

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФЕДИНГОВЫХ КАНАЛОВ

Тукубаев З. Б.¹, Асылбеков К.²

(Шымкентский Университет, Казахстан, г. Шымкент)

В статье рассматриваются алгоритмы имитационного моделирования и параметрической идентификации фединговых каналов; алгоритмы реализованы в MS EXCEL и Turbo PROLOG.

Ключевые слова: параметрическая идентификация, имитационное моделирование, фединговые каналы, интервалы кратковременных средних, механизм принятия статистических решений,

1. Актуальность проблемы и различные подходы к ее решению

В настоящее время в Казахстане организованы парки информационной технологии в качестве регионального IT-центра, где проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию новой информационной технологий; в том числе усовершенствуются существующие системы передачи данных согласно требованиям современных цифровых сетей передачи данных.

В автоматизированных системах передачи данных (АСПД) подвижным объектам используются фединговые

¹ Тукубаев Зукурхан Бейсекович, кандидат технических наук, доцент (tukubayev@outlook.com).

2 Асылбеков Кожяхмет, магистр информатики.

радиоканалы, где высокая эффективность достигается применением динамических экспертных систем (ДЭС); так, например, в АСПД “CURTS” ВМС и МПС США, “СНЕС” Канадской фирмы Hermes, телефонной системе “RACE”, “Maritex” и др. используется ДЭС для прогнозирования состояния радиоканалов и выбора оптимальных частот для управления системой передачи данных в реальном времени [6]. Эффективность таких систем на 1 или 2 порядка выше традиционных и приближается к эффективности спутниковых.

В настоящей статье предлагаются алгоритмы моделирования и параметрической идентификации применяемые в динамической экспертной системе измерения, анализа и идентификации федингового канала.

При этом, подсистема моделирования внешнего мира и подсистема сопряжения с внешним миром моделируется на MS Excel; а принятие статистических решений на языке Turbo PROLOG.

Практически во многих случаях встречается класс приложений, где требуется учитывать динамику изменения окружающего мира за время исполнения приложения, т.е. в системах реального времени. Например, в системах управления адаптивной системы передачи данных по фединговым каналам в условиях медленных замираний.

В таких условиях внутри интервалов кратковременных средних статистические параметры каналов остаются постоянными и канал находится в квалистационарном состояний.

При этом, определение законов распределения замираний методом статистической аппроксимации не удастся из- за недостаточности статистик измерений. А для управления системой передачи данных в реальном времени не требуется высокой точности аппроксимации. В таких случаях основную роль играет время реакции системы

(время измерения, анализа, определения типа модели и принятия решения по управлению) нежели точность аппроксимации. Поэтому, в таких случаях применяются параметрические методы определения типа модели замирания и для анализа типа каналов строятся специальные типы экспертных систем (ЭС).

Такие экспертные системы получили название динамических ЭС.

Обобщённая структура таких ЭС будет иметь вид, приведённый на рис.1.

В отличие от статической ЭС в динамической имеется следующие компоненты:

- подсистема моделирования внешнего мира;
- подсистема сопряжения с внешним миром.

В статье предлагаются простые и удобные в использовании алгоритмы имитационного моделирования внешней среды, т.е. федингового канала, а также интерфейса сопряжения с внешней средой, реализованные на широкораспространённом програмном продукте MS Excel. А механизм принятия статистических решений реализовано на языке логического программирования – Turbo PROLOG.

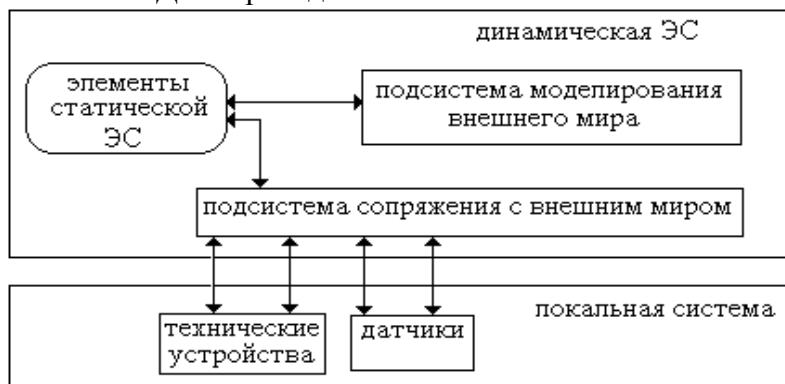
Динамическая ЭС (ДЭС) отличается от статической тем, что при помощи подсистемы сопряжения с внешним миром постоянно во времени производятся измерения наблюдаемого процесса, т.е. федингового сигнала датчиками и предварительная обработка данных измерения. Все эти операции выполняет информационно-измерительная система, которая является подсистемой ДЭС.

