

CERL seminar Oslo - October 2014

Incremental and Offline Handwriting Recognition for the Venice Time Machine

Andrea Mazzei, Fouad Slimane, Giovanni Colavizza, Lorenzo Tomasin, Frédéric Kaplan
Digital Humanities Laboratory



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

State Archive of Venice

**80 km of archives
documenting every
detail of Venetian
history over a 1000
years.**



A 10 year digitization program to transform this archive into an information system.





Marciana Library

**A new digitization
project focusing on
rare books.**

Digitized materials

... et de rebus ...
 ... ad rebus ...
 ... in rebus ...
 ... de rebus ...

In nomine patris
 Amen & B.

... in nomine ...
 ... in nomine ...
 ... in nomine ...
 ... in nomine ...

In nomine patris
 Amen & B.

... in nomine ...
 ... in nomine ...
 ... in nomine ...
 ... in nomine ...

meam. Et si fugerit et erit in cōsa a iudicium qd
pignoratōem fecit debeat domū sue standari.
Et si ad terminum designati nō uenit et fuerit
terebus ei in uente tñ debōis suis debeat itro
mitti quātū erit pignoratō fca et banus nī
qui uenire debet in nos et cetera utromissa dan
debeant ei qui fuit pignoratus. Et si debōis
ipius inuenire non poterit tūc psonā illi uel
hōdum ei in a sculoz dare debeamus ei qui fue
rit pignoratus si upam quesierit et in sup bannū
nī nobis debeat emendan. *De debito fco alicui
fornicea qd p tradat forniceo si eam quesierit.*

Statuimus quoq; ut quicūq; de debito fco
alicui fornicea iudicatus in a ma nra fuit
debeat debitum reddere qd si non reddiderit p
sona illius tradat forniceo si upam quesierit. Si
aut absens fuit et post mandati nīm debiti
nō soluerit simili psonam ei tradat forniceo.
Si upam quesierit. *De illis qd sigillū dñi uas
aut sal falsauerit aut monete falsatores extiterit.*

Tem statuimus ut si quis sigillum nīm aut
sals falsauerit. aut monete nre falsatores exti
terit qd manū ptere debeat. si de hoc confessū
fuit aut ouectus p testes. *De illis qui uocati
sūt aduentatē dicendam sup maleficijs.*

6
Ad hec quoq; statuimus ut si aliquis fuerit ad
uentatē dicendā uocatus sup negotio fuit
sup negotio ptece et raubane sup negotio pais
sionis et homiadū et sup fco maleficijs pncos et
successores nros ul psonā illam cum uolunta
te nra ad quā negotiū ptinebit ei uentatez p
sacramētūz dice recusauerit emendet marcas
argenti. L. Cōi nro que si non ei inuenire fuerint
deudicat. Cār sedm tūc consuetudinē usq; ad i
marcas. L. debeat fieri sup eum. Et de his oibz
uide licet fuito ptece et raubana de pmissione
et homiadū et maleficio si quis coram nobis rī
successoribz nris o fessus fuerit ubi qd ptece
bunt ab eoz ore audisse ad iudicandum eos
sufficiat.

Tem statuimus qd quicūq; cois Rogam
accepit aut alicui nams mannamā siue fu
giat siue non fugiat si uicū non fecit p quo ro
gam accepit ul mannamā quācumq; inuenit
fuit tam diu debeat in carce detineri quousq;
upam rogam ul mannamā reddat undupluz
et nobis in sup bannū nīm nisi iustū impedi
mentūz hūis; dum tam rogatiā reddat uel
mannamam qd si infra .vij. dies non fecerit.

Il obituz ala parte del Senato Crisimi signori d'esse fani in
rialto sopra ledime quisoto degarizo la Contadon
mia repaile d'elio fubry piero olinstaguer sta alpre
vente in la Contea d'isanbeneto in tun mefate del n^o 10
imperial Contram prima miatone nela uila d'at
tuna soto miran territorio paduan Canopi in scanta doi
Joen 72 in fiz la parte piantate in idigade e parte pradi
+ parte paszoli Conto suo cortino di paga yella uorador
le qual tere y eze soto poste alcaque nontrono d'afi
tate y elze s'offorjudo a fare la uoraz ala parte
Contadage lamita dila sementa d'ele bianc d'aspiga le
qual dite tere la uora y eze d' siluestri + parte agnolo
dimayi d'ele qual tere trafo uno ano y latio le soto
sgriti bianc eluro spoz e + prima
fiomento alameyura uene ~~spoz~~ spoz costara quazata doi uq
segala adita meyura spoz costara tre ual in
grana adita meyura in 2

... vigilia ...
... mezzo olinstagnera sta a
... intun mefuro del n
... miattoro uela uila
... padovan Canjoti in setanta
... tate cuidergare e parte
... in duera uel lano

alle merci d'Allegna.
 Vene: procedi a d'ordinare sequendo
 a Porto Emaro in materia di
 Saneta: et simil: a fare le
 sop: materia di Saus.
 Peltore di S. Y. mandino le condennati
 alla Colera
 Treviso: mandino le scelti la trasmesse
 da' feudali di Bellam
 D. nel neg. del S. Intiriani esse
 quiesca il commissario.
 D. mentre s'illone portino merci ca
 paze d'onfelt: procedate contro
 mandino denaro a Palma
 Vene: li atti di Dominio comessi
 da' feudi di Porcia nel trattener
 fuomone et animali che qui
 ueniciano: non son breoni
 fauca restituere. et esse se
 presentino alla S. N.
 Vicenza: procedi contro le estrattione
 di Biade di Stato.
 e Jan: Ten mandino a Vicenza
 raspe de Processi con lue form: ecc.
 Peltore di S. Y. onform: di scaso per
 conto di Balio di y. glora di
 Oglio cono: da' reggio Schiano
 netto: cio se dee render: il
 contato on famora: la distebu:
 di esso: l'incialto que: o' altro:
 A Verona: a Bressa: a Salo:

