МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное автономное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Севастопольский государственный университет

кафедра Информационных систем

**Лисянский Александр Игоревич**

Институт информационных технологий и управления в технических системах

курс 2 группа ИC/м-21(о)

09.04.02 Информационные системы и технологии

Лабораторная работа №3

по дисциплине «Методы информационной оптимизации систем и процессов»

«Исследование способов интерполяции случайных

стационарных процессов с разной степенью

дифференцируемости»

Отметка о зачёте \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата)

Руководитель практикума

(должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

Севастополь 2017

1. **Цель работы**

Выполнить экспериментальное определение погрешности интерполяции негауссовских процессов, сопровождаемых аддитивным шумом.

1. **Постановка задачи**

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо:

* Создать вектор X00 из *N*=10000 случайных чисел, распределенных по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и стандартным (среднеквадратическим) отклонением, равным единице. Этот вектор в дальнейшем будет представлять собой аддитивный гауссовский белый шум.
* В соответствии с полученным у преподавателя в лабораторной работе №1вариантом распределения вероятностей смоделировать массив X0 из *N*=10000 отсчетов случайного стационарного некоррелированного процесса X0.
* В соответствии с полученным в лабораторной работе №1 значением величины коэффициента *a* ивариантом распределения вероятностей смоделировать из X0 массив X1 из *N*=10000 отсчетов случайного стационарного экспоненциально коррелированного процесса X1.
* Из массива X1 путем фильтрации смоделировать дифференцируемый случайный стационарный процесс X2. (Процессы X00, X0, X1 и X2 должны быть центрированы.)
* Найти корреляционные векторы процессов X0, X1 и X2. Определить их дисперсии и найти нормированные корреляционные векторы R0, R1 и R2. Рассчитать величины *δ2* и  для интерполяции процессов X0, X1 и X2 и сравнить их.
* Смоделировать массивы Y0 = X0 + X00, Y1 = X1 + X00, Y2 = X2 + X00 для трех значений =0.1, 0.3, 0.5.
* Найти корреляционные векторы процессов Y0, Y1 и Y2. Определить их дисперсии и найти нормированные корреляционные векторы RY0, RY1 и RY2. Построить графики последних.
* Рассчитать величины *δ2* и  для интерполяции процессов X0, X1 и X2 по процессам Y0, Y1 и Y2 и сравнить их.

1. **Сценарий MatLab**

Для решения поставленной задачи был написан сценарий MatLab, текст которого представлен ниже.

clear all

close all

format compact

N = 1000;

mu = 0.5;

X00 = exprnd(mu, 1, N);

X00 = X00 - mean(X00);

X0 = exprnd(mu, 1, N);

X0 = X0 - mean(X0);

a = 0.9;

sigma = 1;

X1 = filter(sigma \* sqrt(1 - a ^ 2), [1, -a], X0);

X1 = X1 - mean(X1);

a1 = 0.7;

X2 = filter(sqrt(1 - a1 ^ 2), [1, -a1], X1);

X2 = X2 - mean(X2);

N1 = 20;

[~, B00] = corrmtx(X00, N1);

[~, B0] = corrmtx(X0, N1);

[~, B1] = corrmtx(X1, N1);

[~, B2] = corrmtx(X2, N1);

vX00 = var(X00);

vX0 = var(X0);

vX1 = var(X1);

vX2 = var(X2);

R00 = B00(1, :) / vX00;

R0 = B0(1, :) / vX0;

R1 = B1(1, :) / vX1;

R2 = B2(1, :) / vX2;

figure;

stem(R00);

figure;

subplot(3, 1, 1);

stem(R0);

subplot(3, 1, 2);

stem(R1);

subplot(3, 1, 3);

stem(R2);

mu = 0

for i = 2 : 2 : 10

i

disintXY(X0, X00, i, length(X00))

disintXY(X1, X00, i, length(X00))

disintXY(X2, X00, i, length(X00))

end

for mu = 0.1 : 0.2 : 0.5

char(13)

Y0 = X0 + sqrt(mu) \* X00;

Y1 = X1 + sqrt(mu) \* X00;

Y2 = X2 + sqrt(mu) \* X00;

[~, B0] = corrmtx(Y0, N1);

[~, B1] = corrmtx(Y1, N1);

[~, B2] = corrmtx(Y2, N1);

vY0 = var(Y0);

vY1 = var(Y1);

vY2 = var(Y2);

R0 = B0(1, :) / vY0;

R1 = B1(1, :) / vY1;

R2 = B2(1, :) / vY2;

figure;

subplot(3, 1, 1);

stem(R0);

subplot(3, 1, 2);

stem(R1);

subplot(3, 1, 3);

stem(R2);

mu = mu

for i = 2 : 2 : 10

i

disintXY(Y0, X00, i, length(X00))

disintXY(Y1, X00, i, length(X00))

disintXY(Y2, X00, i, length(X00))

end

end;

1. **Результаты выполнения сценария**

Выполнена генерация двух массивов случайных величин, подчиняющихся экспоненциальному закону, заданной величины. На рисунке 1 представлен корреляционный вектор первого из них.