В подсистеме моделирования внешнего мира имитируется реальный процес, т.е. фединговый сигнал в реальном времени. При этом, скорость имитационного моделирования превышает скорость протекания реального процесса.

Это дает возможность прогнозировать поведение процесса и управлять системой с упреждением. Поскольку реальные системы являются инерционными, такие способы управления динамическими системами дают больший эффект нежели управления без упреждения.

Приведенная в работе методика особенно удобно в учебном процессе по следующим причинам; используется средство широко распространенного MS Office, т.е. MS Excel. С другой стороны эта программа наиболее приспособлена к иллюстрации полученных результатов.

Схема ДЭС приведена ниже.



ДЭС осуществляет связи с внешним миром через систему контроллеров и датчиков. Кроме того компоненты базы знаний (БЗ) и механизма вывода существенно изменяются, чтобы отразить временную логику происходящих в реальном мире событий.

К таким динамическим средам разработки ДЭС относится семейство программных продуктов фирмы Gensym Corp. (США).

Один из таких продуктов система **G2** – базовый программный продукт, представляющий собой графическую, объектно-ориентированную среду для построения и сопровождения экспертных систем реального времени, предназначенных для мониторинга, диагностики,

оптимизации, планирования и управления динамическим процессом.

В учебном процессе при использовании информационной технологии наибольшей эффективностью обладают широкоиспользуемые и всем известные программные продукты фирмы Microsoft; среди них наибольшей популярностью обладает программа MS Excel, используемая специалистами всех профилей.

В то же время, программы составленные на известном всем языке Турбо Паскаль уступают по многим показателям: простота и удобство, наглядность, доступность и т.д. средствам MS Office; особенно, в учебном процессе при использовании интерактивной доски.

2. Постановка задачи, алгоритм и программа имитационного моделирования

В настоящей статье разработан алгоритм имитационного моделирования нормальных и фелдинговых сигналов различных типов моделей (Релея, Райса, Хойта, Бэкмана, усеченно-нормальной, трехпараметрической и др.) [2,3,4,5].

Алгоритмы приведены в такой последовательности; в первой строке повторяются символы в верхней строки, т.е. наименования столбцов: A,B,C,D,E,F,G,H,I,J и т.д.

1). Во второй строке под символами A,B записываются слова :Rand1 и Rand2 , которые означают, что в этих столбцах записываются равномерно-распределенные в интервале [0,1] псевдослучайные числа; из основной панели инструментов выбирается графа - f_x ; далее, раздел СЛЧИС; нажимая ОК, получаем первое случайное число; методом протаскивания заполняем другие ячейки; объем выбирается произвольно; для начала можно брать около 100.

2). В столбце С во второй строке запишем слово Relay chisla. Далее, с 3 строки вниз по столбу заполняем случайными числами по следующему алгоритму:

$$C3 = \sqrt{-2 * \ln(A3)}. \text{ Эти псевдослучайные числа}$$

распределены по закону Релея.

3). В столбцы D и E во второй строке записываются X1Normal, X2Normal, куда с третьей строки записываются нормальные некоррелированные случайные числа с параметрами (0,1) по алгоритму:

$$D3 = \sqrt{-2 * \ln(A3)} * \cos(2\pi * B3);$$

$$E3 = \sqrt{-2 * \ln(A3)} * \sin(2\pi * B3).$$

4). Для моделирования коррелированных нормальных процессов вводим коэффициент автокорреляции- Ro с третьей строки столбца F; т.е. например, F3= 0,9. Далее, протаскиванием заполняем вес столбец.

5). В столбцы G, H во вторую строку записываются SigmaX, Sigma Y; численные значения среднеквадратических отклонений ортогональных составляющих комплексного сигнала в виде постоянных чисел вводятся с третьей строки и заполняются столбцы.

6). В столбцы I, J во второй строке записываются M_x, M_y , куда с третьей ячейки записываются коэффициенты - математические ожидания по ортогональным компонентам.