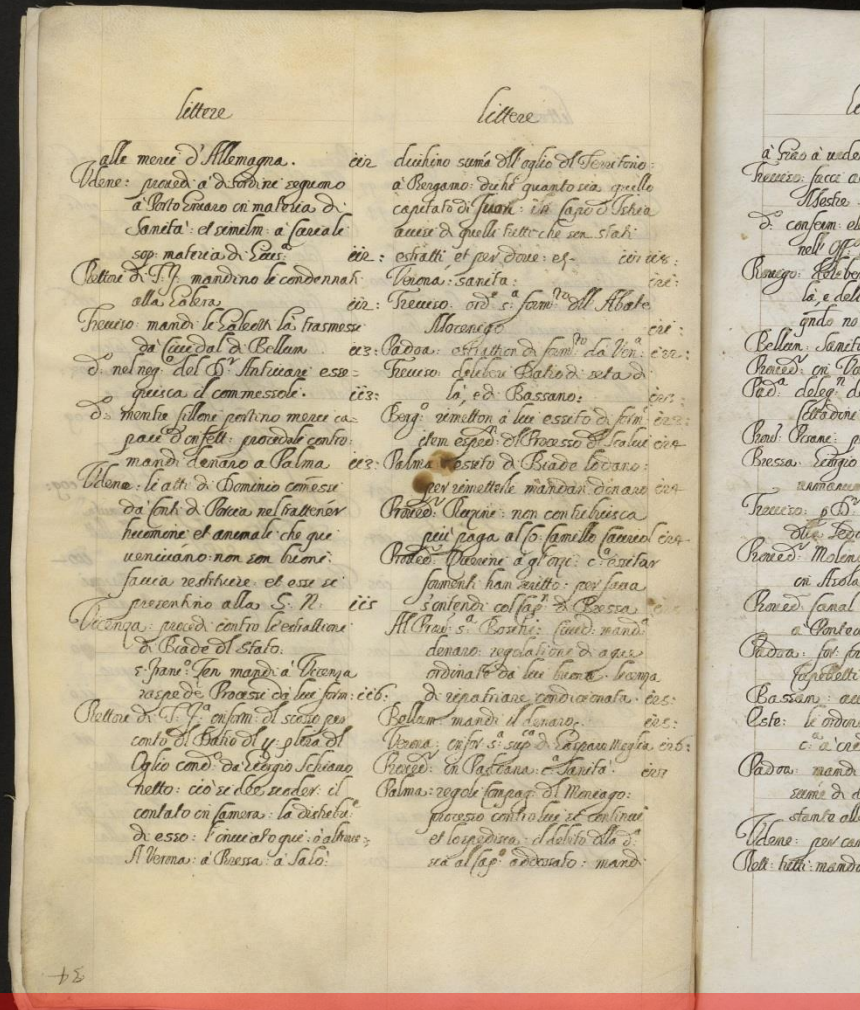
cir: diuino sumo All'oglio di S. Tomaso:
 a Bergamo: di he quanto sia quello
 capitato di Jan: in capo d'Ischia
 auere di quelli feudo che son stati
 cir: estratti et per dove: es:
 Verona: saneta:
 cir: Treviso: ord: s. fam: no All'Abate
 Moronigo
 cir: Padova: estrattion di fam: da Ven: ecc:
 Treviso: d'obitu S. Pietro di eta di
 la' ed Bassano:
 cir: Berg: similton a lui essuto di fam: ecc:
 eton exped: di Processo di Salu: ecc:
 cir: Palma: esuto di Biade lozano:
 per rimetterle mandan dinari ecc:
 Peltore: Regine: non contribuisca
 piu paga al fo. famello famio: ecc:
 Peltore: Quere: a gl'org: e' assitar
 famoni: han scritto: per fana
 s'ontendi col sap: di Bressa:
 cir: All'Pran: s. Borchi: fued: mand:
 denaro: regolazione di aque
 ordinate da lui buona: l'compa
 di riparare condonata: ecc:
 ecc: Bellam: mandino il denaro:
 ecc: Verona: on for: s. sup: di Caspari Megia: ecc:
 ecc: Peltore: on Pastana: S. Saneta:
 ecc: Palma: regole fampag: di Monago:
 processo contro lui et continui
 et loquidisca: il debito dlo d:
 sea al sap: addessato: mand:

a' tras a ueden
 Treviso: face a
 Mestre
 D. conform: ele
 nell' off:
 Rovigo: Kete ben
 la' e dell
 gndo no
 Bellan: Saneta
 Peltore: on Pa
 Pad: deleg: de
 S. Adriano
 Peltore: Peane: pe
 Bressa: reggio
 rumanu
 Treviso: p. D.
 S. S. S. S.
 Peltore: Molono
 on Strolo
 Peltore: sanal
 a Contou
 Padova: for: fu
 fapellotti
 Bassan: au
 Este: le ordina
 c. a' cre
 Padova: mand
 sumo di d
 stanta alle
 Vene: per cam
 Peltore: fatta: mandu

Segmentation

Segmentation

- Detect left and right page
- Crop pages (arbitrary shape, deformed and damaged)
- Isolate the text
- Detect textlines / words



Is this the left page or the right one?

Lettere

Lettere

a Pisa a ridere d'buono di Chelazzo 127
 nuovo face accantare Chelazzo d.
 Moste 127
 di confon elution di tanto Pasqua
 nobi off. de fane de somolen car.
 Pungo. Roberti Baly di Teda d.
 le e dell' Abate de re re no.
 gade no cadon per seg. 129
 Cellan. Santa' et a' fiamme che 129
 Chiodi. or. Val' lam. f. 129
 Pao. colog. della Archeveg. ha qua
 f. 129
 f. 129
 Pao. Pao. per mal di Pao. 131
 Brescia. Scipio Padua confoneto
 un' amato 5. 132
 Treviso. p. B. Anticari. r. Dalia
 de Segas se onanti 133
 Pao. Molino a Contevgo. and.
 on. 133
 Pao. fanal che e on. 133
 a Contevgo 133
 Padova. sul processo a' morte d. r.
 f. 133
 Bassano. avviso. 133
 Celo. le on. di Pao. Pao.
 e a caduti. 22 d' assopati 133
 Padova. manda in Polivene. nono.
 rami di denora al Pao. Bagnone
 d. unta alla. Mebra. scorta. 133
 Padova. per cambio alla. Pao. di. 133
 Nel. l'elli. mandon. don. de. 37. p. 133

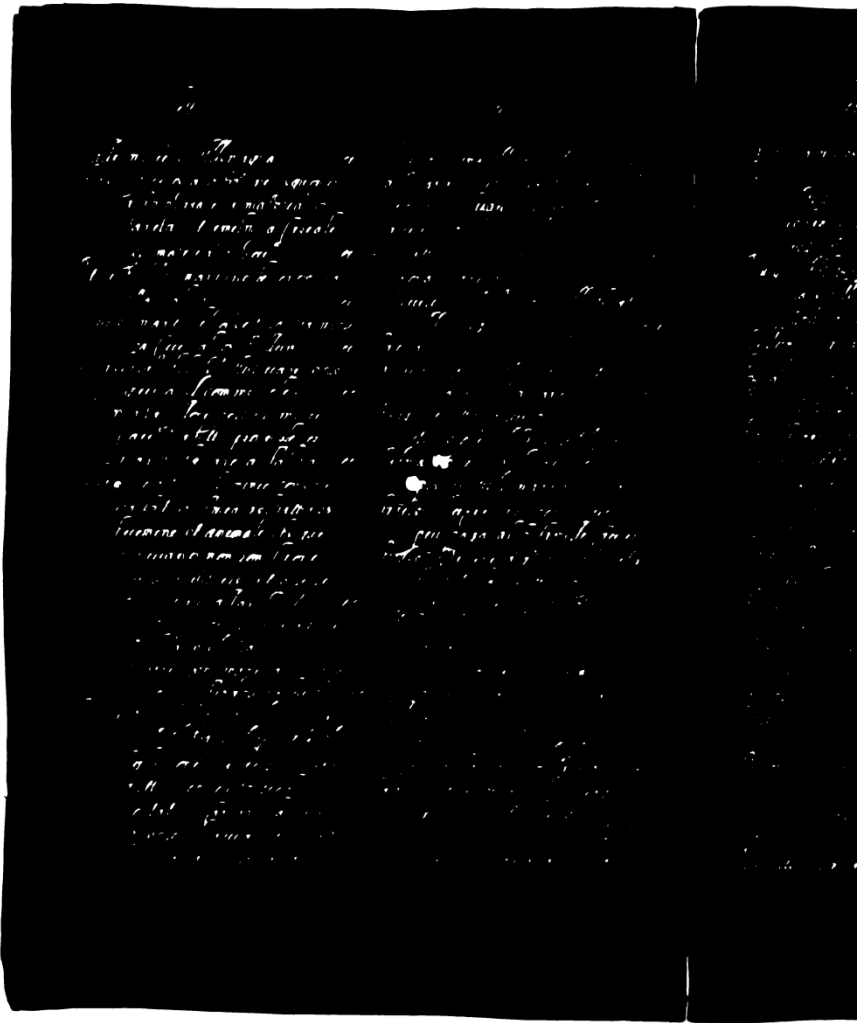
Bagn. Bressa. Treviso. avviso
 qu' d' ita' del don. de. 133
 q. p. p. estato d' on. di. 133
 di che 133
 Pao. avviso. quante non le. conde
 d' onati di. Pao. Pao. 133
 Bergamo. confoneto. di. Pao. Pao.
 Pao. non. 133
 Treviso. per. Pao. Pao. 133
 Palma. f. 133
 nobi. hoo. Dno. 133
 e. u. hoo. f. 133
 ambasci. solo. de. 133
 se. f. 133
 Pao. Bergamo. 133
 Abbazia. nella. 133
 di. appon. f. 133
 Treviso. 133
 de. Segas. di. Pao. Pao.
 per. 133
 f. 133
 avviso. 133
 di. Pao. Pao. 133
 Bressa. confon. di. Pao. Pao.
 Mentelle. on. 133
 Camera. di. Bressa. 133
 Bressa. per. 133
 Treviso. confon. di. Pao. Pao.
 parione. et. 133

