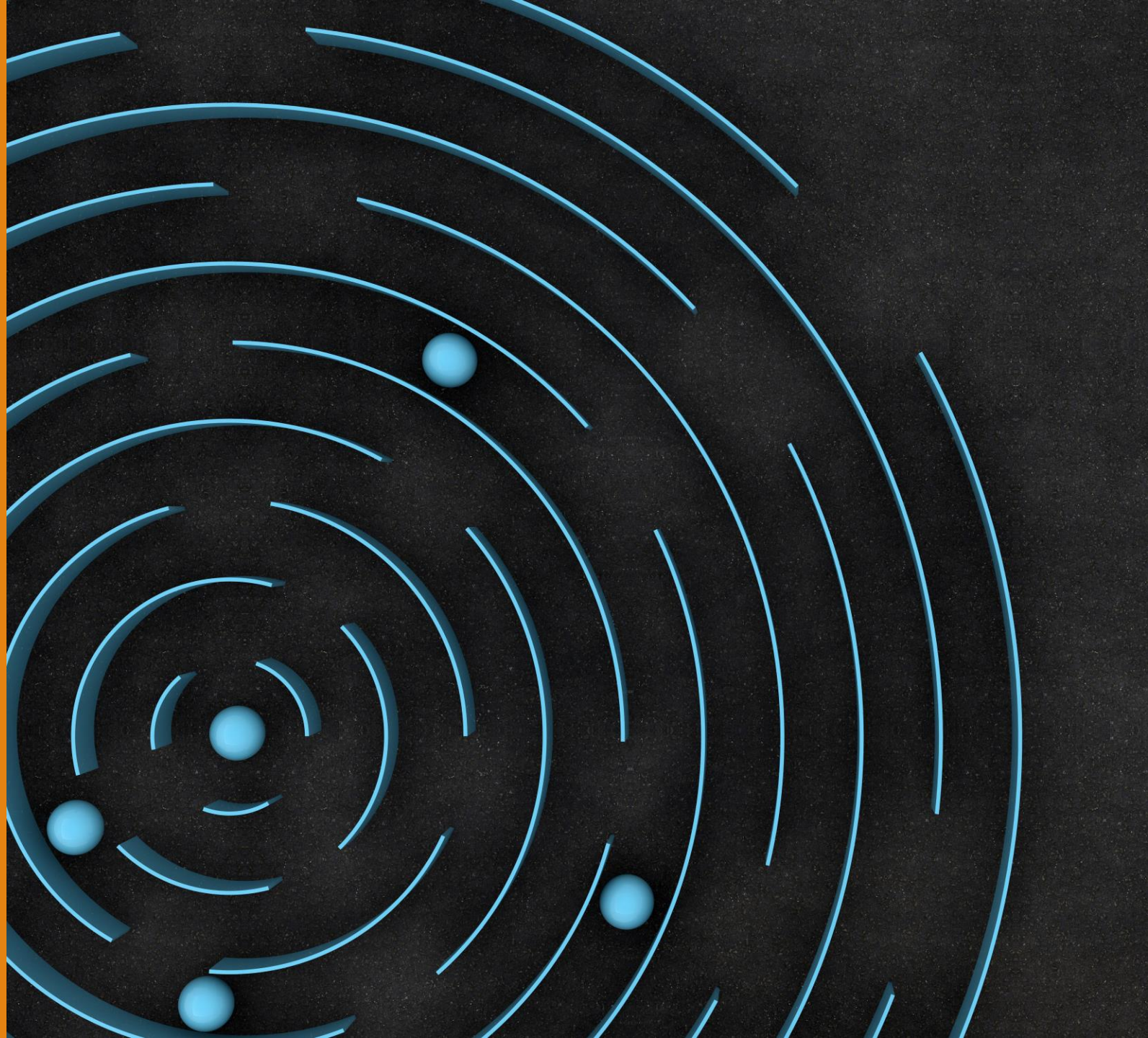
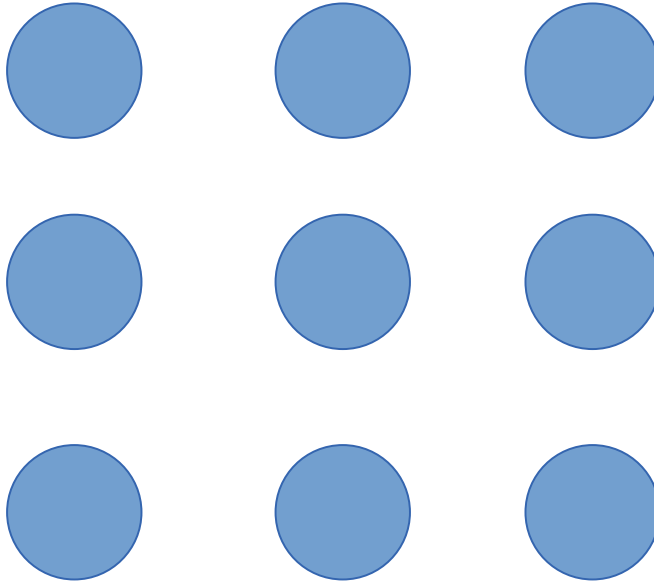


Cognitive systems

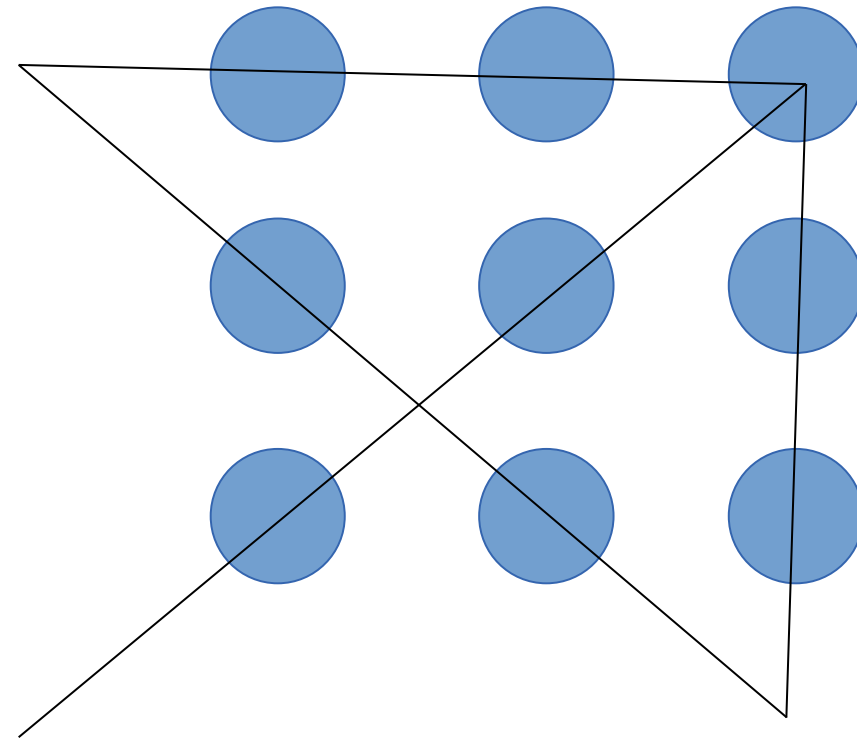
TRIP INSIDE OUR BRAIN

(NEUROSCIENCE PERSPECTIVE)





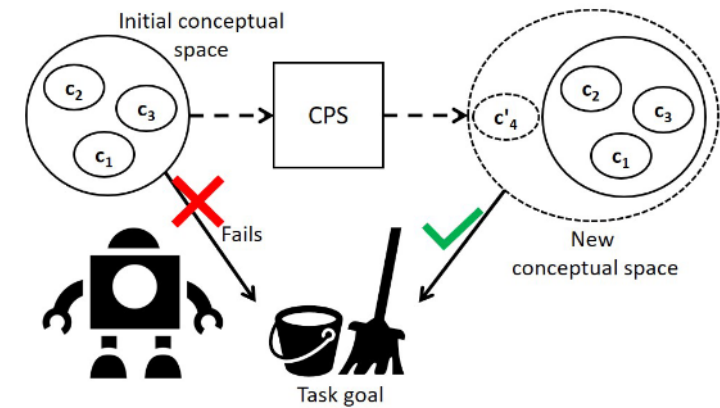
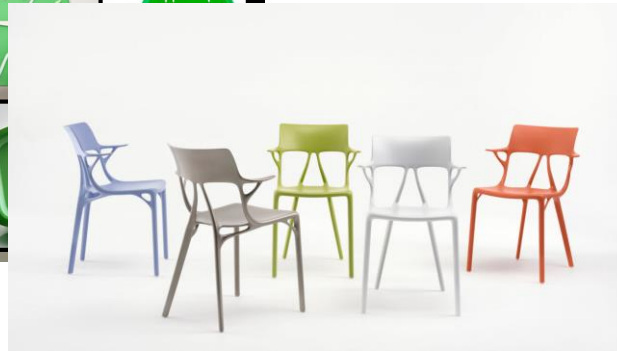
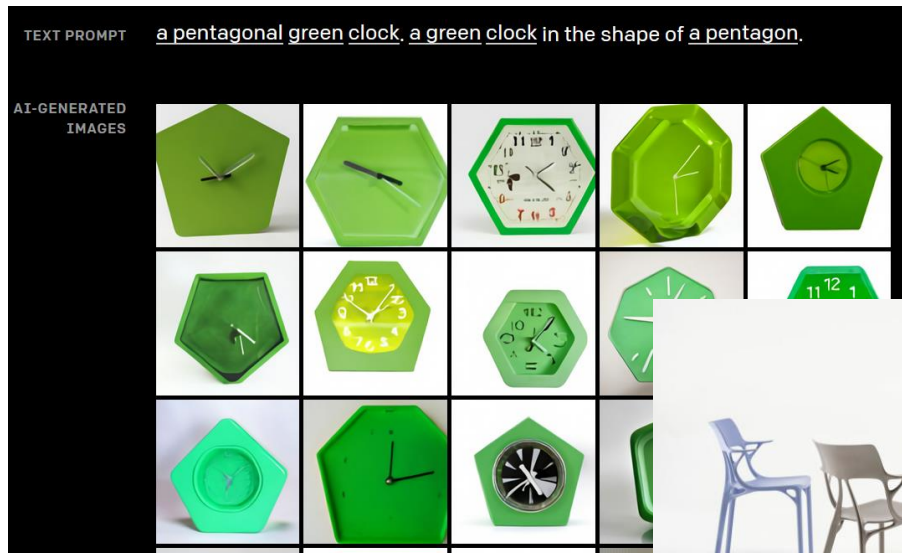
Can you connect all the dots by 4 lines directly following each other?



AI and insights vs. creativity

- Insightful: Extend initial conceptual space, AlphaGo creativity
- Creativity: AlphaGo, Art, Music...

