

## **Parallel Comparative Face Recognition in Ideal and Noisy Conditions using Hidden Markov Model (HMM) and Sparse Recognition**

*Petya Petrova- Technical University- Varna, [p5ia@abv.bg](mailto:p5ia@abv.bg)*

**Abstract:** The paper presents a comparative study of face recognition in ideal and noisy conditions using Hidden Markov Model (HMM) and Sparse Recognition. A parallel face recognition experiment is performed with these two methods and the results are compared based on the recognition rate.

**Keywords:** *Face Recognition, ideal and noisy conditions*

## **Паралелно сравнително разпознаване на лица при идеални и не идеални условия с Hidden Markov Model (HMM) и Sparse разпознаване**

*Петя Петрова- Технически университет- Варна, [p5ia@abv.bg](mailto:p5ia@abv.bg)*

**Абстракт:** Тази статия има за цел да сравни разпознаването на лица в идеални и не идеални условия с Hidden Markov Model (HMM) и двумерно матрично (sparse) разпознаване. Веднъж се извършва паралелно разпознаване с тези два метода в идеални условия и веднъж при наличие на генерирани три смуцаващи фактори с различни параметри към базата данни. Направено е сравнение относно разпознаването [в % ].

**Ключови думи:** *разпознаване на лица, идеални и не идеални условия*

### **I. ВЪВЕДЕНИЕ**

Разпознаването на лица е проблем за разпознаване на конкретно лице от набор различни лица. Лицето има значителна роля в комуникациите, където всеки човек заедно с неговите / нейните чувства се отличава с неговото / нейното изражение на лицето. Човешкото лице е сложен обект, с характеристики вариращи във времето. Поради тази причина системата за разпознаване на лица трябва да може да оперира при различни условия. Разпознаването на лица се е превърнала в една от основните теми в предварителната обработка и разпознаването на обекти през последното десетилетие. Това си дължи на новите интереси в сигурността, контролът на достъпа и др. [1].

Както е известно, в практиката шумът често присъства в данните. При класификационният модел, влиянието на шума е определящо за устойчивостта на класификаторът. Образите на лицата, които са включени в базата данни обикновено са с различна поза и изражение. Това е голямо предизвикателство при разпознаването на лица. Лесно се забелязват разликите в лицата при наличие на смущения, и без наличие на такива. При класификационни проблеми, при редуциране на шума лесно могат да бъдат постигнати по-добри резултати [2].

Редица изследователи са насочили своите изследвания върху влиянието на качеството на входното изображение върху точността на разпознаване [2][3][4][6]. Често пъти в практиката се налага да се работи с изображения в не идеални условия. Изображенията са с наличие на различен вид смущения. Част от тях са лица с различно изражение и осветление, частичен изглед, шумове и др. [2][5], което води и до зависимост върху производителността на системата за разпознаване на лица.

## II. Същност на проблема

### Контекст и методология

В експериментът са включени два от познатите методи за разпознаване HMM [1] и двумерно матрично (Sparse) разпознаване [4][5][6]. Към базата данни - Olivetti Research Laboratory (ORL) се добавят три смущаващи фактора и се изследва тяхното влияние върху разпознаването при двете системи. Тези резултати се сравняват с тези, получени в идеални условия.

- HMM

Вектор от наблюдения е концепция, която често се използва в HMM. Всеки вектор на наблюдение е вектор, символизиращ дължината  $T$ . Нека  $\pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_N\}$  е първоначалната инициализация на състоянието. Съкратено, HMM се определя като [1]:

$$\lambda = (A, B, \pi) \quad (1)$$

Singular Value Decomposition (SVD) е нов метод за извличане на алгебрични характеристики от изображението. Единична стойност на декомпозицията от  $m \times n$  матрицата  $X$  е някаква функция с форма [1]:

$$X = U \sum V^T \quad (2)$$

Където  $U(m \times m)$   $V(m \times m)$  са ортогонални матрици,  $\sum$  е и  $m \times n$  диагонална матрица от единични стойности.

