1. **Титульный слайд**

Здравствуйте! Представляю Вам свою выпускную квалификационную работу бакалавра на тему: «Фильтрация двумерного траекторного сигнала для формирования радиолокационных изображений на беспилотных аппаратах».

1. **Актуальность**

Данная тема рассматривает создание радиолокационных изображений, которые обладают рядом преимуществ над оптическими, так как позволяют игнорировать большую часть визуальных помех, в частности таких как: туман, дым, запыленность, ночное время суток. Данная тема является актуальной, так как область применения радиолокационной съемки достаточно обширна: военная разведка, исследование местности, оценка зрелости урожаев, ледовая разведка для прокладки безопасных маршрутов для ледоколов и ряд других. Технология создания радиолокационных изображений в основном применяется с использованием большого количества оборудования и с использованием спутников или летательных аппаратов, что может быть нецелесообразно при меньшем масштабе съемки.

1. **Цели и задачи**

Целью данной работы являлось создание алгоритмов и программ для формирования радиолокационных снимков на малых дальностях путем обработки траекторного радиосигнала с помощью двумерного быстрого преобразования Фурье, позволяющих существенно ускорить процедуру формирования синтезированного изображения.

Главными задачами при выполнении данной работы являлись:

Разработка алгоритма фильтрации и реализация его в виде программ.​

Проведение анализа полученного алгоритма с целью выявления основных факторов, влияющих на качество синтезируемого изображения.​

Разработка программы для моделирования сигналов радара и преобразования их в радиолокационные изображения.

1. **Постановка задачи:**

В качестве исходных данных использовались изображения двумерной сцены, заданные в виде множества точечных отражателей, формируемых заданное изображение, на основе которой были получены комплексные отсчеты траекторного сигнала.

Программа должна преобразовывать двумерный массив траекторного сигнала в синтезируемое изображение, соответствующее исходному (заданному) изображению сцены.

1. **Основные этапы работы**

Разработка алгоритма формирования траекторного сигнала на основе заданных точечных отражателях.

Разработка алгоритма фильтрации полученного сигнала и последующего преобразования его в изображение;

Разработка программы синтезирования РЛИ с примением полученного алгоритма и примением множественной фильтрации.

Тестирование и анализ эффективности применяемых параметров и алгоритмов фильтрации сигналов.

1. **Стэк технологий**

В данной работе применялся язык Matlab . В нем есть множество встроенных функций, которые заметно облегчают разработку программ. В частности был задействован модуль Signal Processing для пакета функций, которые использовались при написании программы для фильтрации сигналов.

1. **Процесс формирование РЛИ**

РЛИ создается на основе полученных антенной сигналов точечных отражателей. Сигналы, получаемые с радара ЛА таким образом мы получаем в виде дуги траекторного сигнала. После чего проводится фильтрация полученных дуг траекторного сигнала, восстанавливая точку, полученную с радара. Она хоть и будет немного размытой, но все еще близка к изначальным данным. Рассмотрим этапы данного процесса подробнее.

1. **Формирование траекторного сигнала**

Принцип создания траекторного сигнала заключается в следующем: ЛА с установленной антенной пролетает над некой точкой А. Как только точка А входит в зону действия антенны – она находится на максимально удаленном расстоянии. Следовательно, значение её импульсной характеристики будет минимальным. По ходу приближения к точке, расстояние будет уменьшаться, а значение амплитуды сигнала будет увеличиваться, а время задержки сигнала и его фаза - уменьшаться. Пиковое значение амплитуды сигнала достигается в момент времени, когда траектория полета ЛА будет перпендикулярна направлению на точку А. В конечном счете полученный сигнал будет иметь вид г*иперболы*. Сверху в действительных, снизу в абсолютных значениях.

1. **Применение Быстрого преобразования Фурье для согласованной фильтрации сигнала**

Для фильтрации мы будем использовать Согласованную фильтрацию. Т.е. мы берем за основу некий эталон – сигнал, соответствующий отражению от точечной цели, который и будет использоваться в качестве импульсной характеристики при свертке с принимаемым сигналом. Свертки сигнала выполняется в частотной области с помощью алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ), в результате работы которого из дуги сигнала мы получим “пиксель”(точку), являющимся пиковы значением полученного сигнала. Применение данного алгоритма на определенном диапазона мы и называем фильтром.

Чем ближе дуга сигнала будет расположена к эталону, тем лучше произойдет свертка (или иначе говоря, тем точнее выйдет точка). Из этих точек создается синтезируемое РЛИ.

1. **Множественный фильтр**

Применение одного фильтра для свертки – недостаточно, так как они обладают ограниченной дальностью эффективности. Следовательно, нам нужно использовать набор из нескольких фильтров охватывая ими определенные диапазоны на всем поле обзора. Однако надо понимать, что обработка при слишком большом количестве фильтров будет занимать много времени и может быть излишней. Если же фильтров будет слишком мало – то это заметно отразится на качестве картинки.

1. **Множественный фильтр**

Также необходимо было учесть и ситуацию наложения фильтров. В случае их пересечения одна и та же точка будет свернута дважды с позиции двух разных фильтров. Поэтому хоть очертания хорошего результата все еще заметны, качество самой точки в результате упадет, так как она будет размыта плохим результатом.

1. **Описание программной разработки**

Код разработанных программ можно увидеть на гитхабе, воспользовавшись КР-кодом, представленному на слайде.

1. **Пример полученных изображений**

На данном слайде представлены примеры работы программы, в частности буквы МАИ, отфильтрованный при оптимальном количестве фильтров.

1. **Пример полученных изображений**

Здесь в качестве примера приведен образ самолета, отфильтрованный на 10 фильтрах.

1. **Заключение**

В результате проделанной работы была разработана программа, реализующая создание и фильтрацию двумерного траекторного сигнала для малых дальностей. Применяемый алгоритм справляется с поставленной задачей.

В результате исследований получены наилучшие размеры фильтров с учетом качества изображения и допустимого времени вычислений, и их количество для получения радиолокационных изображений без потери качества.

Конечное качество изображения напрямую зависит от правильности расстановки фильтров.

Дальнейшее продвижение работы в данной области способно развить и популяризировать использование беспилотных аппаратов для радиолокационной съемки, что очень будет полезно для ряда областей применений, например таких как: исследование, разведка, мониторинг. Также в качестве персепективы рассматривается разработка с примением отечественных, опенсорс аналогов ПО.