<https://ai.facebook.com/blog/generative-ai-text-to-video/>







Visual attention



Visual attention

Pareidolia

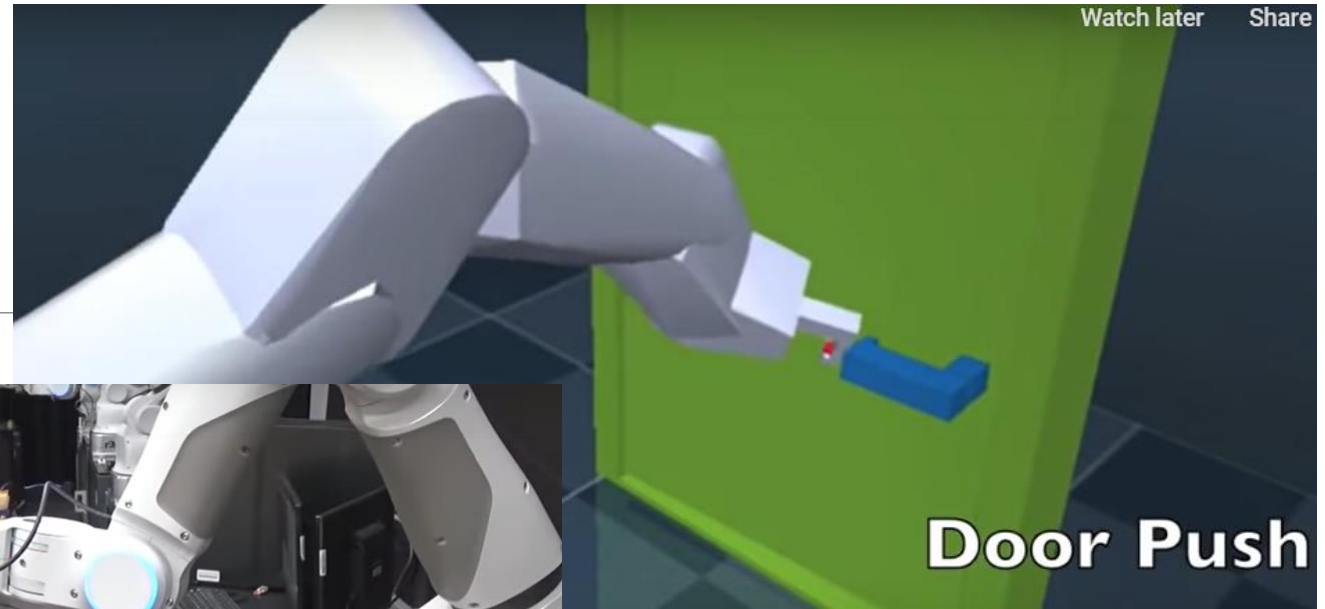




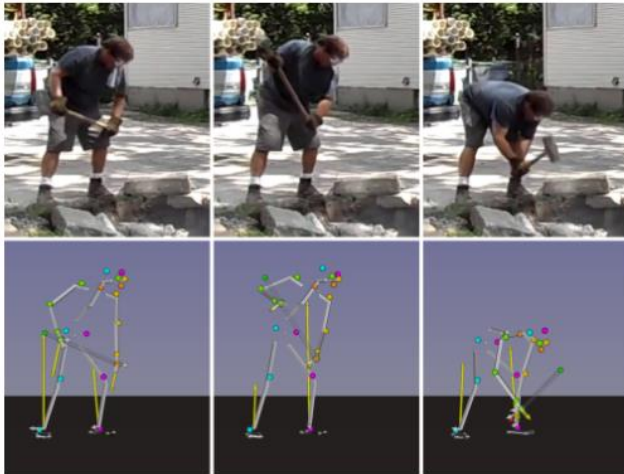
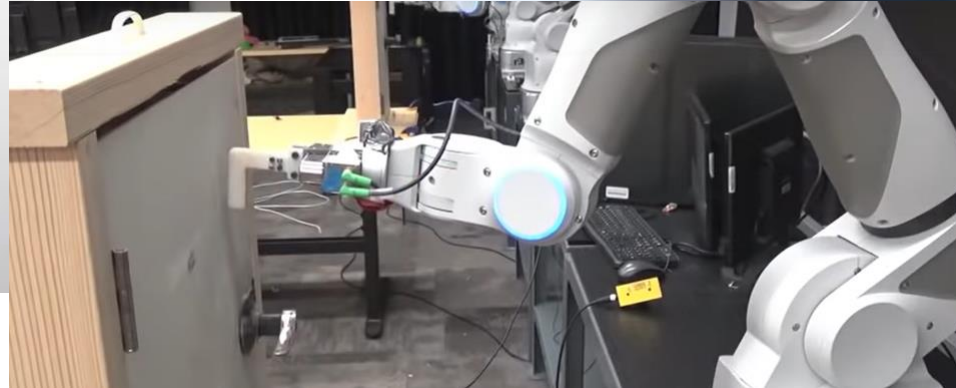
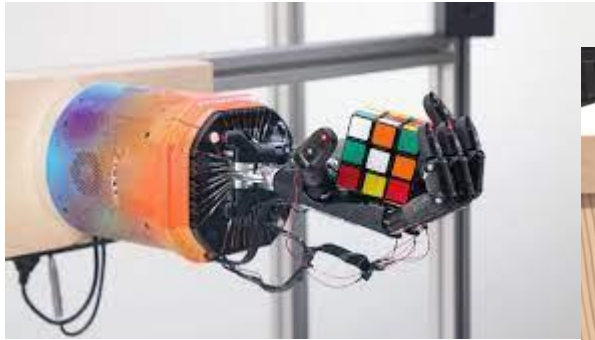


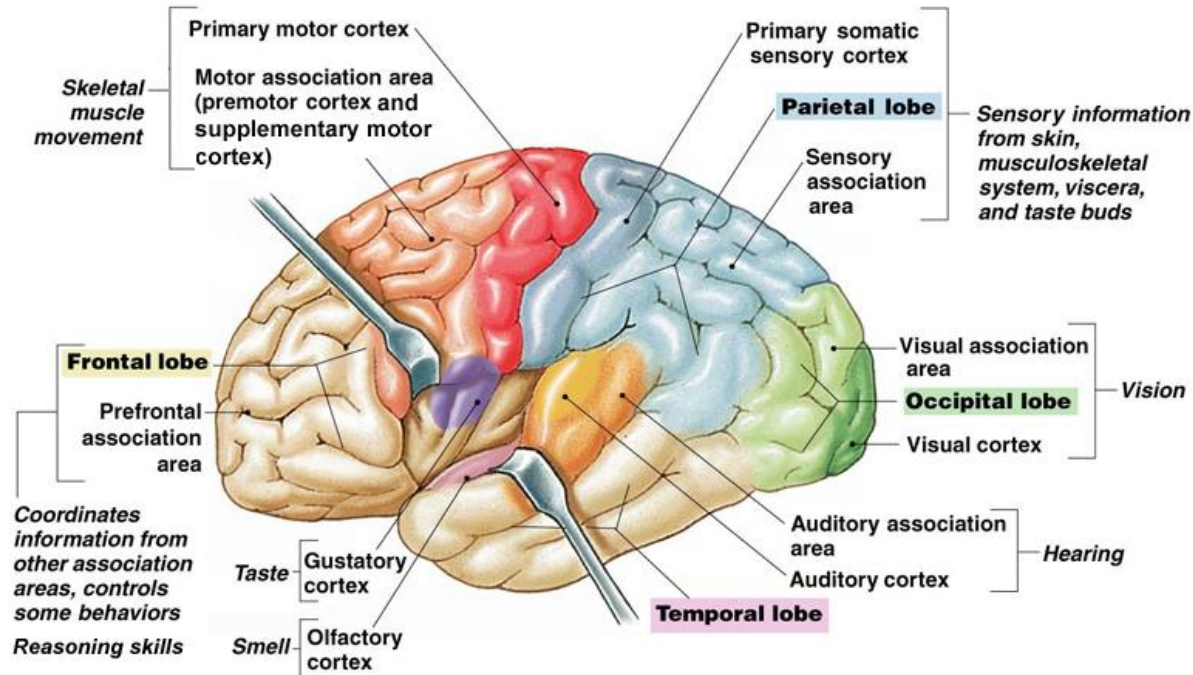
Motoric memory (tightening your laces)

Robots learning motoric skills



<https://www.youtube.com/watch?v=ZhsEKTo7V04>

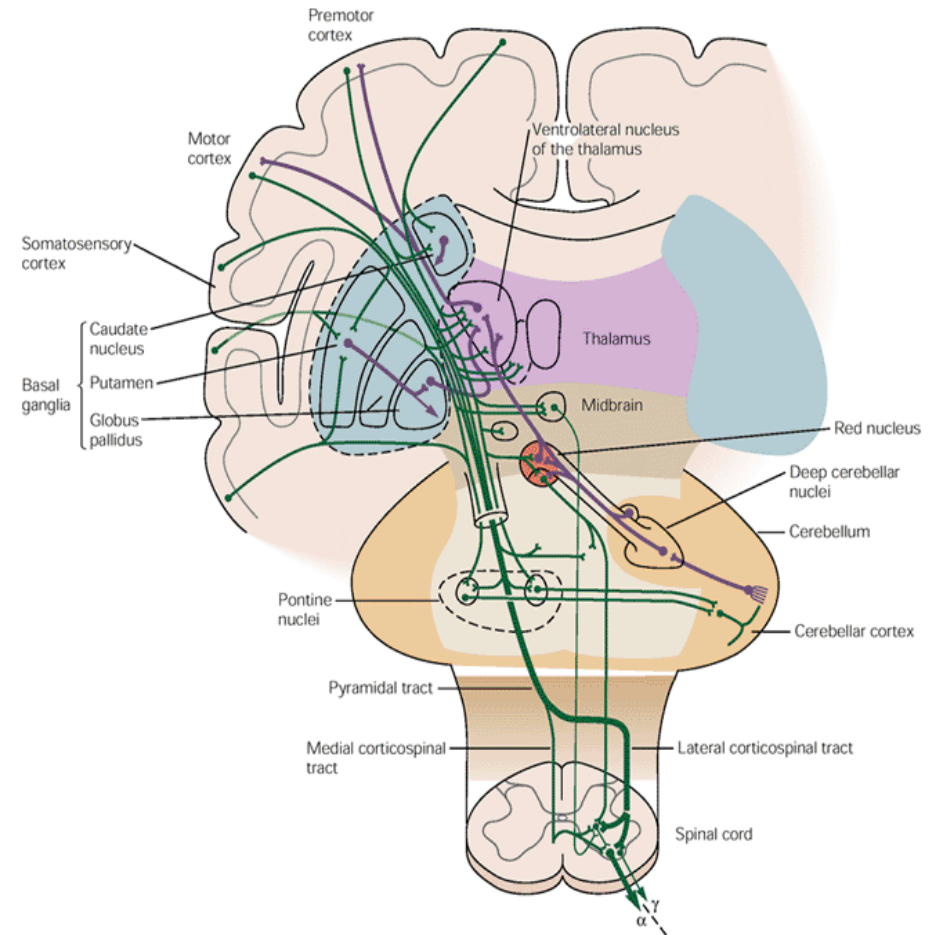
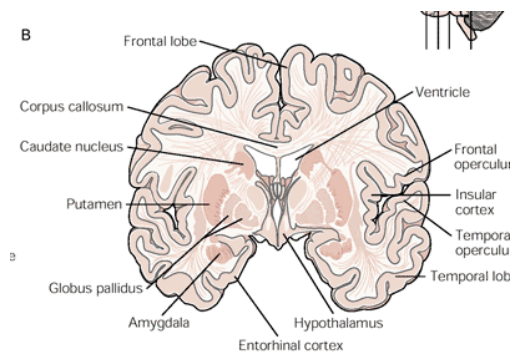
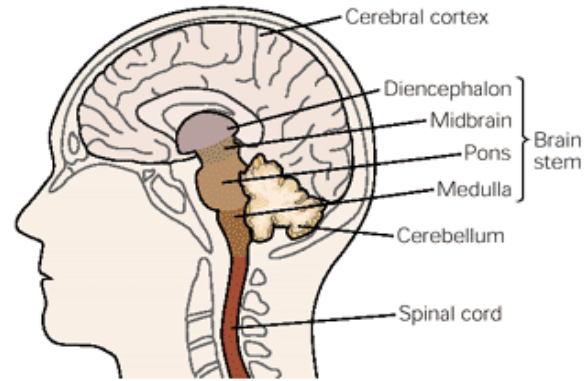
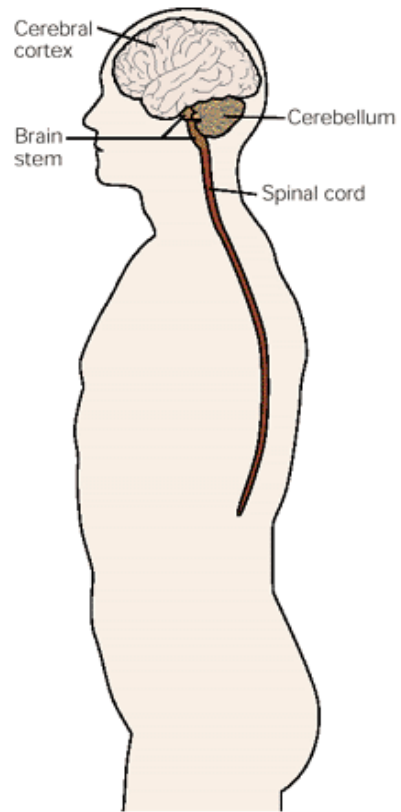




