

*Д. А. Монькин**

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КВАЗИГАРМОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Волновые процессы часто встречаются в технике. Значительная часть механических движений, движение периодически работающих механизмов, почти все акустические явления, переменный ток, применяющийся в быту и в разнообразных технических устройствах, радиотехника и часть электроники, вся волновая оптика, волновые свойства частиц – вот далеко не полный перечень явлений и технических приложений, связанных с колебаниями и волнами.

Динамические системы биометрической идентификации/аутентификации личности основаны на использовании в качестве признаков некоторых динамических параметров и характеристик личности (ходка, рукописный и клавиатурный почерки, речь).

Биометрические системы, построенные на анализе индивидуальных особенностей динамики движений, имеют много общего. Это позволяет использовать одну обобщенную схему для описания всех биометрических систем этого класса, которая приведена на рис. 1 и отражает основные этапы обработки информации [1].

Биометрические идентификаторы обеспечивают очень высокие показатели: вероятность несанкционированного доступа – $0,1 \dots 0,0001\%$, вероятность ложного задержания – доли процентов, время идентификации – единицы секунд, но имеют более высокую стоимость по сравнению со средствами атрибутной идентификации. Качественные результаты сравнения различных биометрических технологий по точности идентификации и затратам указаны на рис. 2.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ПГТУ» С. Н. Данилова.

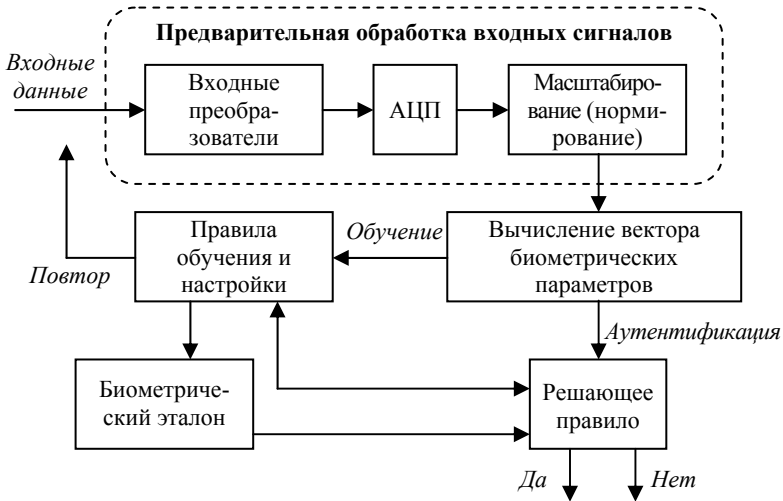


Рис. 1. Обобщенная структурная схема системы идентификации личности по особенностям динамики движений

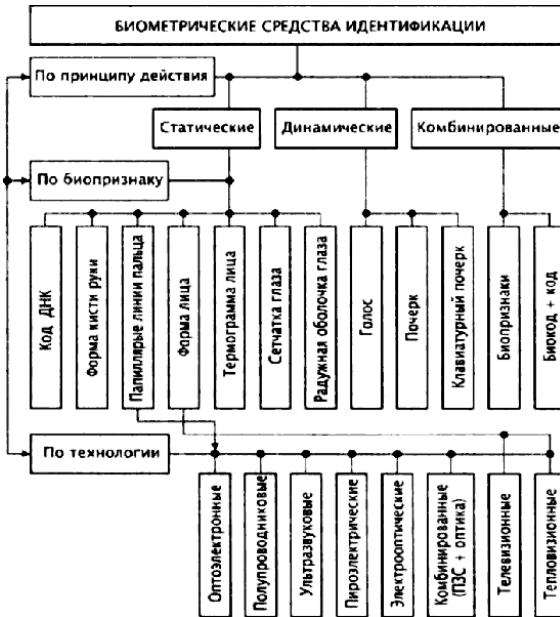


Рис. 2. Классификация современных биометрических средств идентификации

Известны разработки СКУД, основанные на считывании и сравнении конфигураций сетки вен на запястье, образцов запаха, преобразованных в цифровой вид, анализе носящего уникальный характер акустического отклика среднего уха человека при облучении его специфическими акустическими импульсами и т.д.

С целью выбора путей решения задач по оценки параметров квазигармонических процессов, проанализируем существующие методы и их возможности.

