

UNV Zadanie 3 (správu odovzdať do 10. týždňa)

Úvod:

Zadanie mi odovzdáte vo forme referátu, ktorý bude obsahovať:

- hlavičku s názvom zadania, menami ľudí, ktorí ho vypracovali (tak ako pri projekte by ste mali robiť v skupinách max. 2 ľudí), ročník, skupinu atď.
- ak nie je v zadaní uvedené inak, ku každej otázke uvediete MATLABovský príkaz (kód), ktorý ste na jej zodpovedanie použili (doplnili/upravili), ako aj slovnú odpoveď na otázku. Niekedy sú otázky voľne uvedené v texte zadania. Takže si ho čítajte pozorne, a uistite sa, že ste zodpovedali na všetky otázky
- z referátu vygenerujete PDF súbor (napr. použitím programu [PDFCreator](#)), ktorý mi odovzdáte elektronicky (emailom na adresu kogneuro@gmail.com – všimnite si, že je to iná adresa, než tá na ktorej si čítam štandardné maily). Subjekt emailu by mal mať nasledovnú štruktúru: **UNV Z3 mená_autorov**).

Zatekajúci integrátor – jednoduchý model krátkodobej pamäti

V tomto zadaní si precvičíte numerickú integráciu a tiež svoju schopnosť analyzovať jednoduché diferenciálne rovnice. Vašou úlohou je simulovať a analyzovať „zatekajúci“ integrátor (angl. „leaky integrator“), t.j., jednoduchý dynamický neurálny model krátkodobej pamäti (short-term memory, STM).

Tento model je „integrátor“, pretože predpokladá, že aktivita neurónu je integrálom (súčtom) prichádzajúceho vstupného signálu za určitý čas. Slovo „zatekajúci“ vyjadruje to, že aktivita modelového neurónu klesá rýchlosťou, ktorá je priamo úmerná tejto aktivite (analógia so zatekajúcou nádobou, ktorá stráca tým viac vody, čím viac vody v nej je). Zatekajúci integrátor je popísaný nasledovnou rovnicou:

$$dx/dt = -Ax + I \quad (1)$$

kde I je vstupný podnet a $x = x(t)$ je krátkodobá pamäť neurónu. Konštanta A reprezentuje rýchlosť spontánneho poklesu aktivity neurónu (t.j., rýchlosť zabúdania).

Úlohy:

a) Nech $A=1$ a nech $x(0)=0$, t.j., na začiatku neurón nemá žiadnu aktivitu. Nech je vstupný podnet rovný $I=5$ v čase od $t=1$ do $t=6$, inak nech vstup je $I=0$. Numericky integrujte rovnicu (1) v čase $t=0$ až $t=10$. Zobraďte priebeh aktivity. Aká je asymptotická hodnota keď je vstupný podnet nenulový?

b) Zopakujte simuláciu z úlohy a) pre hodnoty $A=0.5$ a $A=2$. Čo sa zmenilo?

c) Nájdite ekvilibrium (riešenie) rovnice (1) pre konštantnú hodnotu vstupu I (t.j., pre I , ktoré sa v čase nemení). Riešenie nájdete tak, že ľavú stranu rovnice nahradíte nulou a nájdete hodnotu x . Zhoduje sa táto hodnota s výsledkom vašej simulácie?

d) Predpokladajte, že I je konštantné a že počiatočné $x(0)=0$, takže rovnica (1) sa zmení na lineárnu diferenciálnu rovnicu prvého rádu s konštantnými koeficientmi. Vyriešte rovnicu analyticky, t.j., nájdite explicitnú rovnicu ktorá popisuje $x(t)$ ako funkciu t a parametrov A a I .

Pre numerickú integráciu v častiach (a) a (b) použite Eulerovu metódu. Tj, na aproximáciu $x(t)$ použite algoritmus

$$x(t+\Delta t) = x(t) + (dx/dt)\Delta t$$

kde Δt je malý časový krok. Správa by mala obsahovať grafy pre časti a) a b) a riešenia rovnice v častiach c) a d). Priložte aj MATLABový skript, ktorý ste použili pre numerickú integráciu.