- Sparse разпознаване

Sparse- разпознаването се е превърнало в мощен инструмент срещу справяне с проблеми при разпознаването на образи. Теорията помага да се предскаже как много зашуменият алгоритъм за разпознаване на лица да избере обучащи изображения. И съответно да се повиши издръжливостта към зашумяването.

Robust Sparse разпознаване е посочено в литературата като мощен инструмент за справяне с проблеми от различно естество- различната поза, израз на лицето, закрити части от лицето [6]. Методът предимно е насочен към експерименти при разпознаване със закрити участъци от лицето [6].

## III. Същност на метода

### Проведени експерименти

Целта на този експеримент е да бъдат поставени двата метода пред едни и същи не благоприятни условия, каквито често се срещат в практическото разпознаване на лица. Разпознаването в идеални условия е различно при двата метода. Устойчивостта на всеки от тях спрямо добавените смущаващи компоненти, относно разпознаването също е различна. Изчислени са процентите на разпознаване при добавените не благоприятни и при идеални условия. С добавянето на различни шумови компоненти към базата данни, се цели да се изследва тяхното влияние върху резултатите, получени при двете системи за разпознаване на лица.

#### 1. Генериране на паралелно разпознаване с HMM и Sparse разпознаване при идеални условия

Извършва се паралелното разпознаване на лица с двете системи при идеални условия. Ползва се една и съща база данни- ORL (400 лица). Тестовият набор и обучаващият набор за двете системи са по 200 лица. Заключават се следните резултати:

- Разпознаването при идеални условия с НММ е от порядъка на 96.5 %.
- Sparse- разпознаването при идеални условия е от порядъка на 84.5 %.

2. Генериране на паралелно разпознаване с НММ и Sparse разпознаване при не идеални условия

Към базата данни - Olivetti Research Laboratory (ORL) се добавят три смущаващи фактора и се изследва как се отразява тяхното влияние на различният вид смущения върху производителността на системите.

Първото от добавените смущения към базата данни е селектиране от оригиналният размер на изображението не идеално отсечен участък от лицето регион на интерес- Region of Interest (ROI). Второто е добавяне на Гаусов шум към вече селектираният ROI.

Гаусовият шум е най-често срещаният в ежедневието. Гаусовият шум може да бъде открит в свободните радио вълни или в телевизионните приемници. Гаусовият шум се получава и в аналогови изображения, съхранени за дълго време [3]. Гаусовата нормално разпределена функция, може да се даде в следният вид [3]:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Където  $\mu$  е средната стойност на изискваното разпределение и  $\sigma^2$  е отклонение (вариация).

В литературата често се предлага решение на актуални проблеми при разпознаването на лица, свързани с завъртането на изображението под различен ъгъл [7].

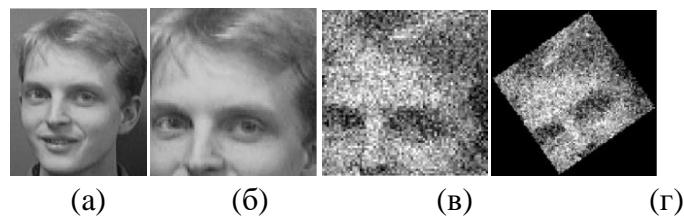
Третото смущение е завъртането на този участък под определен ъгъл.

С добавянето на различни шумови компоненти към базата данни, се цели да се сравнят резултатите, получени от генерирането на двете системи за разпознаване на лица.

