

УДК 004.4'2

**АЛГОРИТМ СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ
РЛС В РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНАХ ВОЛН**

Клочкова Я.В.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Власов Е.Е.

РТУ МИРЭА, Институт Кибернетики

Аннотация: В статье рассматривается алгоритм совмещения радиолокационных изображений форматов .rl4/.rl8, полученных РЛС в различных диапазонах волн.

Ключевые слова: алгоритм, совмещение изображений, программное обеспечение, многокритериальная система оценки качества.

Введение

Современные радиолокационные системы с синтезированием апертуры (далее РСА) позволяют получать детальные радиолокационные изображения (далее РЛИ) вне зависимости от погодных условий. Изображения могут использоваться для различных задач, таких как: сбор информации об объектах на определенной местности, получения данных о поверхности Земли и др.[1] Однако из-за помех не вся информация детально видна на РЛИ. Есть разные способы улучшения таких изображений с целью получения дополнительных сведений. Например: совмещение изображений, полученных радиолокационными станциями (далее РЛС) в различных диапазонах волн. В таком случае объединяется информация из двух изображений, это дает возможность “подсветить”

детали, которые не видно на каждом из изображении по отдельности. Об этом способе и пойдет речь в этой статье.

Существующие решения

На данный момент существует множество готовых решений (алгоритмов), позволяющих “накладывать” изображения друг на друга.[2] Однако большинство из них либо используют только оптические изображение, либо оптические и радиолокационные одновременно.[3] Данные решения не подходят для нашей задачи из-за несоответствия входных данных и методики применения этих алгоритмов к текущей ситуации.

Требования и разработка алгоритма

Входные данные:

2 РЛИ формата .rl8/.rl4

Выходные данные:

1 РЛИ формата .rl8/.rl4

Для получения готового изображения посредством совмещения двух других был разработан алгоритм в основе которого лежит математический аппарат.

Каждое из двух исходных изображений несет в себе разную информацию, так как РЛИ получены в различных диапазонах волн. Именно благодаря этому у нас появляется возможность узнать что-то новое об объектах, расположенных на изображении.

Поступающие на вход изображения калибруются, за счет сильной разницы амплитуд можно выделить фон и сами объекты. Далее РЛИ обрезаются в

местах с высокой амплитудой для повышения скорости работы алгоритма. Объекты на втором изображении пересчитываются для другой длины волны, после чего информация с двух изображений объединяется.

Для обработки изображений необходимо рассчитать эффективную площадь рассеивания объектов (далее ЭПР). ЭПР является количественной мерой отношения плотности потока мощности сигнала, рассеянного в направлении приемника, к мощности потока СВЧ электромагнитных волн, падающих на цель при заданной поляризации передающей антенны.

$$\sigma = 4\pi \frac{P_s}{W_1} \text{ м}^2 \quad (1)$$

где P_s , Вт - мощность сигнала, отраженного от цели в направлении приемника РЛС в единице телесного угла; W_1 , Вт/м² - плотность потока мощности, облучающего цель.

Реальные объекты при облучении их под разными углами могут дать различную мощность отражения. Это вызывает флуктуации принимаемого сигнала. Тогда говорят о средней ЭПР и об уровнях ее флуктуации.

ЭПР простых объектов (например: сфера, плоская пластина и др.) в зависимости от диаграммы обратного рассеяния (далее ДОР) от размеров, длины волны РЛС, углов наблюдения могут быть вычислены по формулам (в случае, когда их размеры существенно больше длины волны).[4]

При разработке алгоритма было принято использовать среднее значение ЭПР для плоской пластиной и трехгранным уголкового отражателем. ЭПР и ДОР для этих объектов приведены в таблице 1.