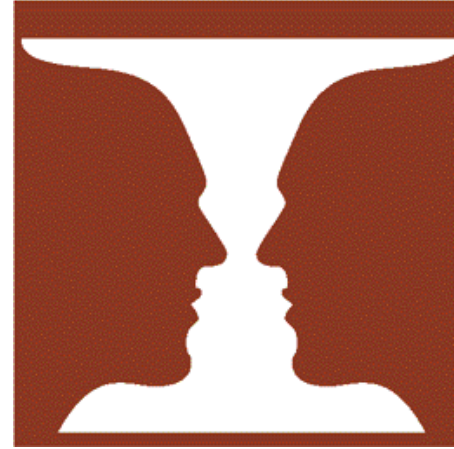
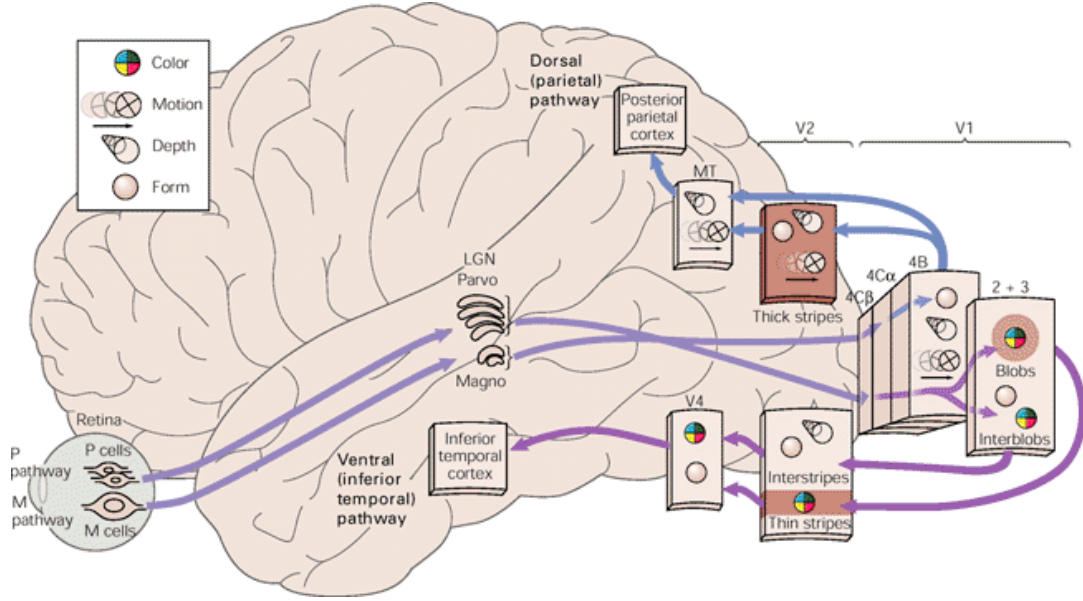
Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Fig. 9-15

What happens inside the brain?

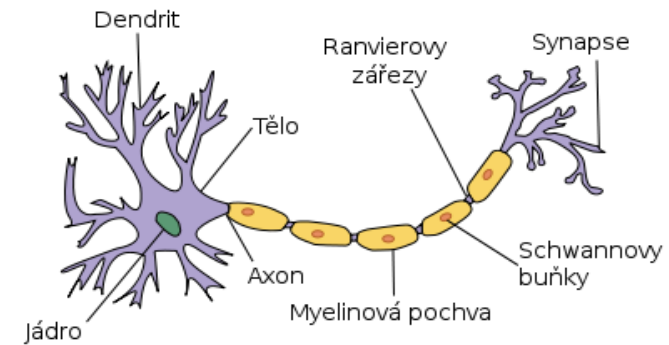
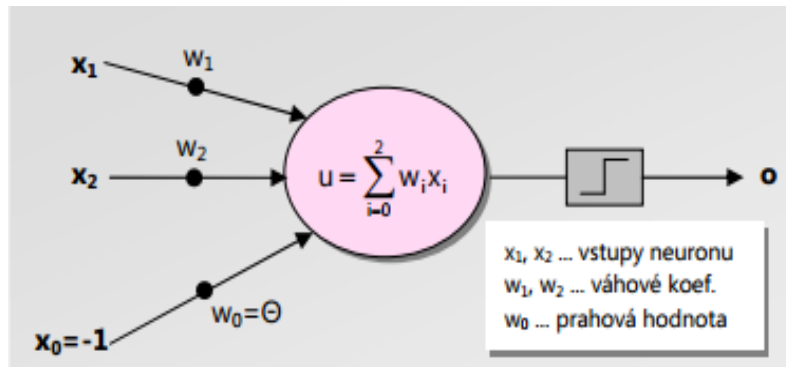
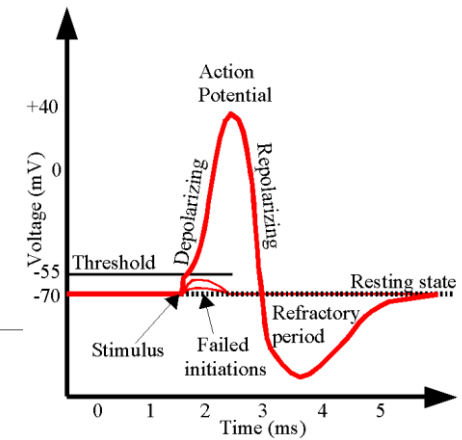


Different information pathways



Different information pathways

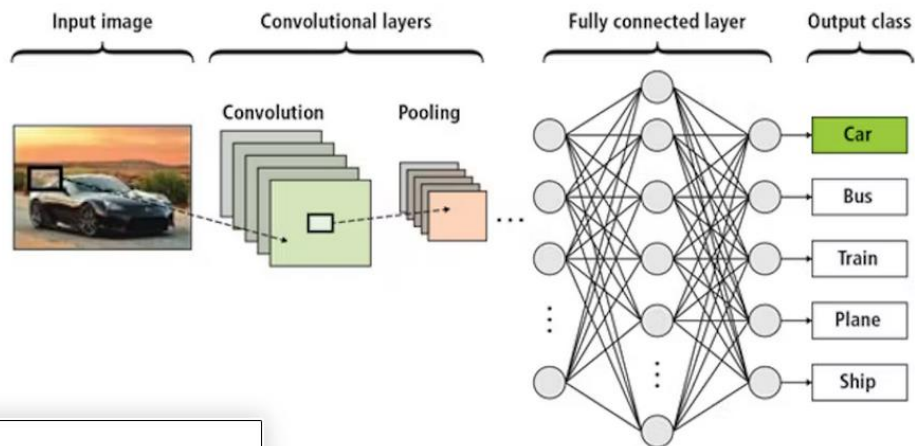
Neurons



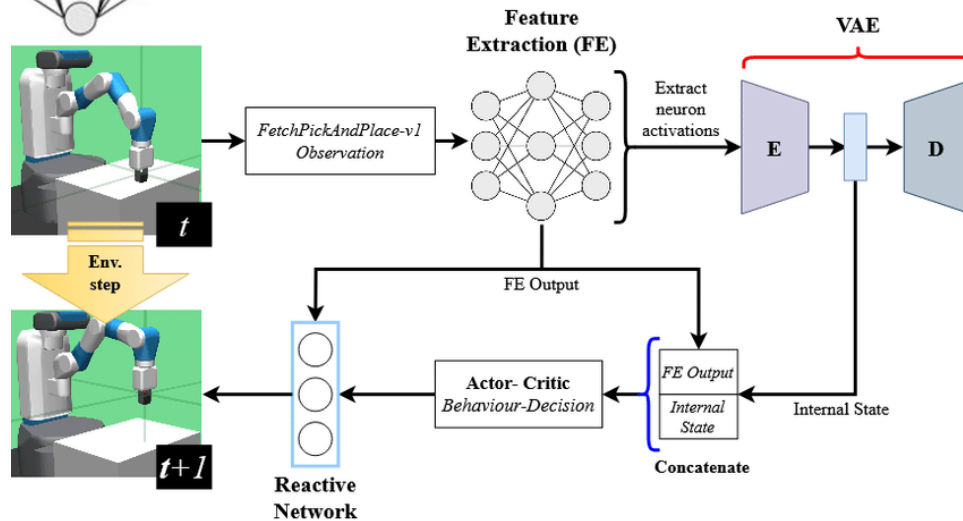
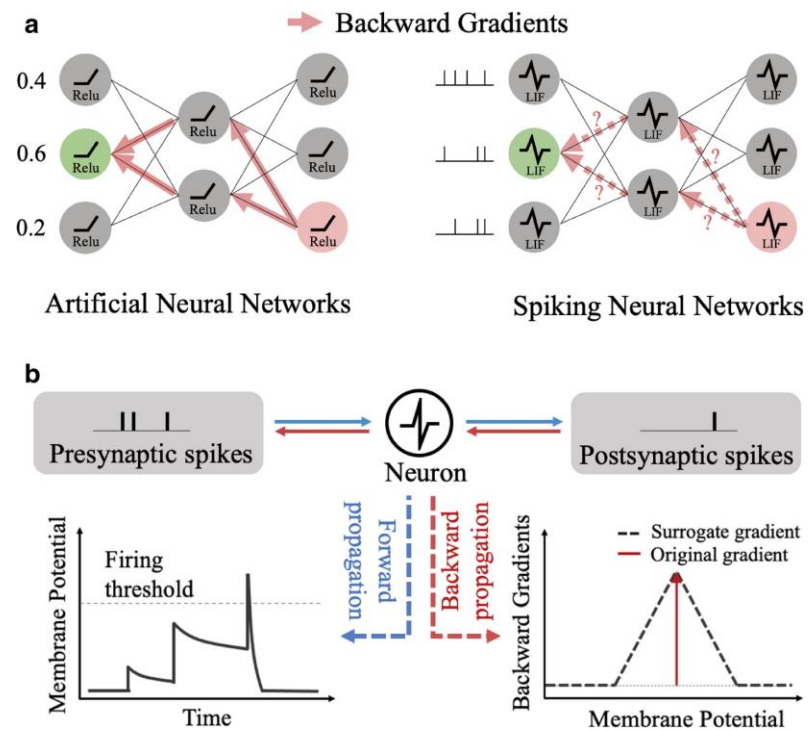
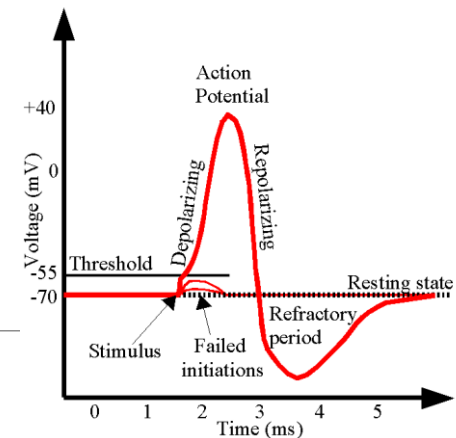
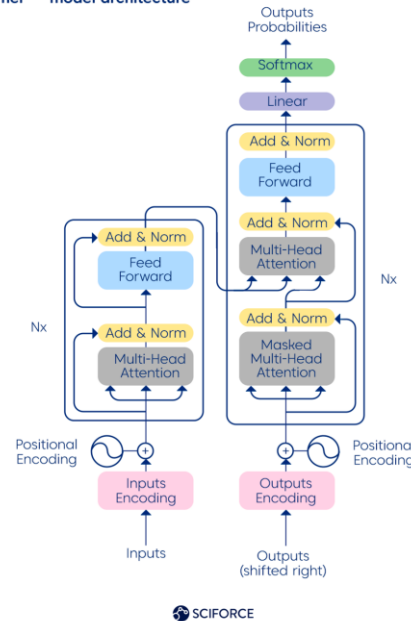
1943 McCulloch and Pitts