- Добавяне на шумови компоненти с по-големи стойности към по-голям участък

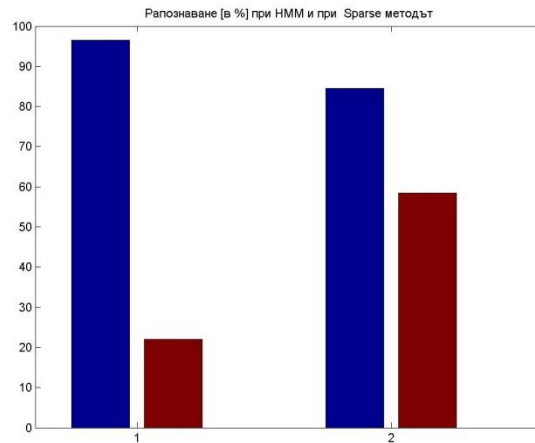
Селектира се от оригиналът фиг.1 (а) не идеално регион на интерес- Region of Interest (ROI)(фиг.2 (б)) - почти 2/3 части от лицето. Второто генерирано смущение е добавяне на Гаусов шум към ROI (фиг.1 (в)).

Добавеният Гаусов шум приложен върху изображенията е със стойност 0,025. След това участъкът се завърта под  $\approx 35^\circ$  (фиг.1 (г)). Базата данни се тества с двете системи за разпознаване на лица.



Фиг.1

Симулационни резултати относно сравнение на разпознаването при идеални условия и при посочените по горе не благоприятни условия, съответно с НММ (1) и Sparse методът (2) са визуализирани на фиг.2.



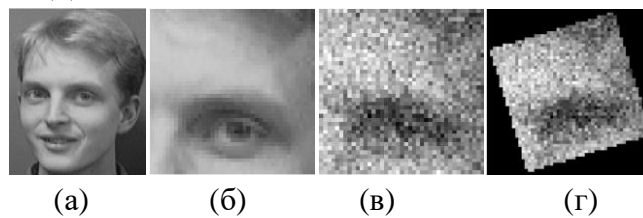
Фиг. 2 Сравнение от разпознаване при по-високи стойности на шумове

Въпреки че при идеални условия по-добър метод от двата е НММ, при не идеалните условия Sparse- методът постига по-добри резултати. Разликата при Sparse- методът в не идеални и идеални условия, измерена в проценти на разпознаване е едва 26 %, докато същата разлика при НММ е цели 76.5 %.

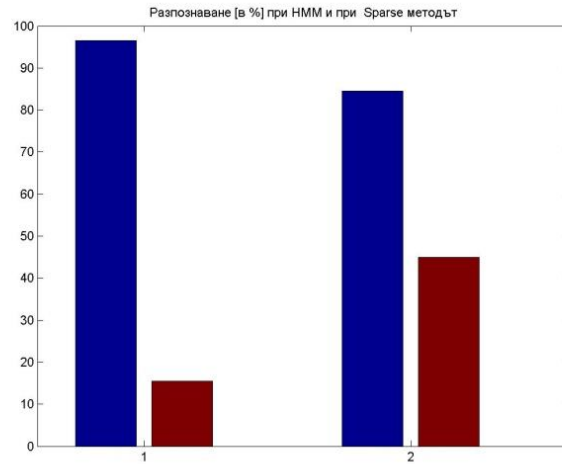
- Добавяне на шумови компоненти с по-малки стойности към по-малък участък Селектираният от оригиналът фиг.3 (а)) не идеално отсечен ROI е само 1/3 част от лицето- фиг.3 (б)).

Добавеният Гаусов шум към селектираният ROI е със стойности 0.0125 (фиг.3 (в)). Завъртането на ROI е под  $\alpha 17^\circ$  (фиг.3 (г)). Тази база данни се тества с двете системи за разпознаване на лица.

