



Комбиниран подход за разпознаване на он-лайн подписи

Десислава Бояджијева

Научен ръководител: доц. д-р Георги Глухчев

17.01.2014г.

Съдържание

1. Формулировка на задачата

- ❖ Разпознаване на подписи
- ❖ Актуалност на задачата
- ❖ Цели на дисертацията

2. Избор на признаци

- ❖ Предварителна обработка на подпис
- ❖ Извличане на признаци
- ❖ Минимизиране на броя на признаците

Съдържание

3. Класификация

- ❖ Невронни мрежи за разпознаване по подпис
- ❖ Обобщен модел за верификация по подпис

4. Експерименти и резултати

- ❖ Бази данни за подписи
- ❖ Експерименти
- ❖ Изводи

5. Софтуерно приложение

6. Заключение

Разпознаване на подписи

- Подписът като биометрична модалност
- Оригинални и подправени подписи



Оригинален и подправени подписи (неумел, умел и прост)

Разпознаване на подписи

- Системи за разпознаване по подпис (СРП)
 - Он-лайн и оф-лайн



- Етапи в създаване на СРП
 - Събиране на подписи
 - Предварителна обработка
 - Извличане на признаци
 - Класификация
 - Оценка на грешката
- Признаци
- Трудности

Актуалност на задачата

- Области на приложение
- Прилагани подходи
 - Статистически подход
 - DTW
 - HMM
 - Невронни мрежи
 - Комбинирани методи
- Съвременни изследвания

Цели на дисертацията

- Събиране на подписи и публична БД за подписи
- Извличане на стандартни и нови признаци
- Минимизиране на броя на признаците
- Изследване на различни модели на невронни мрежи за верификация
- Провеждане на експерименти
- Разработка на софтуерно приложение за разпознаване на подписи

Предварителна обработка

“Сурови” данни от графичния таблет:

за всяка точка от траекторията: x и y координати на върха на писалката, натиск, времеви отпечатък, ъгъл на наклон на писалката и др.

Извършвани операции:

- Трансформация на координатите x и y
- Ротация на подписите
- Транслация на подписите в избрана начална точка

Извличане на признаци

Озн.	Признак
A1	Дължина на подписа L
A2	Височина H
A3	Сплеснатост H/L
A4	Брой точки N
A5	Общо време
A6	Брой сегменти
A7	Плътност $A4/A1 \cdot A2$
A8	Разстояние от началната точка до центъра
A9	Разстояние от крайната точка до центъра
A10	Разстояние от началната до крайната точка
A11	Ъгъл на отсечката, определена от центъра и началната точка
A12	Ъгъл на отсечката, определена от центъра и крайната точка
A13	Ъгъл на отсечката, определена от началната и крайната точка

Озн.	Признак
A14	Разстояние от най-лявата точка до центъра
A15	Разстояние от центъра до най-дясната точка
A16	Ъгъл на отсечката, определена от центъра и най-лявата точка
A17	Ъгъл на отсечката, определена от центъра и най-дясната точка
A18	Разстояние от най-лявата точка до началната
A19	Разстояние от най-дясната точка до крайната
A20	Ъгъл на отсечката, определена от най-лявата точка и началната
A21	Ъгъл на отсечката, определена от крайната и най-дясната точка
A22	Брой щрихи
A23	Наклон на подписа
A24	Средна стойност на натиск
A25	Средна стойност на наклон на писалката
A26	Средна стойност на азимут

Минимизиране на броя на признаците

Изборът на признаци се състои в намирането на оптимално подмножество от k на брой информативни признаци от първоначалните p на брой ($k \leq p$), като същевременно се цели откриването и премахването на повтарящата се и излишна информация.

