

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ СЛОЖНОЙ ПРОБЛЕМНОЙ СРЕДЫ

Жуманов И.И., Каюмов А.
Самаркандский государственный университет

Благодаря развитию искусственного интеллекта на смену классическим приходят новые системы, базирующиеся на применение моделей нечеткой логики, нечеткого логического вывода и нейронных сетей (НС), а также их синтеза. Однако, несмотря на значительные теоретические и практические успехи в области применения нейро-нечетких сетей (ННС), практически отсутствуют разработки интеллектуальных систем анализа и обработки данных, которые удачно дополняют функциональные возможности систем, построенных на базе аналитических моделей [1,2].

Информация, представляемая в систему интеллектуального анализа данных (ИАД) из таких источников как системы управления технологическими процессами, организационно-экономические системы, биологические и метрологические объекты описывает динамический процесс, относится к классу слабо структурированных данных, обладающих характеристиками уникальности, непрерывности, неоднородности (разнотипности) шкал измерений, нелинейности и многоуровневой иерархической организации взаимосвязей [3].

В настоящей работе разработаны научно-методические основы построения интеллектуальной системы анализа и обработки данных сложной проблемной среды на основе использования нейронных сетей, моделей нечетких выводов, баз знаний и баз данных. Предложены методы формирования баз нечетких правил, моделирования функций принадлежности и лингвистических термов, синтеза компонентов нейро-нечетких сетей (ННС).

Проектирование методов ИАД предполагает решение двух взаимосвязанных задач:

- анализ нестационарного объекта и построение модели описания;
- синтез структурных компонентов системы ИАД.

Поскольку в исследуемой системе рассматривается нестационарный процесс и считается, что модели отражают динамическое поведение объекта, определим задачи анализа и синтеза в дискретном представлении [4].

Задача анализа состоит в определении отображения

$$\text{PFP: } U_k \times W_o_k \times X_k \rightarrow X_{k+1}, \quad U_k \times X_k \rightarrow Y_k. \quad (1)$$

А задача синтеза заключается в формировании отображения

$$\text{MS: } G_k \times J_k \times Ws_k \times X_k \times T_k \rightarrow U_k. \quad (2)$$

где k – шаг квантования (единица времени для принятия решения либо выдачи управляющего воздействия).

Так как в системах ИАД используется модели нечеткой логики, то отображения (1), (2) представляются с помощью нечетких уравнений. В общем случае, преимущества использования нечетких множеств в моделировании заключается в простоте и общности описания и представления логики работы системы. Существенная разница между классическим методом приближенного анализа сложных систем и подходом, основанным на нечеткие множества и НС заключается в следующем.

Построение систем анализа и обработки данных на основе ННС. Наиболее ценным свойством ННС является способность успешно решать задачи анализа, в которых затруднено, зачастую невозможно нахождение аналитических зависимостей между входными и выходным параметрами; находить оптимальные индикаторы динамики временных рядов; строить по ним оптимальную стратегию предсказания; работать в многомерных пространствах, включая пространства смешанного типа, в которых часть переменных являются непрерывными, а часть – дискретными.

Ключевым звеном системы ИАД являются нечеткие регуляторы (НР), функционирующие на основе вычислительных схем ННС. При этом использование нечетких моделей обеспечивает относительно простой способ управления сложными системами, которые обладают существенным нелинейным поведением. Нечеткие правила, из которых состоит нечеткий контроллер, представляют собой знания или опыт оператора. На рис. 1 представлена общая схема нечеткого регулятора с фиксированной базой знаний.

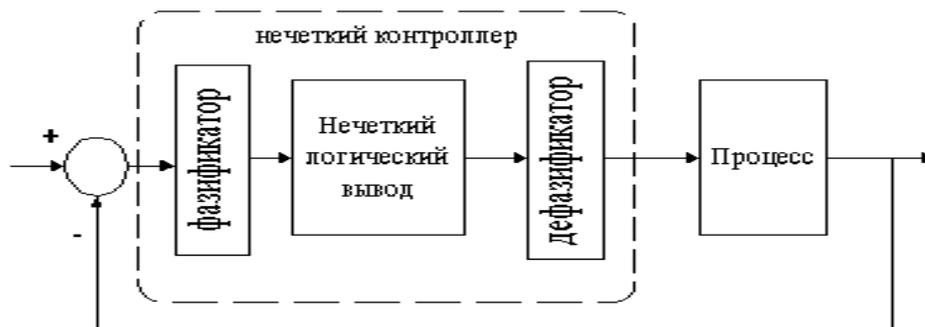


Рис. 1. Нечеткий регулятор.

