

Kognice a systémová dynamika

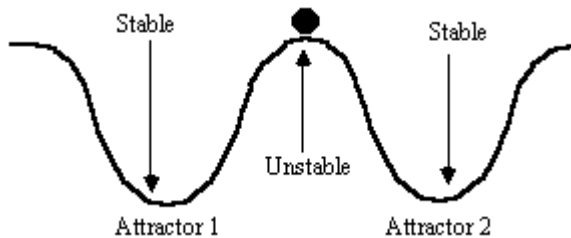
Stavový prostor

- Abstraktní prostor, který umožňuje studovat vývoj systémů v čase
- Dimenze stavového prostoru jsou parametry systému a každý bod představuje možný stav systému
- V klasické mechanice jsou dimenze stavového prostoru jednak běžné prostorové dimenze a jednak hybnosti
- Dimenze stavového prostoru však mohou být zcela obecné veličiny jako teplota a tlak u termodynamických systémů nebo amplitudy a frekvence u oscilujících systémů – např. EEG

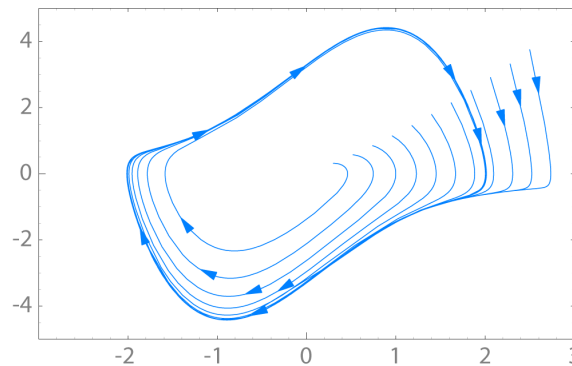
Trajektorie systému a atraktory

- Trajektorie systému je sled stavů systému v po sobě jdoucích časových okamžicích
- Atraktor systému je část stavového prostoru ve kterém končí trajektorie systému z nějakého okolí
- Typy atraktorů:

