

Мультиагентные Системы Диагностики и Прогноза Профессиональных Болезней

Гюльчин Абдуллаева¹, Назакет Курбанова², Вугар Джабраилов³, Наила Гейдарова⁴

^{1,3,4} Институт Систем Управления НАНА, Баку, Азербайджан

² Азербайджанский Медицинский Университет, Баку, Азербайджан

¹ag_gulchin@rambler.ru, ²kurbanovang@hotmail.com, ³vugar@azeronline.net

Аннотация— Огромное количество реальных проблем, встречающихся в технике, медицине, биологии, экологии, экономике и др., являются многопараметрическими. Задачи диагностики, управления или прогноза в этих областях также являются многокритериальными. Конструирование задач подобного класса целесообразнее реализовывать как распределенные системы в сети в виде мультиагентной системы. В статье предлагается структура такой системы. Определены агенты, их рабочие режимы, стратегии, требования к системе. Предложена архитектура мультиагентной системы дифференциальной диагностики и прогноза профессиональных болезней, функционирующей в виде распределенной системы в среде Intranet.

Ключевые слова— профессиональные вредные вещества, профессиональные болезни, экспертные системы, мультидисциплинарный подход, мультиагентные системы, стратегия агента.

I. ВВЕДЕНИЕ

Вредный производственный фактор (профессиональная вредность) – этим термином обозначаются факторы производственной среды, а также особенности самого трудового процесса, способные оказать неблагоприятное воздействие на организм работающего и привести к заболеванию последнего.

В связи с ростом промышленности и сельского хозяйства в производственную практику вводятся новые токсические вещества, ряд физических факторов (электромагнитные поля радиочастот, шум, вибрация, лазеры и др.) приобретает большое значение [1]. Таким образом, содержание понятия "вредный производственный фактор" динамически меняется.

Вредные производственные факторы разделяются на следующие виды:

1. физического характера: ионизирующая радиация, тепловое излучение, шум, ультразвук, инфразвук, вибрация, электромагнитные поля радиочастот и др.;
2. химического характера: промышленные яды (для каждой отрасли являются специфическими);
3. биологического характера: инфекции, инвазии;
4. пыль;
5. повышенная тяжесть и напряженность труда и др.

Профессиональным называется заболевание, вызванное воздействием на работающего вредных условий труда. Отметим также, что многие заболевания могут быть обусловлены не только профессиональными, но и другими неблагоприятными факторами. Однако в определенных профессиях под влиянием данных конкретных профвредностей последние встречаются чаще, чем в других условиях. Например:

- бронхиальная астма – у меховщиков и фармацевтов;
- хронические бронхиты – у рабочих "пыльных" профессий;
- пояснично-крестцовый радикулит – у рабочих, занятых тяжелым физическим трудом, и т.д.

Общепринятой классификации профессиональных болезней не существует. Наибольшее признание получила классификация по этиологическому (т.е. по причине, по основному действующему фактору) принципу. Законодательством строго нормированы предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе производственных помещений (таб.1).

ТАБЛИЦА 1. ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ (ПДК) ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

ПДК вредных веществ	Классы опасности токсических веществ		
	Классы	Степень опасности	Величина измерения
	1-й	чрезвычайно опасные	ПДК < 0.1 мг/м ³
	2-й	высокоопасные	ПДК от 0.1 – 1.0 мг/м ³
	3-й	умеренно опасные	ПДК от 1.1 – 10 мг/м ³
	4-й	малоопасные	ПДК > 10 мг/м ³

Не надо забывать, что развитию профессиональных заболеваний, в том числе острых и хронических, могут способствовать и другие факторы окружающей среды. Поэтому профессиональные заболевания должны диагностироваться при учете комбинированных действий неблагоприятных производственных факторов.

Проблема профессиональных болезней носит не только медицинский характер. Это одновременно и большая социальная и политическая задача, так как она тесно связана как с состоянием общества в целом, так и с генофондом республики.

II. Постановка задачи

Привлечение систем искусственного интеллекта к решению мультидисциплинарных задач подобного класса кажется нам вполне уместным [2]. В этом плане задачи

решаются с применением многочисленных разнородных факторов, затрагивающих такие области, как производство, медицина, законодательство.

Изначально исследовалась проблема контакта с активно вредными веществами продуктов нефтепереработки, конкретно решалась задача невынашивания беременности женщинами репродуктивного возраста, занятыми на таком производстве. Эта проблема не только медицинская, но и социальная, связанная с состоянием самого общества, которое должно обеспечить нормальные социальные, моральные, материальные и экологические условия для будущей матери. Для этого были изучены условия труда на нефтеперерабатывающем заводе «Азнефтяг», где были выявлены 64 фактора, воздействующие на состояние беременной женщины. Разработана экспертная система диагностирования данной проблемы [3]. На рисунке 1 представлен титульный лист системы.

