

Computational modeling of reading

Daniela Rotelli

Computer Science PhD Student

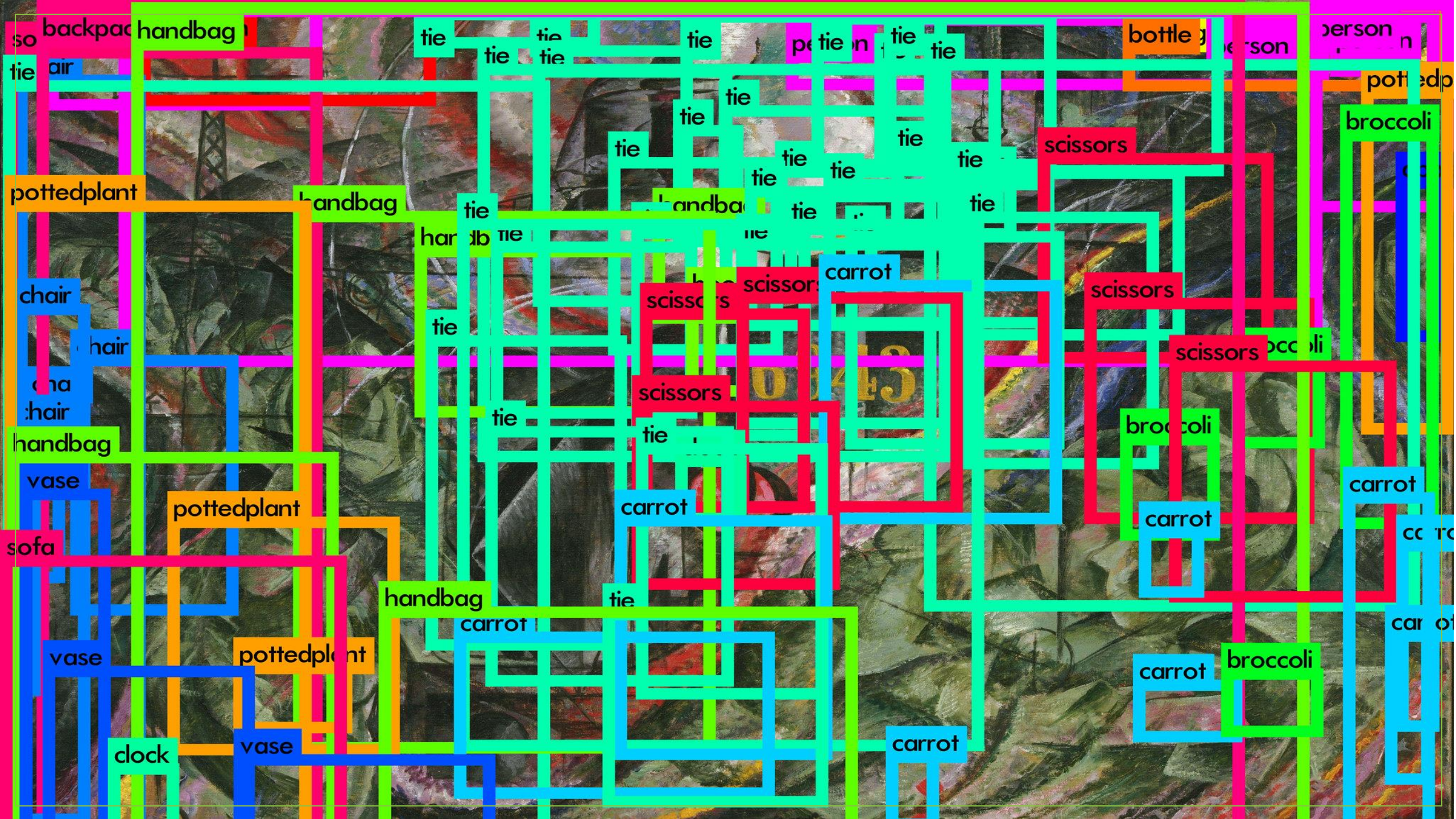
Università di Pisa











backpack handbag

tie

tie tie tie tie

petie n tie tie

bottle person person

potted plant

broccoli

scissors

potted plant

handbag

handbag

chair

scissors

carrot

scissors

chair

tie

scissors broccoli

