

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.

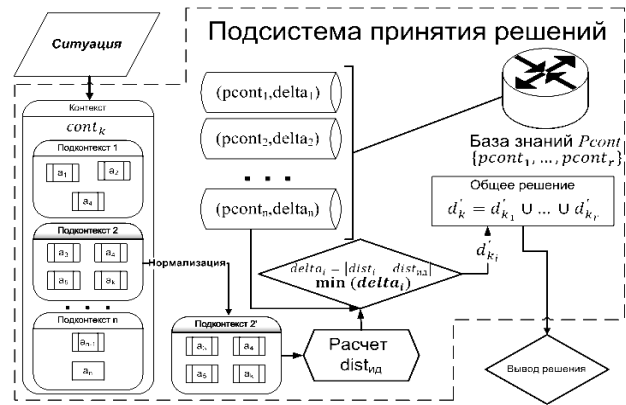


Рис. 1. Принципиальная блок-схема реализации метода поиска оптимального решения

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  $\Delta = \{\delta_{z_1}, \dots, \delta_{z_z}\}$ , где  $z$  – количество параметров  $\delta$  для определенного подконтекста.

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

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

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

где  $r$  – количество подконтекстов. При этом запоминаем решение, которое достигается  $\delta_{\min}$ , 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  $\Delta_{\min}$ .

Из множества составного решения  $d'_k$  для контекста  $\text{cont}_k$  выбираем положительно ориентированные решения одного типа и суммируем их параметры  $\Delta_{\min}$  (пусть это будет  $k_{\Sigma}^+$ ), то же самое проделываем относительно отрицательно направленных рекомендаций того же плана (получаем  $k_{\Sigma}^-$ ). 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  $\Delta'$ .

### 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 вилу (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.