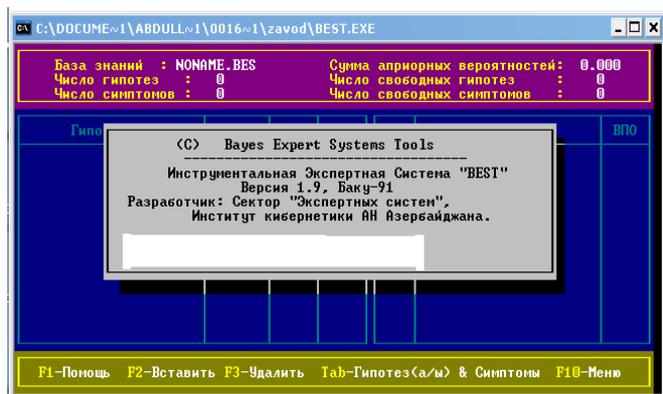


Рис.1. Титульный лист экспертной системы BEST

База знаний основывалась на теории Байеса, что давало возможность на каждом шагу экспертизы получать ответы на вопросы «как» и «почему» (рис.2).

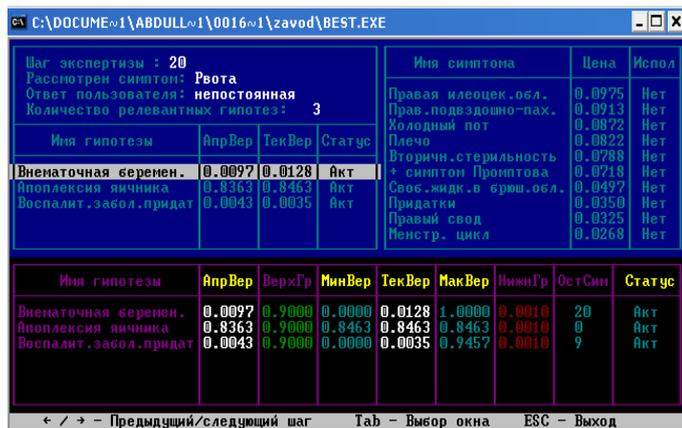


Рис.2. Фрагмент блока объяснений «как» и «почему»

Впоследствии рассматривалась общая задача дифференциальной диагностики и прогноза профессиональных патологий во многих отраслях народного хозяйства (нефтедобыча, нефтехимия, строительство, кожевенная промышленность, сельское хозяйство, деревообрабатывающая отрасль, токсикология

и т.д.). Адекватное решение многопараметрических и многокритериальных задач в рамках одной даже очень удачной экспертной системы не представляется разумным. Конструирование задач подобного класса целесообразнее реализовывать как распределенные системы в сети в виде мультиагентной системы (MAC).

III. РЕШЕНИЕ

Предлагаемая система состоит из множества автономных модулей-агентов и является полносвязной, действия агентов направлены на достижение цели и т.д. [4] Интеллектуальный агент, наделенный знаниями, мог бы быть тем звеном связи между распределенными системами, которое в нужный момент могло обратиться и забрать столько информации, сколько требуется на текущий момент для решения поставленной перед ним задачи (рис.3).

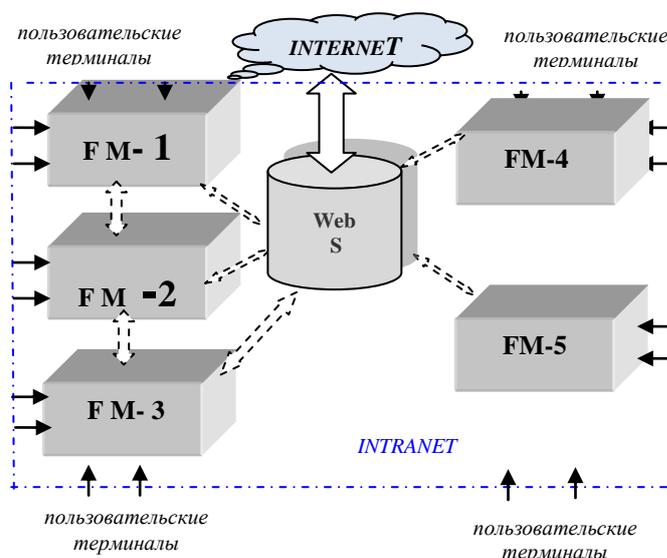


Рис.3. Распределенная информационная система

На рис. 3 FM_i – это функциональные модули, которыми можно пользоваться автономно и в комплексном режиме; WebS – сервер.