- **Axon** – 1,5m, 2-120m/s, membránový potenciál, akční potenciál – vybíjení, bílkovina myelin
- **Synapse** – 0,5-4ms, vylití neurotransmiteru → receptor → změny propustnosti pro Ca^{+} , jednosměrné (dráhy obousměrné), látkový přenos
- Prostorová a časová sumace
- Šedá hmota – alcohol/cannabis/pregnancy/IQ/elderly/action vs.3D games
- Roztroušená skleróza narušuje gliové buňky tvořící pochvu

Neural networks



The Transformer — model architecture



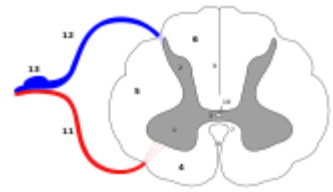
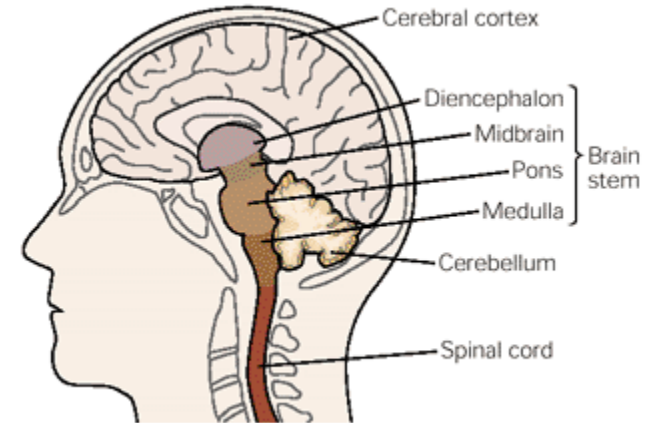
Anatomická organizace CNS

- Mícha ← **Senzorická info**

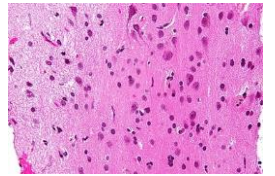
- **Šedá hmota**

- zadní rohy (usp.neurony ~ senzorické info),
- přední rohy (motorické jádro inervuje svaly)

- **Bílá hmota** – ascendentní a descendentní dráhy s motor. příkazy



Key number	Midline number	Key number
1. Anterior horn	1. Anterior horn	10. Spinal cord
2. Posterior horn	2. Anterior horn	11. Spinal cord
3. Gray commissure	3. Posterior horn	12. Posterior horn
	4. Anterior commissure	13. Spinal ganglion
	5. Anterior median fissure	
	6. Posterior median sulcus	



- Medula
- Varolův most
- Střední mozek

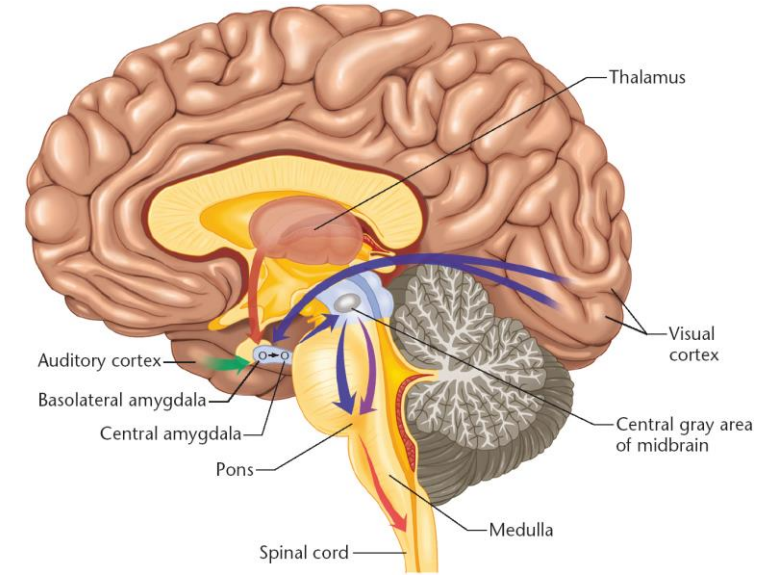
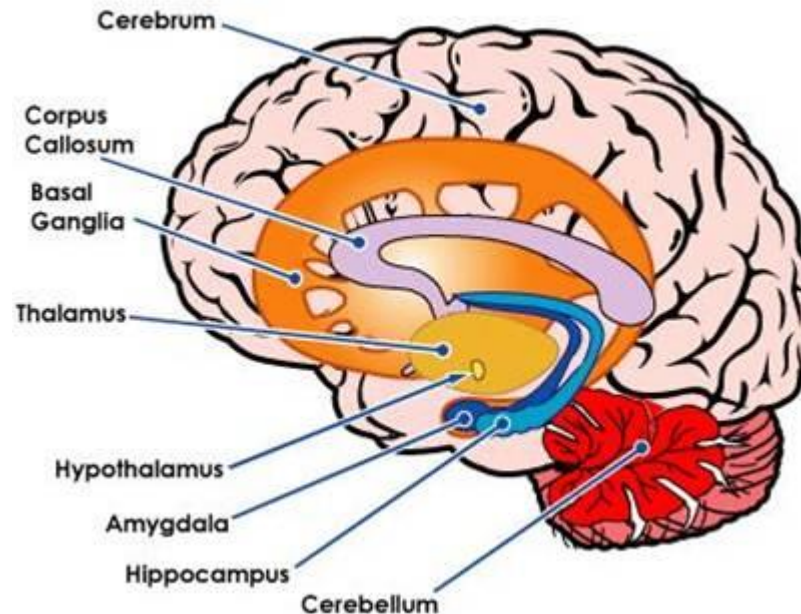
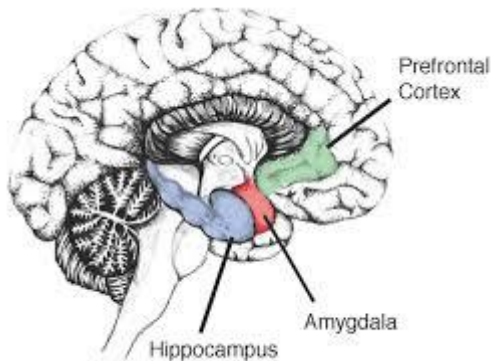
Retikulární formace - jádra
Mozkový kmen

← **Senzorická info**
 → kontrola motoriky + sluch, balanc, chuť + parasympatické reflexy (srd.čin., krev.tlak,peristaltika) + ovlivnění stavu bdělosti (dle senzor.info)

- Mozeček (cerebellum) → pozice, koordinace hlavy, očních pohybů, jemná motorika, učení motor. dovednostem (nejvíc neuronů, málo typů)
- Mezimozek (diencephalon)
 - **Thalamus** – periferie + hemisféry, integrace senz.info, práh
 - **Hypothalamus** → tělní funkce, regulace hormonů, motivační syst.mozku, biologický rytmus (vězení – psych.mučení)
- Koncový mozek (telencephalon) – 2 mozkové hemisféry

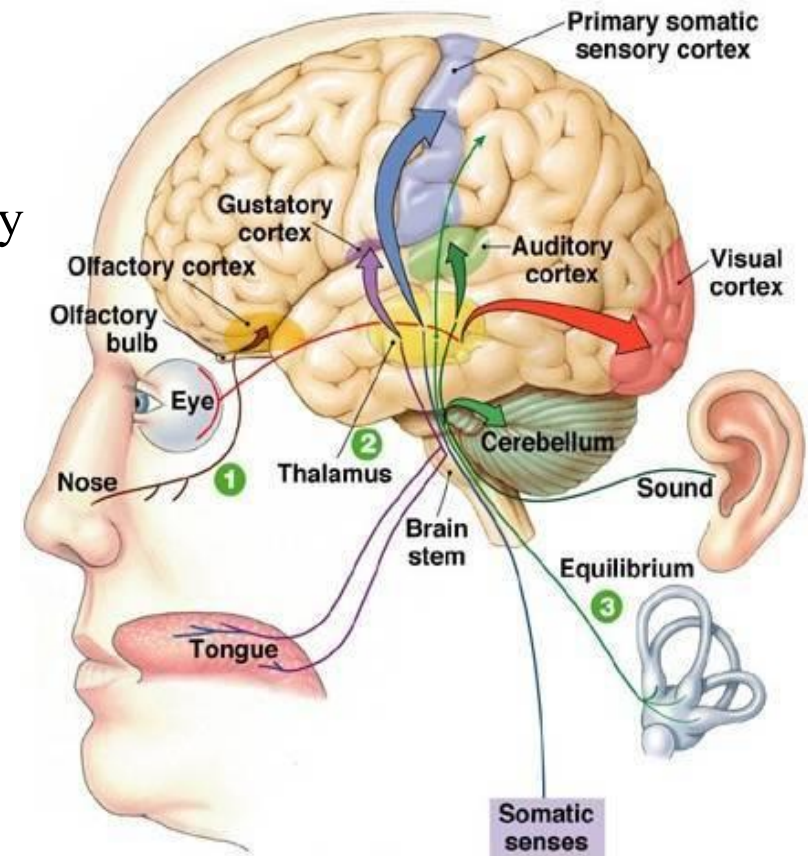
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum – split-brain syndrome, better connection (gifted?)
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala (emoce, soc.chov.) - EEG exp.
 - hippocampus (paměť, prost.orientace)
 - bazální ganglia (jemná motorika)



