

# Praktyczne aspekty modelowania układu nerwowego

## Ćwiczenia 5

### **Ośrodkowe generatory wzorców lokomocji Central Pattern Generators**

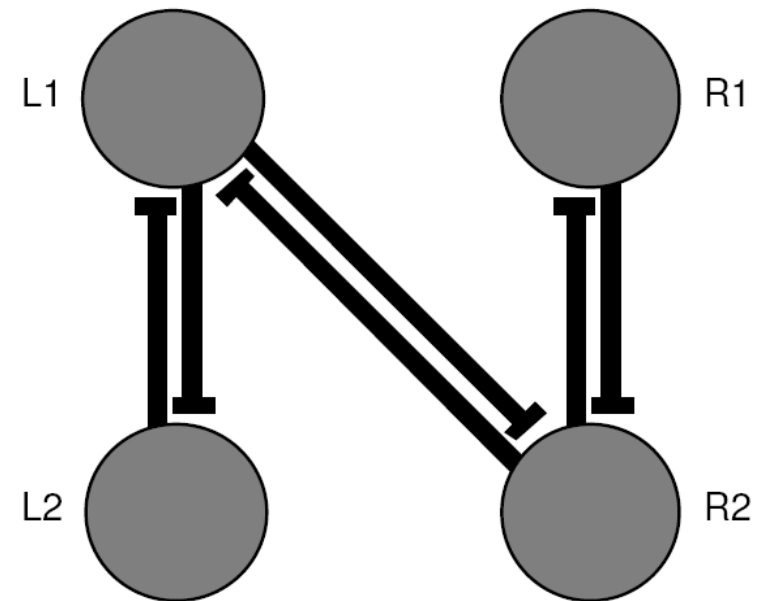
dr Daniel Wójcik

na podstawie „The Book of GENESIS”

# Ćwiczenie -1

Budujemy łańcuch oscylatorów jak na załączonym rysunku. Ustalamy identyczne połączenia, np. 20. Do kolejnych komórek wstrzykujemy prądy o wartościach 0.00035, 0.0003, 0.00025, 0.0002  $\mu\text{A}$ . Jeżeli sprzężenie jest wystarczająco duże, powinna pojawić się fala aktywacji wzdłuż łańcucha. Zwiększaj wartość sprzężenia, aż ją zaobserwujesz.

Innym sposobem generacji fali pobudzenia jest aktywacja wyłącznie pierwszej komórki. Wstrzykujemy do niej prąd 0.0002  $\mu\text{A}$  przez kilka ms. To powinno spowodować falę aktywacji. Ten mechanizm jest jednak mniej odporny na zaburzenia niż mechanizm pierwszy.



# Ćwiczenie -2

1. Domyślne parametry symulacji CPG komórki L,R reprezentują lewe i prawe kończyny, 1 i 2 – przednie i tylne. Opóźnienia ustawione są tak, że inicjowany jest rytm chodu. Czy przy innych opóźnieniach wstrzykiwania prądu też dostajemy chód? 2. Zmieniamy architekturę tak, że połączenia między L1 i L2 oraz R1 i R2 są pobudzeniowe, a wszystkie połączenia krzyżowe są hamujące. Ustawiamy opóźnienia dla L1 i R2 na 0, dla L2 i R1 na 15. Otrzymujemy wzorzec ruchu dla truchtu. Podobna architektura z zamienionymi rolami przednich kończyn dostarcza wzorca ruchu dla jednochodu (pace). Zbadaj, czy to prawda. Zilustruj rysunkami z symulacji.

