FRI-2G.302-1-CSNT-02

IDENTIFICATION OF SIGNALS WITH SUPERPOSED NOISES BY APPLICATION OF DISCRIMINANT ANALYSIS[1]

Assoc. Prof. Ivelina Balabanova, PhD
Department of Communications, Equipment and Technologies,
Technical University of Gabrovo
Phone: 066-827 375
E-mail: ivstoeva@abv.bg

Eng. Georgi Georgiev
Department of Communications, Equipment and Technologies,
Technical University of Gabrovo
Phone: 0877 522 029
E-mail: givanow@abv.bg

Assoc. Prof. Stela Kostadinova, PhD
Department of Communication Engineering and Technologies,
Technical University of Varna
Phone: 0878 880 459
E-mail: stela.kostadinova@tu-varna.bg

Abstract: *In this paper explores the possibility of using the apparatus of the discriminant analysis in identifying signals with superposed noises. For this purpose of the study, simulated sinusoidal and rectangular signals with the appearance of unwanted lateral Periodic Random and Inverse F noises. Signals are processed through Fourier Fast Transformation with the generation and processing processes being performed in LabVIEW. An analysis of Q-Q probability diagrams of data for linear types of discriminant classifiers was made on the correctness of the method's applicability.undesirable lateral Periodic Random and Inverse F noises. Linear models were developed to identify untreated and processed signals in MATLAB environment. Procedural test steps with the technical approaches resubstitution and cross-validation were conducted to assess the quality of the models. The most appropriate discriminant classifiers for noise analysis of signals with sinusoidal and rectangular shapes are synthesized.*

Keywords: *signal simulation, noise identification, FFT, discriminant analysis, Q-Q plot, resubstitution, cross-validation.*

ВЪВЕДЕНИЕ

В доклада е изследвана възможността за приложение на апарата на дискриминантния анализ при идентифициране на сигнали с насложени шумове. За целта на изследването са симулирани синусоидална и правоъгълни сигнали с поява на нежелани странични Periodic Random и Inverse F смущения. Сигналите са обработени чрез бързо преобразования на Фурие като процесите на генериране и обработка са проведени в продукта LabVIEW. Направен е анализ на Q-Q вероятностни диаграми на данните за линейни типове дискриминантни класификатори относно коректността на приложимост на метода. Създадени са линейни модели за идентификация на необработените и обработени сигнали в MATLAB среда. За оценка на качеството на моделите са проведени процедурни тестови стъпки с техническите подходи ресубституция и крос-валидиране. Синтезирани са най-подходящи дискриминантни класификатори за анализ на шумове към сигнали със синусоидална и правоъгълна форми.

[1] Докладът е представен на научна сесия на 27 октомври 2017 с оригинално заглавие на български език: ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА СИГНАЛИ С НАСЛОЖЕНИ ШУМОВЕ С ПРИЛОЖЕНИЕ НА ДИСКРИМИНАТЕН АНАЛИЗ

