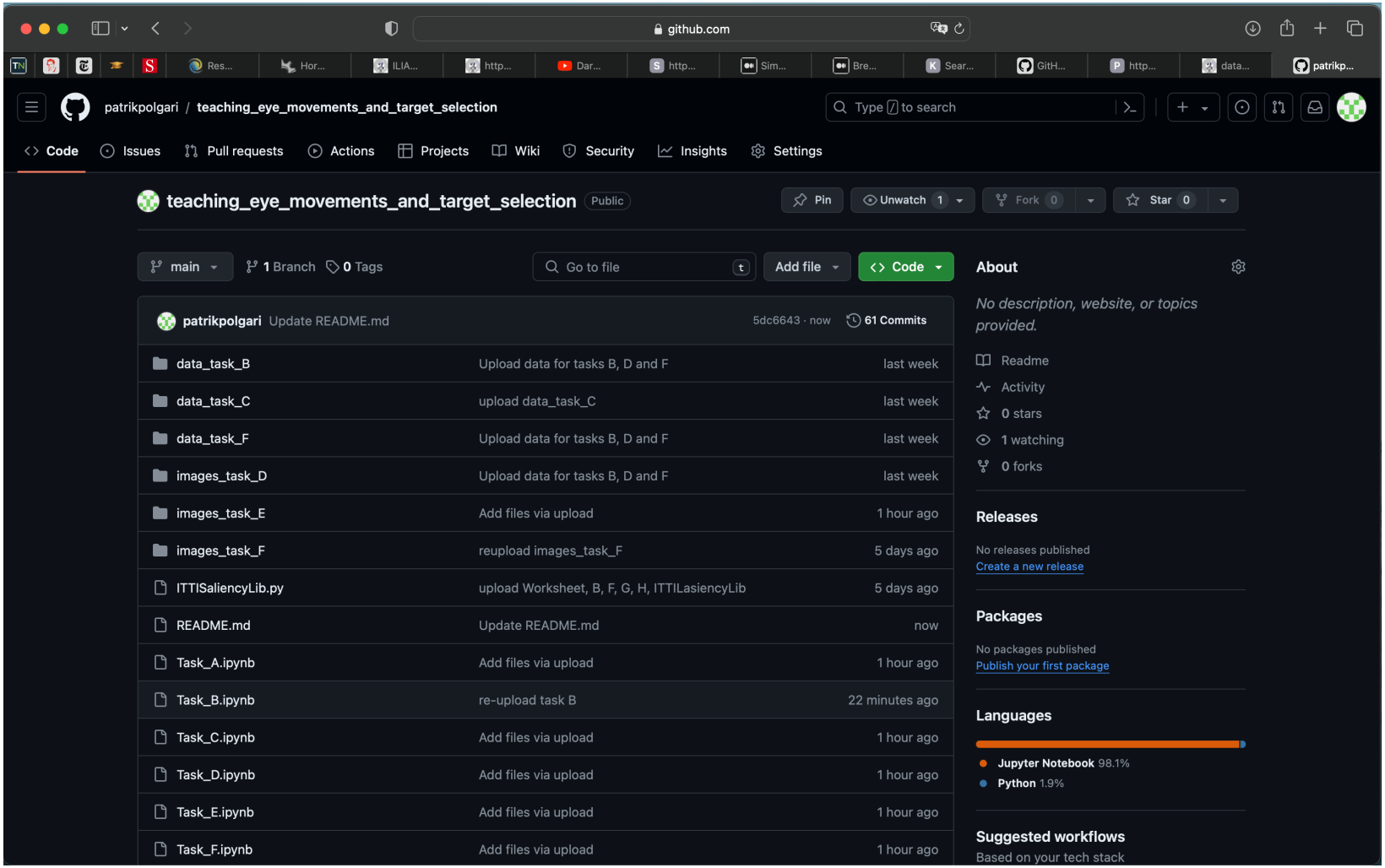
B-NP2 Übung: Eye tracking

Patrik Polgári

0. Preparation

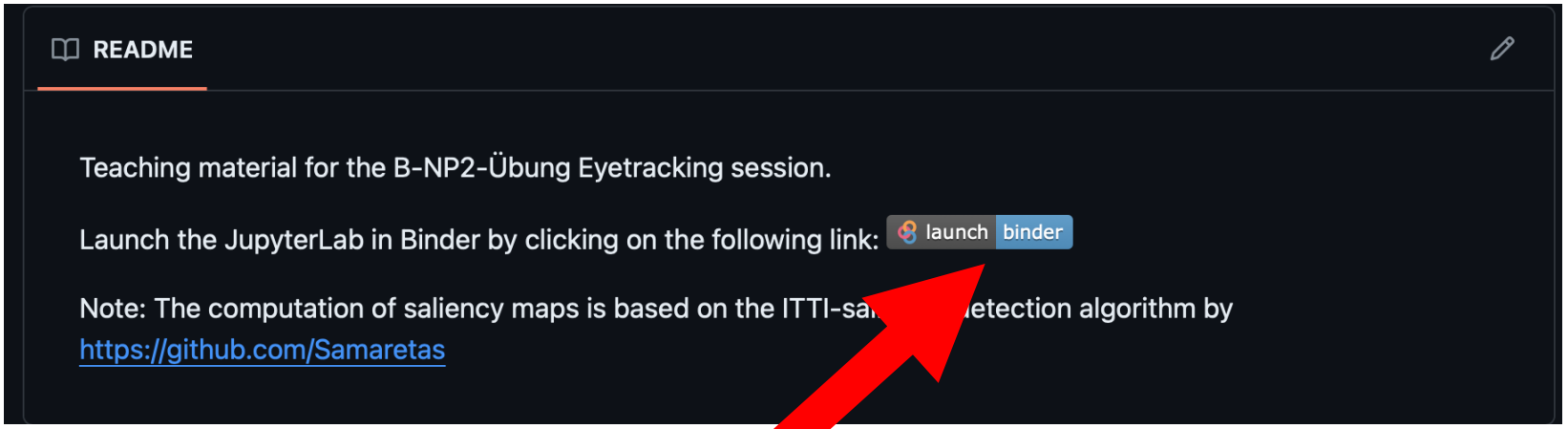
Preparation

- GitHub link on ILIAS



Preparation

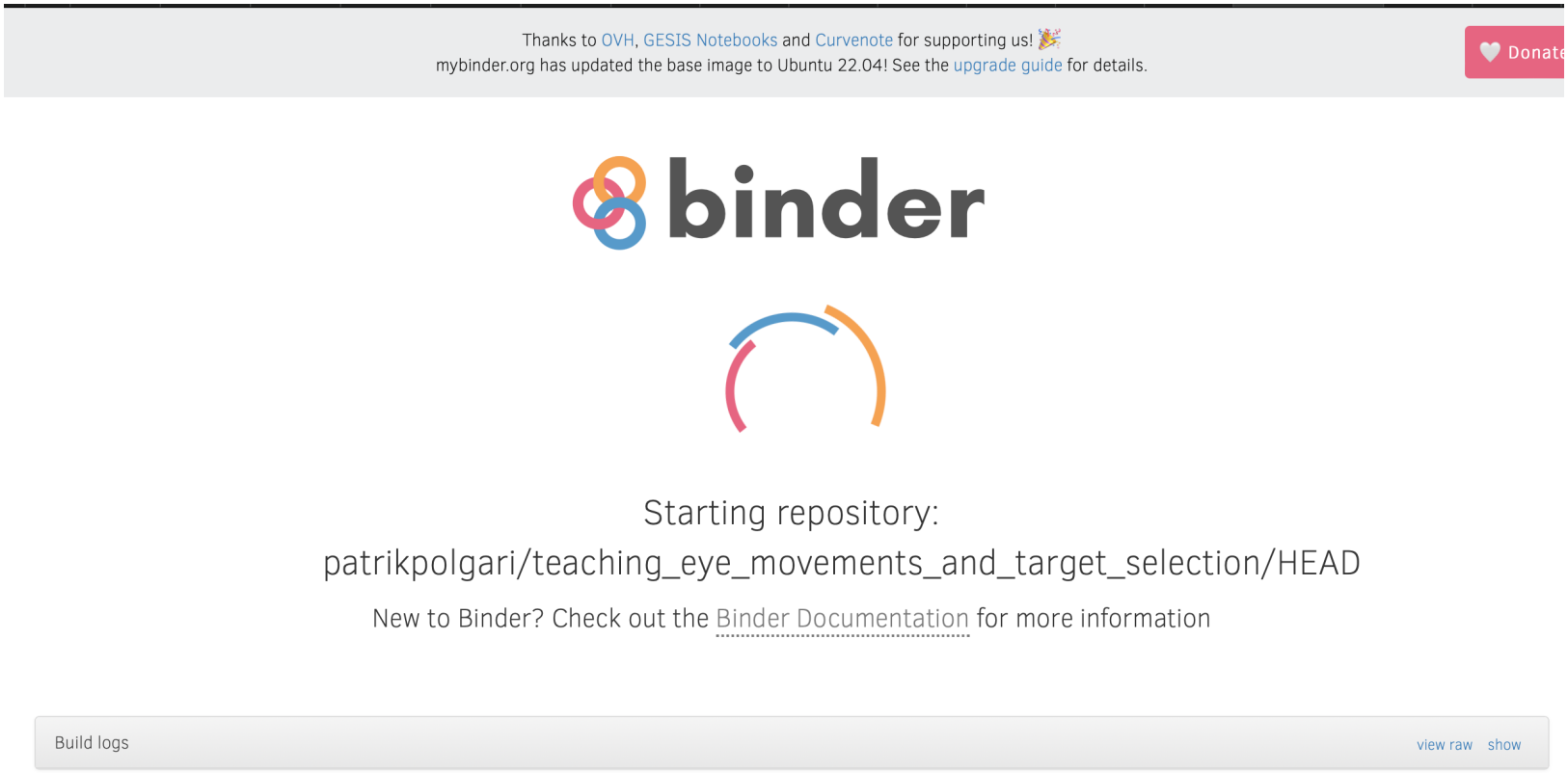
- GitHub link on ILIAS
- Scroll down to README



