и психологических). Для формализации правовых норм используется математическая модель продукционных правил

типа «ЕСЛИ ... ТО ...». Анализ организационных и профессиональных норм требует более сложной формализации в силу большей вариативности. Для этого могут применяться нечеткие множества или сплайновые функции.

Индивидуальные характеристики также оказывают влияние на принятые решения и должны быть учтены в процессе поддержки принятия решений для обеспечения социоориентированности. Принятие решений медицинскими работниками, управленческим персоналом, оперативными работниками осуществляется на фоне переутомления и стресса. В целом отмечается, что стресс из-за неопределенности стал одним из ключевых факторов воздействия на медицинский персонал COVID-19 [12]. Неопределенность диагноза и прогноза лечения связана с отсутствием достоверной и полной информации о заболевании и формах его проявления, методах лечения с учетом индивидуальных особенностей пациентов.

На поведение пациентов в процессе принятия решений о госпитализации влияют стресс, страх, депрессия, вызванные самим заболеванием и его тяжестью; и стрессом, связанным, по мнению зарубежных ученых, с «кризисом здоровья» [13], который во многом связан с распространением угрожающей, эмоциональной, а иногда и избыточной информации о невидимой угрозе, которая в отдельности приводит к постоянному обращению людей к его источникам, сомнениям, что в этих условиях можно рассчитывать на полноценное и качественное медицинское обслуживание. Отсутствие средств защиты, проблемы с адекватным лечением, а также чисто человеческий фактор - усталость, напряжение, тревога и профессиональное выгорание медицинского персонала [6, 14, 15], вызывать у госпитализированных негативные эмоциональные состояния, попытки повлиять на решения медицинского персонала, что должно быть учтено при принятии решения о госпитализации.

При организации обмена информацией в рамках схемы предлагается использовать возможности распределенного цифрового реестра (рис. 4). Обоснованием такого решения является необходимость предоставления доверительного доступа различным сервисам к электронным медицинским картам для ускорения обмена информацией о состоянии пациента, сохранения истории изменений состояния пациента.

Смарт-контракты используются как распределенное приложение всеми участниками коалиционной игры. Контракты реализуют логику вычисления ядра коалиции, содержащего комбинацию набора участников, дающую максимальный выигрыш, и правила взаимодействия участников в процессе принятия решения о госпитализации. Они принимают текущее состояние игроков в качестве входных данных и формируют решение, которое сохраняется в распределенном реестре. Согласно полученному решению осуществляется запись в стационар и после согласования с диспетчером запускается процесс транспортировки пациента в больницу.



Рис. 4. Взаимодействие сервисов в процессе принятия решений в нечеткой коалиционной игре с использованием смарт-контрактов

Источники информации о текущем состоянии системы представлены сервисами в информационном пространстве. Каждая служба связана с распределенным реестром и может передавать данные через блоки в реестре. По запросу пациента диспетчерский центр может быстро получить актуальную информацию и рекомендации о том, куда доставить пациента. Рекомендация формируется путем вызова смарт-контракта, содержащего правила кооперативной игры. При размещении контрактов в цифровом реестре, вся история взаимодействия в процессе принятия решения может быть доступна посредством вызова смарт-контракта, что позволяет быстро получить текущее состояние системы и сформировать коалиционный состав, соответствующий максимальному общему выигрышу (в рассматриваемом случае выигрышем является успешное лечение больного человека).

Литература

1. Patel U. et al. Early epidemiological indicators, outcomes, and interventions of COVID-19 pandemic: A systematic review // *J. Glob. Health. NLM (Medline)*, 2020. Vol. 10, № 2. P. 020506.
2. Walters E., Najmabadi S., Platoff E. Texas hospitals are running out of drugs, beds, ventilators and even staff | *The Texas Tribune* [Electronic resource]. URL: <https://www.texastribune.org/2020/07/14/texas-hospitals-coronavirus/> (accessed: 21.12.2020).
3. Stewart W. Dozens of ambulances filled with suspected coronavirus patients wait hours outside Moscow hospitals | *Daily Mail Online* [Electronic resource]. URL: <https://www.dailymail.co.uk/news/article-8211727/Dozens-ambulances-filled-suspected-coronavirus-patients-wait-hours-outside-Moscow-hospitals.html> (accessed: 21.12.2020).
4. Yeo K.T. et al. Review of guidelines and recommendations from 17 countries highlights the challenges that clinicians face caring for neonates born to mothers with COVID-19 // *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*. Blackwell Publishing Ltd, 2020. Vol. 109, № 11. P. 2192–2207.
5. Cabello I.R. et al. Impact of viral epidemic outbreaks on mental health of healthcare workers: a rapid systematic review // *medRxiv*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2020. Vol. 4, № 6. P. 2020.04.02.20048892.
6. Montemurro N. The emotional impact of COVID-19: From medical staff to common people // *Brain, Behavior, and Immunity*. Academic Press Inc., 2020.
7. Xiong J. et al. Impact of COVID-19 pandemic on mental health in the general population: A systematic review // *Journal of Affective Disorders*. Elsevier B.V., 2020. Vol. 277. P. 55–64.
8. European Centre for Disease Prevention and Control. Download COVID-19 datasets. 2021. [Online]. Available: <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/data>.
9. Sheremetov L.B. A model of fuzzy coalition games in problems of configuring open supply networks // *J. Comput. Syst. Sci. Int. SP MAIK Nauka/Interperiodica*, 2009. Vol. 48, № 5. P. 765–778.
10. Mohebbi S., Li X. Coalitional game theory approach to modeling suppliers' collaboration in supply networks // *Int. J. Prod. Econ*. Elsevier, 2015. Vol. 169. P. 333–342.
11. Omrani H., Shafaat K., Emrouznejad A. An integrated fuzzy clustering cooperative game data envelopment analysis model with application in hospital efficiency // *Expert Syst. Appl*. Elsevier Ltd, 2018. Vol. 114. P. 615–628.
12. Freeston M. et al. Towards a model of uncertainty distress in the context of Coronavirus (Covid-19). 2020.

13. Garfin D.R., Silver R.C., Holman E.A. The novel coronavirus (COVID-2019) outbreak: Amplification of public health consequences by media exposure // Health Psychol. NLM (Medline), 2020. Vol. 39, № 5. P. 355–357.
14. Li W. et al. Progression of Mental Health Services during the COVID-19 Outbreak in China // International journal of biological sciences. NLM (Medline), 2020. Vol. 16, № 10. P. 1732–1738.
15. Li W. et al. Progression of Mental Health Services during the COVID-19 Outbreak in China // International journal of biological sciences. NLM (Medline), 2020. Vol. 16, № 10. P. 1732–1738.

