

ПОДГОРНОВА Ю.А.,
МАНЬКОВ И.Р.

**Построение 3-х мерной модели
молочной железы по
рентгеновским снимкам ее макета**

УДК 004.932

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

В данной статье приводится построение трехмерной модели молочной железы по двум рентгеновским снимкам, полученным с помощью маммографа. Полученная модель молочной железы является идеальной моделью, так как не учитывает сжатие объекта аппаратом.

Ключевые слова: моделирование, модель, 3D реконструкция, проекции, маммограмма

Введение

Образования в молочных железах с высокой вероятностью могут возникнуть у любой женщины. Не смотря на то, что часто они являются доброкачественными, например киста, также могут быть и злокачественные, такие как рак молочной железы. Согласно статистике самым распространённым заболеванием молочной железы является мастопатия, ей страдают 7 из 10 женщин в возрасте от 25 до 55 лет. У 35% из них в дальнейшем появится рак, так как при узловой форме мастопатии риск возникновения рака молочной железы увеличивается в 25 раз [1]. Для первичной диагностики новообразований молочной железы применяется метод рентгеновской маммографии.

Маммография – эффективный метод диагностики патологий, опухолей, кист и других новообразований, а также предопухолевых изменений в молочных железах даже при отсутствии симптоматики [2].

В настоящее время маммография успешно развивается: внедряются новые технологии [3, 4, 5], расширяется спектр

диагностических возможностей, используется передовое оборудование с минимальными лучевыми нагрузками на организм.

На практике полученных маммографических снимков иногда бывает недостаточно для диагностики. Не редко для определения более точного положения объекта требуется построить по исходным данным, так называемую, трехмерную модель.

Описание алгоритма построения трехмерной модели по двум проекциям

Сложность при построении трехмерной модели – сжатие молочной железы маммографом, то есть смещение тканей на снимках. В данной статье будет рассматриваться «идеальная модель». Обычно исследование маммограмм проводится на реальных рентгеновских снимках, однако они сложны для моделирования, поэтому было принято решение о построении рентгенограмм похожего на грудь объекта с заранее добавленными «опухолями» - металлическими шариками. На Рис.1(а, б) представлены краниокаудальная косая и прямая проекции модельного объекта.