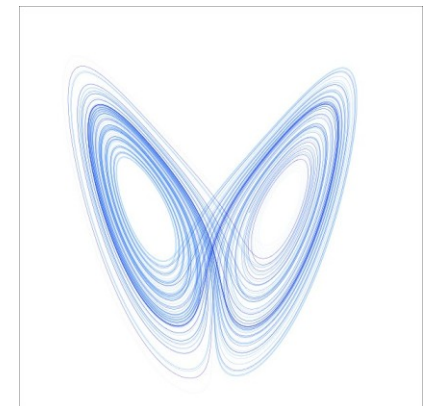
Bodový



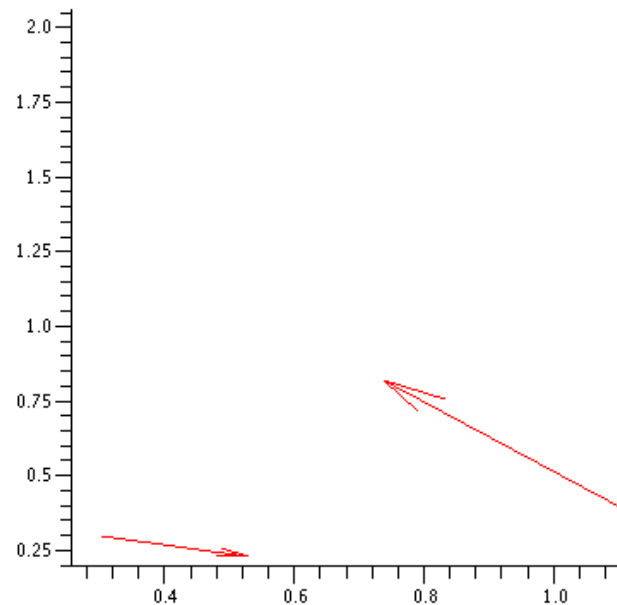
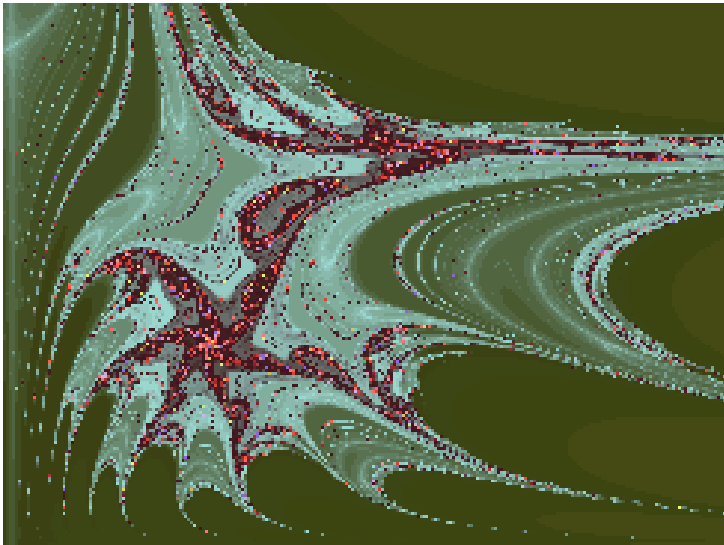
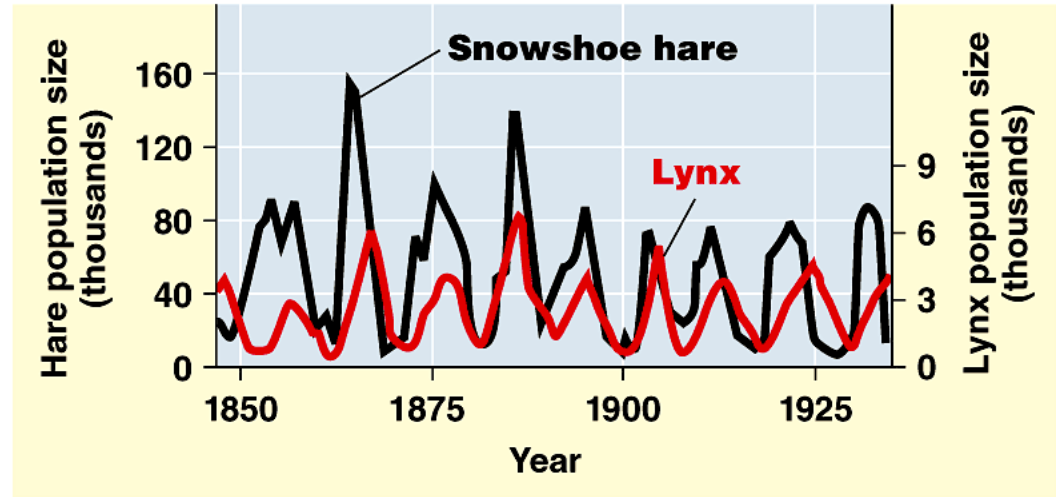
Cyklický



Podivný (strange)

