

# АНАЛИЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА КОМПОЗИЦИИ ТРЕХМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ОСНОВАННОГО НА ВЗАИМНОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.А. Лебедев

Томский политехнический университет

E-mail: val18@tpu.ru

## Введение

В настоящее время увеличивается тенденция к сбору и анализу информации с использованием наборов данных одновременно из нескольких источников, так как это дает возможность наиболее эффективно проводить комплексное исследование различных объектов. Несмотря на то, что данные, полученные из различных источников или при помощи различных методов, могут быть визуализированы отдельно, специалисту бывает трудно мысленно сопоставить несколько трехмерных изображений, особенно если пространственные отношения играют важную роль.

Таким образом целью данной работы являлось написание программного обеспечения, которое предоставляло бы пользователю возможность объединения нескольких наборов данных, представляющих собой трехмерные изображения, для получения наиболее информативной визуализации объекта.

## Описание алгоритма

Данный метод основан на теории информации, в частности, на понятии взаимной информации, и позволяет автоматически выбирать наиболее важные фрагменты из двух трехмерных изображений, поступающих на вход, формируя мультимодальное изображение. Для каждой пары значений в каждой точке производится выбор наиболее информативной информации для получения данных. Метод универсален для различных областей исследования и не требует со стороны пользователя никаких дополнительных действий.

В случае, когда создается канал связи между двумя наборами данных, из теории информации известно, что взаимная информация определяет количество информации, которая является общей или передается между ними. В контексте объединения мультимодальных данных, взаимная информация выражает информацию, содержащуюся в одном изображении, относительно другого. Другим важным фактом является то, что взаимную информацию можно разложить разными способами для получения конкретной информации, связанной с каждым значением интенсивности. Для этого необходимо получить информацию, связанную с интенсивностью значения и значением его градиента. Затем эта информация используется для сравнения важности каждого из объединенных значений. В данном методе конкретная

информация  $I(x;Y)$ , связанная с каждым значением интенсивности  $x$ , выражается способом разложения взаимной информации  $I(X;Y)$ , соответствующим выражению (1).

$$p(y) = \sum_{x \in X} p(x)I(x;Y) \quad (1)$$

Для каждой пары значений конкретная информация используется для выбора наиболее информативного значения, которое должно быть представлено в объединенной модели.

Таким образом, для объединения двух изображений данным методом, должны быть выполнены этапы, рассмотренные далее.

1. Формирование канала связи. Канал связи определяется между двумя зарегистрированными мультимодальными наборами данных. Этот канал позволяет нам рассматривать взаимную информацию между наборами данных.

2. Вычисление конкретной информации. Для каждого набора данных вычисляется информация, связанная с каждым значением интенсивности.

3. Выбор вокселей конечного изображения на основании критериев объединения. Объединенное изображение формируется из самых информативных вокселей наборов исходных данных. То есть для каждой пары вокселей в каждой точке выбирается наиболее информативный (то есть с наивысшей конкретной информацией) для объединенного набора данных.

Для решения задачи объединения двух изображений было разработано приложение на языке C++. Разработанное приложение обрабатывает два набора двухмерных изображений, подаваемых на вход. Результатом работы приложения является набор двухмерных изображений, содержащий наиболее информативные фрагменты входных изображений.

## Тестирование алгоритма

Для апробации приложения был выбран набор данных, представляющий собой результат сканирования методом компьютерной томографии детали, являющейся частью водительского кресла автомобиля. Визуализация осуществлена при помощи пакета обработки изображений Fiji, предназначенного для анализа научных данных. Наборы данных представлены в виде наборов двухмерных изображений, наложенных друг на друга.

Сканирование осуществлялось двумя различными методами:

1. Классическим методом, основанном на затухании рентгеновских лучей (Рисунок 1).



Рис. 1. Модальность 1

2. Методом фазового контраста, основанном на преломлении рентгеновских лучей (Рисунок 2).

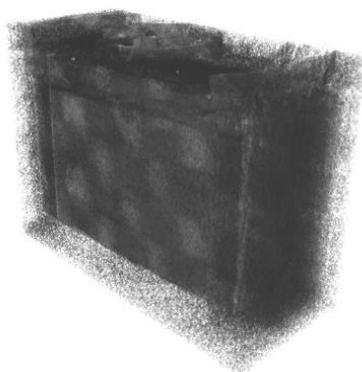


Рис. 2. Модальность 2

В результате объединения исходных изображений методом, основанном на взаимной информации, было сформировано изображение, содержащее в себе фрагменты каждого из этих изображений (Рисунок 3).

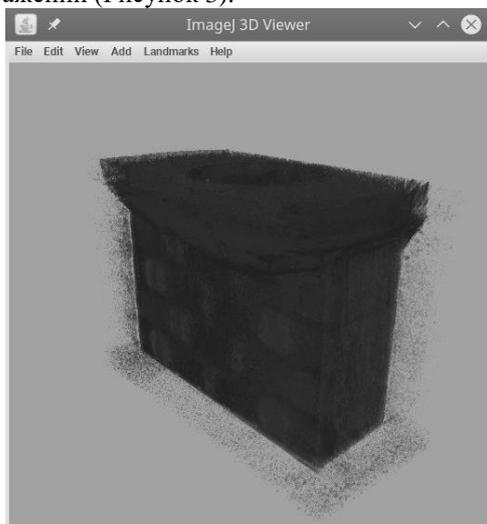


Рис. 3. Результат объединения

Изображение, полученное в результате объединения, содержит основные фрагменты каждого из исходных изображений. Отчетливо видны как наиболее прочные элементы первой модальности, так и значительная часть элементов второй модальности, что обеспечивает четкую видимость всего объекта независимо от прочности отдельных элементов, устраняя недостатки исходных изображений.

Для большей наглядности фрагменты каждой из модальностей могут быть представлены разными цветами, также может быть изменен цвет фона.

### Заключение

В результате выполнения данной работы был исследован и программно реализован метод, позволяющий объединить два набора данных, представляющих собой трехмерные изображения, в одном изображении.

В результате проведения тестирования можно сделать вывод о том, что алгоритм, основанный на взаимной информации, является работоспособным и позволяет объединить две модальности в полностью автоматическом режиме, предоставляя мультимодальное изображение, содержащее наиболее важные фрагменты каждого из изображений, выбранные в соответствии с критериями, основанными на теории информации.

### Список использованных источников

1. Bramon R. et al. Multimodal data fusion based on mutual information //IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. – 2012. – Т. 18. – №. 9. – С. 1574-1587.
2. Jerome N. T. et al. Visualisation of Ultrasound Computer Tomography Breast Dataset //Proceedings of the International Workshop on Medical Ultrasound Tomography: 1.-3. Nov. 2017, Speyer, Germany. – KIT Scientific Publishing, 2018. – С. 349.
3. Haidacher M. et al. Information-based transfer functions for multimodal visualization //VCBM. – 2008. – С. 101-108.
4. Ranger B. et al. Breast ultrasound tomography versus MRI for clinical display of anatomy and tumor rendering: preliminary results //American Journal of Roentgenology. – 2012. – Т. 198. – №. 1. – С. 233-239.
5. Haidacher M., Bruckner S., Groller E. Volume analysis using multimodal surface similarity //IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. – 2011. – Т. 17. – №. 12. – С. 1969-1978.
6. DeWeese M. R., Meister M. How to measure the information gained from one symbol //Network: Computation in Neural Systems. – 1999. – Т. 10. – №. 4. – С. 325-340.