chair

tie

scissors

broccoli

handbag

carrot

potted plant

carrot

vase

sofa

handbag

tie

carrot

carrot

vase

potted plant

carrot

broccoli

clock

vase

carrot

carrot



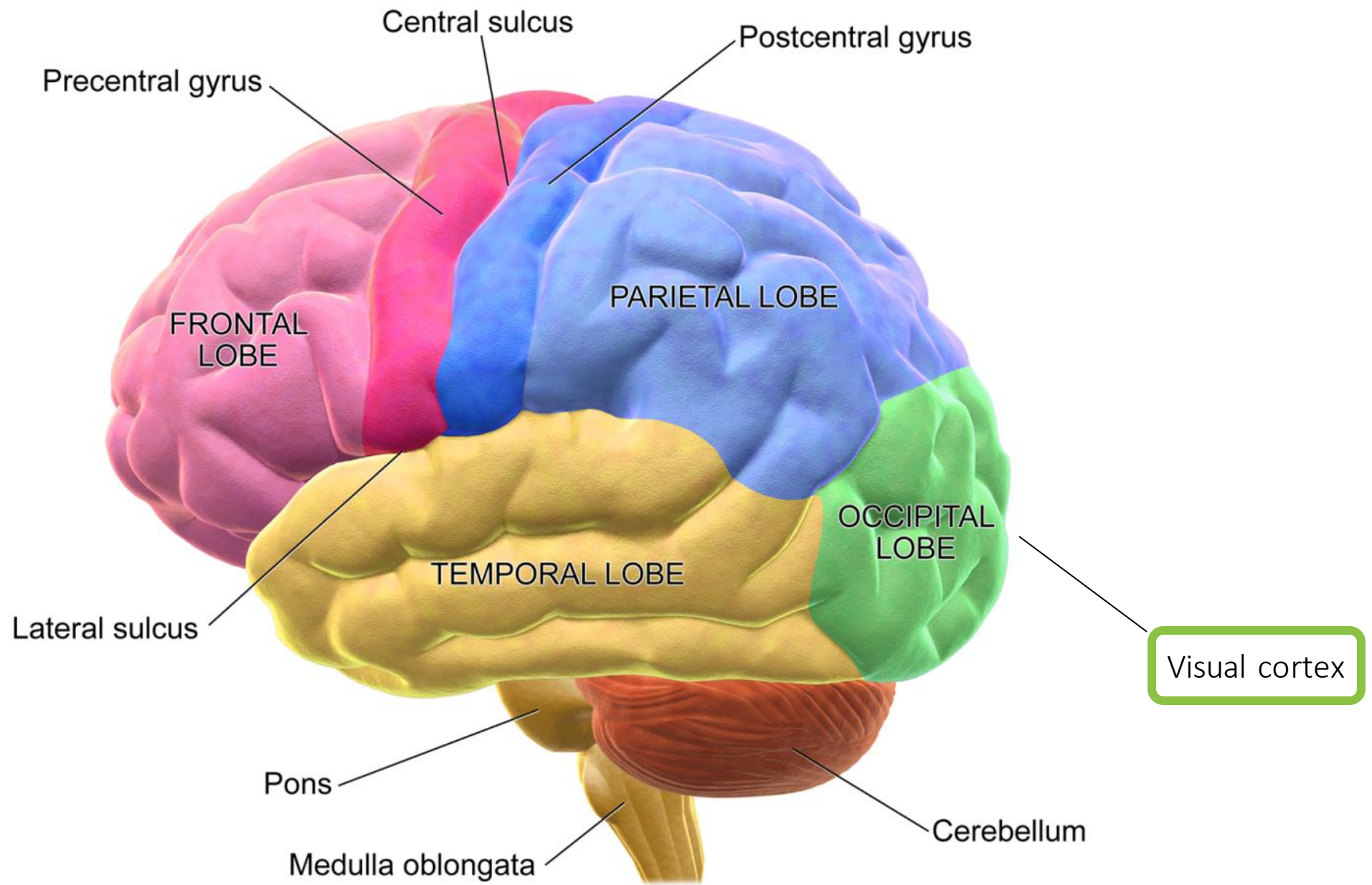
Outline

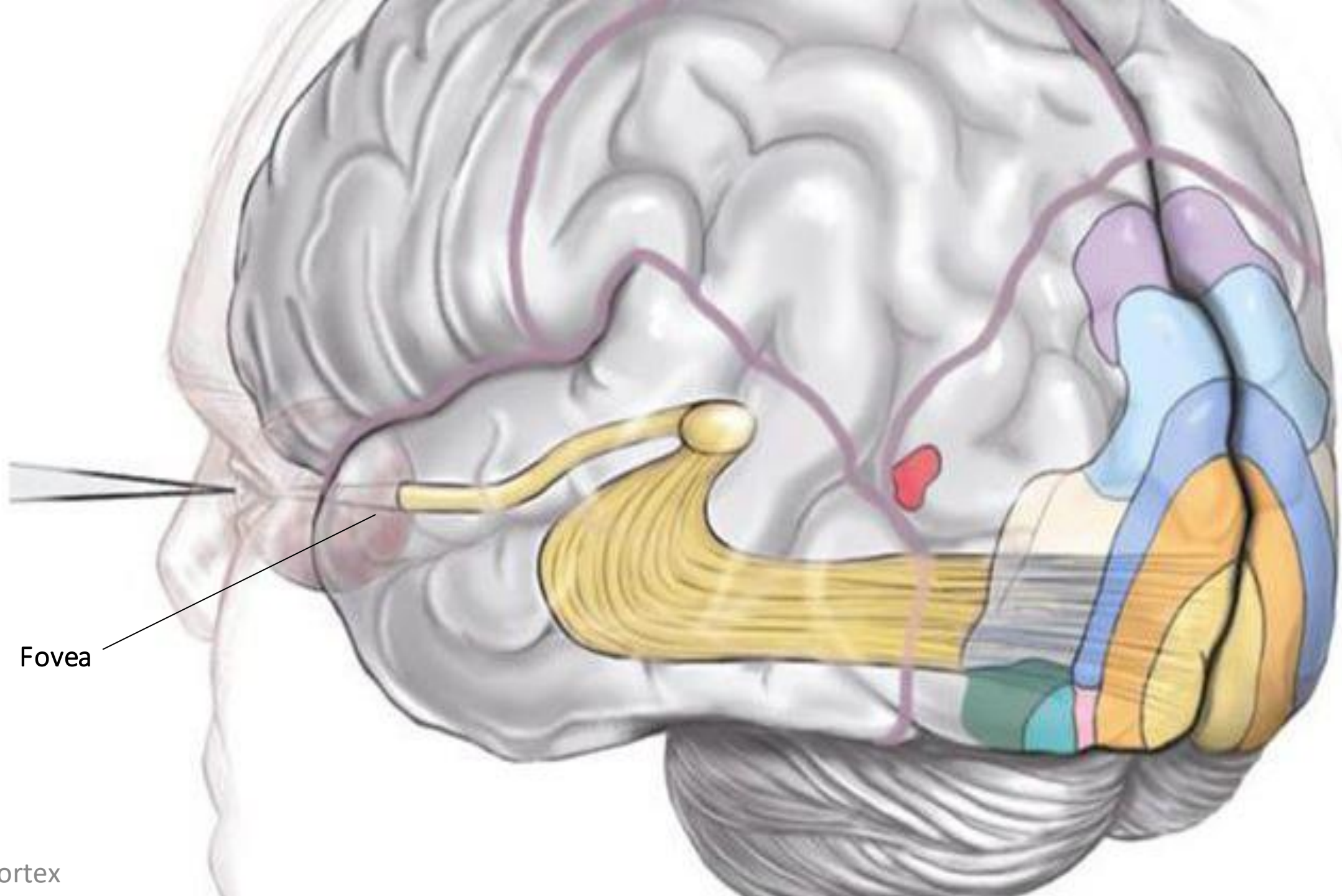


- How do we read?
- The dyslexic reader
- The project

How do we read?