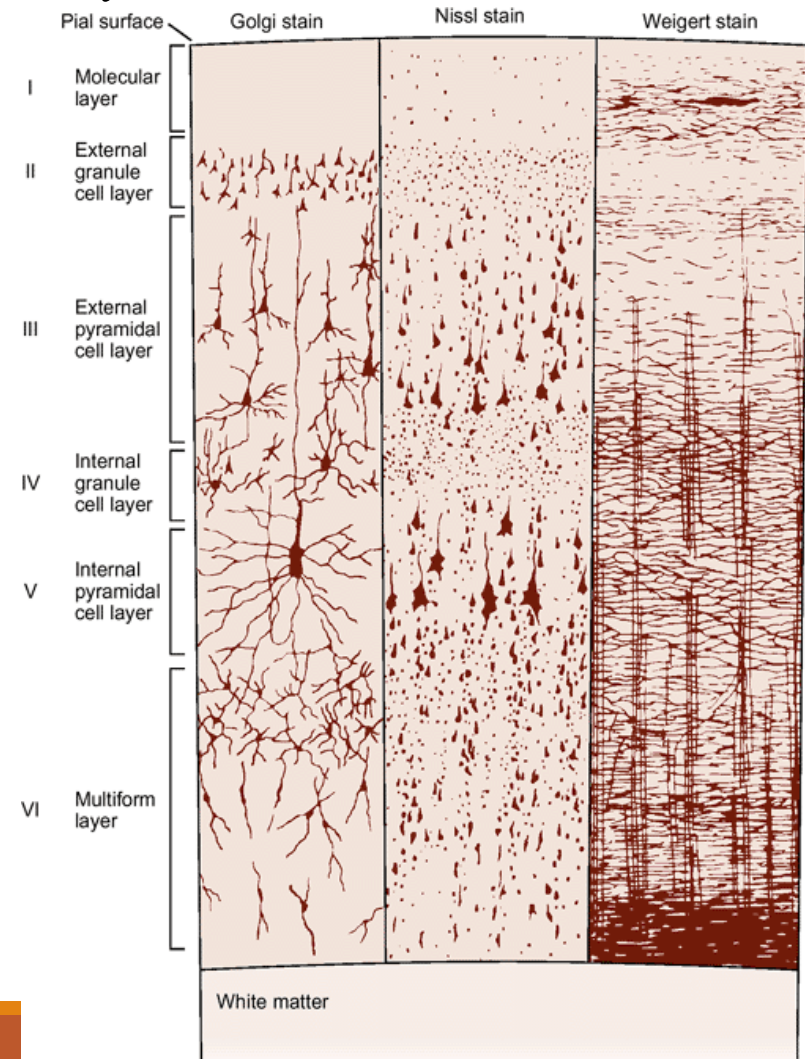
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modality
 - Každý fční systém mnoho regionů



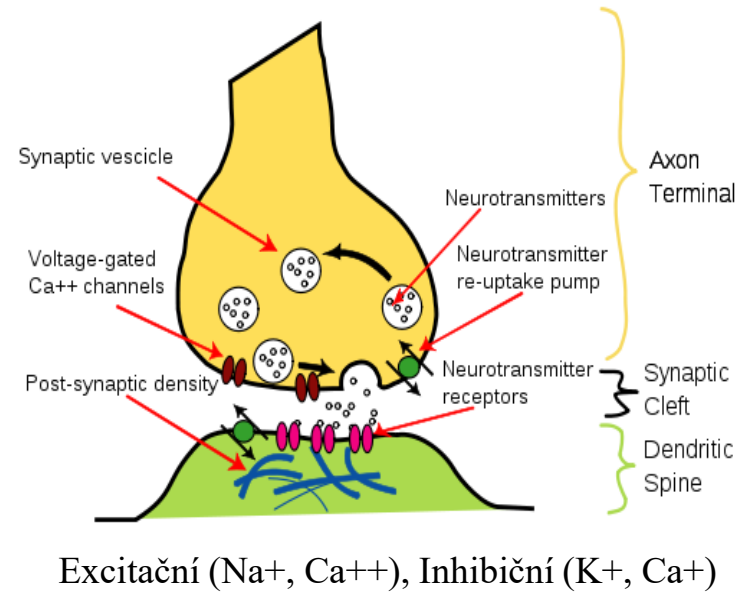
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modality
 - Každý fční systém mnoho regionů
 - Projekční neurony (pyramidové, axony do další fáze zpracování)- uni/bi/multipolární
 - interneurony (inhibiční, excitační - uhýbací)
 - Ve vrstvách, neurotransmitery



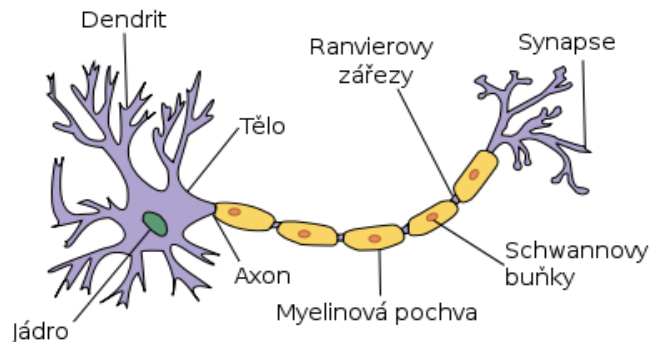
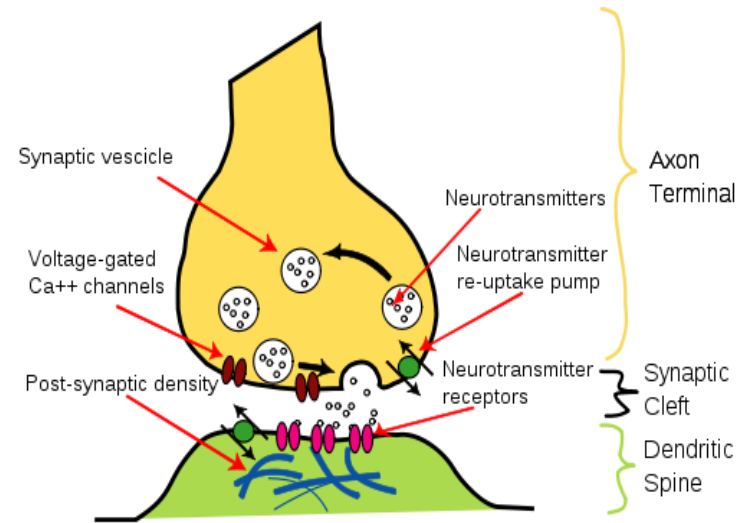
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modality
 - Každý fční systém mnoho regionů
 - Projekční neurony (pyramidové, axony do další fáze zpracování) a interneurony
 - Ve vrstvách, neurotransmitery



Mozkové hemisféry

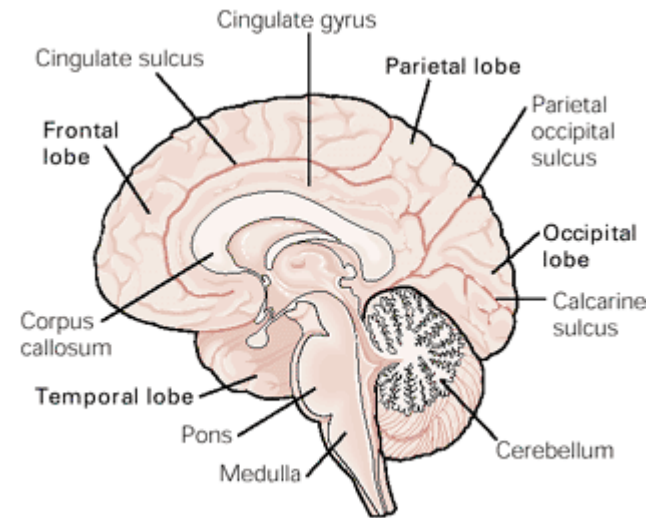
- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modality
 - Každý fční systém mnoho regionů
 - Projekční neurony (pyramidové, axony do další fáze zpracování) a interneurony
 - Ve vrstvách, neurotransmitery



- **Axon** – 1,5m, 7m/s, membránový potenciál, akční potenciál – vybití, bílkovina myelin
- **Synapse** – 0,5-4ms, vylití neurotransmiteru → receptor → změny propustnosti pro Ca⁺, jednosměrné (dráhy obousměrné), látkový přenos
- Prostorová a časová sumace

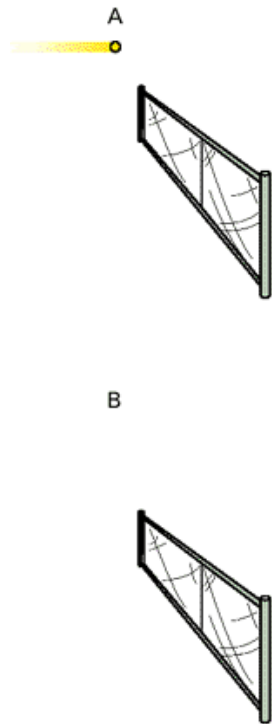
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modality
 - Každý fční systém mnoho regionů
 - Projekční neurony (pyramidové, axony do další fáze zpracování) a interneurony
 - Ve vrstvách
 - Topografická mapa – každá část mozku projektuje na další (neuronové mapy, motorická mapa) – transformace, neproporcionální → **roboti:** bodyschema, model těla, SOM
 - 4 laloky – rýhy (sulcus)
 - Fčně oddělené oblasti – primární/sekundární/terciální – dle vzdálenosti od periferie

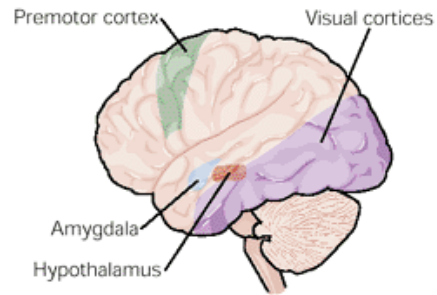


Asociační oblasti

Mícha
(receptory)



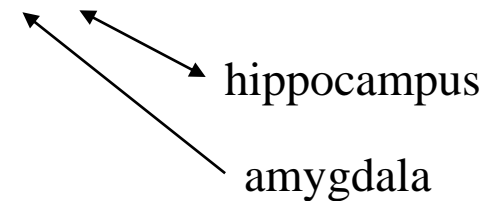
→ Thalamus
Filtrace info



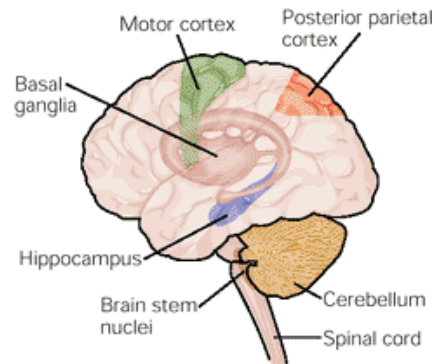
→ Mozková kůra

- Primární Somatosenzorická kůra
- Somatotopicky, neproporčně

↓
Multimodální asoc.kůra



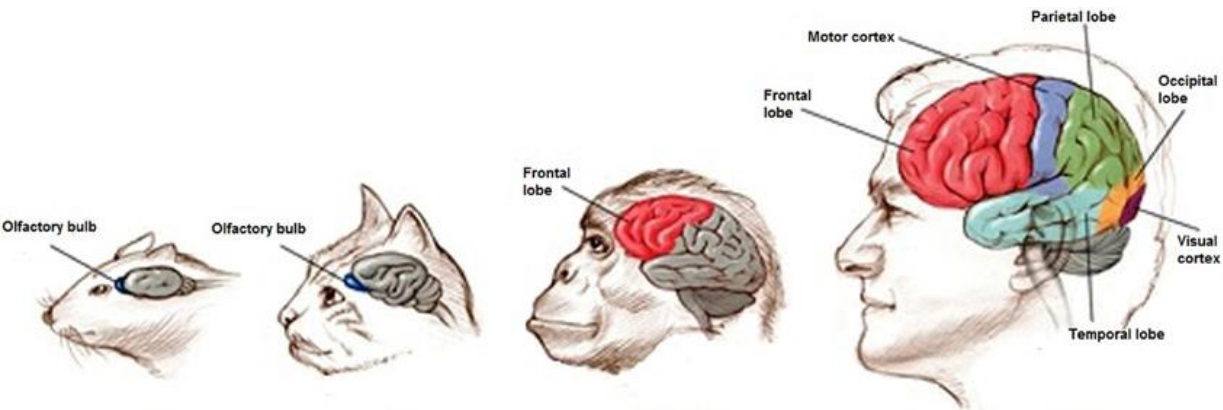
↓
Kortikospinální dráha
(kůra → mícha → svaly)



Asociační oblasti

Periferie → primární kůra → unimodální asoc.oblast → multimodální a.o.

