



Применение современных технологий анализа маркетинговой деятельности с использованием данных сети Интернет [2, 3] и мультиагентных технологий моделирования [4, 5] для прогнозирования востребованности лекарств позволит существенно повысить эффективность стратегических решений. Рис. 2 описывает возможности представления знаний предметной области.

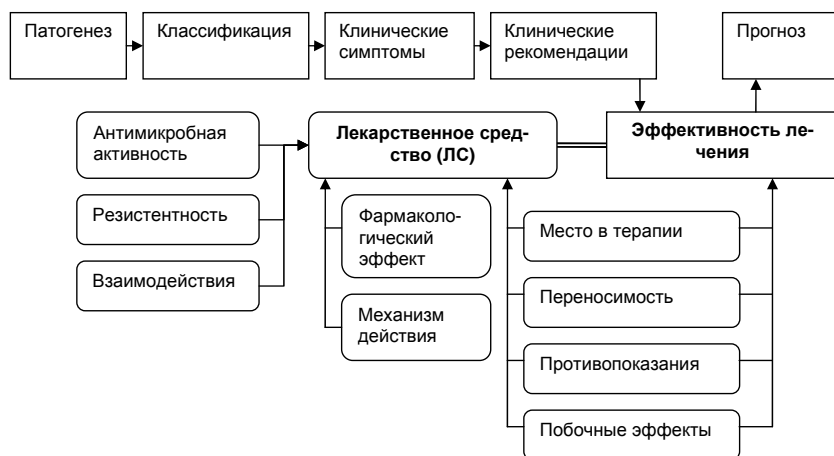


Рис. 2. Концептуальная схема Онтологии фармацевтического маркетинга

Предложенное решение позволяет реализовать эффективный инструмент поддержки принятия решений по планированию фармацевтической деятельности.

Литература

1. Лапшин, В.А. Онтологии в компьютерных системах.– М.: Научный мир, 2010. – 224 с.
2. Орлов А. Ю., Иващенко А. В. Организация виртуального сообщества в сети Интернет // Информационные технологии №8, 2008 с. 15 – 19
3. Иващенко А.В. Интервально-корреляционный анализ ритмичности взаимодействия в интегрированной информационной среде предприятия / Системы управления и информационные технологии, 2010, № 1(39) – с. 32 – 36
4. Ivaschenko A., Minaev A. Multi-agent solution for a self mediator sensor network // Proceedings of the European Simulation and Modeling Conference 2014 (ESM 2014), FEUP, Porto, Portugal, EUROSIS-ETI. – pp. 209 – 212
5. Ivaschenko A., Lednev A. Auction model of P2P interaction in multi-agent software // Proceedings of the 5th International Conference on Agents and Artificial Intelligence ICAART 2013, Barcelona, Spain. – Volume 1. – p. 431 – 434



М.А. Ионкин, Н.Ю. Ильясова

ВЫДЕЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ СОСУДОВ ГЛАЗНОГО ДНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

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

Выделение центральных линий сосудов помогает врачу произвести диагностику таких заболеваний, как гипертония, сахарный диабет, атеросклероз, инсульт и группу сердечно-сосудистых заболеваний [1], а также наиболее распространённую причину слепоты – ретинопатию. Такая диагностика до сих пор местами проводится вручную, и потому актуальна её автоматизация и совершенствование. Тем не менее, уже существуют зарубежные приборы (например, компании Navitel), использующие сведения о центральных линиях сосудов изображения глазного дна. Использование вейвлет-преобразования для сегментации сосудов глазного дна представлено, например, в работе [2].

Выделение центральных линий представляет собой нетривиальную задачу, в которой необходимо учитывать множество параметров, обусловленных как внешними по отношению к объекту исследования причинами (например, освещённость, разрешение фотоаппарата), так и индивидуальными особенностями объекта, например уникальным расположением нездоровых мест. Применение вейвлет-преобразований к обработке изображений вызвано их большой гибкостью: можно подобрать такой вейвлет и такие его параметры, при котором выделение центральных линий будет выполняться оптимальным образом.

