

# Інформаційні технології в медицині

УДК 004.55

Н.Г. Аксак, С. А. Коргут, И. В. Новосельцев

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

## МУЛЬТИАГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ АДАПТАЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТРЕТА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

*Предлагается модель адаптации Интернет-сервиса, учитывающая предпочтения пользователей, которая позволяет автоматически настраивать контент медицинского портала, что ускоряет процесс поиска и повышает заинтересованность пользователя в посещаемости сайта.*

**Ключевые слова:** интернет-ресурс, информационный портрет пользователя, агент, мультиагентная система, модель, поиск, CORBA.

### Введение

В настоящее время Интернет объединяет сотни миллионов серверов, на которых размещены миллиарды различных сайтов, содержащих различного рода информацию. Это гигантское хранилище информации. Если пользователь знает точный адрес интересующего его ресурса, то он быстро найдет нужную ему информацию. Однако, такая ситуация скорее исключение, чем правило. Обычно для нахождения нужного ответа требуется осуществлять достаточно длительный серфинг по Интернету. Кроме того, все больше уделяется внимания для удержания пользователя на сайте [1]. Для этого, с одной стороны, необходимо улучшать работу поисковых систем, с другой – требуется разработка интеллектуальных Web-ресурсов, позволяющих настраивать информационное наполнение страницы в зависимости от состояния внешней среды или индивидуальных предпочтений пользователя [2].

Как правило, поисковый сервис использует универсальную модель, одинаковую для всех пользователей. В такой модели работа поисковой системы начинается после нажатия пользователем кнопки «поиск». Так, например, инновационный подход разрабатываемый компанией Google, заключается в том, что система будет работать непрерывно, еще до того как введен запрос. Кроме этого, поисковик будет адаптироваться [3] под каждого конкретного человека, моделируя его наиболее вероятные запросы.

**Цель исследования и постановка задачи.** Для сайта, предоставляющего возможность получать медицинские услуги (консультация, диагностика и лечение) разработать модель адаптации, позволяющую подстраиваться под предпочтения пользователей, путем автоматической генерации контента для ускорения поиска информации и удержания клиентов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать состав и взаимосвязь компонентов медицинского Интернет-ресурса;
- разработать обобщенную модель адаптации сайта;
- разработать критерии, позволяющие оценивать качество функционирования предлагаемого ресурса.

### Состав и взаимосвязь компонентов интеллектуального медицинского Интернет-ресурса

Функциональная схема агентно-ориентированного медицинского Интернет-ресурса, представленная на рис. 1, состоит из следующих компонентов:

- Мультиагентная система (МАС) [4, 5].
- Система обработки данных пользователя (СОПД).
- Экспертная система принятия решений (ЭСПр).
- База данных сайта (БД).

МАС. Мультиагентная система [6] представляется тройкой

$$МАС = \langle \Lambda, M, \Omega \rangle ,$$

$$M = АП \cap АС \cap ТА ,$$

где  $\Lambda$  – конечное множество состояний внешней среды;  $M$  – группы агентов: агенты пользователя (АП), агенты спецификации (АС) и транспортные агенты (ТА);  $\Omega : \Lambda \times АП \times АС \times ТА \rightarrow 2^\Lambda$  – функция, описывающая возможную реакцию внешней среды на действия всех агентов системы.

Каждый из агентов обладает следующими свойствами:

- является автономной Java и/или PHP-программой, способной воспринимать окружающую

среду и своевременно реагировать на любые изменения или нарушения, которые происходят в окружающей среде с целью достижения собственных целей;

- взаимодействие с другими агентами путем координации, общения и ведения переговоров с помощью стандартизированного языка IDL (Interface Definition Language);

- возможность как потреблять, так и поставлять информацию, а также выступать с инициативами на направленное свое поведение;

- взаимодействие с браузером, БД, ЭСПР, СОДП, а также репозиторию реализаций для обеспечения удобного удаленного доступа по требованию к вычислительным ресурсам (например, сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам – как вместе, так и по отдельности).

Взаимодействие с пользователем, выбирающего интересующую его предметную область, поддерживается АП, который связывается с системой обработки документов пользователя для анализа информационного портрета пользователя (ИПП), запрашивает соответствующую онтологию из БД, а также информирует других агентов о том, какая онтология будет использоваться.

Задачей транспортного агента является подключение к заданной URL Веб-страницы, ее считывание и анализ, а также обработка исключительных ситуаций.

