

Сравнение алгоритмов выделения речевых сигналов для двухэлементной микрофонной решетки

М.Б. Столбов, Т. Куан.

(Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

Научный руководитель – к.т.н., доцент, М.Б. Столбов

(Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

Исследования выполнены за счет стартового финансирования университета ИТМО в рамках НИР № 618278 “Синтез эмоциональной речи на основе генеративных состязательных сетей”.

Работа посвящена сравнению алгоритмов обработки сигналов двухэлементных микрофонных решеток (MP2) для выделения речевых сигналов на фоне широкополосных когерентных шумов. Рассматривались алгоритмы обработки сигналов в частотной области. Работа является развитием предыдущих работ по алгоритмам обработки сигналов MP2: дифференциальным алгоритмам (DMA), алгоритму подавления боковых лепестков (GSC) и алгоритму минимума дисперсии шума (MVDR) [1-4].

Рассмотрена аналитическая модель адаптивного алгоритма MVDR и предложена его модификация, позволяющая избежать при обработке сигналов MP2 усиления некоррелированных шумов окружения, поступающих на микрофоны.

Экспериментальные сравнения алгоритмов проводились на модельных и натуральных сигналах. В качестве модельного сигнала был взят Гауссов белый шум с частотой дискретизации $F_s = 16$ кГц, сдвинутый в каналах на два отсчета. Алгоритмы GSC и MVDR автоматически компенсировали временной сдвиг, алгоритм DMA обеспечивал полное подавление шума в случае точного задания временного сдвига сигналов и подавление 3 дБ, если сдвиг не был задан точно.

Алгоритмы также исследовались на сигналах ($F_s = 16$ кГц), записанных в безэховой камере на микрофоны, разнесенные на расстояние 5 см. Широкополосная помеха с акустической колонки поступала с направлений $0^\circ - 90^\circ$ относительно нормали MP2 с шагом 5° . Каждое новое положение акустической колонки озвучивалось речью диктора, находившегося приблизительно в направлении -30° относительно нормали MP2. Обработка проводилась со следующими параметрами: размер кадра 512 отсчетов, коэффициент сглаживания 0,5. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Табл. Степень подавления шума с различными алгоритмами обработки сигналов MP2.

Алгоритмы/ Эксперименты	DMA	GSC	MVDR
Модельный шум	$+\infty \dots 3$ дБ	51 дБ	39 дБ
Тест в камере	20 дБ при совпадении направления нуля и направления источника помехи	24 дБ	25 дБ

Экспериментальное исследование на натуральных сигналах показало преимущество алгоритма MVDR по сравнению с алгоритмами DMA и GSC.

Основным результатом настоящей работы является представление модифицированного алгоритма MVDR как алгоритма дифференциальной MP2 с адаптивной настройкой нулей в направлениях источников когерентного шума. Преимущество модифицированного алгоритма MVDR заключается в автоматическом формировании нулей диаграммы направленности в направлениях точечных источников помех при ограничении усиления

некоррелированных шумов окружения, поступающих на микрофоны. Полученные результаты могут быть применены при проектировании систем с большим числом микрофонов.

Литература

1. Столбов М.Б., Перельгин С.В. Алгоритмы двухэлементной микрофонной решетки для выделения речевых сигналов в присутствии когерентных помех. // Цифровая обработка сигналов. 2017. №4. С. 34-39.
2. Столбов М.Б., Тхе К.Ч. Прием речевых сигналов в шумовой обстановке с использованием двухэлементных микрофонных решеток. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 5. С. 850–857.
3. Столбов М.Б., Тхе К.Ч. Исследование двухканального алгоритма MVDR для выделения речи из когерентного шума // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 1. С.180-183.
4. Столбов М.Б., Куан Ч.Т. Адаптивный алгоритм MVDR для двухэлементных микрофонной решетки. XLVIII научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО 2019.