

СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Приходько Т.А.
кафедра ЭВМ, ДонГТУ
Prihodko @ cs.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Prihodko T. Modeling and diagnostic systems of building constructions with elements of artificial intelligence. This paper presents the structure of modeling and diagnostic systems of building constructions. The ethanol approach to knowledge representation is described. The base of ethanol approach is fuzzy logic.

1. Введение

Задачи представления, хранения, накопления и приобретения знаний были актуальны еще до возникновения письменности. В настоящее время на решение этих проблем нацелены такие глобальные средства как «Интернет» и локальные средства, среди которых не последнее место занимают экспертные системы, являющиеся одной из ветвей искусственного интеллекта. Наиболее прогрессивные методы исследования сочетают традиционные подходы, такие как моделирование с элементами искусственного интеллекта. Подобное сочетание дает известные преимущества.

2. Структура системы моделирования и диагностики строительных конструкций с элементами искусственного интеллекта

Математическое моделирование – один из наиболее экономичных, наглядных и распространенных методов исследований, как в научной, так и в производственной сфере. Применение моделирования при проектировании, обследовании и диагностике строительных конструкций является оправданным с точки зрения стоимости, возможности всестороннего анализа, включая оценку влияния динамических нагрузок на состояние сооружения. Однако, задачи диагностики и прогнозирования при имитационном компьютерном моделировании сложных объектов требуют использования модели совместно с:

- а) базой данных (БД), включающей в себя технические характеристики объекта;
- б) базой знаний (БЗ), содержащей множество дефектов конструкций и множество возможных рекомендаций экспертов, а также методы приближенных рассуждений для управления нечеткой средой принятия решений.

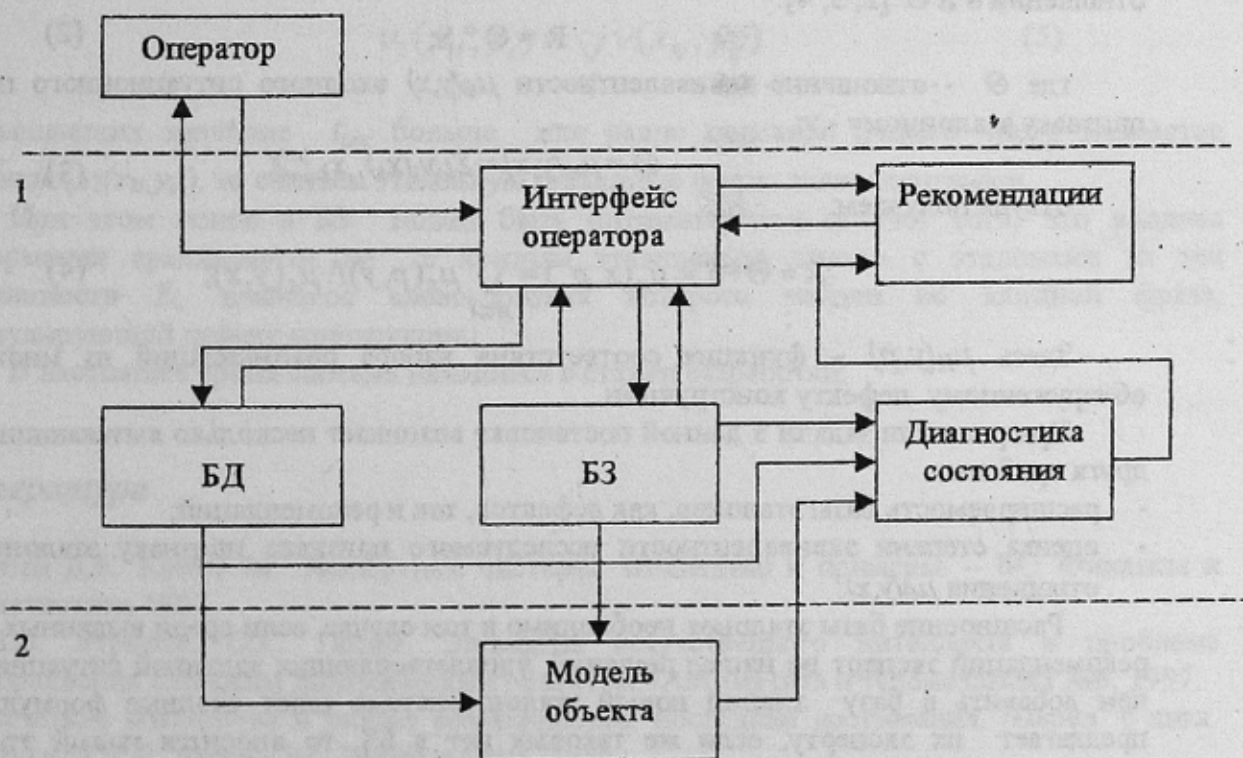
Структура системы моделирования и диагностики строительных конструкций (СМИД) приведена на рис.1. СМИД подразделяется на две основные части – моделирующую и "интеллектуальную", которая выполняет функции диагностики состояния модели и сообщает оператору множество возможных решений.

