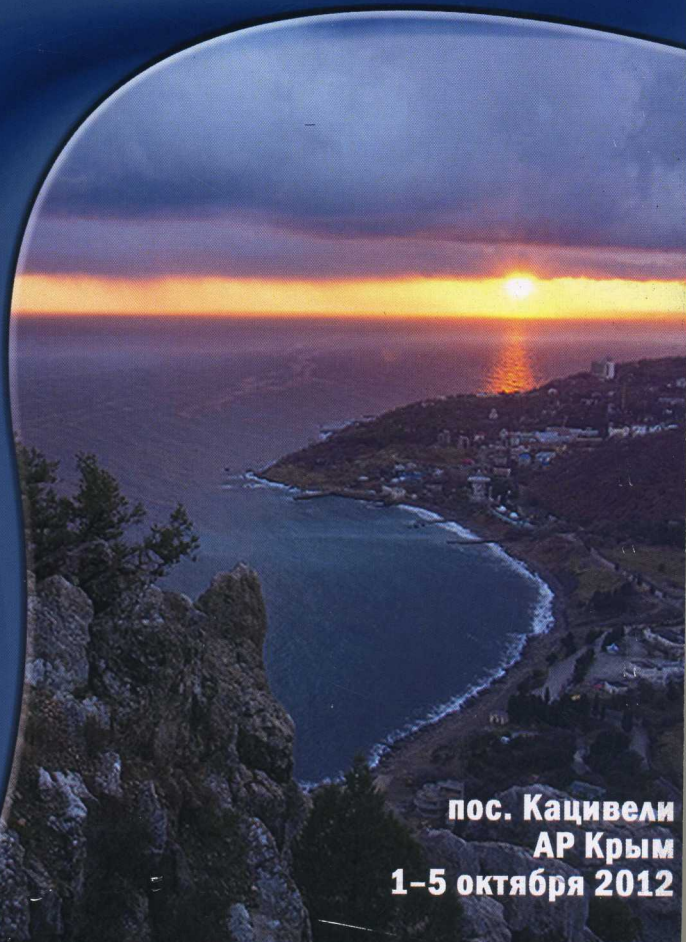




Материалы  
международной  
научно-технической  
конференции

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ИИ-2012



пос. Кацивели  
АР Крым  
1-5 октября 2012

УДК 004.89

ББК 32.973

И85

**И 85 Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы ИИ-2012** : материалы Международной научно-технической конференции (пос. Кацивели, АР Крым, 1-5 октября 2012 года). Донецк : ИПШ «Наука і освіта», 2012. – 312 с.

**ISBN 978-966 -7829-59-9**

Материалы Международной научно-технической конференции «Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы» (ИИ-2012) отражают актуальные вопросы современной науки в области систем искусственного интеллекта, интеллектуальных и робототехнических систем, вопросы информационной безопасности. В докладах конференции на высоком научно-методическом уровне освещаются проблемы теоретической и практической разработки информационных технологий.

Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Штучний інтелект. Інтелектуальні системи» (ШІ-2012) відбивають актуальні питання сучасної науки у сфері систем штучного інтелекту, інтелектуальних і робототехнічних систем, питання інформаційної безпеки. У доповідях конференції на високому науково-методичному рівні висвітлюються проблеми теоретичного й практичного застосування новітніх інформаційних технологій

**УДК 004.89**

**ББК 32.973**

**ISBN 978-966 -7829-59-9**

© ИПШ «Наука і освіта», 2012

<b>Николайчук О.А., Павлов Н.Ю.</b>	
Интеллектуальная программная система автоматизированного построения деревьев событий.....	184
<b>Петров С.О.</b>	
Гибридный алгоритм кластер-анализу априорно в порядкованих контейнерів класів розпізнавання.....	188
<b>Сальников И.И.</b>	
Формирование изображения нарушителя в радиолучевых системах охраны .....	192
<b>Чертов О.Р., Тавров Д.Ю.</b>	
Забезпечення групової анонімності мікрофайлу з нечіткими даними .....	196
<b>Шерстюк В.Г.</b>	
Организация процесса поиска решений в интеллектуальной системе «Муссон» .....	200
<b>Шуть В.Н., Касьяник В.В.</b>	
Мультиагентный подход в решении транспортных проблем городов .....	203
<b>5 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ</b>	
<b>Габидулин М.А.</b>	
Информационное обеспечение безредукторных цифровых электроприводов на основе встраиваемых в информационно-силовые модули фотоэлектрических цифровых преобразователей угла и скорости.....	207
<b>Даринцев О.В.</b>	
Интеллектуальная система управления микророботами на базе виртуальных моделей среды.....	213
<b>Даринцев О.В., Мигранов А.Б.</b>	
Особенности использования интеллектуальных подходов для планирования движения мобильных роботов.....	216
<b>Ногина Н.В., Грунский И.С.</b>	
Построение регулярного выражения языка, представимого в помеченном графе, методом локальной редукции его вершин .....	219

Особенностью методов планирования на основе нейронной сети является возможность аппаратной поддержки централизованной системы управления на базе стационарных вычислительных комплексов с использованием нейроускорителей, а также разработка распределенных децентрализованных систем с учетом аппаратной специфики бортовых комплексов. Поскольку нейронные сети обладают способностью быстро адаптироваться к изменениям, то становится возможным их использование в нестационарных средах с динамическими препятствиями с организацией переили дообучения в реальном времени.