Смирнова А.Е., Панин О.А.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТУ-КАИ

Технический прогресс в разных сферах промышленности характеризуется не только улучшением конструкций изделий, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. В настоящее время важно качественно, при минимальных затратах и в заданные сроки, изготовить изделие, применив современное высокопроизводительное оборудование, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производственных процессов. От принятой технологии производства во многом зависят долговечность и надежность выпускаемых изделий, а также затраты при их эксплуатации.

На современном этапе развития машиностроения решающими средствами существенного повышения эффективности производства является автоматизация производственного процесса, которая освобождает человека от ряда функций управления и одновременно повышает его роль как организатора и руководителя производства.

Автоматизация означает применение качественно новых систем машин, при которых без содействия человека, но под его контролем, выполняются функции обработки, транспортирования обрабатываемых заготовок или инструментов, контроля качества, регулирования и управления производственным процессом. Необходимость автоматизации обусловлена, прежде всего, участием в современном производстве большого количества механизмов, протеканием производственных процессов с большой скоростью и трудностью их регулирования человеком, ввиду его ограниченных физиологических возможностей. Кроме того, жёсткие требования к качеству продукции обуславливают повышение точностных параметров технологических процессов, которые невозможно обеспечить без использования средств автоматизации.

В машиностроении автоматизация уже много лет является реальностью для крупносерийного и массового производства, где широко используются полуавтоматы, автоматы, специальные и агрегатные станки, автоматические и роторные линии, а также другие средства жёсткой автоматизации производственных процессов. Однако, увеличение номенклатуры выпускаемых изделий, смещение производства в сторону мелко- и среднесерийного, частые перестройки действующего производства, связанные с переходом от одного вида продукции к другому, не могут быть обеспечены традиционными средствами автоматизации.

Решение этой проблемы возможно через широкое внедрение в производство гибких автоматизированных систем, представляющих качественно новый этап в комплексной автоматизации производственного процесса, вследствие их создания на основе широкого применения программно управляемого технологического оборудования, микропроцессорных устройств, средств автоматизации проектно-конструкторских, технологических и производственных работ. Основу автоматизации гибких автоматизированных производственных систем составляют программируемое технологическое оборудование, управляющие вычислительные комплексы и методы групповой технологии, что позволяет обеспечить переход на безлюдную или малолюдную технологию в условиях многономенклатурного производства.

Литература

1. Белosh В.В. Микропроцессорный контроллер системы отображения, электронное научно-практическое периодическое издание «Вестник современных исследований», выпуск №7-1 (июль 2018), с. 265.
2. Горелик Д.О., Конопелько Л.А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. М.; из-во Стандартов, 1992, 432 с.
3. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. – М.: ИП Радиософт, 2002 – 176 с.
4. Панин О.А., Мирсайязнова С.А. Автоматизированная система оценки знаний на уроках физики и химии // Электронный научный журнал. № 4-6 (34). Материалы международной научно-практической конференции. – Омск. – 45 (август, 2020).

Сулейманов Д.Ш.¹, Фридман А.Я.², Гильмуллин Р.А.¹, Кулик Б.А.³
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА*

¹ Казань, Институт прикладной семиотики АН РТ, Институт ВМиИТ КФУ

* Работа частично поддержана грантом РФФИ № 19-08-00079-а.

² Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

³ Санкт-Петербург, Институт проблем машиностроения РАН

Введение

В исследовании естественных языков можно выделить три аспекта: когнитивный, коммуникативный и технологический [1]. Когнитивный аспект – это характеристика ЕЯ с точки зрения возможностей описания модели мира, представления знаний. Коммуникативный аспект отражает потенциал языка для кодирования, приема и передачи, семиотической обработки информации, организации диалога. Технологический аспект определяет формальный и концептуальный потенциал ЕЯ для реализации средств эффективной обработки, адекватного описания и компактного хранения информации на данном языке, а также для разработки интеллектуального программного инструментария, включая операционные системы.

На наш взгляд, современные средства накопления и обработки знаний на естественном языке малоэффективны и практически не справляются с такими задачами, как поиск и отбор информации в распределенных базах данных, извлечение знаний, семантический анализ текстовой информации, прежде всего потому, что они изначально являются неинтеллектуальными, созданы на основе примитивных искусственных языков программирования, представляющих собой подмножество флективно-аналитических языков или искусственных конструкций, созданных на их основе. Еще одна причина сложностей в системах обработки ЕЯ связана с организацией их моделей, строящихся на основе формальных систем, в частности, порождающих грамматик (например, [2]), что создает две принципиальные проблемы: монотонность результатов логического вывода и пассивность инструментов логико-семантического анализа информации. Такая организация моделей ЕЯ названа в работе [3] глобальным подходом к организации исследований ЕЯ.

Для снижения остроты указанных проблем в настоящей работе предлагается обратный подход к задаче моделирования естественных языков: строить для них системы моделирования на базе технологического инструментария вербализации и распознавания смысла, состоящего из семиотических моделей лексико-грамматических средств ЕЯ.

Децентрализованная модель ЕЯ

Г.С. Цейтин в публикации [3] предвосхитил грядущие трудности моделирования ЕЯ, связанные с традиционным глобальным подходом к исследованию языков, и на основе своего большого опыта работы в логике и теории программирования предложил альтернативную идею: рассматривать язык как большое количество отдельных подсистем, взаимодействующих друг с другом, не выделяя заранее какой-либо общей системы, подчиняющей

себе все остальные. Однако это направление, насколько можно судить по доступной информации, не получило дальнейшего развития, хотя оно вполне согласуется с распространенными в настоящее время распределенными и многоагентными структурами [4], а также с прагматически-ориентированным подходом к построению лингвистических моделей [5].

На наш взгляд, децентрализованное построение систем моделирования ЕЯ создает обширные возможности применения гибкого прагматически-ориентированного подхода к интеллектуализации подобных систем, особенно при реализации некоторых предложений, рассмотренных ниже. Например, за счет построения и использования сложных семиотических моделей, изначально ориентированных на решение семантически нетривиальных задач.

Семиотические модели лексико-грамматических средств ЕЯ

Децентрализованная структура [3] ориентируется на традиционную иерархическую модель ЕЯ. Обычно выделяют фонетический (самый поверхностный), морфологический, синтаксический и семантический (самый глубокий) уровни (например, [6]). Модель анализа задает лингвистические знания в алгоритмах анализа, которые позволяют перейти от некоторого более поверхностного уровня к более глубокому. Лингвистические знания, задаваемые синтезирующими моделями, используются в алгоритмах синтеза, позволяющих перейти от некоторого более глубокого уровня к более поверхностному. При работе системы в любом направлении вызываются те из имеющихся в ней лексико-грамматических инструментов, которые соответствуют виду и уровню обрабатываемой информации, то есть инструменты вторичны по отношению к исследуемым данным и не обладают собственным интеллектом.