Дискретное двумерное вейвлет-преобразование в целом подобно двумерному дискретному преобразованию Фурье. Различие заключается в виде базисной функции и в степени информативности при обработке локальных особенностей изображений [3]. Непрерывные вейвлеты удобны для теоретического описания, но, как правило, существенно более сложны в реализации. Стефан Маллат [4] определяет одномерный вейвлет как нормированную функцию ψ с нулевым средним, локализованную в окрестности нуля. Многомерные вейвлеты также должны быть локализованы.

Тривиальный подход выполнения многомерного вейвлет-преобразования – суперпозиция одномерных преобразований по каждой компоненте многомерного вейвлета. Однако, такой способ плохо подходит для извилистых линий: он хорошо обнаруживает лишь линии, параллельные осям координат. Поэтому, для более качественного детектирования извилистых сосудов используют вейвлеты, один из параметров которого есть угол. Применение преобразования с определенным углом выделяет линии, направленные приблизительно в том же направлении, что и заданный угол. В данной работе предлагается использовать



двумерное вейвлет-преобразование W , применяемое к функции f , описывается в работе [1] уравнением (1):

$$W_{\psi}^f(b, a, \vartheta) = c_{\psi}^{-1/2} a^{-1} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \psi^*(r_{-\vartheta}(x-b)a^{-1}) d^2x, \quad (1)$$

где $\psi: \mathbf{R}^2 \rightarrow \mathbb{C}$ – используемый вейвлет; $b \in \mathbb{R}^2$ – смещение вейвлета; $a \in \mathbb{R}^+$ – параметр масштаба; $\vartheta \in [0, 2\pi)$ – угол поворота; $c_{\psi} \in \mathbb{R}$ – нормализующая константа; $r_{\vartheta} = \begin{pmatrix} \cos \vartheta & -\sin \vartheta \\ \sin \vartheta & \cos \vartheta \end{pmatrix}$ – матрица поворота; ψ^* – сопряжение (для комплексных функций); $x \in \mathbb{R}^2$ – аргумент преобразуемой функции.

Было разработано программное обеспечение, позволяющее использовать для преобразования следующие вейвлеты: Морле, Добеши (со 2-го по 10-й порядки) и вейвлет, согласованный с моделью сосудов [3]:

$$\psi(x, y) = \begin{cases} (1 - y^4)e^{-y^4/4}, & |x| < d; \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases} \quad (2)$$

где d – некоторое положительное число.

После выполнения вейвлет-преобразования, для каждой точки выходного изображения определялись углы, в которых выходная функция достигала наибольшего значения. Эти углы затем использовались для построения поля направлений изображения.

Знание таких углов позволяет определить (с погрешностью дискретизации) толщину сосудов: для этого достаточно найти длину отрезка, перпендикулярного направлению в заданной точке, для которого функция яркости схожа с функцией яркости в заданной точке. Хороший контраст образа на некоторых масштабах позволяет точно определить толщину сосуда.

На рис. 1 отображено исходное тестовое изображение и результат его вейвлет-преобразования. На рис. 2 аналогичное преобразование для изображения глазного дна.

На рисунке 3 представлены вейвлет-образы, полученные с использованием вейвлета Морле.

