

# Итерационный алгоритм пространственно-временной обработки для прецизионного совмещения контуров

Р.Р. Диязитдинов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Льва Толстого, 23, Самара, Россия, 443010

## Аннотация

В работе представлен итерационный алгоритм для прецизионного совмещения контуров. Контуров имеют одинаковую форму, но при этом характеризуются различным количеством точек, неравномерной дискретизацией и отсутствием соответствия между точками. Разработанный итерационный алгоритм включает в себя отдельную оценку параметров совмещения: оценку смещений вдоль координатных осей и оценку угла поворота. Алгоритм характеризуется более высокой скоростью обработки, чем алгоритм полного перебора и меньшей погрешностью совмещения по сравнению с алгоритмами, основанными на вычислении макропараметров контура.

## Ключевые слова

Совмещение, итерационный, пространственно-временной, контур, прецизионный

## 1. Введение

Современные оптико-электронные триангуляционные датчики позволяют проводить измерения контура объекта с частотой свыше 1000 Гц. Специфические задачи, существующие в различных промышленных сферах (измерения параметров пути на железной дороге, измерение формы деталей автомобилей, летательных аппаратов и т.д.) включают такую область исследования, как пространственно-временная обработка для прецизионного совмещения контуров. К алгоритмам, решающим эти задачи, предъявляются требования по технико-эксплуатационным характеристикам по скорости обработки и погрешности совмещения. Контуров, измеренные триангуляционными датчиками, характеризуются двумя основными особенностями: шаг дискретизации между точками является неравномерным, точки контуров не имеют соответствия друг с другом. Однако совмещаемые контуров имеют одну и ту же форму, и могут быть корректно совмещены. На Рисунке 1 представлен пример контуров головок рельсов до и после совмещения. На Рисунке 1 отражены особенности совмещаемых контуров, описанные выше.

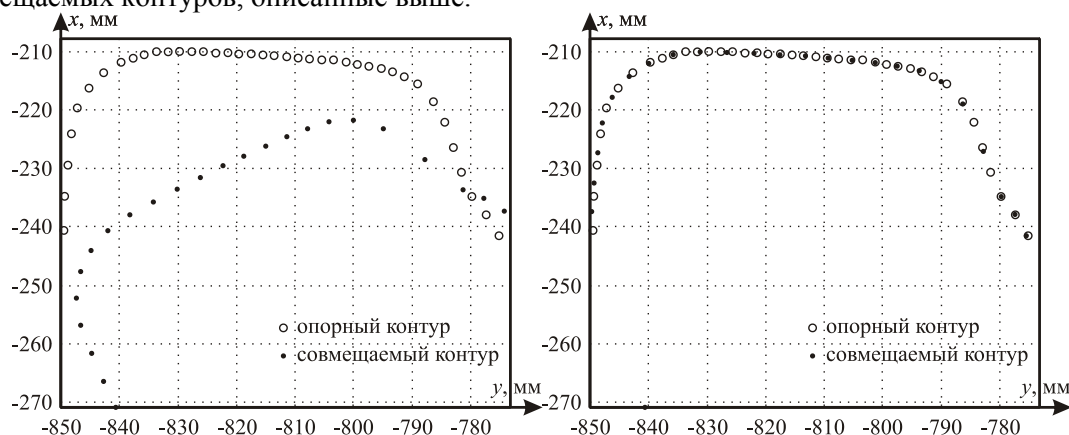


Рисунок 1: Контуров головок рельсов до (а) и после (б) совмещения

## 2. Алгоритм совмещения

Существует два основных подхода для решения задачи:

– полный перебор (проверка возможных гипотез по смещениям и углу поворота), который характеризуется низкой скоростью обработки [1];

– методы на основе макропараметров (наиболее удаленных точек, определение центра масс и т.д.), которые характеризуются высокой погрешностью совмещения [2].

Для решения данной задачи одновременно с высокой скоростью и низкой погрешностью был разработан итерационный алгоритм с отдельной оценкой смещений вдоль осей координат и угла поворота.

Суть алгоритма заключается в следующем: оценка смещений проводится в декартовой системе, а оценка угла поворота в полярной системе.

До проведения обработки для опорного контура выбирается точка-центр. Для второго контура выбирается алогичная точка (используется эвристическая процедура), в качестве начального приближения. Относительно этих центров происходит преобразование контуров в полярную систему координат.

Полученные одномерные сигналы передискретизируются на равномерный шаг, после чего совмещаются. Смещение в полярной системе координат будет определять угол поворота.

Второй контур передискретизируется на шаг дискретизации опорного контура, и используя оценку угла поворота, преобразовывается в декартовую систему. Уточненный центр второго контура рассчитывается как среднее значение разности между точками контуров.

Процедура повторяется выбранное количество раз, либо пока на очередной итерации изменение параметров не будет меньше заданного порога.

## 3. Заключение

Разработанный алгоритм обладает более высокой скоростью обработки, чем алгоритм полного перебора. Численное моделирование показало увеличение скорости обработки приблизительно в 30 раз. В сравнении с алгоритмами совмещения по макропараметрам погрешность оценки линейных параметров совмещения уменьшилась приблизительно с 1 мм до 0,1 мм, а углового параметра – с 0,02 рад до 0,001 рад.

Предложенный алгоритм может быть использован исследователями и разработчиками, занимающимися измерением износов объектов, восстановлением формы объектов, измерением специфических параметров, зависящих от совмещения, в железнодорожной, авиационной и автомобильной сфере.

## 4. Литература

- [1] Баклицкий, В.К. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения: учебное пособие / В.К. Баклицкий. – Тверь: Книжный клуб, 2009. – 360 с.
- [2] Сунгатуллина, Д. Быстрый алгоритм совмещения контуров изображений, связанных изотропным аффинным преобразованием / Д. Сунгатуллина, А. Крылов // Графикон. – 2014. – С. 92-95.