В предлагаемом нами подходе будут использоваться проактивные интеллектуальные средства обработки языковой информации, отвечающие за семантически ориентированное исследование и преобразование данных. Такие инструменты по решаемым задачам аналогичны агентам в многоагентных системах, но в отличие от последних, не проектируются независимыми друг от друга, а функционируют согласованно согласно условиям, формируемым координирующими модулями. Такие модули фактически содержат семиотические модели Поспелова-Полякова [7], отвечающие за целостность и полноту использования имеющейся информации на каждом этапе работы всей системы моделирования. Это свойство позволит реализовать в системе все основные привлекательные характеристики ситуационного подхода [8]: строгость логического вывода, поскольку на каждом шаге моделирования исследуется подмодель, эквивалентная некоторой формальной системе со свойством общезначимости; возможность однозначной классификации и обобщения ситуаций [8, 9];

координируемость задач всех модулей, участвующих в решении текущей задачи [10].

Программно-алгоритмическое наполнение системы моделирования ЕЯ

Здесь рассматриваются в основном средства интеллектуализации разрабатываемой системы моделирования ЕЯ.

Как во всех современных средствах работы с ЕЯ, основной структурой формализации и представления знаний будет система онтологий, специфика ее построения заключается в поддержке ситуационного подхода [11]. Для логико-семантической обработки языковой информации предназначена алгебра кортежей и QC-структуры [12]. Имеющийся у авторов задел по этой тематике представлен в работах [13, 14], но, конечно, он требует доработки и верификации для каждого типа задач рассматриваемого проекта. Средства координации взаимодействий инструментов анализа информации и контроля корректности хода обработки данных будут строиться в рамках концепции ситуационной осведомленности [15], при этом вся система моделирования в целом позиционируется как сетцентрическая структура [16].

Тестирование и верификацию системы моделирования предполагается осуществлять с помощью электронного корпуса "Туган тел" [17, 18], содержащего порядка 200 млн. морфологически размеченных словоформ.

О потенциале грамматики татарского языка для разработки интеллектуальных систем

Среди важных признаков интеллектуальности систем принятия решений, как правило, выделяются такие свойства, как активность знаний, то есть первичность анализа данных и вторичность принятия решения на основе этого анализа; возможность оперировать нечеткой информацией, семантически управляемой контекстом, и исполнять нечеткие команды.

В последнее время, особенно в условиях активного развития одного из направлений искусственного интеллекта – технологий нейронных сетей и машинного обучения, актуальными становятся исследования по управляемости искусственного интеллекта человеком и по созданию ИИ, интерпретируемого и интерпретирующего свои решения. Таким образом, на первый план выходит проблема «объяснения» искусственным интеллектом принимаемых им решений, а также понимания и адекватного восприятия машиной человека как «старшего». Практически эта задача может формулироваться как создание «общего здравого смысла», «общей ментальности», «общей картины мира» человека и ИИ.

Одним из перспективных направлений в этом плане является исследование естественных языков для формирования «разума» ИИ, основанного на лексико-грамматических моделях ЕЯ. Как показано в [19], очевидной перспективой для использования в качестве базового языка обладают

агглютинативные языки, в частности, татарский язык, которому также свойственна регулярная, почти автоматная морфология, обеспечивающая кодирование семантически сложной информации.

Выводы и планы предстоящих исследований

Перспективным представляется исследование технологического аспекта ЕЯ с целью выявления естественных лексико-грамматических (морфологических, синтаксических, семантических) конструкций и построение на их базе новых языков программирования с развитыми возможностями интеллектуальной обработки информации.

При децентрализованной структуре системы моделирования ЕЯ некоторые из ее подсистем вследствие широкого использования приобретают общезыковое значение, и тогда можно, как в случае синтаксиса, говорить о системе, относящейся ко всему языку, за отдельными исключениями. В случае же семантики, где удается хорошо формализовывать частные подсистемы (например, обозначения отношений родства или моментов времени), такой доминирующей в масштабе всего языка системы не обнаружено. Наиболее развитой из формализованных систем для семантики является заимствованная из математики теоретико-множественная семантика, использующая аппарат математической логики. Отсутствие в этой системе ориентации на конкретный тип объектов порождает надежды на то, что ее развитие даст возможность описать семантику всего языка [3]. Такая структура, видимо, особенно перспективна для агглютинативных ЕЯ; учитывая профессиональные интересы и имеющийся у авторов значительный задел (например, [20-22]), ее предполагается реализовать на примере татарского языка. С большой вероятностью, представленный здесь подход может позволить продвинуться в моделировании языка для систем искусственного интеллекта.

В дальнейшем нами планируется исследование и построение математических моделей, отражающих лексико-грамматический потенциал татарского языка, как основы интеллектуальных технологий, включая такие свойства морфологии, как рекурсия, морфологический эллипсис, функциональное многообразие и семантическая многовалентность аффиксов (в том числе, аффиксов кодирования неопределенной информации и нечетких команд). Весьма перспективным представляется также исследование синтаксической структуры, обеспечивающей реализацию свойства активности знаний, являющегося важным показателем интеллектуальности прикладной системы.

Литература

1. Сулейманов Д.Ш. К вопросу исследования технологического аспекта естественных языков // Обработка текста и когнитивные технологии: Труды XI Междунар. науч. конф. (Констанца, 7–14 сентября 2009 г.). Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2010, с. 232-245.
2. Chomsky N. Syntactic Structures. The Hague: Mouton, 1957.
3. Цейтин Г.С. О соотношении естественного языка и формальной модели. Архив АН СССР. Работа в Научном совете по комплексной проблеме "Кибернетика", 1980 г.
4. Маслобоев А.В. Технология поддержки принятия решений в системе сетевцентрического управления региональной безопасностью // Информационно-технологический вестник. 2019. №. 2. С. 117-126.
5. Сулейманов Д.Ш. Обработка ЕЯ-текстов на основе прагматически-ориентированных лингвистических моделей // Сб. под ред. Соловьева В.Д.: Обработка текста и когнитивные технологии. Вып. 3. Труды научного семинара "Когнитивное моделирование" (Пушино, октябрь 1998 г.). С. 205-212.
6. Медведева Т.Н. Формальные модели в лингвистике: Учебное пособие. Саратов: Научная книга, 2010.
7. Поляков В.Н. Проблемы представления, приобретения и использования знаний в свете обработки естественного языка // Когнитивно-семиотические аспекты моделирования в гуманитарной сфере / Научные редакторы д.т.н. В.Л. Стефанюк, д.ф.н. Э.А. Тайсина. Казань: Изд-во АН РТ, 2017. С. 145-163.
8. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М: Наука, 1986.
9. Фридман А.Я., Кулик Б.А. Когнитивная категоризация в многокритериальных задачах ситуационного управления. Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3-7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах. Т. 2. С. 225-234.
10. Фридман А.Я. Координация и планирование управлений в локально организованных иерархических системах // Шестая Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» САИТ-2015 (15-20 июня 2015 г., г. Светлогорск, Россия): Труды конференции. В 2-х т. Т. 1. М.: ИСА РАН. С. 115-124.
11. Irina L. Artemieva, Alexander Ya. Fridman. Ontologies in the Automation Problem for Situational Modelling. In: 2018 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC), IEEE, 2018, pp. 48-53.
12. Кулик Б.А. Логика и математика: просто о сложных методах логического анализа / под общ. ред. А.Я. Фридмана. СПб: Политехника, 2020.

