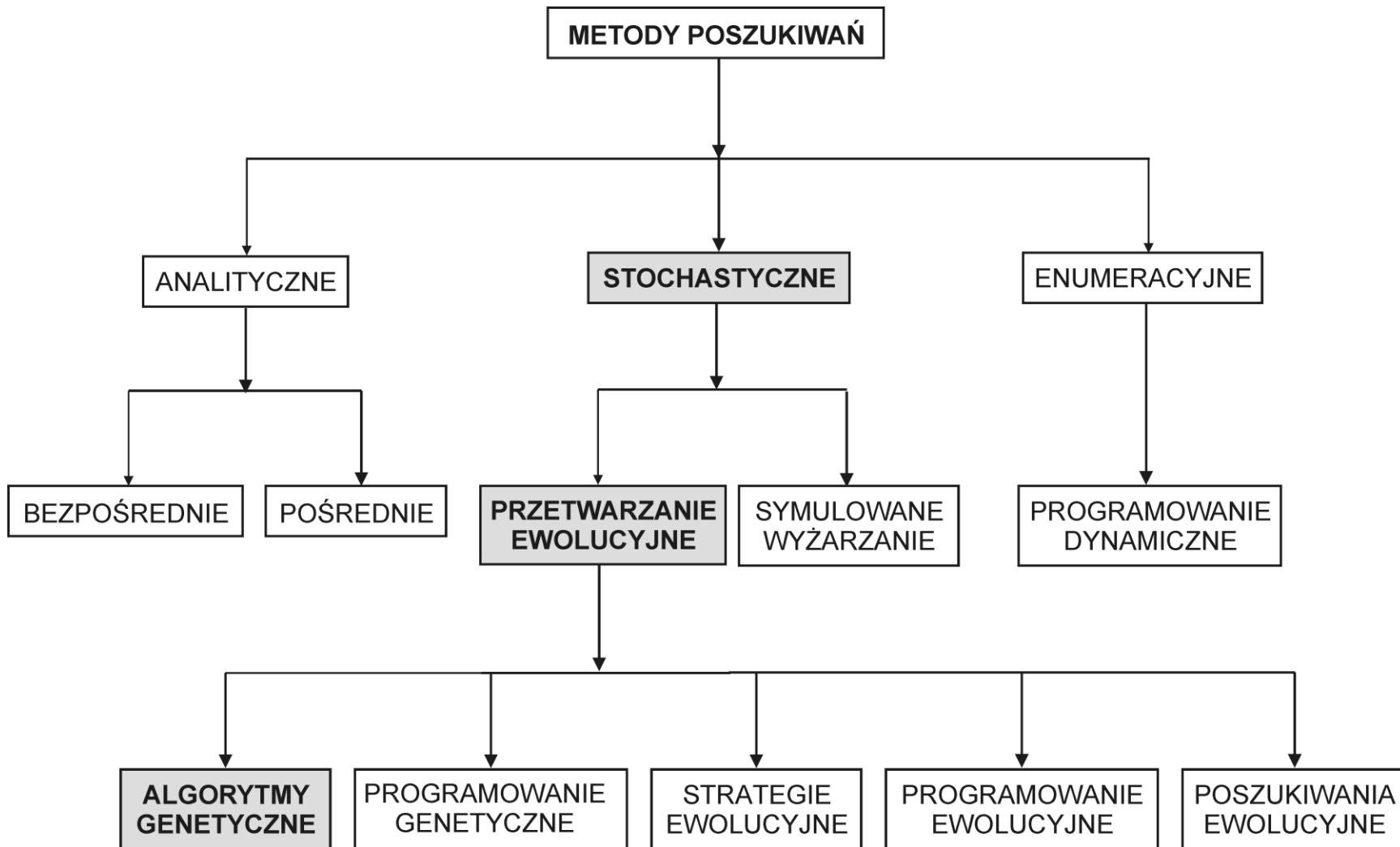


PROGRAMOWANIE GENETYCZNE

(ang. Genetic Programming GP)



Programowanie genetyczne (GP)