# Ćwiczenie 1

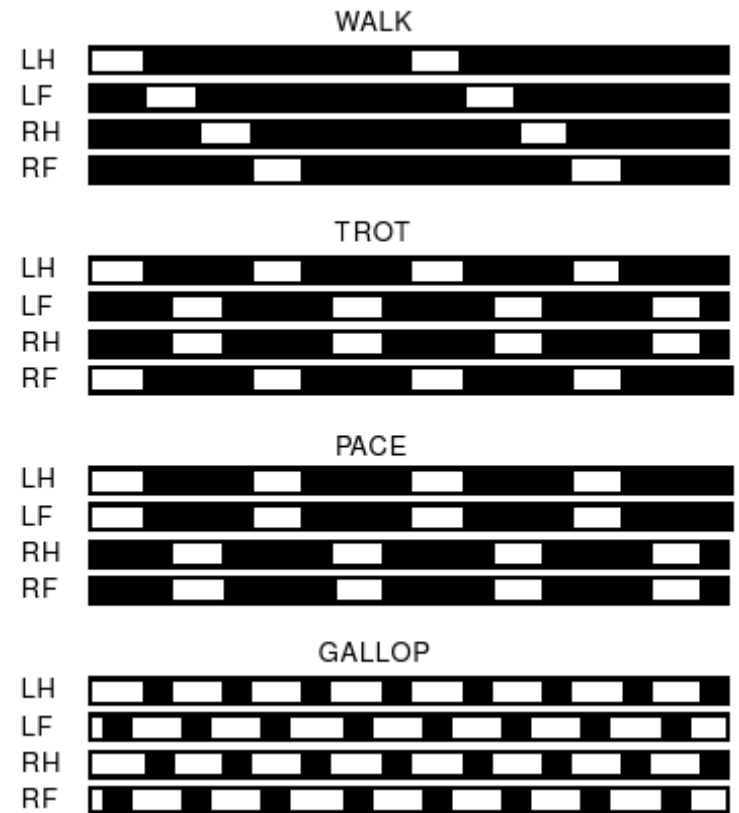
Rozważ architekturę symulacji, w której L1 i R1 są identyczne i każda dostaje prąd  $0,00015 \mu\text{A}$  o czasie trwania 200 ms z opóźnieniem 0. Zaimplementuj symetryczne, wzajemnie pobudzające sprzężenia o sile połączeń 1500 i stopniowo zwiększaj ich siłę co 100. Jak można wyjaśnić zaobserwowane zachowanie? Co się stanie, kiedy złamana zostanie symetria? To jest co się stanie kiedy wagi sprzęgające są nierówne, wstrzykiwane prądy są różne, lub różne są warunki początkowe?

# Ćwiczenie 2

Zauważono, że ryba umieszczona w rogu jest w stanie płynąć wstecz (Grillner 1974). Rozważ architekturę i parametry łańcucha oscylatorów z ćwiczenia -1. Poeksperymentuj z parametrami tak, żeby otrzymać falę podróżującą w przeciwnym kierunku i rozważ implikacje dla możliwych mechanizmów odwracania kierunku propagacji fali w rybie.

# Ćwiczenie 3

Załączony rysunek pokazuje, że wzór aktywności wyidealizowanego galopu jest identyczny z wzorem chodu poza tym, że szybkość jest większa. Zmień domyślną architekturę dla chodu tak, żeby otrzymać szybszy ruch porównywalny do galopu. Zacznij od symulacji wzrostu częstości wewnętrznych oscylacji poprzez wzrost wstrzykiwanego prądu.



# Ćwiczenie 4

W prawdziwym galopie jest opóźnienie pomiędzy opuszczeniem przedniej lewej kończyny i przedniej prawej kończyny. Zmień architekturę otrzymaną w poprzednim ćwiczeniu dla wyidealizowanego galopu tak, żeby otrzymać tą asymetrię. Zacznij od wprowadzania asymetrii przez wagi połączeń.

# Ćwiczenie 5

Wspominaliśmy, że różnice pomiędzy różnymi trybami ruchu zależą od zależności czasowych pomiędzy przednimi i tylnymi kończynami. W istocie jednak przejście od spaceru do truchtu jest ciągłe. Kiedy szybkość ruchu wzrasta, każda przednia kończyna zaczyna krok zanim przeciwna tylna kończyna dotknie ziemi, aż przeciwne nogi krocą w tym samym czasie, co prowadzi do truchtu (Pearson 1976). Spróbuj naśladować przejście od chodu do truchtu poprzez drobne zmiany architektury i warunków początkowych.



# Ćwiczenie 6

W różnych doświadczeniach, na różnych organizmach, zarówno pikrotoksyna jak i strychnina, które blokują synapsy hamujące, prowadzą do zmian we wzorcach wyjściowych ruchów (Rand et al. 1988). Zmiany te wiążą się z przekształceniem oscylacji z trybu nie w fazie w tryb w fazie. Usuń synapsy hamujące w różnych architekturach symulacji diskutowanych do tej pory. W każdym przypadku sprawdź, czy efekt zablokowanego hamowania wspiera taki a nie inny wybór architektury czy sugeruje, że alternatywny wybór mógłby być lepiej uzasadniony biologicznie.

# Ćwiczenie 7

Wykorzystaj intuicję uzyskaną w dotychczasowej analizie modeli i architektur symulacji, żeby stworzyć architektury, które symulują nieprzemienne ruchy, takie jak kłus czy skoki.