13. Зуенко А.А., Кулик Б.А., Фридман А.Я. Интеллектуальные обучающие системы на основе алгебраического представления вопросно-ответных текстов // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2011): материалы III Междунар. научн.-техн. конф. (Минск, 21-23 февраля 2013 г.). Минск: БГУИР, 2013. С. 165-170.
14. Alexander Zuenko, Alexander Fridman, Boris Kulik. Generation of Questions Sequences in Intelligent Teaching Systems Based on Algebraic Approach // Computer Science and Information Technology, 1(2): 2013. pp. 125-131.
15. Фридман А.Я., Кулик Б.А. Когнитивный подход к оценке ситуационной осведомленности в сетевых системах гражданского назначения // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: материалы V Всероссийской Поспеловской конференции с международным участием / под ред. д.т.н., проф. А.В. Колесникова. Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2020. С. 489-497.
16. Абросимов В.К. Формирование ситуационной осведомленности в больших сетевых системах // Управление развитием крупномасштабных систем. Материалы Десятой международной конференции: в 2-х томах. М.: ИПУ РАН. 2017. С. 300-303.
17. Татарский национальный корпус "Туган тел". Режим доступа: <http://tugantel.tatar/>
18. Сулейманов Д.Ш., Невзорова О.А., Галиева А.М., Гатиатуллин А.Р., Гильмуллин Р.А., Хакимов Б.Э. Размеченный корпус татарского языка "Туган тел": аспекты реализации // Труды Казанской школы по компьютерной и когнитивной лингвистике TEL-2014. Научные редакторы: Д.Ш. Сулейманов, О.А. Невзорова. 2014. С. 88-93.
19. Сулейманов Д.Ш. Регулярность морфологии татарского языка и типы нарушений в языке // Серия: Интеллект. Язык. Компьютер. Вып.1. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1994. – С.77-106.
20. Сулейманов Д.Ш., Хакимов Б.Э., Гильмуллин Р.А. Концептуальные и лингвистические аспекты разработки корпуса татарского языка // Фэнни Татарстан. 2017. №2. С. 7-16.
21. Сулейманов Д.Ш., Гатиатуллин А.Р. Наполнение семантических слотов реляционно-ситуационного фрейма на примере татарских синтаксем // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. 2014. № 4. С. 173-178.
22. Suleimanov D.Sh., Yakubova D.D. Lexical and Grammatical Potential of Turkic Languages for the Development of New Information Processing Technologies. // В сборнике: Материалы XV международной конференции по компьютерной и когнитивной лингвистике TEL-2018 в 2-х томах. Сер. "Интеллект. Язык. Компьютер". 2018. С. 361-372.

Трашкова А.В.², Вицентий А.В.^{1,2}

РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРА-СИМУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

¹ Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

² Апатиты, филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет»

Симулятор является приближенной имитацией работы некоторого процесса или системы. В настоящее время симуляторы используются во многих сферах, таких как отработка техники безопасности, тестирование, обучение, видеоигры и так далее. Горные симуляторы позволяют проводить специализированное обучение в безопасных и контролируемых условиях, избегая неоправданных рисков на горнодобывающем предприятии и сокращая число происшествий, и при этом подготавливать квалифицированных и эффективных машинистов техники [1].

Настоящая работа посвящена реализации максимально приближенного к реальности процесса выемки руды с применением технологии 3D моделирования и виртуальной реальности посредством создания цифровой модели карьера открытого типа для имитации и отработки основных производственных процессов. Для максимального приближения разрабатываемых моделей к реальности и повышения эффективности работы с полученными моделями необходимо использовать современные методы и подходы в областях когнитивной визуализации пространственных данных и разработки человеко-машинных интерфейсов [2, 3], а также возможности визуализации геоданных, предоставляемые современными географическими информационными системами [4].

В работе рассматриваются различные подходы к созданию тренажеро-симуляторов для подготовки персонала горных предприятий в области открытых горных работ. Приводится их краткая характеристика и описываются предварительные результаты создания тренажера-симулятора для открытых горных работ на базе технологий трехмерного моделирования и виртуальной реальности.

Базовые функциональные возможности разрабатываемого тренажера включают в себя следующее: перемещение по карьере без использования транспорта, сесть в экскаватор/самосвал, перемещение по карьере с использованием транспорта, управление карьерной техникой, взаимодействие с горной породой, выход из экскаватора/самосвала.

На данный момент существует ряд различных программных и программно-аппаратных решений для отработки навыков управления карьерной техникой. Программно-аппаратные решения могут быть представлены как частью карьерной техники для отработки конкретного

алгоритма действий, так и полноценным тренажером для отработки целого спектра навыков.

Отличительной особенностью разработки является мобильность и отсутствие привязки к конкретному оборудованию. Есть только ряд аппаратных требований, которым оборудование должно соответствовать, чтобы тренажер правильно функционировал. Кроме того, разрабатываемый тренажер ориентирован, в первую очередь, на обучающихся и начинающих специалистов, у которых не было возможности лично принять участие в открытых горных работах.

Для разработки было использовано программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации Autodesk 3dsMax и интегрированная среда разработки Unity 3d, обеспечивающая возможность объединить все модели в едином виртуальном пространстве и запрограммировать их взаимодействие.



Рис. 1. Разработанные модели техники, размещенные в виртуальном карьере

В результате разработки была получена работоспособная цифровая модель карьера открытого типа (рис.1). На нем находятся два вида техники: экскаватор модели CAT 6018 и автосамосвал БелАЗ 75570.

Экскаватор оснащен ковшем типа обратная лопата и имеет рабочий диапазон копания в глубину 8.5 м, высоту 13.2 м и радиус копания 15.6 м. Вместимость ковша составляет 10 кубический метров. В тренажере реализовано движение стрелы, рукояти и ковша в рамках рабочих диапазонов,

а также система поворота платформы. Экскаватор оснащен звуковыми эффектами, а также освещением для работы в темное время суток.