Fovea

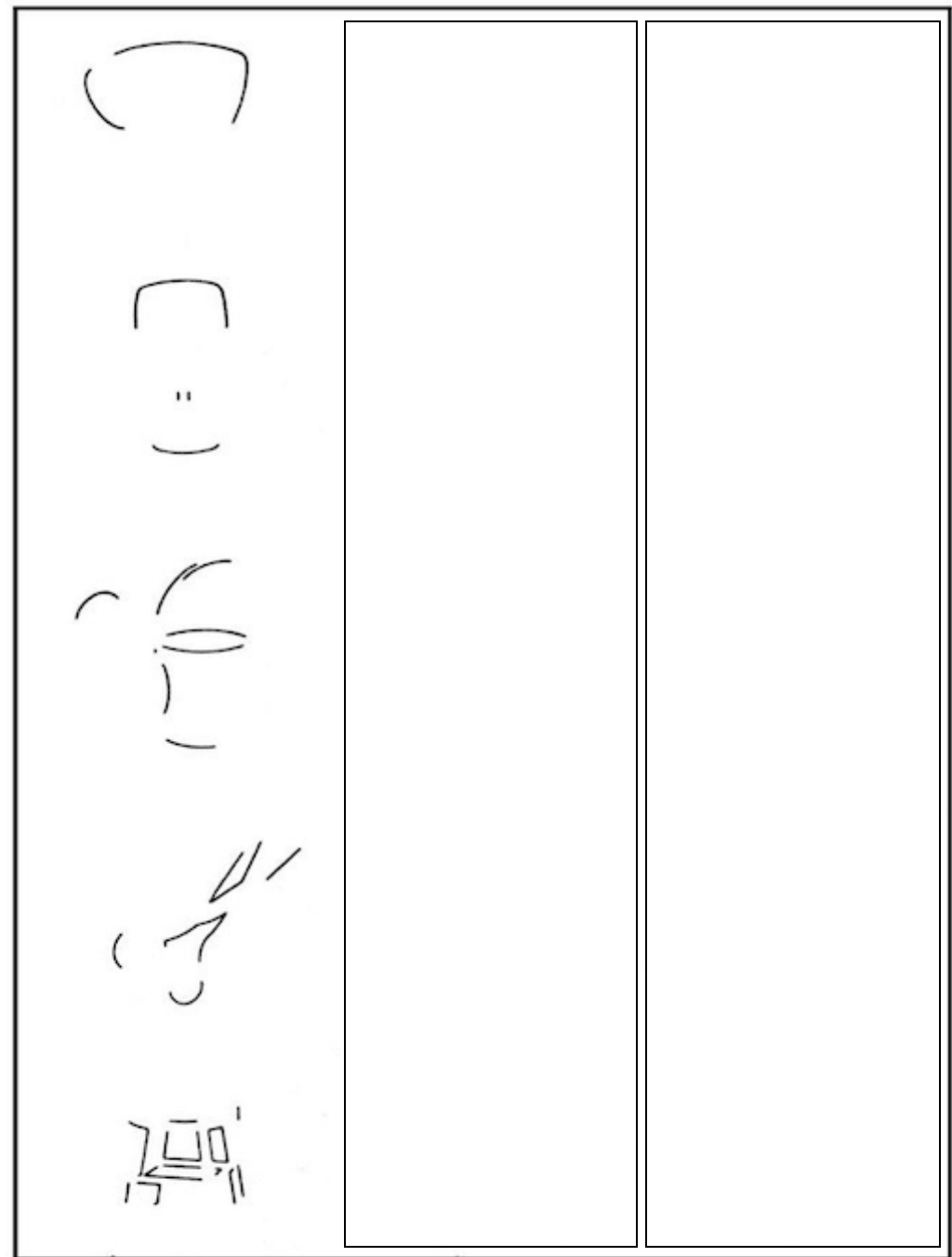
et influence on the
he that reads books
movement, will gro

Objects contours:

- erased junctions
- spared junctions
- three-dimensional objects



Neuronal
hierarchy



Small words,
frequent
substrings
and morphemes

TE EN
EN NT
TN ET

TENT

extent
CONTENT

Local bigrams

EN NN

EN N

En N

Bank of
abstract letter
detectors

E e

E e

e e

Letter shapes
(case-specific)

E E e

E E e

Local contours
(letter fragments)