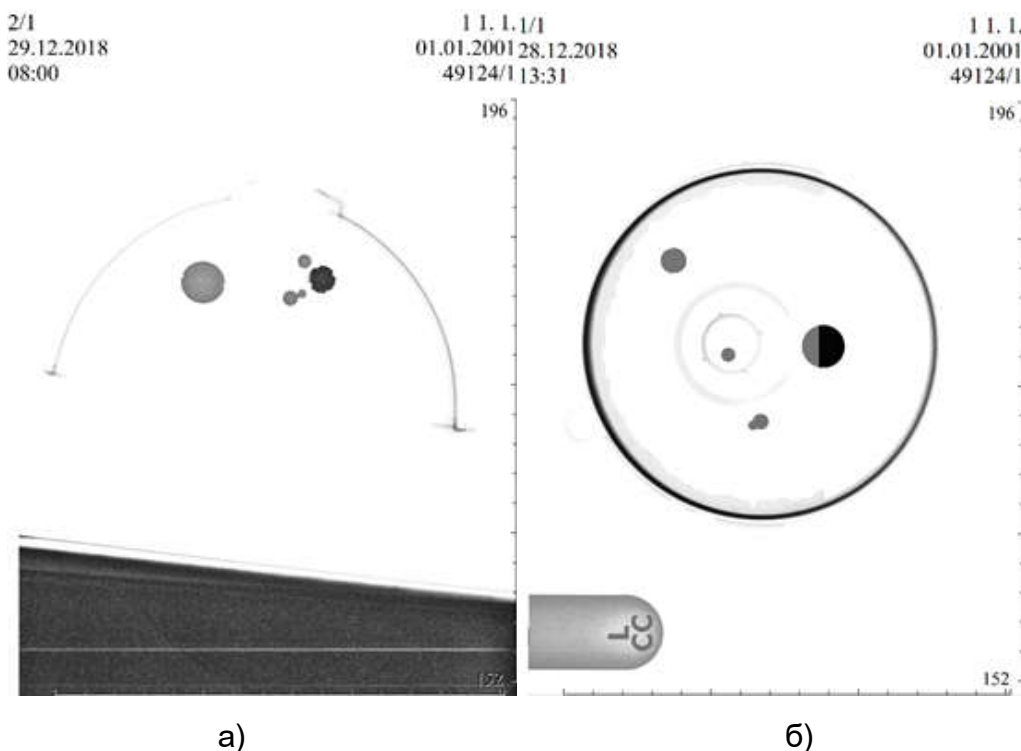


Рис. 1. Исходные изображения для построения модели: а-краниокаудальная косая проекция; б-прямая проекция

Моделирование молочной железы будет выполняться по правилам аксонометрии [6]. Сначала необходимо построить третью проекцию по двум имеющимся. Это необходимо для того, чтобы иметь X-Y-Z-координаты объектов.

Для построения третьей проекции необходимо найти общую ось для имеющихся двух проекций. Найденная ось должна быть такой, чтобы перпендикуляры, опущенные из каждой точки одного имеющегося фотоснимка на данную ось, попадали в соответствующие точки другого фотоснимка. Эти точки отмечены зелёным на Рис. 2.

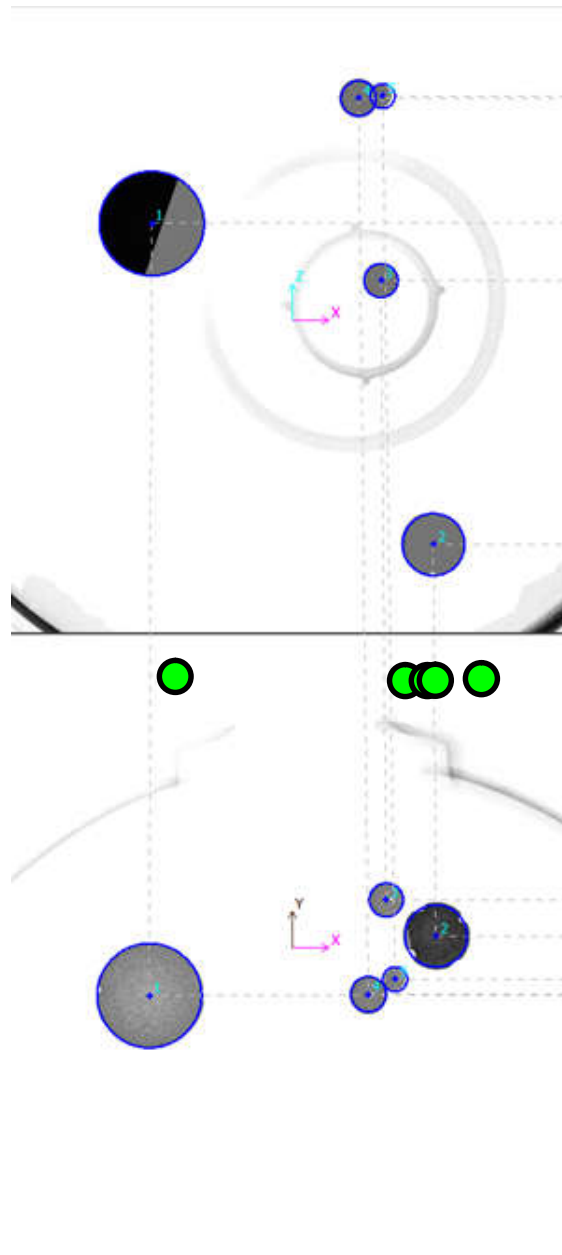


Рис. 2. Нахождение общей оси проекции.