В модели БелАЗа реализовано движение вперед, назад, влево и вправо. Колеса самосвала имеют анимацию при движении, также реализован поворот колеса. При движении назад загорается лампочка заднего хода и звучит предупреждающий сигнал о движении. В темное время суток можно включить световые приборы. Ковш самосвала можно опрокинуть в рамках рабочего диапазона для высыпания горной массы.

Исследования показывают, что благодаря применению симуляторов результативность усвоения материала находится на высоком уровне, и они повсеместно используются за рубежом в обучении [5, 6]. Поэтому разработка и внедрение подобного тренажера поможет повысить грамотность специалистов, а также закрепить знания правил эксплуатации и техники безопасности при проведении открытых горных работ.

Литература

1. Трашкова А.В., Вицентий А.В. Выбор способа реализации тренажера-симулятора для системы трехмерного моделирования открытых горных работ // Труды Кольского научного центра РАН. Информационные технологии. – Апатиты: КНЦ РАН. 2020. С. 83-90.
2. Вицентий А.В. Визуализация пространственных данных как подход к построению когнитивных интерфейсов мультипредметных информационных систем поддержки регионального управления // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Том 9, № 5 (2017). Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/PDF/82TVN517.pdf>
3. Vicentiy A., Vicentiy I. The method of dynamic visualization of spatial data for cognitive interfaces of information systems supporting regional management // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM). 2019. pp. 667-672
4. Vicentiy A.V. The use of different types of geographic information systems for the construction of geoservices to support management of the Arctic territories // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics Publishing. – 2020. – Vol. 539. - 012131
5. Bhalerao, Bhushan & Dunston, Phillip & Proctor, Robert. (2016). Use of PC-based Simulators to Train Basic Control Functions of a Hydraulic Excavator: Audiovisual Instruction Contrasted with Hands-On Exploration. International Journal of Human-Computer Interaction. 33. 10.1080/10447318.2016.1232230.
6. Fahmi, Fahmi & Farhan, Laith & Andayani, Ulfi & Siregar, Baihaqi. (2017). Development of excavator training simulator using leap motion controller. Journal of Physics Conference Series. 978. 10.1088/1742-6596/978/1/012034.

Фридман А.Я.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННО-ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ*

Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

В настоящей публикации суммируются результаты и подводятся итоги разработки ситуационного подхода к моделированию сложных динамических пространственно-распределенных комплексов, включающих как естественные, так и технические объекты, и поэтому названных автором промышленно-природными комплексами (ППК) [1]. Для превращения подобных комплексов в систему согласно требованиям системного подхода [2] было необходимо предложить способы управления их функционированием. Представляется естественным рассматривать природные компоненты ППК как неуправляемые подсистемы, приемлемое существование которых формирует ограничения на допустимые режимы использования технических подсистем ППК и определяет возможность тех или иных управляющих воздействий на последние, что формализуется либо заданием максимальных уровней входных возмущающих воздействий, например, путем введения ПДК (предельно допустимых концентраций) тех или иных веществ, либо оценкой степени деградации каких-либо интегральных выходных характеристик таких объектов.

Поскольку аналитические методы синтеза управлений пригодны только для простых систем, в качестве основного инструмента исследования ППК рассматривалось имитационное моделирование [3]. Соответственно, модель ППК должна быть изоморфна реальному объекту исследования, а модели подсистем могут строиться на самых различных принципах (аналитические, имитационные модели, различные сети, наборы продукционных правил и т.п.) с единственным ограничением: для каждой такой подмодели должно быть задано пространство состояний [4], в котором поведение подмодели определяется некоторым разностным уравнением. В результате моделирование ППК осуществляется в обобщенном концептуальном пространстве [5] состояний, что дало возможность использовать основные принципы ситуационного управления [6] и конкретизировать их для задачи управления ППК. С точки зрения общей теории систем [1] ППК рассматриваются нами как неупреждаемые причинные временные системы в дискретном времени.

Ввиду сложности рассматриваемых объектов, управляющие воздействия на них рассматриваются только на уровне изменения структурных связей между подсистемами, задачи более детального параметрического синтеза

* Работа частично поддержана грантом РФФИ № 18-29-03022-мк.

характеристик передаются разработчикам технических подсистем. Еще одна особенность развиваемого подхода к исследованию ППК состоит в том, что модель опасных ситуаций строится как расширение модели нормального функционирования ППК на области пространства состояний, выходящие за диапазоны допустимых состояний компонентов ППК. Это дает возможность выявлять причины и анализировать последствия сложных (множественных, зависимых) [7] отказов и инициирующих событий, приводящих к наиболее значительному ущербу.

На первом этапе разработки ППК рассматривались как иерархические системы, но при увеличении масштабов комплекса выявилась необходимость организации взаимодействия нескольких ЛПР, которым подведомственны составные части одного ППК, а также перехода от модели иерархии к модели сетевидной системы [8].

Для предлагаемого подхода принципиально важна возможность интегрирования в единую среду моделей компонентов объекта, построенных разными группами исследователей независимо друг от друга и имеющих различные динамические параметры (шаг дискретности, порядок модели и т.д.), а возможно, и различные принципы внутренней организации (например, чисто логические, автоматные и аналитические модели). Необходимость такой интеграции разных форм представления знаний в «слабо изученных» предметных областях отмечается рядом авторов, например, в работе [3] говорится: «Проблема не в том, чтобы заново создавать модели и методы решения, а в том, чтобы объединить разнородные по природе и форме информации модели в единую систему». В рассматриваемой области указанного подход обеспечивает еще и возможность реализации стратегии ускорения внедрения программных продуктов путем разработки «быстрых прототипов», ставшей уже стандартной для прикладных систем искусственного интеллекта, (например, [9]): при отсутствии или неполной готовности модели того или иного компонента объекта исследования эта модель может быть заменена набором экспертных правил, чтобы не тормозить сопровождение всей системы.

Анализ предметной области моделирования сложных промышленно-природных комплексов и существующих компьютеризованных методов, пригодных для использования в этой области, позволил сформулировать основную проблему исследования ППК как задачу интеграции в единую систему моделей, различных по структуре и используемым методологиям, и разработать следующие базовые требования к информационно-аналитической системе анализа и прогноза состояния ППК:

- поддержка открытой иерархической модели предметной области;
- всесторонняя автоматическая проверка логической корректности модели путем типизации ее компонентов;

возможность работы с временными рядами;
наличие средств анализа пространственно-зависимых данных;
поддержка исследования различных возможных ситуаций и сценариев развития объекта, включая опасные и критические;
автоматическая генерация структур данных для проведения и представления результатов моделирования;
автоматический синтез процедурных спецификаций на выполнение конкретного варианта расчетов;
автоматический синтез исполнительской среды моделирования;
автоматизированный синтез проблемно-ориентированных прикладных систем, компетентных на некоторой подмодели предметной области;
обеспечение равноправной обработки информации от расчетных (вычислительных) модулей, знаний экспертов, графических характеристик элементов ППК;
решение задач координации взаимодействий нескольких ЛПР, участвующих в работе одного ППК, с учетом их ситуационной осведомленности;
оперативное переназначение ЛПР и определение их зон ответственности при рассмотрении ППК как сетецентрической системы.
Все перечисленные возможности реализованы в разработанной системе ситуационного моделирования ППК, представленной в работах [1, 8, 11-14 и др.].

