

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ СЛУХОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВОСПРИЯТИИ РИТМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ АДДИТИВНЫХ И НЕАДДИТИВНЫХ ШУМОВ

Любинский И.А., Яхно В.П.

Институт проблем управления им В.А. Трапезникова РАН Москва

На основе проведенных психоакустических экспериментов предложен и исследован на ЭВМ алгоритм работы слуховой системы при восприятии ритмических сигналов, использующий гистограммные методы анализа сигналов.

Для проведения исследований был разработан аппаратно-программный комплекс, позволяющий генерировать и предъявлять испытуемым ритмические последовательности импульсов стандартной амплитуды, смешанные с последовательностями таких же импульсов со случайными межимпульсными интервалами. Перед испытуемыми ставилась задача выделить зашумленную таким способом ритмическую последовательность и ввести воспринятый сигнал в ЭВМ путем нажатия ключа. Точность воспроизведения прослушиваемого интервала в соответствии с известными литературными данными [1,2] и результатами собственных экспериментов была принята равной 5%. Предъявляемые испытуемому последовательности различались по количеству и длительности долей (интервалов между соседними импульсами). Длительности долей в двудольном сигнале (T_1 и T_2) выбирались некратными для того чтобы сигнал не был периодическим. Статистика набиралась по 10 испытуемым. Анализ экспериментальных данных показал, что:

1. При различии только во временной организации сигнала и шума (случайная Пуассоновская последовательность) человек способен выделять однодольную последовательность при отношении $T_u / T_c \sim 1$ (T_u и T_c - длительности межимпульсных интервалов шума и сигнала соответственно). При $T_u / T_c < 0,4$ сигнал практически не выделялся (количество правильных ответов не превышало 18%).

2. При прослушивании суперпозиции двух однодольных последовательностей выделение последовательности с большим межимпульсным интервалом происходило существенно хуже, чем с меньшим интервалом.

3. Если временная организация шума была выбрана так, что на каждую долю сигнала попадал хотя бы один импульс шума, испытуемые были не в состоянии выделить сигнал, хотя отношение T_u / T_c так же как и в пункте 1 было близко к единице.

На основании этих результатов был сделан вывод, что при статистическом анализе сигнала на фоне шума слуховая система использует не корреляционную функцию, а гистограмму межимпульсных интервалов. Сформулирован следующий алгоритм работы слуховой системы при восприятии ритмических последовательностей: а) построение гистограммы межимпульсных интервалов, б) нахождение интервалов T_i , которым соответствует четко выраженные максимумы этой гистограммы, в) фильтрация тех импульсов, которые не образуют интервалов, равных T_i , г) нахождение в очищенной таким образом последовательности интервалов.

Проведенный далее анализ показал, что предлагаемый алгоритм имеет заметное преимущество перед корреляционными методами при усложнении временной организации сигнала (т.е. при выделении трехдольных, четырехдольных и т.д. сигналов). Корреляционные методы вообще не применимы при добавлении неаддитивных шумов, например шума не добавляющего ложных импульсов, а лишь сдвигающего импульсы предъявляемой последовательности на некоторую случайную величину ξ с нулевым средним и со сдвек-вадратичным отклонением σ .

Литература

1. Getty D.J. Discrimination of short temporal intervals. A comparison of two models. // Perception & Psychophysics. 1975. v.18. p.1-8.
2. Fraise P. Time and rhythm perceptions. Handbook of perception v.VIII. eds. Cartarette E.G., Freidman E.S. Acad. Press. New York. 1979. p.203-254.