

Zadanie 1.

Napisać 3 wersje (nierekurencyjna, rekurencyjna, dynamiczna) funkcji:

- (a) obliczającej silnię
- (b) obliczającej elementy ciągu Fibbonaciego

Porównać szybkość działania i pamięć zajmowaną przez każdą z wersji.

UWAGA: programowaniem dynamicznym określa się zapamiętywanie (zapisywanie w pamięci) wszystkich rezultatów pośrednich wymaganych do uzyskania rezultatu końcowego. Ponowne wywołanie funkcji dla tych samych argumentów jest więc prostym odczytaniem wcześniej uzyskanego wyniku z pamięci. W programie *Mathematica* efekt ten uzyskuje się deklarując tzw. *funkcję pamiętającą*:

<http://reference.wolfram.com/mathematica/tutorial/FunctionsThatRememberValuesTheyHaveFound.html>

za pomocą deklaracji:

`f[x.]:=f[x]= ...`

Zadanie 2.

Napisać samodzielnie funkcję obliczającą podobieństwo $H(s_1, s_2)$ Needlemana-Wunsch'a dwóch ciągów s_1 i s_2 korzystając z zależności rekurencyjnej:

$$H[s_1[[1;;i]], s_2[[1;;k]]] = \text{Max} \begin{cases} H[s_1[[1;;i-1]], s_2[[1;;j-1]]] & +w(s_1[[i]], s_2[[j]]), \\ H[s_1[[1;;i-1]], s_2[[1;;j]]] & +w(s_1[[i]], "-"), \\ H[s_1[[1;;i]], s_2[[1;;j-1]]] & +w("-", s_2[[j]]) \end{cases}$$

gdzie waga w określa podobieństwo przypisywane poszczególnym parom symboli (np. C,G,T,A dla sekwencji DNA oraz A, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, P, Q, R, S, T, V, W, X, Y dla sekwencji aminokwasowych) włączając symbol „neutralny” (tj. przerwę, indel) oznaczony jako "-". Użyto notacji *Mathematici* dla fragmentu sekwencji, tj. $s_1[[1;;i]]$ oznacza elementy sekwencji od pierwszego do i -tego: $\{s_{11}, s_{12}, s_{13}, \dots, s_{1i}\}$.

UWAGA: uzyskanie wyniku w sensownie krótkim czasie dla długich sekwencji wymaga użycia funkcji pamiętających lub innej formy programowania dynamicznego.

Zadanie 3.*

Rozwiązać analog zadania poprzedniego dla trzech (lub dowolnej ich liczby**) sekwencji równocześnie.

WSKAZÓWKA: trzy możliwe kierunki o jeden wstecz w przestrzeni dwuwymiarowej dla dwóch sekwencji należy zastąpić siedmioma kierunkami w przestrzeni trójwymiarowej uogólniając wzór rekurencyjny z Zad. 2.