

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

Učenie transformácie súradníc ruka-oko v simulátore humanoidného robota

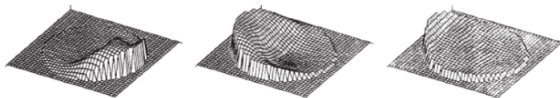
Autor: Martin Kellner
Školiteľ: prof. Ing. Igor Farkaš, Dr.
Oponent: Mgr. Pavel Petrovič, PhD.

3. júna 2019



Referenčný rámec - abstraktný súradnicový systém, ktorého osi a počiatok môžu byť zvolené svojvoľne. Je definovaný iba stavom pohybu, ktorý je relatívny ku nejakému objektu.

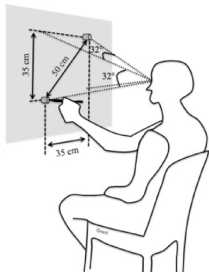
Pojem adoptovaný neurovedcami na popis ako populácie neurónov kódujú dané informácie.



Kódovanie v **retinocentrickom** referenčnom rámci: aktivita neurónov sa nemení kým projekcia objektu dopadá na rovnaké miesto na sietnici (**receptívne pole**).

Ako informácie z rozličných senzorických vnemov spracovať a použiť na generovanie správneho pohybu.

Priestorová koordinácia **oko-ruka**: Manipulácia videného objektu s rukou.



- Pozícia objektu (sietnica, natočenie očí = smer pohľadu).
- Pozícia ruky v priestore (nemusí byť videná).
- Nutné porovnanie.

Problém: Informácie sú kódované v iných referenčných rámcoch.



Mozog musí mať teda mechanizmus ako transformovať informáciu z jedného referenčného rámca do druhého - **transformácia súradníc**.

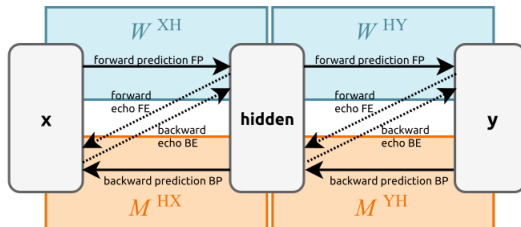
Zložitý a stále dostatočne nejasný proces.

Výskum:

- ▶ Zaznamenávanie aktivít neurónov počas procesu.
- ▶ Modelovanie procesu pomocou **umelých** neurónových sietí - porovnávanie vlastností umelých neurónov s reálnymi.



UBAL - Universal Bidirectional Activation-based Learning (*Kristína Malinová, Ľudovít Malinovský a Igor Farkaš*)



- Biologický inšpirovaný algoritmus.
- Obojsmerné učenie - dve matice.
- Trojvrstvová sieť.
- Lokálne pravidlo na základe rozdielov aktivácií.

$$\Delta w_{ij} = \lambda t_i^B (t_j^F - e_j^F)$$

$$\Delta m_{ij} = \lambda t_j^F (t_i^B - e_i^B)$$

Dopredný cieľ

Dopredný odhad

Spätný cieľ

Spätný odhad

$$t_j^F = \beta_q^F q_j^{FP} + (1 - \beta_q^F) q_j^{BP}$$

$$e_j^F = \gamma_q^F q_j^{FP} + (1 - \gamma_q^F) q_j^{BE}$$

$$t_i^B = \beta_p^B p_i^{BP} + (1 - \beta_p^B) p_i^{FP}$$

$$e_i^B = \gamma_p^B p_i^{BP} + (1 - \gamma_p^B) p_i^{FE}$$

Využitie simulátora robotickej platformy **iCub**.



- ▶ Rotácia hlavy (tri uhly).
- ▶ Pozícia ruky (sedem uhlov).
- ▶ 1870 vzoriek.



- ▶ Rotácia očí (tri uhly).
- ▶ Obrazy na sietniciach (x,y).
- ▶ Pozícia ruky (sedem uhlov).
- ▶ 934 vzoriek.



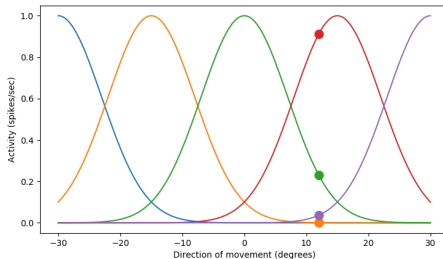
Model **A**:

- ▶ Jednoznačný vzťah v oboch smeroch.
- ▶ Preškáľovanie na interval $[0, 1]$.

Model **B1**:

- ▶ Dve modalities na jednu a opačne (pohľad + sietnica -> ruka).
- ▶ Preškáľovanie na interval $[0, 1]$.