Литература

1. Фридман А.Я. Ситуационное управление структурой промышленно-природных систем. Методы и модели. Saarbrucken, Germany: LAMBERT Academic Publishing, 2015.
2. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. М.: Мир, 1978.
3. Перовская Е.И. Имитационные модели для поддержки принятия решений // Мост (ежемесячный информационно-аналитический журнал для промышленников), СПб, 1999, № 6.
4. Деруссо П., Рой Р., Клоуз М. Пространство состояний в теории управления. М.: Наука, 1970.
5. Gärdenfors P. Geometry of Meaning: Semantics Based on Conceptual Spaces. MIT Press. 2014.
6. Поспелов Д.А. Ситуац. управление: теория и практика. М.: Наука, 1986.
7. Александровская Л.Н. и др. Статистические методы оценки безопасности сложных технических систем. М.: Логос, 2001.

8. Фридман А.Я., Кулик Б.А. Возможности управления сетевыми системами на основе знаковых формализмов // Труды КНЦ РАН, серия «Информационные технологии», вып. 11, 2020. С. 161–165.
9. Искусственный интеллект. В 3-х кн. Кн.2. Модели и методы: Справочник / Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Радио и связь, 1990.
10. Endsley M.R. Final Reflections: Situation Awareness Models and Measures // J. of Cogn. Engineering and Decision Making. 2015. vol.9. No.1. pp. 101-111.
11. Фридман А.Я., Олейник А.Г. Методы и средства поддержки принятия решений по обеспечению устойчивого функционирования промышленно-природных комплексов в арктической зоне РФ. М.: История науки и техники, ООО Издательство «Научтехлитиздат», № 3, 2019, С. 26-34.
12. Фридман А.Я., Кулик Б.А. Когнитивная категоризация в многокритериальных задачах ситуационного управления. Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3-7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах. Т. 2. С. 225-234.
13. Фридман А.Я. Координация и планирование управлений в локально организованных иерархических системах // Шестая Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» САИТ-2015 (15-20 июня 2015 г., г. Светлогорск, Россия): Труды конференции. В 2-х т. Т. 1. М.: ИСА РАН. С. 115-124.
14. Фридман А.Я., Курбанов В.Г. Формальная концептуальная модель промышленно-природного комплекса как средство управления выч. экспериментом // Труды СПИИРАН, 2014. № 6(37). С. 424-453.

Халиуллина Д.Н.¹, Быстров В.В.¹, Малыгина С.Н.^{1,2}

**ДИНАМИЧЕСКОЕ КОНФИГУРИРОВАНИЕ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КЛАСТЕРА РЕГИОНА***

¹ Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

² Апатиты, филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет»

В последние десятилетия региональная исполнительная власть придерживается принципов кластеризации региональной экономики для управления социально-экономическим развитием Мурманской области [1].

* Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта №19-07-01193 А «Методы и средства информационной поддержки управления кадровой безопасностью регионального горно-химического кластера».

Производственные кластеры ориентированы на полноценную реализацию сильных сторон территориально-распределенных экономических систем, а также на нивелирование их слабых сторон и нейтрализацию разнообразных угроз их функционированию. Одним из важных аспектов успешного развития производственного кластера является его кадровое обеспечение. Рациональное использование современных информационных технологий позволяет увеличить эффективность и обоснованность управленческих решений в сфере кадровой политики региональных субъектов хозяйственной деятельности, в том числе и их коалиционных форм деятельности.

В эпоху активной цифровизации российской экономики все более востребованным трендом становится создание проблемно-ориентированных систем поддержки принятия решений. В рамках данного научно-практического направления предлагается разработать многоагентную программную систему информационно-аналитической поддержки управления кадровой безопасностью производственного кластера региона. В качестве отличительной особенности разрабатываемой системы можно выделить ориентацию на применении принципов сетцентрического управления [2]. Одним из технических вопросов реализации подобного рода программных систем является разработка механизмов их динамической конфигурации [3].

Конфигурация сетцентрической системы поддержки управления кадровой безопасностью представляет собой совокупность взаимосвязанных конфигурационных объектов, а именно: компоненты многоагентной программной среды, распределенное хранилище данных, элементы распределенной имитационной среды. Конфигурация системы дополнена атрибутивной информацией, которая характеризует технические аспекты обеспечения работоспособности программной системы. Таким образом, основное назначение технологии динамического конфигурирования сетцентрической системы является регламентация процессов создания и изменения в ходе функционирования системы ее конфигурации в зависимости от стадии решения прикладной задачи и ее контекста.

Технология динамического конфигурирования сетцентрической системы поддержки решений кадровой безопасности регионального производственного кластера опирается на научно-практические результаты, полученные авторским коллективом в предыдущие годы, а именно: модели и технологию поддержки управления кадровой логистикой региона; архитектуру и алгоритмы функционирования сетцентрической системы поддержки управления кадровой безопасностью регионального производственного кластера; концептуальную модель и технологию координации агентов в сетцентрической системе управления.

Технологической платформой для практической реализации исследовательского прототипа разрабатываемой сетцентрической системы поддержки управления кадровой безопасностью является фреймворк для разработки многоагентных программных систем JADE [4]. Некоторые механизмы взаимодействия многоагентной платформы JADE взяты за основу при разработке алгоритмов коммуникации и согласования действий между программными агентами разрабатываемой системы.

Основным этапами предлагаемой технологии динамического конфигурирования являются (см. рис.1):

1. Формирование ядра сетцентрической системы.

Под ядром сетцентрической системы поддержки управления понимается сеть служебных агентов и объектов распределенного хранилища информации, обеспечивающая реализацию всех сервисных функций системы: администрирование состава агентов; коммуникацию агентов; поиск агентов; управление каталогом агентов; организацию и проведение распределенных вычислительных экспериментов на основе имитационных моделей; взаимодействие с хранилищем данных; семантический и синтаксический анализ; управление процессами решения поставленной задачи предметной области и др.

