



Reti neurali per l'analisi di scrittura con smart-pen

alla ricerca di un supporto alle decisioni

Candidato:

Emanuele Viyoli

Relatore:

Prof. Simone Marinai

Correlatore:

Prof.ssa Tamara Zappa-
terra



Outline

Background

Il Progetto

Dataset

Esperimenti

Conclusioni





Disgrafia

Difficoltà specifica nella riproduzione dei segni alfabetici e numerici

Sintomi:

- tracciato incerto
- forma irregolare
- dimensione irregolare
- non adeguato ai modelli





Disortografia

Trasformazione errata del linguaggio parlato in linguaggio scritto

Sintomi:

- omissioni di grafemi o parti di parola
 - **pote** per **ponte**
 - **camica** per **camicia**
- sostituzioni di grafemi
 - **vaccia** per **faccia**
 - **parde** per **parte**
- inversioni di grafemi
 - **il** per **li**
 - **spicologia** per **psicologia**





Test BHK

Scala sintetica per la valutazione della scrittura in età evolutiva

Olandesi Hamstra-Bletz e Blöte.

Griglia di valutazione della morfologia grafica dei bambini, valuta:

- qualità morfologica dei segni
- la spaziatura dei grafemi

BHK		ALLEGATO A2	TESTO STANDAR (numero di caratteri)
Scala sintetica per la valutazione della scrittura in età evolutiva			
leo e lo zio	9		
sono al porto	20		
mangiano un gelato	36		
con loro ci sono	49		
mia e rina	57		
Mia è piccola e gioca soltanto vicino allo zio	95		
Rina invece va nella mensa mangia il gelato	131		
Monica Da leccarsi i baffi.	150		
D'un tempo Leo salutava «Oh grande, nie. Lì ci sono delle navi... ben tre in fila. Leo (212) venne verso la cira. Rina acciuffò una balena a lui e si sporse dal parapetto della (280) banchina per poter vedersene meglio. Ma le segue barcollando. Leo sia li viene d'acciù (546).			
Nel porto galleggiò robusta di ogni genere: case, scandoni, taverne di legno, una (415) grande borsa di piuma, un ramo d'albero con le foglie secche e persino... (477) un matroneo rotto (493). Un gabbiano grigio-bianco passò sopra le loro teste (536).			
I bambini ignoravano i loro familiari verso la pietra rossa. Rimastegli erano quando la nave fu (614) risucchiata la stessa, voleva lei salutare, ordinava Rina ridendo e le si salì di gola. (678)			
Ma poi le sue borse le mosse. Egli li chiamò «Dobbiamo andare a casa». (739) Leo e Rina obbediscono e vengono saluti. Ma preziosa e carica a fagiani. Con un ampio gesto la salutò e se la mette sulle spalle. Voleva (885) regalar. Non perdiamo tempo, di corso casa, se no le si sta in pressione. (940)			
I bambini strisciavano dietro la sua parata per grandi magazzini, offici, depositi ora murati. (1040) parcheggi pieni di santi. Le ore li faceva, che lo avvolgeva, sotto le plance mi acciambellava. (1141) «Quella stupenda è ancora lì», voleva Rina. E raggiunse di quella parsa difficile. «Guardatevi di (1191) stanno le mani, e guardate! Leo. Lo sentite questo stridulo. Come sei pentito» mi rispose e mette (1272) il suo orologio al bagnetto. «Vogliamo che sentano della metropoli. Giac, vedo ancora. (1367) dove ho le, se arremano nelle armi». (1448)			



Test BHK

Scala sintetica per la valutazione della scrittura in età evolutiva

Tale scala analizza alcuni parametri:

1. spazio insufficiente tra le parole;

Leo e leo 20
sono al porto
mangiano un gelato
con loro ci sono mia e Rina
Mia e Rina

3. andamento altalenante della linea di scrittura;

Leo e la 20
sono al porto
mangiano un gelato
con loro ci sono mia e Rina
Mia e Rina

2. margine sinistro non allineato;

~~Leo e lo zio~~
sono al porto
mangiano un gelato
con loro ci sono
Mia e Rina

4. grandezza della scrittura;

Test BHK

Scala sintetica per la valutazione della scrittura in età evolutiva

5. collisione tra le lettere a causa della ridotta distanza;