ИЗЛОЖЕНИЕ

Генериране на сигнали с насложени шумове в LabVIEW

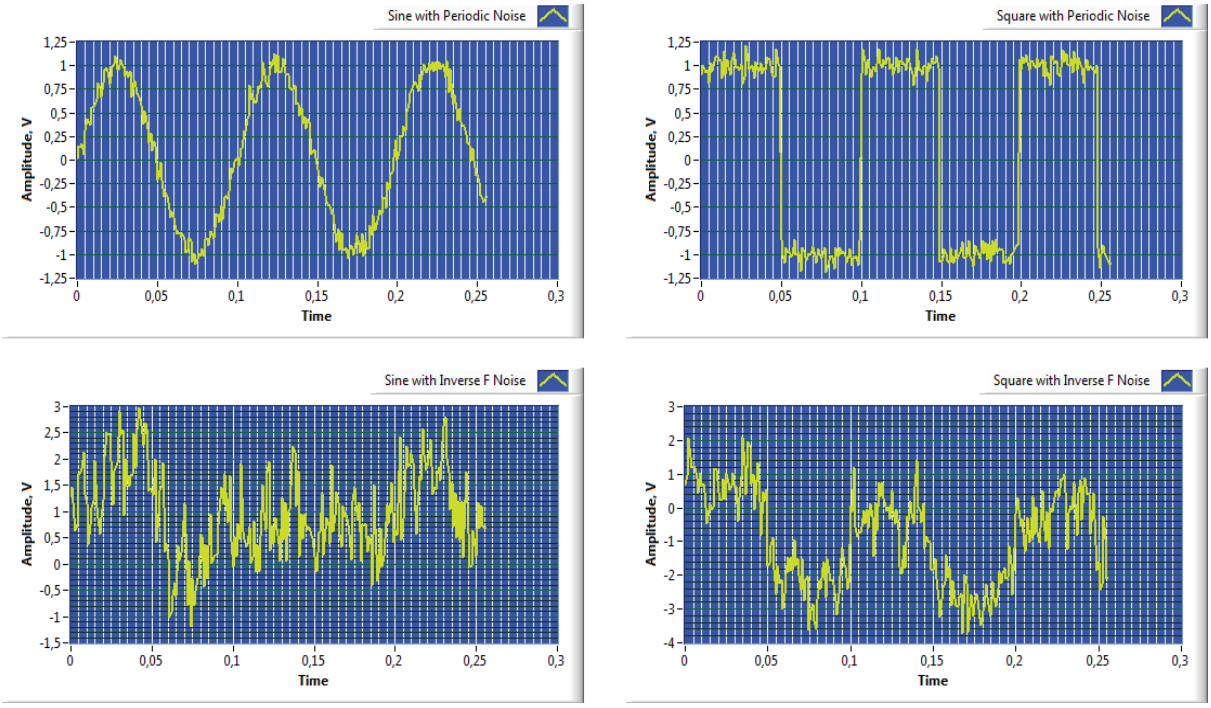
В графична среда на продукта LabVIEW е направена симулация на синусоидални и правоъгълни сигнали (Фиг. 1), към които са добавени следните типове шум:

- ✓ Periodic Random Noise, символно означен PRN;
- ✓ Inverse F Noise с въведено съкращение IFN;

при зададени конфигурационни параметри, описани в Таблица 1.

Таблица 1. Симулационни параметри в LabVIEW

Параметри на сигнала	Параметри на шума	Времеви параметри	FFT преобразование
Frequency: 10.1Hz Amplitude: 1V	Noise amplitude: 0.01V Seed number: -1	Node: Simulate acquision timing Samples per second (Hz): 1000 Number of samples: 256	FFT size: 256



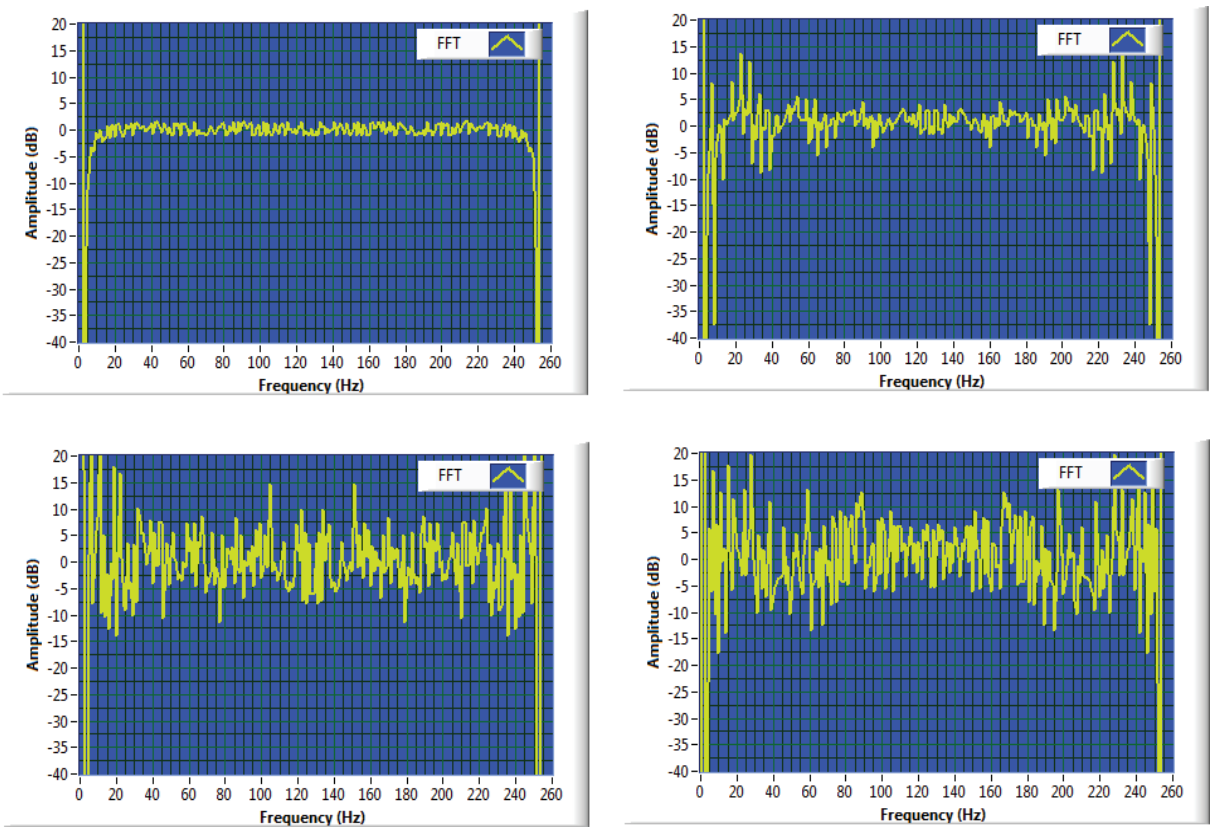
а) б)