- Przedstawiciel metod przetwarzania ewolucyjnego
- Pierwsze badania dotyczyły automatycznego generowania tekstów programów na podstawie znanych kryteriów oceny prawidłowości ich działania

Programowanie genetyczne (GP)

- Parametry zadania optymalizacji są reprezentowane (kodowane) w postaci drzewiastych struktur
- W węzłach drzewa mogą występować:
 - symbole
 - wartości liczbowe
 - funkcje lub zmienne

Programowanie genetyczne (GP)

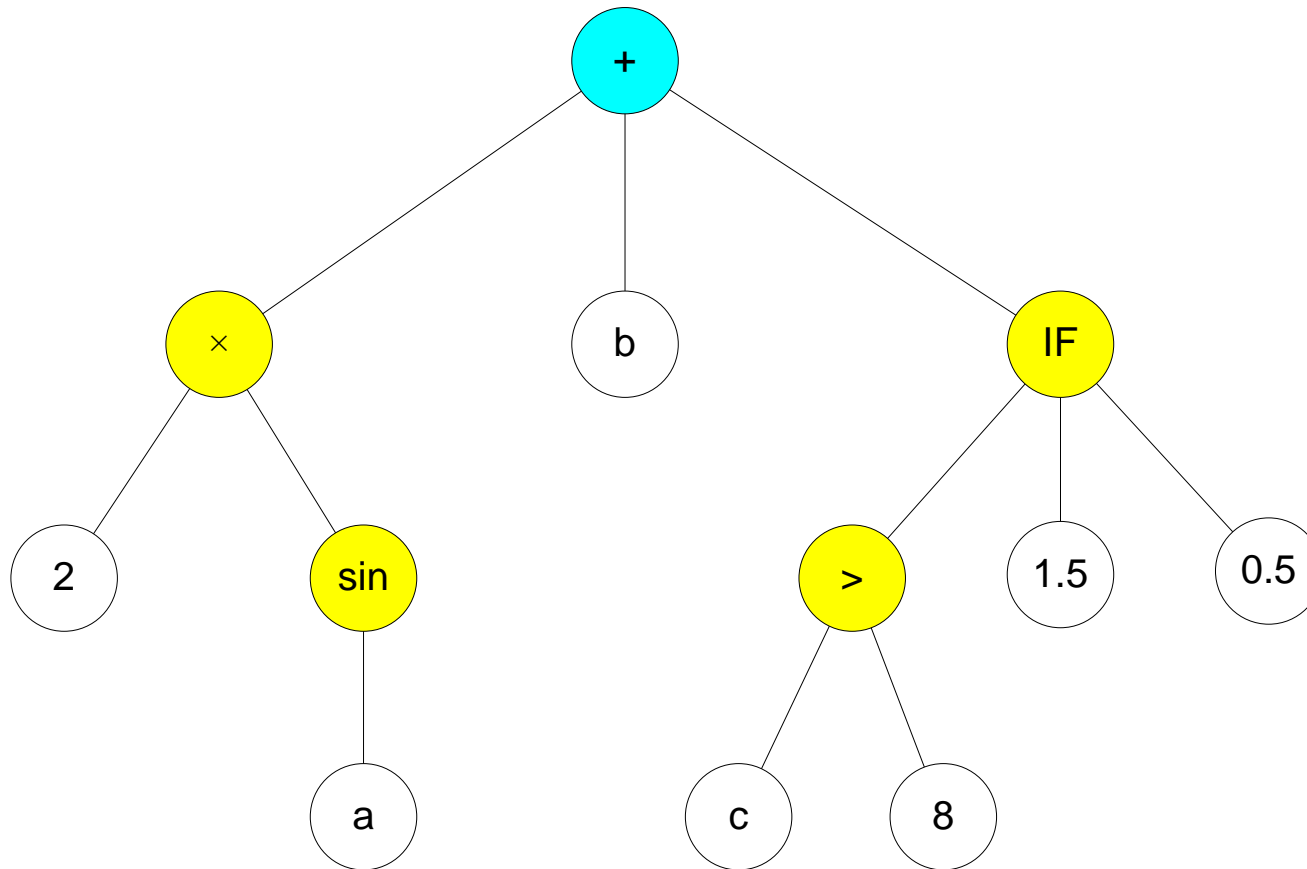
- Krawędzie drzew opisują wzajemne relacje pomiędzy węzłami
- W drzewach takich mogą występować:
 - **węzły terminalne** (nie mające węzłów podrzędnych), tzw. **liście**
 - **pośrednie (nieterminalne)**
 - dokładnie jeden **węzeł nadrzędny** tzw. **korzeń drzewa**

