



вида заболевания и возможно третий подвид. Анализ матрицы нагрузок медицинских показателей на выявленные латентные факторы показывает, что 1-й фактор тесно связан с показателями X4 и X6, 2-й фактор – с показателем X5, 3-й – с X1.

Таблица 1

№ п/п	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y1
1	80,93	0,605	0,303	4,94	1,21	5,85	0,2	1
2	80,3	0,5	0,7	5,1	1,3	5,7	0,1	1
3	80,22	0,599	0,599	5,59	1,09	5,29	0,2	1
4	80,8	0,3	0,6	4,9	1,2	5,9	0,1	1
5	80	0,5	0,9	5,2	1,1	5,8	0,1	1
6	80,6	0,7	0,3	5,1	1,2	5,9	0,2	1
7	79,9	0,5	1	4,7	1,3	5,7	0,2	1
8	80,4	0,6	0,3	5,0	1,9	4,9	0,2	2
9	80	0,3	0,8	4,9	1,8	5,1	0,3	2
10	80,3	0,5	0,4	5,4	1,9	5,1	0,2	2
11	79,8	0,8	0,2	5,3	2	5,2	0,3	2
12	80,7	0,6	0,3	5,7	1,1	4,7	0,2	1
13	80,9	0,3	0,6	4,1	2	5,7	0,3	1
14	80,5	0,5	0,6	5,9	1,1	5,1	0,1	1
15	79,5	0,5	0,6	5,3	1,2	5,3	0,1	1
16	80,2	0,7	0,6	5,1	1,2	5	0,2	1
17	80,5	0,6	0,3	5,1	2,1	4,7	0,2	2
18	80,42	0,499	0,399	4,89	1,89	5,09	0,3	2
19	80,3	0,7	0,3	5,3	2	5,2	0,2	2
20	80,5	0,5	0,5	5,1	1,9	4,9	0,2	2

Подвернем теперь данные X1-X7 кластерному анализу с мерой близости по евклидовому расстоянию. Получим дендрограмму, приведенную на Рисунке 1 и наглядно показывающую процесс объединения близких по показателям пациентов.

Обратим внимание, что на некотором этапе объединения выделяются кластер пациентов 8,20,17,18,10,19,11,9, кластер пациентов 1,6,4,2,5,7,16,15 и отличающиеся пациенты 3,14,12,13. Теперь используем данные столбца Y1 и отметим, что все пациенты первого кластера имеют второй вид заболевания, а остальные – первый вид. Можно высказать предположение, что у пациентов с первым видом заболевания существуют некоторый подвид или они здоровы.

Таким образом, данные многомерного факторного и кластерного анализа могут служить дополнительным инструментом для диагностики заболевания. Аналогичные обработки других медицинских данных также выявляют полезные знания для диагностики и специфики лечения пациентов.

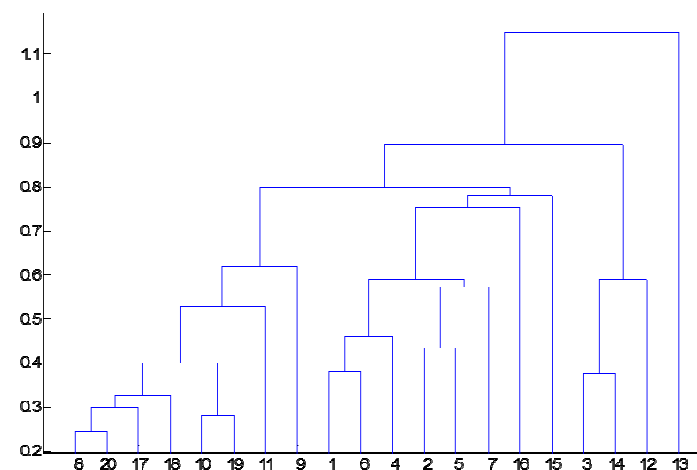


Рисунок 1. Дендрограмма кластерного анализа данных таблицы 1.

### Литература

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. -М.: Юнити, 2001. 656 с. ISBN 5-238-00304-8.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. -М.: Физматлит, 2006. 816 с. ISBN 5-9221-0707-0.
3. Заболевания щитовидной железы // Обследование и лечение больных с заболеваниями щитовидной железы [Электронный ресурс]. - 2013. - Режим доступа: <http://www.thyromed.com/disease.php>. - Дата доступа: 21.05.2013.

А.С. Сергеев

### ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАЦИЕНТОВ

(Пензенский государственный университет)

Исследование посвящено реализации подсистемы мониторинга на основе многоагентных технологий. Предлагаемая подсистема позволяет эффективно распределять ресурсы медицинского учреждения между пациентами, проходящими процедуру мониторинга.

