

Х. Б. Юнусов^{1}, Л. У. Сафарова¹*

Интеллектуальные системы диагностики инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных

¹ Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий, г. Самарканд, Республика Узбекистан
* e-mail: unn59@mail.ru

Аннотация. Интеллектуальные системы, применяемые для диагностики болезней крупного рогатого скота, могут интегрировать различные источники данных, включая клиническую информацию, симптомы, анамнез, результаты лабораторных анализов, влияние экологических факторов и другие релевантные аспекты. Они могут быть созданы с использованием правил, эвристических методов или методов машинного обучения, обрабатывая обширные массивы данных для тренировки алгоритмов. Такая система способна предоставлять ветеринарному специалисту перечень потенциальных диагнозов, упорядоченных по степени вероятности на основе анализа доступной информации. Кроме того, система может рекомендовать проведение дополнительных анализов или тестов для уточнения диагноза. Разработанные интеллектуальные системы в области ветеринарии предлагают обширные возможности для поддержки ветеринаров в их работе и управлении информацией о здоровье крупного рогатого скота.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, нечеткие множества, автоматизирование, принятие решений

H. B. Yunusov^{1}, L. U. Safarova¹*

Intelligent diagnostic systems for infectious diseases of farm animals

¹ Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology, Samarkand, The Republic of Uzbekistan
* e-mail: unn59@mail.ru

Abstract. Intelligent systems used for the diagnosis of cattle diseases can integrate various data sources, including clinical information, symptoms, anamnesis, laboratory test results, the influence of environmental factors and other relevant aspects. They can be created using rules, heuristic methods, or machine learning techniques, processing vast amounts of data to train algorithms. Such a system is able to provide a veterinary specialist with a list of potential diagnoses, ordered by degree of probability based on an analysis of available information. In addition, the system may recommend additional tests or tests to clarify the diagnosis. The developed intelligent systems in the field of veterinary medicine offer extensive opportunities to support veterinarians in their work and manage information about the health of cattle.

Keywords: intelligent systems, fuzzy sets, automation, decision-making

Введение

Ветеринария играет ключевую роль в обеспечении здоровья животных, а использование экспертных систем для диагностики болезней становится широко распространённым подходом. Интеллектуальные системы – это программные решения, основанные на знаниях и опыте специалистов в данной области, которые помогают в принятии решений и предоставлении консультации [1-3].

Разработанные интеллектуальные системы в области ветеринарии предлагают множество функций и возможностей, которые способствуют эффективной работе ветеринаров и обработке информации о здоровье сельскохозяйственных животных. Давайте подробнее рассмотрим каждую из этих функциональностей на примере крупного рогатого скота [4].

Обновление информации о заболеваниях в реальном времени: Экспертная система обеспечивает хранение и своевременное обновление данных о состоянии здоровья крупного рогатого скота. Это включает в себя сведения о клинических осмотрах, анализах, процедурах лечения и других соответствующих данных. Актуализация информации позволяет ветеринарам получать комплексное представление о состоянии стада и оперативно реагировать на изменения.

Быстрый и всесторонний анализ здоровья животных: С помощью экспертной системы возможен быстрый анализ здоровья крупного рогатого скота, основанный на доступной информации. Система автоматизирует процесс оценки состояния животных, определения рисков развития заболеваний и приоритизации мероприятий по вмешательству. Кроме того, экспертная система проводит всесторонний анализ, учитывая множество факторов, включая возраст, пол, климатические условия и условия содержания животных, что позволяет формировать более полное представление о здоровье стада.

Рекомендации по диагностике и профилактике: Экспертная система обеспечивает ветеринаров советами по проведению диагностических и профилактических мероприятий, основанными на обработке данных и выявленных симптомах. Она предоставляет список вероятных диагнозов, указания к проведению лабораторных тестов и анализов, а также советы по проведению превентивных процедур, включая вакцинацию и дезинсекцию.

Формирование стандартных отчетов и визуализация данных: Экспертная система способна создавать регулярные отчеты на основе обработанных данных о заболеваемости. Эти отчеты могут включать данные о распространенности определенных заболеваний, эффективности применяемых лечебных методов и другие важные метрики. Для удобства ветеринаров система также предлагает визуализацию данных через графики и схемы, что способствует быстрому анализу ситуации и принятию обоснованных решений.

