



Р.А. Ершов, О.А. Морозов, В.Р. Фидельман

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО-ЭФФЕКТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

В настоящее время высокую актуальность приобретают задачи обнаружения и позиционирования излучающего объекта в реальном масштабе времени методами пассивной пеленгации. Одним из наиболее распространенных методов определения местоположения источников излучения является разностно-дальномерный метод, требующей оценки взаимных временных задержек распространения сигнала многопозиционной синхронизированной во времени системой приемных устройств [1].

Задача определения взаимной временной задержки сигналов возникает также при решении ряда практических вопросов в различных областях прикладной физики: радиосвязь, радиолокация, гидролокация, сейсморазведка, дефектоскопия и т.д. Знание взаимной временной задержки позволяет определять положение источников излучения и получать информацию о структуре среды распространения сигналов.

Для повышения надёжности передачи информации и помехозащищённости в современных цифровых системах связи широкое применение находят сигналы с расширенным спектром. Расширение спектра может достигаться за счёт использования большого количества поднесущих в сигнале (OFDM-модуляция), перестройки рабочей частоты в полосе, включающей в себя набор частотных каналов (ППРЧ) [2].

Задача определения временной задержки Δt распространения обычно решается методами корреляционного анализа. В системах связи с подвижными объектами, в частности с использованием космического сегмента, применение корреляционных методов требует компенсации искажения (масштабирования) спектра сигнала, вызванного влиянием эффекта Доплера.

Наиболее общим при вычислении взаимной временной задержки сигналов является метод построения и анализа взаимной функции неопределённости опорного и исследуемого сигналов:

$$A(\Delta t, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t) s_2^*(t - \Delta t) \exp(-j2\pi\Delta ft) dt \quad (1)$$

Для узкополосных сигналов положение главного максимума функции неопределённости соответствует взаимной временной задержке и доплеровскому сдвигу между сигналами. Однако для широкополосных сигналов функция неопределённости не позволяет точно компенсировать частотное смещение, поскольку сигналы каждого частотного канала характеризуются своим значением смещения несущей частоты.



Для обработки сигналов систем связи с технологией расширения спектра предлагается модифицировать алгоритм оценки взаимной временной задержки методом построения функции неопределённости.

Предлагаемый подход основан на разбиении принимаемых широкополосных сигналов на N частотных каналов при помощи алгоритма цифровой фильтрации сигналов и последующем вычислении сечений функций неопределённости различных частотных каналов. Поскольку набор несущих частот определяется протоколом конкретной системы связи и считается заранее известным, синтез цифровых фильтров, настроенных на каждую из возможных центральных частот, может быть произведен заранее. Для полученного набора сигналов можно применять алгоритм построения функции неопределённости, однако степень выраженности главного максимума, соответствующего взаимной временной задержке между сигналами и доплеровскому смещению в данном канале, будет низкой вследствие малой длины информационной части и достаточно высокого уровня шума. Для учёта всех частотных каналов предлагается вычисление функции неопределённости путем суммирования модулей функций неопределённости сигналов во всех частотных каналах.

Для повышения производительности предлагается реализовать алгоритм вычисления функции неопределённости с применением технологий параллельных вычислений на графических процессорах (GPU), как это предлагается в [3]. Вычисление функции неопределённости сводится к перемножению матриц, составленных из сигналов, и последующему выполнению преобразования Фурье. Данные операции могут быть эффективно распараллелены. Алгоритм позволяет в сотни раз ускорить процесс вычисления функции неопределённости. Задача цифровой фильтрации также может быть реализована с применением технологий параллельных вычислений на GPU. Выходной сигнал вычисляется на основе теоремы о свёртке:

$$y(t) = \mathfrak{F}^{-1}\{\mathfrak{F}\{s(t)\} \cdot \mathfrak{F}\{h(t)\}\}, \quad (2)$$

где \mathfrak{F} обозначает преобразование Фурье. Алгоритм заключается в вычислении Фурье образов входного сигнала и импульсной характеристики фильтра, последующем поэлементном перемножении этих образов и выполнении обратного Фурье-преобразования над полученным массивом. Алгоритм можно обобщить на случай многоканальной фильтрации сигнала набором фильтров. Использование графических процессоров позволяет вычислять выходные сигналы параллельно и независимо друг от друга.

Предложенный алгоритм позволяет оценивать взаимную временную задержку широкополосных сигналов в масштабе времени, близком к реальному.

Литература

1. Гришин Ю. П., Казаринов Ю. М., Ипатов П. В. Радиотехнические системы. – М.: Высш. шк., 1990. – 496 с.
2. Борисов В.И., Зинчук В.М., Лимарев А.Е. Помехозащищённость систем радиосвязи с расширением спектра методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты. – М.: Радиософт, 2008. – 512 с.



3. Логинов А.А., Марычев Д.С., Морозов О.А., Фидельман В.Р. Алгоритм вычисления функции неопределенности в задаче одновременной оценки частотно-временных характеристик сигналов. // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. №3 (27), 2013. – С. 62-73.

Д.А. Рыбаков

ПРИНЦИПЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

(EPAM Systems)

Приводится методика анализа проекта. Раскрывается роль диагностических параметров при оптимизации автоматизированной информационной системы.

Чтобы успешно оптимизировать производительность автоматизированной информационной системы (АИС) следует обратить внимание, что она является частью большего научно-технического или бизнес процесса, поэтому требуется подход, учитывающий место системы в общем контексте.

Диагностика проекта

Прежде всего рассмотрим как можно продиагностировать целостность проекта с использованием методики, приведенной в [1]. Этот простой инструмент анализа позволяет понять, почему проект претерпевает проблемы. Согласно этой методике удачному проекту присущи следующие характеристики: 1) Четкая и адекватная цель, которая описывает *для чего* проект был начат и в каких областях он улучшит жизнь заказчика и пользователей. 2) Проект основывается на принципах, позволяющих успешно осуществлять задуманную цель. 3) Имеются измеримые *показатели* и индикаторы успешности проекта. 4) Обеспечено *взаимодействие* с необходимым кругом людей и систем. 5) Получена необходимая *информация*. 6) Начато *исполнение* задач и реализация проекта. Подробности ниже.

Качество целей проекта может варьировать от выживания любой ценой до захватывающего инновационного творчества. В любом случае информационный проект связан с деятельностью или активностью человека, которую надо ускорить, сделать эффективной либо попросту создать. Это может быть бизнес процесс, научные исследования, обучение, учет, расчеты, работа с оборудованием и т.д. и т.п. Зачастую активность имеет часто повторяющуюся последовательность действий, которая и подлежит автоматизации. Деятельность должна быть формализована и зафиксирована в виде технического задания, математической модели или ясной договоренности между сторонами.

Из пункта №2 должно быть ясно как и за счет чего возможна автоматизация, какие могут быть альтернативы. К принципам построения информационной системы относятся такие, как открытость или закрытость, масштабируемость, соответствие стандартам, законам. Должны быть по-