

SZTUCZNA INTELIGENCJA

WYKŁAD 14. ALGORYTMY EWOLUCYJNE – WSTĘP

Dr hab. inż. Grzegorz Dudek
Wydział Elektryczny
Politechnika Częstochowska

Częstochowa 2014

Algorytmy ewolucyjne (*evolutionary algorithms*) – metody przeszukiwania przestrzeni rozwiązań, wykorzystujące zasady ewolucji biologicznej i dziedziczności.

Cechy wspólne AE:

- utrzymują pewną populację osobników – potencjalnych rozwiązań zadania,
- każdy osobnik jest zakodowanym rozwiązaniem zadania (stanem),
- działają w środowisku określonym przez rozwiązywany problem,
- każdy osobnik jest oceniany względem przystosowania do środowiska,
- zawierają proces selekcji osobników,
- zawierają operatory genetyczne modyfikujące osobniki,
- są metodami optymalizacji globalnej,
- proces przeszukiwania jest iteracyjny, równoległy

EWOLUCYJNE METODY OBLICZENIOWE

Do ewolucyjnych metod obliczeniowych zalicza się:

- algorytmy genetyczne (*genetic algorithms*, Holland 1975) – do problemów optymalizacji dyskretnej, kombinatorycznej,
- programowanie ewolucyjne (*evolutionary programming*, Fogel 1966) – do przeszukiwania przestrzeni stanów automatów skończonych,
- programowanie genetyczne (*genetic programming*, Koza 1990) – do przeszukiwania możliwych programów komputerowych rozwiązujących zadania,
- strategie ewolucyjne (*evolution strategies*, Rechenberg, Schwefel 1973) – do problemów optymalizacji numerycznej,
- Inne: ewolucja różnicowa, systemy mrówkowe, inteligencja rojowa, sztuczne systemy immunologiczne, ...

Teoria ewolucji Darwina – daje odpowiedź na pytania:

- jak powstały różne właściwości organizmów,
- jak powstały różne rodzaje organizmów.

Głównym procesem, który kształtuje właściwości i formy organizmów jest dobór naturalny*. Populacje naturalne charakteryzują się zmiennością, a niektóre z osobników mogą mieć cechy dające im większą szansę przeżycia w określonych warunkach środowiskowych. To daje im większą możliwość osiągnięcia dojrzałości płciowej i wydania potomstwa, które odziedziczy korzystne cechy rodziców (zwiększenie częstości występowania korzystnych genów w populacji).

Ewolucja biologiczna to proces zmian organizmów występujący w wyniku konkurencji o ograniczone zasoby środowiska. Głównymi obiektami ewolucji są geny.

* Krzanowska H. i in.: *Zarys mechanizmów ewolucji*. PWN, Warszawa 1997

Cechy istot żywych określają:

- kwas deoksyrybonukleinowy – DNA
- kwas rybonukleinowy – RNA
- białka

DNA jest polimerem (związkiem wielkocząsteczkowym) składającym się z długich łańcuchów zbudowanych z jednostek monomerycznych zwanych nukleotydami. Każdy nukleotyd zawiera trzy części:

- cukier
- aromatyczną zasadę azotową
- grupę fosforanową

Nukleotydy zawierają jedną z czterech zasad:

A – adeninę

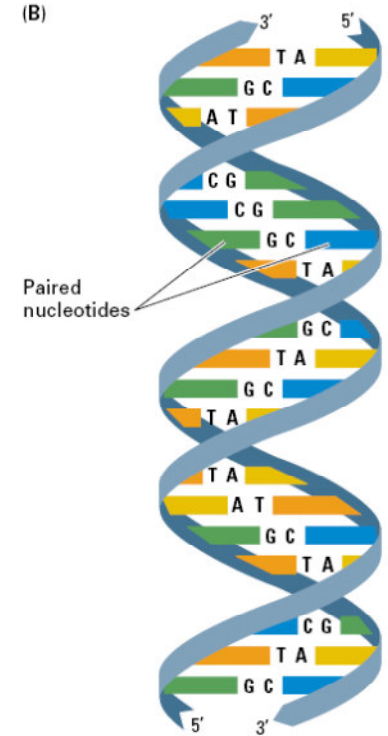
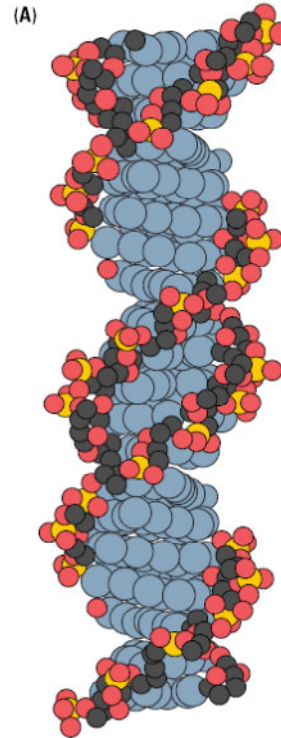
G – guaninę

T – tyminę

C – cytozynę

Cząsteczki DNA mają charakterystyczną strukturę przestrzenną, zwaną dwuniciową helisą. Strukturę DNA odkryli w roku 1953 Watson i Crick.

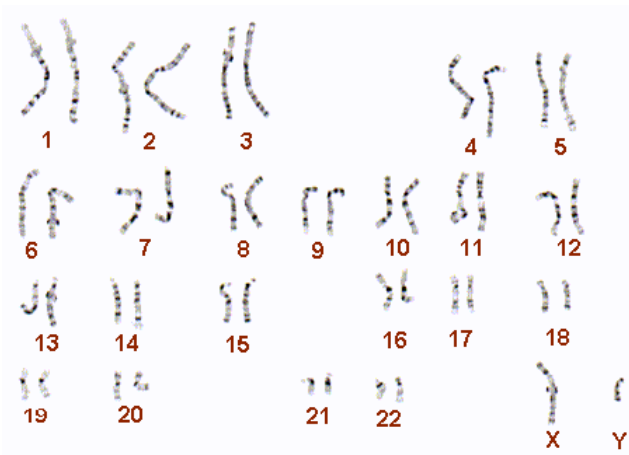
Zasady łączą się tylko parami: G-C i A-T.



Gen – sekwencja zasad na nici DNA przenosząca istotną informację biologiczną, kodująca sekwencję aminokwasów budujących białka.

Wielkość genu waha się w granicach od mniej niż 100 do kilku milionów par zasad.

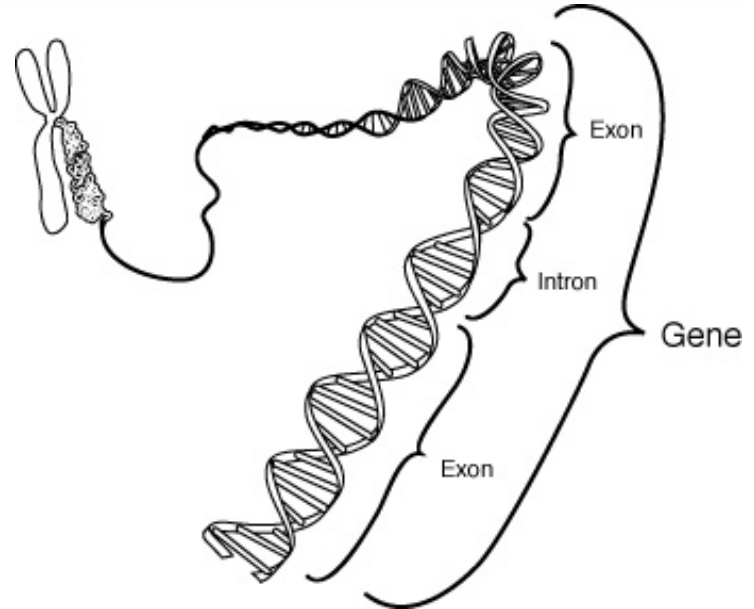
U wyższych organizmów geny są umiejscowione w serii niezwykle długich cząsteczek DNA, zwanych chromosomami. W komórce człowieka znajduje się ok. 30 - 80 tys. genów w 23 parach chromosomów.