При мониторинге, сведения от пациентов поступают в режиме *online*, и представляют собой большой объем медицинской информации. Специализированные системы позволяют выполнить обработку информации подобного рода, но при этом, вопрос эффективного распределения ресурсов является нерешен-



ной задачей. В силу ограниченности ресурсов медицинского учреждения и неограниченного потока поступающих пациентов, необходимо эффективно распределять ресурсы в соответствии с приоритетностью оказания медицинской помощи конкретному пациенту.

Решение подобной задачи тесно связано с применением многоагентного подхода для классического моделирования биологически активных систем типа «хищник - жертва», когда в качестве агентов принимается популяция хищников и травоядных особей соответственно. При таком подходе важнейшей задачей агентов является выживание под воздействием внешних факторов, а также других агентов.

Для выживания жертве необходимо вырабатывать приспособления противодействия хищникам, что в свою очередь вызывает у хищников механизмы преодоления этих приспособлений. Совместное существование хищников и жертв на протяжении длительного промежутка времени приводит к формированию системы взаимодействия, при которой сохраняется баланс хищников и жертв.

В качестве демонстрации примера взаимодействия хищников и жертв применяется модель Лотки-Вольтерра. Системы Лотки-Вольтерра описывает динамику численности хищников и жертв на замкнутой территории и задается следующими уравнениями [3]:

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1(\varepsilon_1 - \gamma_2 N_2) \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2(\varepsilon_2 - \gamma_1 N_1) \end{cases}, \text{ где}$$

$N_1$  – количество хищников,

$N_2$  – количество жертв,

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \gamma_1, \gamma_2$  – параметры системы.

На рисунке 1 приведена зависимость числа хищников от числа жертв при различных начальных условиях.

Подсистема мониторинга реализована на основании биологически активной системы «хищник - жертва» с применением многоагентных технологий.

Имеется две группы агентов: пациенты медицинского учреждения и услуги и оборудование медицинского учреждения. В задачи системы входит нахождение соответствия каждому агенту из этих групп: каждому пациенту необходимо оказать медицинскую помощь, основываясь на приоритетности и доступности медицинских услуг, оборудования медицинского учреждения [2]. Агенты взаимодействуют друг с другом и с окружающей средой, образуя систему. При этом окружающая среда оказывает влияние на поведение агентов.

Взаимодействие агентов осуществляется на основании установленных правил и исходных данных [1]. В качестве исходных данных задаются сведения о пациентах и необходимых услугах. Таким образом, на вход системы моделирования взаимодействия пациентов и услуг подаются уже сформированные зависимости, определяющие услуги, необходимые конкретному пациенту (рисунок 2).

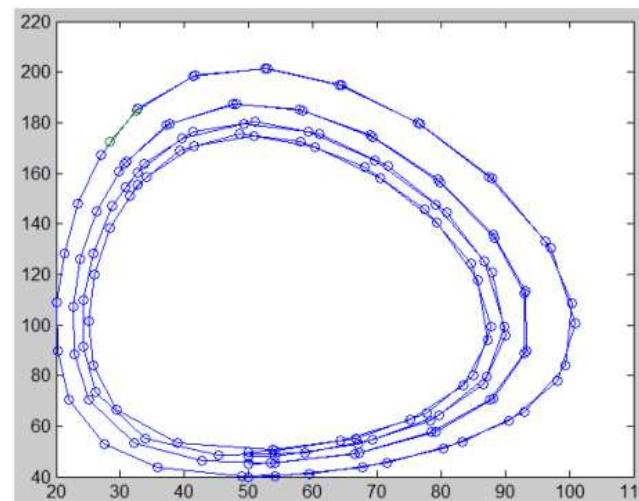


Рисунок 1 – Зависимость числа хищников от числа жертв при различных начальных условиях

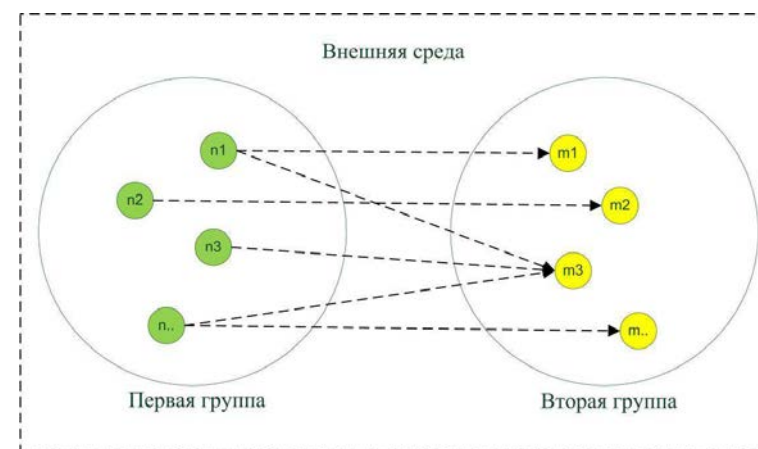


Рисунок 2 – Представление взаимодействия агентов в подсистеме мониторинга

На рисунке 2 к первой группе относятся пациенты медицинского учреждения (зеленый цвет), ко второй группе относятся услуги и оборудования медицинского учреждения (желтый цвет). На рисунке 2 видно, что при большом потоке пациентов и необходимости оказания нескольких услуг одному пациенту, происходит нехватка ресурсов медицинского учреждения.