Programowanie genetyczne (GP)

- LISP - najbardziej powszechny język programowania do implementacji programowania genetycznego
- Programy komputerowe mogą być łatwo zapisane w postaci drzew
- Konstruowanie drzew za pomocą listy - podstawowej struktury danych LISP-a

Programowanie genetyczne (GP)

- Przykładowa drzewiasta struktura osobnika



GP

Programowanie genetyczne (GP)

- *Osobnik zapisany w języku C oraz LISP-ie*

```
float program (float a, float b, int c)
{
    float x;
    if (c > 8)
        x = 1.5;
    else
        x = 0.5;
    return (2*sin(a)+b+x);
}
```

```
(+ (* 2 (sin a)) b (if (> c 8) 1.5 0.5))
```


Programowanie genetyczne (GP)

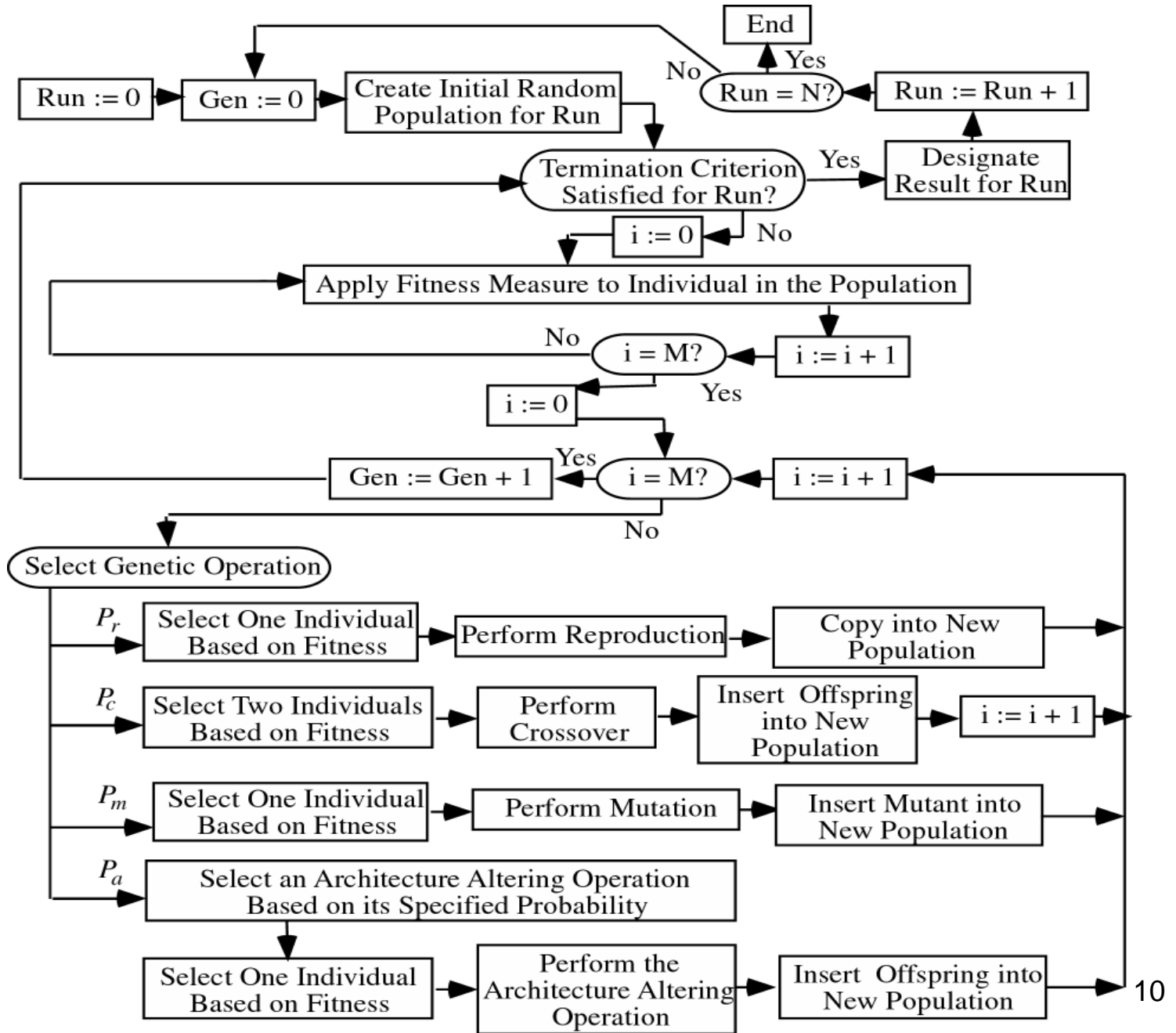
- Dla danego problemu optymalizacyjnego należy określić a priori skończony zestaw wartości stałych, zmiennych oraz funkcji
- Przykładowy zbiór funkcji (węzłów pośrednich)