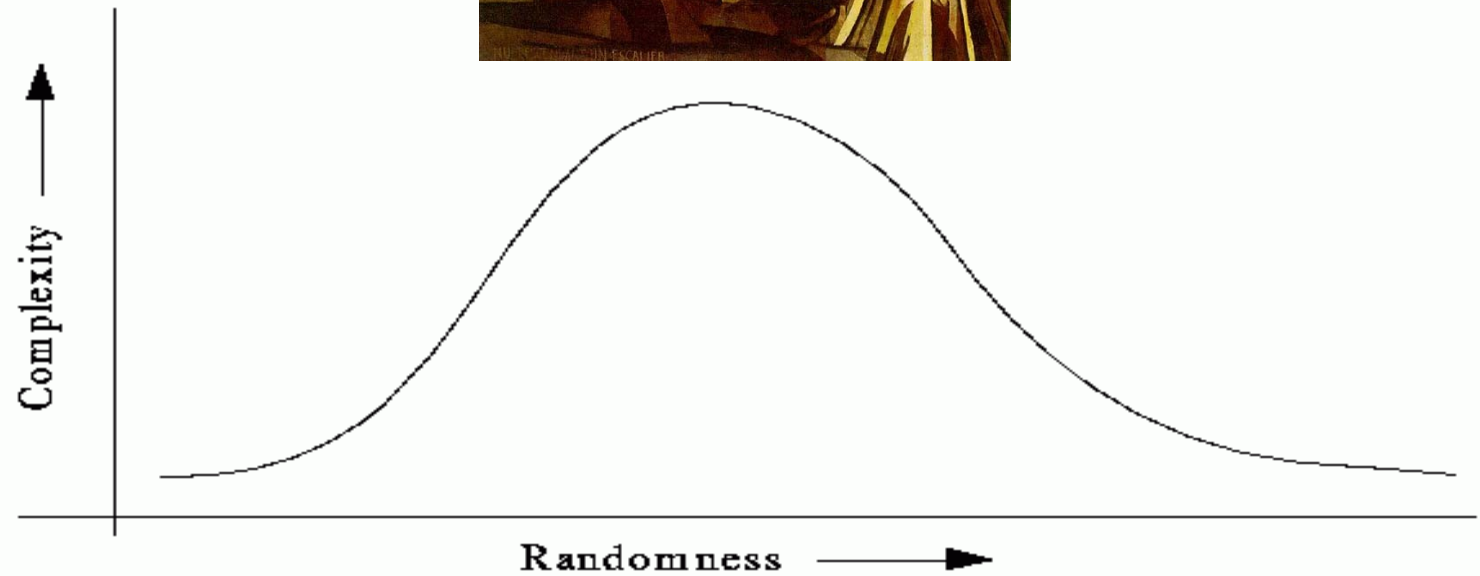
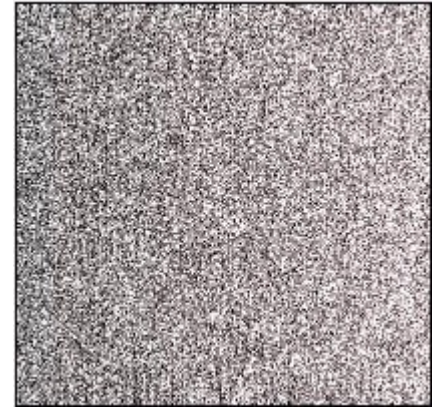
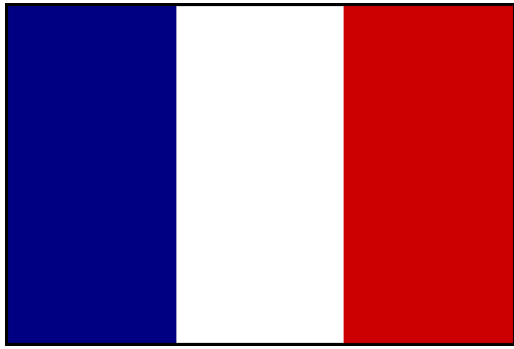


Dynamika vztahů lovec - kořist

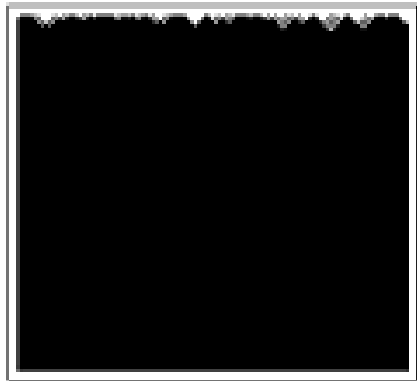


$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - \beta y)$$

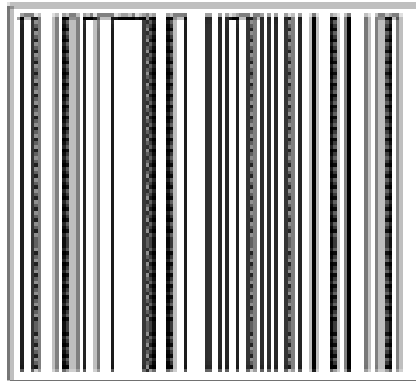
$$\frac{dy}{dt} = -y(\gamma - \delta x)$$



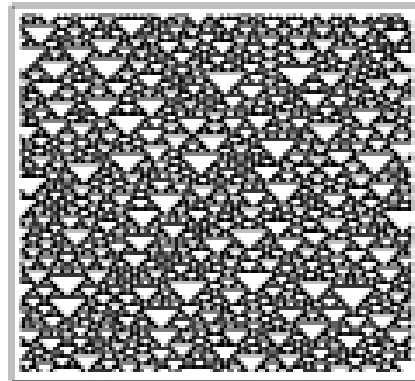
Čtyři třídy chování celulárních automatů (Wolfram, 1983)