НР с фиксированной базой знаний (БЗ) известны как статические нечеткие регуляторы [4]. При этом БЗ контроллера (управляющих правил) формируется на основе знаний оператора, следившего за ходом протекания процесса. Разработана схема проектирования самоорганизующегося регулятора с квантификаторами, основное назначение которых настройка базы правил для различных ситуаций.

База правил для разных ситуаций может содержать не только различные правила, но и различные значения характеристик нечетких множеств и соответствующих лингвистических переменных. Выводы по результатам обработки информации определяются экспертом и могут включать не только отклонения выходной координаты от требуемого значения, но и учитывать различные ограничения, касающиеся общего характера функционирования системы.

Наиболее полной представляется самообучаемая схема построения ННС, включающая эвристическую БЗ в виде набора таблиц, правил нечеткого регулятора, где каждая из таблиц определяется своими правилами включения в контур управления, фактическую БД, основное назначение которой – выявление новых закономерностей в практическом управлении процессом. При этом с помощью БД осуществляется обучение БЗ, определяются границы интервалов значений лингвистических переменных в квантификаторах. На рис.2 представлена схема функционирования ННС с самообучением на основе БД и БЗ.

Модели БЗ ННС. Определено, что среди известных моделей логических, продукционных, фреймовых, нейронных и семантических для описания рассматриваемой предметной области наиболее подходят продукционные модели знаний, при помощи которых представляется возможным естественно описать декларативный опыт человека, его интуицию и логику поведения [5].

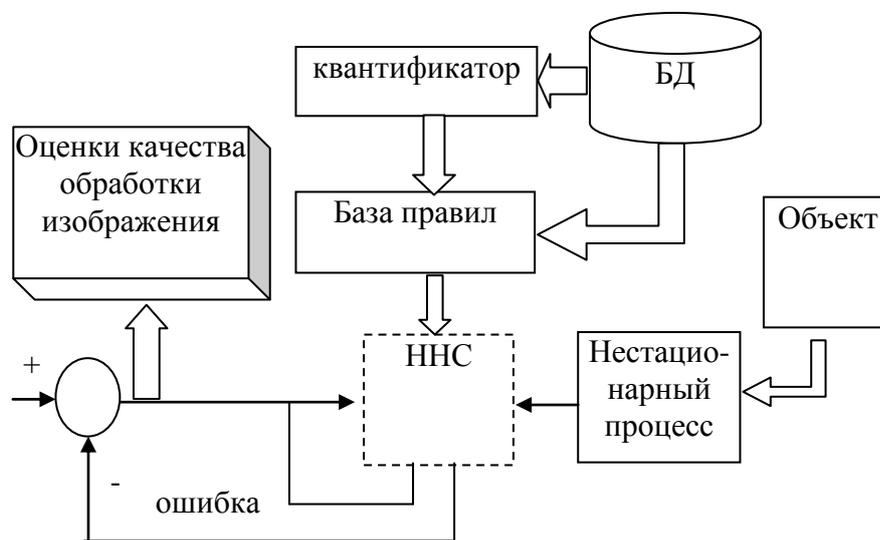


Рис. 2. ННС с самообучением.

Лингвистическое описание объекта задается в виде набора правил вида

$$\begin{aligned} & \text{IF } X_k = (x_1 = \text{NB}, x_2 = \text{PM}, \dots, x_n = \text{ZE}) \text{ AND } U_k = (u_1 = \text{PM}, u_2 = \text{NB}, \dots, \\ & \quad u_m = \text{NM}) \\ & \text{THEN } X_{k+1} = (x_1 = \text{PB}, x_2 = \text{PS}, \dots, x_n = \text{PB}), \end{aligned}$$

отражающих отношения изменения выхода системы в зависимости от входных воздействий.

Для систем с динамическими объектами набор записывается в виде:

$$X_{k+1} = X_k * U_k, \quad (3)$$

Здесь $X_k = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ - обобщенный вектор входного состояния системы;

$U_k = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ - обобщенный вектор возмущающих воздействий, значения которых представляют собой лингвистические переменные из заданного терм -множества

$$S = \{NB, NM, \dots, ZE, \dots, PM, PB\},$$

где NB - negative big, NM - negative middle, ZE - zero, PM - positive middle, PB - positive big, представляющие нечеткие множества с заданными функциями принадлежности (ФП).

Лингвистические правила, связывающие входы, управляющие воздействия U и выходы записываются в следующем виде:

$$X: X_{k+1} = R(X_k, U_k), \quad (4)$$

$$\text{or } \Delta X_k = R(X_k, U_k), \quad (5)$$

где X – состояние системы;

ΔX – изменение состояния в следующий момент времени;

R – отношение связи.

Пример такого отображения представлен в табл. 1.

