

## ПРОСТОЙ ПОДХОД К ЗАДАЧЕ СКЛЕЙКИ ПЕРЕКРЫВАЮЩИХСЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПАНОРАМУ

Губин А.Ю., Ковин Р.В.

Томский политехнический университет

[byba@sibmail.com](mailto:byba@sibmail.com)

Задача склейки перекрывающихся изображений в панораму (далее по тексту задача склейки), получила новый толчок в развитии благодаря появлению новых методов компьютерного зрения и анализа изображений. Обязательным условием для решения данной задачи является наличие перекрывающихся областей на изображениях, которые в итоге должны быть объединены в одну панораму (рис. 1).

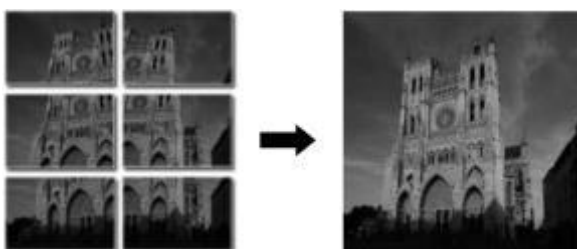


Рис. 1. Перекрывающиеся снимки объединяются в одно целое изображение

Подход, который будет представлен ниже, относится к задаче склейки всего лишь двух изображений. Обобщение задачи, а также дополнительные методы для склейки большого количества снимков, можно найти в [1].

Основной метод решения задачи склейки двух изображений представлен на рисунке 2 [1]. Следует отметить, что каждый шаг данного алгоритма – это отдельная задача, которая требует своего подхода. Для не специалистов в области компьютерного зрения решить задачу склейки даже двух изображений очень сложно, в силу существования большого количества подходов для каждого шага алгоритма, а также сложности их реализации.

Однако с появлением в 2010 году открытой платформы Accord.NET Framework, все кардинально изменилось [3]. Большинство задач компьютерного зрения значительно упростились, так как платформа предоставляет множество уже реализованных методов. Пока платформа не обладает всеми современными подходами к решению задач компьютерного зрения, а некоторые из уже реализованных сильно уступают современным подходам по какому-либо критерию, но для простого подхода к задаче склейки двух изображений их будет достаточно.

Для поиска особых точек (с характерной окрестностью, т.е. отличающихся от всех других

точек в некоторой окрестности  $p$ ) существует много подходов, но основных два: детектор углов Харисса-Лапласа и алгоритм LOG (DOG). Оба метода обладают свойствами повторимости, локальности, значимости, компактности, эффективности и инвариантности, что делает их лучшими среди существующих методов. Однако LOG (DOG) выполняется за один этап, что уменьшает его время работы. В платформе Accord.NET Framework реализован только метод Харисса-Лапласа.

Для описания особых точек также существует множество методов. По сути, данные алгоритмы и определили толчок к развитию задачи склейки, но большинство из них сразу же были запатентованы. Поэтому в платформе реализован всего лишь тривиальный метод решения. Вокруг точки выбирается окно определенного размера, пиксели которого и являются описателями точки. Данный метод не инвариантен к повороту, что приводит еще к одной особенности сделанных снимков. Помимо перекрытия на изображениях, они должны быть переданы методу без поворота относительно оптической оси.

Метод описания особых точек влияет на то, по какому критерию они будут сопоставлены. Так как было выбрано пиксельное окно, то следует использовать методы попиксельного сравнения. Наиболее рациональным является метод кросс-корреляции, когда используется сумма произведений интенсивностей соответствующих пикселей окна, которую максимизируют. Также выбирается способ, как точки будут сопоставлены. Существует два основных подхода: каждая точка сравнивается с каждой или использование  $k-d$  деревьев. Временная сложность первого метода -  $O(N^2)$ , а второго -  $O(N * \log(N))$ , где  $N$  – количество точек. В платформе есть только первый метод для способа сопоставления, однако в ней есть реализация критерия кросс-корреляции.



Рис. 2. Алгоритм сшивки двух изображений в панораму

Но сопоставление происходит не всегда точно, появляются некоторые случайно сопоставленные пары. Чтобы убрать неправильные сопоставления применяется специально разработанный статистический аппарат RANSAC [2], позволяющий точно отсеять ненужные пары.

```

private void Stitching(Bitmap img1, Bitmap img2)
{
    // Основные переменные
    // Особые точки
    private IntPoint[] harrisPoints1;
    private IntPoint[] harrisPoints2;
    // Отобранные точки
    private IntPoint[] correlationPoints1;
    private IntPoint[] correlationPoints2;
    // Матрица гомографии
    private MatrixH homography;
    // Ход алгоритма
    // Шаг 1: Определяется метод Харриса Лапласса
    HarrisCornersDetector harris = new HarrisCornersDetector();
    harrisPoints1 = harris.ProcessImage(img1).ToArray();
    harrisPoints2 = harris.ProcessImage(img2).ToArray();
    // Шаг 2: Выбирается окно в девять пикселей
    CorrelationMatching matcher = new CorrelationMatching(9);
    // Шаг 3: Точки сопоставляются как каждая с каждой
    IntPoint[][] matches = matcher.Match(img1, img2, harrisPoints1, harrisPoints2);
    correlationPoints1 = matches[0];
    correlationPoints2 = matches[1];
    // Шаг 4-5: Определяется метод RANSAC, точки оцениваются
    // и сразу же вычисляется матрица гомографии
    RansacHomographyEstimator ransac = new RansacHomographyEstimator();
    homography = ransac.Estimate(correlationPoints1, correlationPoints2);
    IntPoint[] inliers1 = correlationPoints1.Submatrix(ransac.Inliers);
    IntPoint[] inliers2 = correlationPoints2.Submatrix(ransac.Inliers);
    // Шаг 6: Первое изображение смещается методом линейного градиента
    // и преобразуется с помощью матрицы гомографии
    Blend blend = new Blend(homography, img1);
    // Шаг 7: Второе изображение смещается методом линейного градиента
    // и преобразуется с помощью матрицы гомографии
    pictureBox.Image = blend.Apply(img2);
}
    
```