Методы и материалы

Продукционные модели для представления знаний являются широко используемым и эффективным методом в создании экспертных систем. Они включают несколько ключевых элементов, которые способствуют представлению и обработке знаний в системе [5].

Продукционные правила: Являются фундаментом продукционной модели и состоят из условий, а также связанных с ними действий. Условия определяют факты или сценарии, которые должны быть подтверждены для активации правила, в то время как действия указывают на последующие шаги, которые следует выполнить при выполнении этих условий. Эти правила позволяют системе выводить заключения и принимать решения, основываясь на наличии определённых знаний.

Рабочая память: Это пространство, где хранятся факты или текущие состояния, используемые системой для активации и выполнения продукционных правил. Она содержит информацию о текущей задаче или окружении, в котором функционирует экспертная система. Рабочая память постоянно обновляется и модифицируется в ходе работы системы, что позволяет ей адаптироваться и применять продукционные правила эффективно.

Цикл «условие-действие» играет центральную роль в механизме работы продукционных систем. В этом процессе система проверяет соответствие текущих данных в рабочей памяти условиям, заданным в продукционных правилах. Если условия соблюдены, активируются определенные действия. Затем, после их выполнения, состояние рабочей памяти обновляется, что приводит к повторению цикла до тех пор, пока не будет достигнут желаемый результат или решена задача.

Продукционные модели знаний выделяются своей адаптивностью, простотой в толковании, удобством в внесении изменений и добавлении новых правил, а также способностью применять различные методы логического вывода. Благодаря этим характеристикам, они широко используются в создании экспертных систем для решения разнообразных задач, включая диагностику, планирование и стратегическое принятие решений [6].

Будем предполагать, что существует выборка экспериментальные данные о болезнях крупного рогатого скота, связывающая входы:

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ с выходом u исследуемой зависимости [7]:

$$(X_r, Y_r), (r = \overline{1, M}),$$

где: $X_r = (x_{r,1}, x_{r,2}, \dots, x_{r,n})$ вектор входов и y_r выход в r -паре,
 M - объем выборки

Модель Мамдани построим следующим образом [8-11]:

если $(x_1 = a_{1,j_1})$ И $(x_2 = a_{2,j_1})$ И ... И $(x_n = a_{n,j_1})$ с весом ω_{j_1}
 или $(x_1 = a_{1,j_2})$ И $(x_2 = a_{2,j_2})$ И ... И $(x_n = a_{n,j_2})$ с весом ω_{j_2}

 или $(x_1 = a_{1,j_{k_j}})$ И $(x_2 = a_{2,j_{k_j}})$ И ... И $(x_n = a_{n,j_{k_j}})$ с весом $\omega_{j_{k_j}}$

то $y = d_j, j = \overline{1, M}$

где: $a_{i,jp}$ – лингвистический терм, который позволяет выразить качественную оценку или степень принадлежности переменной x_i к определенному лингвистическому понятию или категории, представленной в строчке $jp (p = \overline{1, k_j})$;

d_j, j – число строчек-конъюнкций с лингвистической оценкой d_j для выход $k_j - y$;

ω_{jk_j} – весовой коэффициент правила. Он представляет числовое значение, которое определяет важность или вес данного правила jp в контексте ω_{jp} системы;

m – количество термов.

Для создания более компактного представления нечеткой базы знаний с помощью операций \cup (ИЛИ) и \cap (И), мы можем объединить несколько правил в одно, используя эти операции:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} [\bigcap_{i=1}^n (x_i = a_i^{jp})] \rightarrow y = d_j, j = \overline{1, m} \quad (2)$$

$\mu_{jp}(x_i)$ – функция принадлежности, которая определяет, насколько входной параметр x_i соответствует определенному нечеткому терму $a_{i,jp}$,

$i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, p = \overline{1, k_j}$, т.е.

$$a_{i,jp} = \int_{\underline{x_i}}^{\bar{x}_i} \mu_{jp}(x_i)/x_i, x_i \in [\underline{x_i}, \bar{x}_i]$$

