эффективного применения различных способов передачи информации, которые находятся из функции переключения $\delta(S)$:

$$\delta(S)= \frac{T_b(S_i)}{T(S)}, \text{ при этом } \delta(S)= 1, \text{ когда } p_{jo}<p<p_{j1},$$

иначе - $\delta(S)>1$, причем значение p_{jo} определяется при соблюдении равенства $T_b(S_i)_{P_j}= T(S)_{P_{j-1}}$, а значение p_{j1}, - в случае выполнения соотношения $T_b(S_i)_{P_j}=T(S)_{P_{j+1}}$ где P_{j-1} и P_{j+1} - множества, соответственно предыдущее и последующее множеству Pj.

Предложенная постановка задачи позволяет максимально использовать возможности системы передачи информации с векторно-адаптивным переспросом для поддержания заданных критериев качества путем изменения своей структуры и параметров на основе контроля состояния канала связи.

SUMMARY

The statement of the problem to do the optimum communication system with vector-adaptive re-asking is proposed in this article. It is based on using the general mathematical model. The proposed statement of the problem give the possibility to maintain to the full the assigned quality criteria of the communication system by changing its structure and parameters taking into account the results of the channel control.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенко А.А. Методы синтеза информационных систем на основе позиционных чисел с неоднородной структурой. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук.-Харьков, 1991.

Поступила в редколлегию 7 февраля 1996 г.

УДК 681.51

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОДНОГО КЛАССА

Полонский А.Д., доц., Володченко Г.С., проф., Новгородцев А.И., ст.преп.

В задачах автоматизации производственных процессов возникает проблема измерения параметров сигналов с представлением результатов в цифровом коде. Алгоритм такого преобразования информации с исчерпывающей точностью описывается в пространстве состояний стохастических линейных дискретных систем следующими разностными скалярными уравнениями [1]:

$$Z(k)=X(k)+V_и(k); \tag{1}$$

$$X(k)=A_x X(k-1)+V_x(k-1), \tag{2}$$

где $X(k)$ - фазовое состояние; $Z(k)$ - измеряемая координата; $V_и(k)$ - помеха наблюдения; $V_x(k-1)$ - гауссовская дискретная последовательность; A_x - постоянный коэффициент преобразования для всех $k=1,2,\ldots,K$.

Наличие помехи наблюдения в (1) приводит к ошибкам преобразования информации.

Целью настоящей работы является нахождение оценки фазового состояния динамического процесса рассматриваемого класса, обеспечивая при этом требуемую точность преобразования информации. Указаная цель может быть достигнута в результате синтеза вычислительного алгоритма. При этом необходимо учесть, что динамические процессы в (1) и (2) являются стохастическими дискретными последовательностями с гауссовскими распределениями, имеющие известные статистические характеристики :

$$M[X(0)]=X_o; \qquad D[X(0)]=P_o;$$
$$M[V_x(k-1)]=0; \qquad D[V_x(k-1)]=P_x; \tag{3}$$
$$M[V_и(k)]=0; \qquad D[V_и(k)]=P_и,$$

где M[*] и D[*] - символы математического ожидания и дисперсии.

Задача синтеза состоит в том, чтобы найти разностное уравнение, обеспечивающее по измеренным значениям $Z(1),Z(2),\ldots,Z(k)$ в (1) оптимальную оценку $X(k/k)$ фазового состояния $X(k)$ системы (2) с минимальной дисперсией

$$D[E(k)]=\min, \tag{4}$$

где $E(k)=X(k)-X(k/k)$ - ошибка оценки фазового состояния динамического процесса рассматриваемого класса.

Для решения задачи синтеза воспользуемся методом условной вероятности. Учитывая, что в (3) стохастические процессы являются независимыми гауссовскими последовательностями, то таковыми будут и $X(0)$, $X(1),\ldots,X(k+1)$ и $Z(0)$, $Z(1),\ldots,Z(k+1)$. Поэтому и условная функция плотности распределения $f[X(k+1)/Z(k+1);\ k=0,K]$ есть функция гауссовской плотности распределения, а оптимальная оценка фазового состояния , в смысле выбранного критерия (4), определится через условное математическое ожидание

$$X(k+1/k+1)=M[X(k+1)/Z(0),Z(1),\ldots,Z(k+1)]. \tag{5}$$

Воспользуемся правилами Байеса [2], на основании которых,с учетом (1)-(3), получим

$$f[X(k+1)/Z(k+1);\ k=0,K]=f[Vн(k+1)]f[X(k+1)/Z(0),$$
$$Z(1),\ldots,Z(k)]/f[Z(k+1)/Z(0),Z(1),\ldots,Z(k)]. \tag{6}$$