T T

T T

Oriented bars

— —

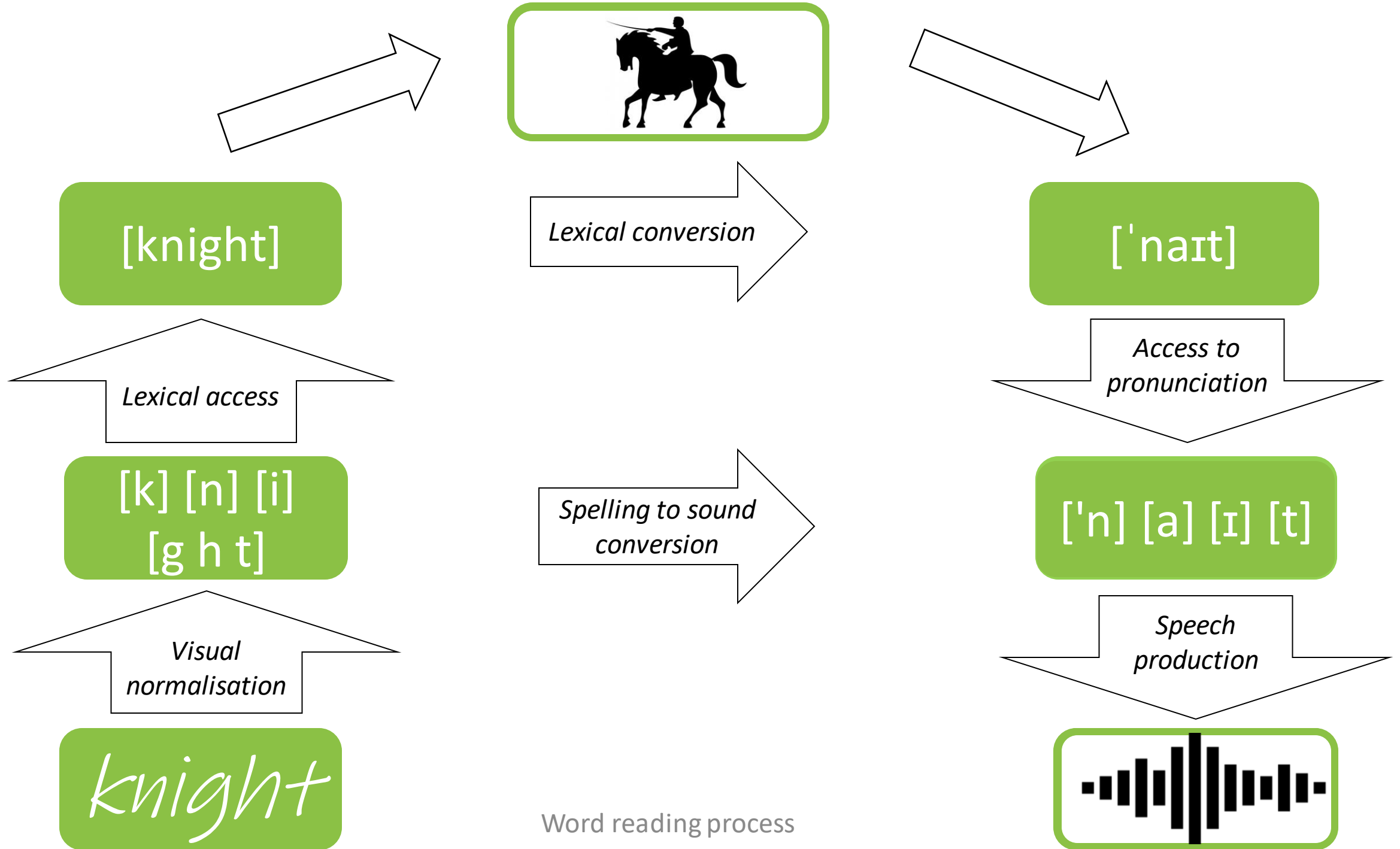
— —

Local contrasts

+ -

•

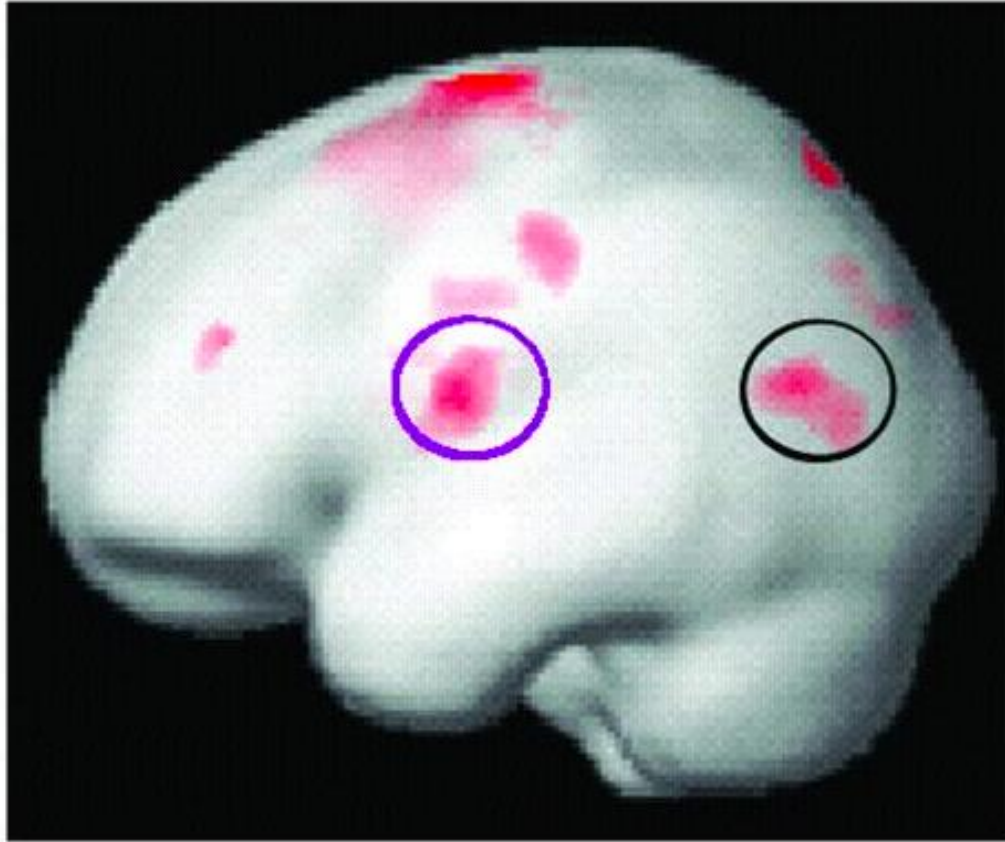
•



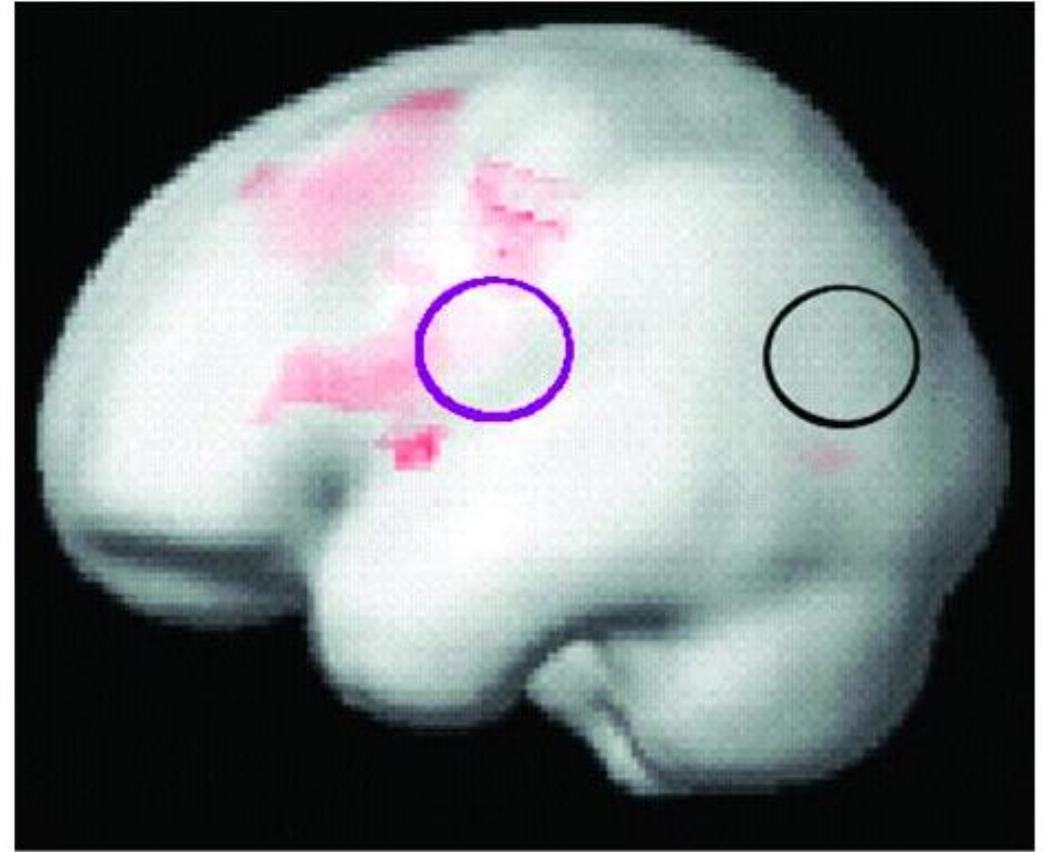
The dyslexic reader



Normal readers



Dyslexic readers



Stimulus word

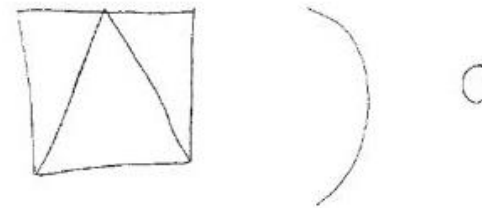
Reading response

dog
bone
pig
star
rib
sun
skirt
dust

bog
done
dig
tars
rip
nuns
skit
dusk

Stimulus image

Copy

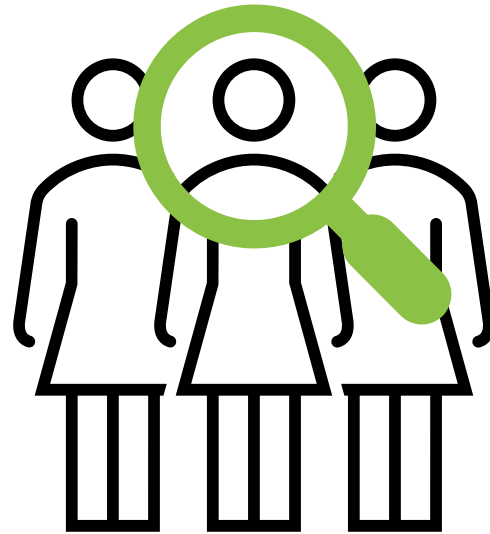


The project





BETTER
TEACHING PRACTICES



QUALITY OF MEDICAL
SERVICES



WAITING LISTS AND
SCREENING OVERHEADS



In Italy, about 21% of **fifteen-year-old** students have poor literacy skills.