alle mone d'Allemagna. cir
 Valone: procedi a d'ordinare sequendo
 a' Stato Romano in materia d'
 Saneta' el rimedio a' favore
 sop' materia d' Eas.
 Peltre d' I. H. mandino le condannar
 alla Calera.
 Treviso mandò le Calera la trasmesse
 da' fidei dal d. Bellam.
 D. nel reg. del d. S. Incontro esse
 quereca el commessole.
 D. monito filloni per tutto mone ca
 pace d' infeli: procedi contro
 mandò denario a Palma.
 Verona: le atti d. Dominio comesu
 da' fidei d. Vinea nel battere
 fuomine el animali che qui
 uenivano non son beoni.
 fuora restituere el esse se
 presentino alla S. R.
 Vicenza: procedi contro le entialioni
 d. Biade el stato.
 s' fane sen mandò a Verona
 raspede. Procede da' lora form. i. 6.
 Peltre d' I. H. en fin d. scario per
 conto d. Balio el y. pleto el
 Aglio comò da' regno Schiavo
 netto: cioè se deb. render el
 contato en favora: la d'obedi.
 d. esso: l'auce d'oque: o' albus.
 A Verona: a' Bassa: a' Talo.

dechino sumò d' Aglio d. S. Antonio:
 a' Bergamo: d'ichi quanto era quello
 capitato di fuori: in fante d. Schia
 auce d. quello fatto che son stati
 i. i. : estratti et posti dove: es.
 Verona: saneta.
 Treviso: ord. s' fane d' all' Abate
 Moconigo.
 Padova: est' affia da' fante da' ven. e. 2.
 Treviso: d'obedi. d' obedi. seta d.
 la, e d. Bassano.
 Bergamo: rimetton a' lui essato d. fin.
 item expò: el processo d. Talo.
 Padova: espò d. Biade l'orano:
 per rimettele mandò denario.
 Padova: d'aque: non con la h'isca
 piu' paga al fo' familla fante.
 Padova: d'aque: en raitar
 famenti han scritto: per fene
 s' entender col f. d. Bassa.
 All'Pras: s. Bontie: fante mandò
 denario: repolatione d' aque
 ordinata da' lui h'ima: b'ona
 d. repolatione: condonata.
 Bellam: mandò il denaro.
 Verona: en fin s' sup d. S. S. Magna: e. 6.
 Treviso: en Castana: e' Saneta.
 Palma: regale fante: d. Monago:
 processo contro lui et continui
 et loquidano: el debito alla
 ue' al f. p. a' d'ovato: mandò.

a' Pras a' veder
 Treviso: fece co
 d. confon: el
 nell' off.
 Treviso: d'obedi.
 la, e dall'
 gudo no.
 Bellam: saneta
 Padova: en f.
 Padova: deleg.
 Padova: d'obedi.
 Padova: d'aque.
 Treviso: p. d.
 d'aque: fante.
 Padova: Molano
 en f.
 Padova: fante.
 Padova: fante.
 Bassano: au
 Este: le d'aque.
 e' a' d'aque.
 Padova: mandò.
 sume d. d.
 stante alla
 Padova: per cam
 Nelli: h'ite: mandò.

Where is the page?



lettere

alle monie d'Allemagna.
 Utone: precede a d'adone ne sequimo
 a' loto orario in maltrua d'
 Saneta: et semelm a' faecale
 sop. materia d' Eau
 Uctore d' P. N. mandino le condennat
 alla balera
 Treviso: mande le sacell. la trasmesse
 da' sacidal d' Bellam
 d' nel reg. del S. Malucare esse
 questa d' commessale.
 d' monte fillare per no more ca
 pite d' confetti: procedit contro
 mande denario a Palma
 Utone: le atti d' Dominio comesse
 da' fute d' Orca nel trattener
 fuonore et animal che qui
 ueniciano non son fuoni
 fauca restitire et esse se
 presentino alla S. R.
 Vicenza: precede contro le emalione
 d' Bado d' stato
 s. Jani ten mande a Trevisa
 raspe de Processi d' lui fam. c. 6.
 Uctore d' P. N. in fam. el scano per
 conto el Batio d' y. g. lora d'
 Aglio com. da' d' agio Schiano
 netto: cio se d' d' render el
 contato in famora: la detrahe
 de esso: l' cunctato que o' albino
 A Verona: a' Bressa: a' Salo:

lettere

duhino samé Moglio d' Venetia
 a' Bergamo: du' h' quanto via quello
 capitato d' suati: in sano d' loria
 auere d' quelle fatto che son stati
 ciz: estatti et per dove et
 Verona: saneta
 Treviso: and s. fam. no all Abate
 Moronigo
 Padua: estatti d' fam. da' lora
 Treviso: d' lora Batio d' seta d'
 la, ed: Bassano.
 Vig: rimetton a lui esato d' fin.
 dem esped: el Processi d' lora
 ciz: Palma: esato d' Bado d' lora
 per rimettere materia d' gano
 Prato: Capini: non contubusca
 qui paga al fo famelle famico
 Prato: Quare a' q' capi: c' d' lora
 famoni han fatto: per fura
 s' ontendi col sag. d' Bressa
 M. May: s. Coste: furo mande
 denaro: regolazione d' a' g.
 ordinar da lui hunc: l' ompa
 d' riparare condennato: ciz:
 Bellam: mande il denaro: ciz:
 Verona: in for a' sup d' lora magna: ciz:
 Treviso: in Padua: c' Saneta: ciz:
 Palma: regole famora d' Monigo:
 processio contro lui et d' lora
 et l' ordinar: d' debito alla
 ut al sag. addonato: mande

a' Pras a' uider
 Treviso: face co
 Absteo
 d' canem: el
 nell' offe
 Treviso: d' lora
 la, e dell
 gnto no
 Bellam: saneta
 Prato: in Pa
 Pad: deleg. de
 (Cotrone)
 Pad: Prato: go
 Bressa: l' agio
 Treviso: p. d.
 d' lora
 Prato: Malena
 in lora
 Prato: saneta
 a' lora
 Padua: fut. fa
 furbelli
 Bassano: alle
 Este: le ordinar
 c' a' ciz
 Padua: mande
 sume d' d'
 stantia alla
 Utone: per cam
 Pad: lora: mande

What is missing? Or...what should be missing?

