Online aláírásfelismerés projekt

Bordé Sándor, Csernai Kornél

2011. december 11.

1. Feladat

Feladatunk egy online aláírásfelismerési verseny tanítóadataihoz versenyképes tanuló módszereket adni[1]. A verseny leírása a http://forensic.to/webhome/afha/SigComp.html oldalon található. Megoldásunkhoz csupán a "Holland online" adatbázist használhattuk.

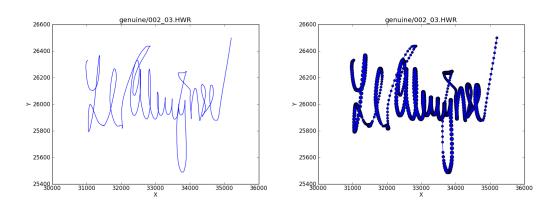
2. Az adatbázis

Az adatbázis WACOM Intuos
3 A3 Wide USB Pen Tablet típusú eszközzel készült, amely x és y koordinátákat illetve nyomásértékeket rögzít, 200Hz frekvenciával.

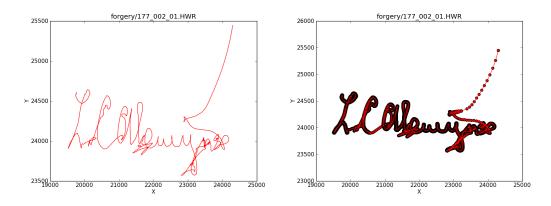
Az adatokat letöltöttük, kicsomagoltuk, és áttekintettük. Az adatbázis tartalmaz egy valós aláírás adatbázist (genuine) szerzők egy csoportjától. Ezen szerzők aláírásait próbálták gyakorlott hamisítók reprodukálni (forgery).

TODO: hány szerző hány aláírás

Az aláírosakt vizualizáltuk, ezeket mutatják a következő ábrák.



1. ábra. Egy aláírás nyomásértékekkel és anélkül.



2. ábra. Az 1. ábrához tartozó egy hamisítás nyomásértékekkel és anélkül.

3. Megoldásunk

Megoldásunk többféle módon közelíti meg a problémát. Egyrészt, az adott lokális jellemzőket közvetlenül felhasználva tanítókat építettünk: DTW, Improved DTW. Másrészt, a lokális attribútumokat egy-egy aláíráshoz aggregáltuk és így globális attribútumokat kaptunk. A globális attribútumokra egydimenziós normál eloszlást illesztettünk, és egyfajta anomália detekciót végeztünk. A végső megoldásunkban ezeket a módszereket szavaztatjuk.

Szóba jött még Rejtett Markov Modell és Neurális Háló alapú implementáció is, de ezeket időhiány miatt nem próbáltuk ki. Továbbá, szerettünk volna néhány megoldásra koncentrálni.

A megvalósítás Java, Python, BASH, és gnuplot eszközök segítségével történt. A lokális attribútumok feldolgozása és a globális attribútumok létrehozása Python scriptek segítségével történt. A DTW és Improved DTW implementációk teljes egészében Java nyelven íródtak. Az ábrák elkészítéséhez és egyéb segédfeladatok elvégzéséhez a Python, BASH és gnuplot eszközöket használtuk. Munkánkat a git verziókövető rendszerrel kezeltük.

3.1. Lokális jellemzők

Adottak voltak az x,y,z értékek, viszont úgy láttuk, hogy hasznos lenne további, redundáns attribútumokat is kinyerni, ezzel segítve a tanulóalgoritmusokat. A három érték első, második, és harmadik deriváltjait kiszámoltuk a következőképpen:

$$\Delta^{1}[f](x) = x_{i+1} - x_{i-1}$$
$$\Delta^{2}[f](x) = x_{i+1} - 2x_{i} + x_{i-1}$$

$$\Delta^{3}[f](x) = \frac{x_{i+2} - 2x_{i+1} + 2_{i-1} - x_{i-2}}{2}$$

Tehát 3+3*3=12 lokális attribútummal dolgoztunk. Implicite jelen volt az idő értéke is, azaz, hogy hanyadik adatpontról van szó az aláírásmintán belül.

3.1.1. DTW

TODO: ez az évköziről lett kimásolva, frissíteni kell

- DTW algoritmust használtunk az összehasonlításra
- Interneten találtunk egy DTW implementációt
- A tanítóhalmaznak (a feladatkiírás ajánlása szerint) az aláírások felét választottuk (50-50)
- A tanítóhalmaz osztály meghatározza az elemek közötti távolságokat, előállítja a távolságmátrixot
- Eltárolja a legkisebb és legnagyobb távolságot, valamint kiszámítja az átlagos távolságo
 - globális tulajdonságok

TODO: itt már az ékezet is eltűnt...