7). В столбцы K, L во второй строке записываются X_p, Y_p , с третьей строки запишем нули; далее, с четвертой строки записываются нормальные коррелированные процессы X, Y по алгоритму:

$$K4 = G3 * \sqrt{1 - F^2 3} * D3 + F3 * K3;$$

$$L4 = H3 * \sqrt{1 - F^2 3} * E3 + F3 * L3.$$

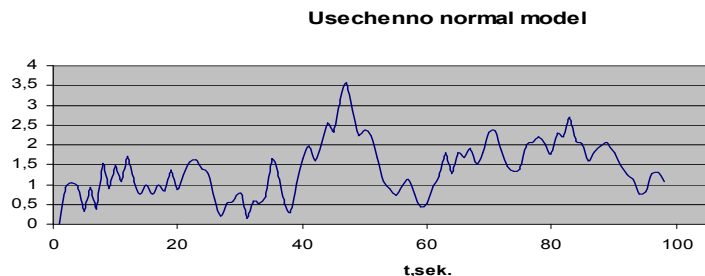
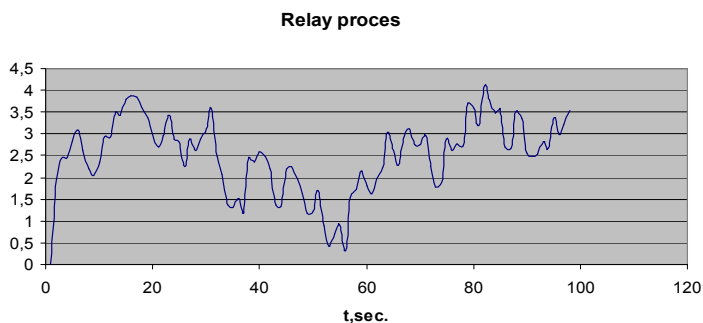
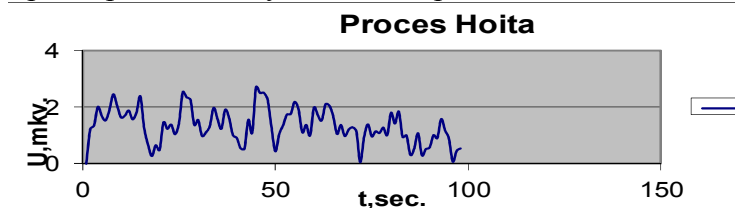
8). В столбце М во вторую ячейку записывается Z relay process, с четвертой строки запишем значения четырехпараметрического сигнала по формуле:

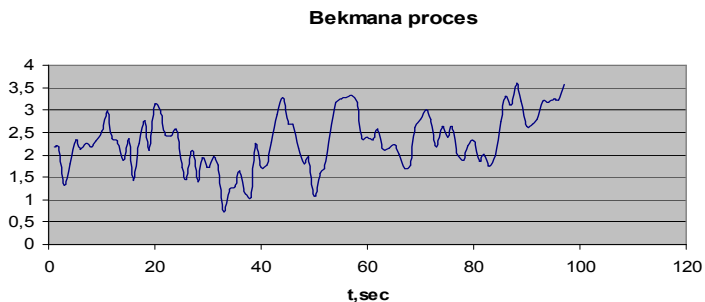
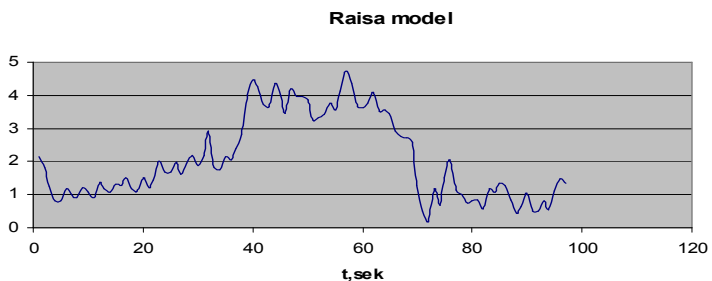
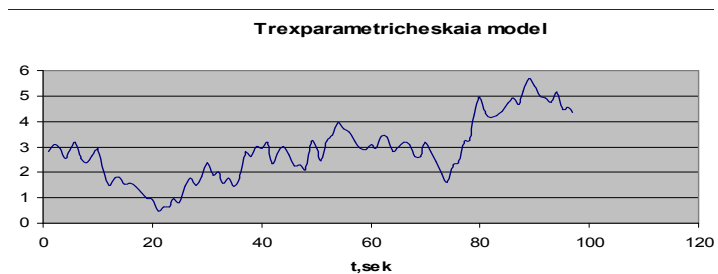
$$M4 = \sqrt{(K4 + i4)^2 + (L4 + J4)^2}, \text{ где } K4 = M_x, L4 = M_y.$$

Задавая различные значения параметрам:

$M_x, M_y, XSigma, YSigma$, можно получить различные модели замираний; теоретически возможно 16 различных моделей; но, однако, практически возможны 12 типов моделей.

