

предустановленными допустимыми пределами и, в случае выхода какого-либо параметра за эти пределы, формирует тревожное извещение и включает тревожный оповещатель пловца. Кроме того, тревожное извещение передается в ближайшей паузе между информационными посылками один раз в цикл передач всех пловцов до тех пор, пока в любой из последующих пауз не будет получена команда подтверждения от станции сопровождения.

Любая команда, передаваемая от станции сопровождения конкретному пловцу (подтверждение приема тревоги, изменение списка параметров, команда на подъем и т.д.), ретранслируется из радиоканала в гидроакустический канал ближайшим к пловцу буем в ближайшей паузе между информационными посылками, синхронно с временной меткой часов GPS. Таким образом, достигается синхронность в работе всей системы, и устраняются возможные наложения гидроакустических сигналов, приводящие к потере информации.

Заключение

Предложенная система обеспечивает повышенную точность определения координат и надежность контроля состояния физических и физиологических параметров группы мобильных подводных пловцов.

Дополнительно достигается упрощение и уменьшение веса аппаратуры подводного

пловца за счет использования только одной частоты в гидроакустическом диапазоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дайв-компьютер SUUNTO. [Электронный ресурс] /. – Режим доступа: www.divemart.ru/shop/UID_1512_suuntostinger.html
2. Подводный модуль двусторонней связи . [Электронный ресурс] /. – Режим доступа: www.oceanreef.ru
3. Подводная навигационная панель «Кобра». - Боевые пловцы - их снаряжение и технические средства борьбы с ними. [Электронный ресурс] /.-Режим доступа: www.RusArmy.com
4. Милн, П.Х. Гидроакустические системы позиционирования. Перевод с англ. В.К. Комлева / П.Х. Милн– Л.: Судостроение, 1989 – С.232.
5. Method and apparatus for carrying out high data rate and voice underwater communication. US Patent 6,130,859, Int. Cl. H04B 11/00, Oct. 10, 2000.
6. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ: Учеб. Пособие для вузов / А. Л. Барановский, А. Н. Калиниченко, Л. А. Манило и др.; Под ред. А. Л. Барановского и А. П. Немирко. – М.: Радио и связь, 1993. – С. 248.

к.т.н., доцент Лепетов А.Н. - lan@omgtu.ru, нс Клыпин Д.Н., - кафедра радиотехнических устройств и систем диагностики Омского государственного технического университета, 8-(3812) 60-76-44, 644050, г. Омск, Мира 11

УДК 519.711.3: 004.891

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

А.В. Крошилин, С.В. Крошилина

Предложена семантическая сеть для описания предметной области, основанная на универсальной алгебре в системах поддержки принятия решений на основе нечеткой логики для формализации экспертных знаний. Применен аппарат нечетких множеств для принятия решений. Определены достоинства нечетко-множественного подхода и доказана целесообразность его использования в условиях неполноты и нечеткости предметной области.

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений, семантическая сеть, моделирование, нечеткая логика.

Мощные компьютерные системы, хранящие информацию и управляющие огромными базами данных, стали неотъемлемым атрибутом жизнедеятельности как крупных корпораций, так и небольших компаний. Тем не менее, наличие данных само по себе еще недостаточно для улучшения показателей работы. Нужно уметь трансформи-

ровать сырые данные в полезную для принятия решений информацию.

Теория нечетких множеств имеет неоспоримое преимущество над вероятностными подходами, которое заключается в том, что системы поддержки принятия решений, построенные на ее основе, обладают повышенной степенью обоснованности принимаемых решений. Это связано с тем, что

РАЗДЕЛ IV. ИЗМЕРЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ, НАУКАХ О ЧЕЛОВЕКЕ И ОБЩЕСТВЕ

в расчет попадают все возможные сценарии развития событий, что несвойственно вероятностным методам, рассчитанным на конечное (дискретное) множество сценариев.

Знания человека-эксперта о решении задач в условиях неполноты, нечеткости исходной информации и достигаемых целей также имеют нечеткий характер. Для их формализации в настоящее время успешно применяется аппарат теории нечетких множеств и нечеткой логики. Нечеткие понятия в данном случае формализуются в виде нечетких и лингвистических переменных, а нечеткость действий в процессе принятия решения – в виде нечетких алгоритмов [4]. Системы поддержки принятия решений, способные формализовывать нечеткую информацию и обрабатывать ее в рамках нечетких алгоритмов, будем называть системы поддержки принятия решений на основе нечеткой логики (**СППР НЛ**).

Цель работы - разработка систем поддержки принятия решений, осуществляющих сбор и управление знаниями экспертов, принимающих решения об оптимальном способе достижения целей в условиях неполноты и нечеткости предметной области.