Таблица 1. Таблица лингвистических правил

UK \ XK	NB	NM	ZE	PM	PB
NB	NB	NB	NB	NM	ZE
NM	NB	NB	NM	ZE	PM
ZE	NB	NB	ZE	PB	PB
PM	NM	ZE	PM	PB	PB
PB	ZE	PM	PB	PB	PB

Для решения задач анализа и синтеза ИСУК введем в рассмотрение алгебраическую систему, с помощью которой модель (4) либо (5) можно заменить некоторой алгебраической структурой.

Пусть $S = \{NB, NM, ZE, PM, PB\}$ – множество лингвистических переменных, которые для каждой переменной имеют присущий ей смысл. Например, NB означает “очень низкое”, NM – “низкое”, ZE – “среднее”, PM – “высокое” и PB – “очень высокое”.

Импликативные отображения представим в виде таблиц лингвистических правил:

$$K(u(k), x_2(k)) \rightarrow x_2(k+1)$$

$u(k), x_2(k)$	NB	NM	ZE	PM	PB
NB	NB	NM	NM	NM	ZE
NM	NM	ZE	ZE	ZE	PM

$$R(x_2(k), x_1(k)) \rightarrow x_1(k+1) \text{ at } u(k) = NB$$

$x_2(k) \backslash x_1(k)$	NB	NM	ZE	PM	PB
NB	ZE	ZE	PM	PB	PB
NM	ZE	PM	PB	PB	PB

ZE	NM	ZE	ZE	ZE	PM
PM	NM	ZE	ZE	ZE	PM
PB	ZE	PM	PM	PM	PB

ZE	ZE	PM	PB	PB	PB
PM	ZE	PM	PB	PB	PB
PB	PM	PB	PB	PB	PB

Аналогично представляются отображения
 $R(x_2(k), x_1(k)) \rightarrow x_1(k+1)$ при $u(k)=NM$; $R(x_2(k), x_1(k)) \rightarrow x_1(k+1)$
при $u(k)=ZE$;
 $R(x_2(k), x_1(k)) \rightarrow x_1(k+1)$ при $u(k)=ZE$; $R(x_2(k), x_1(k)) \rightarrow x_1(k+1)$
при $u(k)=PM$;
 $R(x_2(k), x_1(k)) \rightarrow x_1(k+1)$ при $u(k)=PB$, $R(x_2(k), x_1(k)) \rightarrow x_1(k+1)$
при $u(k)=PB$.

Ниже приведена аппроксимирующая таблица лингвистических правил для выходного параметра:

$$x_1(k+1) = x_1(k) + 1/2 * x_2(k) - u(k),$$

$$x_2(k+1) = 1/2 * x_2(k) + 1/2 * u(k).$$

Таким образом, разработанные модели ННС и методы их синтеза составляют научно-методическую основу проектирования эффективных и перспективных технологий интеллектуализации анализа и обработки данных, которые ориентированы на использование уникальных свойств нейронных сетей, статистических и динамических характеристик данных нестационарных объектов.

Изложенные теоретические положения, методы и алгоритмы обработки данных реализованы в виде самостоятельных программных модулей в составе программного обеспечения интеллектуальной системы анализа и обработки данных на основе ННС.

Литература

1. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов Ф.С. Нечеткие модели и сети. – М: Горячая линия. – Телеком, 2007. – 284 с.
2. Васильев В.И., Ильясов Б.Г., Валеев С.С., Жернаков С.В. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей. - Уфа: УГАТУ, 1997. – с.25-123.
3. Жуманов И.И., Холмонов С.М. Нейронечеткая система контроля точности сигналов при управлении нестационарными объектами //«Илмий тадқиқотлар ахборотномаси» илмий-назарий, услубий журнал. – Самарқанд: СамДУ, 2012. - №3 (73) – 40-46 б.
4. Кудинов Ю.И. Нечеткие системы управления. // Техническая кибернетика. – 1990. - № 5. - С. 196-206.
5. Соколов А.Ю. Алгебраическое моделирование лингвистических динамических систем // Проблемы управления и информатики. – 2000. - №2. – С. 141-148.

Сведения об авторах

*Жуманов Исраил Ибрагимович, доктор технических наук, профессор
кафедры информационных технологий СамГУ,*

Тел.: +998662293558,

e-mail: a-axatov@samdu.uz

*Каюмов Анвар, магистрант Самаркандского государственного
университета по специальности «Информационные технологии в
образовании»*

Тел.: +998906558758,

e-mail: anvar-qa@mail.ru

Секция: Техника йўналишидаги олий ўқув юртларида замонавий ахборот-коммуникацион технологиялари ва таълим жараёнида улардан фойдаланишнинг долзарб муаммолари;