В базу данных оператором заносятся технические характеристики объектов и множество дефектов, обнаруженных при обследовании. В соответствии с этими данными строится модель объекта.

СМИД моделирует распределение нагрузок на объект и на основании расчетов и найденных при обследовании дефектов элементов конструкций составляет прогноз о состоянии объекта, а также дает рекомендации для устранения дефектов и поддержания искусственного сооружения в дееспособном состоянии.

БЗ предполагает наличие определенной системы представления знаний, удовлетворяющей двум противоречивым условиям: независимость знаний друг от друга и согласованность знаний как единого целого [1]. Первому из этих условий отвечают продукционные правила, второму – логика предикатов. Известные преимущества дает при этом использование нечеткой продукционной системы, "позволяющей избежать дискретности функционирования обычных продукционных правил и обеспечить работу в условиях неполного соответствия входной ситуации содержанию БЗ" [2]. Кроме того, классификация нечетких множеств, отражающая структуру предметной области, обеспечивает целостность знаний системы.

Экспертиза осуществляется при использовании эталонного подхода [3] и выполняется блоком диагностики (Рис. 1.).



1 – система диагностики с элементами ИИ;

2 – программы моделирования;

Рис. 1. Структура системы моделирования и диагностики с элементами ИИ.

3. Эталонный подход представления знаний в СМВД

Суть эталонного подхода состоит в следующем: из множества возможных ситуационных признаков X (в данном случае дефектов сооружений), выбирается множество эталонов Y , "исходя из условий, что они являются наиболее яркими носителями ценных или существенных для экспертизы свойств" [3]. Затем назначается на основании статистических данных либо определяется экспертами эталонное отношение S на множестве эталонов Y . Оно задает степень соответствия эталонов-дефектов эталонам-рекомендациям. После чего на X (множество дефектов конструкций) определяется искомое отношение Θ между X и Y .

В нашем случае Y — эталонное множество дефектов, разбитое на N непустых подмножеств Y_i , $i = 1, N$. P — эталонное множество рекомендаций (рекомендации предоставляются экспертом), разбитое на M непустых подмножеств P_j , $j = 1, M$. Отношение S на множестве эталонных объектов определяется по формуле:

$$S = \mu_s(p, y) = \sum \mu_{P_j}(y_i); \quad (1)$$

где $\mu_{P_j}(y_i)$ — функция соответствия элемента из $Y_i \subseteq Y$ подмножеству P_j .

Задача определения управляющего решения сводится к вычислению композиции отношений S и Θ [2, 3, 4]:

$$R = \Theta \circ S; \quad (2)$$

где Θ — отношение эквивалентности $\mu_\Theta(y, x)$ входного ситуационного признака x признаку эталонному — y :

$$\Theta = \mu_\Theta(y, x) = \sum \mu_{Y_i}(x_k), x_k \subseteq X \quad (3)$$

откуда получаем:

$$R = \Theta \circ S = \mu_R(x, p) = \bigvee_{y \in Y} \mu_s(p, y) \wedge \mu_\Theta(y, x); \quad (4)$$

Здесь $\mu_R(y, p)$ — функция соответствия набора рекомендаций из множества P , обнаруженному дефекту конструкции.