Literacy skills:

"understanding, evaluating, using and engaging with written text to participate in society, achieve one's goals and develop one's knowledge and potential"



PIAAC

Programme for the International
Assessment of Adult Competencies

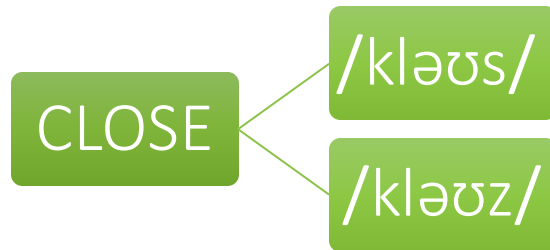
In Italy, the proportion of **adults** performing at or below level 1 (out of 5) is 28%, much higher than the EU-17 average (16.4%).

Level 1:

"read a brief text on familiar topics and locate a single piece of specific information"

1) Assessing reading skills

- laborious and time-consuming
- separate monitoring interlocked abilities:
 - ✓ *word rendering*
 - ✓ *linguistic comprehension*



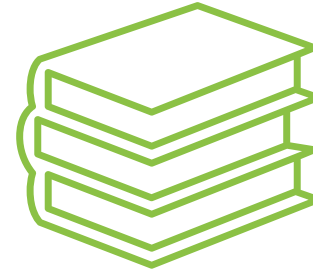
2) Data elicitation, storage and analysis

- lack of adequate technological support for natural reading in ecological context:
 - ✓ *limited ecological validity*
 - ✓ *artificially-restrained settings*

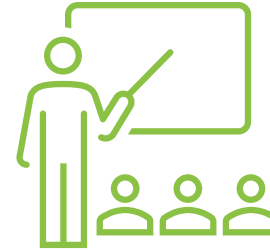


Reading assessment:

- ✓ *efficient*
- ✓ *replicable and reliable*
- ✓ *customisable and flexible*
- ✓ *scalable*
- ✓ *ecological*
- ✓ *multi-dimensional*
- ✓ *non invasive*



READING TEXT
NARRATIVES




NATURAL READING
CONDITIONS



TEXT
UNDERSTANDING



MINIMALLY
CONSTRAINING
DEVICES



Reading
Efficiency
Model



*"The ability to fully understand
connected texts by minimising
reading time"*





Required information about the **reader** and the **task** being administered

readlet leggere per capire

عربي English français Italiano

accedi

seleziona il test da somministrare all'utente

escl visualizza solo i test nella lingua corrente

cerca un testo da somministrare...

nuova sessione	test	lingua	tipologia	file id
<input type="checkbox"/>	Il panda gigante	it	narrativo	it_panda_doc.xml
<input type="checkbox"/>	Il panda gigante (MAIUSCOLO)	it	narrativo	it_panda_UC_doc.xml
<input type="checkbox"/>	Il pescatore, la volpe e l'orso	it	narrativo	it_pescatore_doc.xml
<input type="checkbox"/>	Le maschere del carnevale	it	narrativo	it_maschere_doc.xml

configura sessione

sessioni da completare

sessioni completate

tipologia del test

note

nuovo utente

modifica utente

carattere

cos'è readlet?

in silenzio

ad alta voce

tipologia del test...

note...

Arial

Courier

Lato

Times

Verdana

tutto maiuscolo

dim. carattere (cm) 0.6

crenatura (cm) 0

ulteriore spaziatura parole (cm) 0

interlinea (%) 140

margine sup. (cm) 1

margine inf. (cm) 3

margine int. (cm) 1

margine est. (cm) 1

bordo sup. (cm) 0.5

bordo inf. (cm) 1.8

bordo int. (cm) 0.1



Read (either silently or aloud)
while **sliding the finger** across
the written text

IL PESCATORE, LA VOLPE E L'ORSO

Faceva un freddo intensissimo e l'acqua dei fiordi era tutta gelata.

Un pescatore trovò ugualmente il modo di prendere una buona cesta di pesce. Fece una buca nel ghiaccio e vi introdusse la sottile fune di pelle di foca dai molti ami.

I pesci, che sotto lo strato del ghiaccio da vari giorni non avevano veduto esche appetitose, abboccarono immediatamente e in breve tempo la cesta fu piena.

Ma la volpe, che aveva osservato tutto e da una settimana, a causa della tempesta, era rimasta a denti asciutti, ne pensò una delle sue: senza farsi vedere dal bravo pescatore, rubò un bel mucchietto di pesci e fuggì lontano con il suo bottino.

Dopo aver trovato un posto tranquillo e aver divorato un certo numero di pesci, la volpe avvertì la presenza di un orso. Questo, attratto dal buon odore dei pesci, era subito accorso.

La sua pelliccia era tutta bianca, come era bianca la sua lunga coda più bella e elegante di quella della stessa volpe.

Il suo orso, come si vedeva l'orco con l'equilibrato torso

Dopo aver trovato un posto tranquillo

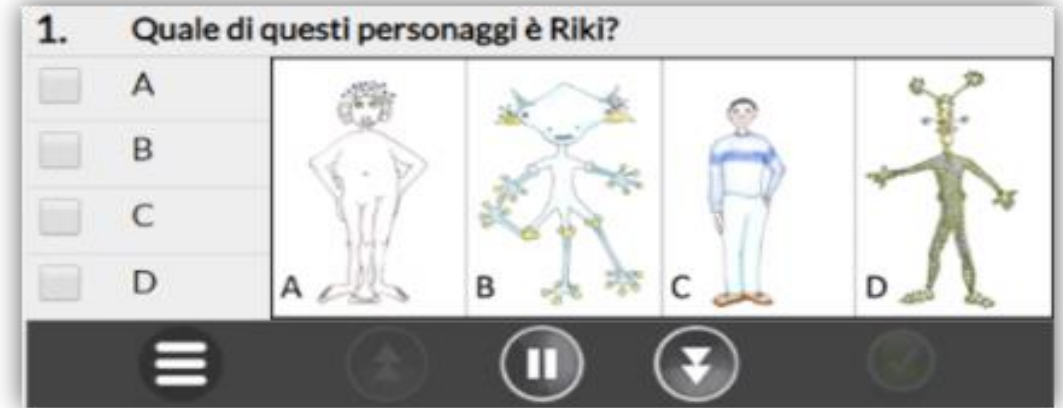
Il pescatore, come si vedeva l'orco con l'equilibrato torso

Dopo aver trovato un posto tranquillo





Multiple-answer **questions** on text content



- ✓ *retrieving the general content*
- ✓ *retrieving word meaning from context*
- ✓ *identifying specific information in the text*
- ✓ *retrieving information from syntactic structure*
- ✓ *forming mental representations*

Time-aligned recorded data:

- ✓ voice recording
- ✓ finger sliding time
- ✓ time of reading
- ✓ time of question answering
- ✓ correct answers



time (1.0x): 00:00:27 +0.000 (NaN/25 fps)

Mio nonno è un gran raccontastorie.