Основной характеристикой, обеспечивающей преимущества использования нечетких алгоритмов в задачах планирования, является их низкая требовательность к аппаратным ресурсам, а также наличие библиотек с готовыми макетами для реализации на микроконтроллерах.

Представленные результаты получены авторами благодаря финансовой поддержке Программы № 1 фундаментальных исследований ОЭММиПУ РАН, проекта «Научные основы робототехники и мехатроники» и гранта РФФИ 11-08-97016-р\_поволжье\_a.

### Литература

1. Gerke M. Genetic path planning for mobile robots // Proc. of the American Control Conference. – 1999. – Vol. 4. – P. 2424-2429.
2. Michail G. Lagoudakis. Mobile Robot Local Navigation with a Polar Neural Map // The Center for Advanced Computer Studies University of Southwestern Louisiana, 1999.
3. Ziemke T. Adaptive behavior in autonomous agents // Presence. – № 7(6). – 2003. – P. 564-587.

*Н.В. Ногина, И.С. Грунский*

## **ПОСТРОЕНИЕ РЕГУЛЯРНОГО ВЫРАЖЕНИЯ ЯЗЫКА, ПРЕДСТАВИМОГО В ПОМЕЧЕННОМ ГРАФЕ, МЕТОДОМ ЛОКАЛЬНОЙ РЕДУКЦИИ ЕГО ВЕРШИН**

*Институт информатики и искусственного интеллекта ДонНТУ,  
г. Донецк, Украина  
natalyn08@mail.ru*

Рассматривается задача построения алгебраического выражения языка, представимого в помеченном графе. Такие графы интенсивно изучаются при верификации программ [1] и планировании

движения мобильного робота [2]. В работе [3] предложен алгоритм построения регулярного выражения по заданному помеченному графу. В данной статье предложена модификация алгоритма из [3], целью которой является оптимизация выбора редуцируемых вершин, направленная на уменьшение временной сложности алгоритма.

Помеченным графом назовем восьмерку  $G=(Q,E,X,Y,\mu,\rho,q_0,F)$ ,

где  $Q$  – конечное множество вершин,  $E$  – множество дуг,  $X$  – множество отметок вершин,  $Y$  – множество отметок дуг,  $\mu: Q \rightarrow X$  – функция разметки вершин,  $\rho: E \rightarrow Y$  – функция разметки дуг,  $q_0$  – начальная вершина графа,  $F$  – множество финальных вершин. Путем в графе  $G$  будем называть конечную последовательность  $l = q_1 e_1 q_2 e_2 \dots e_{k-1} q_k$ , где  $q_i$  – вершина, а  $e_i$  – дуга, началом которой является вершина  $q_i$ , а концом –  $q_{i+1}$ . Отметка пути  $l$  – это последовательность отметок  $w(l) = x_1 y_1 x_2 y_2 \dots y_{k-1} x_k$ , где  $x_i = \mu(q_i)$ ,  $y_i = \rho(e_i)$ . Языком  $L(G)$ , порождаемым графом  $G$ , назовем множество отметок всех путей, начинающихся в начальной и заканчивающихся в финальных вершинах графа.

Пусть  $Pre(q_i)$  – множество начальных вершин всех дуг, входящих в  $q_i$ ,  $Post(q_i)$  – множество конечных вершин всех дуг, исходящих из  $q_i$ .

Пусть  $Z^+$  – множество всех непустых слов вида  $w = x_1 y_1 \dots y_{k-1} x_k$  в конечном алфавите  $Z = X \times Y \times X$ . Рассмотрим алгебру  $\langle Z^+, \cup, \circ, \otimes, \emptyset, X \rangle$ , в которой операции на языках  $L_1, L_2, L \in Z^+$  определены следующим образом:

– операция объединения:  $L_1 \cup L_2 = \{w \mid w \in L_1 \text{ или } w \in L_2\}$ ;

– операция сочленения слов:  $L_1 \circ L_2 = \{w_1 x w_2 \mid \text{если } w_1 = w_1 x, w_2 = x w_2\}$ ;

– операция итерации (защипывания):  $L^\otimes = \bigcup_{i=0}^{\infty} L^i$ , где  $L^0 =$

$L_{нач} \circ L_{кон}$ , причем,  $L_{нач} = \{x \mid x w' \in L, x \in X\}$ ,  $L_{кон} = \{x \mid w' x \in L, x \in X\}$ ;  $L^1 = L$ ;  $L^{n+1} = L^n \circ L$  для всех  $n \geq 1$ .

