MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
SUMY STATE UNIVERSITY
UKRAINIAN FEDERATION OF INFORMATICS

PROCEEDINGS

OF THE IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

ADVANCED INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

AIST-2016

May 25 –27, 2016
Sumy, Ukraine

The Method for Detection of the Reference Signal

Victor Avramenko, Anton Konoplianchenko, Ruslana Ponomarenko
Sumy State University, Ukraine, avr@sumdu.edu.ua .

Abstarct. The article describes a method for detection of the reference signal, with presence of the periodic additive noise. The characteristics of noise are unknown. The problem is reduced to finding the occurrence of a proportional relationship between some intermediate signals after a time interval equal to the period of the noise. The appearance of proportional relationship detected with using the function of disproportionality by the first order derivative.

Keywords. Periodic Additive Noise, Reference Signal, Function of Disproportionality, Proportional Relationship.

ВВЕДЕНИЕ

Распознавание полезного сигнала при наличии помехи при минимальных сведениях о её характеристиках является актуальной задачей.

В данной работе рассматривается случай, когда имеется аддитивная периодическая помеха с неизвестными спектральными характеристиками. Дано конечное множество функций $f_j(t)$, $j=\overline{1,n}$, описывающих периодические эталонные сигналы.

Анализируется сигнал

$$y(t)=k_1 f_i(t)+k_2(t)\eta(t), \qquad (1)$$

где $f_i(t)$ – сигнал из заданного множества , который нужно распознать;

k_1, $k_2(t)$ - неизвестные коэффициенты.

$k_2(t)$ представляет собой квазистационарный случайный процесс.

$\eta(t)$ - периодическая помеха.

Период помехи не совпадает с периодами эталонных сигналов.

Требуется по мгновенным значениям $y(t)$ и $y'(t)$ распознать какой из эталонных сигналов входит в анализируемый сигнал.

Предлагается по очереди от $y(t)$ отнимать эталонный сигнал:

$$y_1(t)=y(t)-cf_j(t)=$$
$$=kf_i(t)-cf_j(t)+k_2(t)\eta(t) \qquad (2)$$

Если распознается сигнал $f_i(t)$, который входит в $y(t)$, то $y_1(t)$ имеет вид:

$$y_1(t)=(k_1-c)f_i(t)+k_2(t)\eta(t).$$

При $c=k_1$ $y_1(t)=k_2(t)\eta(t)$.

Если бы k_2 был постоянным, то достаточно было бы добиться равенства

$y_1(t)=y_1(t+T_\eta)$, чтобы решить задачу с учетом того, что по условию $\eta(t)=\eta(t+T_\eta)$.

То есть, достаточно было бы зафиксировать появление периодического процесса с периодом T_η.

Однако в общем случае вследствие изменения k_2 между $y_1(t)$ и $y_1(t+T_\eta)$ при $c=k_1$ возникает пропорциональная зависимость:

$$y_1(t)=Ky_1(t+T_\eta) \qquad (3)$$

Таким образом, признаком того, что именно $f_i(t)$ входит в $y(t)$ и того, что $c=k_1$ является появление пропорциональной зависимости (3). При этом коэффициент пропорциональности К неизвестен.

В этих условиях для обнаружения пропорциональной связи между $y_1(t)$ и $y_1(t+T_\eta)$ предлагается использовать функцию непропорциональности по производной 1-го порядка [1]:

$$z_{y_1y_1}(t) = @d^{(1)}_{y_1(t)} y_1(t+T_\eta) = \\ = \frac{y_1(t+T_\eta)}{y_1(t)} - \frac{y_1'(t+T_\eta)}{y_1'(t)} \quad (4)$$

В случае, когда между $y_1(t)$ и $y_1(t+T_\eta)$ появляется пропорциональная зависимость (3), а также, когда скорость изменения коэффициента $k_2(t)$ и $k_2(t+T_\eta)$ близка к нулю. Поскольку по условию задачи $k_2(t)$- квазистационарный случайный процесс, можно считать, что за время решения задачи значение коэффициента k_2 , (а значит и коэффициента K в (3)), постоянное.
Следовательно

$$z_{y_1y_1}(t) = \frac{Ky_1(t+T_\eta)}{y_1(t)} - \frac{Ky_1'(t+T_\eta)}{y_1'(t)} = 0 \quad (5)$$

Таким образом, перебирая эталонные сигналы и изменяя коэффициент *c* в (2), необходимо добиваться выполнения условия (5).

Это условие позволяет удостовериться, что $f_i(t)$ входит в y(t) с коэффициентом $c = k_1$ при нём.

В общем случае для некоторых значений t=t* помеха исчезает $\eta(t^*) = 0$ и $\eta'(t^*) = 0$.

Для обнаружения этого факта необходимо одновременно из вычислением непропорциональности (4) нужно вычислять непропорциональность y(t) по $f_i(t)$:

$$Z_{yt_i}(t) = @\underset{f_i(t)}{d^{(1)}} y(t) = \frac{y(t)}{f_i(t)} - \frac{y'(t)}{f_i'(t)} \quad (6)$$

Если $f_i(t)$ входит в y(t), то при t=t* непропорциональность (6) равняется нулю. В этом случае можно вычислить коэффициент k_1:

$$k_1 = \frac{y(t^*)}{f_i(t^*)}.$$

Однако в случае, если $\eta(t) = 0$ но $\eta'(t) \neq 0$

$$Z_{yf_1}(t) = \frac{k_2\eta'(t)}{f_1'(t)} \neq 0 \quad (7)$$

Если $Z_{yf_1}(t)$ имеет вид (7), то условие (5) не выполняется. Это не дает возможность вычислить k_1:

Рассмотрим более общий случай, когда известно лишь то, что помеха гладкая и периодическая, но её период T_η неизвестный.

Тут возможен вариант, когда период T_i еталонного сигнала $f_i(t)$ и T_η- одинаковые.

Поэтому непропорциональность $y(t+T_i)$ по функции y(t) равна нулю (8).

$$Z_{yy}(t) = @\underset{y(t)}{d^{(1)}} y(t+T_i) = 0. \quad (8)$$

Этот случай не даёт возможности использовать метод, который предлагается.

Если период помехи неизвестен, то для решения задачи необходимо подбирать не только коэффициент *c* в (2) но также и период помехи T_η пока не будет выполнено условие (5).

В общем случае коэффициенты k_1 и k_2 могут изменяться скачкообразно. В этом случае будет наблюдаться переходной процесс $z_{y_1y_1}(t)$ (4), когда условие (5) не будет выполняться. Признаком его окончания будет равенство нулю $z_{y_1y_1}(t)$ (4).

ВЫВОДЫ

Работоспособность предлагаемого метода проверена с помощью компьютерного моделирования. Таким образом решается задача распознавания эталонного сигнала при аддитивной помехе, о которой известно лишь то, что она периодическая. Этот случай очень часто случается на практике.

REFERENCES

[1] Авраменко В.В. Характеристики непропорциональності числовіх функцій / Деп. в ГНТБ Украині 19.01.1988, №59, Ук.98.