Для того, чтобы найти такую ось или точнее найти расположение этой оси и её направление, выполняется следующее:

1. Берётся ось, направленная строго горизонтально, слева направо.
2. Опускаем перпендикуляры каждого объекта с обоих снимков на данную ось. В результате получается два набора точек: проекция объектов первого снимка на данную ось (набор А), и проекция объектов второго снимка на данную ось (набор Б).
3. Координаты точек проекции на ось, полученные на предыдущем шаге, сравниваются. Если окажется, что различие между координатами точек набора А и набора Б минимально, то это значит, что направление и положение оси найдено правильно, и алгоритм завершается.
4. Иначе, производится поворот объектов первого снимка на 1° по часовой стрелке, и далее происходит повторение алгоритма с шага 2.
5. Если в результате поворота объектов первого снимка на 360° оптимального решения не найдено, то происходит поворот объектов второго снимка на 1° по часовой стрелке, и далее происходит повторение алгоритма с шага 2.
6. Если в результате поворота объектов второго снимка оптимальное решение также не найдено, то в качестве решения выбираются такие углы поворота, при которых отклонение координат точек набора А и набора Б будет минимальным. В этом случае, правильное построение третьей проекции не гарантируется, и скорее всего это значит, что на снимках неправильно сопоставлены точки.

Следующим шагом после нахождения оси проекции для снимков на Рис. 1, является построение третьей. Пример построения представлен на Рис.3.

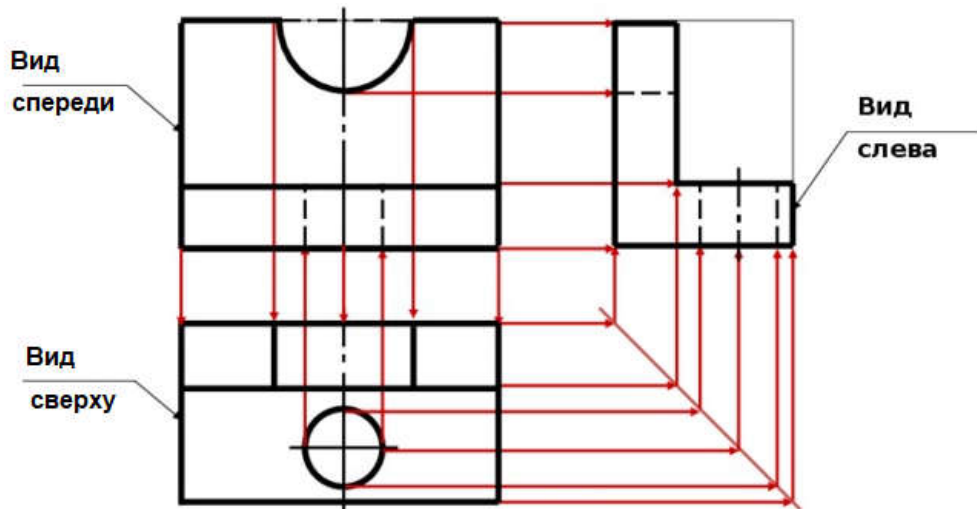


Рис. 3. Построение аксонометрической проекции.

После того, как построена недостающая третья проекция, происходит восстановление координат точек в трехмерном пространстве. Для этого:

- X-координата точки в трехмерном пространстве определяется как X-координата точки из первой проекции
- Y-координата точки в трехмерном пространстве определяется как Y-координата точки из второй проекции
- Z-координата точки в трехмерном пространстве определяется как X-координата точки из третьей (построенной) проекции.

Для построения трехмерной модели по XYZ-координатам точек, координаты предварительно нормируются следующим образом:

- за начало отсчета принимается точка с координатами 0,0,0;
- координаты всех точек смещаются так, чтобы геометрический центр всей 3D-сцены был в точке 0,0,0. Для этого координаты точек пересчитываются:

$$X = \frac{X - (X_{max} - X_{min})}{2} \quad (1)$$

$$Y = \frac{Y - (Y_{max} - Y_{min})}{2} \quad (2)$$

$$Z = \frac{Z - (Z_{max} - Z_{min})}{2} \quad (3)$$

- координаты всех точек масштабируются так, чтобы максимальная координата каждой из точек по каждой из осей