$F = \{ +, -, *, /, \text{IF-THEN}, \text{AND}, \sin(), \text{FOR} \}$

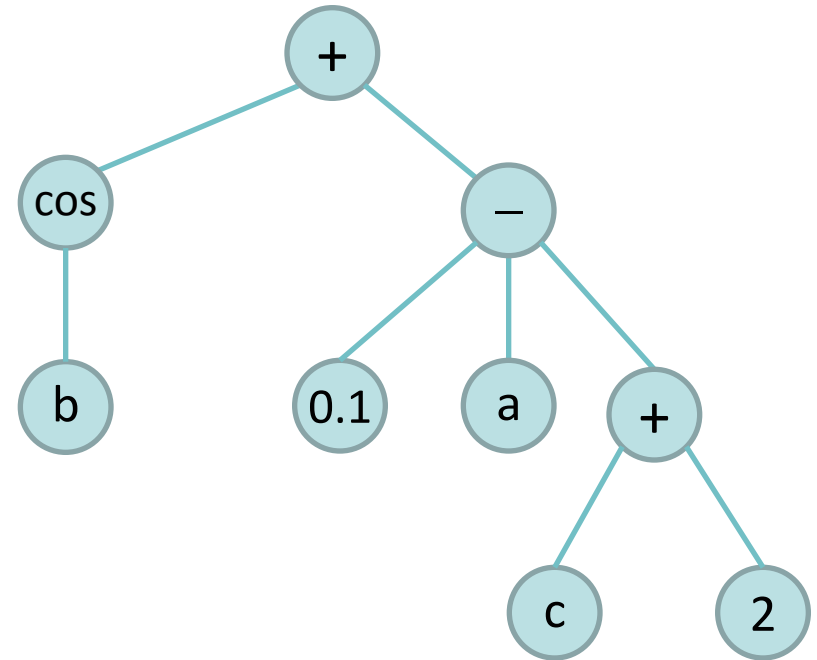
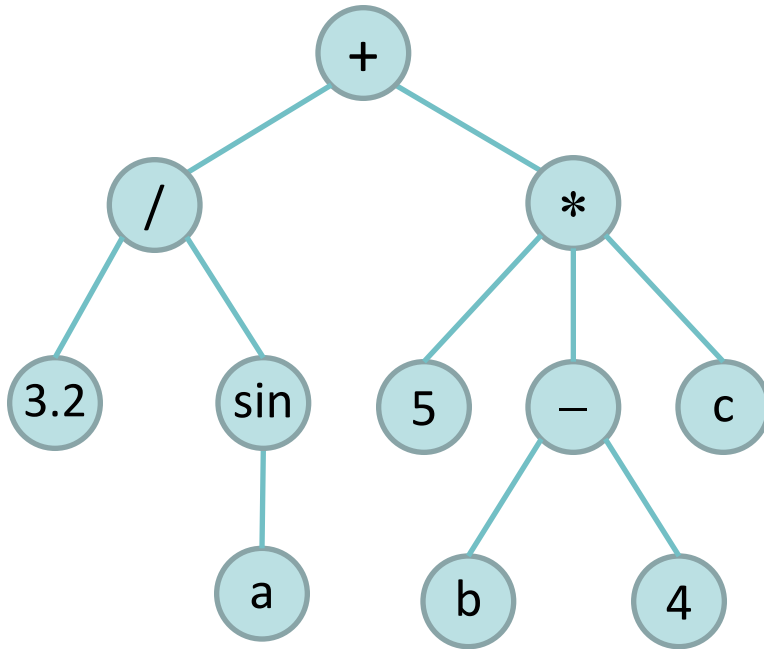
- Przykładowy zbiór T węzłów terminalnych