Littere

alle merci d'Almagna.

Vene: procedi a' disordine sequono
a' Porto Emaro on materia di
Saneta: et simelm: a' sacale
sop: materia di Eius:

Paltore d'F. mandino le condannati
alla Eolera

Treviso: mande le Galeotti la trasmesse
da' succedal di Bellum

D. nel neg. del D. Antuicari: esso
quisca il commessole.

D. mentre fillone portino merci ca
pore d'infelt: procedale contro
mandi denaro a Palma

Vene: li atti di Domenico comessi
da' font: di Porcia nel trattenon

cin: d'uchino sumia d'olio d'Ferritono:
a' Bergamo: di che quanto via quello
capitato di fiamm: in capo d'Ischia
a' uese d'quelli fietto che sen stati

cin: estratti et per dove: ex: cin: uis:
Verona: saneta: cin:

cin: Treviso: ord. s. fam. no d'Abate
Morenico cin:

cin: Padova: estratti d'fam. da Ven. cin:
Treviso: d'elebori d'alto d' seta d'

cin: la' ed. Bassano: cin:
Berg: rimetton a lui essito d'fam. cin:
item esped: d'Processo d'Ischiu cin:

cin: Palma: essito d' Biade lodano:
per rimetterle mandan denaro cin:

Proced: Ragone: non con tribuisca

a' tras a' uede
Treviso: facci a
Mestre

D. confirm: et
nell' off.

Rovigo: d'elebori
la' e del
qudo no

Bellan: Sancti
Proced: on Vo

Pad: deleg. d'
folladone

Proad: Pirani: p
Bressa: d'ingio

Treviso: p D.

J obitza ala parte del Senato Crisimi signori d'esse fani in
 rialto sopra ledime quisoto de garizo la condizion
 mia repaile d'elio fubry piero olinstagner sta alpre
 yente in la Contea di san beneto in un mezo del n^o 1
 imperial Contrari prima miatone nela uila de Cal
 tana soto miran territorio paduan Canzoni in scanta doi
 Joen 72 in fiz la parte piantate in idigade e parte pradi
 + parte paszoli Conto suo cortino de paga yella uorador
 le qual tere y eze soto poste alcaque nontrono dafi
 tarle y elze s'oufforjado a farle lauoraz ala parte
 Contanze lamita dela sementa dele bianc da spiga le
 qual dite tere lauora y eze de siluestri + parte agnolo
 dimayi dele qual tere trafo uno ano y latio le soto
 squire bianc eloro spozle + prima

Where is the text?

fionento alame...
 sigala adtra mezza spoz...
 grana adtra mezza...

piezo olinstagnera sta a
to intun mefuro del n
miattono uela uila
padoan canjoti in setanta
tate emidgave e parte

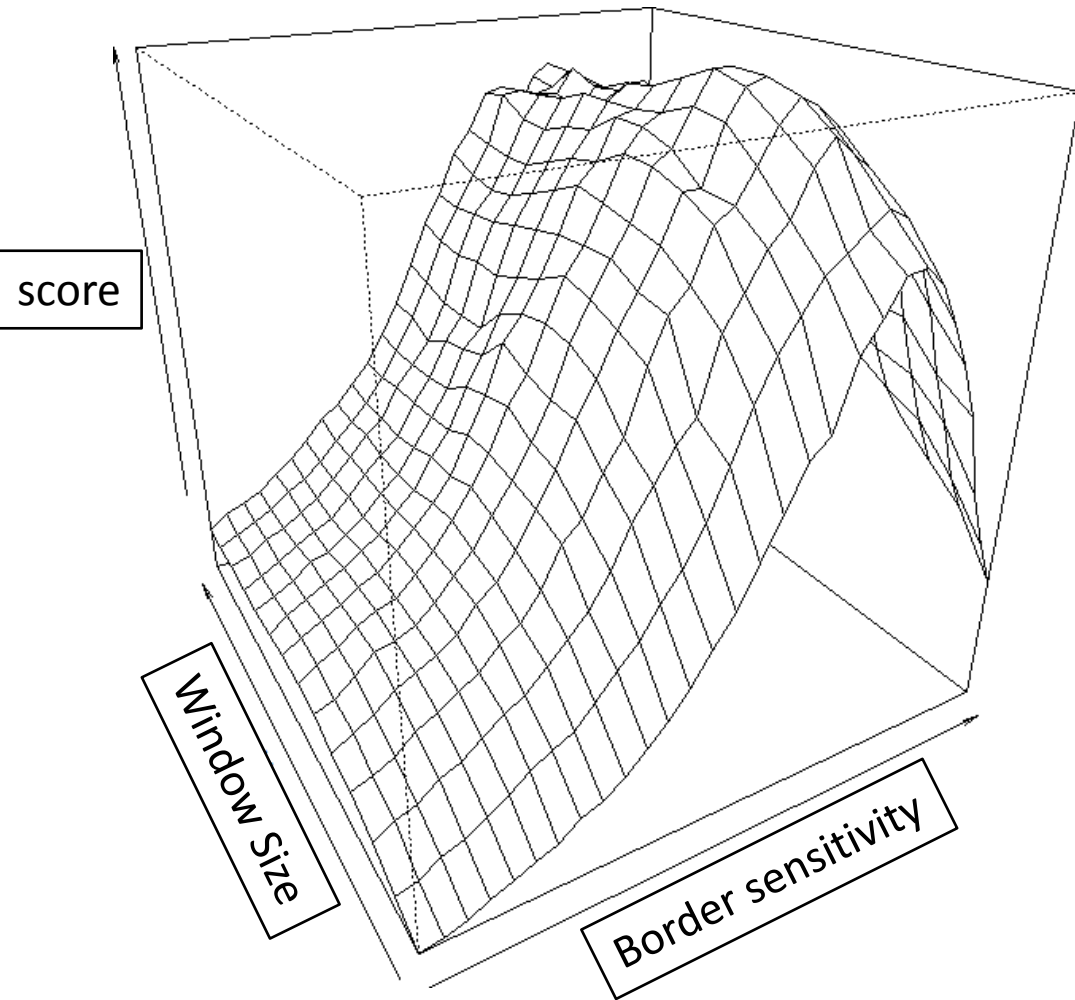
Where is the text?