При решении задачи в данной постановке возникает несколько вытекающих друг из друга проблем:

- расширяемость базы эталонов, как дефектов, так и рекомендаций;
- оценка степени эквивалентности исследуемого признака признаку эталонному, т.е. отношения $\mu_\Theta(y, x)$.

Расширение базы эталонов необходимо в том случае, если среди выданных системой рекомендаций эксперт не нашел решений, удовлетворяющих заданной ситуации. Прежде чем добавить в базу знаний новый эталон, система ищет сходные формулировки и предлагает их эксперту, если же таковых нет в БЗ, то вносится новый эталон, и с помощью эксперта определяется степень соответствия значения из эталонного множества дефектов значению из эталонного множества рекомендаций ($\mu_s(p, y)$).

Поиск сходных формулировок в БЗ порождает две проблемы:

- 1) проблему, требующую оценки степени эквивалентности входного и эталонного признаков;
- 2) необходимость вывода правил, обеспечивающих оптимальный поиск в БЗ.

Обратимся снова к аппарату нечеткой логики. Для поиска в БЗ эталонов, эквивалентных входному признаку необходимо сравнить X_k (k -й - входной признак) и Y_i , где i - номер подмножества в множестве \overline{Y} , $i = 1, N$. Так как входная и эталонная фразы могут быть разной длины (например, "выполнить торкретирование" и "выполнить работы по торкретированию"), то будем считать достаточным совпадение половины слов фразы. Такое допущение в данном случае оправдано тем, что описания дефектов конструкций являются короткими и емкими, и не предполагают длинных фраз (*условие 1*). Кроме того, возможны случаи, когда эквивалентные по содержанию фразы содержат слова с разными окончаниями (см. пример выше). Поэтому целесообразно вычисление нечеткого включения [4,6], которое является менее строгим, чем нечеткое равенство ситуаций. При вычислении нечеткого включения необходимо задать порог включения t_{inc} , такой, что степень нечеткого включения $V(s_1, s_2) \geq t_{inc}$ (*условие 2*).

Пусть l - количество слов во входной, а j - в эталонной фразе, описывающей дефект (рекомендацию). Тогда для определения степени включения входного дефекта в эталонный ($V(x_k, y_i)$), будем вычислять степень включения каждого слова входной фразы x_{kl} в каждое слово фразы-эталона y_{ij} . В результате чего получим матрицу включения, каждый элемент которой равен ($V(x_{kl}, y_{ij})$). Если соблюдается условие 1: ($l/j \geq 2$) или ($l/j \leq 0,5$), и число элементов ($V(x_{kl}, y_{ij})$), где

$$V_i(x_{kl}, y_i) = \bigvee_j V(x_{kl}, y_{ij}) \quad (5)$$

превышающих значение t_{inc} больше или равно половине общего числа элементов матрицы ($V(x_{kl}, y_{ij})$), то считаем эталонную и входную фразы эквивалентными.

При этом поиск в БЗ может быть оптимизирован за счет того, что входная информация сравнивается не с каждым эталоном, а только с эталонами из тех подмножеств Y_i , ключевое слово-признак которого найден во входной фразе, формулирующей дефект конструкции.

В настоящее время система находится в стадии разработки.

Литература

1. Элти Дж. Кумбс М. Экспертные системы: концепции и примеры. - М.: Финансы и статистика 1987.
2. М.В. Бураков, О.С. Попов. Элементы искусственного интеллекта в проблеме управления сложным динамическим объектом. // Автоматика и телемеханика №8, 1997.
3. Нечеткие множества и теория возможностей: последние достижения. /Перев. с англ. Под ред. Р.Р. Ягера - М.: Радио и связь, 1986.
4. Л. Заде. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир 1976.
5. Уотермен Д. Руководство по ЭС: Пер с англ. - М.: Мир 1989.
6. Мелихов А.Н. Берштейн Л.С. Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. - М.: Наука. 1990.