Ниже на рисунках приведены результаты имитационного моделирования фединговых каналов для моделей Релея, Райса, Хойта, Бекмана, трехпараметрической и усеченно-нормальной.





3. Анализ результатов моделирования и принятие решений

Наиболее общей формой модели замираний является четырехпараметрическая модель, которую можно получить при условии неравенства всех четырех параметров:

$M_x, M_y, XSigma, YSigma$, к тому же они не должны быть отличны от нуля.

При моделировании каждого из процессов значения параметров указанных процессов должны быть в определенных интервалах.

В литературе эти интервалы четко не определены.

Автор исходя из результатов своих исследований определяет эти интервалы для каждой модели, которые приведены в работах [1-6].

Например, для модели Релея M_x, M_y должны быть равными нулю, а $XSigma, YSigma$ должны быть равными между собой. Практически M_x, M_y отличаются от нуля, но по абсолютной величине должны быть намного меньше значений $XSigma, YSigma$.

А в модели Хойта эти условия сохраняются, только значения $XSigma < YSigma$, т.е. дисперсия по Y превышает дисперсии по X.

В модели усеченно-нормальной это неравенство еще сильнее, т.е. $XSigma << YSigma$.

Модель Райса очень похожа на модель Релея, только $M_x \neq 0 \wedge M_x \geq XSigma, XSigma \approx YSigma$.

А модель Бекмана похожа на модель Хойта только с тем отличием, что в модели $M_x \neq 0 \wedge M_x \geq XSigma, XSigma < YSigma$.

А трехпараметрическая модель похожа на модель усеченную нормальную с тем отличием, что в ней $M_x \neq 0 \wedge M_x \geq XSigma, XSigma << YSigma$.

А в четырехпараметрической модели все параметры отличны от нуля и не равны между собой; т.е.

$M_x \neq 0, M_y \neq 0, XSigma \neq 0, YSigma \neq 0,$

$M_x \neq M_y, XSigma \neq YSigma$.

Исходя из вышеуказанных допущений построен алгоритм идентификации фединговых каналов и составлена

программа на языке Turbo Prolog. Текст программы приведена ниже.

Входные данные для этой программы определяются по результатам обработки содержимых столбцов: N, O.

Суммируя содержимых определяются статистические параметры: M_x^* , M_y^* , $XSigma^*$, $YSigma^*$, где также используются встроенные программы MS Excel.

По значениям этих параметров Prolog-программа определяет тип модели федингового канала, который выводится на экран диалогового окна.

4. Заключение

1).Алгоритм моделирования случайных фединговых сигналов на MS Excel является простым, наглядным и понятным широкому кругу пользователей.

2). Алгоритм дает возможность имитировать сразу несколько сигналов паралельно: некоррелированные равномерно распределенные, нормальные, релеевские и другие.

3).На базе четырехпараметрической модели изменяя только лишь параметры можно имитировать большое разнообразие фединговых сигналов; практически возможно 12 типов моделей.

4). По дискретным значениям ортогональных сигналов определяются статистические параметры:

M_x , M_y , $XSigma$, $YSigma$, которые являются входной информацией для Prolog-программы; которая идентифицирует в реальном времени модель федингового канала и выводит на экран диалогового окна тип модели.

5). Разработанные программы удобно использовать не только в учебном процессе, также их можно использовать в научно-исследовательских работах при исследований и

проектирований различных помехоустойчивых систем передачи данных по фединговым радиоканалам.

Текст программы на языке Turbo Prolog.

Predicates

nondeterm vivid

nondeterm kanal(real,real,real,real,string)

clauses

vivod:-write("vvedite MX="),readreal(MX),

write("vvedite MY="),readreal(MY),

write("vvedite SX="),readreal(SX),

write("vvedite SY="),readreal(SY),

kanal(MX,MY,SX,SY,Z),write("model kanala= ",Z).

kanal(A,B,C,D,E):-0<abs(A) and abs(A)<=0.5,0<abs(B) and abs(B)<=0.5,

(D-C)<0.5,E="Relay".

kanal(A,B,C,D,E):-0<abs(A) and abs(A)<=0.5,0<abs(B) and abs(B)<=0.5,

(D-C)>=0.5 and(D-C)<1.5,E="Hoit".

kanal(A,B,C,D,E):-0<abs(A) and abs(A)<=0.5,0<abs(B) and abs(B)<=0.5,

(D-C)>=1.5,E="UsNormal".