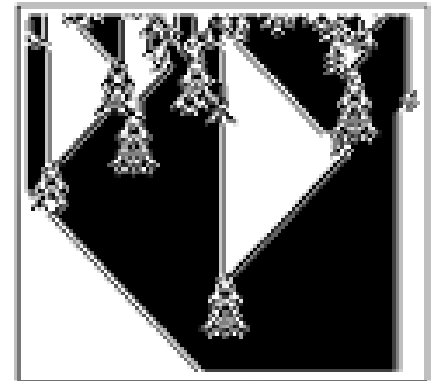
1. uniformní



2. repetitivní

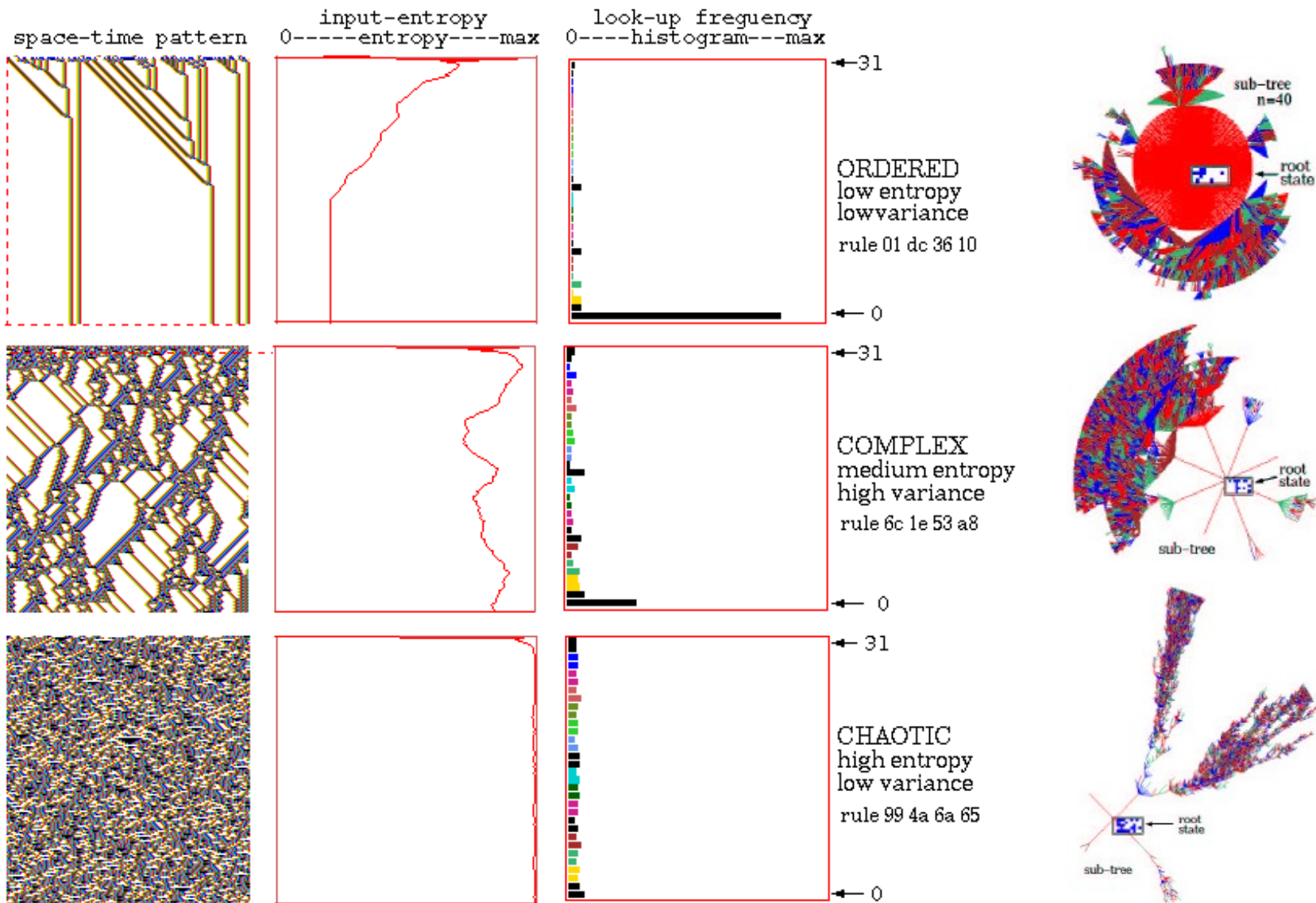


3. náhodné



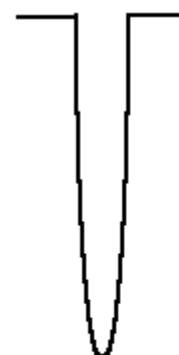
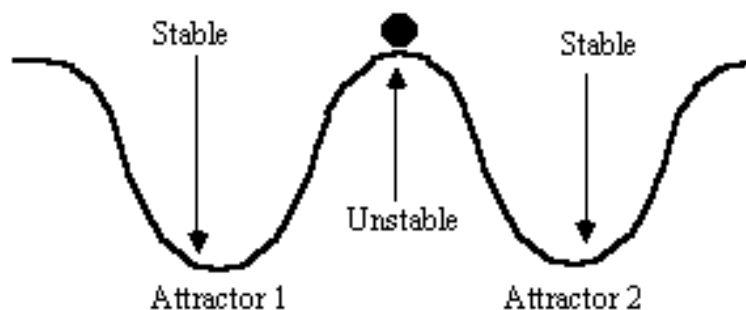
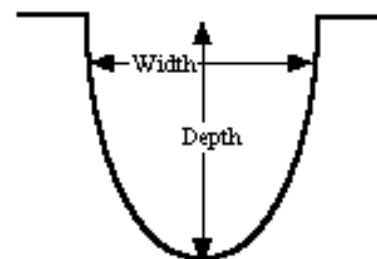
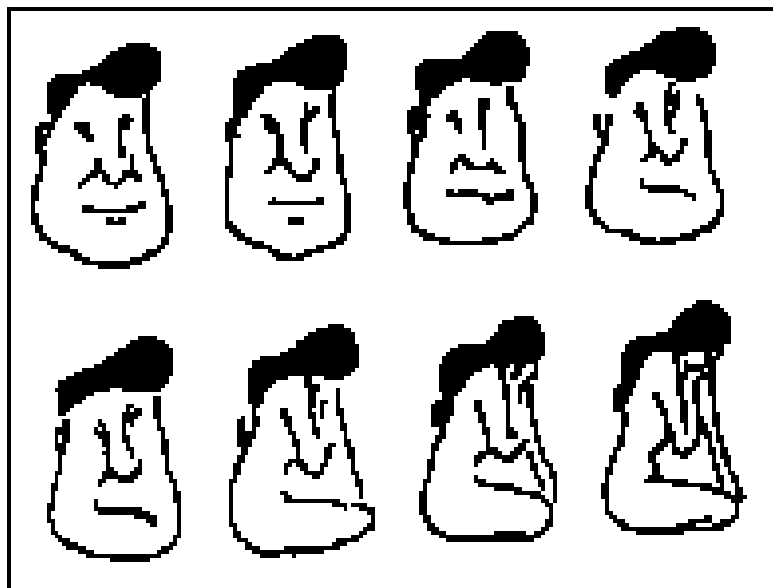
4. komplexní

Entropie a struktura oblastí přitažlivosti pro uspořádané, komplexní a chaotické systémy (Wuensche, 1998)



Kognice a systémová dynamika

(základní intuice)



A State that is Intense But Not Experienced Very Often



A State that is Experienced Frequently But Which is Not Very Intense

Autonomní kognitivní agent

- Dynamický systém schopný rozpoznávat změny prostředí významné pro jeho přežití, reagovat na ně, adaptovat se na ně a ovlivňovat prostředí.