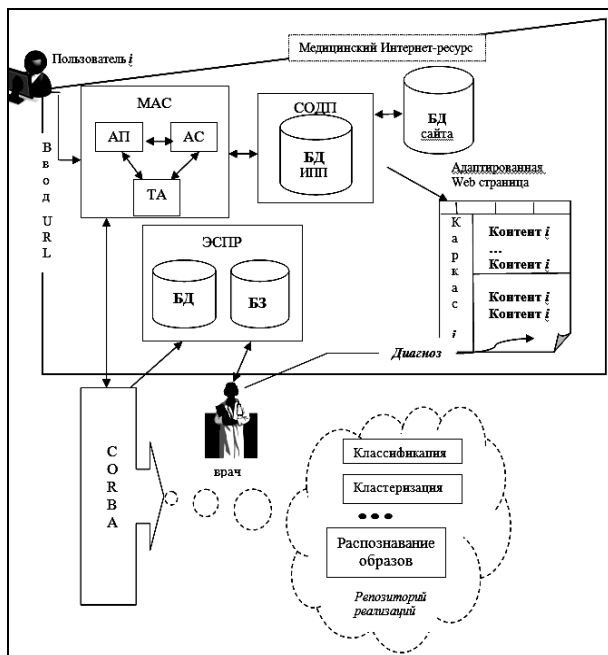


Рис. 1. Функциональная схема агентно-ориентированного медицинского Интернет-ресурса

Агенты спецификации предназначены для предоставления сервисных услуг. Например, для постановки диагноза врачу могут дополнительно потребоваться либо результаты анализа крови, либо изображение пораженного органа, либо еще что-то [7].

Для этого АС обращается посредством технологии CORBA [8] к удаленному сервису для обработки результатов обследования, например, кластеризации изображения клеток крови (рис. 2).

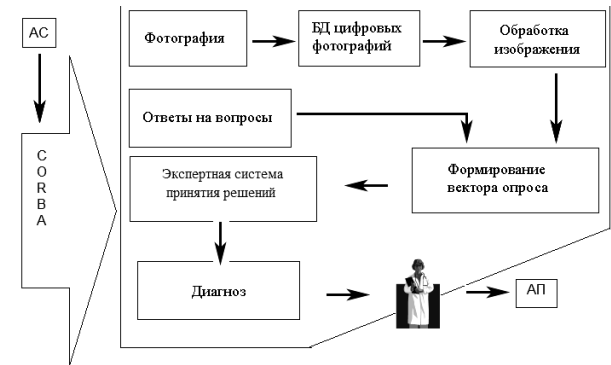


Рис. 2. Схема функционирования системы для задачи предоставления сервиса ( $D_{service}$  – первичная диагностика)

**СОДП.** Система обработки данных пользователя осуществляет следующие действия [9]:

- Сбор и хранение доступных данных о пользователе.
- Анализ данных о пользователе и создание предположений.
- Создание информационного портрета пользователя при первом посещении сайта пользователем.
- Модификация ИПП при каждом последующем посещении сайта пользователем.
- Формирование содержания начальной страницы сайта на основе информации, содержащейся в ИПП.

**ЭСПР.** Применение экспертной системы принятия решений на медицинском Интернет-ресурсе дает огромный эффект благодаря диагностическим и лечебным возможностям, поскольку ее база данных аккумулирует знания большого числа высококвалифицированных специалистов. Это информация о диагностических признаках того или иного заболевания, видах его проявления и ходе протекания, способная учитывать особенности конкретных пациентов, пополняться взаимосвязями из смежных областей и т.д.

**БД.** Структура сайта хранится непосредственно в коде (в PHP-скриптах) и в отдельных файлах, так называемых шаблонах. Для хранения контента сайта используется база данных. С точки зрения движка веб-сайта база данных представляет собой набор таблиц. Каждая таблица – это сущность, в которой хранятся однотипные данные.

### Модель адаптации медицинского Интернет-ресурса

Адаптация медицинского Интернет-ресурса  $R$  выражается как преобразование входных значений  $P$  в выходные величины  $\Lambda$ :

$$R \subset P \times \Lambda, \quad (1)$$

где  $P(i) = [P_U^a(i), P_U^s(i), P_U^h(i), P_U^b(i)]$ ,  $(i = \overline{1, \tau})$  – информационный портрет  $i$ -го пользователя (ИПП) представляет собой совокупность всех имеющихся данных о пользователе, которые хранятся в базе данных;  $P_U^a(i)$  – доступные данные о пользователе;  $P_U^s(i)$  – данные, основанные на совокупности исходной информации;  $P_U^h(i)$  – данные, основанные на предположениях;  $P_U^b(i)$  – анализ поведения пользователя на веб-ресурсе;  $\Lambda = \{\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_Q\}$ ,  $(\lambda \in \Lambda)$  – множество интерфейсов веб-ресурса.