MAC «Профессиональные заболевания», согласно архитектуре на рис.3, состоит из следующих компонентов:

WebS – сервер, который исполняет функции сверхсильного агента, т.е. оперирует всеми понятийными, количественными, лингвистическими, графическими и другими видами знаний, на основании которых принимает окончательное решение. Наравне с вышесказанным он снабжен банком данных, что позволяет использовать реактивную стратегию для агентов системы;

FM-1 – закодированная база данных производств, их структур, списка профессионально-вредных факторов по каждой структурной единице;

FM-2 – база знаний единого списка физических и химических вредных факторов, из которой агент по поступившему к нему запросу осуществляет поиск по

ключу из классификационной таблицы, который он получает от агента первого модуля;

FM-3 – база знаний, в которой агент формирует цепь связи "профессионально вредный фактор – орган заболевания – болезни" и передает информацию в WebS;

FM-4 – база данных "Законодательные акты Азербайджанской Республики", из которой агент выбирает те законодательные акты, которые непосредственно касаются проводимой экспертизы, и отправляет результат в WebS;

FM-5 – база знаний "Болезнь – симптомы" (фреймовое представление болезни), формируется экспертом-врачом.

В МАС функционируют агенты различного назначения, среди которых можно выделить интеллектуальных, интуитивных, автономных, сильных, слабых и сверхсильных агентов [5]. В поведении агента особое место занимает выбранная стратегия его действий. Распределение агентов в сети напрямую зависит от постановки задачи. Практически по стратегии агента можно определить, к какой категории он относится.

Имеем: $A = \{a_1, a_2, \dots, a_v, \dots, a_n\}$ – набор возможных действий; O_v – информация, которой обладает агент в момент времени v . Выбор оптимального действия в момент t требует использования всей информации O_v и информации действий a_v до момента t [6]. Функцию $\pi(O_1, O_2, \dots, O_t) = a_t$, отображающую набор "информация–действие" до времени t в оптимальное действие a_t называют стратегией агента. Если определить функцию π , то задача поиска оптимального решения будет решена (но только на основе прошлой информации). Прошлая информация может быть очень емкой, поэтому целесообразней использовать простые стратегии, например, агент использует только сохраненную предыдущую информацию. Тогда стратегия примет вид $\pi(O_t) = a_t$, который уже будет отображать текущее действие агента. Агент, отображающий текущее восприятие O_t в новое действие a_t , называется рефлексивным, а его стратегию называют реактивной или стратегией без памяти. Здесь используется логический подход, расширенный за счет ассоциированных с действиями пред- и постусловий. Принципы реактивной архитектуры возникли как альтернативный подход к архитектуре интеллектуальных агентов, широко используемых в робототехнике [7]. В МАС диагностике профессиональных заболеваний (нефтяная, деревообрабатывающая, сельскохозяйственная, химическая отрасли и др.) предложенная стратегия $\pi(O_t) = a_t$ в сети дает значительное преимущество в скорости и качестве обработки запросов между агентами [8].

Например, один функциональный модуль для производств, где существует контакт с профессионально вредными факторами, в обобщенном виде можно представить на рис.4. Рассмотрим действие рефлексивного агента в одном модуле.

Рефлексивный агент выбирает действие на основе текущего акта восприятия, не принимая во внимание всю остальную историю актов восприятия. Например, для рефлексивного агента, используемого в [9], эти действия можно представить как в листинге 1.

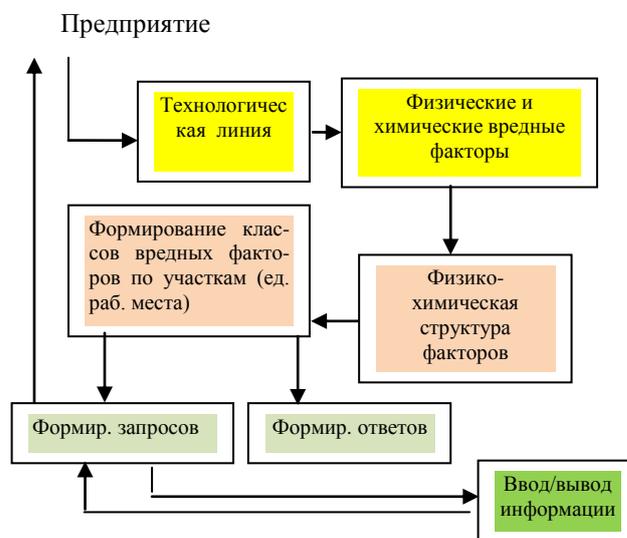


Рис.4. Процесс формирования запросов и ответов на одном терминале

ЛИСТИНГ 1. ПРОГРАММА РЕФЛЕКСИВНОГО АГЕНТА В СРЕДЕ «ЗАПРОС–ОТВЕТ» С ТРЕМЯ СОСТОЯНИЯМИ

FUNCTION REFLEX-SEARCH-AGENT ((LOCATION, STATUS)) RETURNS
ДЕЙСТВИЕ ACTION

```

if status = Inquiry return Answer
else if location = A then return Enter the table
else if location = B then return Find a line
else if location = C then return Take a line
    
```