- Vlastnosti kognitivních agentů
 - Jednobuněčný i mnohobuněčný organismus, část organismu, societa
 - Reálný i simulovaný
 - Autonomní, situovaný, vtělený, adaptivní
 - Kognice je vždy interakce

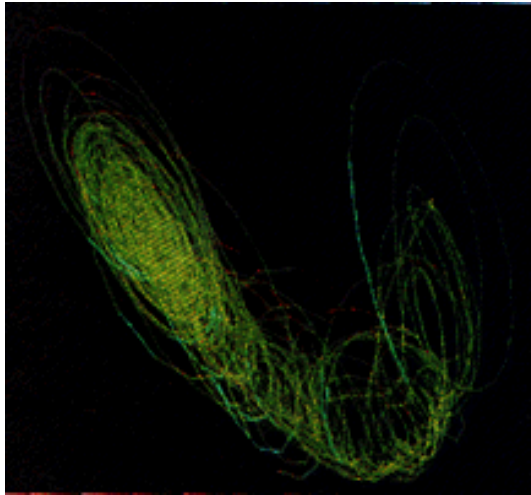
Kognice a adaptace

- Jaký typ dynamiky by měl mít kognitivní agent
- Efektivní kognitivní agent by neměl reagovat:
 - Chaoticky - tj. na příliš mnoho podnětů nebo příliš různorodě
 - Uniformně – tj. na příliš málo podnětů nebo příliš stejnorodě
- Kompromisem je komplexní chování
- Adaptace
 - Schopnost přizpůsobovat se změnám prostředí
 - Schopnost komplexního systému udržet svoji komplexitu (samoorganizace)