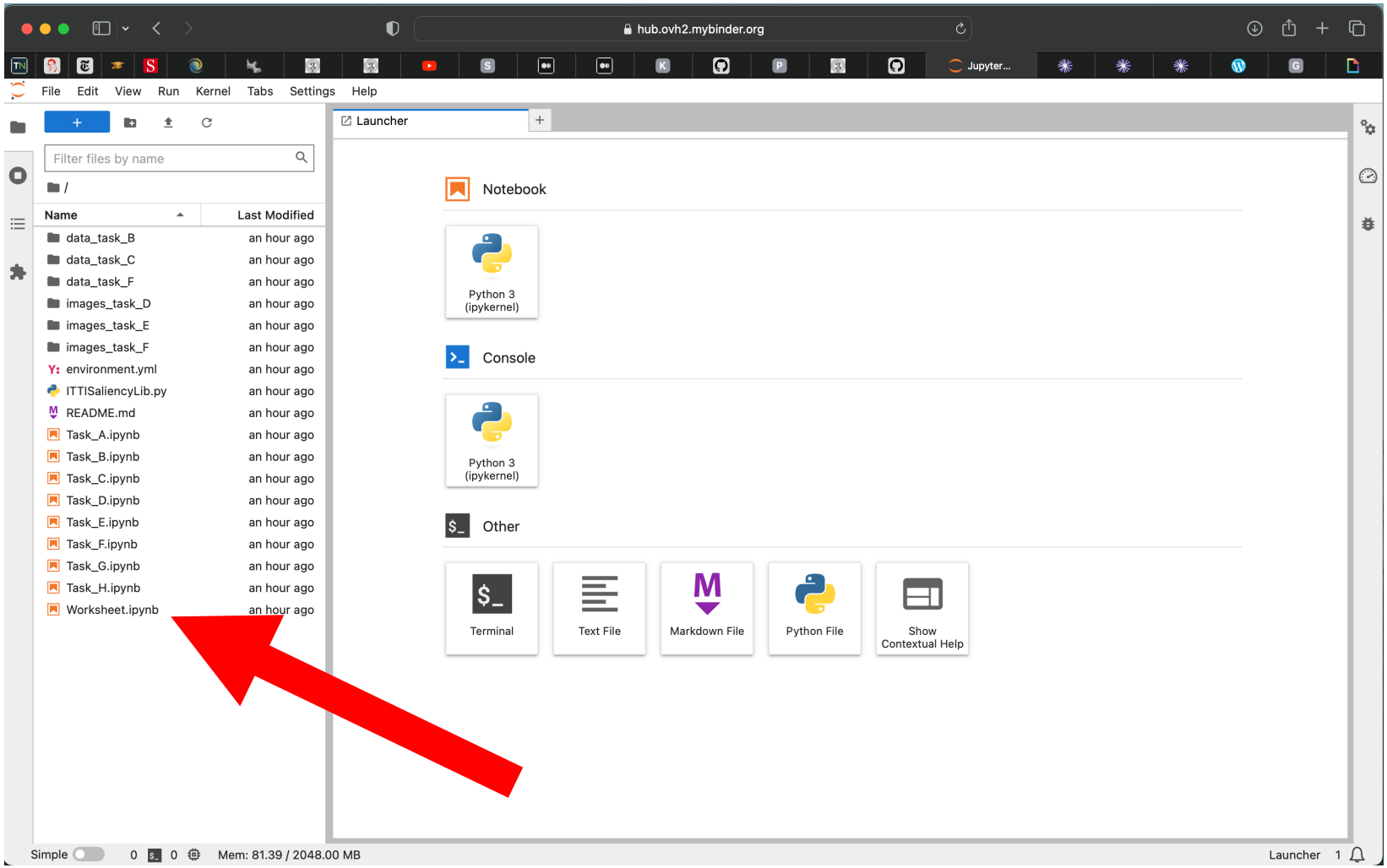
- Open Binder link

Preparation

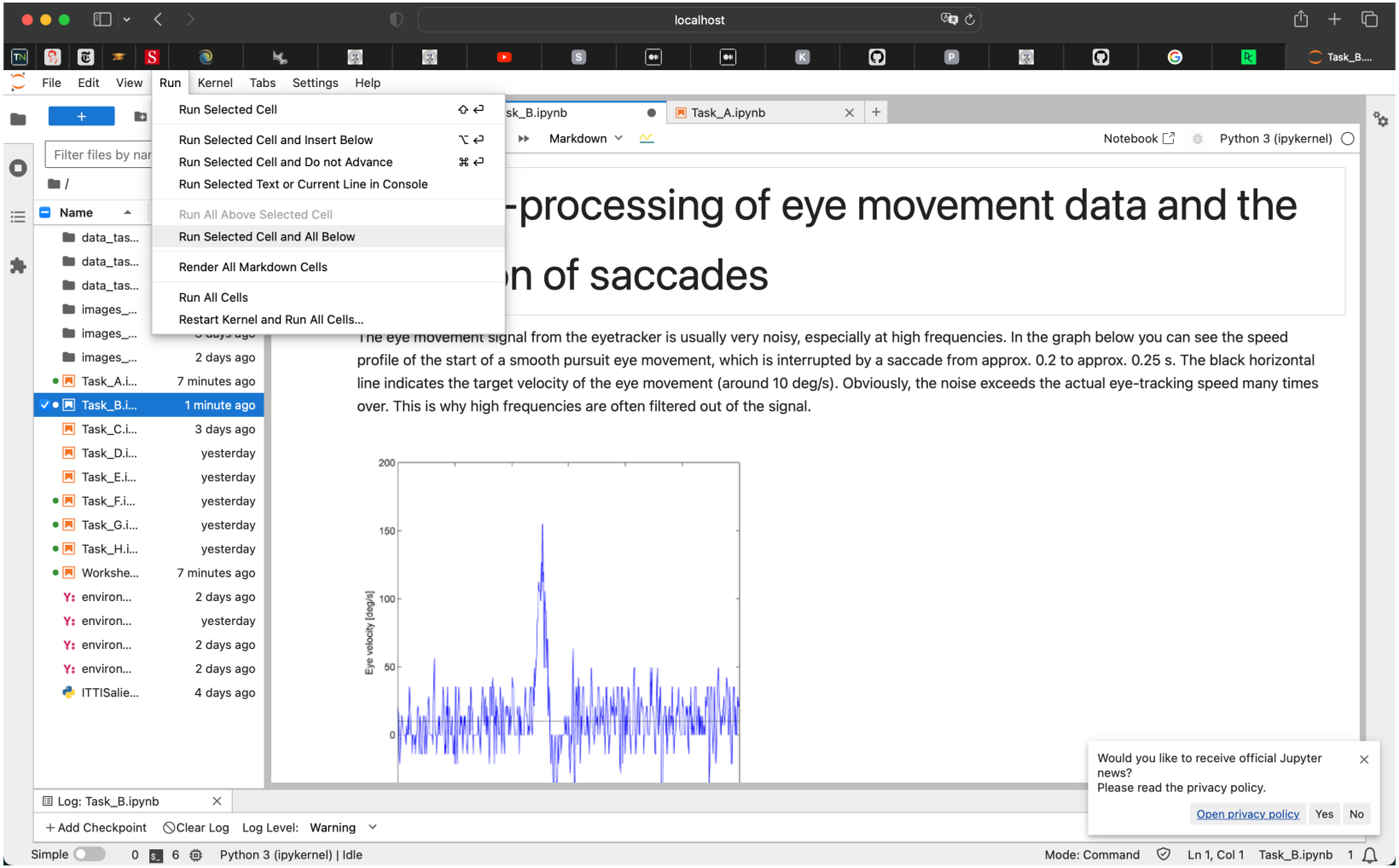
This will take some time... (might be quicker in Google Chrome)