- **Unimodální asociační oblast** – integrace info jedné modality
- **3 Multimodální asociační oblasti** – integrace info z více modalit
 - **Percepce + jazyk** (posteriošní) – vojáci WW I a II léze, tělo v prostoru (viz.scéna)
 - **Emoce + paměť** (limbická)
 - **Plánování** pohybu, jazykové produkce, **rozhodování** (anteriošní, prefrontální kůra)
 - Pracovní paměť, rozhodování (schizofrenie – problém správné aktivace prefr.obl.)



1300 cm³

Large grapefruit

Approx. 1 kg

Retarded human – 500 cm³

How did our brain evolve?

Dolphins – earlier on Earth, strong, earth->sea, sonar for navigation, schools, midwives, communication wider range (2000 - 80,000 Hz) X (20 - 20,000 Hz) human

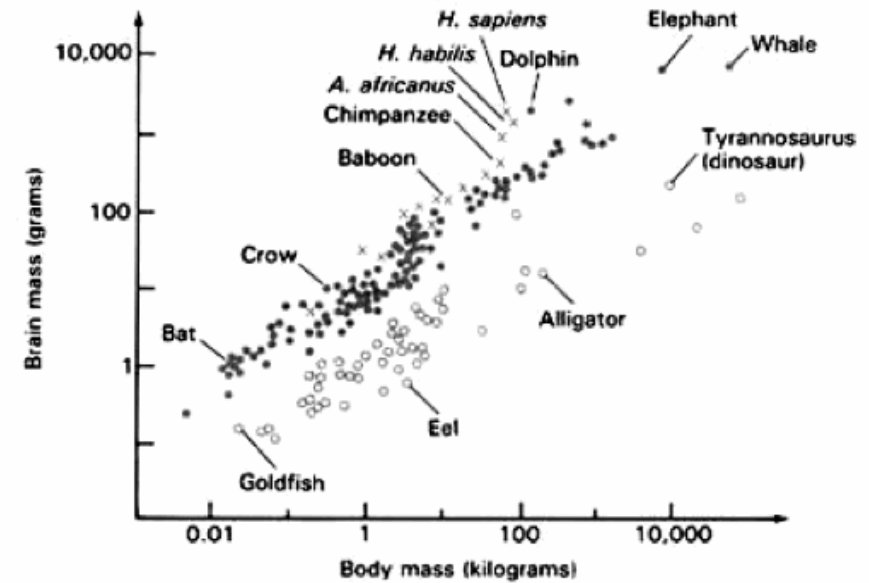
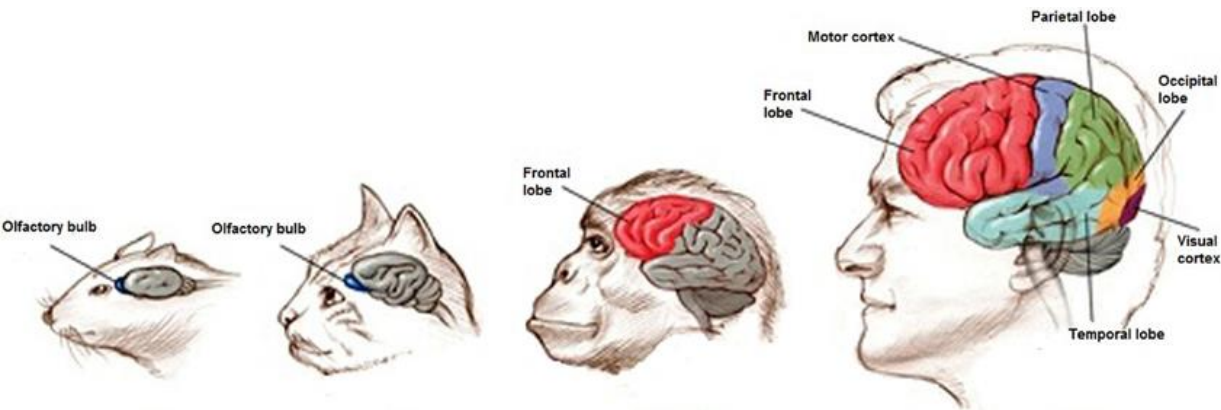
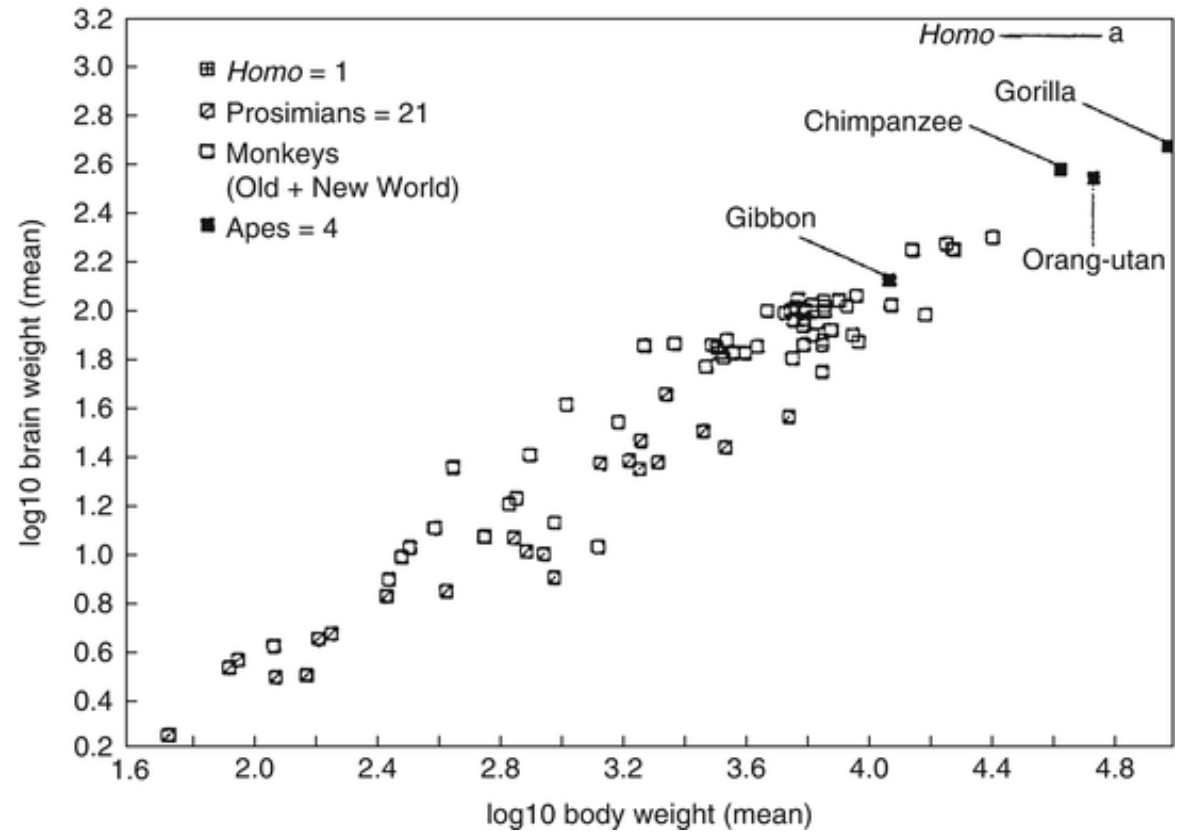
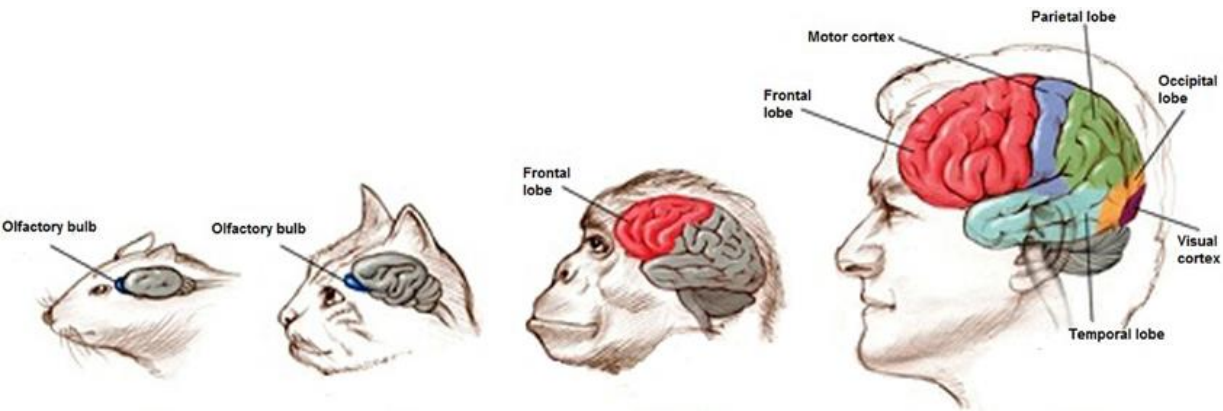


FIGURE 7.13 — A plot of brain mass versus body mass for a variety of animals. The open circles represent reptiles (including some fish and dinosaurs), the filled circles represent mammals (including many birds), and the x's represent primates (including humans and their immediate ancestors). (Carl Sagan)

https://www.cfa.harvard.edu/~ejchaisson/cosmic_evolution/docs/text/text_cult_3.html

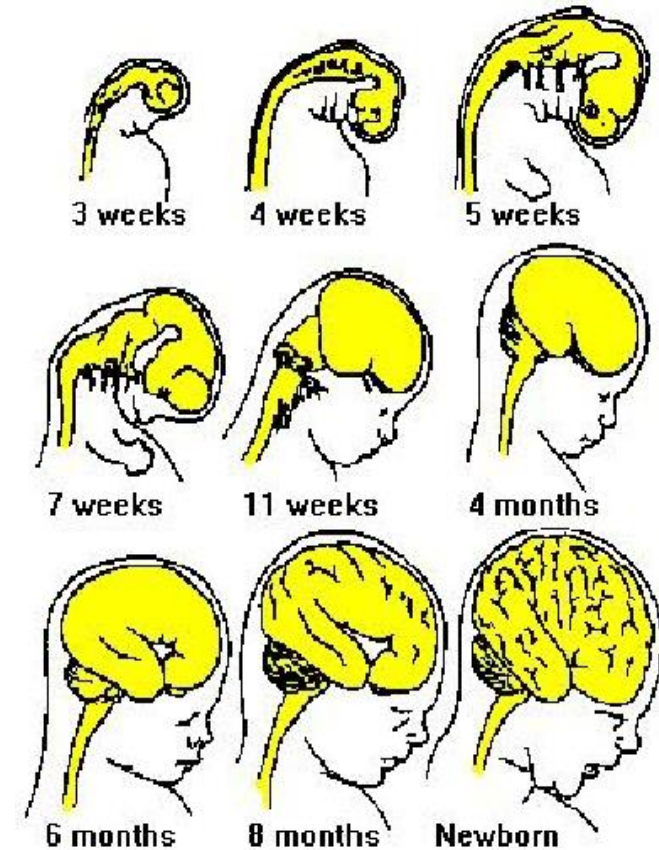
How did our brain evolve?



https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-642-39979-4_81

How did our brain evolve?