Фиг.1. Синусоидални а) и правоъгълни б) сигнали с насложени PRN и IFN

Върху генерираните сигнали (Фиг. 1) е извършена обработка с приложение на 256-точково бързо преобразование на Фурие. Получените след FFT разлагане резултатни сигнали са представени на Фиг. 2.

Въз основа на проведената симулация са формирани два набора от входни данни – зашумени сигнали с и без предварителна обработка. Количеството от 512 еталона от всеки набор е разделено в две идентификационни групи:

- ✓ първа група „Синусоидален и правоъгълен сигнали с насложени PRN “;
- ✓ втора група „Синусоидален и правоъгълен сигнали с насложени IFN“.



а) б)

Фиг.2. Синусоидални а) и правоъгълни б) сигнали с насложени PRN и IFN след FFT преобразоване

Същност на дискриминантния анализ

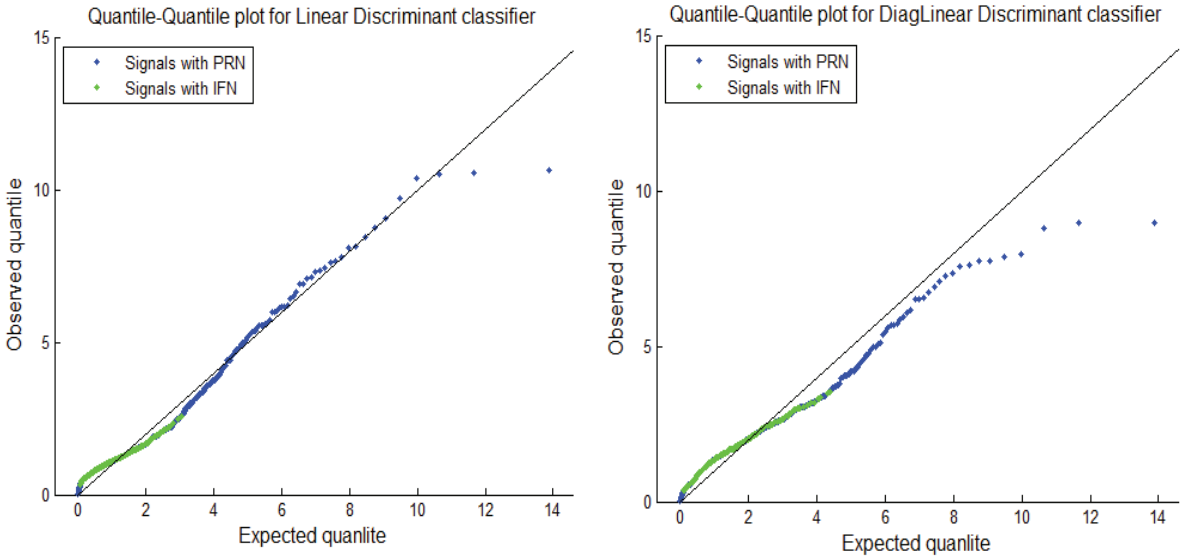
По същество на база на дискриминантния анализ се създава Гаусов смесен модел, включващ измерени стойности на непрекъснати променливи (независими предсказващи променливи), по които се определя принадлежността на всеки нов еталон към някоя от дефинираните класификационни групи. Всеки клас Y генерира данни X на база на многовариантно нормално (Гаусово) разпределение. Основните типове линеен дискриминантен анализ са:

