

УДК 004.96

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА ПОСЛЕ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ

В.С. Бабков, С.Я. Семисалов

Донецкий национальный технический университет

Розглянуто принципи побудови комп'ютерної системи для комплексного дослідження стану пацієнта після черепно-мозкової травми. Запропоновано оригінальні методи та алгоритми обробки результатів дослідження.

Введение. Черепно-мозговая травма (ЧМТ) в медицинской практике – источник многочисленных последствий для пациента, которые достаточно сложно поддаются диагностированию на ранней стадии и, в особенности, объективизации, т.к. в общем случае отсутствуют общепринятые нормы и методы расчета показателей, особенно с использованием компьютерных средств диагностики.

В условиях Донецкого областного клинического территориального объединения и на кафедре прикладной математики и информатики ДонНТУ разработан комплекс средств для общей оценки состояния пациента после ЧМТ на основе множественных критериев.

В качестве оцениваемых параметров в результате анализа были выбраны следующие показатели:

- микроциркуляция (состояние системы кровообращения на уровне капилляров, венул и артериол);
- температурное состояние основания черепа (в частности, позвонков шейного отдела);
- координация движений конечностей.

С развитием цифровой и аналоговой техники появились широкие возможности визуализации и получения качественных изображений микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы в электронном и графическом виде. Использование компьютерных технологий фиксации и обработки изображений открывает перспективы количественной оценки статических и динамических характеристик микроциркуляции [1].

В свою очередь, создание термограмм (карт распределения температуры) на основе тепловых изображений находит в медицине множество применений. Фиксация тепловых отклонений может быть

использована для диагностирования тех или иных заболеваний. В частности, при исследовании повреждений и заболеваний позвоночника (например, после ЧМТ) важным показателем является температурный режим позвонков. В литературе доказано, что такие факторы как смещение позвоночных дисков, ущемления, воспаления вызывают изменение локальной температурной картины [2].

Также важную теоретическую и практическую проблему представляет количественное описание системы, обеспечивающей координированные движения конечностей и тела [3]. Для исследования таких показателей, в частности поддержания вертикального положения, соответствующая аппаратура (стабиллометры) широко используются на практике [4], а вот для оценки результатов координатных проб автоматизированных средств получения и обработки данных практически не существует.

Таким образом, разработка средств для оценки ранее перечисленных показателей является актуальной задачей. В данной работе описываются методы решения возникших в процессе разработки комплекса технических и научных задач.

Подсистема оценки микроциркуляции. Для исследования бульбарной конъюнктивы и получения видео- и фотоизображений, пригодных для количественной оценки процесса микроциркуляции используется установка для получения цифровых снимков поверхности склеры.

При проектировании подсистемы была поставлена задача создать двухмодульную структуру (модуль А, модуль В), позволяющую реализовать многопользовательскую работу с системой средствами телемедицины [5]. Множество модулей типа «А» устанавливаются в местах проведения исследований. Результаты исследований передаются через публичную сеть Интернет на центральный узел – модуль В.

Функции модуля А:

- ввод данных в виде видеоролика или одиночного изображения;
- отображение изображения с наложением мерной сетки и выбор произвольного фрагмента для анализа;
- ввод сопутствующей информации (метаданных), описывающей объект исследования;
- экспорт изображения и метаданных в формат, удобный для передачи на удаленную систему;
- перенос данных на удаленную систему в ручном режиме и посредством средств коммуникации;
- получение данных от удаленной системы в ручном режиме и

посредством средств коммуникации;

- отображение результатов исследования в табличной форме;

Функции модуля В:

- ввод данных от модуля А в ручном режиме и посредством средств коммуникации;

- автоматический анализ изображения и расчет характеризующих индексов;

- формирование отчета;

- экспорт отчета в формат, удобный для передачи на модуль А;

- перенос данных на модуль А в ручном режиме и посредством средств коммуникации;

- печать отчета.

На этапе обработки изображения и расчета характеризующих индексов, исходя из характера рассчитываемых коэффициентов [1] и характеристик изображения, предложено использование следующих методов обработки:

- устранение шума – фильтрация медианным фильтром;

- выравнивание яркости методом балансировки изображений [6];

- формирование кровеносной сети путем бинаризации изображения;

- топологический анализ – построение графа кровеносной сети;

- расчет коэффициентов – оценка характеристик графа кровеносной сети.

Этап расчет коэффициентов заключается в трассировке графа кровеносной сети и расчете интегральных характеристик венул, артериол и капилляров на основе характеристик ребер графа.

Подсистема анализа термограмм позвонков. Структура подсистемы анализа температурной карты позвонков [7] включает блок тепловых датчиков, АЦП, контроллер связи с компьютером и программное обеспечение для обработки данных.

