

Анализируя результаты вычислительных экспериментов при разных значениях параметра d_t , следует сделать вывод, что регенерация тестовых точек существенно уменьшает ошибку, также как и увеличение количества тестовых точек. Сравнив результаты при разных количествах нейронов, можем сказать, что при увеличении числа нейронов ошибка практически не убывает. А это значит, что более качественное обучение нейронной сети происходит как раз за счет регенерации пробных точек и увеличения их количества, нежели за счет увеличения числа нейронов.

АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НЕЧЕТКИХ СЕТЕЙ ПЕТРИ С НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ МАРКИРОВКИ ПОЗИЦИЙ

В. А. Мустафаев, М. Н. Салманова

СГУ, Сумгаит, Азербайджан

Сети Петри (СП) и их обобщения являются удобным и мощным средством моделирования асинхронных, параллельных распределенных и недетерминированных процессов, позволяют наглядно представить динамику функционирования систем и составляющих их элементов. Как известно, существуют большое количество разновидностей и расширений СП, к которым следует отнести временные, раскрашенные, алгебраические и другие модификации СП.

Данные классы моделей позволяют представить структуры и динамику функционирования моделируемых систем в условиях отсутствия влияния тех или иных факторов неопределенности. Включение описания неопределенности в различные детерминированные разновидности и обобщения СП может быть осуществлено различным образом по каждому из основных компонентов исходного формализма соответствующего класса СП. В связи с этим, в представленной работе рассмотрено моделирование динамических взаимодействующих процессов с применением нечетких СП с неопределенностью маркировки позиций. Разработан алгоритм функционирования и вычисления структурных элементов нечетких СП.

Модель динамических взаимодействующих процессов представляется в виде нечетких сетей Петри типа V_f (НСП V_f) [1].

Динамика изменения начальной и последующих маркировок НСП V_f после момента ее запуска подчиняется правилам $P(V_f)$ [1, 2].

Учитывая вышеизложенное, разработан алгоритм функционирования НСП V_f .

Начало алгоритма.

Шаг 1. Создание матрицы входных инцидентий $D^- = [d_{ij}^-]$, где $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ (n — число позиций; m — число переходов). Элемент d_{ij}^- равен числу дуг от i -й позиции к j -му переходу:

$$d_{ij}^- = \begin{cases} l, & \text{если } p_i \in I(t_j); \\ 0, & \text{если } p_i \notin I(t_j). \end{cases}$$

Шаг 2. Создание матрицы выходных инцидентий $D^+ = [d_{ij}^+]$, где $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$. Элемент d_{ij}^+ равен числу дуг от j -го перехода к i -й позиции:

$$d_{ij}^+ = \begin{cases} l, & \text{если } p_i \in O(t_j); \\ 0, & \text{если } p_i \notin O(t_j), \end{cases}$$

где $l \in N_0$.

Шаг 3. Определение количество столбцов d матрицы начальной маркировки M_0 :

3.1 полагают $\max = d_{11}^-$;

3.2 если $d_{ij}^- > \max$, то присваивается $\max = d_{ij}^-$, где $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$;

3.3 принимают $d = \max$.

Шаг 4. Создание матрицы начальной маркировки $M_0 = [\mu_{ij}]$, где $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, d}$.

Шаг 5. Вычисление элементов вектора σ :

5.1 полагают $i = 1$;

5.2 полагают $r = 0$;

5.3 если $\mu_{ij} \neq 0$, то присваивается $r = j$, для всех $j = \overline{1, d}$;

5.4 присваивается $\sigma_i = r - 1$ и индекс i увеличивается на единицу: $i = i + 1$. Если $i \leq n$, то осуществляется переход к п. 5.2, в противном случае осуществляется переход к шагу 6.

Шаг 6. Поиск разрешенного перехода: для каждого перехода $t_j, j = \overline{1, m}$ проверяется условие срабатывания:

Шаг 7. Если для всех входных позиций перехода t_j выполняется условие $\sigma_i \geq d_{ij}^-$ ($i = \overline{1, n}$), то переход t_j разрешен, и выполняется переход к шагу 9.

Шаг 8. Если для перехода t_j условие срабатывания не выполняется, то индекс j увеличивается на единицу: $j = j + 1$. Если $j \leq m$, то осуществляется переход к шагу 6, в противном случае сообщается о тупиковом состоянии и осуществляется переход к концу алгоритма.

Шаг 9. Вычисление степени принадлежности q_j нечеткого срабатывания перехода t_j :

9.1 если $d_{ij}^- \neq 0$ ($i = \overline{1, n}$), то полагают $q_j = \text{const} > 1$; $\max = \text{const} < 1$ и осуществляется переход к п. 9.2;

9.2 если $\mu_{ir} > \max$, то присваивается $\max = \mu_{ir}$ ($r = \overline{d_{ij}^- + 1, d + 1}$);

9.3 если $(\max < q_j) \wedge (\max > 0)$, то полагают $q_j = \max$, где \wedge — операция логического минимума.