- ✓ линеен - създаненият модел притежава ковариационни матрици, имащи един и същ вид за всеки клас, т.е. при този анализ се използва една ковариазионна матрица за всички класове, имаме вариране само на средните стойности на променливите за всеки клас. При този анализ оценява се една ковариационната матрица за всички класове (по подразбиране се приема, че ковариационните матрици на класовете са равни, а това е индикация за възможни неправилни класификации, ето защо при линейният тип анализ възниква необходимост от проверка за равенство на ковариационните матрици и допълнително изследване на качеството на линейния дискриминантен класификатор;
- ✓ диагонално-линеен - използва се диагонала на линейната ковариационна матрица като по този начин се намалява размерността на матрицата на входните данни;
- ✓ псевдо-линеен - използва се псевдообратната линейна ковариационна матрица;
- ✓ отклоненията на всяко свойство от даден клас.

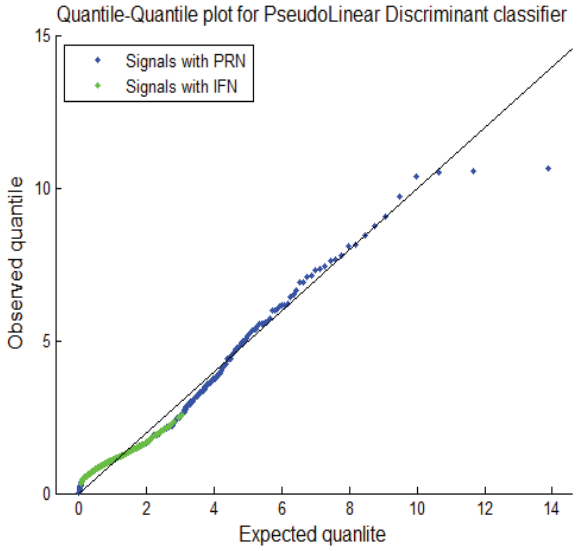
Ковариационна матрица на еталоните представлява вектор на измененията / отклоненията на всяко свойство от даден клас. По дефиниция при използването на „диагонални“ и „псевдо“ варианти на класификатори се гарантира винаги успешна идентификация на целевите обекти в сравнение с чисто линейния тип.

Проверка за нормално разпределение на входните данни за необработени сигнали като оценка на коретност при приложение на дискриминантните класификатори

За оценка на качеството на изследваните линейни дискриминантни модели е направена проверка за това доколко входните данни са нормално разпределени, необходимо условие за коректността на приложение на дискриминантния анализ при идентифициране на сигнали с насложени шумове. Построени са Q-Q вероятностни диаграми, дадени на Фиг. 3. Ако точките са близо разположени около линията от 45°, следва че е налице добро сходство между вероятните и квантилите на разпределения на входните еталони (наблюдаваните квантили). От представените диаграми се вижда, че всики точки (512) с изключение една се доближават в обхвата на допустимата област от 45°, което е индикация за това, че входните данни се доближават напълно до нормално разпределение



а) б)



в)

Фиг. 3. Q-Q вероятностни диаграми за а) линеен, б) диагонално-ленеен и в) псевдо-линеен дискриминантни класификатори

Резултати от дискриминантния анализ при идентификация на сигнали без предварителa FFT обработка в MATLAB

Извършено изследване с приложение на дицриминантен анализ при идентифициране на синусоидални и правоъгълни сигнали с добавени PRN и IFN. Създадени са линейни дискриминантни класификационни модели, за които е направена оценка на качеството на класификация с помощта на процедурите ресубституция и крос-валидиране. Резултатите, съдържащи параметрите грешка (Error=0 съответсва на Accuracy=100.00%, докато на Error=1 се присвоява Accuracy=0.00%); точност; матрица на коректните и некоректни класификации и количество еталони с неправилно определена групова принадлежност, за двата подхода са дадени в Таблица 2.