Quando ero piccolo, ogni sera, prima di dormire, me ne raccontava due. Una la sceglievo io, l'altra la inventava lui, lì, sul momento.

Ogni sera, ogni singola sera, mi affascinava e mi stupiva con una nuova meravigliosa storia che non avevo mai sentito prima.

D'estate ci mettevamo sulla panchina appena fuori dalla porta di casa, con la luna sopra di noi e i grilli tutt'intorno.

D'inverno, invece, mio nonno si sedeva su una specie di sedia a dondolo accanto al camino, con il gatto sulle ginocchia, un bicchiere di vino sul pavimento e la mia bocca aperta davanti a lui.

Aveva mani grandi, mio nonno, e mentre raccontava le muoveva appena, perché i suoi occhi, e la sua voce, bastavano ad accendere di vita ogni singola parola.

Tra tutte le storie che mi ha donato, questa è la mia preferita:



user 208 (F,3°) - session 489 - Cruplo Castondissimo (IT) - page 2/3

Mio nonno è un gran raccontastorie.

Quando ero piccolo, ogni sera, prima di dormire, me ne raccontava due. Una la sceglievo io, l'altra la inventava lui, lì, sul momento.

Ogni sera, ogni singola sera, mi affascinava e mi stupiva con una nuova meravigliosa storia che non avevo mai sentito prima.

D'estate ci mettevamo sulla panchina appena fuori dalla porta di casa, con la luna sopra di noi e i grilli tutt'intorno.

D'inverno, invece, mio nonno si sedeva su una specie di sedia a dondolo accanto al camino, con il gatto sulle ginocchia, un bicchiere di vino sul pavimento e la mia bocca aperta davanti a lui.

Aveva mani grandi, mio nonno, e mentre raccontava le muoveva appena, perché i suoi occhi, e la sua voce, bastavano ad accendere di vita ogni singola parola.

Tra tutte le storie che mi ha donato, questa è la mia preferita:



- ✓ *touchscreen time-stamped data*
- ✓ *microphone audio data*
- ✓ *time-stamped data of questionnaire filling*

400 children

200 Tuscany, *Italy* (Italian)
200 Ticino canton, *Switzerland* (Italian)
15 Fez, *Morocco* (French and Arabic)
50% F/M
3rd -5th grade level

1300 trials

1/3 listening (3 pages) + questionnaire (15 questions)
1/3 reading aloud
1/3 silent reading (3 pages) + questionnaire (15 questions)

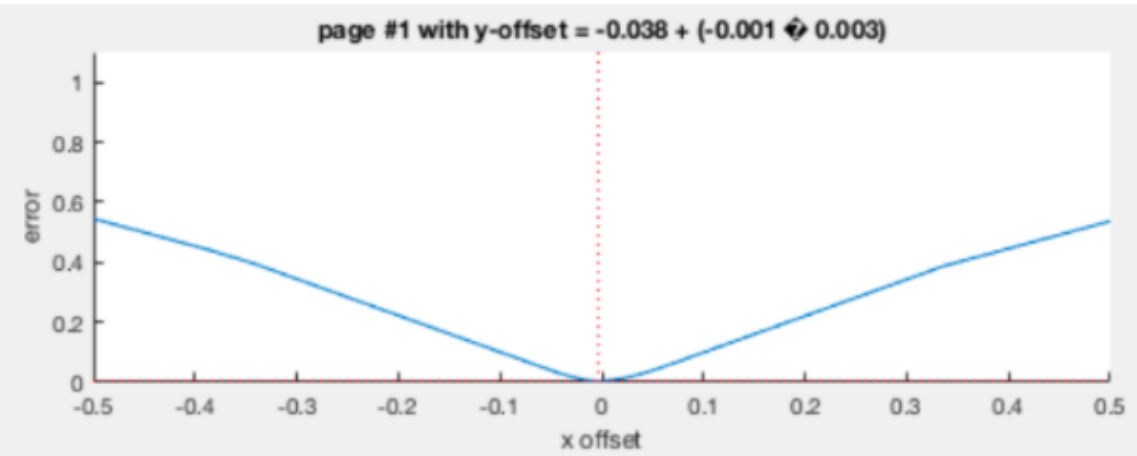
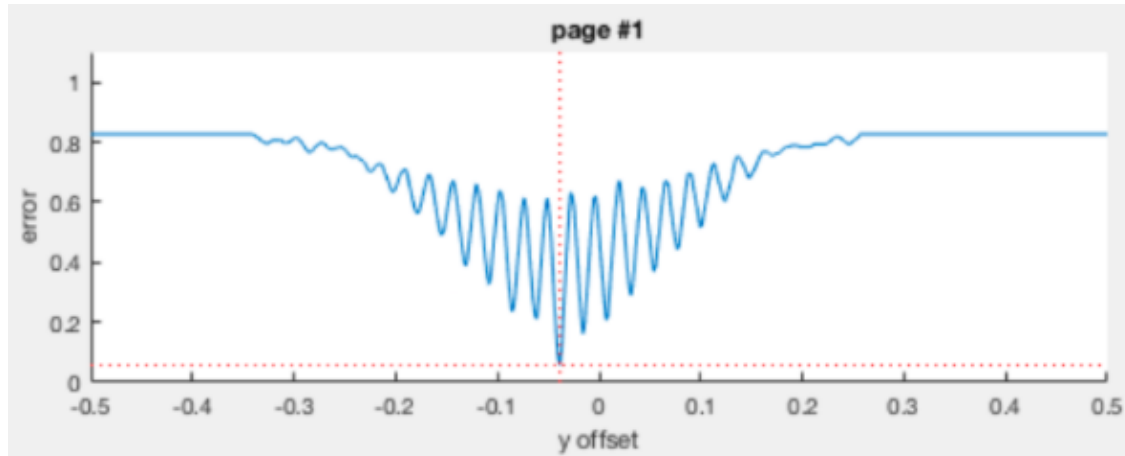
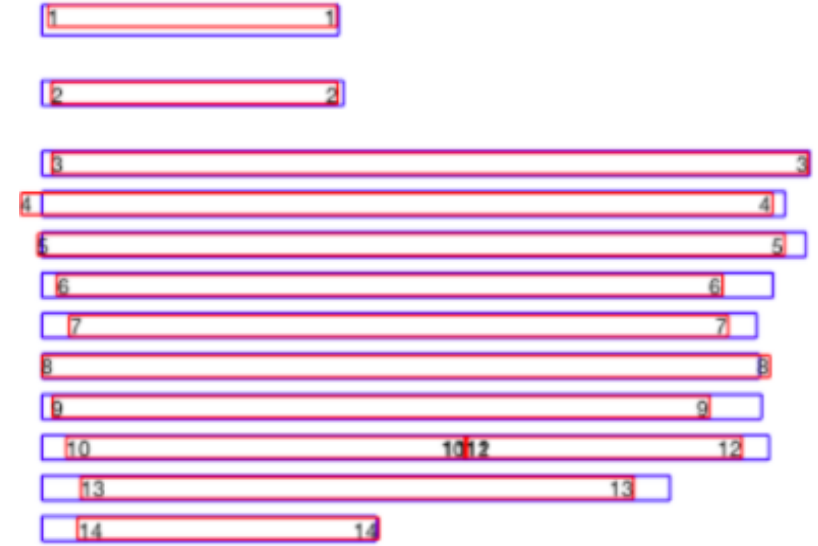
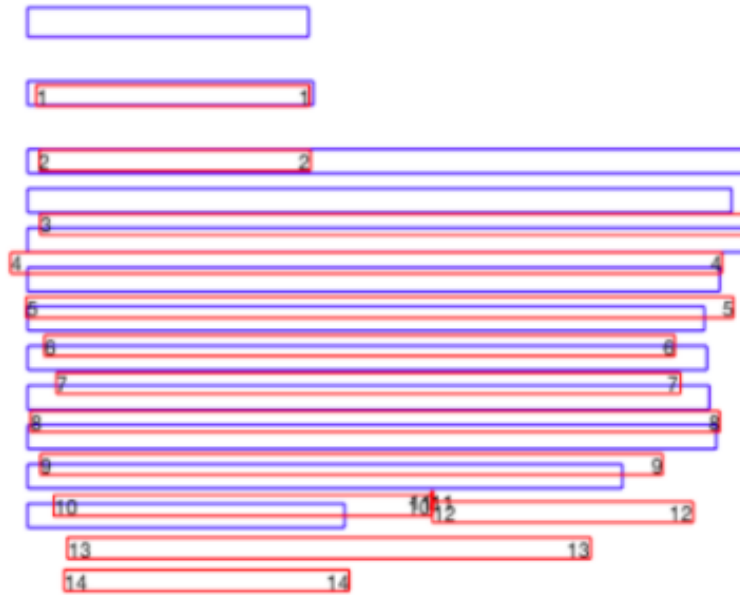
15 stories and questionnaires