Таким образом, пространство (универсум)  $E = P \times \Lambda$  включает  $R \subset (P \times \lambda)$ , это означает, что существует такое подмножество ИПП  $P = \{P(1), P(2), \dots, P(\tau)\}$  и отношений между ними, на которых строится модель  $R$ .

Таким образом, для своевременного обеспечения пользователя информацией адаптация интерфейса Интернет-ресурса на основе его информационного портрета  $P(i)$  настраивается благодаря модели  $R$  при конечном числе образов  $Q$ .

Для выходных величин  $\Lambda$  построено множество заданий, решение которых принадлежит множеству

$$D_P = D_{\text{quest}} \cup D_{\text{gather}} \cup D_{\text{SOM}} \cup D_{\text{service}}, \quad (2)$$

где  $D_{\text{quest}}$  – задача составления вектора опроса (возраст, пол, страна, язык);  $D_{\text{gather}}$  – задача автоматического сбора информации о пользователе (тематика запросов, время посещения, тип браузера, разрешение экрана, cookies и т.п.);  $D_{\text{SOM}}$  – задача кластеризации пользователей с помощью сети Кохонена;  $D_{\text{service}}$  – задача предоставления сервиса.

Отображение  $\Pi: P \rightarrow \Lambda$  позволяет для каждого  $P(i)$  получить такое  $\lambda_j \in \Lambda$  ( $j = \overline{1, Q}$ ), которое является решением задачи  $D_P$ , полученным в виде распределенной модели агентно-ориентированного медицинского Интернет-ресурса.

Для оценки качества процесса функционирования предлагаемой системы  $R$  составим совокупность критериев оценки эффективности  $K = \{k_1, k_2, k_3\}$ . Эти функции позволяют определить реакцию адаптации сайта.

Одним из главных критериев является степень релевантности [10]:

$$k_1: \varpi = \max(\varpi), \quad (3)$$

где  $\varpi$  – степень релевантности отображенной информации.

Другим критерием является время адаптации веб-ресурса

$$k_2: \tau = \min(\tau^s, \tau^d), \quad (4)$$

где  $\tau^s$  – время статической генерации страниц;  $\tau^d$  – время динамической генерации.

Соотношение множества реально отображенных разделов характеризуются следующими характеристиками:

$$\psi = \{\rho, \eta, e, q, v\}, \quad (5)$$

где  $\rho = \frac{a}{a+c}$  – коэффициент полноты, характеризующий долю релевантных страниц на веб-ресурсе к общему числу релевантных документов;

$$\eta = \frac{a}{a+b} \text{ – коэффициент точности, характеризующий долю отображенных релевантных страниц на веб-ресурсе к общему объему выдачи;}$$

$e = \frac{b}{a+b} = 1 - \eta$  – коэффициент шума, характеризующий долю отображенных нерелевантных документов во всем множестве отображенных документов;

$$q = \frac{b}{b+f} \text{ – коэффициент осадка, характеризующий долю отображенных нерелевантных документов во всем множестве нерелевантных документов;}$$

$v = \frac{f}{b+f}$  – коэффициент специфичности, характеризующий долю неотображенных нерелевантных документов во всем множестве нерелевантных документов;

$a$  – количество адаптированных релевантных разделов;  $b$  – количество адаптированных нерелевантных разделов;  $c$  – количество неадаптированных релевантных разделов;  $f$  – количество неадаптированных нерелевантных разделов.

Для эффективного функционирования предлагаемой модели необходимо, чтобы система удовлетворяла следующим требованиям:

$$k_3: \forall (d_i \in D_P) [(\tau < \tau^{\max}) \& (\varpi > \varpi^{\min}) \& (\rho, \eta \rightarrow 1) \& (e, q, v \rightarrow 0)] \Rightarrow R, \quad (6)$$

где  $d_i$  – подзадача общей задачи  $D_P$ ;  $\tau^{\max}$  – максимально допустимое время решения задачи;  $\varpi^{\min}$  – минимально допустимая релевантность.

При моделировании полученных теоретических результатов адаптации Интернет-ресурса были систематизированы пользователи медицинского сайта (рис. 3).