Lea e la 2a
2sns el però
mangiano un gelbo
con loro i nonna/mia e Rina
Mia e Rina
M. -

6. irregolarità della grandezza delle lettere;

Lea e la 2a
2sns el però
mangiano un gelbo
con loro i nonna/mia e Rina
Mia e Rina
M. -

7. lettere atipiche;

Lea e la 2a
2sns el però
mangiano un gelbo
con loro i nonna/mia e Rina
Mia e Rina
M. -

8. forme ambigue delle lettere;

Lea e la 2a
2sns el però
mangiano un gelbo
con loro i nonna/mia e Rina
Mia e Rina
M. -

9. lettere ritoccate o ricalcate;



Test BHK

Scala sintetica per la valutazione della scrittura in età evolutiva

Calcolare il risultato:

1. somma per righe
2. somma dei risultati per colonne

BHK		ALLEGATO B	FOGLIO DI NOTAZIONE
Scala sintetica per la valutazione della scrittura in età evolutiva			
Data della prova	12-2014	Nome	Cognome
Eta	12,9	Classe	II° INFIA
Sesso	<input checked="" type="checkbox"/> F	Lateralità	<input checked="" type="checkbox"/> D
Esaminatore	MF	Velocità di scrittura	0,96 mm/sec -2,49 ds
		Σ = 2,99 ds	
PARAMETRI		Totale	
1. Grandezza della scrittura		x 1 mm 4 mm 6 mm 8 mm 10 mm 12 mm	
2. Margine sinistro non allineato		1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>	2
Valutazione frase per frase		1* <input type="radio"/> 2* <input type="radio"/> 3* <input type="radio"/> 4* <input type="radio"/> 5* <input type="radio"/>	
3. Andamento attorcigliante della linea di scrittura		1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>	5
4. Spazio insufficiente fra le parole		0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/>	0
5. Angoli acuti o collegamenti allungati		1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>	4
6. Collegamenti intorpati fra le lettere		1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>	4
7. Collisione fra le lettere		0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/>	1
8. Grandezza irregolare delle lettere		1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>	5
9. Misura incerenere fra lettere con e senza estensione		1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>	1
10. Lettere aperte		1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>	5
11. Forme ambigue delle lettere		0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/>	1
12. Lettere ritoccate o ricalcate		0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/>	0
13. Traccia instabile, scrittura incerta o tremolante		0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/>	3
		Punteggio totale	32
		Deviazione Standard	-2,06 ds
		Σ* Deviazioni	
		n. 19,4	
		d.s. 6,1	



Tecnologia

Digitalizzatori attivi, Wacom

Wacom è composto da:

- griglia
- penna





Estrazione dati

Formato Will

```
Example.will
|
├─ [Content_Types].xml
├─ props
│   ├─ app.xml
│   └─ core.xml
├─ sections
│   └─ media
│       ├─ image2049281480.jpeg
│       └─ strokes387757975.protobuf
│   ├─ section0.svg
│   └─ _rels
│       └─ section0.svg.rels
└─ _rels
    └─ .rels
```





Estrazione dati

File Protobuf

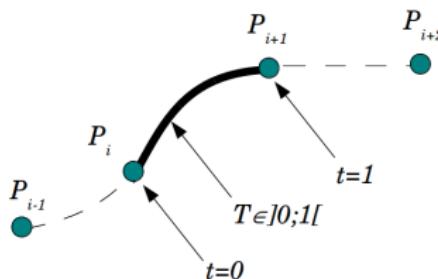
```
Example.will
|
├─ [Content_Types].xml
├─ props
│   ├─ app.xml
│   └─ core.xml
└─ sections
    └─ media
        ├─ image2049281480.jpeg
        └─ strokes387757975.protobuf
    ├─ section0.svg
    └─ _rels
        └─ section0.svg.rels
└─ _rels
    └─ .rels
```