$\mu_{d_j}(y)$ – функция принадлежности, которая представляет собой математическую функцию, определяющую, насколько выходной сигнал y соответствует определенному нечеткому терму d_j , т. е.

$$d_j = \int_{\underline{y}}^{\bar{y}} \mu_{d_j}(y)/y, y \in [\underline{y}, \bar{y}]$$

$$\mu_{d_j}(x^*) = \bigvee_{p=1, k_j} \omega_{jp} \cdot \bigwedge_{i=1, n} [\mu_{jp}(x_i^*)], j = \overline{1, m}$$

$$\tilde{y} = \frac{agg}{j = \overline{1, m}} \left(\int_{\underline{y}}^{\bar{y}} imp(\mu_{d_j}(X^*), \mu_{d_j}(y)) / y \right)$$

где: *imp*– импликация;
agg – агрегирование нечетких множеств.

Результаты

Организация знаний по возрастным категориям крупного рогатого скота может значительно улучшить точность диагностики заболеваний и повысить общую эффективность экспертной системы. Учет возраста животных важен, поскольку разные возрастные группы подвержены различным болезням и имеют уникальные симптомы.

Категоризация знаний по возрасту позволяет системе более точно концентрироваться на болезнях, характерных для каждой группы. Например, у молодняка часто встречаются заболевания, связанные с иммунитетом и пищеварением, в то время как у взрослых особей более распространены мастит или метаболические нарушения. Структурирование знаний по возрастным категориям помогает системе учитывать эти различия и предоставлять более точные диагностические рекомендации.

Такой подход улучшает работу системы за счет оптимизации поиска необходимой информации. Вместо того чтобы охватывать все возможные заболевания для всех возрастных групп, система может сфокусироваться на болезнях и симптомах, характерных для конкретного возраста животного, что ускоряет процесс диагностики и повышает его точность.

В итоге, разделение знаний на возрастные уровни позволяет системе более эффективно управлять диагностическими процедурами, учитывая особенности каждой возрастной группы, что способствует улучшению диагностики и общей эффективности работы системы.

Процесс диагностирования болезней у крупного рогатого скота включает несколько ключевых этапов, таких как клинический осмотр, сбор анамнеза, а также лабораторные и инструментальные исследования. Вот общий протокол диагностики болезней у крупного рогатого скота.

Клинический осмотр: Ветеринары тщательно осматривают животное, анализируя его общее состояние, поведение, аппетит и температуру. Особое внимание уделяется отекам, выделениям и любым визуальным изменениям. Важно предоставить ветеринару всю доступную информацию, включая даты появления симптомов и контакты с другими животными.

Лабораторные исследования:

– анализы крови: включают общий и биохимический анализы, а также проверку на антитела, что помогает определить воспалительные процессы и другие аномалии в крови;

– бактериологический анализ: взятые образцы биоматериала (молоко, кал, моча) анализируются на наличие бактерий и других микроорганизмов, если подозревается инфекционное заболевание;

– серологические тесты: используются для определения наличия антител, указывающих на инфекцию;

– молекулярные тесты: такие как полимеразная цепная реакция (ПЦР), применяются для идентификации генетического материала патогенов.

Инструментальные исследования:

– ультразвук: используется для визуализации внутренних органов и выявления абсцессов или других аномалий;

– рентген: применяется для обнаружения изменений в костях, наличия опухолей, пневмонии и других состояний.

На основе результатов исследований ветеринар составляет диагноз и разрабатывает план лечения и профилактики, учитывая стадию заболевания и индивидуальные особенности животного. Важно проконсультироваться с опытным ветеринаром для диагностики и лечения заболеваний крупного рогатого скота.

Основные признаки инфекционных заболеваний у крупного рогатого скота включают:

– повышенная температура, потеря аппетита, утомляемость и слабость, которые могут свидетельствовать о наличии инфекционного процесса;

– затруднение дыхания, выделения из носа, глаз или рта, а также изменения в пищеварении, такие как диарея или рвота;

– потеря веса, воспаление или опухание в определенных областях тела, снижение продуктивности.