Два подхода:

- Подмножество от **общи** признаци за участниците
- **Индивидуално** подмножество от признаци за всеки участник

Намиране на подмножество от общи признаци

Нормиране

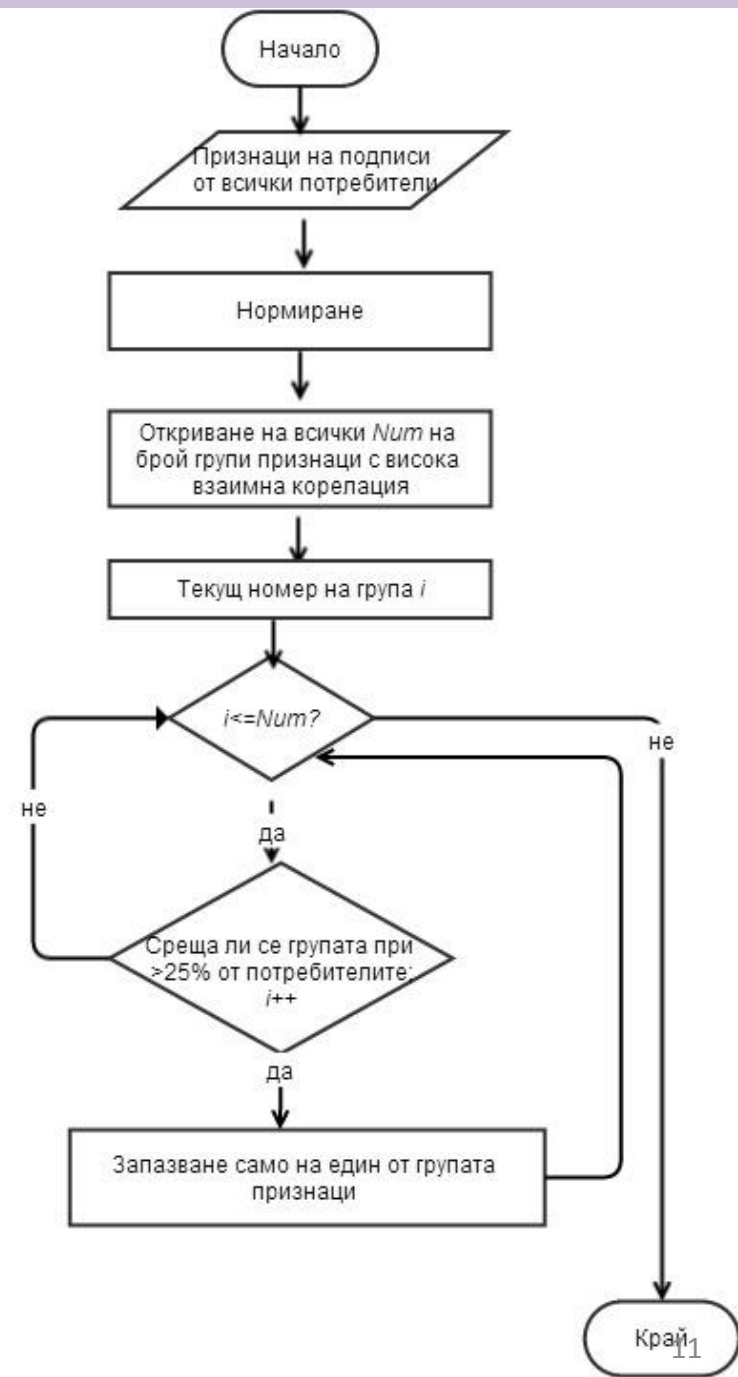
$$f_i^{zscore} = \frac{f_i - \mu_{f_i}}{\sigma_{f_i}}, i = 1, \dots, k$$

μ_{f_i} Средна стойност на i -ти признак

σ_{f_i} Стандартно отклонение на i -ти признак

Стойност на корелация

$$r_{X_1, X_2} = \frac{\sum_{i=1}^p (X_{1i} - \mu_{X_1})(X_{2i} - \mu_{X_2})}{\sqrt{\sum_{i=1}^p (X_{1i} - \mu_{X_1})^2 \sum_{i=1}^p (X_{2i} - \mu_{X_2})^2}}$$



Намиране на индивидуално множество от признаци

Прилага се метод на *Hocking* и *Leslie* за **избор на най-добър регресионен модел.**

Различните регресионни модели се сравняват с **критерии.**

Критерий **C_p** на *Mallows*:
$$C_p = \frac{RSS_p}{\hat{\sigma}^2} - (n - 2p)$$

За “**добри**” се считат подмножествата от променливи, за които стойността на C_p е по-малка от p и близка до p .