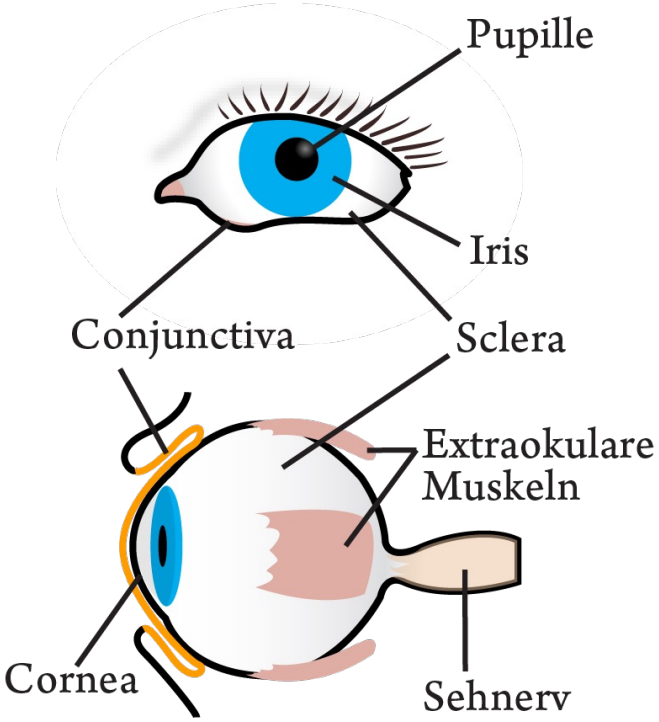


Preparation



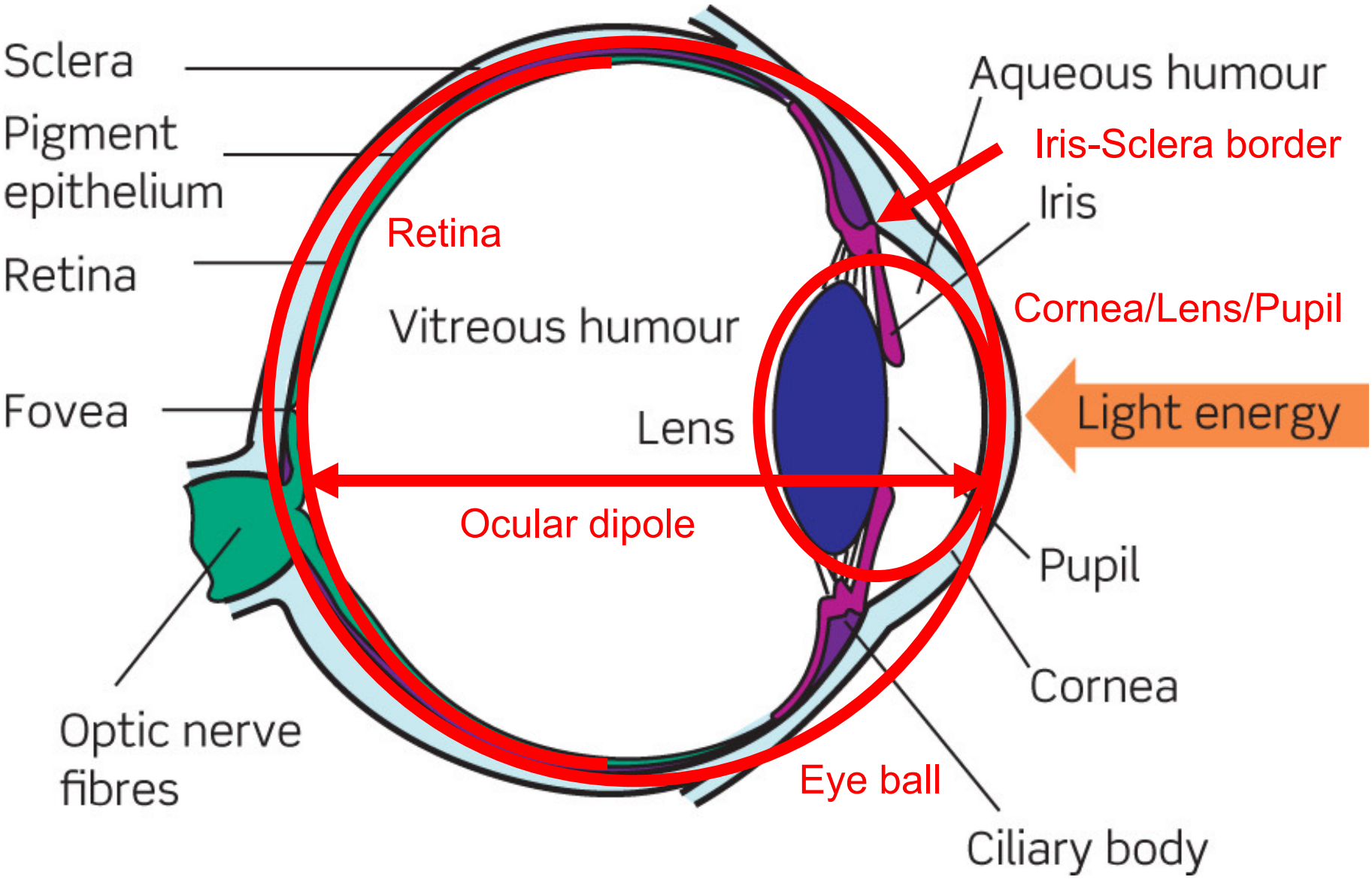
Preparation



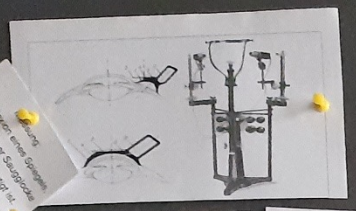


1. How are eye movements actually measured?

Which signals can be quantified to measure eye movements?



Name	Messung	Signal	Vor- & Nachteile
Eyetracker von Yarbus	Lichtreflexion eines Spiegels, der mittels einer Saugglocke am Augapfel befestigt ist.	Position des Augapfels	Vorteil: Hohe räumliche und zeitliche Auflösung Nachteil: Extrem invasiv, Datenaufzeichnung schwierig
Scleral search coil	Elektro-magnetisch induzierte Spannung in einem Leiter, der sich in einer Kontaktlinse befindet.	Position des Augapfels	Vorteil: Hohe räumliche und zeitliche Auflösung Nachteil: Sehr invasiv
Electro-oculogramm	Elektrische Spannung in Elektroden, die auf Schläfen, Stirn und Wange aufgebracht sind.	Relative Position von Netzhaut und Linse	Vorteil: Hohe zeitliche Auflösung, auch bei geschlossenen Augen messbar Nachteil: Viele Störsignale
Dual-purkinje tracker	Stellung von Elektromotoren, die die 1. und 4. Purkinje Reflexion auf 2 Sensoren stabilisieren.	Relative Position von Cornea und Linse	Vorteil: Hohe räumliche und zeitliche Auflösung Nachteil: Umständliche Handhabung
Limbus eye tracker	Elektrische Spannung in photosensitiver Diode, die auf das Auge gerichtet ist.	Position der Grenzen von Iris und Sklera	Vorteil: Hohe zeitliche Auflösung Nachteil: Viele Störsignale
Scanning laser ophthalmoloscope	Hochauflösendes Bild der Netzhaut, das Blutgefäße und einzelne Rezeptoren zeigt	Position der Photorezeptoren	Vorteil: Extrem hohe räumliche Auflösung Nachteil: Niedrige zeitliche Auflösung, teuer und aufwändig
Video-basierter eye tracker	Infrarotbild des Auges mit Pupille und Reflexion auf der Cornea	Relative Position der Pupille und der 1. Purkinje Reflexion	Vorteil: Hohe räumliche und zeitliche Auflösung, leichte Handhabung
Web cam eye tracking	Bild des Kopfes mit Augen und Pupillen	Relative Position des Kopfes und der Pupille	Vorteil: Leichte Handhabung Nachteil: Niedrige räumliche und zeitliche Auflösung



Lichtreflexion eines Spiegels der mittels eines Saugnapfes am Augapfel befestigt ist.

Vorteil: Hohe räumliche und zeitliche Auflösung
Nachteil: Extrem invasiv, Datenaufzeichnung schwierig

Eyetracker von Yarbus

Signal: Position des Augapfels

Vorteil: Hohe räumliche und zeitliche Auflösung
Nachteil: Sehr invasiv

Scleral search coil

Messung: Elektro-magnetisch induzierte Spannung in einem Leiter, der sich in einer Kontaktlinse befindet.

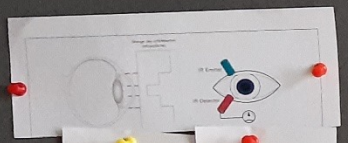
Signal: Position des Augapfels

Vorteil: Hohe räumliche und zeitliche Auflösung
Nachteil: Umständliche Handhabung

Signal: Relative Position von Cornea und Linse

al-purkinje tracker

Messung: Stellung von Elektronstrahlen, die die 1. und 4. Purkinje Reflexion auf 2 Sensoren reflektieren



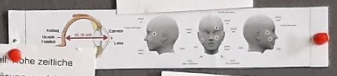
Limbus eye tracker

Messung: Elektrische Spannung in photosensitiver Diode, die auf das Auge gerichtet ist.

Signal: Position der Grenzen von Iris und Skleara

Vorteil: Hohe zeitliche Auflösung
Nachteil: Viele Störsignale

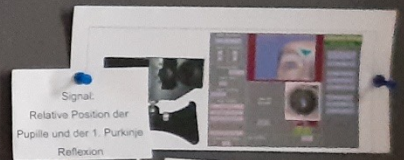
Electro-oculogramm



Vorteil: Hohe zeitliche Auflösung, auch bei geschlossenen Augen messbar
Nachteil: Viele Störsignale

Messung: Elektrische Spannung in Elektroden, die auf Schläfen, Stirn und Wange aufgebracht sind.

Signal: Relative Position von Netzhaut und Linse

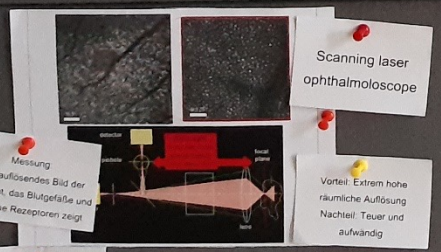


Signal: Relative Position der Pupille und der 1. Purkinje Reflexion

Vorteil: Hohe räumliche und zeitliche Auflösung, leichte Handhabung

Video-basierter eye tracker

Messung: Infrarotbild des Auges mit Pupille und Reflexion auf der Cornea

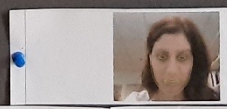


Scanning laser ophthalmoloscope

Messung: Hochauflösendes Bild der Netzhaut, das Blutgefäße und einzelne Rezeptoren zeigt