kanal(A,B,C,D,E):-A>0.5,0<abs(B) and abs(B)<=0.5,(D-C)<0.5,E="Rais".

kanal(A,B,C,D,E):-A>0.5,0<abs(B) and abs(B)<=0.5,

(D-C)>=0.5 and (D-C)<1.5,E="Bekman".

kanal(A,B,C,D,E):-A>0.5,0<abs(B) and abs(B)<=0.5,(D-C)>=1.5,E="TrParam".

goal

vivod.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
2	Rand1	Rand2	RelaChis1	X1Normal	Y1Normal	Ro	SigmaX	SigmaY	Mix	My	Xp	Yp2delay proc %2		Y2	
3	0,288695	0,087669	1,621449	1,381904	0,849198	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
4	0,619743	0,703091	0,978214	-0,28626	-0,93639	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	6,00E-01	3,70E-01	2,64441	4,70E-01
5	0,108518	0,964211	2,10753	2,063016	-0,47824	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	4,17E-01	-7,50E-02	2,417476	2,42E+00
6	0,72623	0,520016	0,79986	-0,79371	-0,09801	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	1,27E+00	-2,75E-01	3,275183	3,27E+00
7	0,127625	0,286509	2,029116	-0,44717	1,979229	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	7,97E-01	-2,91E-01	2,803975	2,80E+00
8	0,199904	0,473032	1,794389	-1,78823	0,305266	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	5,23E-01	6,01E-01	2,618415	2,52E+00
9	0,854547	0,713434	0,560686	-0,12893	-0,54686	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	-3,00E-01	6,74E-01	1,867718	1,70E+00
10	0,849066	0,790541	0,572067	0,142756	-0,55397	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	-3,28E-01	3,69E-01	1,738016	1,67E+00
11	0,115622	0,73136	2,077225	-0,24753	-2,06242	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	-2,32E-01	9,04E-02	1,776891	1,77E+00
12	0,900267	0,730844	0,468398	-0,0661	-0,45495	9,00E-01	1,00E+00		1	2	0,1	-3,16E-01	-8,18E-01	1,830289	1,88E+00

Литература

1. ТУКУБАЕВ З.Б. и др. *Прикладные методы и алгоритмы имитационного моделирования фединговых сигналов* //сб."Хабаршы" МКТУ им.Ясауи,№3,с.89-92, Туркестан, 2008.
2. ТУКУБАЕВ З.Б. и др. *Прикладные методы и алгоритмы обработки измерений фединговых сигналов* // сб."Хабаршы" МКТУ им.Ясауи, №3,Туркестан, 2008.
4. ТУКУБАЕВ З.Б. *Методы и алгоритмы распознавания фединговых сигналов в системах управления связью* // сб."Хабаршы" МКТУ им.Ясауи, №1,с.54-60,Туркестан, 2008.
5. ТУКУБАЕВ З.Б. и др. *Обобщенный алгоритм измерения, аппроксимации, моделирования и прогнозирования в управлении пространственно-временными каналами* // Журнал "Проблемы информатики и энергетики", изд. Фан, вып.5, Ташкент,1998 г.
6. ТУКУБАЕВ З.Б. и др. *Обобщенный алгоритм измерения, аппроксимации, моделирования и*

прогнозирования в пространственно-временных каналах // Материалы международной конф. “Вычислительные технологии и матем. моделиров.в науке,технике и образовании”, ВТММ-2002,ч.5, Новосибирск-Алматы,2002.

7. ТУКУБАЕВ З.Б. *Ақпараттық жүйелер мен желілерді моделдеу және идентификациялау: учеб. для вузов. - Туркестан, Тұран, 2012. - 289 с.*

8. ТУКУБАЕВ З.Б. *Стохастикалық ақпараттық жүйелер мен желілерді моделдеу, идентификациялау және басқару әдістері мен алгоритмдері: монография, - Туркестан, Тұран, 2012 г., - 351 с.*

MODELING AND PARAMETRIC IDENTIFICATION OF FEDING CHANNELS

Zukurhan Tukubayev, Shimkent University,
Kazakhstan, Shimkent, Doctor of science, (tukubayev@outlook.com).
Asilbekov Kojaxmet, Shimkent University, Kazakhstan,
Shimkent.

Abstract: The article deals with the simulation algorithms and parametric identification feding channels; algorithms are implemented in MS EXCELL and Turbo PROLOG.

Keywords: parametric identification, simulation, feding channels, medium short intervals, the mechanism of statistical decisions.