

М. И. ТРУФАНОВ

РАСПОЗНАЮЩИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ

Обоснована необходимость построения распознающих опτικο-электронных устройств экспресс-диагностики заболеваний и определена область их применения. Представлены принципы построения устройств экспресс-диагностики и улучшения качества медицинских изображений для диагностики тромбозов голени и тромбоемболических осложнений, эндоскопии, диагностики глазодвигательного аппарата.

Ключевые слова: опτικο-электронное устройство, медицинские изображения, экспресс-диагностика, распознавание.

Одной из проблем современного здравоохранения является низкий уровень оснащенности средствами диагностики медицинских учреждений небольших населенных пунктов и низкая квалификация медицинского персонала. Это зачастую обуславливает несвоевременное обнаружение заболеваний, лечение которых на более поздней стадии малоэффективно.

В этой связи актуальной задачей является создание и внедрение приборов экспресс-диагностики заболеваний, которые могут быть использованы низкоквалифицированным медицинским персоналом, что позволит выявлять заболевания уже при первичном медицинском осмотре, охватывающем широкие круги населения, и при необходимости направлять пациента на более детальное обследование.

Современный уровень развития вычислительной техники и систем обработки изображений позволяет рекомендовать для экспресс-диагностики заболеваний опτικο-электронные устройства, характеризующиеся низкой стоимостью и габаритами, высоким уровнем автоматизации, позволяющие бесконтактно и быстро диагностировать признаки заболевания.

К серьезным заболеваниям, требующим своевременного обнаружения и лечения, относятся:

- заболевания, связанные с тромбозом вен нижних конечностей и тромбоемболией легочной артерии [1];
- заболевания желудка, двенадцатиперстной кишки, диагностируемые эндоскопическими приборами;
- заболевания глазодвигательного аппарата, например косоглазие, которое может развиваться у маленьких детей и вследствие сложности работы с детьми является сложно диагностируемым [2].

Важной характеристикой любой опτικο-электронной системы является качество получаемого изображения. Получение четкого изображения особенно актуально при решении задач диагностики в медицине.

В частности, при эндоскопии повышение качества изображения позволяет существенно увеличить точность диагностики, что способствует своевременному лечению и выявлению

заболевания в начале его развития. Вследствие конструктивных ограничений оконечной части эндоскопа исходное изображение характеризуется рядом аберраций, а необходимость использования яркого источника света и влажная поверхность вызывают блики, что делает первоочередной задачей повышения качества изображения при эндоскопии. Для коррекции аберрационных искажений разработаны цифровые устройства обработки изображений [3—5].

При диагностике тромбоэмболических осложнений качество изображения не является основополагающим, однако при решении данной задачи возникает необходимость разработки новых методов калибровки оптико-электронных устройств [6, 7] и доработки методов анализа стереоскопических изображений [8].

Актуальность разработки методов и оптико-электронных средств диагностики офтальмологических заболеваний обусловлена в первую очередь двумя факторами: высокой стоимостью современных комплексных средств диагностики, которые могут приобрести только крупные клиники, и вынужденным применением устаревших методик, основанных на субъективном выявлении врачом заболевания [9]. Разработка новых диагностирующих оптико-электронных устройств для офтальмологии позволит оснастить различные медицинские учреждения и выявлять ранние стадии заболевания у широкого круга населения, что будет способствовать значительному повышению эффективности лечения.

Рассмотрим принципы построения оптико-электронных средств экспресс-диагностики.

Тромбоз глубоких вен нижних конечностей (ТГВНК) и связанная с ним тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) вызывают осложнения, которые могут приводить к смертельному исходу. Применяемые в настоящее время средства диагностики не в полной мере удовлетворяют требованиям по стоимости, качеству и своевременности диагностики этого заболевания [1].

Предлагаемый автоматизированный оптико-электронный комплекс диагностики тромбоэмболических осложнений предназначен для малоинвазивной диагностики тромбоза глубоких вен голени и прогнозирования риска возникновения ТЭЛА, а также ее исходов при окклюзивных и неокклюзивных формах венозных тромбозов [10]. В состав комплекса входят:

- три оптико-электронных датчика (ОЭД);
- компьютер;
- специальное программное обеспечение.