Дополнительные признаки могут включать гнойные абсцессы, воспаление суставов, репродуктивные нарушения, нервные симптомы или кожные высыпания. При подозрении на инфекционное заболевание следует немедленно обратиться за ветеринарной помощью для точной диагностики и адекватного лечения.

Классификация результатов диагностики позволяет ветеринарам принимать обоснованные решения о методах лечения, профилактике и контроле распространения инфекции: y_1 – Лихорадка люэллаза; y_2 – Пастереллез; y_3 – Хламидиоз; y_4 – Ящур (лишай); y_5 – Паратуберкулез.

При постановке диагнозов учитываются следующие основные параметры: x_1 – Повышение температуры; x_2 – Снижение аппетита; x_3 – Выделения из носа; x_4 – Трахеит; x_5 – Опухание и воспаление мягких тканей; x_6 – Ухудшение общего состояния; x_7 – Конъюнктивит; x_8 – Ринит; x_9 – Выделения из глаз; x_{10} – Образование круглых или овальных очагов покраснения кожи с чешуйками; x_{11} – Зуд и дискомфорт; x_{12} – Потеря шерсти в затронутых областях; x_{13} – Похудание; x_{14} – Потеря аппетита; x_{15} – Жидкие испражнения; x_{16} – Затяжные диареи; x_{17} – Пониженная продуктивность.

Построена нечеткая логическая модель Мамдани из основных 17 факторов:

Если $x_1 = B \wedge x_2 = B \wedge x_3 = B \wedge x_4 = B \wedge x_5 = H \wedge x_6 = H \wedge x_7 = H \wedge x_8 = H \wedge x_9 = H \wedge x_{10} = H \wedge x_{11} = H \wedge x_{12} = H \wedge x_{13} = H \wedge x_{14} = H \wedge x_{15} = H \wedge x_{16} = B \wedge x_{17} = H$

тогда: $y = y_1$

Если $x_1 = B \wedge x_2 = B \wedge x_3 = H \wedge x_4 = H \wedge x_5 = B \wedge x_6 = B \wedge x_7 = H \wedge x_8 = H \wedge x_9 = H \wedge x_{10} = H \wedge x_{11} = H \wedge x_{12} = H \wedge x_{13} = H \wedge x_{14} = H \wedge x_{15} = H \wedge x_{16} = C \wedge x_{17} = H$

тогда $y = y_2$

Если $x_1 = B \wedge x_2 = B \wedge x_3 = H \wedge x_4 = H \wedge x_5 = H \wedge x_6 = H \wedge x_7 = B \wedge x_8 = B \wedge x_9 = B \wedge x_{10} = H \wedge x_{11} = H \wedge x_{12} = H \wedge x_{13} = H \wedge x_{14} = H \wedge x_{15} = H \wedge x_{16} = H \wedge x_{17} = H$

тогда $y = y_3$

Если $x_1 = H \wedge x_2 = H \wedge x_3 = H \wedge x_4 = H \wedge x_5 = H \wedge x_6 = H \wedge x_7 = H \wedge x_8 = H \wedge x_9 = H \wedge x_{10} = B \wedge x_{11} = B \wedge x_{12} = B \wedge x_{13} = H \wedge x_{14} = H \wedge x_{15} = H \wedge x_{16} = H \wedge x_{17} = H$

тогда $y = y_4$

если $x_1 = H \wedge x_2 = H \wedge x_3 = H \wedge x_4 = H \wedge x_5 = H \wedge x_6 = H \wedge x_7 = H \wedge x_8 = H \wedge x_9 = H \wedge x_{10} = H \wedge x_{11} = H \wedge x_{12} = H \wedge x_{13} = B \wedge x_{14} = B \wedge x_{15} = B \wedge x_{16} = B \wedge x_{17} = B$

тогда $y = y_5$

Важно помнить, что это только некоторые из возможных инфекционных болезней у крупного рогатого скота, и каждая болезнь может иметь свои уникальные признаки [9-15].