1. Составляющие движения могут быть учтены в виде задания шумов модели с соответствующими характеристиками. Но эти составляющие далеко не всегда могут моделироваться белым шумом. Неточность же задания модели приводит к тому, что в невязке появляется коррелированная составляющая. Из этого следует, что процесс, моделируемый как белый шум, содержит на самом деле еще и квазигармоническую составляющую. Такое явление, как показывает анализ, очень часто наблюдается в рассматриваемых системах. Таким образом, возмущения отслеживаемого параметра, которые встречаются в реальных системах, можно разделить на две категории: возмущения типа шума и возмущения волновой структуры. Типичные шумовые возмущения могут быть охарактеризованы в терминах их статистических свойств, таких, как среднее значение, дисперсия, спектральная плотность и т.п. Следовательно, шумовые возмущения можно математически моделировать посредством белого шума и т.п.

Кроме того, возмущения, имеющие волновую структуру, демонстрируют хорошо различимые волнообразные формы – по крайней мере на коротких интервалах времени. Спектр возмущений волнообразной структуры, как показывают оценки, имеет вид, сосредоточенный в некоторой области частот.

Рассмотрим спектры изменения отслеживаемых параметров, как функций времени.

На рисунке 3 приведены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) $S(f)$ для следящих систем, где линия 1 – АЧХ быстродействующего фильтра; линия 2 – АЧХ основного фильтра; α_1 и α_2 – полосы пропускания (величины обратные постоянным времени) этих фильтров соответственно.

На рисунке 4 представлены спектры $S(f)$ отслеживаемых параметров: линия 1 – плавное изменение; линия 2 – быстрое изменение; линия 3 – резкое изменение.

Из рисунков 3 и 4 видно, что обеспечить достаточно точное согласование АЧХ фильтров (рис. 3) и спектров отслеживаемых параметров (рис. 4) сразу для всех видов оцениваемых параметров не представляется возможным.

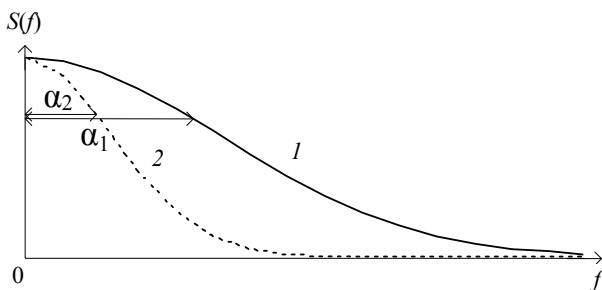


Рис. 3

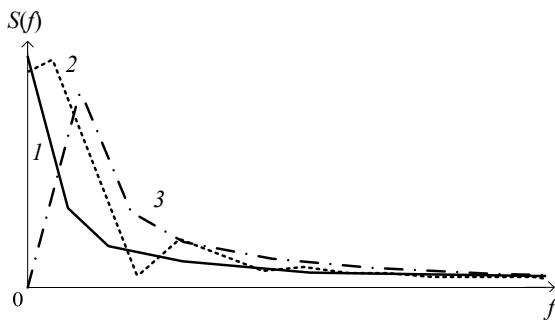


Рис. 4

В дополнение к основному и быстродействующему фильтрам следует использовать фильтр, построенный на основе модели узкополосного случайного процесса, имеющий полосу пропускания похожую на спектр возмущений волнообразной структуры (рис. 4, линия 3). Такой набор фильтров, при соответствующем выборе полос, хорошо согласуется с типичными спектрами изменения отслеживаемых параметров.

2. Модель относительного движения, построенная на основе учета волнового тренда.

Модель состояния для этого случая построим на основе модели узкополосного случайного процесса. Она имеет вид

$$\begin{cases} \dot{\varphi} = \omega; \\ \dot{\omega} = -a\varphi - b\omega + j; \\ \dot{j} = -\alpha j + \xi, \end{cases} \quad (1)$$

где φ – оцениваемый параметр; ω – скорость изменения оцениваемого параметра; a, b – параметры фильтра; α – параметр характеризующий средний период изменения оцениваемого параметра; ξ – гауссовский белый шум.

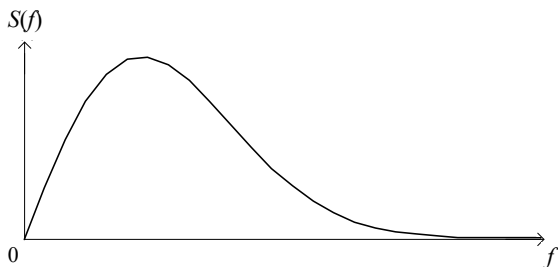


Рис. 5

На рисунке 5 приведен вид АЧХ $S(f)$ для системы.