Объект	Геометрия отражения	Формулы для ЭПР и
--------	---------------------	-------------------

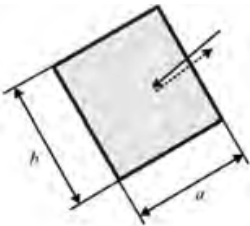
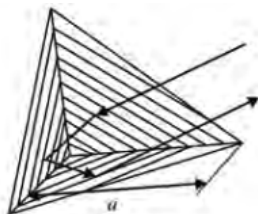
		ДОР
Плоская пластина а*в		$\sigma = \frac{4\pi a^2 b^2}{\lambda^2}$ $G(\alpha) = \frac{\sin[\pi\alpha(a/\lambda)]}{\pi\alpha(a/\lambda)}$ $G(\beta) = \frac{\sin[\pi\beta(b/\lambda)]}{\pi\beta(b/\lambda)}$
Трехгранный уголковогой отражатель, длина грани а		$\sigma = 4/3\pi \frac{a^4}{\lambda^2}$ <p>ДОР - равномерная в интервале $\sim \pm 30^\circ$</p>

Табл. 1 - Характеристика ЭПР и ДОР для простых объектов

Оценка полученного результата

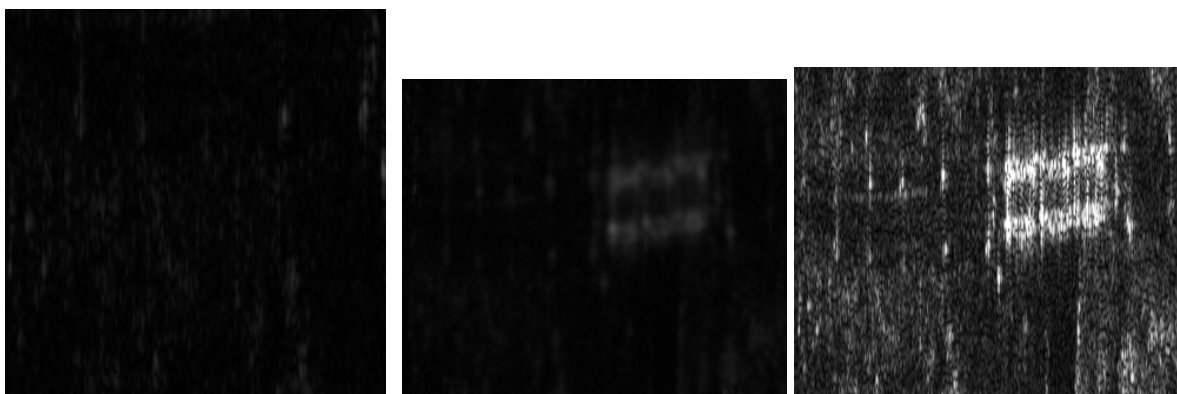


Рисунок 1 - исходное РЛИ 1 (а), исходное РЛИ 2 (б), готовое РЛИ (в)

После обработки можем сравнить полученное изображение с исходными.

Сравнение происходит по следующим критериям:

- яркость найденного объекта;
- контрастность найденного объекта;
- детальность найденного объекта.

Преимущества данного алгоритма в следующем:

- скорость работы за счет вырезания объектов;
- совмещение двух РЛИ формата .rl8/.rl4

Заключение

Полученное изображение существенно лучше двух исходным по яркости, контрастности и детальности, появилась возможность получить новую информацию об объектах.

Список литературы

1. Ключкова Я.В., Власов Е.Е. Применение алгоритмов синтеза с автофокусом // Сборник работ 4 НТК МИРЭА - Москва, 2019 г.
2. URL: <http://aicommunity.narod.ru/Reports/Inex/Image-Superposition.htm>
3. Ефимов А.Г., Разработка и исследование алгоритмов совмещения изображений от бортовых видеодатчиков с виртуальной моделью местности.
4. Верба В.С., Неронский Л.Б., Осипов И.Г., Турук В.Э. Радиолокационные системы замлеобзора космического базирования; Под ред. Верба В.С. - М.: Радиотехника, 2010 - 680 с.