Для одной экспертизы агент выбирает профессионально вредные факторы, с которыми контактирует работник. Их перечень передается в блок анализа физико-химических свойств вещества. Информация по каждому веществу передается в блок (рис.5) "фактор ⇒ орган ⇒ заболевания".

По множеству заболеваний и характеризующих их симптомов формируются гипотезы в виде фреймов. Эти данные передаются в динамическую экспертную систему (ДЭС). На выходе работы ДЭС устанавливается конкретный диагноз работника, который агентом передается в центральный блок управления.

Центральный блок управления посредством слабого агента получает информацию из блока законодательных актов Азербайджанской Республики относительно профессиональных заболеваний.

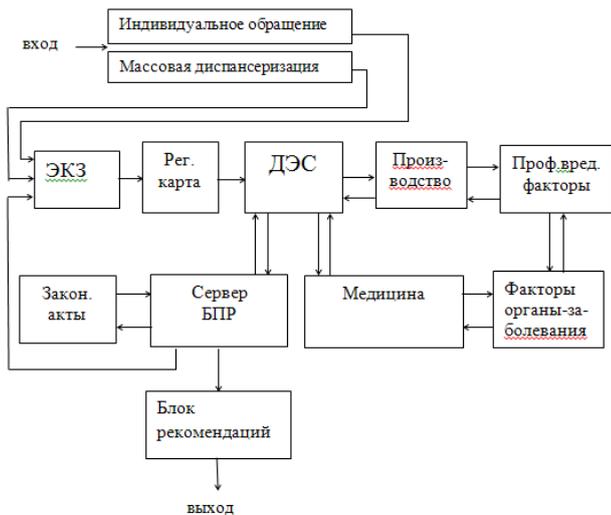


Рис.5. Концептуальная модель МАС

В блоке принятия решения (БПР) на основании результатов заключения ДЭС, законодательных актов и последних данных, полученных о состоянии работника по электронной карте здоровья (ЭКЗ), выдаются окончательное решение и рекомендации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагается разработка интеллектуальной системы для класса мультидисциплинарных задач, отличающихся многопараметричностью и многокритериальностью. Предлагается подход МАС.

Даны определения агентам различного назначения. Выбрана реактивная стратегия в поведении агента.

На основании этих данных разработана архитектура мультиагентной системы в виде распределенных систем различного назначения, в комплексе решающих конкретный класс многопараметрических и многокритериальных задач на конкретном примере диагностики и прогноза профессиональных заболеваний, характерных для определенных производств, где человек контактирует с профессионально вредными факторами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. Г. Артамонова, Н. А. Мухин, Профессиональные болезни. Учебник. М.: Медицина, 2006, 480 с.
- [2] С. Рассел, П. Норвиг, "Искусственный интеллект. Современный подход", 2-е изд., М.: Изд. дом «Вильямс», 2006, 1408 с.
- [3] Г. Г. Абдуллаева, О. В. Ибрагимов, В. Т. Рзаева, "Экспертная система прогнозирования невынашивания беременности", Изв. АН Азерб., сер. Физико-технич. и математ. наук, т. XIV, №5–6, стр.25–29, 1993.
- [4] M. J. Stefic, Planning with Constraints, Artificial Intelligence, vol.16., pp.111–140, 1981.
- [5] В. И. Городецкий, М. С. Грушинский, А. В. Хабалов, "Многоагентные системы (обзор)", Новости искусственного интеллекта, №1, с.15–30, 1997.
- [6] R. Pfeifer, Symbol, patterns, and behavior: towards a new understanding of intelligence, Computer Science Department University of Zurich, p. 15, 1996.
- [7] M. Wooldridge and N. R. Jennings, The cooperative problem solving process, Journal of Logic and Computation, 9(4), pp.563–592, 1999.
- [8] D. Connah, The Design of Interacting Agents for Use in Interfaces // Human-machine for educational systems design: NATO ASI Series F: Computer and systems sciences, Volume 129 / ed/M/D/Brouwer-janse, T.L.Harrington, Berlin: Springer, 1994, pp.197–206.
- [9] В. Б. Джабраилов, "Мультиагентные системы в диагностике и прогнозе профессиональных болезней на НПП", 10 ММНПШК, Харьков–Севастополь, 2010, с.254–255.