Таблица 2. Приложение на ресубституция и крос-валидиране при сигнали без FFT

Ресубституция				
Класификатор	**Грешка**	**Точност, %**	**Класификационна матрица**	**Некоректни класификации**
линеен	0.1016	89.84	256 0 52 204	52
диагонално-линеен	0.0938	90.62	256 0 48 208	48
псевдо-линеен	0.1016	89.84	256 0 52 204	52
Крос-валидиране				
линеен	0.0977	90.23	256 0 50 206	50
диагонално-линеен	0.0957	90.43	255 1 48 208	49
псевдо-линеен	0.0996	90.04	256 0 51 205	51

Според представените резултати максимални точности за съответните подходи 90.62% и 90.43% са постигнати при диагонално-линеен тип дискриминантен класификатор.

Таблица 3 съдържа данни са приетите приблизителни точности, които се очакват при идентифициране на нови сигнали като за селектирания най-добър модел точността се равнява на 90.525%.

Таблица 3. Приблизителни резултати при идентифициране на нови сигнали без FFT

Дискриминантни класификатори	**Приблизително очаквани точности при анализ на нови данни, %**
линеен	90.035
диагонално-линеен	**90.525**
псевдо-линеен	89.940

Резултати от дискриминантния анализ при идентифициране на сигнали с приложена FFT обработка в MATLAB

Аналогични процедурни действия са направени за сигналите, преминали през бързо преобразование на Фурие като при ресубституция най-голяма точност 57.03% е получена отново при диагонално-линеен дискриминантен модел, докато при крос-валидиране 58.01% е програмно калкулираната за линеен тип (Таблица 4).

Таблица 4. Приложение на ресубституция и крос-валидиране при сигнали с FFT

Ресубституция				
Класификатор	**Грешка**	**Точност, %**	**Класификационна матрица**	**Некоректни класификации**
линеен	0.4336	56.64	175 81 141 115	222
диагонално-линеен	0.4297	57.03	175 81 139 117	220
псевдо-линеен	0.4336	56.64	175 81 141 115	222
Крос-валидиране				
линеен	0.4199	58.01	181 75 140 116	215
диагонално-линеен	0.4531	54.69	165 91 141 115	232
псевдо-линеен	0.4297	57.03	174 82 138 118	220

При определяне на приблизително очакваните точности при класифициране на нови данни 57.325% се получава при линеен дискриминантен модел, ето защо този модел се избира като най-подходящ за сигнална идентификация, при която има предварителна FFT обработка.

Таблица 5. Приблизителни резултати при идентифициране на нови сигнали с FFT

Дискриминантни класификатори	**Приблизително очаквани точности при анализ на нови данни, %**
линеен	**57.325**
диагонално-линеен	55.860
псевдо-линеен	56.835

ИЗВОДИ

От направеното изследване може да се каже, че при приложението на дискриминантния анализ в областта на идентификацията на сигнали с насложени шумове без допълнителна обработка се постига много добра точност спрямо обработените сигнали с FFT преобразование. Това показва, че при решаване на този вид задачи за класификация няма необходимост от сигнална обработка, което осигурява по-голямо бързодействие в телекомуникационни системи при предаване на данни и подобряване на качеството на информационно обслужване.

REFERENCES

Karapenev, B. (2016). Avtomatizacia na proektiraneto. Prakticheskо rakovodstvo za rabota s produkta Circuit Design Suite. Izdatelstvo “M-PRESS” (***Оригинално заглавие***: *Карапенев Б., (2016). Автоматизация на проектирането. Практическо ръководство за работа с продукта Circuit Design Suite. Учебно пособие. Издателство „М-ПРЕС”*).

Safdar, T., Mobin, A., Alam A. (2016). Environmental Noise Classification using LDA, QDA and ANN Methods. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(33).

Devi J.S., Yarramalle, S., Nandyala, S. P. (2014). Speaker Emotion Recognition Based on Speech Features and Classification Techniques, *International Journal of. Computer Network and Information Security*, 7, 61-77.