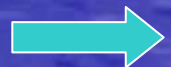




ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

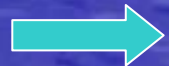
Γενετικοί αλγόριθμοι: Πώς λειτουργούν;

- Διατηρούν έναν πληθυσμό κωδικοποιημένων πιθανών λύσεων
- Εξελίσσουν τον πληθυσμό εφαρμόζοντας σ αυτόν διάφορες γενετικές διαδικασίες:
 - Διαδικασίες επιλογής,
 - Διαδικασίες αναπαραγωγής,
 - Διαδικασίες μετάλλαξης.
- Δημιουργούν νέο πληθυσμό που αντικαθιστά τον προηγούμενο.
- Επαναλαμβάνουν τη διαδικασία έως ότου «βρουν λύση».



...Γενετικοί αλγόριθμοι: Πώς λειτουργούν; ...

- Γενετικοί Τελεστές
 - **Επιλογή**: επιλέγει με κάποιο τρόπο τα «καταλληλότερα» μέλη του πληθυσμού και τα μεταφέρει στο νέο πληθυσμό.
 - **Διασταύρωση**: συνδυάζει τα στοιχεία δύο χρωμοσωμάτων γονέων για να δημιουργήσει δύο νέους απογόνους ανταλλάσσοντας αντίστοιχα κομμάτια από τους γονείς.
 - **Μετάλλαξη**: αλλάζει αυθαίρετα ένα ή περισσότερα γονίδια ενός συγκεκριμένου χρωμοσώματος.



Ένας απλός Γενετικός Αλγόριθμος

- Κωδικοποίηση (Coding)
- Αρχικοποίηση (Initialization)
- Υπολογισμός ικανότητας ή αξιολόγηση (Fitness calculation ή evaluation)
- Επιλογή (Selection)
- Αναπαραγωγή (Reproduction)
- Διασταύρωση (Crossover ή mating)
- Μετάλλαξη (Mutation)
- Επανάληψη μέχρι να ικανοποιηθεί το κριτήριο τερματισμού

Κωδικοποίηση – Διασταύρωση – Μετάλλαξη

- Δυαδική κωδικοποίηση
(11, 6, 9)

Χ ρ ω μ ό σ ω μ α
1011 0110 1001
Γ ο ν ί δ ι ο

Δ ι α σ τ α ύ ρ ω σ η

10011110
10110010

10010010
10111110

Σ η μ ε ί ο δ ι α σ τ α ύ ρ ω σ η ς

Μ ε τ ά λ λ α ξ η

10011110

10011010

Ψ η φ ί ο μ ε τ ά λ λ α ξ η ς

Παραδείγματα διασταύρωσης (crossover)

000 000	000 111	000 000 00	000 111 00
111 111	111 000	111 111 11	111 000 11
Parents	Children	Parents	Children
a) Single Crossover		a) Multiple Crossover	

Το θεώρημα των σχημάτων (Holland)

– Σχήμα (Schema) = Ακολουθία που περιλαμβάνει 0, 1 και '*' ("don't care")

– Π.χ. το σχήμα

1	*	*	0
---	---	---	---

παριστάνει το σύνολο των δυαδικών ακολουθιών (χρωμοσωμάτων)

1	1	1	0
1	1	0	0
1	0	1	0
1	0	0	0

• Μια δυαδική ακολουθία μήκους L είναι εκπρόσωπος (στιγμιότυπο) καθενός από τα 2^L διαφορετικά σχήματα με τα οποία ταιριάζει.

Παράδειγμα: Το πρόβλημα

Εύρεση μεγίστου της

$$F(x)=x^2$$

όπου x είναι ακέραιος στο διάστημα $[1, 31]$.

Παράδειγμα: Η κωδικοποίηση

- Θέλουμε να αναπαραστήσουμε 31 αριθμούς, οπότε θα χρησιμοποιήσουμε χρωμοσώματα των 5 γονιδίων (συμβολοσειρές των 5bits) $2^5=32>31$.