9 Italian
3 French
3 Arabic

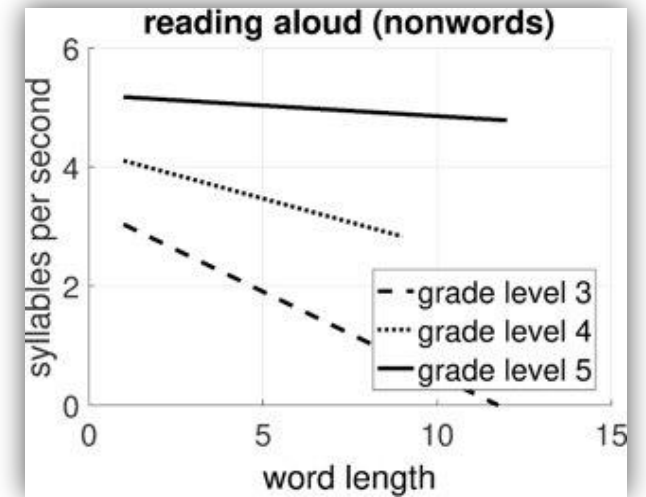
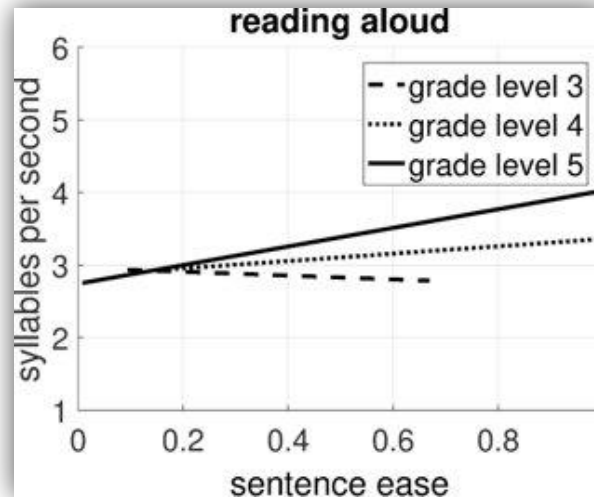
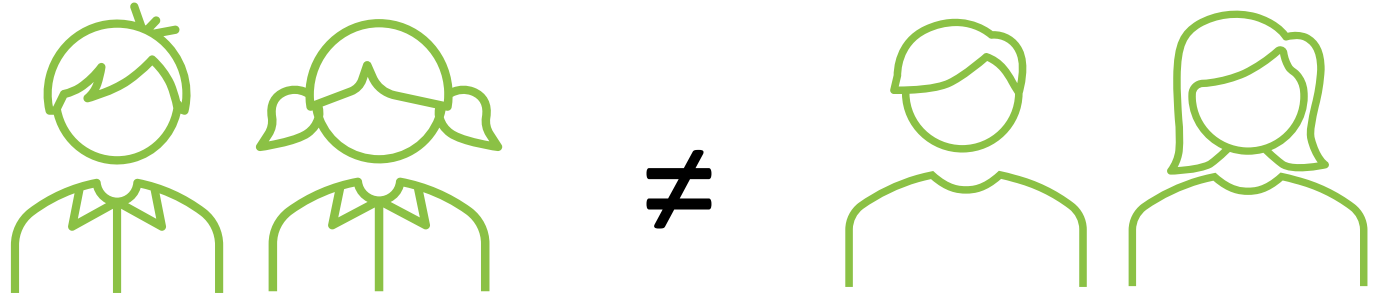
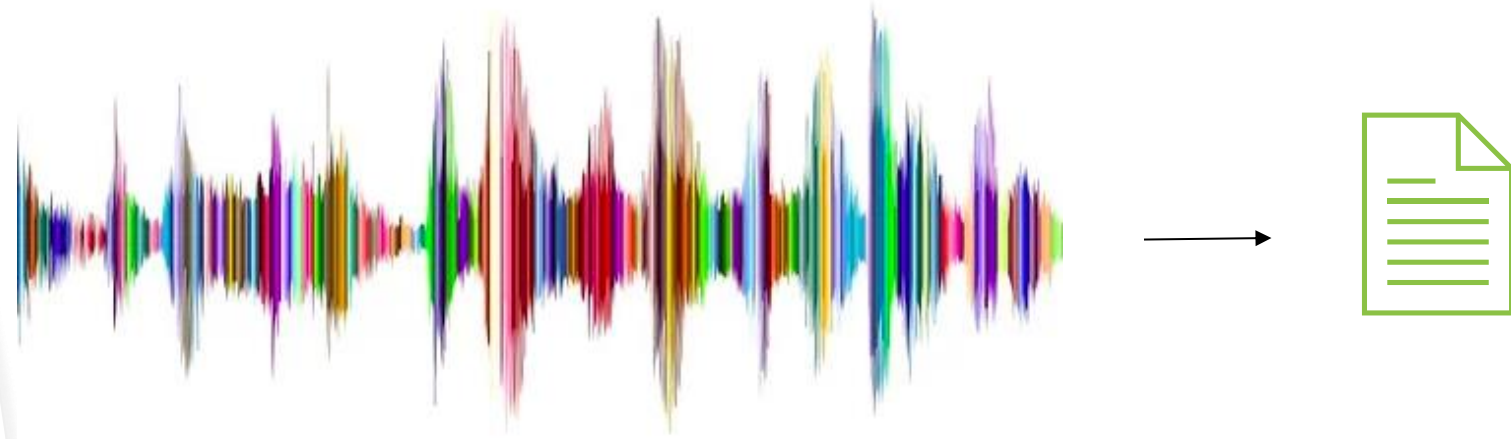
IL PANDA GIGANTE