Задача многоагентной системы заключается в нахождении соответствия и взаимодействия между группами агентов, при этом, важнейшим принципом является приоритет очередности оказания медицинской помощи конкретному пациенту. Это является актуальной задачей в силу ограниченности ресурсов медицинского учреждения и возможного неограниченного потока пациентов.

Предлагаемая подсистема позволяет эффективно распределять ресурсы медицинского учреждения между пациентами, проходящими процедуру мониторинга.

В результате применения многоагентных технологий для реализации подсистемы мониторинга, повышается качество оказания медицинской помощи за счет эффективного распределения ресурсов медицинского учреждения между пациентами.

### Литература

1. Городецкий В.И. Саморегуляция и многоагентные системы [Текст] / Известия РАН. Теория и системы управления, №2, 2012, с.74-75
2. Баусова З.И., Бодин О.Н., Киперман А.А., Сергеев А.С. Организация информационного обеспечения в компьютерной диагностической системе «Кардиовид» на основе многоагентной технологии [Текст] / Сборник статей XVIII Международной научно-методической конференции, посвященной 200-летию со дня рождения М.Ю. Лермонтова «Университетское образование» (МКУО - 2014) / под ред. А.Д. Гулякова, Р.М. Печерской. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2014. – с.157–159
3. Бодин О.Н., Казаков В.А., Полосин В.Г., Рахматуллин Ф.К., Сергеев А.С. Оптимизация оказания медицинской помощи в условиях чрезвычайной ситуации [Текст] / Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2014. – № 2 (46). – с. 202-206

Н.С.Ушакова, Н.Ю.Ильясова

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫБОРА ОБЛАСТЕЙ ИНТЕРЕСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МИКРОИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

(Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва)

### Введение

В настоящее время одной из важнейших задач является создание автоматизированных систем, которые помогут человеку в точных и монотонных операциях в различных областях деятельности, в частности, в медицине. Сейчас уже во многих отраслях медицины существуют автоматизированные системы способные анализировать, хранить информацию и выявлять на ранних стадиях большинство заболеваний. Большой интерес вызывает развитие систем, позволяющих диагностировать глазное дно, так как глаз – орган, получающий боль-



ше всего информации из окружающего мира и связывающий человека и общество. Одно из ведущих мест в лечении многих заболеваний глазного дна занимают современные лазерные технологии, в частности, микроимпульсная лазерная терапия [1,2]. Технология “микроимпульс” позволяет лечить диабетический макулярный отек, пролиферативную диабетическую ретинопатию, центральную серозную хориоретинопатию, отек макулы после окклюзии вен сетчатки и глаукомы. На рисунке 1 представлены примеры изображения глазного дна в норме и патологии (с наличием экссудатов).



Рис.1 – Пример диагностического изображения глазного дна без патологий (слева) и с патологией (справа)

Для определения участков, которые необходимо подвергнуть лазерной терапии, врач вручную выбирает зоны с новообразованиями, поэтому результат зависит от опыта врача. В клинической практике актуальна задача автоматизации процедуры проведения лазерной коагуляции, предусматривающая автоматический выбор зон обработки и зон нежелательного воздействия. На рисунке 2 изображен пример работы лазерной системы PASCAL.

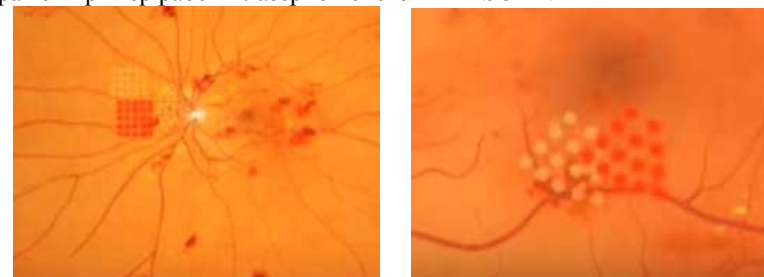


Рис.2 - Примеры паттернов PASCAL

Для того, чтобы лазерная система выбрала нужную зону воздействия, необходимо определить наличие на ней необходимых объектов (экссудатов) и отсутствие объектов, которые не должны попадать под воздействие (здоровые участки, макула, сосуды). Таким образом выделим 4 класса объектов анализа: экссудаты, здоровые участки, сосуды и макула.

### Технология выделения областей интереса на основе текстурного анализа биомедицинских изображений

Для автоматизации микроимпульсной лазерной терапии необходимо осуществить выбор наиболее информативных признаков, описывающих 4 класса