ma duca uel lano

Il ebitez nella parte del feudo. Causim signoribus de p. f. m. m.
rialto sopra le d. f. m. e. qui sono ubi garice. La curia non
mia e paulo d. h. e. f. d. y. p. e. o. o. l. i. n. s. t. a. g. u. e. r. e. s. t. a. a. l. p. r. e.
pente in la curia di san beneto intun m. p. o. d. e. l. m. e. n. s.
imperiali. Contra un prima m. i. a. t. i. o. n. e. n. e. l. a. n. i. l. a. d. e. l. a.
t. i. n. a. s. o. t. t. i. m. i. t. a. n. t. i. t. o. r. i. o. p. a. d. o. a. n. l. a. n. o. p. i. n. s. t. a. n. o. d. o. i.
Jo. e. n. 7. 2. in p. z. e. p. a. r. t. e. p. i. a. n. t. a. d. e. c. u. i. d. e. g. a. d. e. p. a. r. t. e. p. r. a. d.
+ p. a. r. t. e. p. a. s. z. o. l. i. C. o. n. t. o. s. u. o. C. o. r. t. i. n. o. d. i. p. a. g. a. p. e. l. l. a. u. o. r. a. d. o. z.
le qual t. i. r. e. p. e. c. e. s. o. t. t. o. p. o. s. t. e. a. l. c. a. q. u. e. n. o. n. t. r. o. n. o. d. e. f. i.
t. o. r. e. p. e. l. d. e. s. o. n. f. o. r. z. a. d. o. a. f. a. r. l. e. l. a. u. o. r. a. z. a. a. l. a. p. a. r. t. e.
C. o. n. t. a. z. z. e. l. a. m. i. t. a. d. e. l. a. s. e. m. e. n. s. a. d. e. l. e. b. i. a. n. c. e. d. a. s. p. i. g. a. l. e.
qual d. i. t. t. e. t. e. r. e. l. a. u. o. r. a. p. e. c. e. d. s. i. l. u. e. s. t. i. + p. a. r. t. e. a. g. n. o. l. o.
d. i. m. a. z. i. d. e. l. e. q. u. a. l. t. r. e. t. r. a. s. u. n. o. a. n. o. p. l. a. t. t. o. l. e. s. o. t. t. o.
s. z. i. t. e. b. i. a. n. c. e. e. l. t. u. n. o. s. p. o. z. e. + p. r. i. m. a.
f. i. o. m. e. n. t. o. a. l. a. m. e. p. u. z. a. u. e. n. e. f. o. r. m. a. s. p. o. z. e. s. t. a. r. a. q. u. a. r. a. t. a. d. o. i. n. q. z.
s. g. a. l. a. a. d. i. t. a. m. e. p. u. z. a. s. p. o. z. e. s. t. a. r. a. t. r. e. u. a. l. _____ i. z.
p. r. a. n. a. a. d. i. t. a. m. e. p. u. z. a. s. p. o. z. e. s. t. a. r. a. t. r. e. u. a. l. _____ i. z.

Il obitoz ala parte del Senato Crisimi signori deye fari in
rialto sopra l'edifizio qui sotto degnato la Cudijon
mia repaile d'elio fubry piero olinstaguerista alpre
pente in la Curia de san beneto intun mezo del m^ony
imperial contumini prima miatone nella vila de cat
tina sotto miran territorio paduan Canjori in scianza dei
Joen^oz in fiz la parte piantada in idigade e parte pradi
e parte paszoli conto suo cortino de paga y el laozador
le qual terre y yez sottoposte a laque nontrono dati
tulle y elze fortozudo a farle laozar ala parte
contadze lamita dela sementa dele bianc da spiga le
qual dite terre laozar yez de d'uectri e parte agnolo
dimagi dele qualtre trafo uno ano y l'altro le sotto
sejite bianc el tutto spoz e e prima
fiomento alameyura uene ~~spoz~~ spoz laozar quazata doi uqz
segala ad ita meyura spoz laozar tre ual _____ in 3
grana ad ita meyura _____

Parameters Optimization



$$\text{Argmax} \left\{ \text{StdX} * \text{contour_size} / \text{StdY} * \text{num_contours} \right\}$$