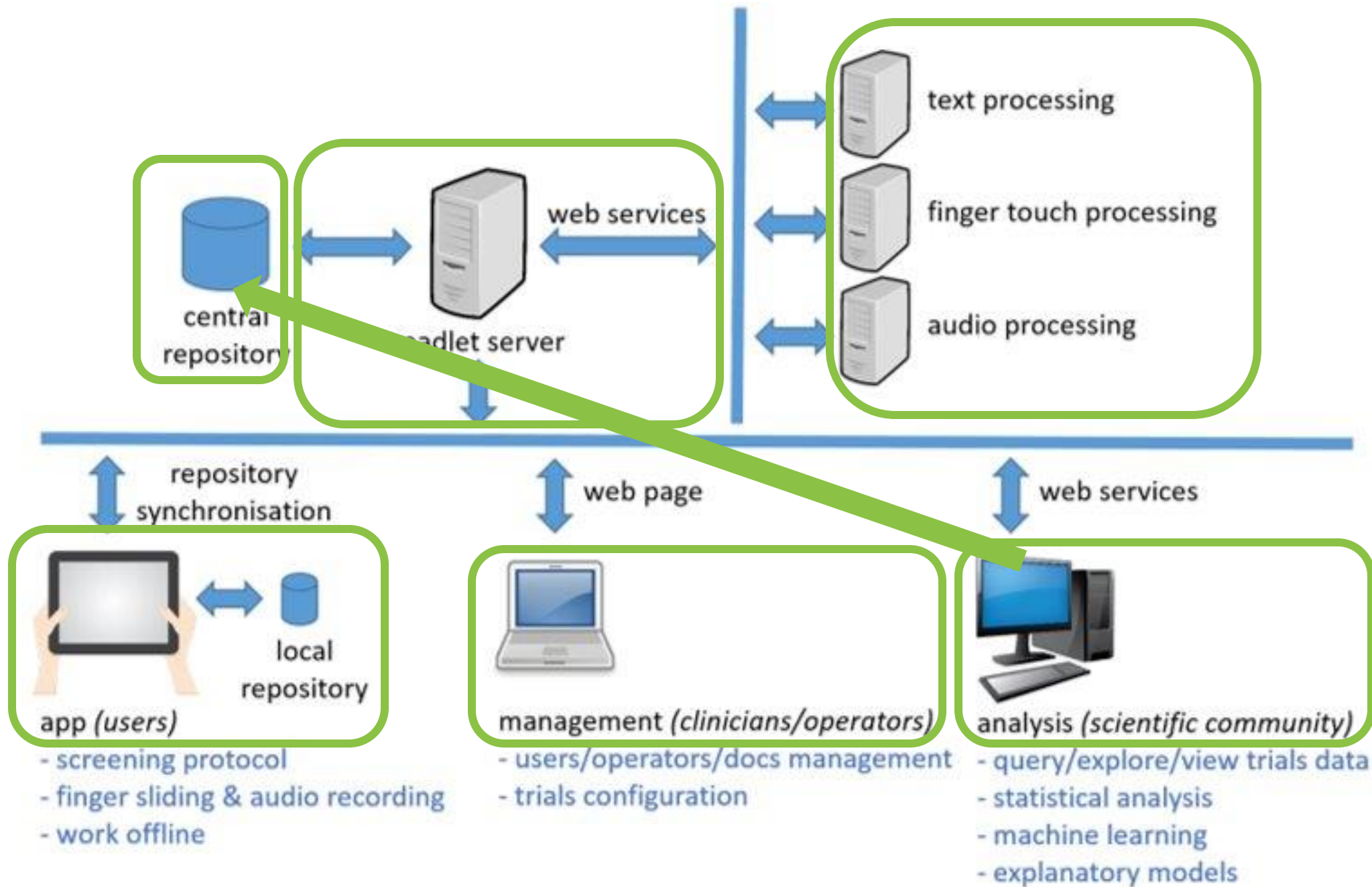
Una vita in bianco e nero

I cinesi lo chiamano "baishung" l'orso bianco e lo conoscono da più di 4000 anni. Noi occidentali, invece, lo abbiamo scoperto da poco, da quando il padre David (sacerdote, naturalista ed esploratore) lo descrisse al mondo scientifico internazionale nel 1869. I reperti fossili dimostrano che un tempo il panda gigante era diffuso su gran parte del territorio cinese. Oggi invece di panda ne restano pochissimi, forse meno di 1600, divisi in tante piccole popolazioni. Almeno 800 però abitano all'interno delle riserve create dal governo cinese in collaborazione con il WWF.



CHILDTIT2





People





ComPhys

physiology of communication



SISSA

Scuola
Internazionale
Superiore di
Studi Avanzati



Thank you

daniela.rotelli@phd.unipi.it

References

- Dehaene, S., (2009). *Les neurones de la lecture*.
- Dehaene, S., et al., (2010). *How Learning to Read Changes the Cortical Networks for Vision and Language*.
- Ferro, M., Pirrelli, V., et al. , (2010). *Reading as active sensing: a computational model of gaze planning in word recognition*.
- Ferro, M., Marzi, C., Pirrelli, V., et al., (2018). *ReadLet: Reading for Understanding*.
- Gage, N., Baars, B. (2018). *Fundamentals of cognitive neuroscience*.
- Comphys Lab - PISA ILC-CNR, (2019). *Presentazione Computer modeling of reading efficiency*.
- Images: Pixabay (kerttu, Tumisu, MabelAmber, VictoriaBorodino), Flickr.com (Pete Ashton - Umberto Boccioni - States of Mind I The Farewells)