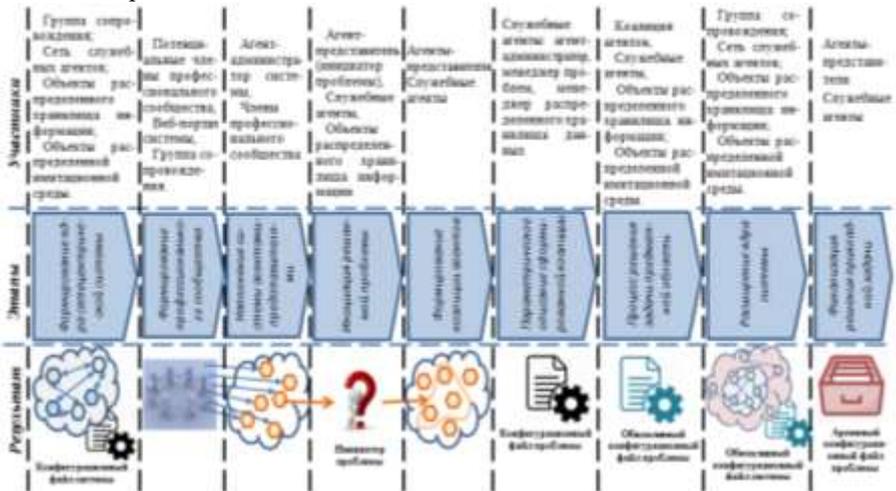


Рис.1 Общая схема технологии динамического конфигурирования

2. Формирование профессионального сообщества.

Под профессиональным сообществом понимается группа лиц, обладающих высокой квалификацией и набором профессиональных

компетенций для решения сложных прикладных задач, которые не только предлагают идеи, но и могут воплощать их в объективную реальность.

3. Наполнение системы агентами-представителями.
4. Инициация решаемой прикладной проблемы.
5. Формирование коалиции агентов, участвующих в решении инициированной проблемы.
6. Параметрическое описание сформированной коалиции агентов в виде конфигурационного файла.
7. Процесс решения задачи предметной области.

В соответствии с обобщенным алгоритмом функционирования сетевцентрической системы поддержки управления кадровой безопасностью [5] на каждом этапе происходит изменение состава программных агентов сформированной коалиции. Данный процесс влечет за собой обновление соответствующего конфигурационного файла, ассоциированного с решаемой проблемой. В качестве примера действий, приводящих к обновлению конфигураций, можно указать следующие процедуры: построение дерева целей, синтез дерева функций, генерация цепочек процессов, формирование списка исполнителей и др.

8. Расширение ядра системы.
9. Финализация решения прикладной задачи.

Под финализацией решения задачи понимается получение целевых результатов для поставленной проблемы либо вывод о том, что проблема на данный момент не может быть решена полностью либо частично. Если проблема остается нерешенной, то конфигурационный файл проблемы заносится в архив нерешенных проблем. Если проблема решена, то данный конфигурационный файл заносится в архив решенных проблем.

Предложенная технология динамического конфигурирования позволяет обеспечить функционирование сетевцентрической системы при решении задач мониторинга и выявления потенциально опасных ситуаций для управляемого объекта, прогнозирования и анализа возможных сценариев критических ситуаций, а также автоматизированного формирования рекомендаций для принятия обоснованных решений. Особенностью технологии является адаптация конфигурации программной системы за счет изменения состава агентов и предоставляемых ими сервисов для решения конкретной прикладной задачи. Технология ориентирована на формирование единой цифровой платформы сетевцентрического управления кадровой безопасностью регионального производственного кластера.

Литература

1. Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года и на период до 2025 года. [Электронный ресурс]: постановление

- Правительства Мурманской области [от 26.08.2010г., № 383-ПП]. Режим доступа: https://mines.gov-murman.ru/activities/strat_plan/sub02/
2. Korovin Iakov S., et al. Usage of Network-Centric Approach to Distributed Management of Complex Systems // Applied Mechanics and Materials, vol. 834, Trans Tech Publications, Ltd., Apr. 2016, pp. 199–204. doi:10.4028/www.scientific.net/amm.834.199.
 3. Маслобоев А.В. A Technology for Dynamic Synthesis and Configuration of Multi-agent Systems of Regional Security Network-centric Control // Надежность и качество сложных систем. 2020. №3(31). С. 115-127. doi: 10.21685/2307-4205-2020-3-13
 4. JAVA Agent Development Framework. <https://jade.tilab.com>.
 5. Bystrov V.V., Khaliullina D.N., Malygina S.N. Development of the Information suPport System Components for Personnel Security Management of the Region // Advances in Intelligent Systems and Computing. vol. 1226. 2020. pp. 348-361. doi: 10.1007/978-3-030-51974-2_34

Хуснутдинов Э.Р., Белош В.В.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО КОМПЛЕКСА

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Флюорография грудной клетки является одной из обязательных медицинских методов осмотра человека. Однако, не во всех населенных пунктах есть достаточное количество необходимого оборудования для проведения данного метода. АО РК «Вектор» разработало мобильный телемедицинский комплекс (МТК), предназначенный для оказания дистанционных медицинских услуг с использованием информационно-коммуникационных технологий [2].

МТК может использоваться для проведения диспансеризации жителей отдаленных населенных пунктов, где отсутствуют стационарные медицинские учреждения с возможностью оперативной консультативной поддержки.

Для оперативной связи с удаленным медицинским центром мобильный телемедицинский комплекс имеет два канала связи: сотовый и спутниковый.

Сотовый канал является доступным практически во всех крупных и средних городах страны. К сожалению, в отдаленных поселках не всегда может работать сотовая связь и тогда возникает необходимость перехода на спутниковый канал.

Использование спутниковой связи позволяет получить гораздо более высокую скорость, по сравнению со стандартным сотовым соединением.

Доступ в Интернет через спутниковое оборудование оказывается возможным практически в любом населенном пункте.

Однако медицинский персонал не обладает определенной квалификацией для переключения между каналами связи.

Задача подключения для работы спутникового или сотового канала связи решается с помощью автоматизированной системы связи телемедицинского комплекса.

Структурная схема автоматизированной системы связи приведена на Рис. 1.

Одной из самых важных задач маршрутизаторов является выбор оптимального маршрута передачи пакетов между подключенными сетями. Причем сделать это необходимо максимально оперативно с минимальной временной задержкой.

Одновременно с этим отслеживается текущая обстановка в сети для исключения из возможных путей доставки перегруженные и поврежденные участки.

Маршрутизатор выполняет в данной системе следующие основные задачи:

1. Построение локальной сети, базовые параметры (выдача IP, шлюза, маски, DNS);
2. Разделение сети по периметрам безопасности (отдельная сеть WIFI, отдельная сеть для телефонии, отдельная сеть для пользователей);
3. Маршрутизация пакетов по заданным маршрутам, разделение маршрутов в зависимости от источника трафика;
4. Выделение отдельной зоны для доступа к ресурсам из Интернета;
5. Подключение Интернет 3G/4G;
6. Возможность резервирования канала;
7. Возможность организации единой сети с удаленными ресурсами (сервис-провайдерами, удаленными филиалами или пользователями).



Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы связи

Коммутатор хранит в памяти таблицу, в которой указывается соответствие MAC-адреса узла порту коммутатора. При включении коммутатора эта таблица пуста, и он работает в режиме обучения.

В этом режиме поступающие на какой-либо порт данные передаются на все остальные порты коммутатора. При этом коммутатор анализирует кадры и, определив MAC-адрес хоста-отправителя, заносит его в таблицу.

Впоследствии, если на один из портов коммутатора поступит кадр, предназначенный для хоста, MAC-адрес которого уже есть в таблице, то этот кадр будет передан только через порт, указанный в таблице.

Коммутатора выполняет следующие основные функции:

1. Автоматическое определение MDI/MDI-X;
2. Поддержка VLAN (стандарт IEEE 802.1q);
3. Обеспечение приоритетов трафика (стандарт IEEE 802.1p);
4. Формирование таблицы MAC-адресов.

Литература

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2010. – 668 с.
2. АО «Радиоконпания «Вектор» [Электронный ресурс]
3. <http://www.vector.ru> [2020]. URL: <http://www.vector.ru/aboutvector> (дата обращения: 13.12.2020).
4. Телекоммуникации. Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

5. В.В. Белош, В.Н. Богатиков, Т.А. Фильчакова. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе. Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. – вып. №4, том 3, Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2012 г.
6. Панин О.А., Мирсайязнова С.А. Автоматизированная система оценки знаний на уроках физики и химии. Электронный научный журнал. № 4-6 (34). Материалы международной научно-практической конференции. – Омск. – 45 (август, 2020).

Шестаков А.В., Шемякин А.С., Яковлев С.Ю.
ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ АНАЛИЗА РИСКОВ ДЛЯ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Апатиты, Институт информатики и математического моделирования ФИЦ КНЦ РАН

На сегодняшний день, серьёзной проблемой в мире является обеспечение промышленной и природной безопасности. Повышение актуальности этой проблемы вызвано увеличением числа производственных комплексов. Одни из главных источников опасности, связанные с промышленностью – это сосуды, находящиеся под высоким давлением.

Для анализа и предотвращения возникновения опасных ситуаций широко используются информационные технологии. Визуализация и воспроизведение обстановки чрезвычайной ситуации помогает дать оценку возможным последствиям аварии и, следовательно, данные для её предупреждения. Мощным инструментом для моделирования таких ситуаций служат геоинформационные системы.

В настоящий момент уровень развития ГИС-технологий таков, что реализовать модель возникновения и развития чрезвычайных ситуаций можно средствами единой геоинформационной системы, имея при этом возможность использовать множество функций, заложенных в систему, и обращаясь к пространственным данным через API-интерфейс.

В геоинформационной системе Quantum GIS расширения, включающие в себя плагины и модули, являют собой мощный программный инструмент, который динамично развивается и позволяет подстроить среду под выполнение задач разного характера, связанных с картографическими данными. То, что QGIS относится к свободным кроссплатформенным геоинформационным системам, даёт возможность разрабатывать и добавлять плагины любому пользователю.

Разрабатываемый модуль расширения для геоинформационной системы Quantum GIS построен на основе методики руководства по анализу опасности

аварийных взрывов и определению параметров их механического действия РБ Г-05-039-96.

Функциональная часть плагина служит для расчёта и оценки параметров взрывной ударной волны разрушения сосудов со сжатыми или сжиженными газами, (воздух, азот и т.п.), находящимися под высоким давлением, а также случая дефлаграционного взрыва газо- или паровоздушных смесей в емкостях, не рассчитанных на повышенное внутреннее давление (например, емкости для хранения бензина, мазута и т.п.), а также отображения зон поражения взрывной ударной волной.

Разработка модуля расширения велась на языке программирования Python с использованием фреймворка Qt, а также следующих плагинов QGIS: Plugin Builder и Plugin Reloader.

В Plugin Builder задаётся наиболее подходящий рабочий шаблон, из которого строится каркас из исполняемых файлов для дальнейшей разработки плагина.

В нём задаются основные положения (название плагина, название модуля, имя класса, тип плагина и т.д.) для упрощения ведения последующей работы над плагином. После заполнения данных, Plugin Builder в автоматическом режиме сформирует исполняемые файлы и соберёт их в один проект.

Plugin Reloader ещё один вспомогательный модуль, делающий разработку удобнее. Его использование позволяет изменять программный и отображать его в QGIS без перезагрузки ГИС.

Для формирования графического интерфейса плагина использовался Qt Designer, предназначенный для проектирования и создания графических пользовательских интерфейсов (GUI) из компонентов Qt. Позволяет интегрировать виджеты и формы с управляющим кодом.

Для работы с векторными слоями и взаимодействием с картами QGIS используется `QgsVectorLayer`, с помощью него происходит управление наборами данных на основе векторов. Методом `getFeature` из класса `QgsVectorLayer` запрашиваются слои, с которыми будет вестись работы и на которые наносятся зоны поражения `addFeatures`.

Далее для работы с координатами и формирования зон поражения используются классы `QgsPoint` и `QgsPointXY`. После этого с помощью `addMapLayer` добавляем слой с зонами.

В качестве основы для расчёта зоны поражения для амплитуды избыточного давления на фронте ВУВ был использован график из [3].

При анализе графика зависимости величина давления на фронте ВУВ, генерированной разрывом сосуда с газом, находящимся под давлением, от безразмерного состояния, были получены формулы функций гиперболических регрессий для ситуаций в случае давления в сосуде перед взрывом в 2; 3,5; 4,5; 5; 8; 10; 15 (кгс/см).

Результат выполнения программы отображается на карте в виде зон поражения, соответствующих классификации приведённой в [2], а также [3] и расстоянию до них от эпицентра.

Разработанный модуль расширения, позволяет произвести первичную оценку рисков для сосудов под давлением в случае аварийной ситуации и оценить возможные разрушающие последствия.

Литература

1. Яковлев С.Ю., Шемякин А.С., Шестаков А.В. Информационная технология учёта рельефа прилегающей местности при решении задач оценки промышленно-природных опасностей и рисков // Труды Кольского научного центра РАН. – 8/2020(11). Информационные технологии. – Вып. 11 – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2020 – С.202-204.
2. Козлитин А.М. Вероятностные методы анализа последствий фугасного воздействия взрыва на человека, технологическое оборудование, здания, сооружения при аварийных ситуациях на предприятиях нефтегазовой отрасли // Управление промышленной и экологической безопасностью производственных объектов на основе риска. 2005. С.16-44.
3. РБ Г-05-039-96 «Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия». Утв. Постановлением Госатомнадзора России 31.12.1996.