$T = \{ x, y, a, b, \text{wartości stałe} \}$

Schemat algoritmu GP



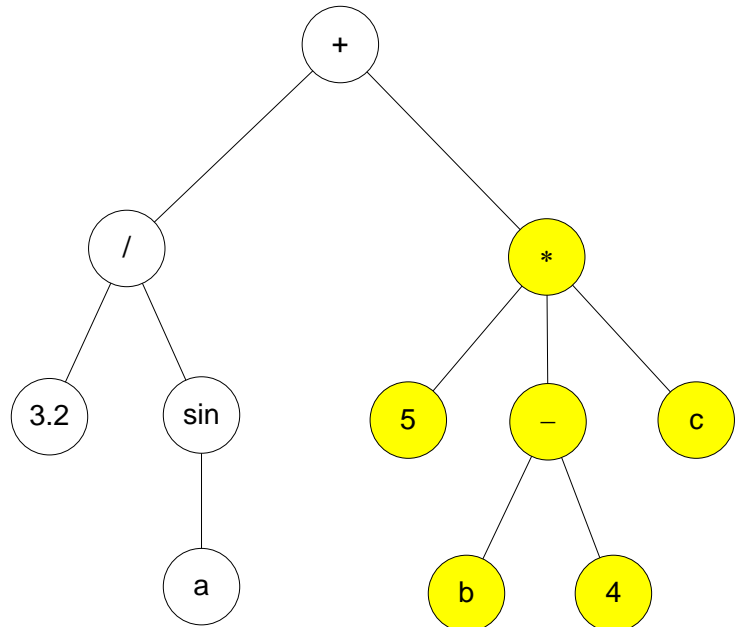
Operacja krzyżowania w GP



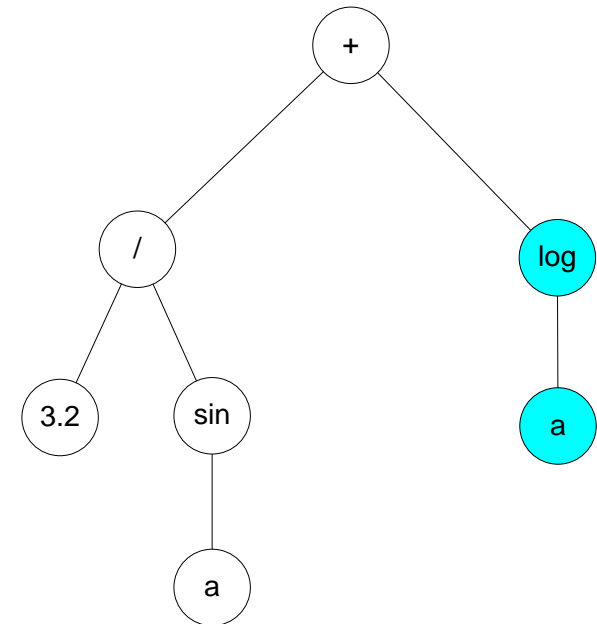
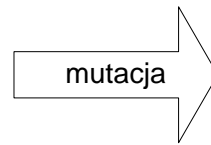
Operacja mutacji w GP