Рис. 3. Реализация функции сшивки двух изображений

Когда у нас есть пары точек, можно вычислить гомографию. Гомография – это метод проективных преобразований, при котором одна система координат изображения преобразуется в требуемую систему координат. В данном случае гомографию можно представить, как матрицу 3x3 с восьмью

степенями свободы. Преобразования при этом делаются на последнем шаге при построении панорамы, чтобы сначала дать возможность скорректировать цвет и яркость. В данной платформе яркость и цвет можно скорректировать только методом линейного градиента.

На основе платформы, была реализована функция, которая сшивает два изображения в панораму. Код данной функции представлен на рисунке 3.

На рисунках 5- 8 показаны некоторые шаги работы программы.



Рис. 4. Исходные изображения главного корпуса ТПУ



Рис. 5. Особые точки на обоих изображениях



Рис. 6. Сопоставленные пары представлены черными линиями



Рис. 7. Пары после этапа оценки



Рис. 8. Итоговая панорама

Предложенный простой метод сшивки двух изображений позволяет решить данную задачу с приемлемым качеством и с наименьшими трудозатратами.

### Литература

1. Recognizing Panoramas [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.cs.bath.ac.uk/brown/papers/iccv2003.pdf>. Дата обращения: 04.03.2012
2. Computer Vision, Algorithms and Applications [Электронный ресурс]. - URL: <http://szeliski.org/Book/>. Дата обращения: 02.02.2012
3. Accord.Net Framework [Электронный ресурс]. - URL: <http://code.google.com/p/accord/>. Дата обращения: 04.05.2012

## АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАСТОВОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ

Гуляева К.В.

Томский политехнический университет  
[ksenechka\\_g@sibmail.com](mailto:ksenechka_g@sibmail.com)

**Введение.** Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) - один из методов скважинной сейсморазведки, в основе которого лежит изучение особенностей волнового поля во внутренних точках среды. Общей задачей ВСП, как и любого другого метода изучения геологических сред, является уточнение априорной информации о модели среды, в том числе построение пластовой модели среды. Пространственное распределение скоростей распространения сейсмических волн в реальных средах определяется множеством факторов, главным из которых являются два - слоистость и горное давление. Действие других факторов, как правило, осложняет характер распределения физико-геологических свойств горных пород по горизонтали и вертикали. В результате распределение значений скоростей распространения упругих волн в общем случае представляет собой очень сложную функцию координат пространства. Однако для обеспечения реальной возможности решения прикладных задач в сейсморазведке необходимо прибегать к построению упрощенной сейсмической модели изучаемой среды. Основой такого упрощения является представление о сейсмических свойствах слоя. [1]

Под математическим моделированием в сейсморазведке подразумевают процедуры построения сейсмогеологической модели, математическое описание ее параметров, расчеты волновых полей для заданных схем наблюдений, обработку и интерпретацию результатов расчетов. Интерпретация реальных волновых полей на основе математического моделирования предполагает уточнение априорной модели, проведение новых

расчетов волновых полей, сравнение теоретических сейсмограмм с реальными. [2]

**Математическое описание модели.** Как правило, модель описывается граничными условиями и параметрами пластов в отдельных точках среды, а для расчета волновых полей в двумерных и трехмерных средах требуется находить параметры модели в любой точке, что требует решения задачи аппроксимации параметров модели. Далее рассмотрим модель горизонтально-слоистой среды и будем полагать, что слои являются однородными. Т.е. внутри слоя скорость прохождения волны постоянна. Пусть  $X$  является горизонтальной координатой,  $h$  - глубиной,  $\{H_i\}_{i=1}^N$  - границы  $i$ -ого и  $i + 1$  - слоев,  $V_i$  - скорость в  $i$ -ом слое. Наблюдение ВСП проводят в дискретных точках среды, определяемых положением ствола скважины и расстоянием между сейсмоприемниками. Предположим, что скважина вертикальная. При проведении ВСП известно только  $t(h_i)$  - время пробега от поверхности до глубины  $h_i$ . Для решения вопросов сейсморазведки перед методом ВСП ставится задача: по наблюдаемым  $t(h_i)$  определить глубины залегания границ  $H_i$ .

**Ход решения.** Если глубины расположения сейсмоприемников  $h_k$  с номера  $n$  по  $m$  находятся в одном слое, то зарегистрированные времена прихода  $t_k$  в эти сейсмоприемники должны лежать на одной прямой. Отклонение  $t_k$  от прямой внутри однородного слоя обусловлено неточностью