Компьютер с подключенными ОЭД предназначен для оптико-электронной диагностики тромбоза глубоких вен голени [8], основанной на получении с различных позиций изображений голени в свободном состоянии и после пережатия поверхностных вен компрессионной манжетой с последующим восстановлением трехмерной поверхности голени по полученным изображениям путем сопоставления одинаковых точек голени на различных изображениях, определением множества трехмерных координат точек голени, формированием трехмерной поверхности голени и определением объема голени до и после пережатия поверхностных вен.

Полученные в результате диагностики данные используются как для направления пациента на дальнейшее более детальное и глубокое обследование или назначения лечения, так и в качестве входных данных (полученных также другими методами) для прогнозирования развития ТГВНК и ТЭЛА созданным программным обеспечением [1].

Прогнозирование заболевания заключается в выявлении совокупности его признаков, полученной в результате опроса пациента, а также инструментальными средствами, и распознавании формы, типа ТЭЛА посредством расчета функций принадлежности входного описания заболевания известным классам и выбора функции принадлежности с максимальным значением, которая и будет соответствовать известному исходу заболевания (выздоровлению, смерти), типу ТЭЛА (массивной, мелких ветвей), форме ТЭЛА (острой, рецидивирующей, молниеносной), типу тромбоза (эмбологенному, неэмбологенному).

Новизна предложенных решений заключается в использовании аппарата нечеткой логики для прогнозирования тромбоэмболических осложнений, что обеспечивает автоматизацию

процесса принятия решения о наличии заболевания и его дальнейшем развитии при неполной или искаженной информации, тогда как известные методы, основанные на прогнозе по факторам риска, дают неточный результат или не могут быть использованы для прогнозирования и диагностики в таких условиях. Новизна предлагаемых решений заключается также в использовании оптико-электронных устройств для диагностики тромбоэмболических осложнений, что обеспечивает:

— существенное снижение стоимости комплекса диагностики тромбоэмболических осложнений по сравнению с системой ультразвуковой диагностики [10];

— диагностику тромбозов нижних конечностей на ранней стадии с большей по сравнению с известными методами достоверностью (за исключением метода ультразвуковой диагностики);

— автоматизацию процесса диагностики.

Для повышения качества эндоскопических изображений предложено устройство, обеспечивающее коррекцию бликов, возникающих вследствие отражения излучения яркого осветителя эндоскопа от слизистой оболочки и дисторсии оптической системы.

Принцип функционирования устройства заключается в коррекции дисторсии оптической системы специализированным устройством (или последующей программной обработкой) при получении изображения и последующем восстановлении искаженных бликами областей изображения двумя различными способами в зависимости от площади блика: медианным фильтром (при малой площади блика) и уменьшением чувствительности оптико-электронного датчика и последующей заменой искаженной области на исходном изображении на соответствующую область дополнительно полученного изображения (при большой площади) [11].

Предлагаемый подход к обработке эндоскопических изображений слизистой оболочки пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки позволит повысить точность выявления патологических изменений и правильность постановки диагноза, что будет способствовать оптимизации терапии, улучшению прогноза заболевания, сокращению сроков лечения, уменьшению экономических затрат.

Анализ известных технических решений и способов диагностики глазодвигательного аппарата, выявления косоглазия и других офтальмологических заболеваний позволил установить следующее [9]:

— в настоящее время на практике применяются в основном средства качественной, а не количественной диагностики косоглазия, которые не претерпели принципиальных изменений за последние десятилетия;

— создаются оптико-электронные (телевизионные) средства, анализирующие изображения глаз в процессе наблюдения человеком заданной точки, позволяющие выявить косоглазие на ранней стадии. Недостатками существующих средств являются сложность их практического применения и отсутствие функции измерения направлений наблюдения в трехмерном пространстве, что снижает их точность;

— актуальна разработка бинокулярной системы технического зрения, обеспечивающей отслеживание движений глаза в пространстве и на их основе диагностирующей косоглазие и отклонения глазодвигательного аппарата.

Предлагаемое бинокулярное оптико-электронное устройство [9] предназначено для диагностики заболеваний глазодвигательного аппарата и предположительно будет отличаться от известных инструментальных средств аналогичного назначения простотой практического применения, большей точностью, низкой стоимостью, малыми габаритами, высоким уровнем автоматизации.