- Mutacja osobnika kodowanego drzewem może być przeprowadzona w następujących trzech odmianach poprzez:
 - zmianę poddrzewa
 - zmianę węzła pośredniego
 - zmianę węzła terminalnego
 - reorganizację drzewa

Zmiana poddrzewa

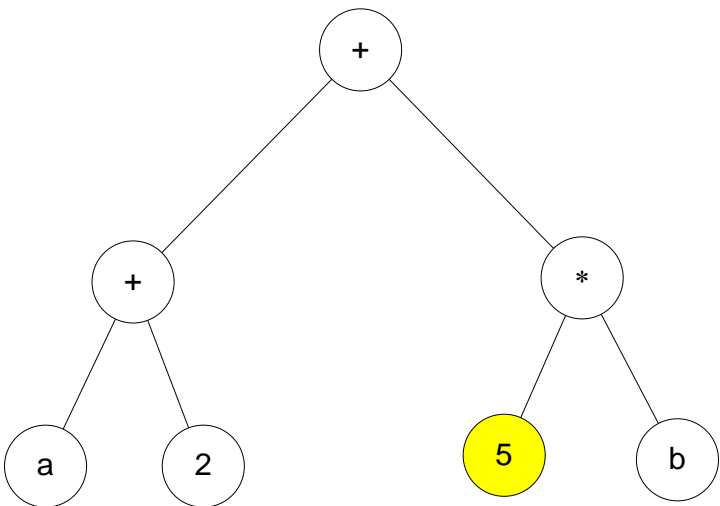


osobnik
(+ (/ 3.2 (sin b)) (* 5 (- b 4) c))
 $3.2/\sin(b)+5c(b-4)$



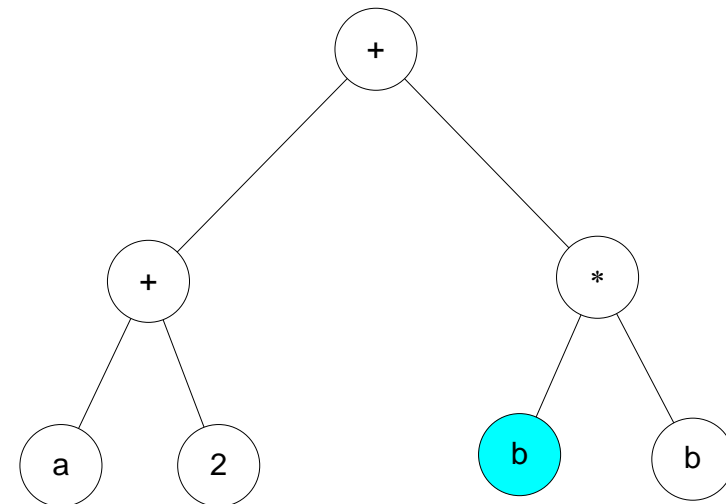
osobnik zmutowany
(+ (/ 3.2 (sin b)) (log a))
 $3.2/\sin(b)+\log(a)$

