

Ю.И. Мильков

РАДИОПЕЛЕНГАЦИЯ НА ОСНОВЕ «КВАЗИ – ДОПЛЕРА»

Введение

В данной статье хочу познакомить читателя с основными возможностями и принципами работы «квази – Доплеровской» радиопеленгации. Также хочу остановиться на отличительных чертах и оценках использования подобных методов.

Была поставлена задача - создать простой, дешевый радиопеленгатор, который обладал бы качественными характеристиками по точности около трех градусов по пеленгу. В рамках поставленной задачи были рассмотрены нижеприведенные способы радиопеленгации.

Общие сведения

Радиопеленгация пользуется популярностью очень давно, еще со времен появления самого радио. Существуют основные способы определения пеленга:

1. Методы, основанные на использовании узконаправленных антенн или антенн с узкой диаграммой направленности (ДН);
2. Методы, основанные на применении антенн с ДН типа «кардиоида» (радиокомпасы, охота на «лис»);
3. Метод Wattson – Watt [2];
4. Применения антенн типа TOA (time-of-arrival)[5], метод Adcock;
5. Применение Доплеровского метода;
6. Применение «квази – Доплеровского» метода [1].

Существуют еще и много других методов, но в рамках данной статьи они не рассматриваются.

Итак, из пяти перечисленных методов первый является самым дорогим и самым инерционным, второй имеет низкую точность, метод третий имеет, пожалуй, самые лучшие характеристики, так как он является привилегией для богатых (при нем точность будет составлять около 1 град. !!!, остаются п. 4,5). Из оставшихся методов метод Доплера достаточно трудоемок и имеет высокую инерционность, из-за наличия механической части.

Рассмотрим два оставшихся метода: «квази-Доплеровский» метод и метод «Adcock». Основные отличия методов заключаются в различных конструкциях и принципах работы антенн.

Основные отличия антенн

Антенны делятся на следующие типы:

- Парные антенны с однонаправленной характеристикой в горизонтальной плоскости. Этот тип антенн используется в основном системами: «Adcock», time-of-arrival (TOA), с перекрещивающимися диполями.

- Циклические, основанные на дифференциальном измерении фазы. «Доплеры» и «квази- Доплеры» - это основные типы антенн, используемые сегодня.

Обычно пиковая ошибка у антенн типа «Adcock» при стандартном распределении поля составляет около 11.4°. Ошибка на кривой в заданной позиции отражения описана как синусоида с результирующей ошибкой, стремящейся к ошибке RMS (примерно 8.0°); Как описывалось выше, для больших антенн DF характеристика лучше.

В отличие от однонаправленной системы, система Доплер и «квази – Доплер» может работать значительно точнее и без неоднозначности пеленга. Множество антенных элементов размещаются в круге большого диаметра расстоянием не менее длины волны. Это расстояние влияет на качественные характеристики DF-систем. Из-за большого количества антенных элементов погрешность будет значительно меньше, чем у обычной однонаправленной антенны. Отсюда следует, что чем больше антенн (например, 16 элементов), тем больше точность, и наоборот чем меньше (например, восемь элементов), тем меньше точность (табл. 1). Пиковая ошибка на частоте 118 МГц при антенне из шестнадцати диполей, длиной 1,2 волны составляет 3,4 град [4].

Таблица 1

Результирующая ошибка – стандартное распределение поля

Тип антенн	Пиковая ошибка	RMS ошибка
Однонаправленная (Adcock/TOA)	11.4°	8.0°
Доплер четверть волна (4 плеча)	8.0°	5.4°
Половинный Доплер (8 плеча)	5.2°	2.8°
Полный Доплер (16 плеча)	3.4°	1.5°

Исторические предпосылки

Рассмотрим исторические предпосылки использования аппаратуры «квази-Доплер». Аппаратура «квази-Доплера» была разработана и патентована еще в 40-е годы американской компанией «Servo», которая до сих пор является разработчиком и создателем оборудования по определению направления (DF) уже более пятидесяти лет. Как уже говорилось, с 1940 года «Servo» привлекла и патентовала принцип (Quasi-Doppler) для использования в DF-оборудовании. Это оборудование было поставлено более чем тридцати странам мира, кроме того, используется в Соединенных Штатах в 350 системах Администрации Федеральной службы авиации Соединенных Штатов.