Описание семантической сети для разрабатываемой системы поддержки принятия решений на основе нечеткой логики

В настоящее время большую актуальность приобретает необходимость многокритериального моделирования поддержки принятия решений при планировании хозяйственных процессов на предприятии [1].

Использование СППР НЛ для решения объемных, трудно формализуемых задач в различных предметных областях характеризуются, как правило, отсутствием или сложностью формальных алгоритмов решения, неполнотой и нечеткостью исходной информации, нечеткостью достигаемых целей, а также сложностью нахождения компромиссного решения в случаях Парето-неразрешимости исходной задачи [3]. Данные особенности приводят к необходимости использования в процессе решения данных задач знания, которые получаются от человека-эксперта в предметной области. На основании полученных знаний разрабатываются системы поддержки принятия решений, осуществляющие сбор и управление этими знаниями, принимающими решения об оптимальном способе достижения целей

в условиях неполноты и нечеткости предметной области [2].

СППР НЛ могут использоваться в различных областях, в том числе и для эффективного анализа статистической информации в медицинских учреждениях. Системы применяются при определении статистических показатели для выявления и оценки существующих и потенциальных угроз неблагоприятных эпидемиологических ситуаций, и подготовке мотивационной базы для принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности мероприятий по устранению таких угроз.

Использование аппарата теории нечетких множеств позволило повысить эффективность и обоснованность принятия управленческих решений об эпидемиологических ситуациях, исключить ряд недостатков классических традиционных методов диагностики, позволило внедрить в медицинском учреждении интеллектуальную аналитическую систему мониторинга пациентов (с минимальным участием человека и минимальными трудовыми и финансовыми затратами) [5].

На основе знаний экспертов, накопленных в системе, строится гипотеза анализа ситуации, и формируются конкретные рекомендации по ее развитию. Семантическая сеть отражает смысловую взаимосвязь между ситуациями, а точнее, понятиями, включенными в них, с теорией развития ситуаций подобного рода, построенных на основе концептуальных графов. Она используется для синтаксического и семантического анализа текстов естественного языка. Модель понимания смысла слов (Teachable Language Comprehender: доступный механизм понимания языка), предложенную Куиллианом, будем использовать в качестве структурной модели долговременной памяти. Здесь использована сетевая структура как способ представления семантических отношений между концептами. Основу данной модели составляет описание значений класса, которому принадлежат объект, его прототип и связи, установленные со словами, отображающими свойства объекта. Концептуальные объекты представляются ассоциативными сетями, состоящими из вершин, показывающих концепты, и дуг, показывающих отношения между концептами [2].

Для описания предметной области (ПрО) в СППР НЛ используется семантиче-

ская сеть, в основе которой лежит универсальная алгебра, описанная тройкой:

$$A = \langle S, O, R \rangle,$$

где: S – множество семантических сетей, представляющих модели ПрО; O – множество операций на S ; R – множество отношений на S .

В разрабатываемой СППР НЛ семантическая сеть, соответствующая модели ПрО, задается как двойка следующего вида:

$$S = \{G, U\},$$

где: G – множество объектов ПрО (ситуации для рассмотрения и рекомендации); U – множество дуг, связывающих объекты ПрО.

Каждая дуга показывает взаимосвязь ситуаций или отношений между ситуациями, а также взаимосвязь ситуаций и рекомендаций для ПрО (рисунок 1). В реальной ПрО отношения между объектами осуществляются с помощью различных степеней зависимости. Типы градуируемых связей рассматриваются как нечеткие объектные связи.

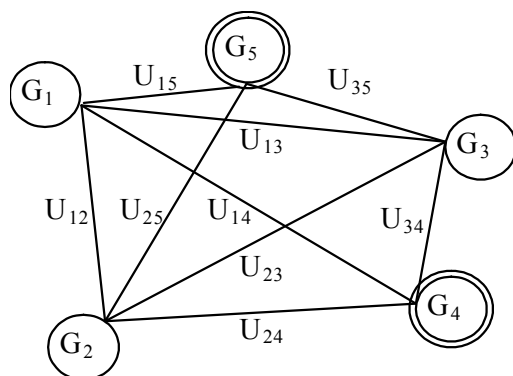


Рисунок 1 – Пример фрагмента семантической сети

Функция принадлежности представляет степень ассоциации между атрибутами двух объектов модели ПрО. Данный формализм можно обобщить для случая n -арных связей, включающих n нечетких объектов. $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ – группа объектов, коллективные характеристики которых представляют единый супер-объект O . В нечетком окружении O представляется нечетким объектом.

Объект G_i семантической сети представляется следующим образом:

$$G_i = \{I, P, UG_i\},$$

где: I – название критерия ПрО; P – множество понятий, входящих или связанных с критерием; UG_i – множество отношений между понятиями P и критерием I .