Намиране на индивидуално подмножество от признаци (2)

Остатъчна сума от квадрати RSS_p

$$RSS_p = \sum_{j=1}^n (y_j - \sum_{i=1}^p \beta_i x_{ij})^2$$

σ^2 е дисперсията на вектора на остатъците \mathbf{e} :

$$\mathbf{e} = \mathbf{y} - \sum_{i=1}^k \beta_i \mathbf{x}_i$$

Оценката на σ^2 се задава с:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-k} \sum_{j=1}^n (y_j - \sum_{i=1}^k \beta_i x_{ij})^2 = \frac{RSS_k}{n-k}.$$

Метод на Hocking и Leslie

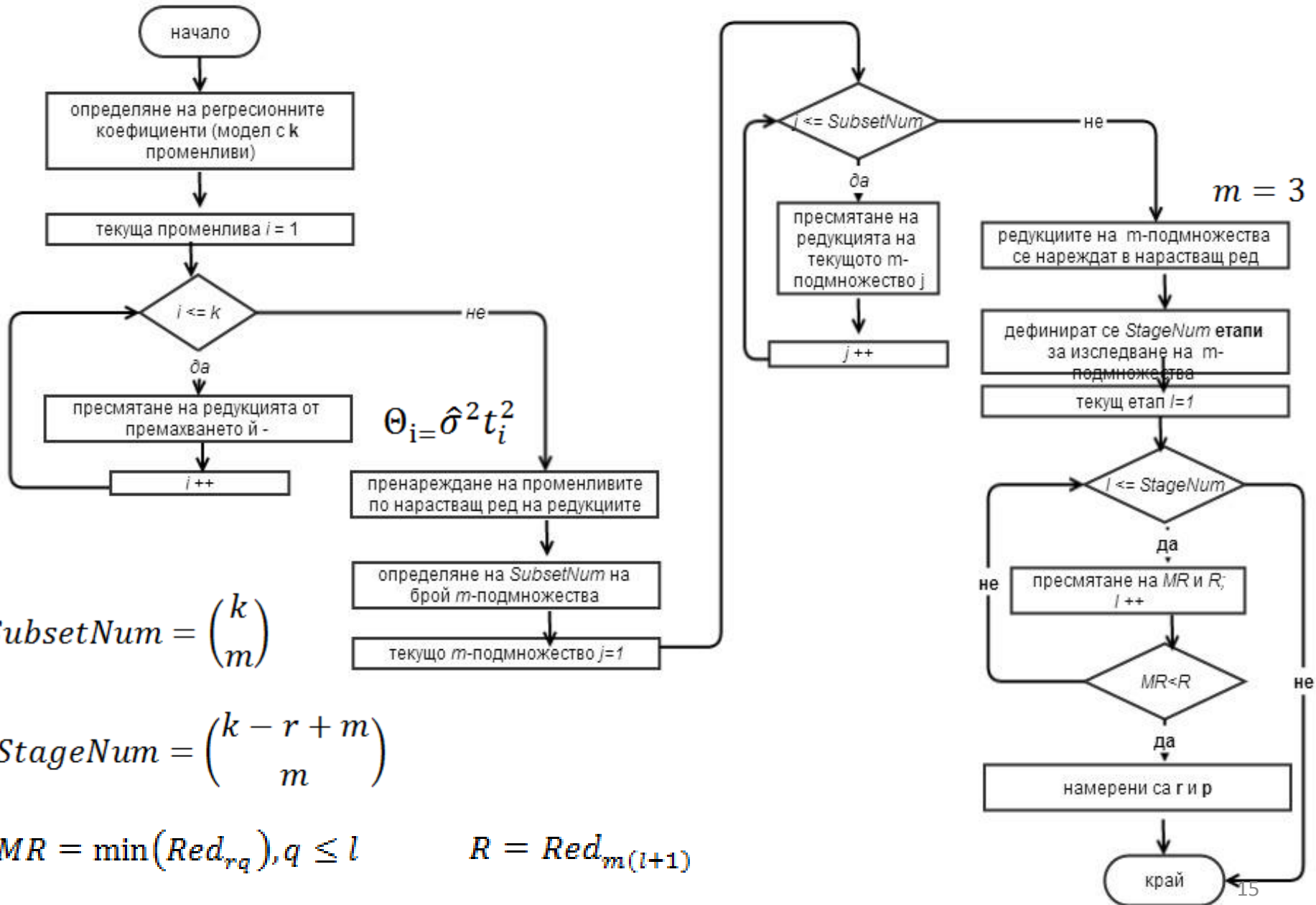
- r променливи се премахват и p променливи остават в модела, $r+p=k$;
- Редукцията в RSS от премахването на r променливи се задава с:

$$Red_r = RSS_p - RSS_k$$

- r - подмножеството от променливи, за което Red_r е min определя p - подмножество от променливи, за което RSS е min;
- Статистиката C_p се пресмята по следния начин:

$$C_p = \frac{Red_r}{\hat{\sigma}^2} - (2p - k)$$

Метод на Hocking и Leslie



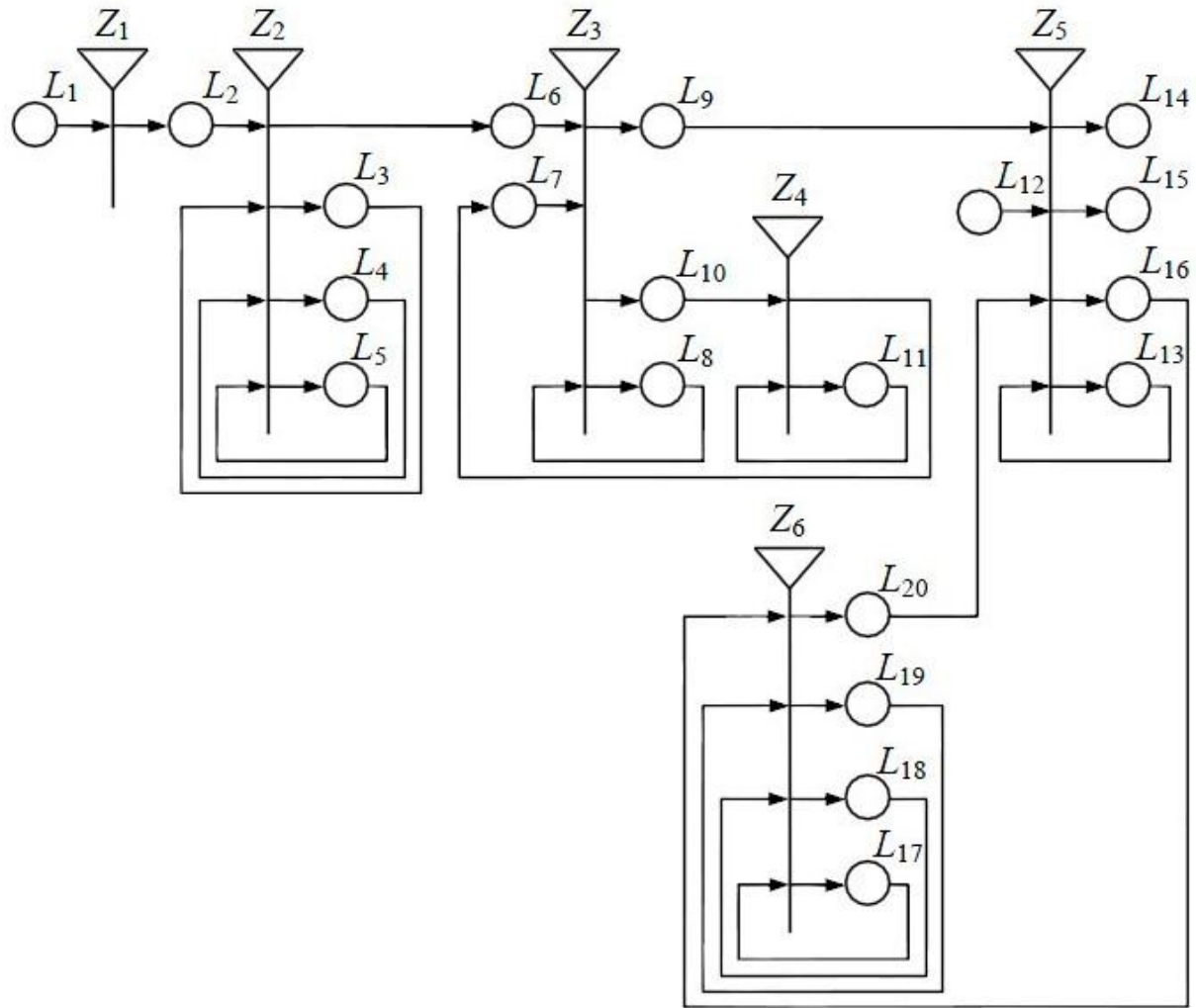
НМ за разпознаване по подпис

- Дават точни отговори за входни данни, неизползвани при обучението;
- Могат да моделират всяка функция на множество от променливи;
- Възможност за обобщаване, затова могат да се справят с разнообразието и вариативността на подписите;
- Обучение в оф-лайн режим;
- Предимства и недостатъци.

Крос валидация

- За оценка на производителността на класификатор
- За избор на модел измежду няколко модела
- Данните се разделят в обучаващо и тестово множество
- Подходяща за малък обем данни
- Дава оценка на способността за обобщаване

Обобщен модел



БД за подписи

Собствена

- подписи от колеги от ОСРО-БАН
- 8 потребителя;
- графичен таблет Wacom Intuos3;
- оригинални подписи, неумели и умели фалшификати;
- данни за всяка точка от подпис: x и y координати, времеви отпечатък, ниво на натиск, **наклон**, **азимут** и индикатор за начало на щрих.

SUsig

- подписи от работещи в Sabanci University;
- 89 потребителя;
- графичен таблет Wacom Graphire2;
- оригинални подписи, неумели и умели фалшификати;
- данни за всяка точка от подпис: x и y координати, времеви отпечатък, ниво на натиск, индикатор за начало на щрих.