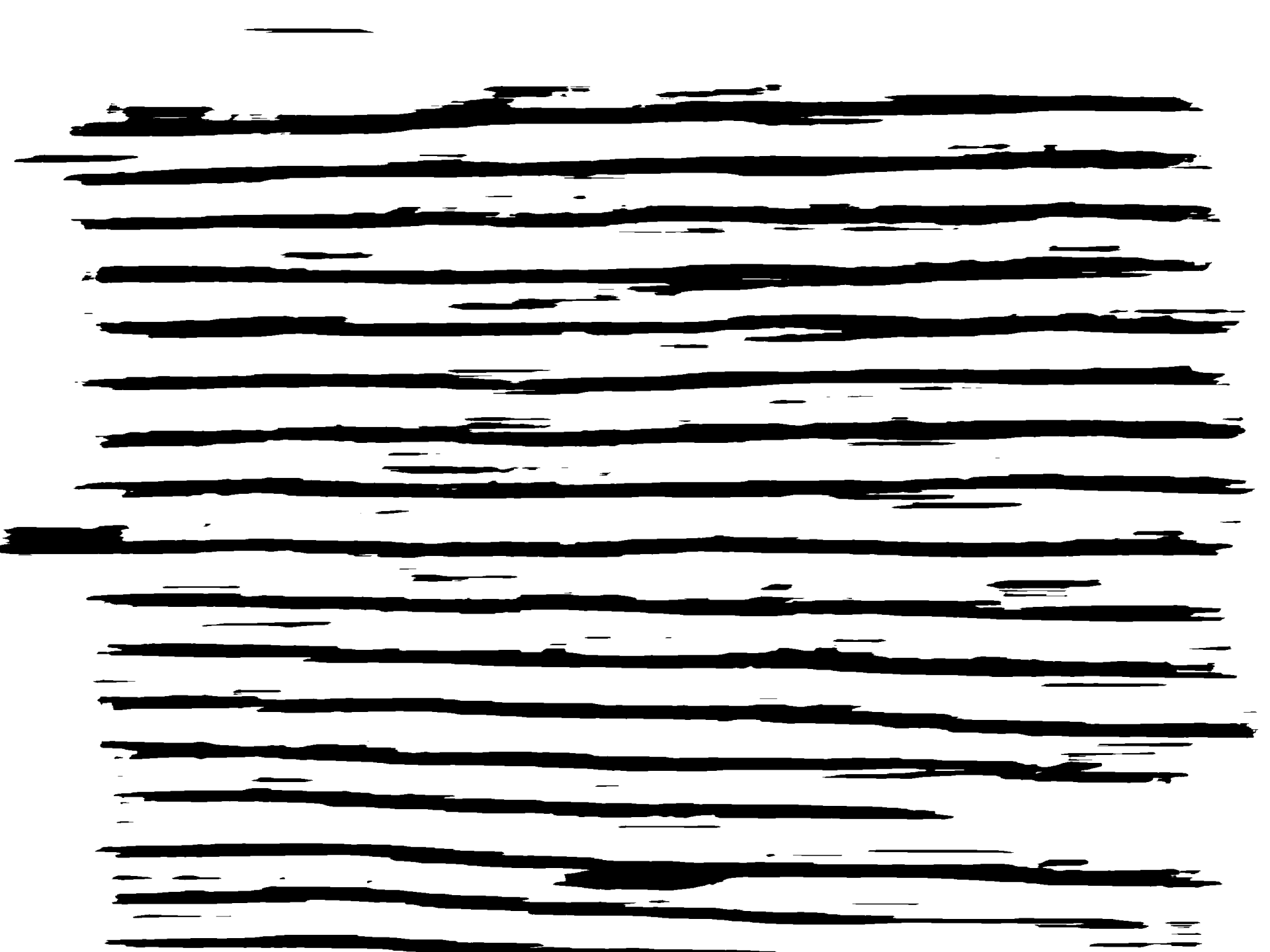
param 1
param 2

H obituz ala parte del senato Crisimi signori de pefan in
rialto sopra ledime quisora. Dugazio la Cudi prou
mia repaile d'elio fubry piero. olinstagueresta alpre
pente in la curia de san beneto intun mepo del niny
imperial contumim prima miatone nella uila de cat
tina soto miran territorio paduan canjori in scianza dei
Joen 72 in fiz la parte piantade cui de gade. e parte pradi
+ parte paszoli conto suo cortino de paga y el la uorador
le qual tere y yez soto poste alcaque non trono dati
tore y elze s'ostorjudo a fare le lauoraz ala parte
contanze lamita dela sementa dele bianc da spiga le
qual dite tere lauora yez de d'uecchi + parte agnolo
dimagi dele qual tere trafo uno ano y l'altro le soto
scritte bianc el uno spoz e + prima

Where are the textlines?

frumento al...
segala aditame y tra spoz...
grana aditame y tra spoz...
i 3







11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Word Spotting

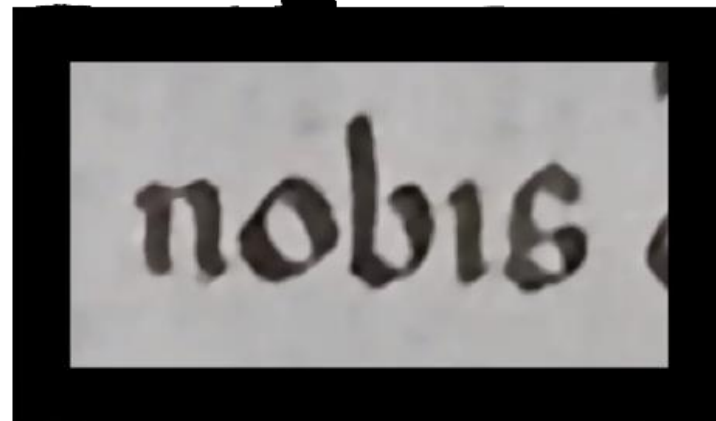
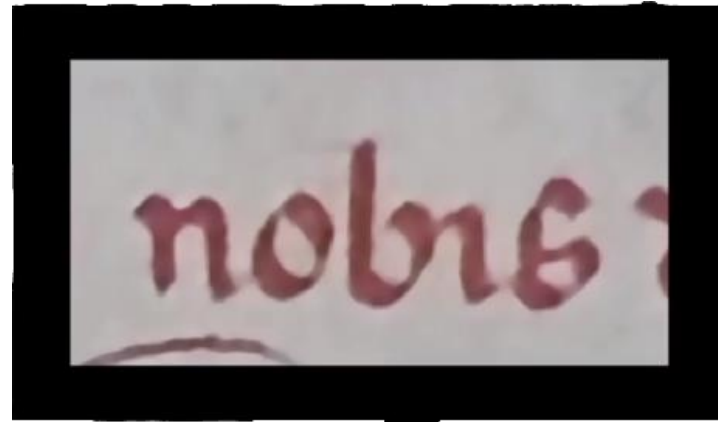
Principle

Compression of historical document images into clusters of visually similar and syntactically equivalent text sequences

Limitation

It depends on the handwriting style

Are these two words the same?

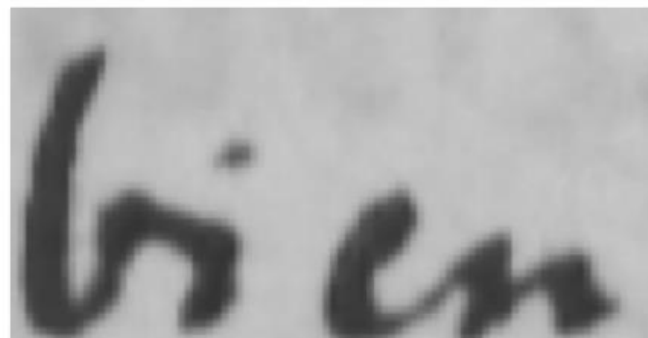
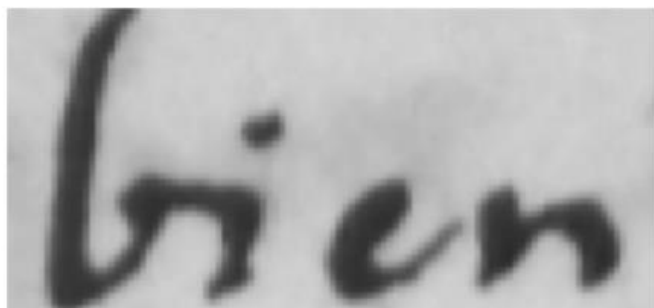