Vorteil: Extrem hohe räumliche Auflösung
Nachteil: Teuer und aufwändig

Signal: Position der Photorezeptoren

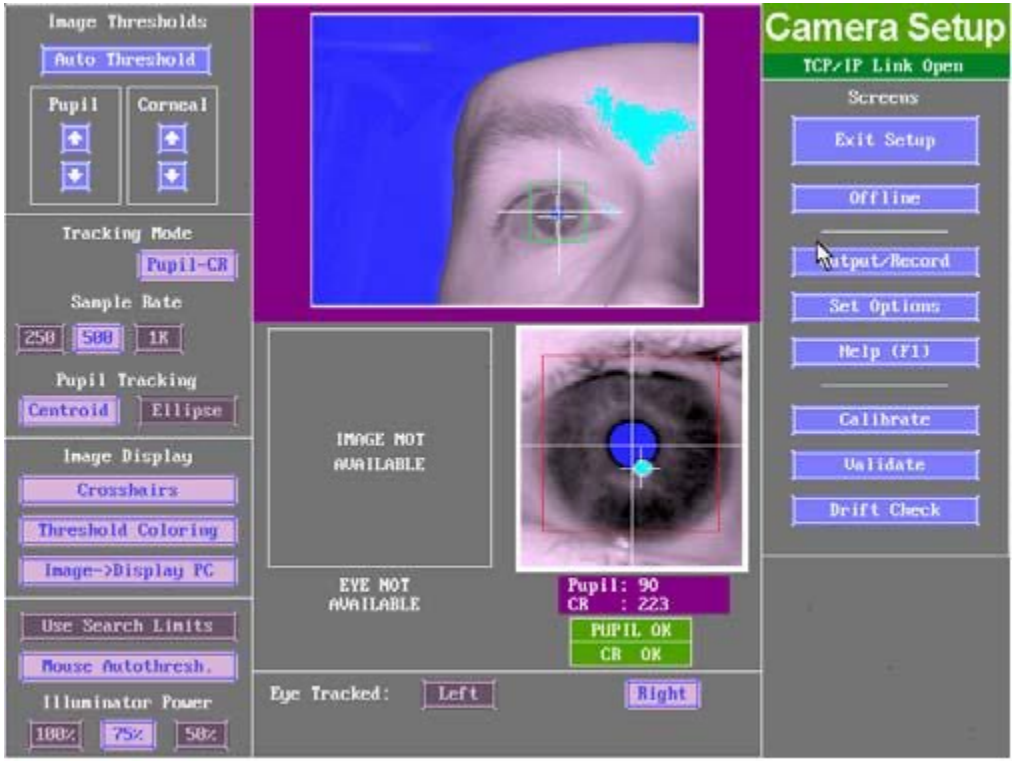


Vorteil: Leichte Handhabung
Nachteil: Niedrige räumliche und zeitliche Auflösung

Web cam eye tracking

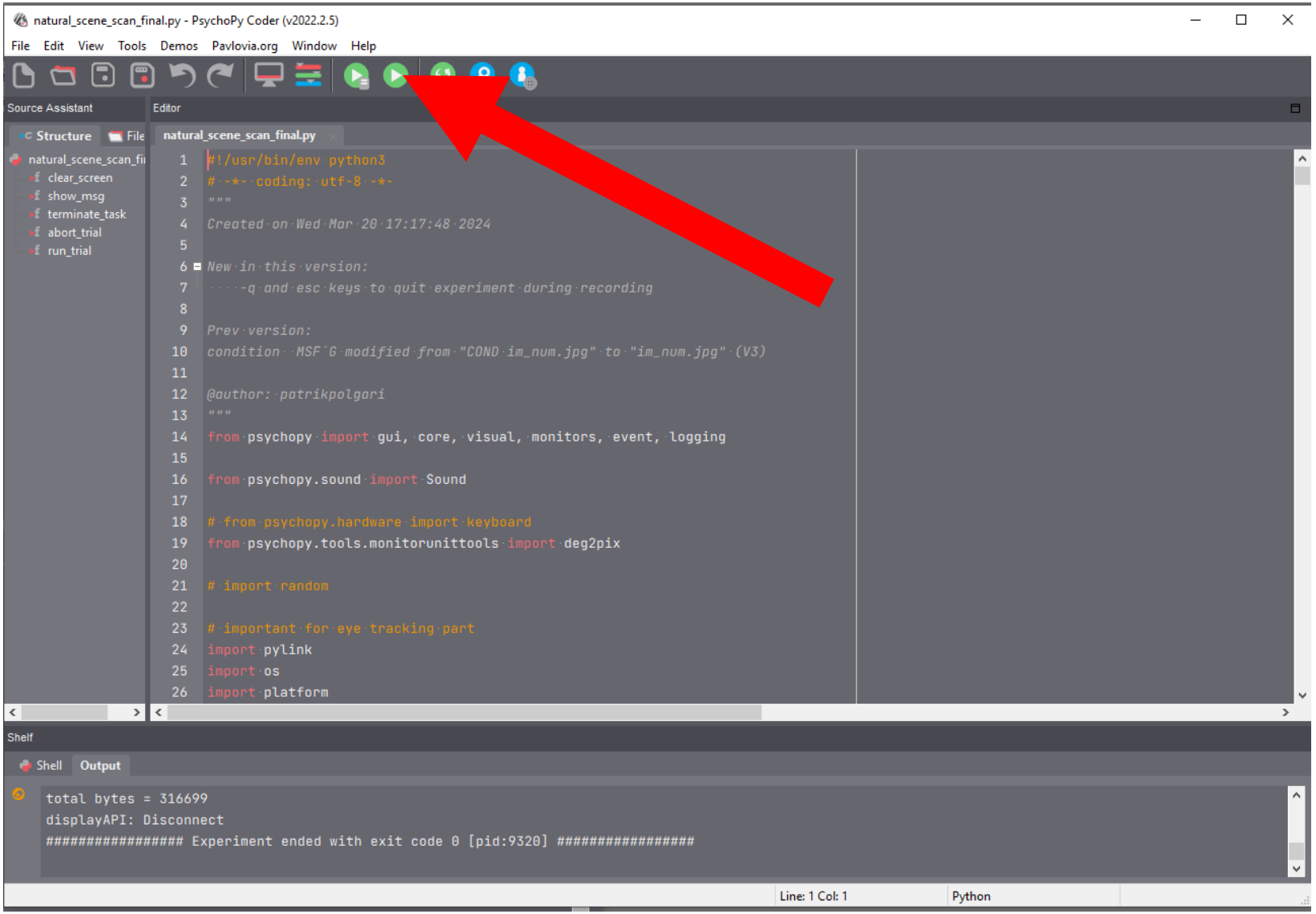
Messung: Bild des Kopfes mit Augen und Pupillen