Необходимо отметить, что для задания параметров фильтра, построенного на основе учета волнового тренда [формула (1)], задается не полоса пропускания α , как это делается например, в быстродействующем и основном фильтрах, а значения центральной частоты и половины ширины полосы пропускания.

На рисунке 6 представлена переходная характеристика $\varphi(t)$ следящей системы, построенной на основе формулы (1), где линия 1 – входное воздействие; линия 2 – реакция следящей системы.

Из рисунка 6 хорошо видно, что в отличие от реакции быстродействующего фильтра здесь имеет место перерегулирование.

Но фильтр, построенный на основе учета волнового тренда, рассчитан на работу с входным воздействием в виде отрезков гармонических функций, поэтому сравним реакцию фильтров на входное воздействие в виде отрезка синусоиды.

На рисунке 7 представлена реакция всех вышеперечисленных фильтров на входное воздействие в виде отрезка синусоиды, где линия 1 – входное воздействие; линия 2 – реакция быстродействующего фильтра; линия 3 – реакция основного фильтр; линия 4 – реакция фильтра, построенного на основе учета волнового тренда.

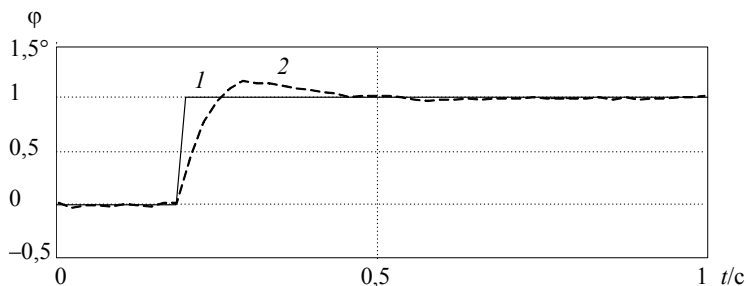


Рис. 6

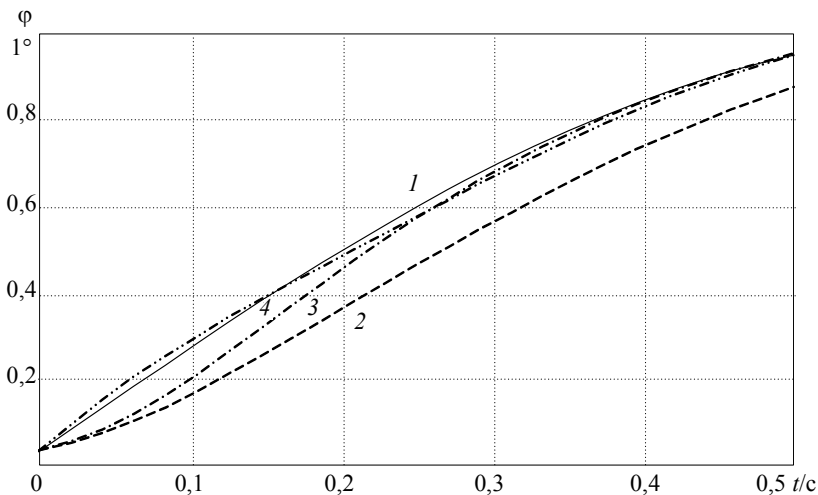


Рис. 7

Из рисунка 7 видно, что фильтр, построенный на основе учета волнового тренда, отслеживает изменение входной величины с наименьшей ошибкой.

Для проверки действительной необходимости использования каждой из рассмотренных выше моделей в составе следящей системы оценим время работы быстродействующего фильтра и фильтра, построенного на основе учета волнового тренда. Под временем работы в данном случае будем понимать время, в течение которого рассматриваемый фильтр по сравнению с остальными работал с наименьшей ошибкой. Такая проверка необходима, так как необоснованное увеличение количества моделей приводит к неоправданному усложнению алгоритма и увеличению вычислительных затрат.

Список литературы

1. *Иванов, А. И.* Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений : монография / А. И. Иванов. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. – 188 с.
2. *Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах* / под ред. К. Т. Леондеса. – Москва : Мир, 1980. – 408 с.