

© В.А.Болсуновский<sup>1</sup>, А.В.Лексашов<sup>2</sup>, Д.М. Степанов<sup>2</sup>, 2006.

## В.А.Болсуновский<sup>1</sup>, А.В.Лексашов<sup>2</sup>, Д.М. Степанов<sup>2</sup> **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА ОБНАРУЖЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

*Детская городская больница №1<sup>1</sup>,  
 Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет<sup>2</sup>  
 г. Санкт-Петербург, Россия*

### **Аннотация**

Целью настоящего исследования является разработка системы информационной поддержки процесса обнаружения и распознавания образов биологических объектов на изображениях.

Система осуществляет обработку изображения, в частности - приведение к виду, удобному для автоматизированного анализа, удаление шумов; определение количественных и качественных показателей децеллюляризации для исследуемого образца.

Данная информационная медицинская система позволяет автоматизировать наиболее трудоемкие и рутинные стадии обработки информации на этапе медико-биологических испытаний изделия, проводить оценку эффективности технологии приготовления сосудистых гомографтов.

**Ключевые слова:** Биотехнологии, Гомографт, Децеллюляризация, Информационная система, Распознавание образов

**E-mail:** bva-hht@mail.ru, leksashov@mail.ru

В настоящее время активно развивается направление использования технологий искусственного интеллекта в биологии и медицине.

Целью настоящего исследования является разработка системы информационной поддержки процесса обнаружения и распознавания образов биологических объектов на изображениях в составе программного комплекса поддержки технологического процесса изготовления медицинских изделий «Сосудистый клапанный гомографт» (СКГ).

Разрабатываемая система предназначена для работы с цифровыми изображениями фрагментов сосудов и препаратов сосудистой ткани, полученных методами световой и электронной микроскопии. Анализ морфологии тканей после различных видов обработки гомографтов является необходимым начальным звеном работ по разработке методик обработки тканей и фрагментов органов нефиксирующими растворами (дистиллированная вода, питательные среды, ферменты) перед трансплантацией. Микрофотографирование образцов проводилось через заданные промежутки времени с целью оценки результатов тканевой инженерии.

Предварительный анализ обработанных гомографтов на светооптическом уровне показал, что при всех использованных способах обработки сохраняется целостность структуры сосуда, хорошо окрашивается межклеточное вещество, образованное клетками соединительной ткани сосудов. На изображениях определяются клеточные компоненты двух видов:

- 1) крупные клетки, имеющие светлую, плохо окрашенную цитоплазму;
- 2) клетки меньшего объема, в которых выявляется плотная гомогенно окрашенная цитоплазма.

Черно-белые фотографии обработанных образцов СКГ содержат изображения ядер, отличающихся формой, размерами, количеством, четкостью границ и яркостью окраски. Кроме ядер на фотографиях можно различить коллагеновые и эластиновые волокна.

Например, контрольные образцы в растворе DMEM/F12 через 17 часов имеют четкие ядра с гомогенной окраской, в образцах СКГ, обработанных солевыми растворами хлористого кальция и магния, обнаружены ярко светящиеся ядра, в дистиллированной воде использование DAPI также выявляет картины ярко окрашенных ядер.

Для стандартизации цифровой обработки целесообразно приведение полноцветных изображений к монохромному виду – черно-белым изображениям и использование gif-

формата для хранения изображений.

Методика исследования полученных изображений фрагментов сосудов предполагает выполнение следующих этапов:

- обработку изображения (приведение к виду, удобному для автоматизированного анализа, удаление шумов);
- определение количественных и качественных показателей децеллюляризации для конкретного образца;
- принятие решения об эффективности методики обработки по степени децеллюляризации для конкретного образца ткани при различных способах обработки.

На первом этапе для обработки исходных изображений предлагается осуществить предварительную фильтрацию с использованием алгоритмов фильтрации и цифровой обработки изображений. В результате проведенного анализа методов фильтрации можно сделать следующие выводы о целесообразности применения сглаживающих фильтров для расфокусировки изображения и подавления шума. Расфокусировка может применяться как предварительный шаг обработки изображения, например, для удаления мелких деталей перед обработкой крупных объектов, или же для устранения разрывов в линиях или деталях. Для подавления шумов может использоваться расфокусировка с применением как линейной, так и нелинейной фильтрации. Целесообразность использования алгоритмов повышения резкости (фильтров нечетких масок) заключается в том, чтобы подчеркнуть мелкие детали изображения или улучшить те детали, которые оказались расфокусированы вследствие ошибок или несовершенства самого метода съемки. В условиях отсутствия ограничения на время автоматизированной обработки возможно использование адаптивных фильтров, возможности которых превосходят возможности фильтров, которые были рассмотрены выше. Целесообразно использование фильтров нечетких масок в комбинации с фильтрами вычисления краев или вывода контура, вследствие того, что применение фильтров нечетких масок приводит к увеличению резкости изображения без изменения уровня шума. С другой стороны изолированное применение фильтров вывода контуров приводит к полному отсеиванию шума, но могут появиться лишние элементы за счет учета данным методом вложенных контуров.