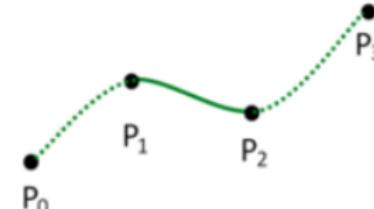
Estrazione dati

File Protobuf

```
Example.will
|
+-- [Content_Types].xml
+-- props
|   +-- app.xml
|   \-- core.xml
+-- sections
|   +-- media
|   |   +-- image2049281480.jpeg
|   |   \-- strokes387757975.protobuf
+-- section0.svg
+-- _rels
|   +-- section0.svg.rels
+-- _rels
\-- .rels
```



Geometria dell'oggetto Path



Segmento Catmull-Rom



Rappresentazione Feature

BO 9

Leo e lo zio
Sono al porto
Mangiano un gelato
con loro ci sono
Mia zia Mina



Rappresentazione Feature

BO 9

Leo e lo zio
Sono al porto ma
Mangiano un gelato
con loro ci sono
Mia zia Mina



Rappresentazione Feature

BO 9

Leo e lo zio
sono al porto ma
Mangiamo un gelato
con loro ci sono
Mia zia Mina



Rappresentazione Feature

BO 9

Leo e lo zio
sono al porto ma
Mangiano un gelato
con loro ci sono
Mia zia Mina

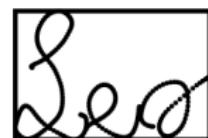


BHK

Estrazione parole/righe



- Per stroke



- Per parole



- Per righe

Estrazione feature

1. Grandezza scrittura:



2. Margine sinistro non allineato:

Se e lo zio

solo al foro

mangiamo un gelato

con loro ci sono

Mia e Quirino

3. Andamento altalenante della scrittura:

solo al foro

4. Lettere ritoccate o ricalcate:

Mia e Quirino

BHK Binario

Vettore di feature binarie secondo il modello BHK





BHK Binario

Vettore di feature binarie secondo il modello BHK

#parole grandezza margine sinistro
scritte scrittura non allineato

int	[0 ; 5]	[3 ; 9]
-----	---------	---------

andamento spazio collisione collegamenti
altalenante insufficiente caratteri interrotti ...

[0 ; 1]	[0 ; 1]	[0 ; 1]	[0 ; 1]	...
---------	---------	---------	---------	-----

Dim: 58 valori

BHK Binario

Vettore di feature binarie secondo il modello BHK



#parole grandezza margine sinistro
scritte scrittura non allineato

int	[0 ; 5]	[3 ; 9]
-----	---------	---------

andamento spazio collisione collegamenti
altalenante insufficiente caratteri interrotti ...

[0 ; 1]	[0 ; 1]	[0 ; 1]	[0 ; 1]	...
---------	---------	---------	---------	-----

Dim: 58 valori

Problema:

- tuple uguali di classi diverse



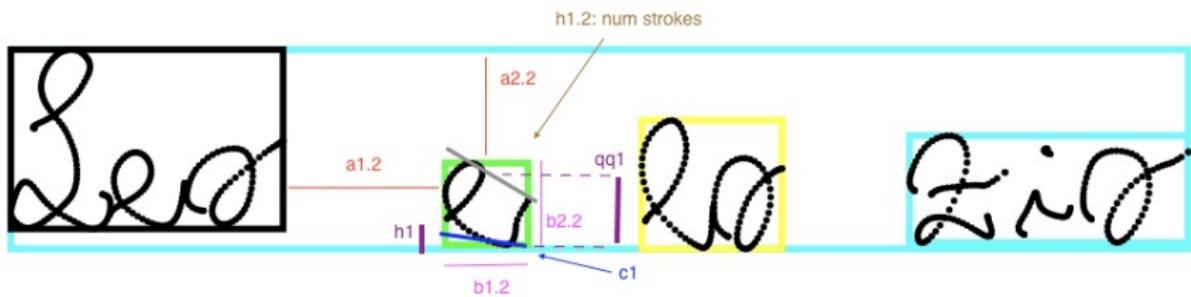
BHK Float

Feature più grezze, valori float



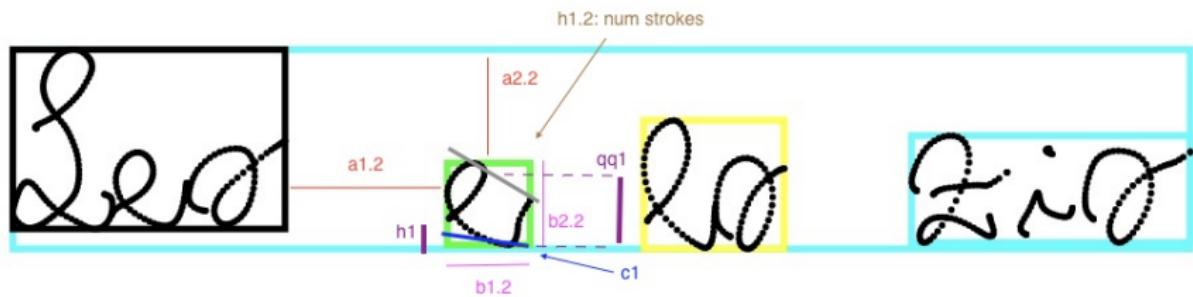
BHK Float

Feature più grezze, valori float



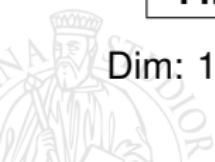
BHK Float

Feature più grezze, valori float



a1	a2	b1	b2	c1	c2	d	...
44.04	188.55	173.68	-33.61	0.05	0.05	10.62	...

Dim: 159 valori





non BHK
Metodo Offline

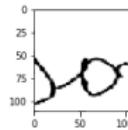
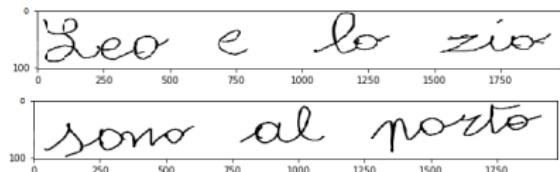




non BHK

Metodo Offline

- Campionamento delle patch

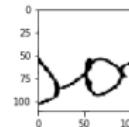
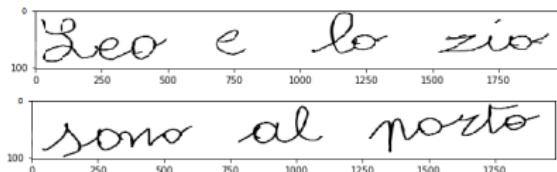