Рисунок 1 – Нормированный корреляционный вектор

Второй массив был подвержен фильтрации одним, а затем вторым, фильтрами. Корреляционные вектора исходного, пропущенного через один и два фильтра представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Корреляционные вектора исходного, пропущенного через один и два фильтра процессов

Для массивов были рассчитаны значения ошибки интерполяции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Значения ошибки интерполяции

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество пропусков через фильтр | 2τ0 | 4τ0 | 6τ0 | 8τ0 | 10τ0 |
| 0 | 360.7421 | 354.3233 | 355.4274 | 342.7346 | 348.7563 |
| 1 | 297.6260 | 294.1880 | 287.5376 | 298.3705 | 323.8514 |
| 2 | 881.6921 | 876.9623 | 872.5825 | 890.7688 | 933.8559 |

К исходному массиву добавлен первый массив случайных значений с коэффициентом 0,1 (т.е примешан шум) и повторены те же самые действия. Полученные корреляционные вектора представлены на рисунке 3



Рисунок 3 – Корреляционные вектора исходного с примешанным с коэффициентом 0.1 шумом, пропущенного через один и два фильтра процессов

Для массивов были рассчитаны значения ошибки интерполяции, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Значения ошибки интерполяции для сигнала с шумом, добавленным с коэффициентом 0.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество пропусков через фильтр | 2τ0 | 4τ0 | 6τ0 | 8τ0 | 10τ0 |
| 0 | 434.8520 | 371.0433 | 375.6435 | 360.7440 | 348.7563 |
| 1 | 371.7634 | 310.7383 | 307.5364 | 316.1488 | 323.8514 |
| 2 | 913.6274 | 898.5646 | 897.5411 | 913.6567 | 933.8559 |

К исходному процессу был примешан шум с коэффициентами 0.3 и 0.5. Соответствующие графики представлены на рисунках 4-5.



Рисунок 4 – Корреляционные вектора исходного с примешанным с коэффициентом 0.3 шумом, пропущенного через один и два фильтра процессов



Рисунок 5 – Корреляционные вектора исходного с примешанным с коэффициентом 0.5 шумом, пропущенного через один и два фильтра процессов.

Для массивов были рассчитаны значения ошибки интерполяции, представленные в таблицах 3-4.

Таблица 3 – Значения ошибки интерполяции для сигнала с шумом, добавленным с коэффициентом 0.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество пропусков через фильтр | 2τ0 | 4τ0 | 6τ0 | 8τ0 | 10τ0 |
| 0 | 434.8520 | 410.9792 | 418.1028 | 401.5396 | 399.5938 |
| 1 | 371.7634 | 350.5500 | 349.8365 | 356.7752 | 374.1146 |
| 2 | 964.8016 | 942.0745 | 943.4721 | 958.0236 | 987.6322 |

Таблица 4 – Значения ошибки интерполяции для сигнала с шумом, добавленным с коэффициентом 0.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество пропусков через фильтр | 2τ0 | 4τ0 | 6τ0 | 8τ0 | 10τ0 |
| 0 | 481.1240 | 452.0834 | 460.9266 | 443.1942 | 448.0959 |
| 1 | 418.0434 | 391.5686 | 392.5508 | 398.3133 | 422.2212 |
| 2 | 1013.7 | 985.6395 | 988.6862 | 1002.1 | 1038.2 |

С увеличением расстояния между интерполирующими отчётами уменьшается погрешность. Сигнал прошедший первый фильтр имеет меньшую погрешность интерполяции, а оба фильтра – большую. С увеличением шума увеличивается и первый отсчёт корреляционного вектора, также увеличивается и погрешность.

Вывод:

В ходе выполнения лабораторной работы выполнено численное исследование погрешности интерполяции случайных стационарных процессов, имеющих заданное количество производных. Экспериментально определены погрешности интерполяции негауссовских процессов, сопровождаемых аддитивным шумом.

Получены корреляционные векторы процессов и их ошибки интерполяции. С увеличением расстояния между интерполирующими отчётами уменьшается погрешность. Сигнал прошедший первый фильтр имеет меньшую погрешность интерполяции, а оба фильтра – большую. С увеличением шума увеличивается и первый отсчёт корреляционного вектора, также увеличивается и погрешность.