- Az osztalyozo ezutan kiszamitja a kapott alairas tavolsagat a tanító halmaz osszes elemet.
- Itt is elmenti a min, max es atlagos tavolsagot
- Ez utan osztalyozza a teszt alairast a tanitohalmaz ertekeihez hasonlitva
- Ket tipusu osztalyozast neztunk meg
- Ha a teszt alairas min, max, atlag erteke kisebb, mint a tanito halmazban talalhato elemek tavolsagainak minimuma, maximuma, atlaga, akkor elfogadjuk
- Ha a fenti 3 tulajdonsagbol legalabb kett. kisebb, mint a tanitohalmaz ertekei, akkor elfogadjuk

3.1.2. Improved DTW

3.2. Globális jellemzők

TODO: ezt előrébb vinni? mennyire használunk globális jellemzőt DTW-ben? Minden egyes tanulópéldán és bejövő tesztpéldán elvégezzük a lokális jellemzők aggregálását. Ez főképp a [2] alapján történt. A felhasznált jellemzők: TODO: kisebb betűméret valahogy

Minták száma (1)	Magasság (2)	Széless
1 / 3 (5)	Átlagos x sebesség (9)	Pozitív sebességű p
Toll-lent minták száma (14)	Átlagos nyomás (20)	Maximum n
Maximum nyomás pontja (22)	Nyomás terjedelem (28)	Maximum x s
Átlagos x gyorsulás (30)	Maximum y sebesség (31)	Átlagos y se
Negatív sebességű pontok száma / 14 (34)	Pozitív sebességű pontok száma / 14 (37)	

1. táblázat. A felhasznált globális jellemzők. Zárójelben a [2] cikkben szereplő sorszám.

3.2.1. Gauss-görbék illesztésén alapuló módszer

Ezen módszer esetében a globális attribútumokat tartalmazó tanító vektorokra először normális eloszlást illesztünk:

$$\mu = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} x^{(i)},$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} (x^{(i)} - \mu)^2.$$

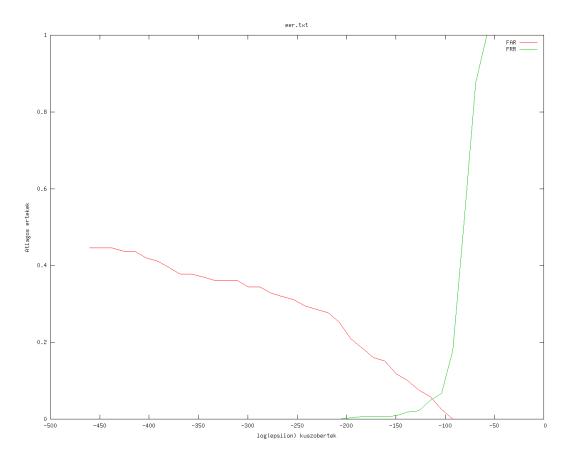
Ezután, ha egy ismeretlen teszt példányt kapunk, akkor elkészítjük annak globális jellemzővektorát (x), majd kiszámítjuk annak valószínűségét, hogy a komponensek külön-külön a megfelelő eloszlásba tartoznak:

$$p(x) = \prod_{j=1}^{n} p(x_j; \mu_j, \sigma_j^2) = \prod_{j=1}^{n} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_j} \exp(-\frac{(x_j - \mu_j)^2}{2\sigma_j^2}).$$

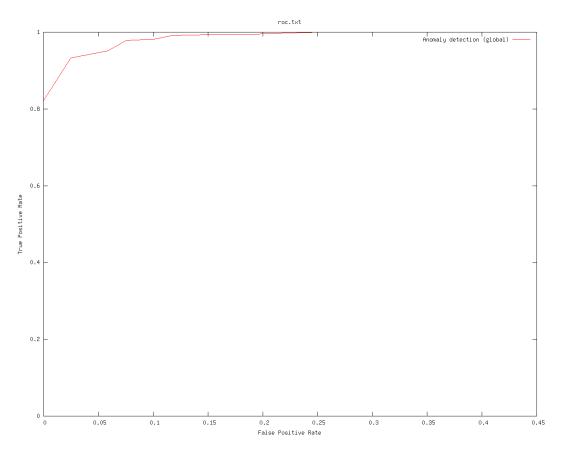
Választunk egy ϵ küszöbértéket, az xaláírást hamisítványnak tekintjük akkor és csak akkor, ha

$$p(x) < \epsilon$$
.

Az ϵ érték kompromisszumot jelent, amely a FAR és FRR értékek közötti átmenetet meghatározza. A következő ábrákat keresztvalidációs kiértékeléssel kaptuk.



3.ábra. A globális módszer FAR és FRR görbéi.



4. ábra. A globális módszer ROC görbéje.

TODO: jó lenne közösen a lokális értékekkel

 ${\tt TODO}$: ábráról leolvasni az legjobb FRR&FAR és az EER értékeket; esetleg ROC görbe alatti területet számolni.

4. Tartalom

TODO: mindegyikről egy rövid leírás, fontosabb fileokról. használatról külön kellene a user doksiban.

- data/
- data-deriv/
- doc/
- Onsig/

- scripts/
- results/

5. Feladatmegosztás

5.1. Bordé Sándor

- DTW
- Improved DTW
- Dokumentáció
- TODO: bővíteni

5.2. Csernai Kornél

- Lokális jellemzők feldolgozása
- Globális jellemzők elkészítése
- Gauss-görbék illesztése
- FAR-, FRR-, és ROC görbék ábrázolása
- Dokumentáció
- TODO: bővíteni

Hivatkozások

- [1] Marcus Liwicki, Muhammad Imran Malik, C. Elisa van den Heuvel, Xiaohong Chen, Charles Berger, Reinoud Stoel, Michael Blumenstein, and Bryan Found. Signature verification competition for online and offline skilled forgeries (sigcomp2011). In *ICDAR*, pages 1480–1484. IEEE, 2011.
- [2] Jonas Richiardi, Hamed Ketabdar, and Andrzej Drygajlo. Local and global feature selection for on-line signature verification. In In Proc. IAPR 8th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2005, pages 625–629, 2005.