Софтуерно приложение

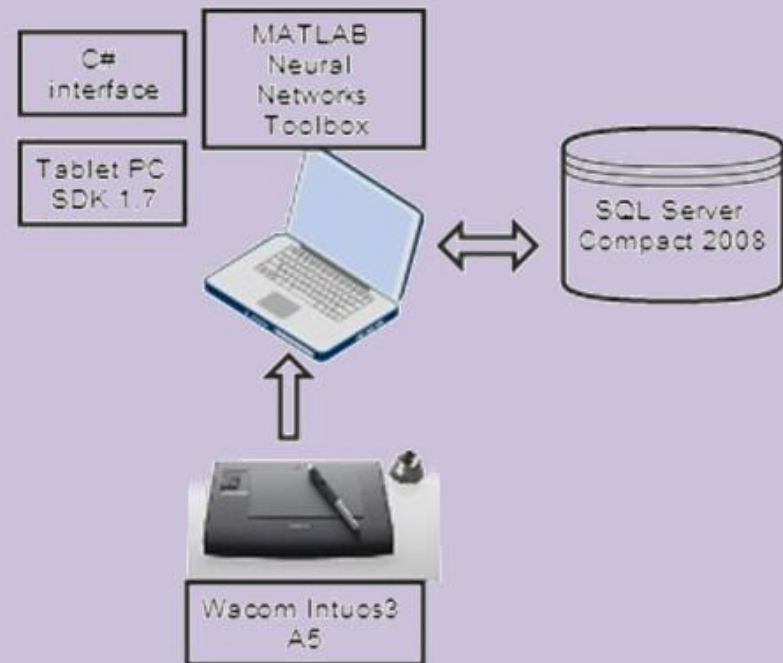
Среда за разработка

■ Хардуер

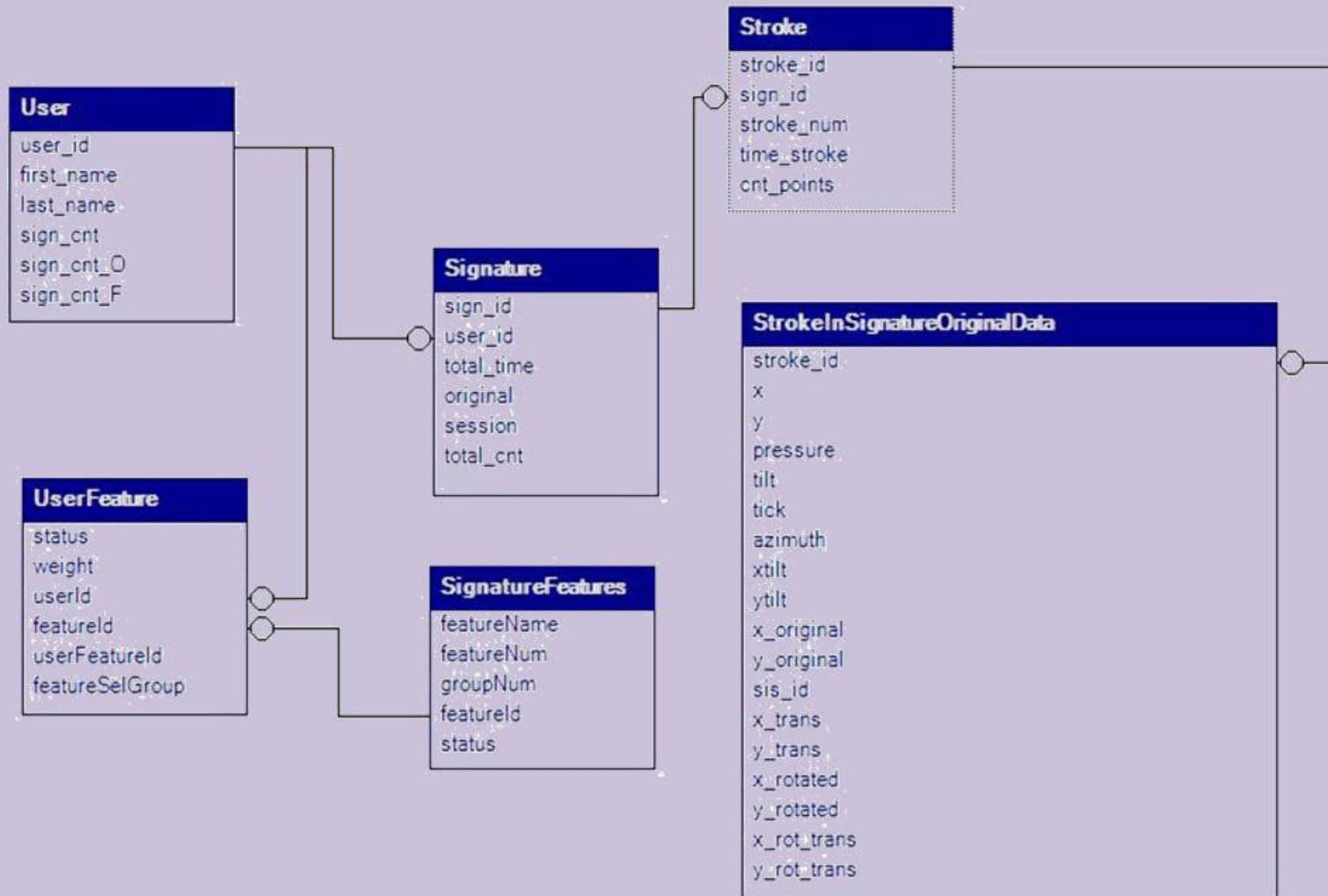
- Графичен таблет Wacom Intuos3
- Лаптоп с ОС Windows Vista

■ Софтуер

- Microsoft Visual Studio 2008 Express
 - Microsoft .NET Tablet PC SDK 1.7
 - SQL Server Compact Edition 2008;
 - MATLAB R2010b с Neural Networks Toolbox
- Toolbox



Диаграма на таблиците в БД



Резултати

# на модел	Брой признаци (входни неврони)	Оригинални подписи	Подправени подписи		Брой скрити неврони
1	Общи признаци	8 или 10	15 неумели	Случай "1"	от 1 до 5
2	Вариант "1"				
3	Вариант "2"				
4	Вариант "2"		9 неумели и 6 умели	Случай "2"	
5	Вариант "1"				
6	Общи признаци				