Шаг 10. Вычисление элементов матрицы новой маркировки M' :

10.1 для всех $d_{ij}^- \neq 0$ ($i = \overline{1, n}$) вычисляется:

10.1.1 полагают: $\max = \mu_{i1}$; если $\mu_{ir} > \max$, то присваивается $\max = \mu_{ir}$ ($r = \overline{1, d_{ij}^- + 1}$); присваивается $\mu'_{i1} = \max$;

10.1.2 $\mu'_{ir} = \mu_{i, r + d_{ij}^-}$, $r = \overline{2, d + 1}$;

10.2 для всех $d_{ij}^+ \neq 0$ ($i = \overline{1, n}$) вычисляется:

10.2.1 если выполняется условие $\mu_{ir} < 1 - q_j$, то $\mu'_{ir} = \mu_{ir}$, в противном случае $\mu'_{ir} = 1 - q_j$ ($r = \overline{1, d_{ij}^+}$);

10.2.2 если $\mu_{ir} < 1 - q_j$, то $\min 1 = \mu_{ir}$, в противном случае $\min 1 = 1 - q_j$; если $\mu_{i, r - d_{ij}^+} < q_j$, то $\min 2 = \mu_{i, r - d_{ij}^+}$, в противном случае $\min 2 = q_j$; если $\min 1 > \min 2$, то $\mu'_{ir} = \min 1$, в противном случае $\mu'_{ir} = \min 2$, для всех $r = \overline{d_{ij}^+ + 1, d + 1}$.

Шаг 11. Новая маркировка принимается за текущую: $\mu_{ir} = \mu'_{ir}$; ($i = \overline{1, n}$ $r = \overline{1, d + 1}$) и осуществляется переход к шагу 5.

Конец алгоритма.

Разработан алгоритм вычисления структурных элементов НСПВ $_j$, который обеспечивает динамику состояния модели, пространство достижимых состояний

и последовательность срабатывания переходов в виде совокупности векторов и матриц. На основе предложенного алгоритма разработано программное обеспечение в среде Borland Delphi 7.0.

1. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 717 с.
2. Емельянова Г. М., Смирнова Е. И. Сети Петри в задачах моделирования сложных систем. Нечеткая сеть Петри. — М., 2002. — 264 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПРЕДЕЛОВ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ

А. Л. Осипов, В. П. Трушина

НГУЭУ, Новосибирск, Россия

Разработана интеллектуальная компьютерная система, которая поддерживает обработку таких сложноструктурированных объектов как молекулярные химические графы. Идентификация химических веществ происходит по каноническому коду, программно порождаемому системой; инструментальной системы для прогнозирования биологических и физико-химических свойств химических препаратов, и конструирования новых биологически активных соединений с заданными свойствами по их структурным формулам с учетом или без учета физико-химических параметров молекул [1].

Система позволяет прогнозировать показатели пожарной опасности химических соединений с использованием нейросетевых и кусочно-линейных регрессионных моделей, где интервалами линейности регрессии являются классы пожарной опасности химических веществ. Данная система включает инструментальную систему автоматического порождения модельных знаний и их пополнения в базу знаний. Модельные знания заключают в себе способность проявлять свойства, моделируемого ими объекта в рамках представленного пользователем описания за счет помещения их в предполагаемую математическую среду, а также систему интеллектуальных интерфейсов, позволяющих производить ввод, корректировку и кодировку данных, а также обеспечивающих работу графических средств визуализации данных на всех этапах ее функционирования. Блок анализа и объяснения позволяет пользователю проследить всю цепочку принимаемых системой решений [2].

В настоящей статье рассматривается один из перспективных подходов к прогнозированию концентрационных пределов воспламенения горючего вещества, который основан на использовании дескрипторов: «атом-связь-атом», зарядовых, информационных и искусственных нейронных сетей.

Для проведения исследований по построению моделей, позволяющих прогнозировать концентрационные пределы воспламенения органических соединений, была сформирована выборка из 649 органических соединений различных классов. Выборка была создана на основе базы данных [3]. Контрольная выборка составляла 114 элементов.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать метод прогнозирования пожаровзрывоопасных свойств химических веществ на основе фрагментарных дескрипторов и искусственных нейронных сетей [4]. Системой было сгенерировано 15 нейронных сетей, из которых была выбрана одна, показывающая наилучшие результаты предсказания, которые на экзамене показали среднеквадратичную ошибку равную 0,134.