- first movements – 8 weeks of pregnancy first head
- tactile
- listening
- crying
- smiling
- development of vision
- sleep
- ...



How did our brain evolve?

- first movements – 8 weeks of pregnancy first head, 10 – hiccups, 11-12 weeks we can observe **periodical breathing** of the fetus and in 12 weeks we see **stretches** and **yawns**.

<https://www.livescience.com/62928-why-babies-kick.html>

- tactile sensing – first accidental touches

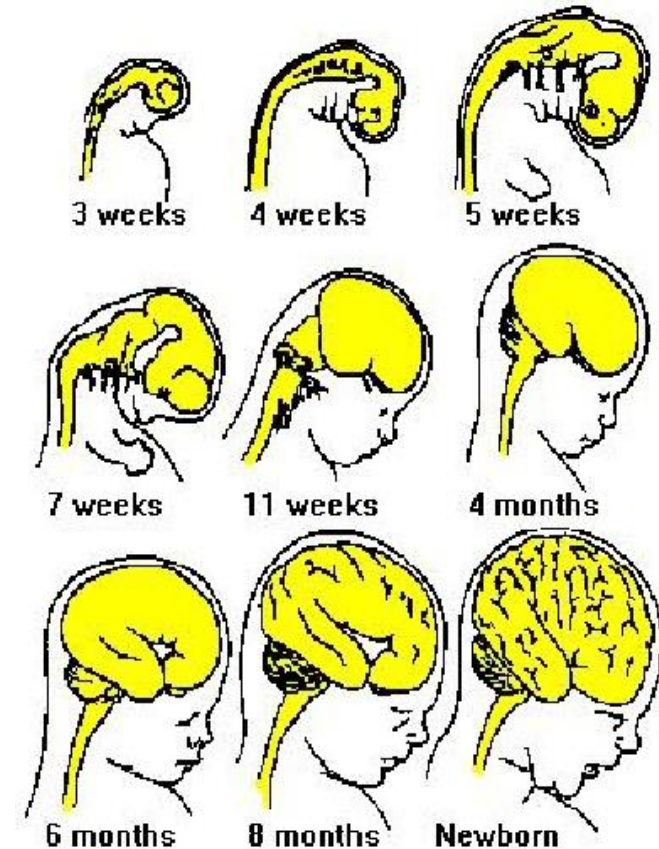
- hearing – 27 weeks of pregnancy, 18-19 body sounds

- crying and smiling – facial movements: 24th to 35th week of pregnancy...

- development of vision – 36days - 2 **optic nerves (optic stalk)** , 30-35 days of pregnancy **iris, ...**, at **2 months** developed enough to react to outside world

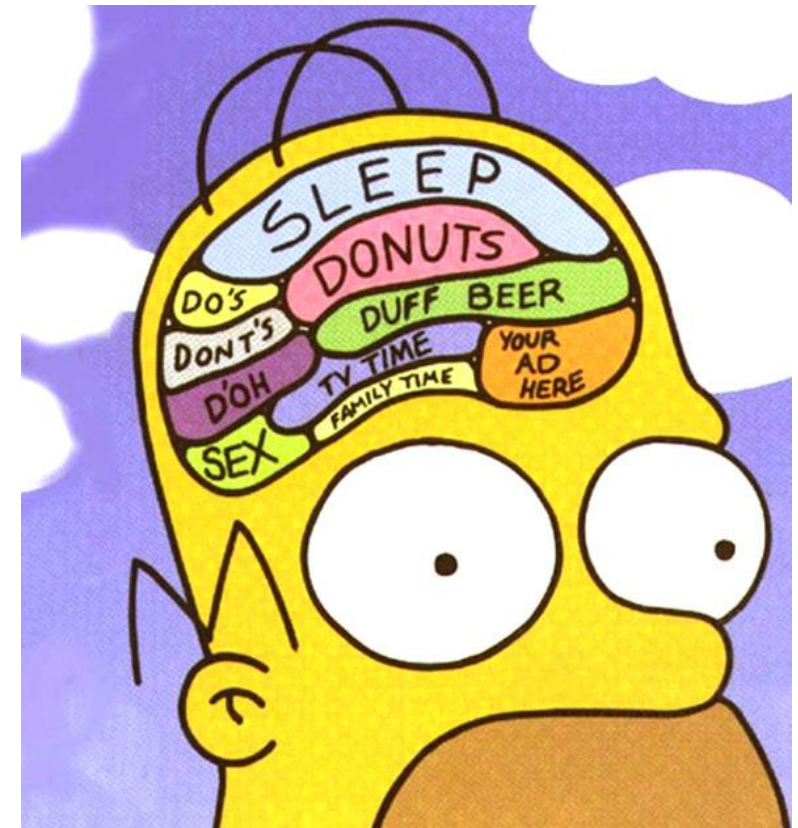
- sleep

...



How did our brain evolve?

- Brain – nepotřebný orgán
- Imhotep (3500 BC)– 1.lékař, abnormality chování, objevitel mozkomíšního moku?, Egypťané, Aristoteles,... – centrum duše je srdce
- Hippocrates (400 BC)– „The brain exercises the greatest power in the man“
- Descartes (1.pol. 17.st.)
„mind-body problem“, dualismus – mysl kontrolu nad tělem, tělo ovlivňuje mysl
Anatomické pokusy, tělo smrtelné, mysl nesmrtelná
- Thomas Willis (pol.17.st.)
termíny „hemisféra“, „lalok“, „neurologie“, „psychologie“
I jiní živočichové myslí
vyšší struktury mozku – více komplexní funkce, nižší struktury – automatické reakce, dýchání atp. -> testy na zvířatech i lidech



History of brain research (neuroscience)

Franz Joseph Gall – osobnost vztažena ke strukturám v mozku

frenologie – tvar lebky přímo určuje lid. inteligenci a osobnost

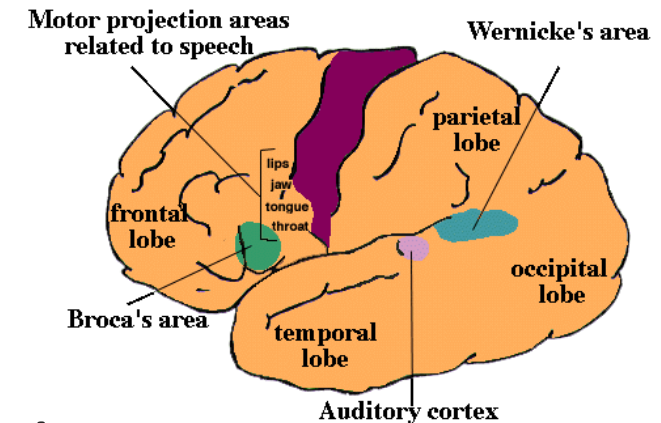
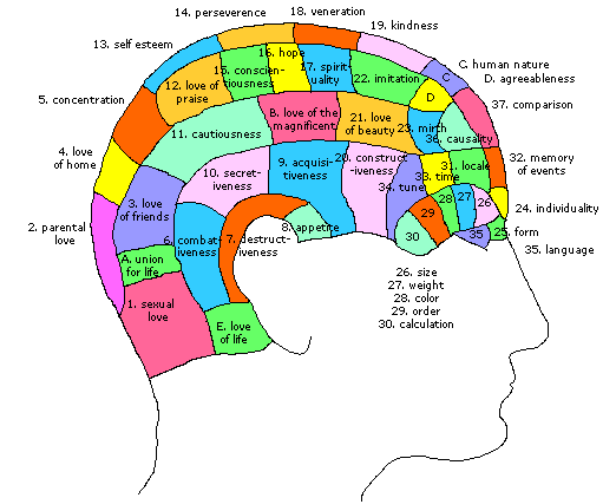
Jean-Baptiste Bouilland (konec 19.st) – různé oblasti mozku zodpovědné za jednotlivé funkce (řeč)

pozorování lidí s mozkovými zraněními

Paul Broca – centrum pro zprac. řeči -> Brocovo centrum

Karl Spencer Lashey (1.pol.19.st) – ztráta paměti – kolik tkáně odebráno a ne kde (na myších) – komplexní úloha (primární a asociační oblasti)

Část oblastí může převzít funkce jiných (plasticita)



History of brain research (neuroscience)

Neuropsychologie: studuje strukturu a funkce mozku,
které se vztahují k psych. procesům a chování

Cognitive neuropsychology

Zkoumá kognitivní funkce u lidí, kteří trpí poškozením mozku

- Poškození regionu X znamená ztrátu schopnosti Y
- Lidé, kteří ztratili schopnost Y, mají problémy také se schopnosti Z

Studiem lidí s poškozením mozku se můžeme dozvědět o fungování zdravého

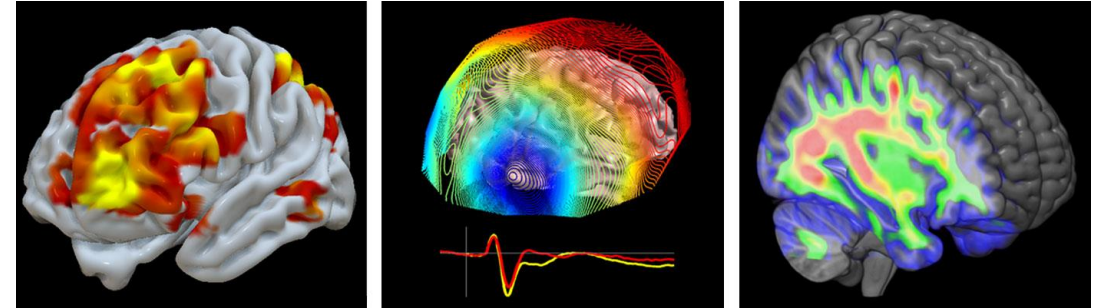
Cognitive (neuro)psychology



Používá zobrazovací metody pro studium anatomie mozku. Zkoumá kognitivní funkce na živých subjektech. S vývojem technologie se stávají tyto výzkumy stále přínosnější.