non BHK

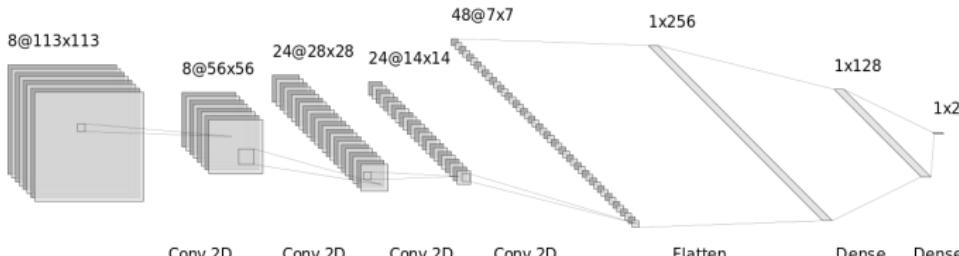
Metodo Offline



- Campionamento delle patch



- Rete Neurale Convoluzionale CNN





Dataset

Adulti vs. Bambini



Documenti prodotti da adulti
universitari e non



Documenti prodotti da bambini
delle scuole medie





Dataset

Adulti vs. Bambini



Documenti prodotti da adulti
universitari e non



Documenti prodotti da bambini
delle scuole medie



Bambino di 11 anni
mentre esegue il
test BHK

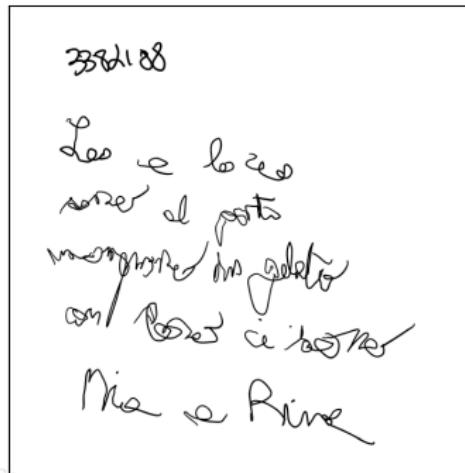


Dataset

Adulti vs. Bambini

Dataset 1: Adulti

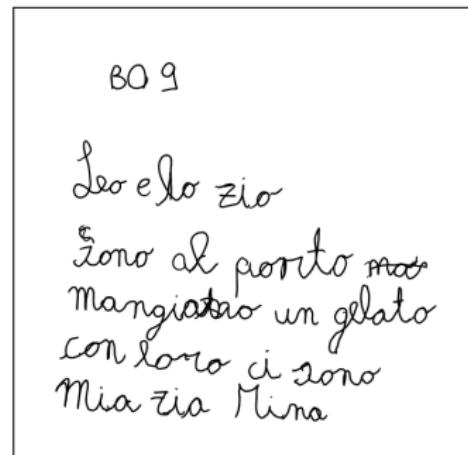
- Principale / Secondaria
- 48 / 48



Mano Secondaria adulto

Dataset 2: Bambini

- DSA / non DSA
- 9 / 82



Bambino DSA 1° media





Esperimenti

Dataset 1

	METODO	ACCURATEZZA	DEV. STANDARD
BHK binario	somme	-	-
	MLP	65.34%	(+/- 19.02%)
BHK float	MLP	70.97%	(+/- 9.60%)
non BHK	CNN	83.44%	(+/- 1.72%)

- **BHK binario:** Vettore di feature binarie secondo il modello BHK
- **BHK float:** Vettore di feature float analizzando altri parametri
- **non BHK:** Trasformazione in PNG ed estrazione di patch

I valori riportati in tabella sono il risultato di una K-fold cross validation



Esperimenti

Dataset 2

non DSA		DSA	
n° alunni	82	n° alunni	9
minimo	10	minimo	12
massimo	23	massimo	23
media	15.61	media	16.11
dev. std.	3.15	dev. std.	3.03

- **media:** calcolata sul valore somma di ogni doc. nella classe
- **dev.std.:** sulla base delle somme dei doc. e la media della classe





Conclusioni

DATASET 1

- bilanciato
- notevole differenza fra mano principale e secondaria
- metodo non BHK (CNN): buoni risultati

DATASET 2

- molto sbilanciato (1 : 9.1)
- DSA poco distinguibili da non DSA
- metodo BHK binario (somme): risultati non soddisfacenti





Sviluppi futuri

TECNOLOGIE:

- timestamp
- pressione

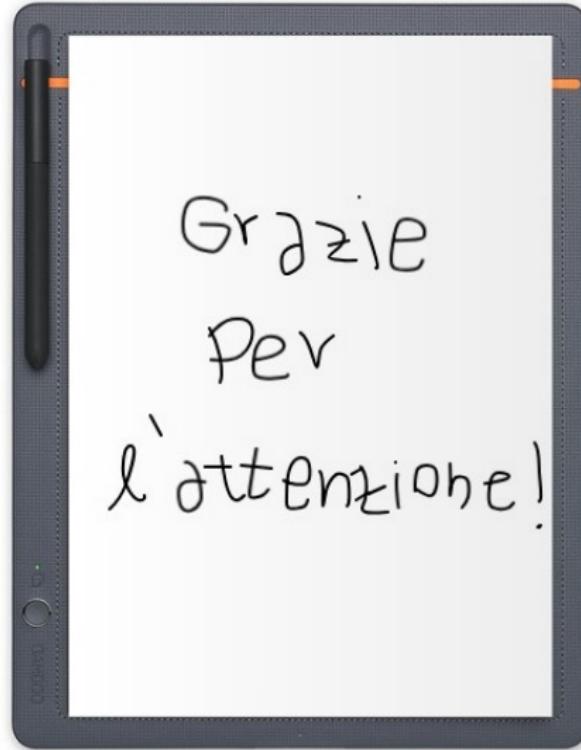
RETI NEURALI:

- analisi online
- cronologicità dei punti

DATASET 2:

- dataset bilanciato
- bambini scuole primarie (più piccoli)







Reti neurali per l'analisi di scrittura con smart-pen

alla ricerca di un supporto alle decisioni

Candidato:

Emanuele Viyoli

Relatore:

Prof. Simone Marinai

Correlatore:

Prof.ssa Tamara Zappa-
terra