

УДК 004.89

И.В. Шостак, В.О. Давиденко

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМОГО ПОДХОДА В МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ТАКТИКИ И СТРАТЕГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В статье проводится обзор проблемы моделирования процесса развития чрезвычайной ситуации (ЧС) и организации мер по ее ликвидации. Обоснована целесообразность применения контекстно-зависимого подхода при моделировании данного сложного объекта принятия решения. Сформулирована задача поиска решений (в частности оптимального) и разработан метод ее решения. Описан метод решения конфликтных ситуаций, возникающих в процессе формирования решения. Предложен метод обучения системы, основанной на контекстно-зависимом подходе.

Ключевые слова: *контекстно-зависимый подход, чрезвычайная ситуация, системный анализ, поддержка принятия решений, машинное обучение.*

Введение

Бурный рост населения на нашей планете неизбежно приводит к тому, что все больше и больше людей находятся на территориях, подверженным тем или иным опасностям. Согласно статистике ООН, более 6% населения Земли проживает на территориях, ежегодно попадающих в зону чрезвычайных ситуаций. Учитывая это, организация эффективного предсказания, контроля и мер по предотвращению ЧС становится особо актуальной.

Задача разработки комплекса мер по предотвращению, профилактике и противодействию ЧС является достаточно сложной: перед лицом человека, принимающего решения, становятся проблемы минимизации рисков для населения, материальных потерь, а также минимальных денежных затрат на проведение мероприятий. Не добавляет простоты и тот факт, что зачастую формирование плана мероприятий осуществляется в условиях жесткой ограниченности по времени, что значительно увеличивает риск ошибок и вклад человеческого фактора.

Попытки применить те или иные автоматизированные комплексы по организации мер зачастую сталкиваются с проблемой значительной сложности внутреннего представления системы (комплекс связей «оператор - доступные ресурсы - природная ситуация-комплекс мер»), где изменение одного из па-

раметров может кардинально менять выбор результирующих средств. Некоторые же подходы для решения подобных задач сводят учет особенностей и скорости изменения факторов, влияющих на принятие решений, к минимуму [5]: ряд переменных принимают константами, пренебрежение взаимосвязей и зависимостей и т.п.

Контекстно-зависимый подход широко применяется в моделировании систем, элементы которых находятся в различных типах связей между собой [1,2]. На сегодняшний день этот подход нашел применение в разработке программных продуктов, ориентированных на тесное взаимодействие с пользователями различных уровней (например, в мобильных телефонах [3], операционных системах [4] и т.д.).

Объект принятия решений в условиях ЧС характеризуется большим количеством взаимосвязанных элементов (начиная с переменных, описывающих состояния окружающей среды в определенный момент времени в различных точках пространства, и заканчивая информацией о спасательных службах), которые на первый взгляд являются огромным информационным хаосом. В данном случае целесообразно применить контекстно-зависимый подход для моделирования объекта принятия решений.

Таким образом, целью статьи является описание контекстно-зависимого комплекса мер по ликвидации чрезвычайных ситуаций.

1. Постановка задачі

На входе розробляємої системи знаходиться текуща ситуація Sit, которая может быть представлена как совокупность свойств сущностей и взаимосвязей между ними:

$$Sit = cont_k = \{A, L\},$$

где $A = \{a_1, \dots, a_m\}$ – множество сущностей среды, m – количество сущностей; $L = \{l_1, \dots, l_s\} = \{(a_i, a_j, c)\}$ – множество связей между парами сущностей среды. $i = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, m}$; $c \in \{0, 1\}$

В роли сущностей в текущем контексте в зависимости от поставленной задачи могут выступать различные природные объекты (лесной массив, морское дно, горный склон и т.п.), явления (воздушный поток, подводные течения и т.п.), субъекты (спасатели, ученые, исследователи и т.п.), материальные ценности (объекты стратегического значения, жилые поселки и т.п.) и т.д.

Каждая сущность контекста обладает рядом свойств:

$$\forall a_i : P_{a_i} = \{p_{a_{i1}}, \dots, p_{a_{ik_i}}\}, \quad (1)$$

где P_{a_i} – множество свойств для сущности a_i . k_i – количество свойств сущности a_i . Примерами свойств сущности «воздушный поток» могут служить: «скорость ветра», «направление» и т.д.

Отдельной сущностью системы будет множество принимаемых решений $D = \{d_1, \dots, d_n\}$, описывающее все доступные средства по противодействию ЧС. В качестве хранилища данных о принятых ранее решениях в том или ином контексте воспользуемся базой знаний (БЗ), в которой будем хранить тройки (контекст-решение-оптимальность). Коэффициент оптимальности q является вычисляемым и прямо пропорционален величинам материальных и нематериальных потерь на основании принятого решения.

Фактически критерием эффективной работы системы являются минимальные параметры q .