Регулярные выражения определим индуктивно:

- 1) пустое множество  $\emptyset$  является регулярным выражением;
- 2)  $x, xux'$  являются регулярными выражениями для всех символов  $x, x' \in X, u \in Y$ ;
- 3) если  $p$  и  $q$  – регулярные выражения, то выражения  $p \circ q, p \sqcup q, p^{\otimes}$  также являются регулярными.

### Алгоритм.

**Вход.** Граф  $G$  с отмеченными вершинами, с начальной и финальными вершинами.

**Выход.** Регулярное выражение, описывающее язык, порожденный исходным графом.

Шаг 1. Граф  $G$  превращается в граф с отмеченными дугами. Для этого отметки вершин стираются и в дугах  $(q_i, e_i, q_j)$  отметкой  $e_i$  становится  $x_i y_i x_j$ , где  $x_k = \mu(q_k)$ , где  $k=i, j, y_i = \rho(e_i)$ .

В список вершин вводится фиктивная конечная вершина  $fin$ , а в список дуг – дуга из каждой финальной вершины  $q_i$  в вершину  $fin$  с отметкой вершины  $q_i$ .

Шаг 2. **While** в графе существует вершина  $q_i$ , у которой  $Pre(q_i) \neq \emptyset$  **do**

Удаляем вершину  $q_i$  и все дуги, исходящие из нее;

**While** в графе существует вершина  $q_i \neq fin$ , у которой  $Post(q_i) = \emptyset$  **do**

Удаляем вершину  $q_i$  и все дуги, входящие в нее;

Шаг 3. **If** в графе существует хоть одна петля или существуют вершины, не являющиеся начальными, из которых исходит хоть одна дуга, **then goto Шаг 4**

**else goto Шаг 7;**

Шаг 4. Удаление кратных дуг и петель.

1. Удаляем кратные дуги, заменяя их одной дугой с отметкой, равной объединению отметок исходных дуг.

2. Удаляем все петли по следующему правилу.

Пусть в вершине  $q_i$  есть петля с отметкой  $A$ . Если из этой вершины нет дуги в другую вершину, то петля удаляется. В противном случае для всех дуг  $(q_i, e_i, q_j)$ , где  $i \neq j$ , с отметкой дуги  $B$ , петля удаляется, а отметка  $B$  заменяется отметкой  $A^{\otimes} \circ B \cup B$ .

На шагах 5 – 6 происходит удаление одной вершины.

Шаг 5.

Выбираем  $q_i \in Pre(fin)$ ;

$q := q_i$ ;

Шаг 6.

If  $q \neq q_0$  then удаляем вершину  $q$  и все входящие и выходящие из нее дуги. Если при этом есть произвольный путь из некоторой вершины  $q_i$  в вершину  $q_k$ , через удаляемую вершину  $q$ , где  $q_i \in Pre(q)$  и  $q_k \in Post(q)$ , то в граф добавляется дуга, содержащая пометку, равную склеиванию пометок удаляемых дуг данного пути.

goto Шаг 2;

else  $q_i$  равная  $q_0$  не исключается;

выбираем  $q_m \in Pre(q_0)$ ;

$q := q_m$ ;

goto Шаг 6;

Шаг 7. Удаляем все вершины  $q \neq q_0$  и  $q \neq fin$  и все входящие в них дуги. Получим граф, состоящий из двух вершин:  $q_0$  и  $fin$  и дуги, между ними с пометкой  $R$ , где  $R$  – это искомое регулярное выражение.

На шагах 5 – 6 алгоритма возможны различные стратегии выбора вершины  $q$ . Так, например, можно осуществить выбор в ширину (т.е. выбор всех вершин, из которых достижима  $fin$  за 1 шаг, затем всех вершин, достижимых за 2 шага, и т.д.), в глубину или по смешанной стратегии.

В данной статье предлагается предварить вышеупомянутый алгоритм построением дерева обратной достижимости вершин из  $fin$  и выбор  $q$  осуществлять по длине кратчайшего пути из  $fin$  в  $q$ . Предложенная стратегия является эвристикой и в некоторых случаях позволяет уменьшить временную сложность алгоритма.

Предложенный алгоритм позволяет находить регулярное выражение языка, порожденного графом с помеченными вершинами и дугами.

В отличие от алгоритмов решения этой задачи, основанных на решении системы линейных уравнений, в данном алгоритме учитывается структура графа, что зачастую позволяет уменьшить объем вычислений.

### Литература

1. Dudek G. Computational principles of mobile robotic / G. Dudek, M. Jenkin. – Cambridge Univ. press, 2000. – 280 p.
2. Годлевский А.Б. Предикатные преобразователи в контексте символического моделирования транзитивных систем / А.Б. Годлевский // Кибернетика и системный анализ. – 2010. – № 4. – С. 91-99.
3. Ногина Н.В. Анализ языков, порожденных помеченными графами / Н.В. Ногина, И.С. Грунский // Материалы 14-й Международной научно-технической конференции SAIT 2012, Киев, 24 апреля 2012 г. / УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ». – К. : УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ», 2012. – 443 с. – С. 217-218.