Signal: Relative Position des Kopfes und der Pupille

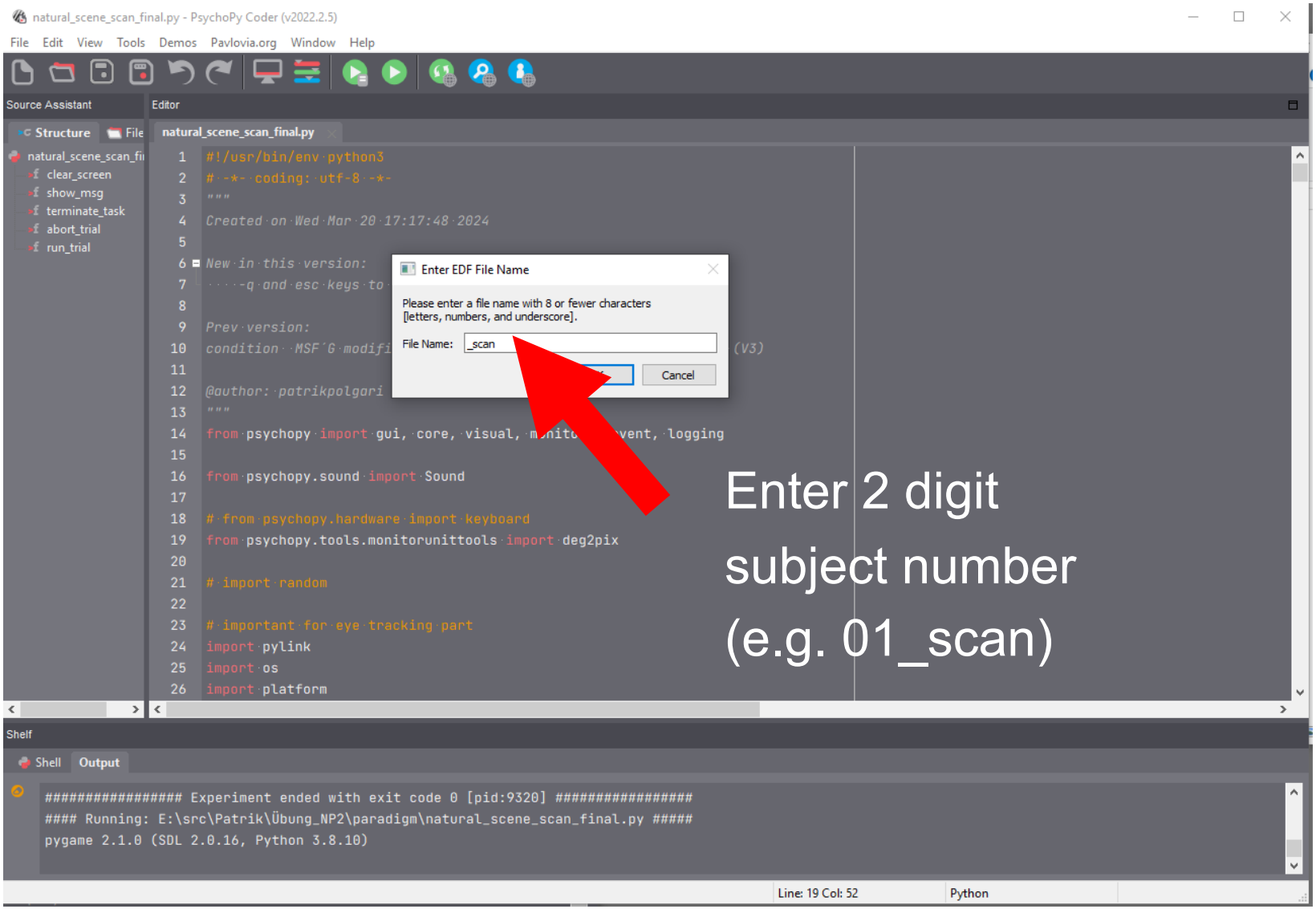


2. How is our eye tracker operated?

Starting experiment

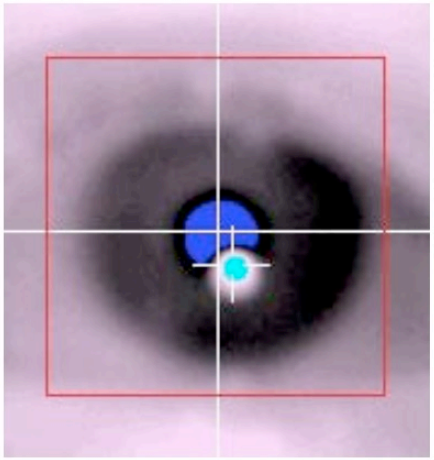


Starting experiment

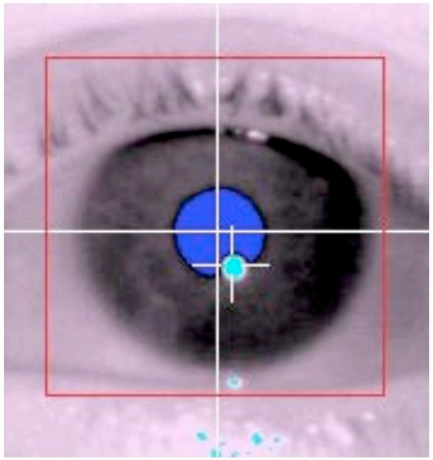


Setting up the Eyetracker

1. Focusing (turning the lens, as with a camera)



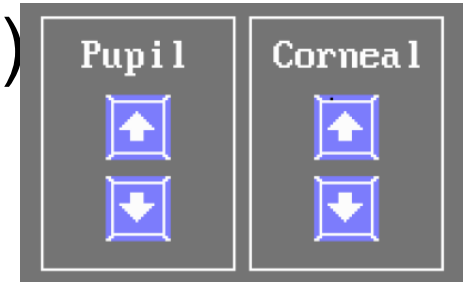
Poor Focus

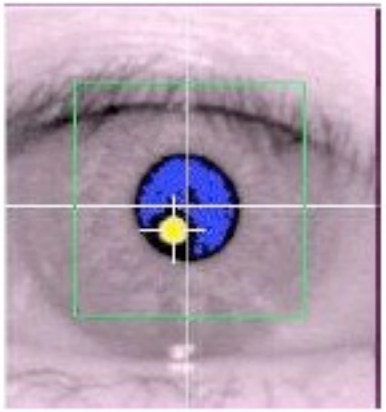


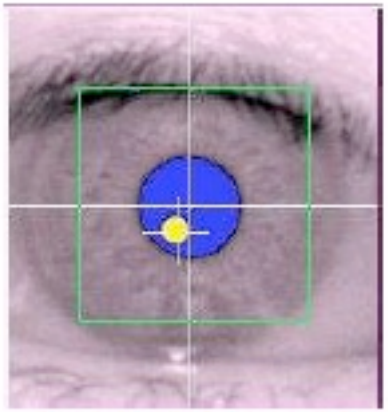
Good Focus

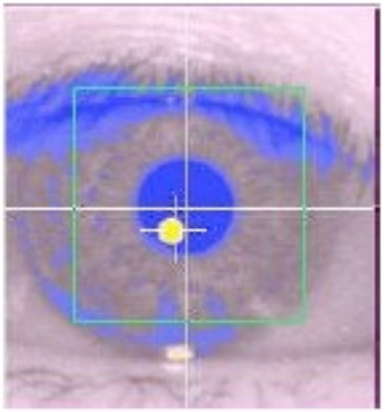
Setting up the Eyetracker

1. Focusing (turning the lens, as with a camera)
2. Setting the limit value (‘Autothreshold’ / A on keyboard / manually using the mouse)



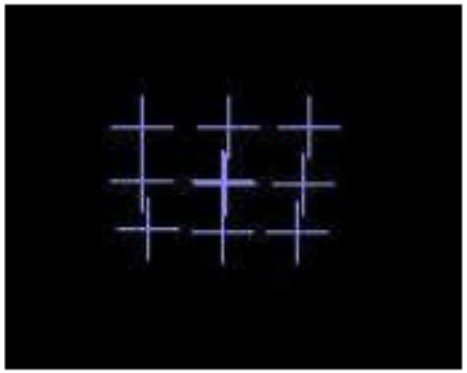

Threshold Too High: Noisy


Good Pupil Threshold

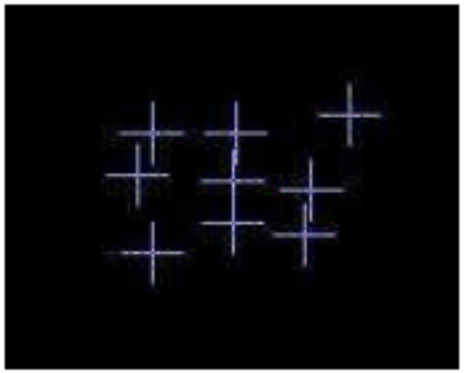

Threshold too Low: Shadows

Setting up the Eyetracker

1. Focusing (turning the lens, as with a camera)
2. Setting the limit value (‘Autothreshold’ / A on keyboard / manually using the mouse)
3. Calibrate (C on keyboard or mouse)



Good Calibration



Poor Calibration

Setting up the Eyetracker

1. Focusing (turning the lens, as with a camera)
2. Setting the limit value (‘Autothreshold’ / A on keyboard / manually using the mouse)
3. Calibrate (C on keyboard or mouse)
4. Validate (V on keyboard or mouse)

Why calibrate and validate?

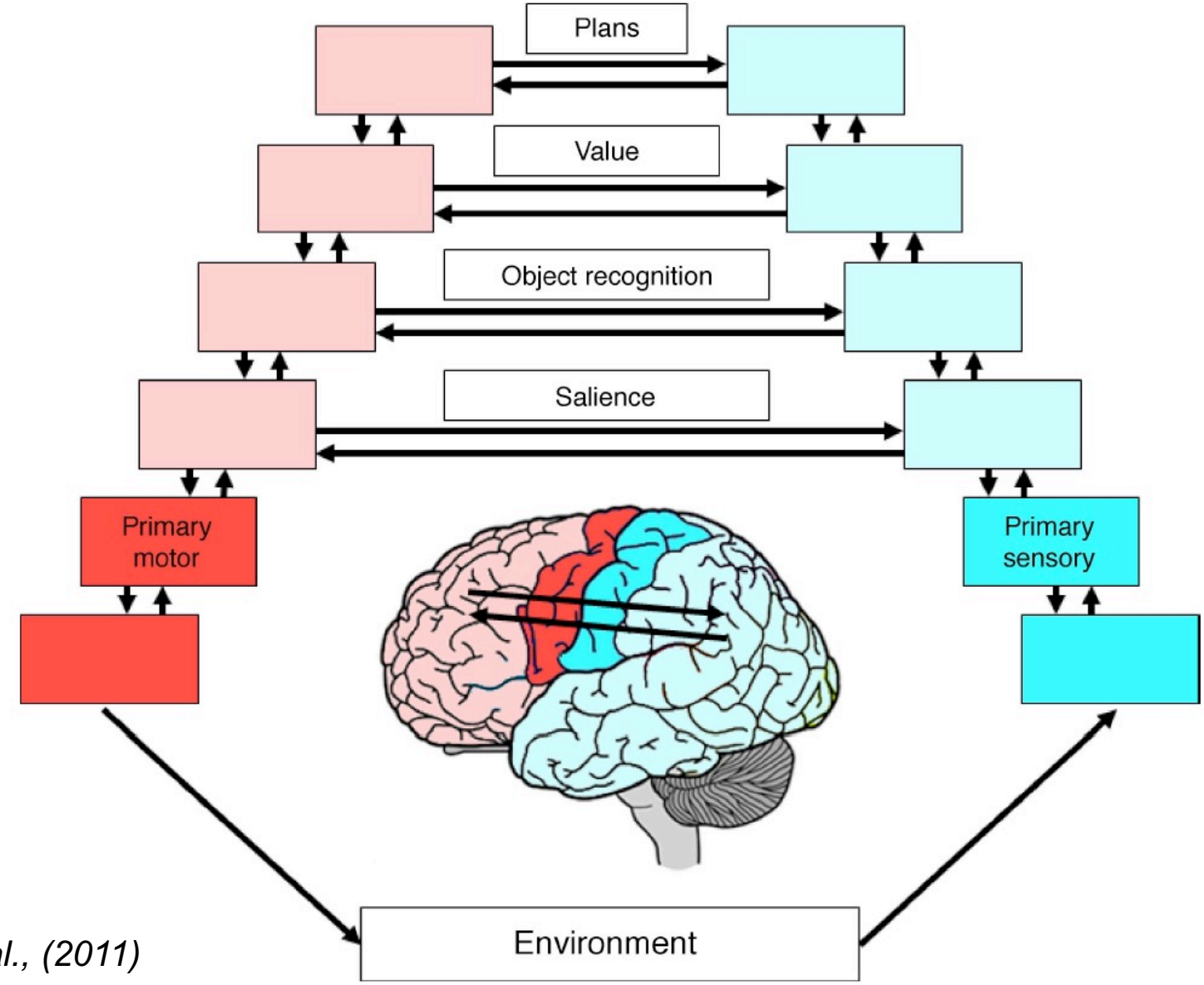
- General calibration
  - Every measuring device must be calibrated.
  - Measured values should conform to a specific unit.
  - Measurement deviation is determined.

- Eye tracker calibration
  - Device learns the relationship between gaze position on the screen and the position of the pupil and corneal reflection in the camera image.
  - In order to know the gaze position, the participant must fixate 9 points on the screen in succession (**Calibration**).
  - The procedure is repeated once to determine the deviation (**Validation**).