Соотношения между ситуациями, а также и между ситуацией и рекомендацией U вычисляются с использованием зависимости между отдельными понятиями, принадлежащими ситуациям и рекомендациям.

При выборе необходимой ситуации для решения в СППР НЛ используются отношения близости между понятиями (U) и отношения близости между понятиями, принадлежащими ситуации, а также информационной частью ситуации. В свою очередь рекомендации в ПрО группируются согласно выбранной ситуации для их дальнейшего анализа.

Построение систем поддержки принятия решений на основе нечеткой логики

Практически решение задачи можно свести к созданию комплексных систем нечеткой логики различных типов и уровней сложности.

В частности была разработана система поддержки принятия решений на основе нечеткой логики для медицинских учреждений «Stacionar» ver.5.4., которая позволяет определять статистические показатели для выявления и оценки существующих и потенциальных угроз неблагоприятных эпидемиологических ситуаций, и подготовить мотивационную базу для принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности мероприятий по устранению таких угроз.

Аналитическая часть системы состоит из четырех основных блоков: блок начальной подготовки данных для анализа, блок формализации экспертных знаний, блок анализа и рекомендаций, блок моделирования ПрО и ситуаций (рисунок 2).

Блок начальной подготовки данных для анализа отвечает за подготовку множества данных для анализа и выделения атрибутов, по которым будет производиться анализ. Этот блок является технологическим этапом перевода исследуемых данных в числовые и нормирования числовых данных в диапазоне $[0,1]$ путем их взвешивания или упорядочивания. Взвешивание производится экспертом ПрО путем присваивания числовых значений категориальным атрибутам.

При отсутствии эксперта можно произвести упорядочивание данных – каждому из значений категориального атрибута приписывается порядковый номер. Атрибут исключается из рассмотрения, если невозможно применить упорядочивание, а экс-

РАЗДЕЛ IV. ИЗМЕРЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ, НАУКАХ О ЧЕЛОВЕКЕ И ОБЩЕСТВЕ

перт затрудняется с оценкой. Исследуемые числовые данные необходимо нормировать, чтобы каждый из атрибутов имел равный вес при сравнении. Также необходимо учитывать и вес атрибута относительно других атрибутов для правильного нормирования.

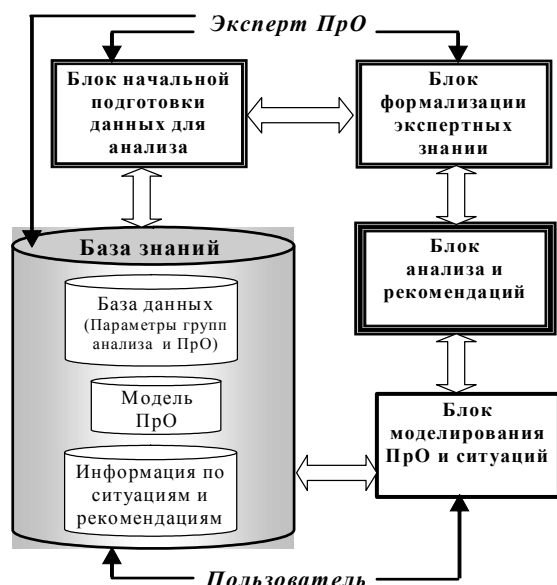


Рисунок 2 - Увеличенная схема СППР НЛ

Блок формализации экспертных знаний, обеспечивает формализацию, сохранение и использование банка знаний для принятия стратегических решений, а также для формирования начальной структуры предметных областей, моделей объекта управления и в целом базы знаний. Блок формализации экспертных знаний позволяет провести сбор экспертных знаний о эпидемиологической ситуации и угрозах, сильных и слабых сторонах медучреждения и формализовать данные знания, представив их в численной и наглядной графической форме, эти знания, будучи формализованы и сохранены, могут быть использованы в дальнейшем и сохранены, могут быть использованы в дальнейшем.

Блок позволяет выявлять, ранжировать и согласовывать экспертные представления различных специалистов о стратегических целях организации и возможных действиях специалистов, направленных на их достижение. Специалисты также могут выступать в роли экспертов, в этом случае их мнения учитываются с большим весом.

Блока анализа и рекомендаций позволяет предложить систему проводимых ме-

роприятий и установленных ключевых показателей, генерировать множество стратегических траекторий развития ситуаций, рекомендовать набор функциональных стратегий с выбором контрольных показателей, их граничных значений, и проводить мониторинг эффективности выполнения стратегических планов.

Блок позволяет на основе сформулированных в блоке формализации экспертных знаний целей организации в нескольких сферах устанавливать систему ключевых показателей, определять методы расчета показателей, задавать для них граничные значения и контролировать их достижение в процессе выполнения стратегического плана.