Shape matching using shape contexts

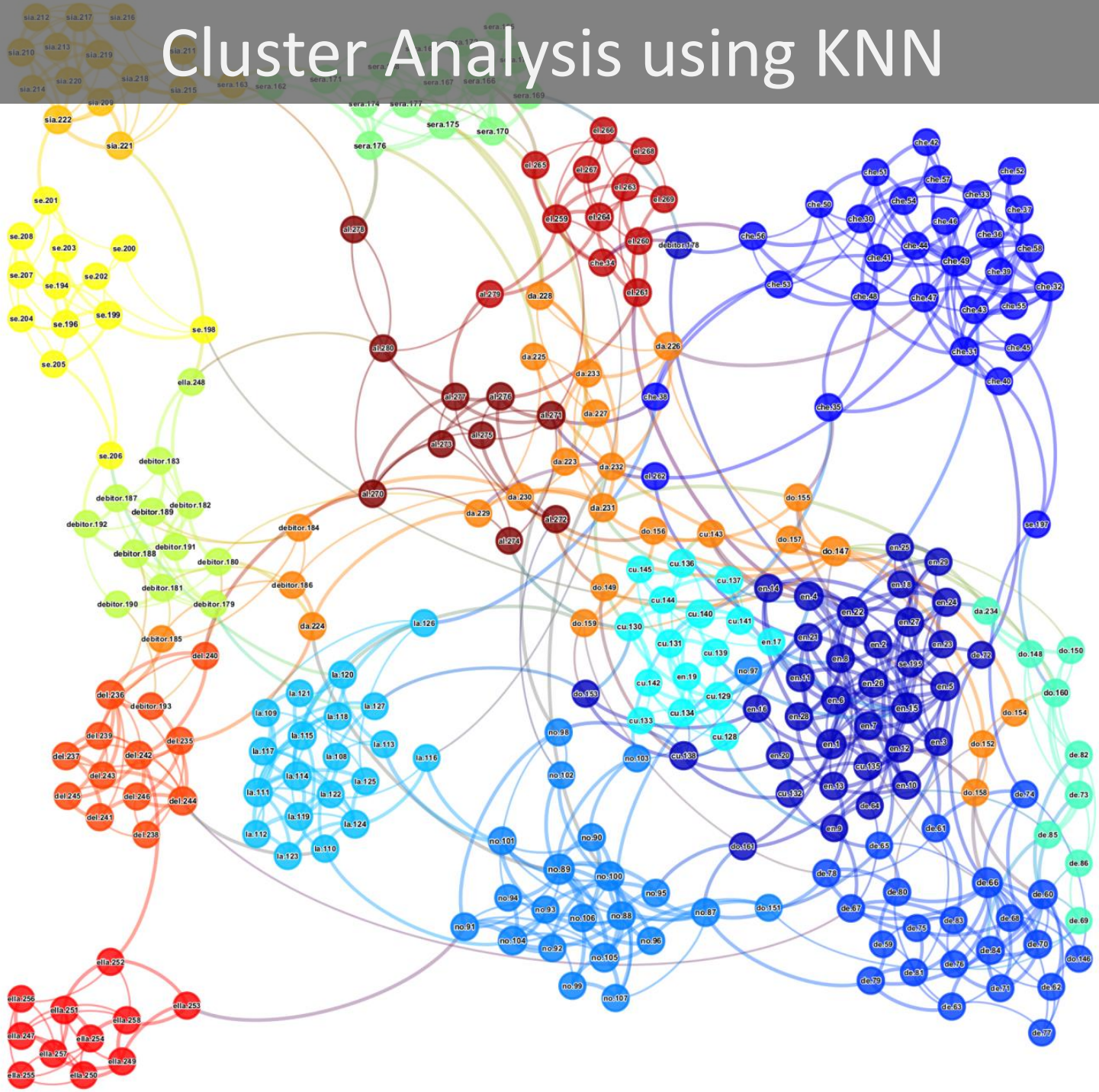
- Subset of correspondences between the two shapes
- Estimate a transformation of the plane in order to map any point on the first shape to a point on the second shape.

Image Substraction

Before and After Morphing the Image



Cluster Analysis using KNN



Handwriting Recognition using HMM

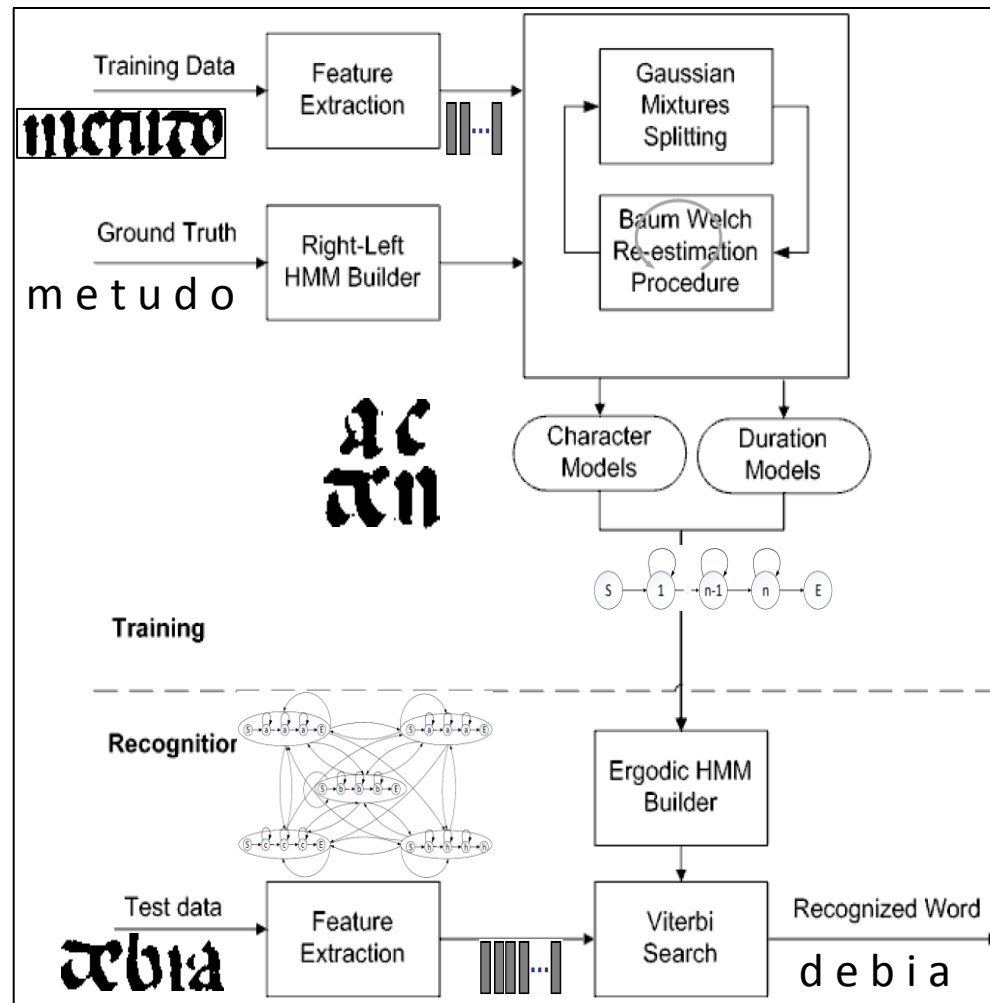
Principal investigator: Fouad Slimane

Email: fouad.slimane@epfl.ch

HMM based Recognition system

- Text sequences are transformed into arrays of feature vectors which constitute observations input for the HMM
- An HMM is then used to model the text sequence
 - Each state is associated to characters, sub-characters or directly to their variations.
 - Transition probabilities between states are typically modelling the probability that one character follows another one

HMM Text Recognition System



HMM-based text recognition system

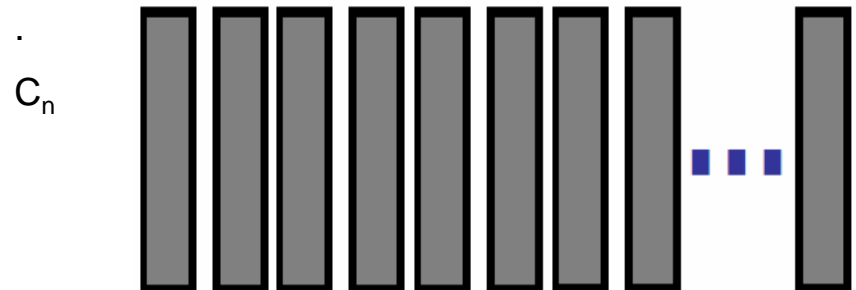
Preprocessing and Feature Extraction

- Pre-processing and feature extraction
 - Sliding window procedure
 - Image transformed into a sequence of feature vectors
 - Size window = W_s