Матрица тепловых датчиков обеспечивает формирование значений напряжений, пропорциональных измеряемой температуре в 36 точках. Блок АЦП обеспечивает преобразование аналогового значения в цифровой код для ввода в микроконтроллер. Микроконтроллер системы обеспечивает считывание значений цифрового кода из АЦП и формирование пакетов данных для передачи на ПК.

В задачи подсистемы входит:

- обеспечение ввода данных и вывода команд через последовательный интерфейс;

- непрерывное и разовое считывание данных из устройства;
- накопление результатов измерения (статистическая обработка);
- визуализация тепловой карты в режиме реального времени;
- вывод отчетов на печать, занесение результатов исследования в базу данных.

Подсистема анализа координации. В разрабатываемой системе источником информации о пространственном перемещении конечностей является пара датчиков-акселерометров (LIS3L02AQ – линейный акселерометр с тремя осями измерения), представленных в виде автономных модулей. Значения ускорения с датчиков после преобразования в цифровой код передаются на базовую станцию (персональный компьютер) с использованием беспроводного интерфейса передачи данных (IEEE 802.14), что обеспечивает мобильность и удобство использования системы.

Программное обеспечение, запущенное на базовом компьютере обеспечивает:

- непрерывное считывание данных с автономных датчиков;
- визуализацию пространственного перемещения конечностей для левого, правого каналов и совместно;
- сохранение информации об исследовании в базе данных дальнейшего анализа и сопоставления результатов для одного и того же пациента после воздействия различных нагрузок.

Входные данные в системе подвергаются математической обработке для преобразования значений векторов ускорения по трем осям координат в непосредственно координаты устройства в пространстве, что позволяет фиксировать траекторию перемещения автономного устройства и, соответственно, конечности. Сравнительный анализ траекторий перемещения для нормальных и патологических случаев позволяет оценить коэффициент горизонтального и вертикального отклонения от «нормальной» траектории, коэффициент неравномерности перемещения, степень снижения относительно базовой точки в процессе исследования и другие характеристики.

Выводы

Результатом данной работы является разработанный комплекс аппаратных и программных средств для анализа таких показателей, как микроциркуляция бульбарной конъюнктивы, температурная карта позвонков шейного отдела и координационные возможности конечностей в пространстве с целью оценки состояния пациента

после ЧМТ. В рамках разработки комплекса исследованы методы обработки соответствующих входных данных и предложены оригинальные подходы к расчету характеристических параметров, в частности оригинальные алгоритмы расчета коэффициентов микроциркуляции и пространственной координации.

Библиографический список

1. Константинова Е.Э. Метод количественной оценки изображений бульбарной конъюнктивы в диагностике состояния микроциркуляции при сердечно-сосудистой патологии. Инструкция по применению / Е.Э. Константинова, Л.А. Иванова. - Министерство здравоохранения Республики Беларусь, рег. № 97-0603. - 1997 г. - 10 с.
2. Maldague X. P. V., Jones T. S., Kaplan H., Marinetti S. and Prystay M. "Chapter 2: Fundamentals of Infrared and Thermal Testing: Part 1. Principles of Infrared and Thermal Testing, " in *Nondestructive Handbook, Infrared and Thermal Testing, Volume 3*, X. Maldague technical ed., P. O. Moore ed., 3rd edition, Columbus, Ohio, ASNT Press. - 2001. - 718 p.
3. Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г. Хоменко В.Н., Панченко О.А. Основы компьютерной биостатистики. Анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat. – Донецк, 2006. – 214 с.
4. Millken G.W., Ferra G., Kraiter K.S., Ross C.L. Reach and Posture Hand Preferences During Arboreal Feeding in Sifakas (*Propithecus* sp.): A Test of the Postural Origins Theory of Behavioral Lateralization // *J. Comp. Psychol.* – 2005. – 119(4) – P.430.
5. Бабков В.С., Калашникова С.А. Многопользовательская система для автоматической обработки результатов исследования микроциркуляции глаза // Матеріали V-ї науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених ІКТ-2009 [Електронний збірник на CD]. – Донецьк. – 2009. – С. 81-86.
6. Wei Hong, Xuanqin Mou, Ying Long Lingqiu Jiang A vessel extraction algorithm based on point balance, *Proceedings of the 2005 IEEE, Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference Shanghai, China, September 1-4, 2005.* – 304-307 P.
7. Бабков В.С., Ромазанов С.А. Проектирование программной системы для обработки и визуализации результатов термографии позвонков // Матеріали V-ї науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених ІКТ-2009. – Донецьк. – 2009. – С. 412-415.