From basic research in neuroscience to application in ergonomics

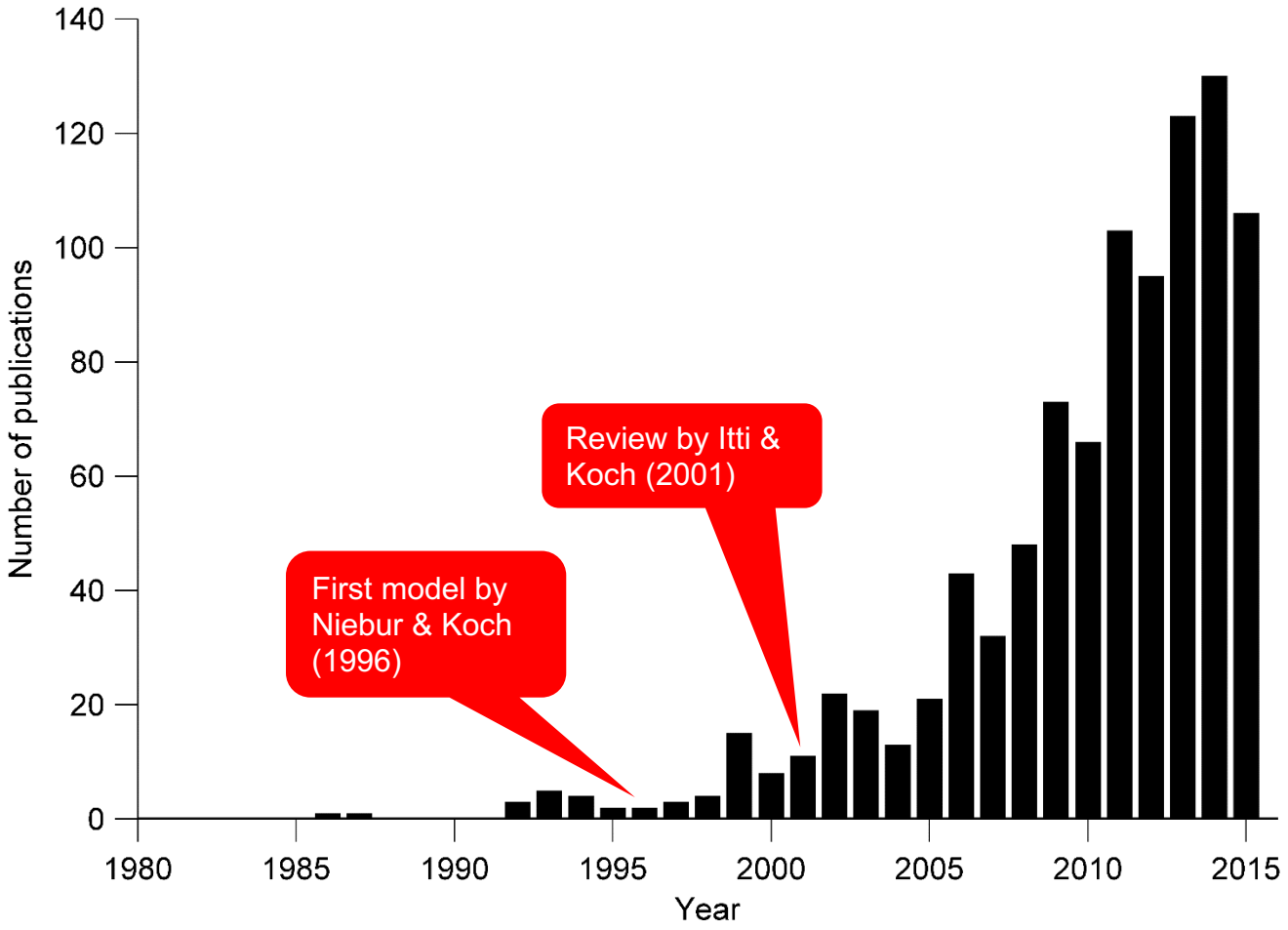
3. Salience models

What attracts our gaze?



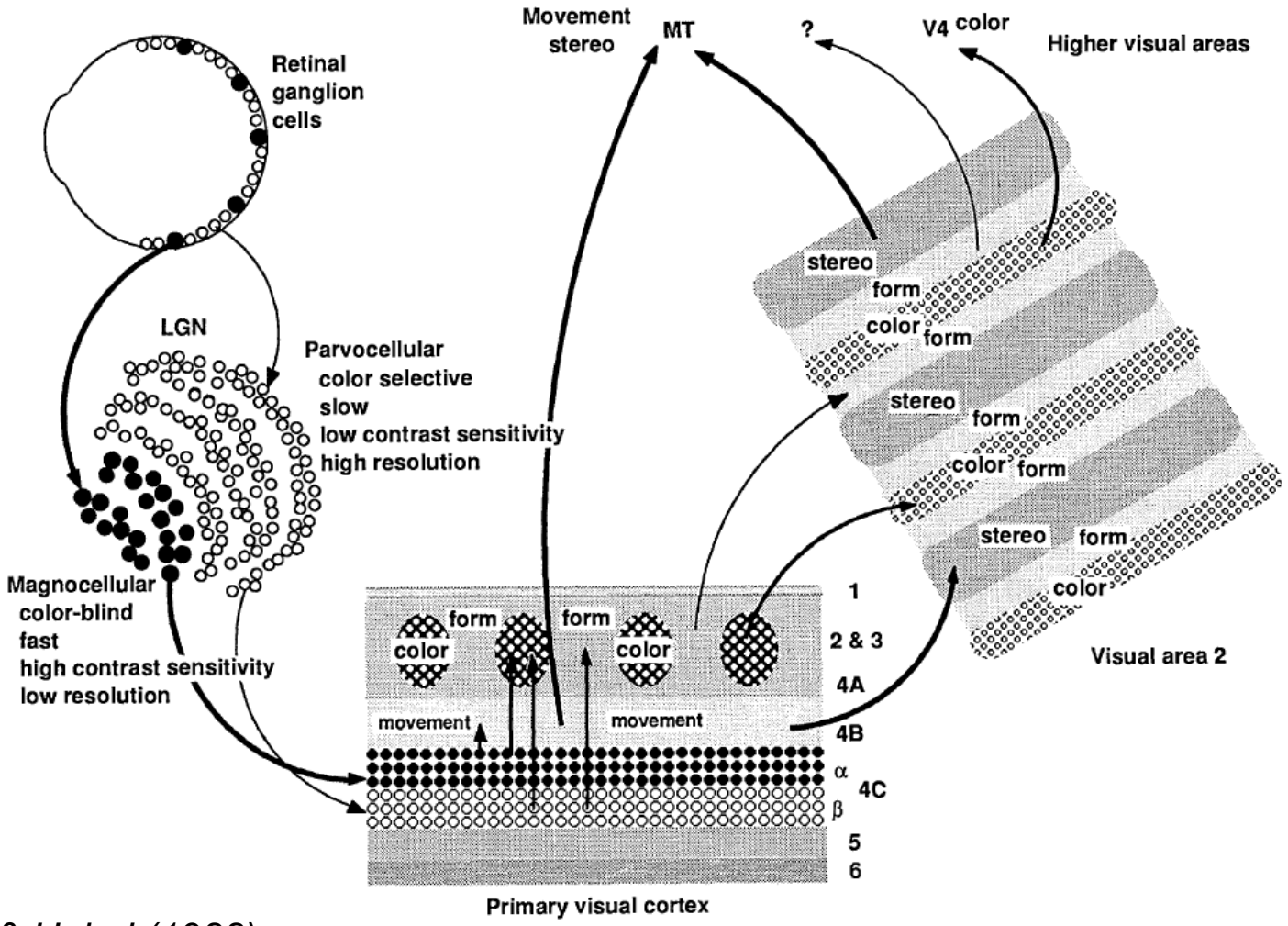
Schütz et al., (2011)

Historical development of salience models



1) Processing in the visual cortex

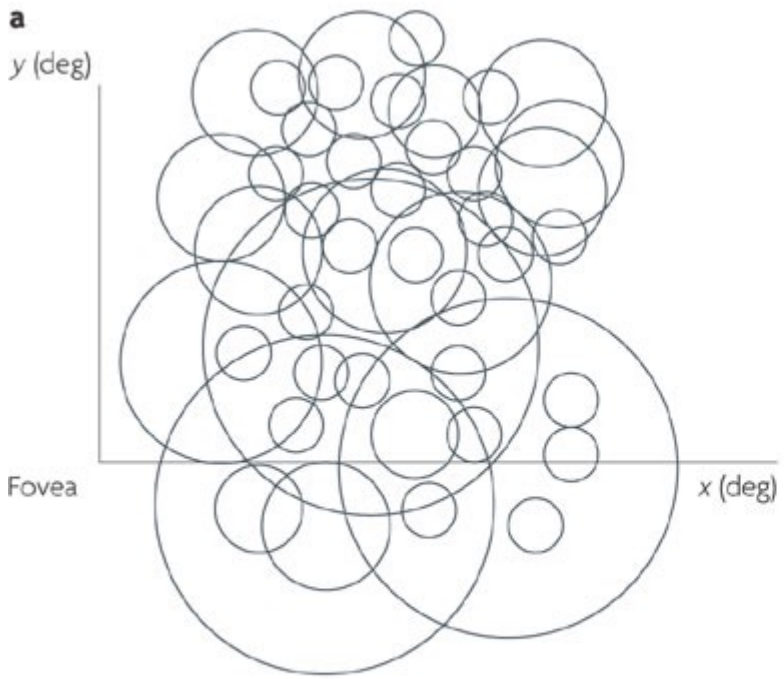
a. Separation of visual properties / features



Livingstone & Hubel (1988)