Блок моделирования ПрО и ситуации позволяет пользователю анализировать сложившиеся ситуации в организации и получать рекомендации для принятия управленческих решений согласно группам анализа. Блок, получая на входе информацию из базы знаний и из блока анализа и рекомендаций, позволяет строить набор стратегических решений для разных сценариев. Задавая различные уровни макропараметров и внутренних показателей организации, пользователь может оптимизировать структуру процессов исходя из эпидемиологической ситуации и возможностями организации. Блок позволяет проводить стресстесты, связанные с негативным развитием ситуации. В блоке заложена поддержка принятия решений по деятельности и различных сценариев развития.

На основе эффективного мониторинга данных и достижения целевых значений показателей выявляются причины отклонения показателей от плановых нормативов, связанные как с внешней средой, так и с внутренними проблемами организации.

Разработанная СППР НЛ в состав которой входит предложенный алгоритм позволяет получить дополнительные сведения для анализа информации по группам пациентов, диагнозам, заболеваемости, методам лечения и т.д. Это дает возможность осуществлять эффективную терапию, составлять отчеты, графики, диаграммы и документы на основе постоянно динамически изменяющейся информации.

Опытная эксплуатация разработанной системы принятия решений на основе нечеткой логики «Stacionar» подтвердила ее

ПРИНЦИПЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ СОВМЕСТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ ПОДСИСТЕМ В КОРПОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

работоспособность и показала высокие характеристики надежности и эффективности.

Применение указанной системы позволяет:

- обоснованно использовать формализацию опыта экспертов, который является единственной наиболее достоверной информацией в случае неблагоприятной эпидемиологической ситуации;

- обеспечить высокую адекватность реальным условиям эпидемиологической ситуации, когда еще отсутствует реальная оценка существующих и потенциальных угроз в случае неблагоприятной эпидемиологической ситуации.

Предложенный новый нетрадиционный подход к задаче эффективного мониторинга данных, в конечном итоге, обеспечивает эффективное решение задач в условиях неполной априорной информации об эпидемиологических ситуациях.

В СППР НЛ каждая модель строится на основе отдельной семантической сети, причем работает система с несколькими моделями ПрО, взаимосвязанными или не связанными между собой. Затем эти сети объединяются в единую модель ПрО.

Достоинством нечетко-множественного подхода является его близость к естественному языку, что дает эксперту возможность формализовать свои нечеткие представления, трансформировав их в язык количественных оценок.

УДК: 004.9

ПРИНЦИПЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ СОВМЕСТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ ПОДСИСТЕМ В КОРПОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Н.М. Оскорбин, А.В. Максимов, А.В. Сорокин

В статье предложена системная задача совместного синтеза информационных и управляющих операторов. Рассмотрена ее декомпозиция и дана классификация технических систем управления в различных гипотезах информационного обеспечения.

Ключевые слова: управляемые системы, оператор управления, информационное обеспечение, задача синтеза.

Введение

Под корпоративными системами понимаются системы с многими центрами принятия решений. Применительно к системам управления предприятием информационные процессы и задачи принятия решений рассматривались в работе [1]. В литературе проблемы корпоративного управления анализируются с целью поиска компромисса лиц при-

нимающих решения (ЛПР) и обеспечения баланса интересов как при индивидуальном поведении, так и при партнерских отношениях [2, 3, 4, 5]. Реже при исследовании корпоративных систем управления рассматриваются проблемы совместного синтеза алгоритмов управления и обработки информации. Рассмотрим постановку такой задачи в рамках общей теории систем [6, 7]. Пусть управ-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров, И.М. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления. / И.М. Макаров, В.М. Лохин, С.В. Манько, М. П. Романов. – М: Наука, 2006.
2. Крошилин, А.В. Разработка и анализ интеллектуальных поисковых программ в вычислительных сетях на основе универсальных алгебр. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ А.В. Крошилин – Рязань: РГРТА, 2003.
3. Подиновский, В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач./ В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Физматлит, 2007.
4. Чернов, В.Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств./ В.Г. Чернов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.
5. Крошилина, С.В. Разработка и исследование автоматизированных систем аналитики деятельности предприятия. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.В. Крошилина - Рязань: РГРТА, 2009.

К.т.н., доцент, Крошилин А.В., тел. (4912) 27-10-54, e-mail: alfzdrprog@mail.ryazan.ru; к.т.н., доцент Крошилина С.В., тел. (4912) 27-10-54, e-mail: asak_kasa@mail.ru, Рязанский государственный радиотехнический университет, кафедра вычислительной и прикладной математики (г. Рязань).