Liczba możliwych kombinacji chromosomów osobników rodzicielskich przekazywanych potomkowi wynosi 2^{23} , tj. > 8 mln.

Sekwencje genów stanowią ok. 30% ogólnego DNA, reszta to sekwencje nieużyteczne (DNA intergenowe).

Gen składa się z naprzemian występujących sekwencji kodujących informację (eksonów) i sekwencji nie zawierających informacji (intronów). Introny są zwykle dłuższe od eksonów.



Zdolność DNA do magazynowania informacji jest ogromna – dla cząsteczki o długości n nukleotydów wynosi 4^n .

Genom – całkowity DNA komórki, obejmujący geny oraz odcinki międzygenowe. Przy podziale komórki powstaje pełna kopia genomu.

Genom człowieka zawiera 3 mld par nukleotydów. Wydrukowany ciąg liter oznaczający kolejne nukleotydy genomu rozciągałby się z Warszawy do Nowego Jorku i zajęłby 3 tys. tomów[†].

Cechy organizmu uwarunkowane są działaniem genów ojcowskich i matczynych. Zespół tych genów to **genotyp**. Genotypy o tych samych genach (ojca i matki) to homozygoty, o różnych genach to heterozygoty.

Obraz zewnętrzny danej cechy to **fenotyp**, jest on zdeterminowany przez genotyp oraz oddziaływanie środowiska. Jeśli jeden z genów w genotypie nie ujawnia się w obrazie zewnętrznym cechy nazywa się recesywnym, jeśli natomiast ujawnia się nazywa się dominującym.

Cechy monogeniczne (np. grupy krwi) są uwarunkowane działaniem tylko jednego genu, cechy poligeniczne (np. wzrost) – wielu genów, rozmieszczonych często w różnych chromosomach.

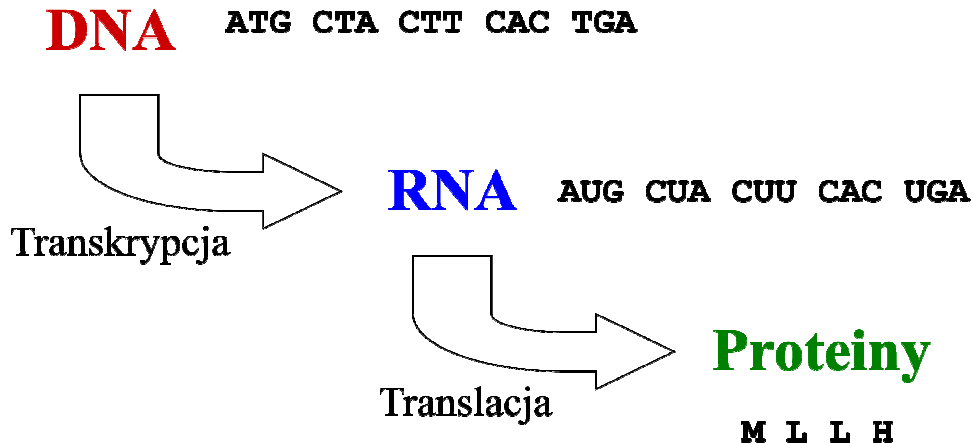
Allel to różne odmiany danego genu.

[†] Berg P., Singer M.: *Język genów. Poznawanie zasad dziedziczenia*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1997