Устройство реализует принцип диагностики косоглазия, основанный на измерении параметров движений зрачков глаз при фиксации взгляда человека на заданном врачом объекте по изображениям, поступающим с двух оптико-электронных датчиков, обеспечивающих трехмерное восприятие.

Устройство может быть применено при решении других медицинских задач, связанных с анализом движения зрачков, например, диагностике нистагма и состояния вестибулярного аппарата человека.

Таким образом, представлены подходы к обработке и распознаванию изображений, позволяющие создавать распознающие оптико-электронные устройства для ранней экспресс-диагностики заболеваний. Перспективный результат, являющийся развитием разрабатываемых методов и оптико-электронных средств, заключается в создании новых систем распознавания образов и анализа изображений, применяемых в медицине при построении эффективных диагностирующих систем различного назначения, характеризующихся высоким уровнем автоматизации, малой стоимостью и возможностью применения медицинским персоналом со средним образованием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прогнозирование тромбоэмболических осложнений при травме / В. А. Лазаренко, В. Н. Мишустин, В. С. Титов, М. И. Труфанов. Курск: КГМУ, 2004. 148 с.
2. Ковалевский Е. И. Глазные болезни. 2-е изд. М.: Медицина, 1980. 432 с.
3. Пат. № 2295153 РФ, МКИ G09K32/00. Корректирующее устройство ввода изображения в ЭВМ / М. И. Труфанов, Д. В. Титов. Заявл. 4.07.2005, опублик. 10.03.2007. Б.И. № 7. 6 с.
4. Пат. № 2292023 РФ, МКИ G01M11/02. Способ определения комы оптической системы / А. Н. Стрелкова, В. С. Титов, М. И. Труфанов. Заявл. 24.05.2005, опублик. 20.01.2007. Б.И. № 2. 5 с.
5. Пат. № 2295712 РФ, МКИ G01M11/02. Способ определения коэффициентов сферической аберрации / Е. И. Бугаенко, В. С. Титов, М. И. Труфанов. Заявл. 10.09.2006, опублик. 20.03.2007. Б.И. № 8. 6 с.
6. Пат. №2321888 РФ, МКИ G01M11/02, G06K9/32. Способ калибровки дисторсии оптических систем / А. Н. Стрелкова, Д. В. Титов, М. И. Труфанов. Заявл. 16.10.2006, опублик. 10.04.2008. Б.И. № 10. 5 с.
7. Пат. № 2286598 РФ, МКИ G09K32. Способ внешней калибровки бинокулярной системы технического зрения / С. В. Дегтярев, В. С. Титов, М. И. Труфанов, В. А. Денисюк. Заявл. 01.03.2005, опублик. 27.10.2006. Б.И. № 30. 15 с.
8. Пат. № 2314026 РФ, МКИ А61В5/103. Способ оптико-электронной диагностики тромбоза глубоких вен голени / В. Н. Мишустин, Н. Н. Мишустина, С. Ю. Мирошниченко, В. С. Титов, М. И. Труфанов. Заявл. 10.01.2006, опублик. 10.01.2008. Б.И. № 1. 11 с.
9. Принципы функционирования бинокулярного оптико-электронного устройства для диагностики отклонений глазодвигательного аппарата / В. Н. Гридин, В. С. Титов, М. И. Труфанов // Изв. вузов. Приборостроение. 2008. Т. 51, № 2. С. 48—53.
10. Автоматизированный аппаратно-программный комплекс диагностики тромбоэмболических осложнений / В. Н. Гридин, В. Н. Мишустин, О. Б. Тарасова, В. С. Титов, М. И. Труфанов // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2008. № 2. С. 79—82.
11. Устройство повышения качества изображения при эндоскопии / А. Н. Стрелкова, А. А. Степченко // Изв. вузов. Приборостроение. 2008. Т. 51, № 2. С. 54—58.

Сведения об авторе

Максим Игоревич Труфанов

— канд. техн. наук; Курский государственный технический университет, кафедра вычислительной техники;
E-mail: tmi@pub.sovtest.ru, temp1202@mail.ru

Рекомендована кафедрой
вычислительной техники

Поступила в редакцию
12.09.08 г.