Model **B2**:



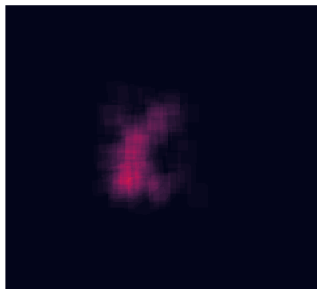
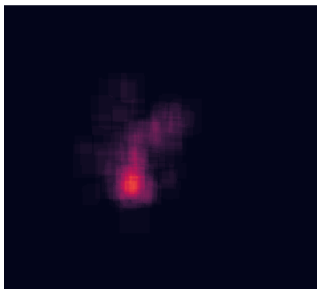


Model A:

- ▶ Trénovacia množina - 85%, testovacia množina - 15%.
- ▶ Chyba pozície ruky: 4cm, chyba pozície pohľadu: 2.6cm.

Model B1:

- ▶ Trénovacia množina - 85%, testovacia množina - 15%.
- ▶ Chyba pozície ruky: 2.4cm.
- ▶ V opačnom smere naučený preferovaný smer pozretia sa na objekt.





Vyššia chybovosť a nenaučený preferovaný smer.

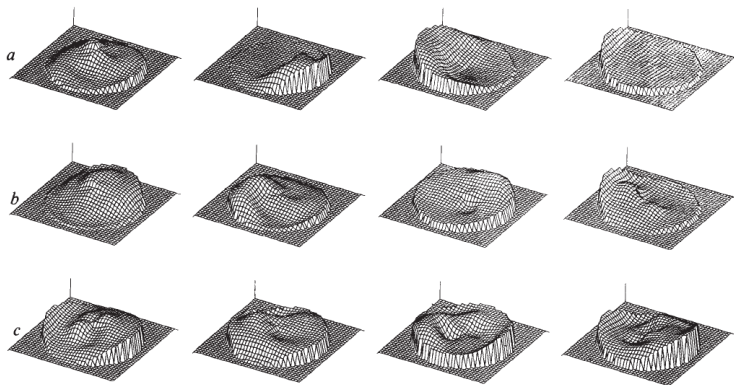
Podobnosti medzi vlastnosťami skrytých neurónov modelu a neurónmi v mozgovej oblasti 7a (riešenie koordinácie súradníc) ako aj s neurónmi doprednej umelej neurónovej siete (Zipser a Andersen 1988).

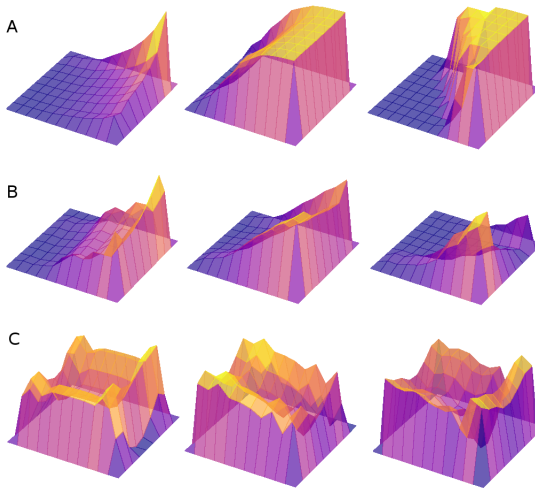
Modulácia zisku: Pozorované v mozgovej oblasti 7a. Aktivita neurónov (alebo populácia neurónov) je škálovaná zmenou rotácie očí. Tvar a umiestnenie receptívneho poľa daných neurónov ostávajú rovnaké a mení sa len intenzita aktivít.

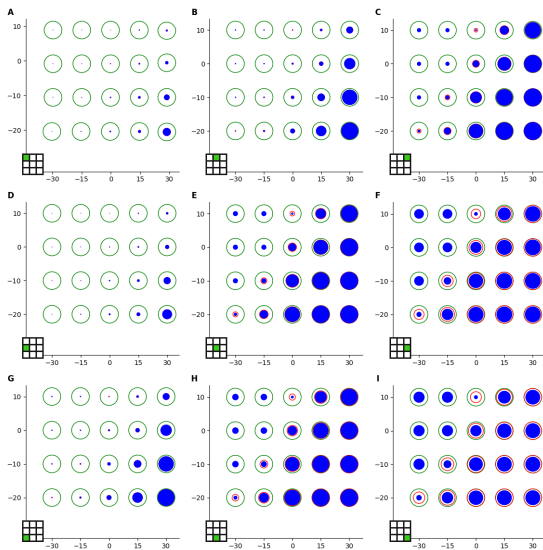
Receptívne polia:

- ▶ S jedným vrcholom.
- ▶ S jedným vrcholom ale zložitejšie.
- ▶ Viac vrcholov a veľmi zložitý.

Receptívne polia neurónov v oblasti 7a. Podobne výsledky dosiahla aj sieť autorov Zipser a Andersen (1988).









Otázka:

Stretli ste sa v literatúre s pojmom Embodied Intelligence, Embodied Cognition, alebo podobnými? Ktoré práce a autori týkajúce sa týchto pojmov Vás zaujali a v ktorých by ste videli nejaký súvis s Vašou diplomovou prácou? Aký?