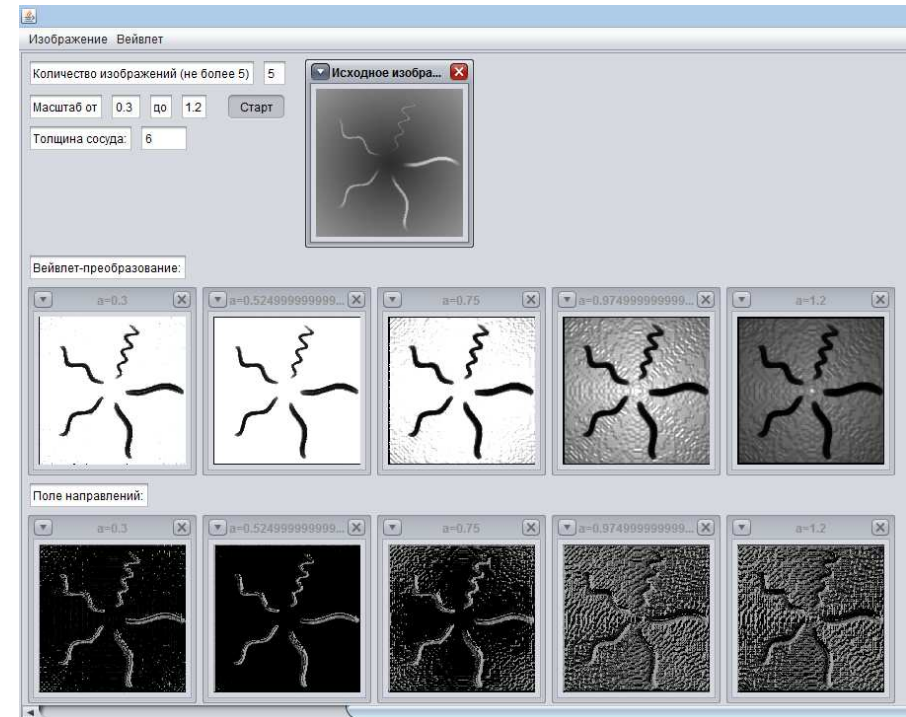


Рис.1. Пример формирования вейвлет-образов (верхний ряд изображений) к исходному (сверху) и соответствующих им полей направлений (нижний ряд)

В результате исследований было создано программное обеспечение, реализующие указанные выше вейвлет-преобразования, позволяющие сформировать поле направлений, выделить зоны сосудов и оценить их толщину. Экспериментальные исследования показали, что вейвлет-преобразование, использующее вейвлет, согласованный с моделью сосудов позволяет более эффективно производить выделение сосудов, по сравнению с вейвлетами Добеши и Морле. Цель дальнейших исследований – выделение на изображении глазного дна отличных от сосудов объектов [5], в частности, макулы, экссудат, с использованием вейвлет-преобразования для решения задачи автоматизации выделения областей интереса при проведении лазерной коагуляции глаза.

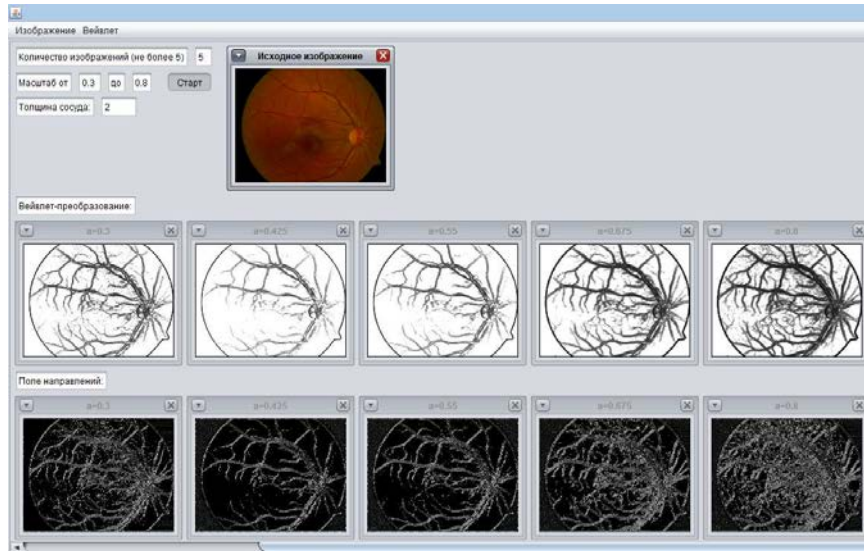


Рис.2. Выполнение преобразования над изображением глазного дна с использованием вейвлета, согласованного с моделью сосудов