На втором этапе необходимо определить количественные характеристики обнаруженных объектов на изображении при различном увеличении - выполнить подсчет количества клеток для определения степени децеллюляризации

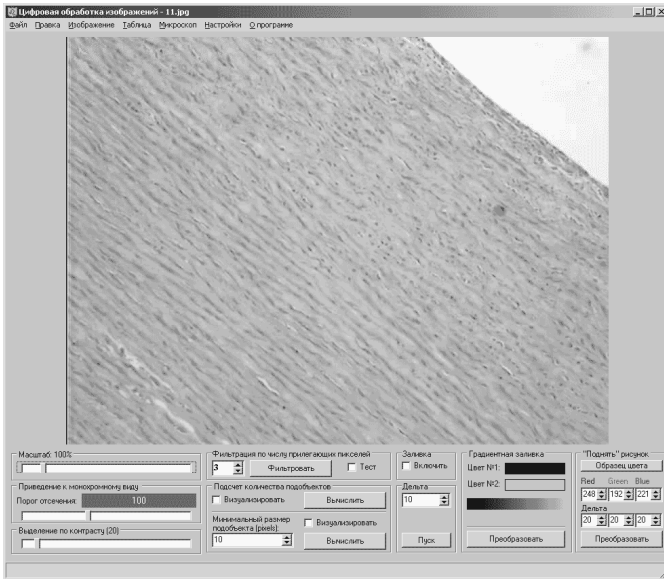


Рис. 1 Программное приложение цифровой обработки изображения

ткани в зависимости от способа и времени обработки и температурного режима. Определение количества клеток в образцах ткани предполагается осуществлять двумя методами – с использованием экспертных систем и нейронных сетей.

Для эффективного решения поставленной задачи разработано приложение цифровой обработки изображения (рис.1), позволяющее проводить следующую обработку изображений:

- обрабатывать изображения в формате gif, jpg, jpeg, bmp, ico, emf, wmf;
- приводить к монохромному виду;
- осуществлять фильтрацию от помех;
- приводить к определенному цветовому диапазону;
- подсчитывать количество объектов;
- инвертировать цвета;
- переводить цвета в градации серого;

- сохранять изображения в форматах gif, jpg, jpeg, bmp;
- взаимодействовать с буфером обмена ОС;
- сохранять монохромные изображения в текстовом виде (в виде набора нулей и единиц);
- увеличивать как изображения целиком, так и их фрагменты.

Все перечисленные возможности имеют гибкую систему настроек и предназначены для повышения качества изображений и получения информации о них.

Разработано программное приложение, использующее технологию нейронных сетей, для получения количества клеток в образцах ткани, оценки результатов обработки сосудистой ткани и эффективности децеллюляризации в автоматическом режиме на основании накопленной статистики о проведенных медико-биологических исследованиях медицинских изделий. Полученные результаты сохраняются в базе данных для последующей статистической обработки и принятия решения об эффективности способа обработки и годности медицинского изделия для клинического использования.

На третьем этапе необходимо выполнить статистическую обработку результатов второго этапа и определить эффективность децеллюляризации, которая характеризуется процентным соотношением между общим количеством и количеством децеллюляризованных клеток в зависимости от выбранных критериев.

Для решения поставленной задачи в блоке принятия решений используется разработанная программная процедура статистической обработки, в частности корреляционного анализа, результатов исследований.

Данная информационная медицинская система позволяет автоматизировать наиболее трудоемкие и рутинные стадии обработки информации на этапе медико-биологических испытаний изделия, проводить оценку эффективности технологии приготовления СКГ.

Разработанная система используется в составе медико-биологического комплекса для осуществления исследований в области протезирования сердечно-сосудистой системы.

По теме исследования подана заявка на полезную модель (МКЛ. G 11 В 5/00 Медико-биологический комплекс / В.А. Болсуновский, М.В. Болсуновская, А.В.Лексашов, А.С.Одоевский - заявка № 2005140044 от 22.12.2005).

V.A.Bolsunovsky<sup>1</sup>, D.M.Stepanov<sup>2</sup>, A.V.Leksashov<sup>2</sup>  
**INFORMATION SYSTEM OF SUPPORT OF PROCESS OF DETECTION  
 AND RECOGNITION OF IMAGES OF BIOLOGICAL OBJECTS ON IMAGES**  
 Children hospital №1<sup>1</sup>, St.Petersburg State Polytechnical University<sup>2</sup>  
 St.Petersburg, Russia

The purpose of the present research is a system engineering of information support of process of detection and recognition of images of biological objects on images.

The system carries out processing the image, in particular - reduction the kind convenient for the automated analysis, removal of noise; definition quantitative and quality indicators decellularization for the investigated product.

The given information medical system allows to automate the most labour-consuming and routine stages of processing of the information at a stage of medical and biologic tests of a product, to estimate efficiency of technology of preparation Vascular Valve Homograft.