Заключение

Интеллектуальные системы являются ценным инструментом для ветеринаров, помогая в диагностике, лечении и профилактике заболеваний крупного рогатого скота, а также в обработке и анализе соответствующих данных. Они способствуют улучшению здоровья стад и повышению эффективности ветеринарных процедур.

Продукционные модели, теория нечеткого композиционного вывода и одномерные таблицы широко используются для разработки этих систем. Продукционные модели формализуют интеллектуальные знания в виде правил, позволяя системам принимать обоснованные решения на основе данных и условий. Теория нечеткого композиционного вывода помогает обрабатывать данные с элементами неопределенности, что критично для ветеринарной информации. Все это дополняется возможностями современных вычислительных технологий, которые обеспечивают точность и гибкость в анализе данных и принятии решений.

Несмотря на эффективность упомянутых методов, существуют и другие подходы в разработке экспертных систем и анализе данных, и выбор конкретного метода должен соответствовать специфическим требованиям и контексту задачи. Важно учитывать особенности каждой системы, выбирая наиболее подходящие методы для достижения целей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бердышев С., Калиева К.А., Кантуреева М.А. О методологии проектирования экспертных систем // Проблемы информатики. – 2013. – №1. – С. 56–62. – Текст : непосредственный.
2. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование, 4-е издание: пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2007. – 1152 с. : ил. – ISBN: 978-5-8459-1156-8, 0-534-38447-1. – Текст : непосредственный.
3. Шопагулов О.А., Третьяков И.И., Исмаилова А.А. Разработка автоматизированного инструмента для диагностики заболеваний коров / От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение и актуальные проблемы ветеринарной медицины. – 2020. – С. 191–194. – Текст : непосредственный.
4. Муромцев Д.И. Введение в технологию экспертных систем. – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2005. – 93 с. – Текст : непосредственный.
5. Козлов А.Н. Интеллектуальные информационные системы: учебник / А.Н. Козлов; Мин-во с-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013. – 278 с. – Текст : непосредственный.
6. Белов В.С. Белов В.С. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. Основы проектирования и применения: учебное пособие, руководство, практикум / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2005. – 111 с. – Текст : непосредственный.
7. Зубкова Л.И., Зверева Е.А., Андрианова Л.В. Влияние заболеваний вымени на молочную продуктивность коров // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – 4. – С. 35–37. – Текст : непосредственный.
8. Темирбеков Н., Байгереев Д.Р., Темирбеков Н.М. Использование ресурсов распределенной информационной системы для решения прикладных задач // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2020. – 3 (77). – С. 61–68. – Текст : непосредственный.
9. Красиков, А.П. Современные взгляды на инфекционные болезни телят и опыт борьбы с ними // Актуальные проблемы ветеринарной медицины в современных условиях и пути их разрешения / Сб. научн. работ ИВМ Ом ГАУ. Омск, 2000. – С. 57– 61. – Текст : непосредственный.
10. Терехов В.И. Профилактика ассоциативных желудочно-кишечных инфекций телят и меры борьбы с ними / Состояние и перспективы развития ветеринарной науки России // В.И. Терехов.- М.: 1999. – Т. 2. – С. 179–182. – Текст : непосредственный.
11. Sotvoldiev, D., Muhamediyeva, D.T., Juraev, Z. Deep learning neural networks in fuzzy modeling Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1441(1), 012171. – Текст : непосредственный.
12. Muhamediyeva, D.T., Niyozmatova, N.A. Approaches to solving the problem of fuzzy parametric programming in weakly structured objects Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1260(10), 102011. – Текст : непосредственный.
13. Primova, N.A., Mukhamedieva, D.T., Safarova, L. Application of Algorithm of Fuzzy Rule Conclusions in Determination of Animal's Diseases Journal of Physics: Conference Series, 2022, 2224(1), 012007. – Текст : непосредственный.
14. Egamberdiev, N., Mukhamedieva, D., Khasanov, U. Presentation of preferences in multicriterial tasks of decision-making Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1441(1), 012137. – Текст : непосредственный.
15. Muhamediyeva, D.T. Fuzzy cultural algorithm for solving optimization problems Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1441(1), 012152. – Текст : непосредственный.

© Х. Б. Юнусов, Л. У. Сафарова, 2024