Zmiana węzła terminalnego



osobnik
 $(+(+a2)(*5b))$

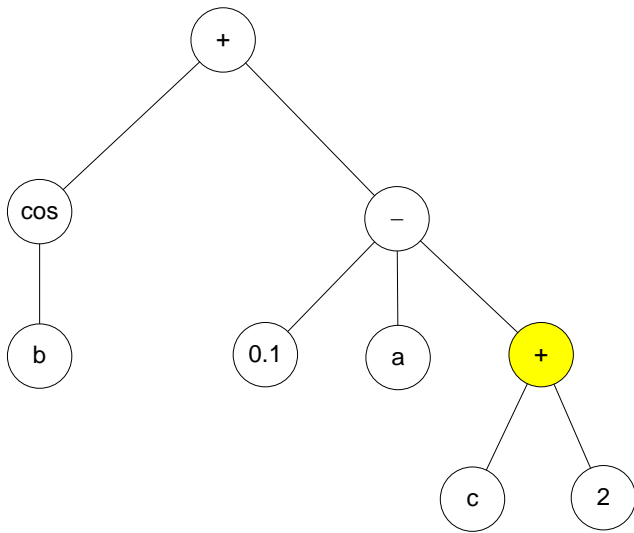
$(a+2)+5b$



osobnik zmutowany
 $(+(+a2)(*bb))$

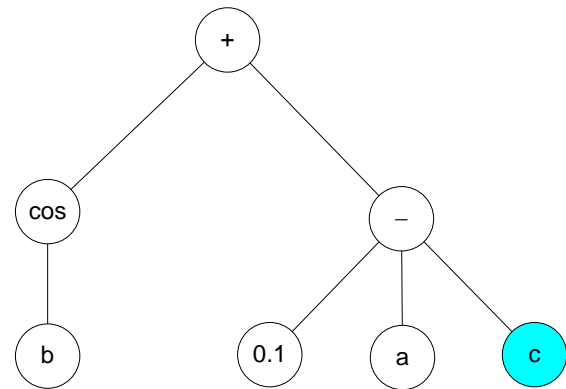
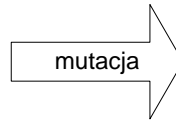
$(a+2)+b^2$

Zmiana węzła nieterminalnego



osobnik
 $(+ (\cos b) (- 0.1 a (+ c 2)))$

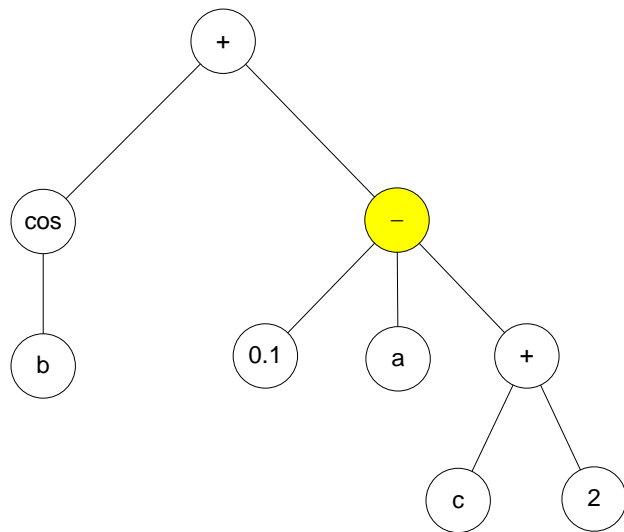
$\cos(b) + 0.1 - a - (c + 2)$



osobnik zmutowany
 $(+ (\cos b) (- 0.1 a c))$

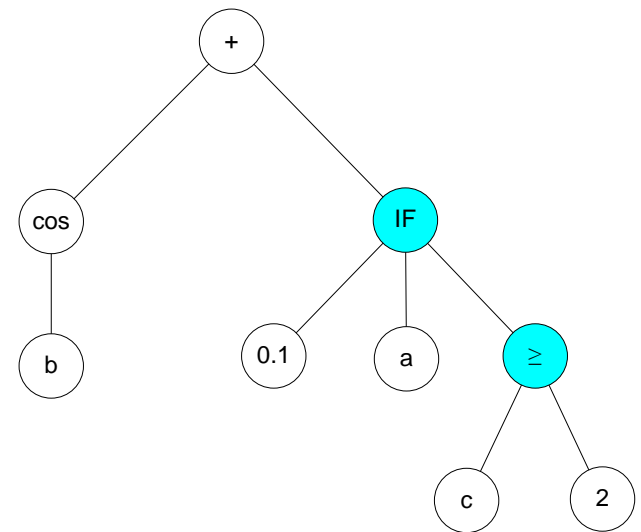
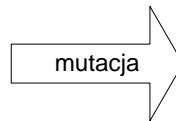
$\cos(b) + 0.1 - a - c$