Так, для пользователя первый раз посетившего ресурс «Клиника Феськова», отобразится начальная страница, изображенная на рис. 4, которая содержит общую информацию с переходами на все разделы сайта – энциклопедию, статьи, новости по всем тематикам и т.д.

А для женщин, имеющих проблемы с зачатием, отобразится страница, представленная на рис. 5.



Рис. 3. Категории посетителей медицинского сайта

## Выводы

Разработанная модель адаптации Интернет-сервиса учитывает предпочтения пользователей и позволяет автоматически настраивать контент медицинского портала, что ускоряет процесс поиска и повышает заинтересованность пользователя в посещаемости сайта.

Предложенный подход позволяет предоставлять актуальную информацию по различным аспектам диагностики и лечения бесплодия, выполнять медицинские консультации в режиме реального времени, сопровождать пациентов необходимой информацией в процессе лечения, а также осуществлять предварительную диагностику и лечение различных видов бесплодия.

Кроме того, в работе составлен критерий эффективности для оценки качества функционирования предлагаемой системы.

## Список литературы

1. Речинский А.В. Разработка пользовательских интерфейсов. Юзабилити-тестирование интерфейсов информационных систем / А.В. Речинский, С.Ф. Сергеев. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2012. – 145 с.
2. Аксак Н.Г. Учет индивидуальных предпочтений пользователя с использованием агента / Н.Г. Аксак, С.А. Коргут // Сборник трудов VIII Международной конференции "Интеллектуальный анализ информации ИАИ – 2008". – К.: Просвіта, 2008. – С. 62-66.
3. Hüble A. Self-Adjusting Systems Avoid Chaos / A. Hüble, T. Wotherspoon // Complexity. – 2008. – 14(4), 8-11.
4. Michael Wooldridge. An Introduction to Multi-Agent Systems / Michael Wooldridge. – John Wiley & Sons Ltd, 2002.
5. Субботін С.О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: Монографія / С.О. Субботін, А.О. Олійник, О.О. Олійник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375 с.
6. Аксак Н.Г. Распределение объемов работ между агентами в мультиагентной системе извлечения знаний / Н.Г. Аксак, С.А. Коргут // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Дніпропетровськ, 2010. – Випуск 3 (68). – С. 60-67.
7. Новосельцев И.В. Система первичной диагностики меланомы кожи / И.В. Новосельцев, Н.Г. Аксак // Бионика интеллекта: Научн.-техн. журнал. – 2010. – №3(74). – С. 94-98.
8. Henning. The Rise and Fall of CORBA. - ACM Queue (Association for Computing Machinery), 2006.
9. Аксак Н.Г. Методика создания интеллектуального сайта / Н.Г. Аксак, С.А. Коргут // Сборник трудов IX Международной конференции "Интеллектуальный анализ информации ИАИ - 2009". – К.Просвіта, 2009. – С. 60-67.
10. Diaz F. Regularizing query-based retrieval scores / F. Diaz // Information Retrieval. – December 2007. – Vol. 10. – P. 531-562.

Поступила в редколлегию 5.02.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Е.В. Бодянский, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

Рис. 4. Категории посетителей медицинского сайта

Рис. 5. Категории посетителей медицинского сайта

**МУЛЬТИАГЕНТНА МОДЕЛЬ АДАПТАЦІЇ МЕДИЧНОГО ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСУ  
НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОРТРЕТА КОРИСТУВАЧА**

Н.Г. Аксак, С.А. Коргут, І.В. Новосельцев

*Пропонується модель адаптації Інтернет-сервісу, що враховує індивідуальні вимоги користувачів, яка дозволяє автоматично налаштувати контент медичного порталу, що прискорює процес пошуку і підвищує зацікавленість користувача в відвідуваності сайту.*

**Ключові слова:** інтернет-ресурс, інформаційний портрет користувача, агент, мультиагентна система, модель, пошук, CORBA.

**MULTI-AGENT MODEL ADAPTATION MEDICAL ONLINE RESOURCE  
BASED ON THE INFORMATION USER'S PORTRAIT**

N.G. Aksak, S.A. Korgut, I.V. Novoseltsev

*A model is proposed to adapt the Internet service that takes into account user preferences, which automatically adjusts the content of medical portal, which speeds up the search process and enhances the user's interest in visiting the site.*

**Keywords:** internetresource, informative portrait of user, agent, Multi-agent system, model, search, CORBA.