Παράδειγμα: Η αρχικοποίηση

- Δημιουργία αρχικού πληθυσμού (έστω μεγέθους 4) με τυχαίο τρόπο:

$$\mathbf{A}_1 = 0\ 1\ 1\ 0\ 1 = 13_{10}$$

$$\mathbf{A}_2 = 1\ 1\ 0\ 0\ 0 = 24_{10}$$

$$\mathbf{A}_3 = 0\ 1\ 0\ 0\ 0 = 8_{10}$$

$$\mathbf{A}_4 = 1\ 0\ 0\ 1\ 1 = 19_{10}$$

Παράδειγμα: Η αξιολόγηση

$$F(A_1) = 13^2 = 169$$

$$F(A_2) = 24^2 = 576$$

$$F(A_3) = 8^2 = 64$$

$$F(A_4) = 19^2 = 361$$

Συνολική Απόδοση: 1170

Μέση απόδοση: 293

Παράδειγμα: Η επιλογή

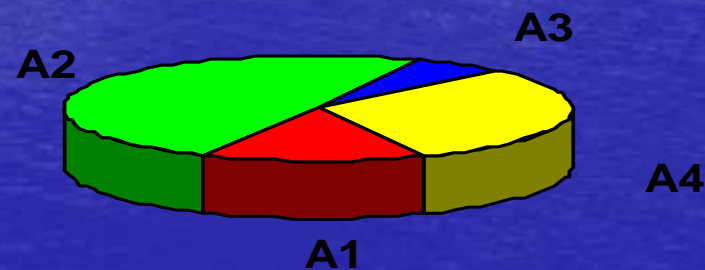
Ρουλέτα με βάρη: κάθε μέλος του πληθυσμού έχει πιθανότητα επιλογής ίση με τη σχετική του απόδοση στον τρέχοντα πληθυσμό.

$$P(A_1) = 0.14$$

$$P(A_2) = 0.49$$

$$P(A_3) = 0.06$$

$$P(A_4) = 0.31$$



Παράδειγμα: Η αναπαραγωγή

- Ο προσωρινός πληθυσμός μετά την εφαρμογή της ρουλέτας:

$$A'_1 = 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1$$

$$A'_2 = 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$A'_3 = 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$A'_4 = 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1$$

Παράδειγμα: Η διασταύρωση

Επιλογή με τυχαίο τρόπο των ατόμων που θα διασταυρώσουν το γενετικό υλικό τους:

Έστω ότι διασταυρώνονται το A'_1 με το A'_2 με σημείο διασταύρωσης το 4 και το A'_3 με το A'_4 με σημείο διασταύρωσης το 2:

$$\begin{array}{l} A'_1 = 0 \ 1 \ 1 \ 0 \mid 1 \\ A'_2 = 1 \ 1 \ 0 \ 0 \mid 0 \end{array} \xrightarrow{\text{II}} \begin{array}{l} A''_1 = 0 \ 1 \ 1 \ 0 \mid 0 \\ A''_2 = 1 \ 1 \ 0 \ 0 \mid 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} A'_3 = 1 \ 1 \mid 0 \ 0 \ 0 \\ A'_4 = 1 \ 0 \mid 0 \ 1 \ 1 \end{array} \xrightarrow{\text{II}} \begin{array}{l} A''_3 = 1 \ 1 \mid 0 \ 1 \ 1 \\ A''_4 = 1 \ 0 \mid 0 \ 0 \ 0 \end{array}$$

Παράδειγμα: Η μετάλλαξη

Με τυχαίο τρόπο επιλέγονται γονίδια των οποίων η τιμή αντιστρέφεται:

$$A''_1 = 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0$$

$$A''_2 = 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1$$

$$A''_3 = 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1$$

$$A''_4 = 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$$



$$A'''_1 = 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0$$

$$A'''_2 = 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1$$

$$A'''_3 = 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1$$

$$A'''_4 = 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0$$

Παράδειγμα: Ο νέος πληθυσμός

$$A_1 = 01100 = 12_{10} \Rightarrow F(12) = 144$$

$$A_2 = 11001 = 25_{10} \Rightarrow F(25) = 625$$

$$A_3 = 11011 = 27_{10} \Rightarrow F(27) = 729$$

$$A_4 = 10010 = 18_{10} \Rightarrow F(18) = 324$$

Συνολική Απόδοση: 1822

Μέση απόδοση: 455.5