- Shift window = W_{sh}



- Feature vector size = n



Transcription Alignment using HMMs

ello stara en carcere to mentre chel fara queste

chose opagera. Et etiam deo stagando collui

en carcere se sanera la che sia tellauer te collui

lotoye comantera chello sia entromesso edara

se allo so credetor. Et etiam deo selo creditor uo

ra enuestir lapprietate del debitor en quella fia

da al creditor sera data en uestixon. o Mosella

femena che none maritata sera 9depnata segon

to che de soura edito tuto le fara segondo che nui

auemo soura dito delomo remetuda questa cho

sa chello stara enlo teritorio de san çacharia e

ello stara en carcere domentre chel fara queste chose opagera. Et etiam deo stagando collui encarcere se sauera la che sia dellauer de collui lodoxe comandera chello sia entromesso edara sse allo so credetor. Et etiam deo selo creditor uora enuestir lapprietate del debitor en quella fia da alcreditor sera data en uestixon. Mosella femena che none maritata sera 9depnata segon do che desoura edito tuto se fara segondo che nui auemo soura dito delomo remetuda questa cho sa chello stara enlo teritorio de san çacharia e

Transcription Alignment using HMMs

ello stara en carcere domentre chel fara queste

chose opagera. Et etiam deo stagando collui

en carcere se sanera la che sia tellauer te collui

lotoye comandera chello sia entromesso edara

se allo so credetor. Et etiam deo selo creditor no

ra enuestir lapprietate del debitor en quella fia

da al creditor sera data en uestixon. o Mosella

femena che none mantata sera 9depnata segon

to che de soura edito tuto le fara segondo che nui

auemo soura dito delomo remetuda questa cho

sa chello stara enlo teritorio de san çacharia e

ello stara en carcere domentre chel fara queste chose opagera. Et etiam deo stagando collui encarcere se sauera la che sia dellauer de collui lodoxe comandera chello sia entromesso edara sse allo so credetor. Et etiam deo selo creditor uora enuestir lapprietate del debitor en quella fia da alcreditor sera data en uestixon. Mosella femena che none maritata sera 9depnata segon do che desoura edito tuto se fara secondo che nui auemo soura dito delomo remetuda questa cho sa chello stara enlo teritorio de san çacharia e

Transcription Alignment using HMMs

ello stara en carcere domentre chel fara queste

chuse opagera. Et etiam deo stagando collui

en carcere se sanera la che sia tellauer te collui

lotoye comantera chello sia entromesso edara

se allo so credetor. Et etiam deo selo creditor no

ra enuestir lapprietate del debitor en quella fia

da al creditor sera data en uestixon. o Mosella

femena che none mantata sera 9tepnata segon

to che de soura edito tuto le fara segondo che nui

auemo soura dito delomo remetuda questa cho

sa chello stara enlo teritorio de san çacharia e

ello stara en carcere domentre chel fara queste chose opagera. Et etiam deo stagando collui encarcere se sauera la che sia dellauer de collui lodoxe comandera chello sia entromesso edara sse allo so credetor. Et etiam deo selo creditor uora enuestir lapprietate del debitor en quella fia da alcreditor sera data en uestixon. Mosella femena che none maritata sera 9depnata segon do che desoura edito tuto se fara secondo che nui auemo soura dito delomo remetuda questa cho sa chello stara enlo teritorio de san çacharia e

Transcription Alignment using HMMs

ello stara en carcere domentre chel fara queste

chose opagera. Et etiam deo stagando collui

en carcere se sanera la che sia tellauer te collui

lotoye comantera chello sia entromesso edara

se allo so credetor. Et etiam deo selo creditor no

ra enuestir lapprietate del debitor en quella fia

da al creditor sera data en uestixon. o Mosella

femena che none maritata sera 9depnata segon

to che de soura edito tuto le fara segondo che nui

auemo soura dito delomo remetuda questa cho

sa chello stara enlo teritorio de san çacharia e

ello stara en carcere domentre chel fara queste chose opagera. Et etiam deo stagando collui encarcere se sauera la che sia dellauer de collui lodoxe comandera chello sia entromesso edara sse allo so credetor. Et etiam deo selo creditor uora enuestir lapprietate del debitor en quella fia da alcreditor sera data en uestixon. Mosella femena che none maritata sera 9depnata segon do che desoura edito tuto se fara segondo che nui auemo soura dito delomo remetuda questa cho sa chello stara enlo teritorio de san çacharia e

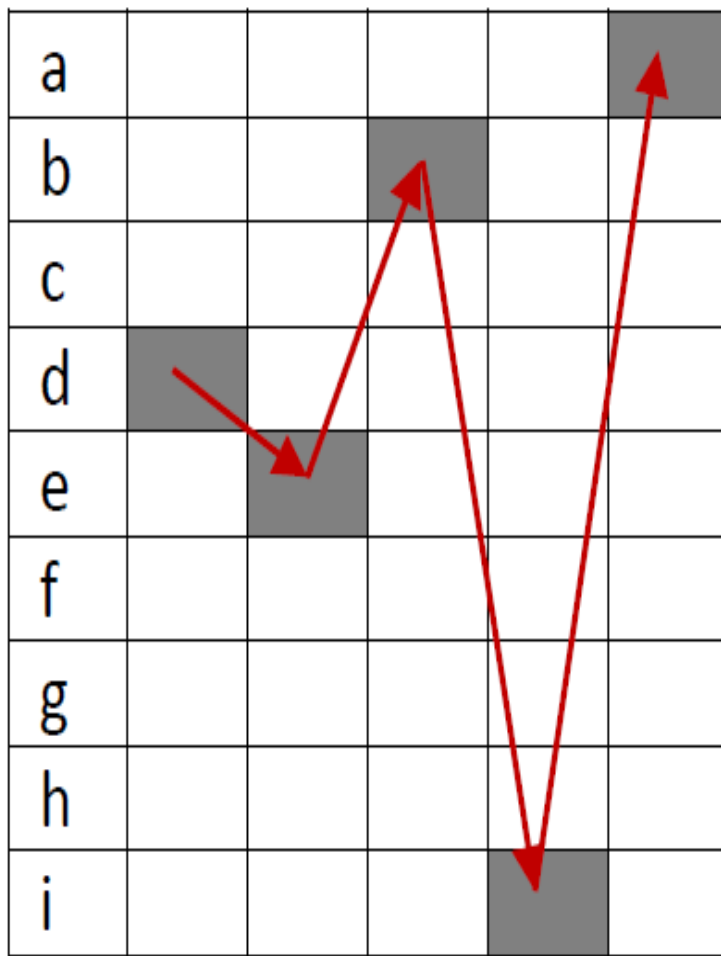
Thank you for your attention

Questions?

Backup Slides

Preprocessing and Feature Extraction

- Density of pixels in the window
- Vertical position of the gravity center in the whole window normalized by the height of the window
- 12 Zernike moments computed from the window
- Mean of vertical projection normalized by the window width
- Mean of horizontal projection
- Number N1 of black connected components
- Number N2 of white connected components
- Ratio N1/N2 of black and white connected components
- Position of the smallest black connected component divided by the height of the window
- Perimeter of all components in window/perimeter of window
- Compactness
- Gravity centre of the window, of the right and left half and of the first third, the second and the last part of the window



debita