KOD GENETYCZNY

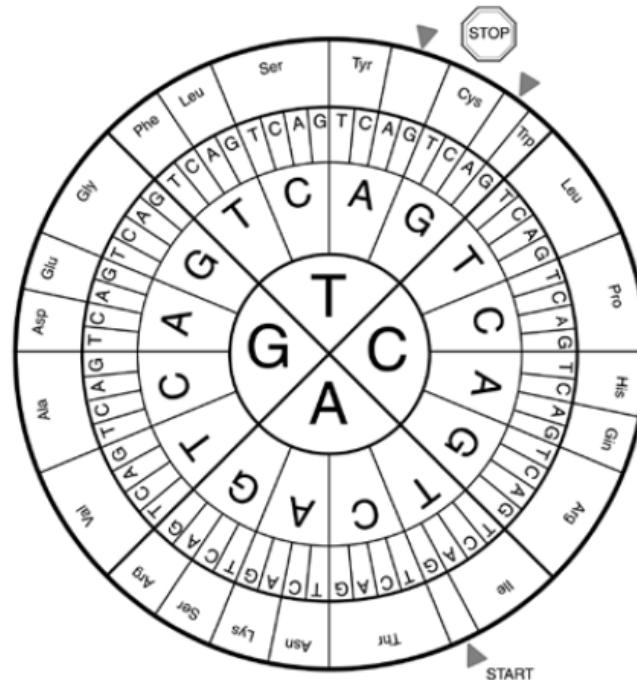
Nukleotydy w genach odczytywane są trójkami (triplety, kodony). Każdy kodon (jest ich $4^3 = 64$) za pośrednictwem cząsteczek RNA tworzy jeden z 20 aminokwasów zgodnie z zasadami kodu genetycznego.

Łańcuchy aminokwasów tworzą proteiny (białka). Sekwencja aminokwasów w białku determinuje jego przestrzenną strukturę, która określa funkcję białka.



KOD GENETYCZNY

represent the 20 common amino acids, as well as one start (ATG) and three stop (TAG, TAA and TGA) markers. Redundancies normally occur in the last nucleotide of the three-letter alphabet.

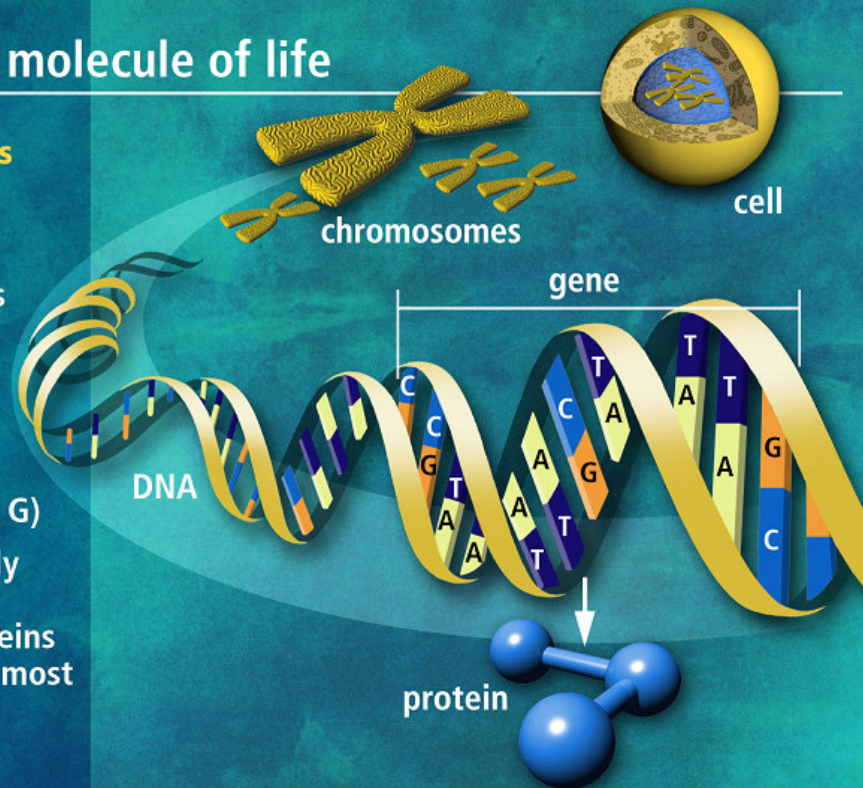


DNA the molecule of life

Trillions of cells

Each cell:

- 46 human chromosomes
- 2 meters of DNA
- 3 billion DNA subunits (the bases: A, T, C, G)
- Approximately 30,000 genes code for proteins that perform most life functions



PROCES POWSTAWANIA PROTEIN