1) Processing in the visual cortex

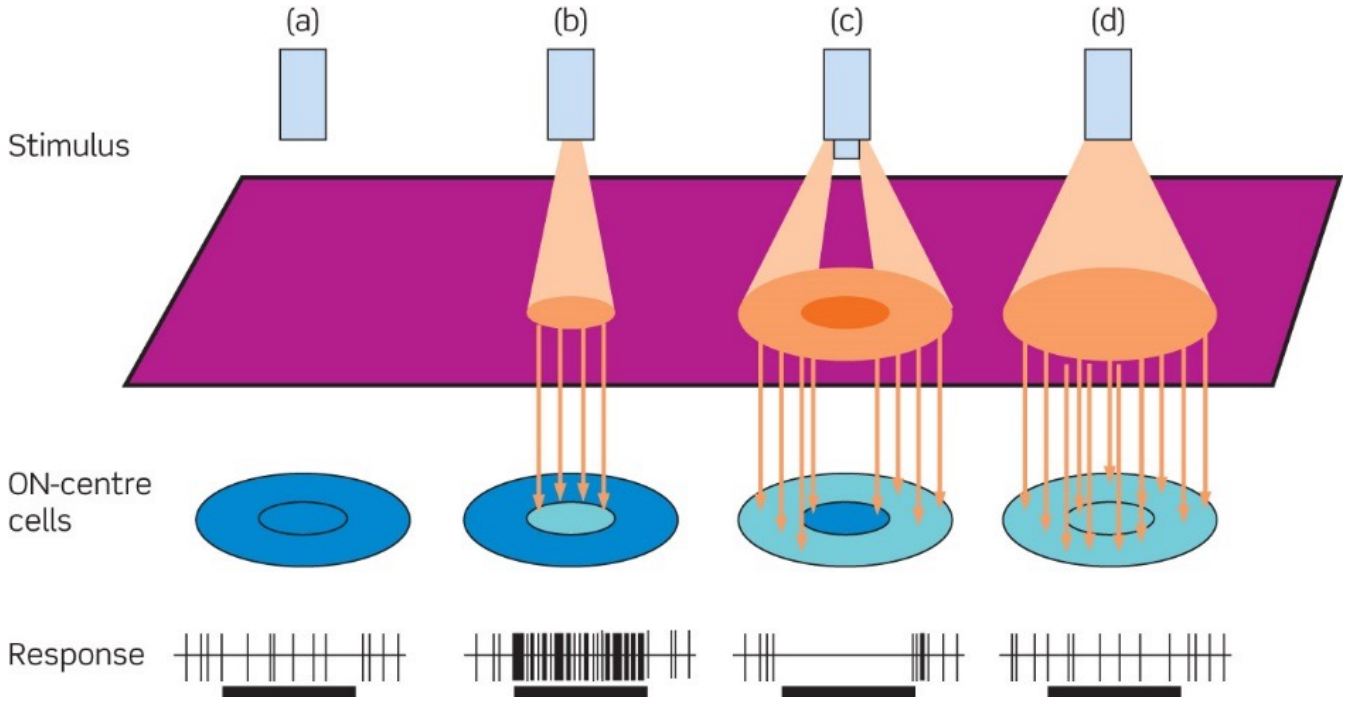
a. Separation of visual properties / features
b. Multiple spatial scales



Wandell & Smirnakis (2009)

1) Processing in the visual cortex

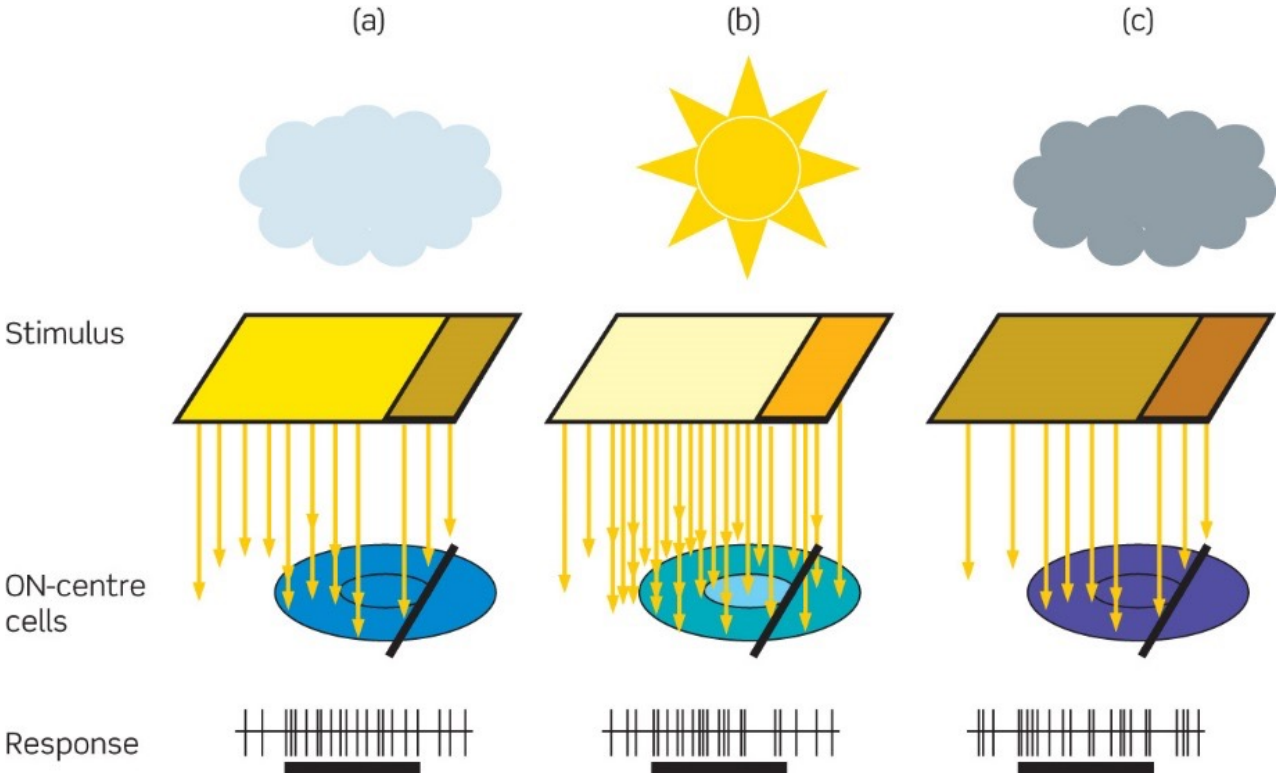
a. Separation of visual properties / features
b. Multiple spatial scales
c. Center-Surround contrast



Snowden, Thompson, Troscianko (2012)

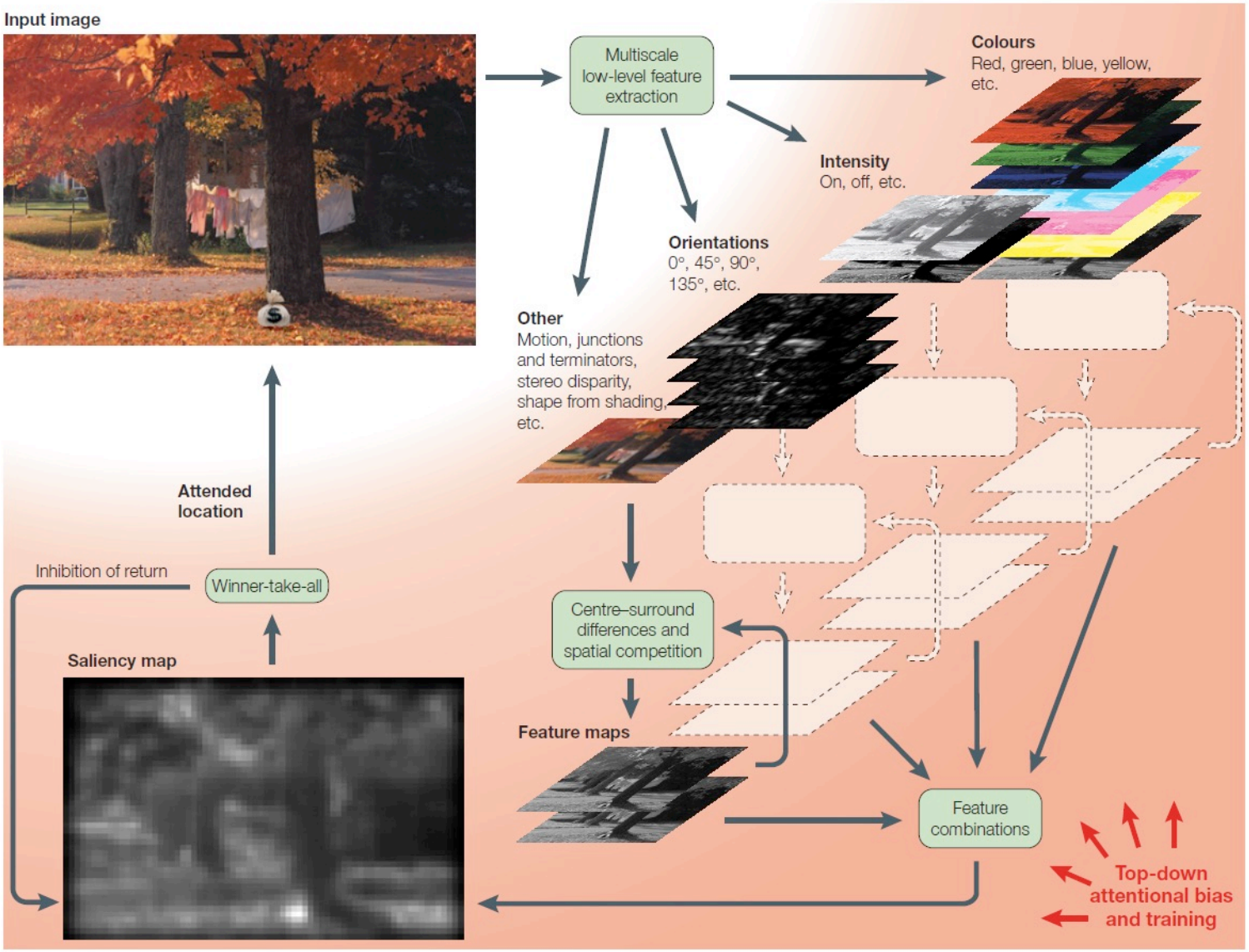
1) Processing in the visual cortex

a. Separation of visual properties / features
b. Multiple spatial scales
c. Center-Surround contrast