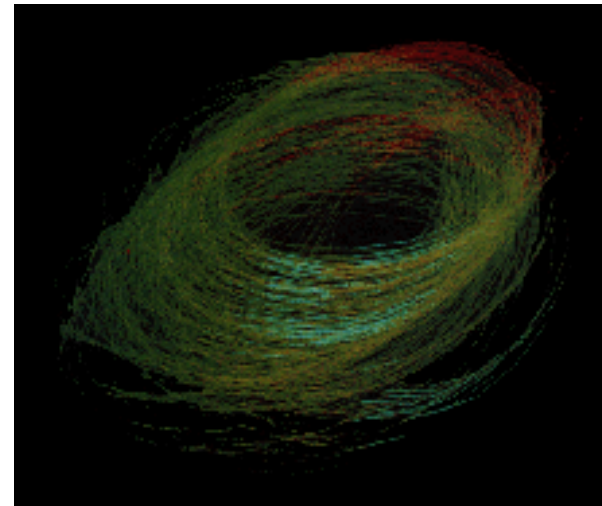
Neurální dynamika

(Walter J. Freeman - výzkum dynamiky čichových center)

Znázornění ve fázovém prostoru jehož dimenzemi jsou amplitudy EEG křivek



Absence čichového vjemu

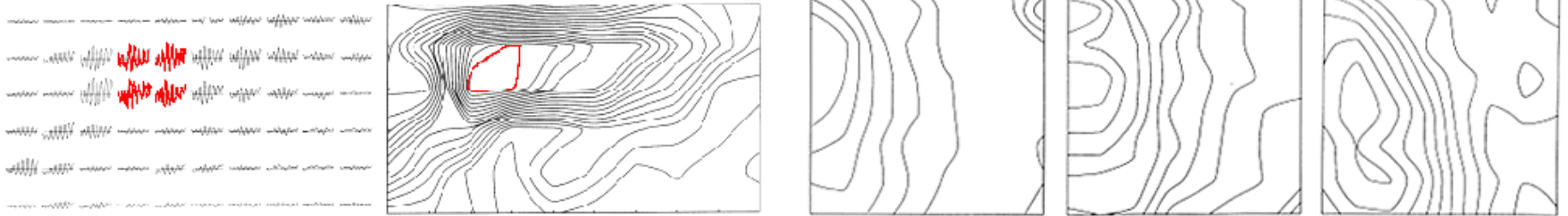


Čichový vjem pilin spojený s podmíněnou zkušeností

Neurální dynamika

(Walter J. Freeman - výzkum dynamiky čichových center)

Znázornění pomocí map elektrických potenciálů na povrchu mozkové kůry



Vjem není dán přímo průběhem EEG,
ale pomocí mapy elektrického
potenciálu

Mapy elektrického potenciálu při
vjemu zápachu pylin, banánu a znovu
zápachu pylin, poté co bylo zvíře
naučeno spojovat si zápach banánu s
důležitou zkušeností.

To co vnímáme není závislé jen na
vstupu, ale zejména na naší minulé
zkušenosti.

Neurální komplexita

- Specializace a integrace v mozku
- Neurální komplexita je míra dynamiky mozkových procesů, která je nízká právě tehdy, když je systém ...
 - složen pouze z lokálních specializovaných center a není integrován
 - nebo je naopak integrován, ale postrádá specializovaná centra
- Pro systém, který je složen z dobře integrovaných specializovaných center je neurální komplexita vysoká.

Neurální komplexita

- Suma průměrné vzájemné informace mezi podmnožinami systému a zbytkem systému

$$C_N(X) = \sum_{k=1..n/2} \langle MI(X_{jk}, X - X_{jk}) \rangle$$

Dynamika mozkových procesů a neurální komplexita (Edelman a Tononi, 2000)