Резултати: собствена БД

1. Намиране на подмножество от общи признаци за всички
Остават **17** на брой признака:
A2, A5, A6, A8, A11, A12, A13, A15, A16, A17, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26
2. Намиране на индивидуално помножество от признаци
Вариант **1**: 4 участника с по 13 признака
4 участника с < 13 признака
Вариант **2**: 7 участника с по 13 признака
1 участник с 5 признака

Резултати: собствена БД

	#1		#2		#3		#4		#5		#6		#7		#8	
Вар	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
A2	+	+	+			+		+	+			+	+	+	+	
A5		+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+		+
A6	+		+	+		+		+	+	+	+	+			+	+
A8		+	+	+		+	+	+	+		+		+		+	
A11	+	+				+						+		+	+	+
A12	+			+		+		+	+			+	+	+	+	+
A13	+	+		+	+	+		+				+	+	+	+	+
A15	+	+	+	+		+		+				+	+	+	+	
A16			+	+	+	+		+	+			+	+	+	+	+
A17		+	+	+	+	+	+	+	+			+	+		+	+
A20	+	+	+	+	+		+		+			+		+		+
A21	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+
A22	+	+						+	+	+		+	+	+	+	+
A23	+	+	+		+		+					+		+		+
A24	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+		+
A25	+		+	+					+				+	+	+	+
A26	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ср	10,4	9,07	9,09	9,58	8,1	9,05	7,1	9,21	10,2	4,87	9,08	9,33	9,12	9,24	10,3	9,77
р	13	13	13	13	9	13	8	13	12	5	13	13	13	13	11	13

Резултати: собствена БД

3. Построяване на модел за верификация с НМ

Участник	Признаци	Брой скрити неврони	Отрицателни примери	Точност	Избран модел
1	Вариант "1"	3	Случай "1"	~ 96%	2
2	Общи признаци	3	Случай "2"	~ 99,5%	6
3	Общи признаци	3	Случай "2"	~ 99,5%	6
4	Вариант "1"	1	Случай "2"	~ 99,8%	5
5	Вариант "1"	1	Случай "2"	~ 99,5%	5
6	Вариант "1"	2	Случай "2"	~ 99%	5
7	Вариант "1"	2	Случай "2"	~ 98%	5
8	Вариант "2"	1	Случай "1"	~ 97%	3

Резултати: SUsig БД

1. Намиране на подмножество от **общи** признаци за всички
Остават **13** на брой признака:
A1, A2, A4, A6, A10, A12, A13, A16, A17, A21, A22, A23, A24
2. Намиране на **индивидуално** помножество от признаци

Вариант	Брой редуцирани признаци	Брой участници
1	9	42
1	8	5
1	7	7
1	6	12
1	5	14
1	4	5
1	3	4

Вариант	Брой редуцирани признаци	Брой участници
2	9	48
2	8	9
2	7	4
2	6	10
2	5	15
2	4	3
2	3	0

Резултати: SUsig БД

3. Избор на модел

Признаци	Обучаващи подписи	Модел	Брой срещания
Общи признаци	Случай "1"	1	13
Вариант "1"	Случай "1"	2	27
Вариант "2"	Случай "1"	3	13
Общи признаци	Случай "2"	4	16
Вариант "1"	Случай "2"	5	9
Вариант "2"	Случай "2"	6	11

	Брой срещания
Случай "1"	53
Случай "2"	36

	Брой срещания
Общи признаци	29
Вариант "1"	36
Вариант "2"	24

Резултати: SUsig БД

4. Тестване на избраните модели: 9 инициализации на теглата

	За обучение	За валидация	За тестване
Собствени	3 или 4	2 или 3	3
Фалшифицирани	7	3	5

Участник	EER (%)	Праг	№ на инициализация	Точност (100%)
1	0,00	0,82	7	100
2	0,00	0,82	6	100
3	0,00	0,77	4	100
4	0,00	0,83	5	100
5	0,00	0,92	3	100
.....
.....

Средна точност: 98,46%

Изводи

1. Задачата за избор на подмножество от признаци може да се реши чрез прилагането на метода за избор на регресионни променливи;
2. Признаковото подмножество за всеки участник е индивидуално;
3. За някои от участниците точността на верификацията по общо множество от признаци надвишава тази по индивидуално множество от признаци;
4. Не може категорично да се твърди, че използването на общи или индивидуални признаци води до по-добри резултати за конкретната задача;
5. Не може категорично да се заключи, че построените само с неумели фалшификати модели са с по-високо качество от построените с умели и неумели фалшификати;
6. Постигната точност 98,46%, *EER* 1,61%, *FRR* 0%, *FAR* 2,70%.