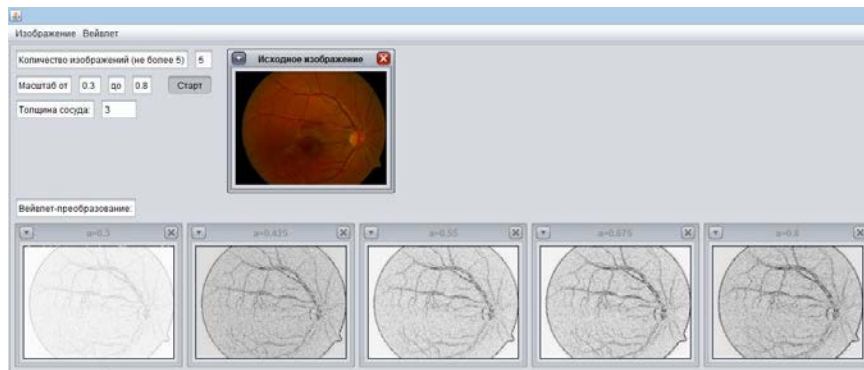


Рис.3. Результат работы вейвлета Морле

Литература

1. Blood vessels segmentation in nonmydriatic images using wavelets and statistical classifiers / J. J. G. Leandro, J. V. B. Soares, R. M. Cesar and H. F. Jelinek. // *Computer Graphics and Image Processing, 2003. SIBGRAPI 2003. XVI Brazilian Symposium on*, 2003, pp. 262-269. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1241018&isnumber=27822>.

2. Fathi A., Naghsh-Nilchi AR. Automatic wavelet-based retinal blood vessels segmentation and vessel diameter estimation // *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 8, no. 1, pp. 71–80, 2013. URL:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1746809412000663>.

3. Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г. Информационные технологии анализа изображений в задачах медицинской диагностики. – М.: Радио и связь, 2012. – 424 с.

4. Mallat S. *A Wavelet Tour of Signal Processing*. 3 edition. Academic Press, 2008. 700 p.

5. A. Achuthan, M. Rajeswari, D. Ramachandram, M. E. Aziz, and I. L. Shuaib. Wavelet energy-guided level set-based active contour: A segmentation method to segment highly similar regions // *Computers in biology and medicine*, vol. 40, no. 7, pp. 608–620, 2010. URL:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482510000697>.

А.В. Кузьмин

ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕРДЦА

(Пензенский государственный университет)

Сердце человека представляет сложную систему, его рассмотрением с различных точек зрения занимаются различные науки. В настоящее время уровень развития информационных технологий позволяет строить развитые компьютерные системы, решающие прикладные задачи с использованием различных методов симуляции и отображения работы сердца, каких-то его аспектов. В числе этих задач:

- неинвазивная диагностика (моделирование и визуализация состояния сердца);

- интерактивное обучение (хирургические тренажеры, интерактивные атласы и др.);

- мониторинг (отображение состояния сердца);

- другие задачи (разработка игровых приложений и т.п.).

В основе создаваемых приложений лежит моделирование работы сердца в том или ином виде. В зависимости от задач выбирается конкретный тип математической модели, воспроизводящий определенный аспект работы сердца.

Можно условно разделить используемые модели разделить на классы:

- модели мгновенного состояния объекта;

- модели, описывающие развитие объекта во времени.

Рассматривая первый тип моделей, следует, в первую очередь, определиться с задачами моделирования.

Для неинвазивной диагностики сердца наиболее значимым является моделирование его электрической активности, так как наиболее распространенным на сегодняшний день является электрокардиографический