(a)



osobnik
 $(+ (\cos b) (- 0.1 a (+ c 2)))$

$\cos(b) + 0.1 - a - (c + 2)$

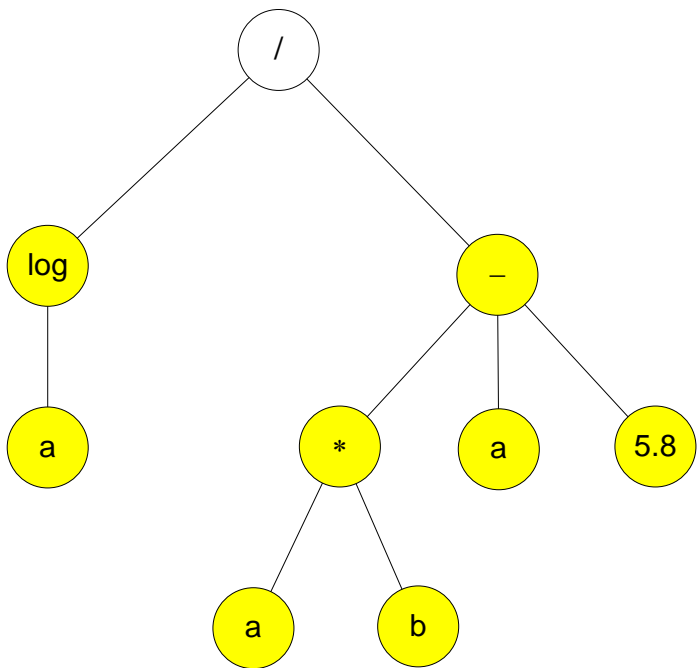


osobnik zmutowany
 $(+ (\cos b) (IF (\geq c 2) 0.1 a))$

$\cos(b) + 0.1$ jeżeli $c \geq 2$
 $\cos(b) + a$ jeżeli $c < 2$

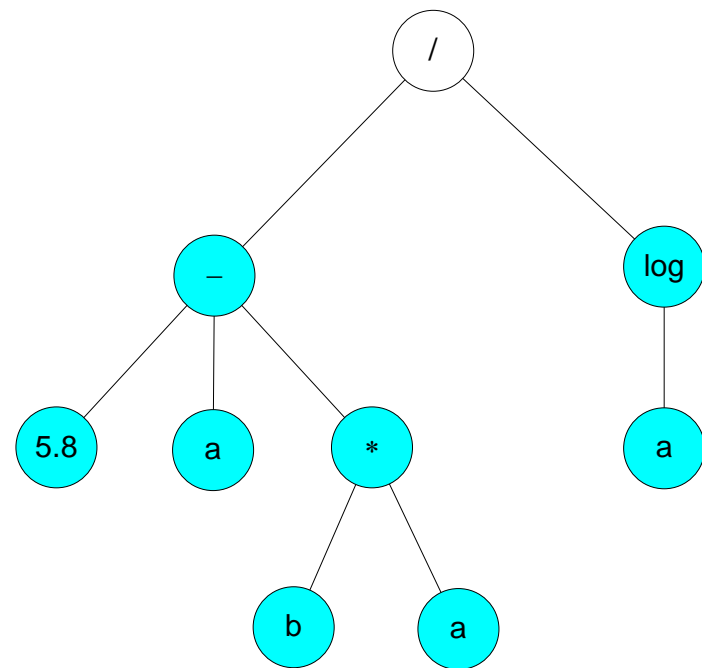
(b)

Zmiana węzła terminalnego



osobnik
 $(/ (\log a) (- (* a b) a 5.8))$

$$\log(a)/(ab-a-5.8)$$



osobnik zmutowany
 $(/ (- 5.8 a (* b a)) (\log a))$

$$(ab-a-5.8)/\log(a)$$

Ocena osobników w GP

- Poszukiwania optymalnych osobników w programowaniu genetycznym mogą być prowadzone według :
 - **skalarnej funkcji kryterialnej**
 - **wektorowej funkcji kryterialnej**

Selekcja osobników w GP

- Selekcja przeprowadzana według mechanizmów stosowanych w GA tzn.:
 - metody proporcjonalnej
 - metody turniejowej
 - metody rankingowej