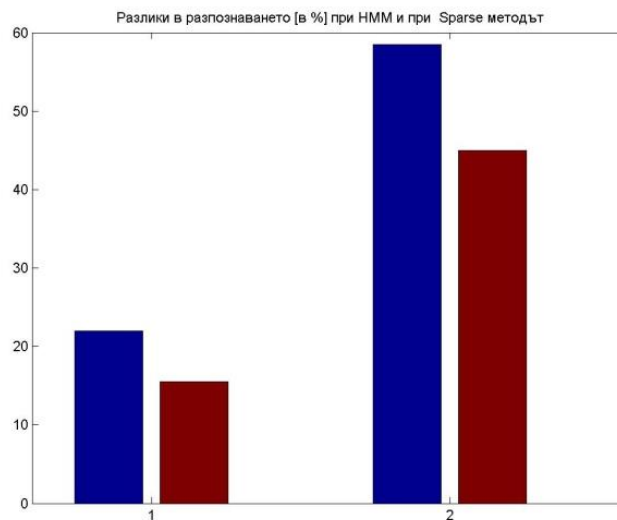
Получените симулационни резултати относно разпознаването при идеални и не идеални условия с по-ниски стойности на шумовите компоненти за двете системи са показани на фиг. 4. Симулационни резултати, показващи разликата в разпознаването при не идеални условия с по-големи и по-малки стойности на смущенията за НММ (1) и Sparse- разпознаване (2) са показани на Фиг. 5.



Фиг. 3



Фиг.4 Сравнение на разпознаване при по-ниски стойности на шумове



Фиг. 5 Сравнение на разпознаване за двете нива на шумове

Разликата в резултатите от Sparse- разпознаването (Фиг.5 (2)) от внесените изкуствено съответно по-високи и по-ниски смущения е 13,5 %. А същата разлика в резултатите, получени от НММ (Фиг.5(1)) е само 6,5 %. Но Sparse- методът достига доста по-високи резултати при кои да е от генерираните смущения и те се доближават много до резултатите, постигнати от разпознаването при идеални условия.

#### Извод

В статията е направен сравнителен анализ на два метода- НММ и Sparse- методът за разпознаване на лица. С двата метода, ползващи една и съща база данни, веднъж се разпознават лица в идеални условия. Още веднъж лицата се разпознават в не идеални с по-високи и по-ниски параметри на добавен Гаусов шум и завъртане под определен ъгъл идеалният (по-голям/по-малък) ROI.

В идеални условия по-добри резултати са получени с използване на НММ. При добавените стойности на шумовете, максимално добро разпознаване е получено с използване на Sparse- разпознаване, доближаващи се максимално до разпознаване в

идеални условия. При случаи на по-голям ROI, с по-високи стойности на Гаусов шум и по-голям ъгъл на завъртането му се получава по-висок процент на разпознаване и за двете системи. Тези резултати могат да бъдат в полза при разпознаване с двете системи в реално време, където често се случва изображенията да имат смущения от този тип.

### **References**

- [1] H. Naimi, P. Davari. A New Fast and Efficient HMM- Based face recognition system using a 7-State HMM Along With SVD Coefficients. *Iranian Journal of Electrical and Electronic Engineering* 4 (1), pp. 46-57, 2008
- [2] Yong Xu, Xiaozhao Fang, Jane You, Yan Chen, Hong Liu: Noise-free representation based classification and face recognition experiments. *Neurocomputing* 147, pp. 307-314, 2015
- [3] M. Oravec. Face Recognition. Face Recognition in Ideal and Noisy Conditions Using Support Vector Machines, PCA and LDA. ISBN 978-953-307-060-5, InTech, April 2010
- [4] L. Zhuang , T. Chan , A. Yang , S. Sastry, Y. Ma. Sparse Illumination Learning and Transfer for Single-Sample Face Recognition with Image Corruption and Misalignment. *International Journal of Computer Vision*, pp. 1-24, February, 2014
- [5] X. Peng, L. Zhang, Z. Yi, K. Tan. Learning Locality-Constrained Collaborative Representation for Robust Face Recognition. *Pattern Recognition* 47 (9), 2794-2806, 2014.
- [6]. J. Wright, A. Yang, A. Ganesh, S. Sastry, Y. Ma. Robust Face Recognition via Sparse Representation. *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 31, No.2, pp. 1-17, February 2009
- [7] J. Chintal , Prof. S. Mishra. Investigating the Possibility of Recognizing the Forgery by Using Spatial & Transform Domain. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, Vol. 3, May 2015