В течение этого периода компания приобрела опыт в создании таких типов DF-систем: Adcock, Doppler, Quasi-Doppler, мультиэлементные системы, переключаемые фазированные антенные решетки.

Но, тем не менее, ничто в мире не идеально, вот и здесь нет идеально точного DF-устройства. На самом деле точность зависит, в первую очередь, от количества препятствий и отражения волны. Каждая преграда и отражение вносят дополнительную погрешность на DF-устройство. Фронт волны может быть не только обычной плоскостью...

Фактически есть несколько путей попадания радиоволны от передатчика на антенну приемника. В соответствии со всеми условиями, DF будет принимать суммарный радиосигнал (RF) со своими конкретными характеристиками. При таких условиях разные системы укажут весьма разные точности.

Теоретический анализ ложного отраженного сигнала

Это очень важный пункт в конструкторской разработке. Математический анализ эффекта отражения антенн является очень полезным методом. Впервые такой анализ проводили и описали Хопкинс и Хорнер (1948г.) из Англии. Математический анализ произведен для всех стандартных конструкций DF-антенн и учтен эффект отражения для каждого из этих типов.

Математический анализ позволяет описывать как максимальные ошибки при единственном отражении для любого угла, так и RMS-ошибки для различных

углов единичного отражения, подобно тому, как описано в эксперименте выше. Для более сложных типов антенн анализ усложняется.

Заключение

Таким образом получается, что системы на основе «квази- Доплера» остаются на данный момент самыми привлекательными в рамках ценовых, инструментальных и прочих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Doppler System DDF6000, DDF6001, www.dopsys.com
2. System Watson-Watt user's guide, www.access1.net/rfprodsdc
3. «Основы радионавигации», Попов А.С.
4. Официальный сайт компании «SERVO», www.servo.com
5. "Time-Difference-Of-Arrival RDF», <http://www.home.att.net/~jleggio/projects/rdf/>

Е. А. Башков, Н. С. Шозда

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ПОИСКА БЛИЗКИХ ПО ЦВЕТОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ИЗОБРАЖЕНИЙ

При разработке баз данных (БД) изображений часто возникает задача поиска изображений, визуально сходных с заданным. Необходимость в быстром и эффективном решении этой задачи очень велика, поскольку такие БД характеризуются большим объемом, постоянно увеличивающимся в процессе эксплуатации. Существуют успешные разработки в данном направлении, учитывающие специфику обрабатываемых изображений, однако задача сравнения содержимого произвольных изображений на сегодняшний день остается практически нерешенной.

Сформировавшийся сравнительно недавно подход, называемый контекстным поиском изображений, предполагает, что для каждого изображения при занесении в БД вычисляются числовые характеристики его содержимого, которые также сохраняются в БД. В дальнейшем в процессе поиска выполняется сравнение не самих изображений, а их характеристик. Очень часто решающее значение приобретает поиск по цветовому содержанию изображений, для представления которого используются точечные (преобладающий, наиболее яркий либо средний цвет точек изображения) и гистограммные (цветовые гистограммы и бинарные цветовые векторы) оценки. Гистограммные оценки более адекватно представляют цветное содержание изображения и используются значительно чаще. Успешные зарубежные реализации контекстного поиска изображений (системы QVIC-разработка фирмы IBM [1], VisualSeek-разработка Колумбийского университета, США [2] и Virage - фирмы Virage [3]) основаны на представлении цветового содержимого именно посредством гистограммных признаков, иногда в комбинации с точечными оценками.

Основными этапами контекстного поиска изображений являются дискретизация цветов (Quantization-Q), построение гистограммы цветов (Histogramming-H), сравнение изображений (Comparison-C) и их сортировка (Sorting - S) по возрастанию вычисленных на этапе С значений. При этом очень важен выбор метрики для сравнения характеристик различных изображений: ее вычисление не должно быть трудоемким, поскольку выполняется многократно.