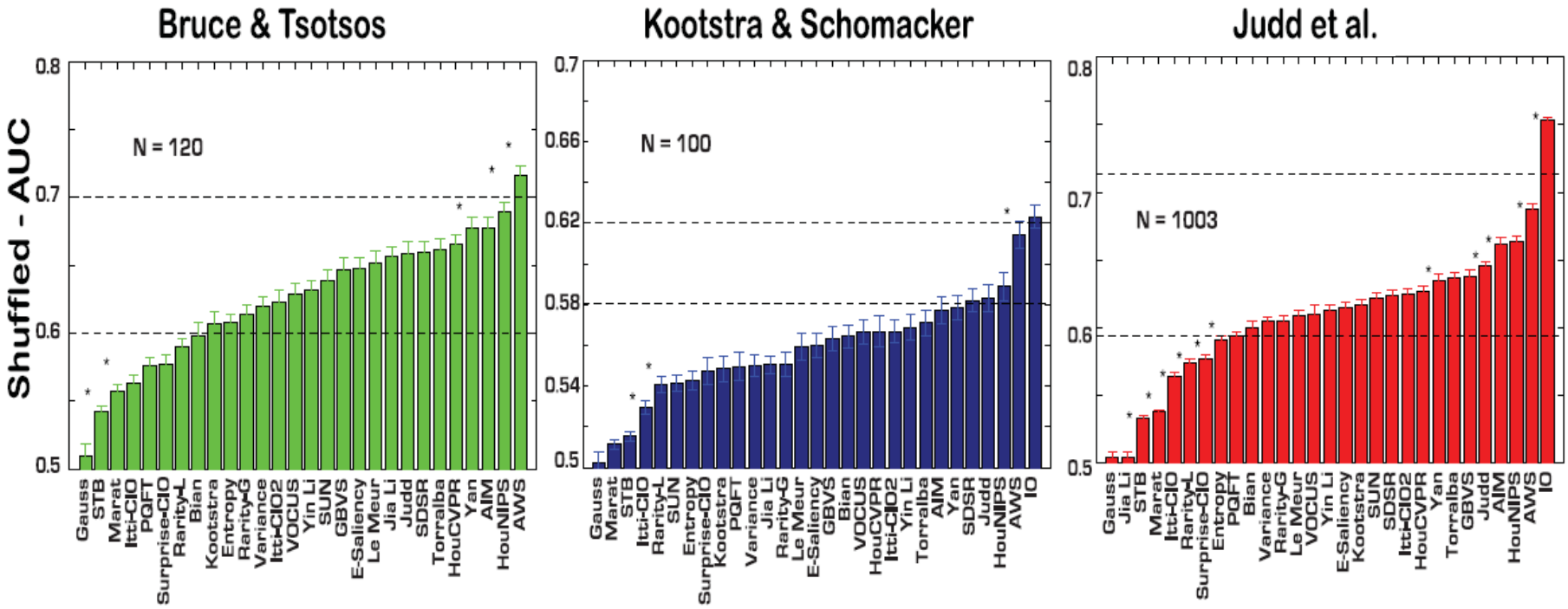
Snowden, Thompson, Troscianko (2012)

2) Salience model by Itti & Koch



Itti & Koch (2001)

3) Comparison with eye movements



Borji & Itti (2013)

4) Application in ergonomics

Usability Design:

- What is paid attention to / noticed by users?
- What distracts users from their task?
- Where should important elements be positioned?

4) Application in ergonomics

Sony VAIO gaze plot


Sony VAIO opacity map

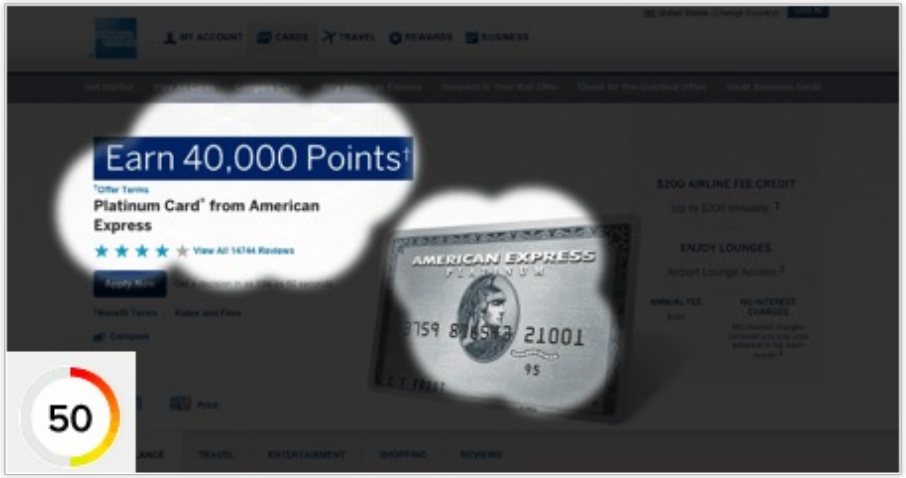
Sony VAIO areas of interest

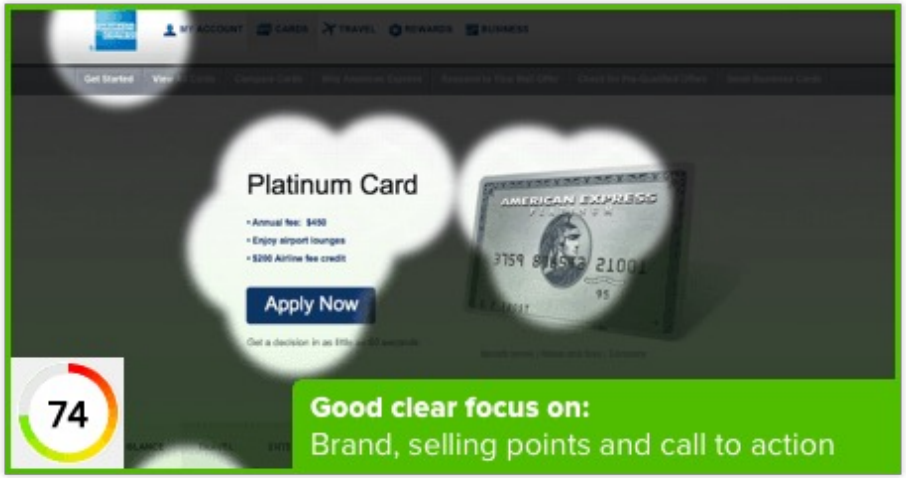

P&G Pantene heatmap report

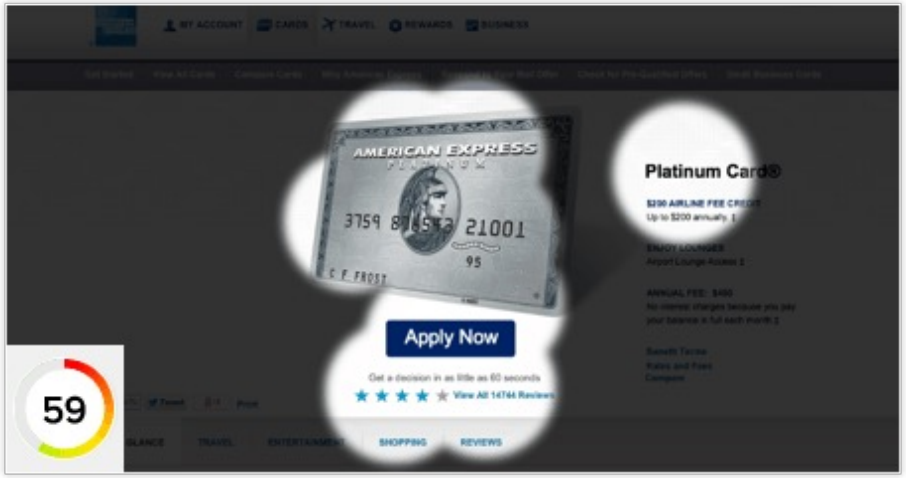

P&G Pantene gaze plot

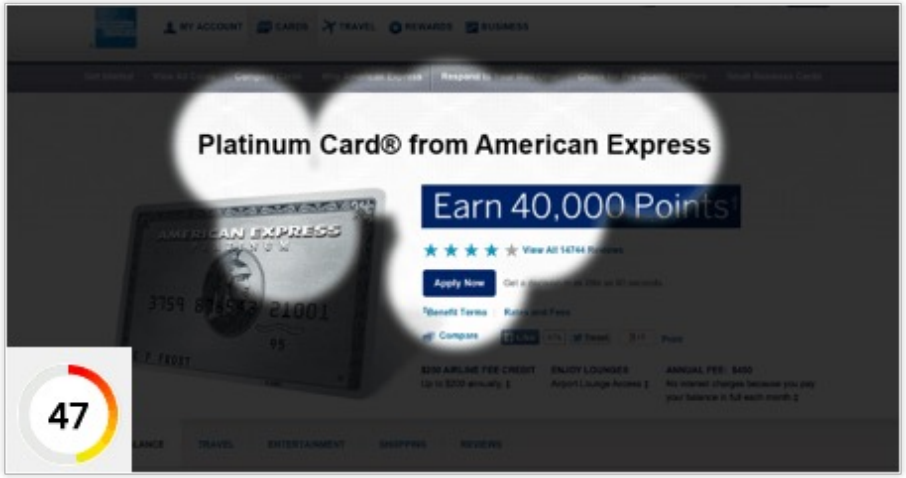

P&G Pantene opacity map

4) Application in ergonomics









4) Application in ergonomics

An incomplete list of companies:

- *www.eyequant.com*
- *www.feng-gui.com*
- *https://vas.3m.com/*
- *https://attentioninsight.com/*
- *https://www.visualeyes.design/*
- *https://www.expoze.io/about*