Použité metody:

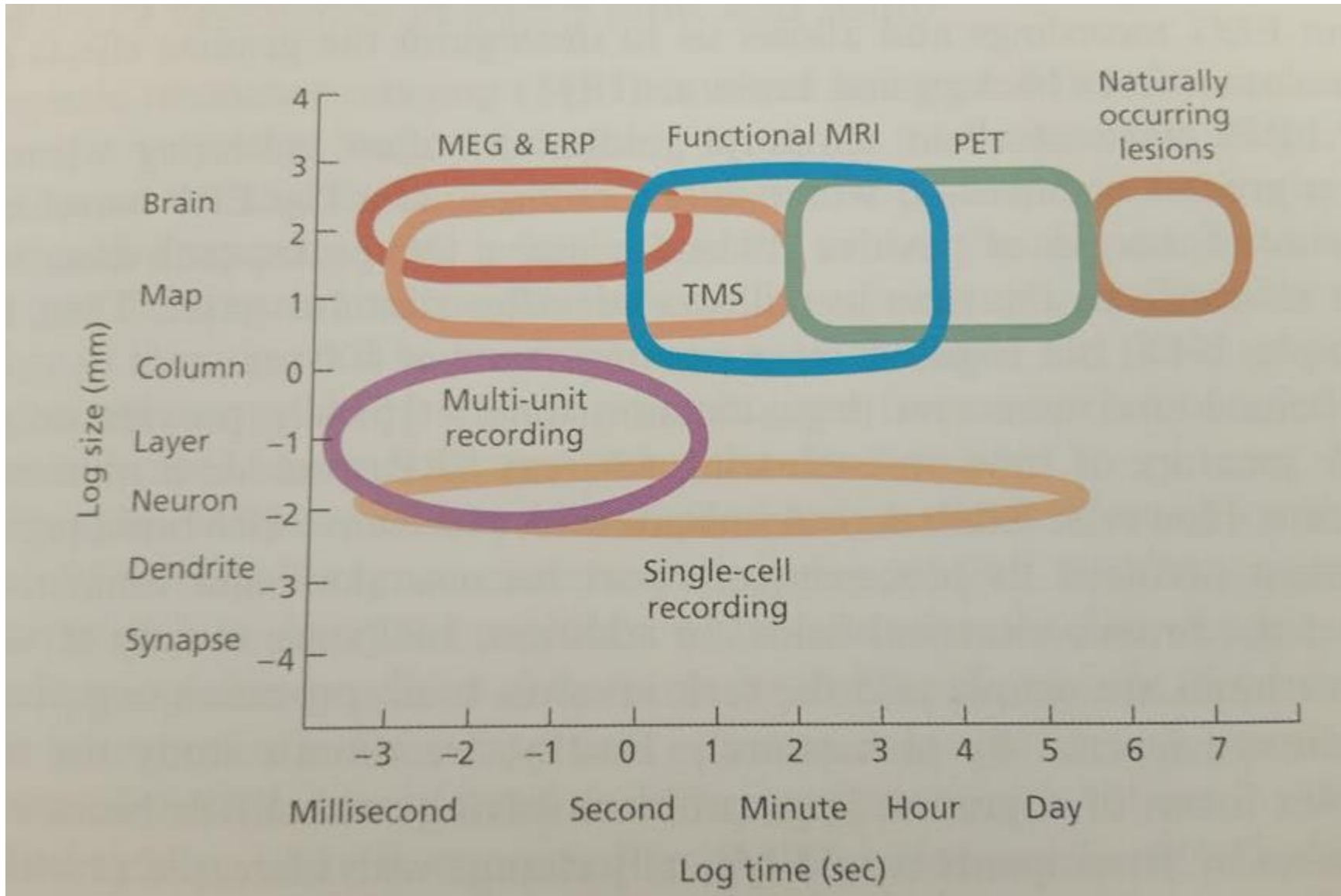
- *Single Unit Recording*
- *Event Related Potentials (ERPs)*
- *Spectral analysis (EEG)*
- *Positron Emission Tomography (PET)*
- *(Functional) Magnetic Resonance Imaging (fMRI, MRI)*
- *Magneto-encephalography (MEG)*
- *Transcranial magnetic stimulation (TMS)*

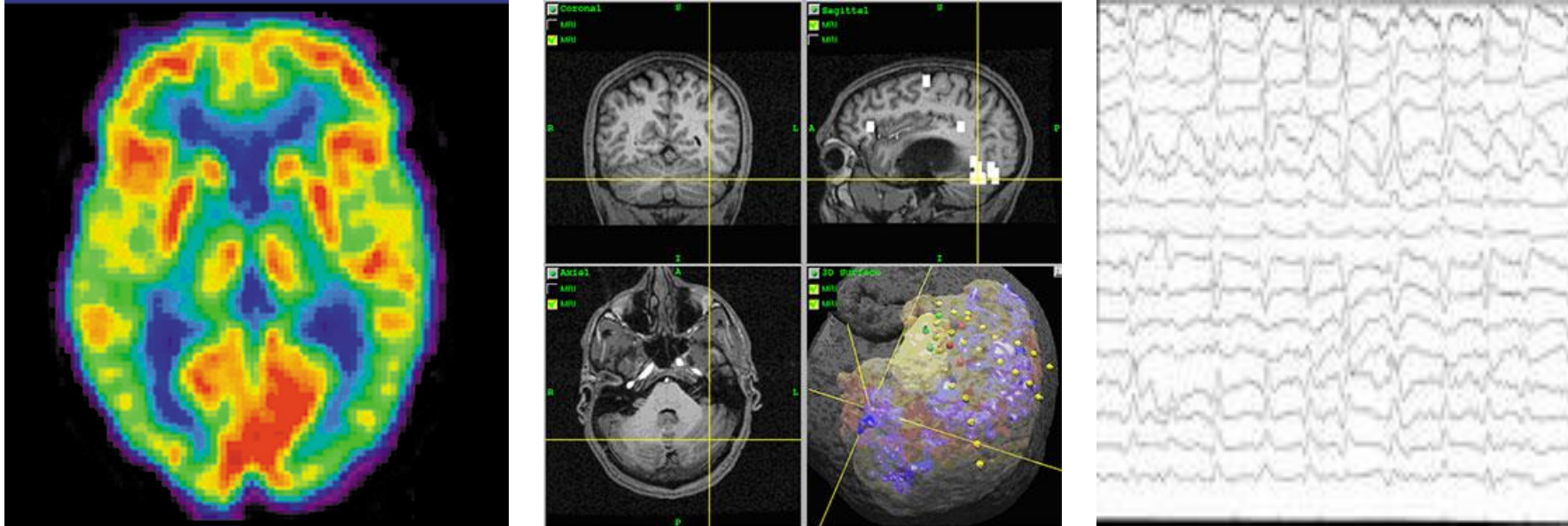


Cognitive neuroscience

	EEG (electroencephalography)	fMRI (functional magnetic resonance imaging)	PET (positron emission tom.)	SPECT (single photon emission comp.tomogr.)	NIRS (near-infrared spectroscopy)
Temporal resolution	Excellent (milliseconds)	Good (seconds)	Poor (no)	Špatné (no)	Excellent (200ms)
Spatial resolution	Very poor (cm)	Excellent (3-5 mm)	Excellent (1-2 mm)	Excellent (1-2 mm)	Špatné (3cm)
What does it measure?	Neural activity (directly)	BOLD (nondirectly)	Metabolic activity (non-directly)	BOLD (nondirectly)	
How long can we measure?	Medium-term measurement	Short-term measurement	Very short tasks (half-life s)	Velmi krátké úlohy (half-life s)	Long-term measurement
Where?	Scalp measurement	Deep measurement	Deep measurement	Deep measurement	Scalp measurement
Invazive	No	No	Partially	Partially	No
Price	Low (\$10 000, scan negligible)	High (\$1-10 mil., scan \$400)	High (scan \$3 000)	Lower (scan \$400)	Low (\$300 000, scan negligible)

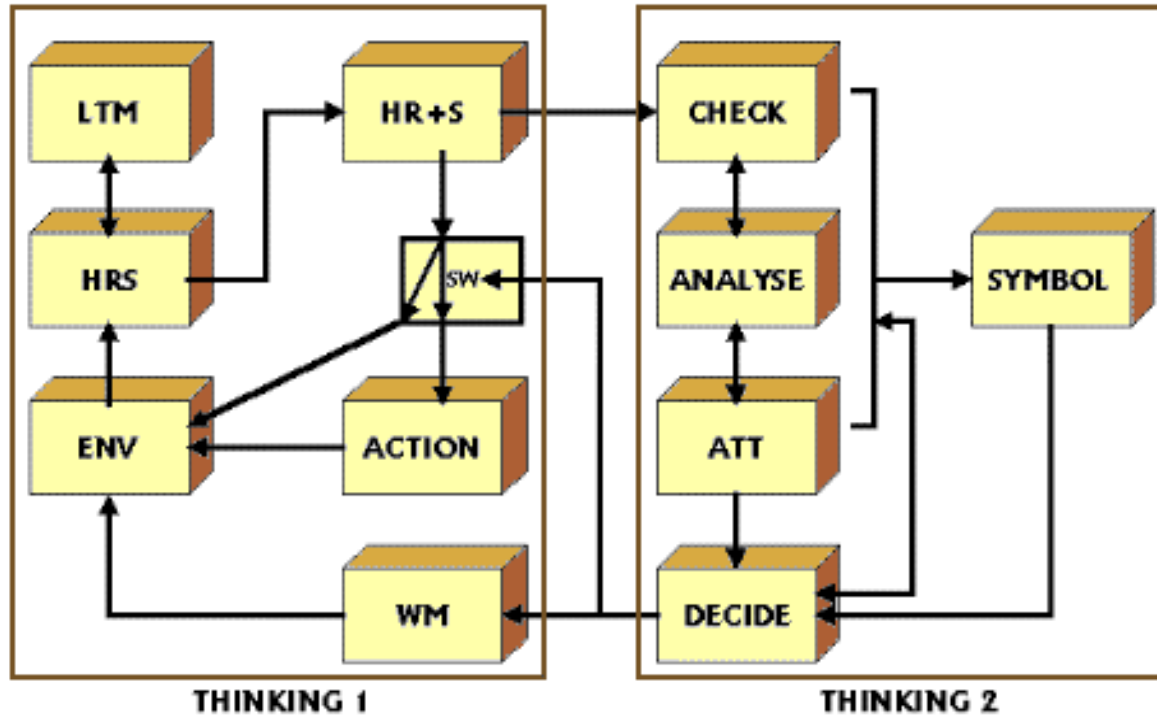
Cognitive neuroscience





Cognitive neuroscience

Výpočetní modelování umožňuje napodobit některé aspekty kognice. Může sloužit k predikci chování apod.



Cognitive science and computational modelling

Pár otázek

- Pokud si člověk zapamatoval nějakou informaci opilý, bude si jí lépe vybavovat v opilosti než za střízliva.
- Ano – Výzkum učení závislého na situaci dokazuje vliv prostředí na proces zapamatování a vybavování informací. Pokud obě probíhají ve stejném kontextu, je výsledek lepší.

Pár otázek

- Pozpátku nahrané zpravy umístěné v hudební nahrávce ovlivňují chování posluchače.
- Ne – Nebylo prokázáno působení těchto zpráv na chování posluchače .

Pár otázek

- Technika rychlého čtení může zvýšit schopnost čtení textu, při zachování porozumění čtenému.
- Ne— Výkonnost při čtení je ovlivněna faktory rychlosti a přesnosti. Čím rychleji čteme, tím menší přesnost v pochopení. Některé techniky mohou rychlost čtení pouze mírně zvýšit.

Pár otázek

- Freudova technika volných asociací nám poskytuje informace o organizaci paměti.
- Ano – Metoda je podobná sémantickému primingu, založeném na teorii šíření aktivace. Výzkumy nám mohou odhalit individuální rozdíly v organizaci paměti

Pár otázek

- Reklama používající podprahové vnímání je velmi efektivní.
- Ne –Efekt podprahového vnímání je minimální. Výzkumy neprokázaly významný rozdíl oproti klasické prezentaci.

Pár otázek

- Kapacita dlouhodobé paměti je neomezená.
- Ano – Nikomu se dosud nepovedlo zaplnit svou dlouhodobou paměť. Existují omezení při zapamatování informací, způsobené omezenou pozorností, ale materiál v dlouhodobé paměti je uložen nastálo, pokud nedojde k poškození mozku.

Pár otázek

- Rozdíl mezi 500 Kč a 1000 Kč je psychologicky větší než rozdíl mezi 10500 Kč a 11000 Kč.
- Ano – mentální reprezentace velikosti je v horní části škály zhuštěná, proto je rozdíl jiný, přestože se jedná o matematicky stejnou hodnotu.

Pár otázek

- Jestliže je někdo slepý na jedno oko, nemůže vnímat hloubku.
- Ne – existují nápovědy při vnímání (velikost, vzájemná pozice, atmosférická perspektiva), které poskytují informaci o hloubce.