

Цифровая диагностика остеопороза в программном комплексе для медицинской цифровой рентгенографии

Ольшевец М. М., Устинин М. Н.

om@impb.ru

Пушино, ИМПБ РАН

В Пуштинском научном центре РАН разработана цифровая компьютерная приставка к стандартному медицинскому рентгеновскому аппарату для получения рентгенограмм без применения рентгеновской пленки. Важной частью созданного аппаратно-программного комплекса является компьютерная программа получения, просмотра, анализа, обработки, хранения и распечатки цифровых рентгеновских изображений.

Созданный программный комплекс объединяет в себе функции управления камерой, графического редактора и системы управления архивом цифровых снимков, сведений о проведенных обследованиях и личных данных пациентов [1].

Программа обеспечивает выполнение следующих задач:

- получение цифрового снимка;
- хранение снимков и организация быстрого доступа к ним;
- визуализация снимков и операции цифровой диагностики;
- цифровая обработка снимков и печать на бумаге или пленке.

Относительно высокая зашумленность и низкая контрастность получаемого снимка могут приводить к появлению артефактов при неправильно выбранном сценарии обработки изображения. Поэтому наиболее широкое применение в повседневной рентгенологической практике находят алгоритмы обработки изображения из класса алгоритмов поэлементной обработки, а также некоторые алгоритмы сглаживания. В частности, имеется возможность коррекции изображения по интерактивно задаваемой пользователем передаточной функции.

В состав программного комплекса включены шаблоны нескольких известных операторов свертки при различных размерах окна (гауссиан, лапласиан, и др.), пользователь может выбрать наиболее подходящую операцию, последовательно применять фильтры, задать в диалоговом режиме произвольное окно и матрицу весов фильтра и сохранить созданный шаблон для дальнейшего исследования и анализа снимка.

Также реализованы некоторые нелинейные алгоритмы обработки изображений со скользящим окном.

Наряду с шумоподавлением и повышением контрастности изображения важной задачей является сжатие цифровых рентгеновских снимков. Актуальность проблемы обусловлена необходимостью хранения большого числа полноформатных цифровых изображений и их передачи по ка-

налам связи без потерь значимой диагностической информации. Для решения обеих задач использовались разложения по wavelet-базисам (базисам всплесков) [2], представляющим собой специфические системы ортогональных функций, хорошо подходящих для обработки резко меняющихся данных. Существуют эффективные алгоритмы быстрого преобразования исходного сигнала в пространство коэффициентов разложения. Дальнейшая обработка цифровых массивов с использованием wavelet-базисов ведется в пространстве коэффициентов. Методы разложений по базисам всплесков ведут к экономному решению многих задач обработки, требующих реализации в рамках ограниченных аппаратных или вычислительных ресурсов.

Для осуществления сжатия в разложении цифрового изображения по выбранному базису сохраняют только коэффициенты с амплитудой, превышающей некоторый порог. При этом частично решается и задача шумоподавления. Фактически, с выбором порога решается задача нелинейной аппроксимации по элементам базиса, вносящим наибольший вклад в разложение. В применении к задачам медицинской бесплёночной рентгенографии удастся достигнуть значительной степени сжатия хранимых цифровых рентгеновских снимков при сохранении приемлемого качества изображения.

В программе также реализован алгоритм коррекции неравномерности яркости по полю снимка. Яркость снижается по мере удаления от центра изображения. Эта неравномерность является, с одной стороны, следствием высоких требований к используемой в приставке цифровой фотокамере, с другой стороны свойством рентгеновского источника. Для коррекции этого дефекта применяется подход с использованием эталонного снимка, выполняемого при заданных условиях и не содержащего объектов. Тестовый снимок аппроксимируется с использованием различных алгоритмов и полученное гладкое поле яркости используется в качестве корректирующего множителя при обработке целевых снимков. В результате обеспечивается постоянный уровень фона, а также происходит сглаживание точечных шумов.

Такая коррекция необходима для реализованной в программе методики определения рентгеновской плотности снимаемых объектов (денситометрия) по цифровому рентгеновскому снимку. Денситометрия является основным методом диагностики остеопороза — заболевания скелета, характеризующегося снижением плотности кости и нарушением структуры костной ткани. Остеопороз приводит к увеличению хрупкости костей и риска их переломов. Последствия остеопороза в виде переломов тел позвонков и трубчатых костей приводят к значительному подъему заболеваемости и смертности среди лиц пожилого возраста. При цифровой

рентгеновской диагностике остеопороза в поле съемки наряду с диагностируемым объектом включается эталонный объект с нормированной минеральной плотностью. Сравнивая яркости диагностического и эталонного объектов и зная реальную плотность эталона, можно определить плотность ткани.

Строятся математические модели изучаемых объектов и процесса получения рентгеновского снимка, что позволяет выполнять аннотированную сегментацию изображения и проводить денситометрию в полуавтоматическом или автоматическом режиме, что является одним из этапов интеллектуального анализа диагностических снимков.

На основе разработанного аппаратно-программного комплекса возможно создание центров телемедицины, в которых помимо прочих услуг может проводиться массовая диагностика остеопороза с использованием цифровых рентгеновских систем общего назначения и компьютерных приставок к стандартным медицинским рентгеновским аппаратам.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН «Фундаментальные науки — медицине» и РФФИ, проекты № 07-07-00280, № 07-07-00313 и № 06-07-89303.

Литература

- [1] *Olshevetz M. M., Ustinin M. N., Nikonov I. A.* Software for Digital Filmless Roentgenography // Pattern Recognition and Image Analysis. — 2006. — Т. 16. — С. 23–25.
- [2] *Daubechies I.* Ten Lectures on Wavelets. — Philadelphia: SIAM, 1992. — 314 с.