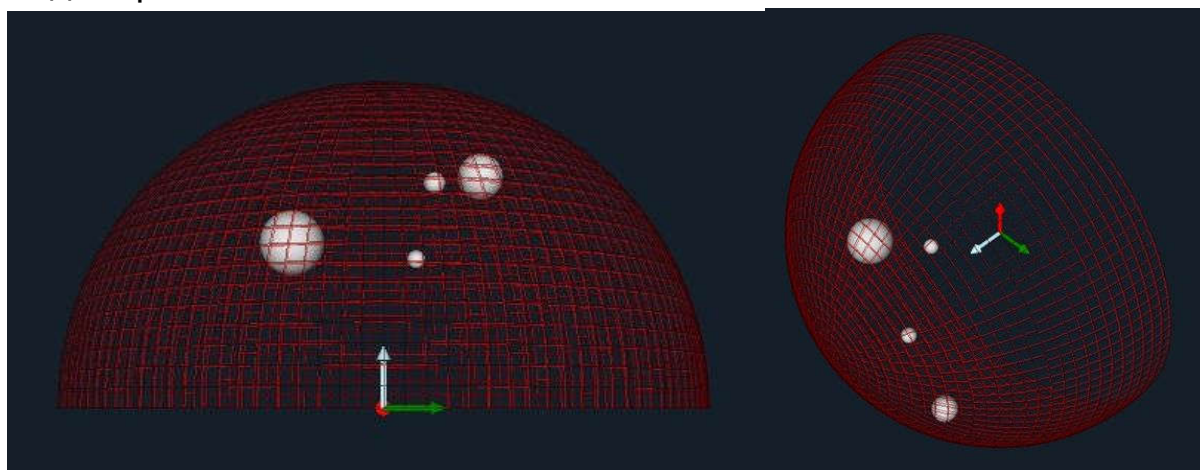
X,Y,Z находилась в диапазоне -1...1. Для этого, координаты каждой точек делятся на следующие коэффициенты:

$$X = \frac{X}{\max(|Xmin|, |Xmax|)} \quad (4)$$

$$Y = \frac{Y}{\max(|Ymin|, |Ymax|)} \quad (5)$$

$$Z = \frac{Z}{\max(|Zmin|, |Zmax|)} \quad (6)$$

В результате описанных выше преобразований, получается трехмерное облако точек, с координатами, лежащими в диапазонах (-1...1, -1...1, -1...1). На Рис. 4 представлены результаты моделирования молочной железы.



а)

б)

Рис.4. Результаты моделирования: а) вид XY; б) вид XYZ

Литература

1. Захарова Е.А., Буланова Ю.А. Математическая модель заболеваний молочной железы // Забайкальский медицинский вестник. 2015. № 1. С. 134-142.
2. Садыков С.С., Захарова Е.А., Буланова Ю.А Компьютерная диагностика новообразований на маммографических снимках // Компьютерная оптика. 2014. Т. 38, № 1. – С. 131-138
3. Садыков С.С., Захарова Е.А., Буланова Ю.А. Алгоритм локализации области фиброаденом на маммограмме // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: сборник научных статей. 2013. № 3 (25). - С. 64-73.
4. Садыков С.С., Буланова Ю.А., Романов А.Г. Алгоритм текстурной сегментации для выявления областей кисты на маммограммах. // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: сборник научных статей. 2013. №1 (23).- С. 50-55.

5. Буланова Ю.А. Исследование алгоритмов распознавания новообразований по маммограммам // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: сборник научных статей. 2014. № 4 (29). – С.22-30.

6. Волжанова О.А. Аксонометрические проекции Учебно-методическое пособие / Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. – 48 с.

ПОДГОРНОВА Ю.А.

E-MAIL: YULIYABULANOVA@YANDEX.RU

МАНЬКОВ И.Р.

E-MAIL: MANKOV.98@MAIL.RU

Рецензент: Щаников Сергей Андреевич, к.т.н., доцент, декан факультета информационных технологий Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», г.Муром.