Функции распределения, входящие в правую часть (6), однозначно определяются условными математическими ожиданиями и дисперсиями [3]:

$$M[X(k+1)/Z(0),Z(1),\ldots,Z(k)]=A_xX(k/k); \tag{7}$$
$$D[X(k+1)/Z(0),Z(1),\ldots,Z(k)]=A_xP(k/k)A_x+P_x; \tag{8}$$
$$M[Z(k+1)/Z(0),Z(1),\ldots,Z(k)]=A_xX(k/k); \tag{9}$$
$$D[Z(k+1)/Z(0),Z(1),\ldots,Z(k)]=P(k+1/k)+P_и. \tag{10}$$

В (8)

$$P(k/k)=D[E(k)] \tag{11}$$

- дисперсия ошибки апостериорной оценки, а в (10)

$$P(k+1/k)=A_xP(k/k)A_x+P_x \tag{12}$$

- дисперсия ошибки априорной оценки фазового состояния. Тогда учитывая, что $P(k/k)=P(k+1/k+1)=R_o$, из (12) получим

$$P(k+1/k)=A_x R_o A_x + P_x = Q_o. \tag{13}$$

Таким образом, с точностью до постоянного множителя a

$$f[X(k+1)/Z(k+1);\ k=0,K]=a\exp 0,5\{-[X(k+1)-A_xX(k+1)][1: :Q_o][X(k+1)-A_xX(k/k)]-[Z(k+1)-X(k+1)][1/P_н][Z(k+1)- -X(k+1)]+[Z(k+1)-A_xX(k/k)][1/(Q_o+P_н)][Z(k+1)-A_xX(k/k]\}. \tag{14}$$

Из (14) получим искомый алгоритм оптимального оценивания фазового состояния рассматриваемого динамического процесса

$$X(k+1/k+1)=AX(k/k)+BZ(k+1), \tag{15}$$

где

$$A=A_xP_н/[P_н+Q_o]; \tag{16}$$

$$B=Q_o/[Q_o+P_н]. \tag{17}$$

Таким образом, каждая последующая оценка $X(k+1/k+1)$ вычисляется только на основе предыдущей оценки $X(k/k)$ и текущего значения кода $Z(k+1)$ с начальной оценкой $X(0/0)=X_o$.

Для иллюстрации работоспособности синтезированного алгоритма моделировалось решение разностного уравнения (15) вида

$$X(k+1/k+1)=0,25X(k/k)+0,75Z(k+1). \tag{18}$$

При этом $X(0/0)=0$, а коды $Z(0),Z(1),\dots,Z(k+1)$ фиксировались на выходе цифрового счетчика информационной системы измерения скорости звука в жидких средах.

В результате моделирования установлено, что при $Z(k)=0\text{-}6400$ за $n=5$ итераций ошибка оценивания $E(k)$ уменьшилась в 10 раз, а среднеквадратическая ошибка апостериорной оценки фазового состояния в установившемся режиме $бR_o < 0.2$. Учитывая, что точность счета цифрового счетчика $бZ(n)=1$, можно сделать вывод о возможности получения выигрыша в точности преобразования информации $V_б=бZ(n)/бR_o$ не хуже, чем в 5 раз и тем самым подтверждается эффективность синтезированного алгоритма оценки фазового состояния динамического процесса рассматриваемого класса.

SUMMARY

It is suggested the algorithm of optimum estimate of the phase's condition of dunamical process converting of information. An example of simulation is presented.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихонов А.Н. Математическое моделирование технологических процессов.-М.:Наука,1986,264с.
2. Коршунов Ю.М.Математические основы кибернетики.-М.:Энергоатомиздат,1987,496с.
3. Михалевич В.С. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем.-М.:Наука,1982,286с.

Поступила в редколлегию 6 февраля 1996 г.