2. Метод поиска оптимального решения

Для нахождения оптимального решения в неизвестном БЗ контексте среды необходимо ввести функцию преобразования: $d'_k = F(cont_k)$, где $d'_k \in D'$ – множество новых, полученных решений из БЗ; $F(x)$ – функция нахождения решения для контекста x . Принципиальная блок-схема реализации подобного метода представлена на рис. 1. Выполнение функции $F(x)$ включает следующие шаги:

1. Разбивка контекста среды на подконтексты. Разбиение производится согласно смысловым нагрузкам определенных ситуаций. Подконтексты получают как в новом контексте, так и во всех контекстах БЗ.

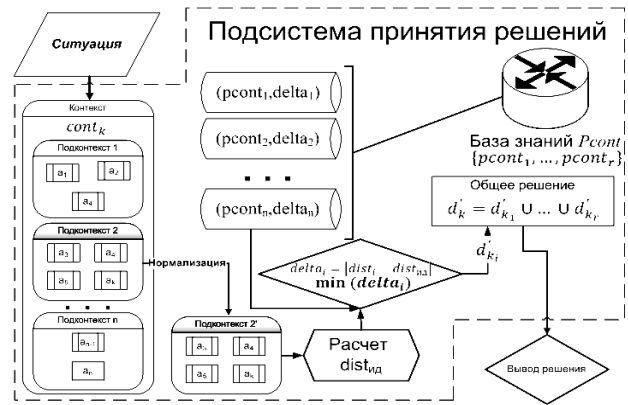


Рис. 1. Принципиальная блок-схема реализации метода поиска оптимального решения

Множество подконтекстов

$$Pcont = \{pcont_1, \dots, pcont_r\}, \quad (2)$$

где $pcont_i = \{a_1, \dots, a_{n_i}, l_1, \dots, l_{s_i}\}$, причем

$$\forall i, k : pcont_i \cap pcont_k \geq \emptyset;$$

r – количество подконтекстов.

Общее решение для всего контекста новой среды составляется из решений для отдельных подконтекстов: $d'_k = d'_{k_1} \cup \dots \cup d'_{k_r}$, где d'_{k_i} – решение для подконтекста $pcont_i$.

2. Для каждого подконтекста производится нормализация значений свойств его сущностей по

$$\text{формуле: } x_n = \frac{x}{x_{\max}}, \quad (3)$$

где x – первоначальное значение; x_{\max} – максимально возможное значение; x_n – нормализованное значение. Также нормализации подвергается параметр потерь q в БЗ.

3. Введем виртуальную ситуацию, когда при заданном подконтексте потери будут нулевыми ($q = 0$). Для каждого подконтекста нового описания среды находим в БЗ контексты, ближайšie к идеальному состоянию.

В системе примем параметр $[A]$ – вектор коэффициентов при независимых переменных, определяющих логическое расстояние от идеальной ситуации контекста до ближайшего контекста в БЗ с оптимальным решением. Независимые переменные – это значения свойств сущностей подконтекста и параметр q для данного решения (берется из БЗ).

Пусть $[P^q]$ – вектор свойств сущностей подконтекста, где последний элемент является параметром q , характеризующего потери текущего подконтекста из БЗ; получаем путем преобразования множества свойств сущностей в вектор их значений и добавлением элемента q . Введем множество

$$Dist = \{dist_1, \dots, dist_N\}, \quad (4)$$

где $dist_i = [A] * [P_i^q]$, N – общее количество записей в БЗ.

Критерием близости текущего (k -го) подконтекста из БЗ к идеальному состоянию есть величина параметра $\delta_{k\bar{a}}$:

$$\delta_{k\bar{a}} = |\text{dist}_k - \text{dist}_{\bar{a}}|, \quad (5)$$

где $\text{dist}_{\bar{a}}$ – характеристика идеального состояния.

Введем множество $\Delta = \{\delta_{k\bar{a}_1}, \dots, \delta_{k\bar{a}_z}\}$, где z – количество параметров $\delta_{k\bar{a}}$ для определенного подконтекста.

После заполнения множества нормализуем все его элементы (см. п.2 алгоритма).

4. После нахождения $\delta_{k\bar{a}}$ для всех подконтекстов находим минимальный параметр δ_{\min} и добавляем его в множество

$$\Delta_{\min} = \{\delta_{\min_1}, \dots, \delta_{\min_r}\},$$

где r – количество подконтекстов. При этом запоминаем решение, которое достигается δ_{\min} , и записываем его в общее решение.

5. Пусть экспертом (или другим способом) определена заранее следующая структурная информация о взаимодействии решений:

$$G = \{(g_i, g_j, c)\}, \quad (6)$$

где g_i, g_j – различные решения, $c \in \{-1, 0, 1, 2\}$, причем: если $c = -1$ – события g_i и g_j несовместимы; если $c = 0$ – события g_i и g_j выполняются параллельно; если $c = 1$ – событие g_i предшествует событию g_j ; если $c = 2$ – событие g_j предшествует событию g_i . В соответствии с этими правилами в составном общем решении производятся попарные сравнения всех событий и по результатам сравнения осуществляется топологическая сортировка. Таким образом, в итоге получаем последовательность принимаемых решений.