Заклучение

- Обобщение
- Насоки за бъдеща работа

Приноси

Научни приноси:

- Предложена е съвкупност от общи признаци за описание на подписи от графичен таблет и методология за извличането им;
- Предложен е последователен критерий за минимизиране на признаково пространство, който поради своята универсалност, би могъл да се прилага за избор на най-информативно подпространство от признаци и при други задачи за разпознаване;
- Разработен е обобщен мрежов модел на процеса за он-лайн верификация на подписи;
- Предложена е методология за изграждане и оценка на невронни мрежи.

Приноси

Научно-приложни приноси:

- Извършена е минимизация на съвкупността от признаци за всеки потребител, включен в базата данни;
- Извършено е сравнение на точността на верификацията по общите и индивидуални признаци с използването на собствена база данни и такава със свободен достъп в Интернет;
- Изследвано е значението на използването на умели и неумели фалшификати в процеса на обучението за точността на верификацията;
- Разработени са алгоритми за предварителна обработка на получената от графичния таблет информация, позволяващи стандартизиране при извличането на признаци.

Приноси

Приложни приноси:

- Разработена е софтуерна система, даваща възможност за: добавяне на потребител, търсене на даден потребител чрез навигация, събиране на подписи с графичен таблет, предварителна обработка на данните за подписи, извличане на признаци, избор на информативно подпространство от признаци, визуализация на оригинални и фалшиви подписи, избор на модел на класификатор и обучението му;
- Създаден е речник на част от специфичните термини в разпознаването на образи на български и английски език.

Приноси

Приложни приноси:

- Разработена е софтуерна система, даваща възможност за: добавяне на потребител, търсене на даден потребител чрез навигация, събиране на подписи с графичен таблет, предварителна обработка на данните за подписи, извличане на признаци, избор на информативно подпространство от признаци, визуализация на оригинални и фалшиви подписи, избор на модел на класификатор и обучението му;
- Създаден е речник на част от специфичните термини в разпознаването на образи на български и английски език.

Списък на публикациите

1. Boyadzhieva D., Gluhchev G., Feature Set Selection for On-line Signatures using Selection of Regression Variables, In: Proceedings of the 4th International Conference on Pattern Recognition and Machine Intelligence PReMI'11, Moscow, Springer -Verlag Berlin Heidelberg, pp. 440-445.
2. Boyadzhieva D., Gluhchev G., An approach to feature selection for on-line signatures, In: Proceedings of the 10th Anniversary International Scientific Conference UNITECH'10 Vol. I, Gabrovo, Bulgaria, pp. I-457... I-460.
3. Бояджиева Д., Извличане на признаци на подпис от графичен таблет, В: Научни трудове на Русенски университет "Ангел Кънчев", 2010, том 49, серия 3.2, Русе, България, стр. 101-105.
4. Dimitrova D., Gluhchev G., Pressure Evaluation in On-Line and Off-Line Signatures, In: Proceedings of the Joint COST 2101 & 2102 International Conference on Biometric ID Management and Multimodal Communication (BioID_MultiComm'09), Madrid, Spain, Springer -Verlag Berlin Heidelberg, 2009, pp. 207-211.
5. Desislava Boyadzhieva and Georgi Gluhchev., A GN model for on-line signature verification, In: Proceedings of the 14th Int. Workshop on Generalized Nets, Burgas, Bulgaria, 29-30 November 2013, pp. 65-70.

Списък на други публикации

1. Dimitrova D., Popov A., Finding face features in color images using fuzzy hit-or-miss transform, In: Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on Fuzzy Systems (FS'08), Technical University of Sofia, 2008, pp. 79-84 .
2. Popov A., Dimitrova D., A new approach for finding face features in color images, In: Proceedings of the 4th International IEEE Conference on Intelligent Systems (IS'08) Vol. 2, Varna, 2008, pp.12-33 - 12-37.

Въпроси ?

Благодаря за вниманието!