3. Разрешение противоречий принятых решений

Решение, предоставляемое функцией $F(x)$, может содержать противоречивые данные. Например, одновременно система может «порекомендовать» осуществить сход лавины искусственным путем и тут же это опровергнуть. Для разрешения подобных противоречий служит множество минимальных отклонений Δ_{\min} .

Из множества составного решения d'_k для контекста cont_k выбираем положительно ориентированные решения одного типа и суммируем их параметры Δ_{\min} (пусть это будет k_{Σ}^+), то же самое проделываем относительно отрицательно направленных рекомендаций того же плана (получаем k_{Σ}^-). Тогда, если $k_{\Sigma}^+ > k_{\Sigma}^-$, то оставляем в общем ответе только положительно направленный результат, а отрицательный удаляем. Если $k_{\Sigma}^+ < k_{\Sigma}^-$,

то оставляем только отрицательно направленный результат. Но если $k_{\Sigma}^+ = k_{\Sigma}^-$, то невозможно дать определенный ответ; в данном случае рекомендуется обратиться к эксперту.

4. Обучение системы

Обучение системы сводится к нахождению оптимальных параметров системы в матрице $[A]$. Этот процесс происходит по классической схеме обучения с учителем, где в качестве учителя выступают откорректированные данные о решениях, предоставленные экспертом. Обучение системы включает несколько этапов:

1. На вход подается некоторый контекст среды.

2. Система, производя вычисления по вышеописанному алгоритму, выдает для каждого подконтекста определенное решение из БЗ.

3. Эксперт, анализируя полученное решение, может либо согласиться с ним, либо нет. Если соглашается, то все остается без изменений, если нет, то:

-запоминается принятое решение;

-происходит корректировка элементов в матрице $[A]$ таким образом, чтобы значение

$[A]^* [P_{i\bar{a}}^q]$ было «приближенно слева» от $[A]^* [P_{\bar{a}\bar{a}}^q]$ на некоторое приближение Δ' .

Выводы

В предложенной статье рассмотрены теоретические вопросы применения контекстно-зависимых вычислений при организации системы автоматической разработки комплекса мер по контролю и противодействию чрезвычайным ситуациям. Исследованы основные проблемы реализации подобных систем, предложен алгоритм оценки близости подконтекстов на основе численной меры близости, выводимой методами регрессионного анализа. Получили дальнейшее развитие общие принципы организации контекстно-зависимых систем, рассмотрены начальные вопросы их обучения и использования.

В дальнейшем отдельному рассмотрению должны быть подвергнуты вопросы выделения подконтекстов текущей ситуации, а также исследован вопрос организации вычисления меры близости с учетом контекстных зависимостей между сущностями текущего контекста.

Список литературы

1. Dey A.K. *Understanding and using context* / A.K. Dey. – *Personal and Ubiquitous Computing*, 2001. – V.5(1). – P.4-7.
2. Dey A.K. *A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications* / A.K. Dey, G.D. Abowd, D. Salber - *Human-Computer Interaction*, 2001. – V. 16. – P. 97-166.
3. Kohvakko N. *Context Modeling and Utilization in Heterogeneous Networks* / N. Kohvakko. – *University of Jyväskylä*, 2006. – 154 p.

4. Официальный сайт Microsoft Windows 7 [электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://windows.microsoft.com/ru-RU/windows7/products/home>.

№ N 326/5517 // – 2001.

Поступила в редколлегию 15.11.2010

5. Про затвердження Методики прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті: приказ Кабінета Міністрів України от 10 апреля 2001 г.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Н. Рудницький, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси.

ЗАСТОСУВАННЯ КОНТЕКСТНО-ЗАЛЕЖНОГО ПІДХОДУ В МОДЕЛЮВАННІ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ТАКТИКИ І СТРАТЕГІЇ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

I.V. Shostak, V.O. Davidenko

У статті проводиться огляд проблеми моделювання процесу розвитку надзвичайної ситуації та організації заходів щодо її ліквідації. Обґрунтовано доцільність впровадження контекстно-залежного підходу при моделюванні цього складного об'єкту прийняття рішення. Сформовано задачу пошуку рішень (зокрема оптимального) та розроблено метод, що її вирішує. Описано метод вирішення конфліктних ситуацій, що виникають в процесі формування рішень. Запропоновано метод навчання системи, що заснована за допомогою контекстно-залежного підходу.

Ключові слова: контекстно-залежний підхід, надзвичайна ситуація, системний аналіз, підтримка прийняття рішень, машинне навчання.

CONTEXT-DEPENDENT APPROACH USING TO THE MODELING PROCESS OF FORMATION OF TACTICS AND STRATEGIES FOR ELIMINATION OF EMERGENCY

I.V. Shostak, V.O. Davidenko

The article reviews the problems of modeling the process of an emergency and to arrange for its liquidation. A context-sensitive approach is effective for the modeling of complex object decision. The problem of finding solutions (including optimal) are formed, and a method of solving it is developed. A method for solving conflicts arising in the process of decision is described. A method for learning a system based on context-sensitive approach is proposed.

Key words: context-aware approach, emergency, system analysis, decision support, machine learning.