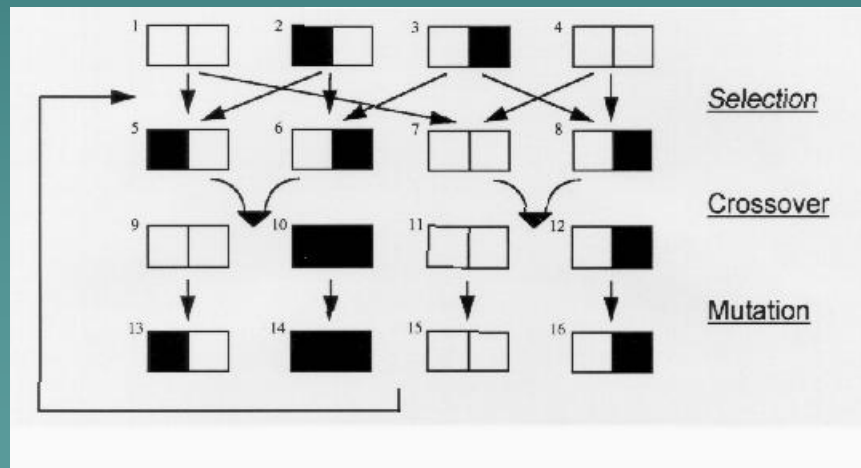


- ◆ **ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΟΗΜΟΣΥΝΗ ΙΙ**
- ◆ **(ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ - ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ)**



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΟΥΣ
ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥΣ

ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΟΥΣ
ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥΣ

Τι είναι;

- ◆ Αλγόριθμοι επίλυσης προβλημάτων που βασίζονται (είναι εμπνευσμένοι) στις αρχές της *Βιολογικής Εξέλιξης*.

Εξελικτικοί Αλγόριθμοι

- ◆ *Οι Γενετικοί Αλγόριθμοι (Genetic Algorithms),*
- ◆ *Οι Εξελικτικές Στρατηγικές (Evolution Strategies),*
- ◆ *Ο Γενετικός Προγραμματισμός (Genetic Programming),*
- ◆ *Ο Εξελικτικός Προγραμματισμός (Evolutionary Programming),*
- ◆ *Τα Συστήματα Ταξινόμησης (Classifier Systems).*

Ορολογία των Γενετικών Αλγορίθμων

- ◆ Δανεισμένη από το χώρο της φυσικής Γενετικής.
- ◆ Αναφέρονται σε **άτομα** ή **γενότυπα** μέσα σε ένα πληθυσμό. Πολύ συχνά αυτά τα άτομα καλούνται επίσης **χρωμοσώματα**.
- ◆ Τα **χρωμοσώματα** αποτελούνται από διάφορα στοιχεία που ονομάζονται **γονίδια**.
- ◆ Κάθε γονίδιο επηρεάζει την κληρονομικότητα ενός ή περισσότερων χαρακτηριστικών.



Ορολογία των Γενετικών Αλγορίθμων

- ◆ Τα γονίδια που επηρεάζουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ατόμου βρίσκονται και σε συγκεκριμένες θέσεις του χρωματοσώματος που καλούνται **loci**.
- ◆ Οι διαφορετικές καταστάσεις που μπορεί να πάρει το γονίδιο καλούνται **αλληλόμορφα** (alleles).
- ◆ Το αποκωδικοποιημένο περιεχόμενο ενός συγκεκριμένου χρωμοσώματος καλείται **φαινότυπος** (phenotype)

Πως δουλεύουν;

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



Πως Δουλεύουν; Γενετικοί Τελεστές

- ◆ **Επιλογή:** επιλέγει με κάποιο τρόπο τα «καταλληλότερα» μέλη του πληθυσμού και τα «περνάει» 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.



Πως Δουλεύουν;

- ◆ Ένας Γ.Α. πρέπει να αποτελείται από τα παρακάτω πέντε τμήματα:
 - **Γενετική αναπαράσταση**
 - **Τρόπο δημιουργίας ενός αρχικού πληθυσμού**
 - **Αντικειμενική συνάρτηση αξιολόγησης**
 - **Γενετικούς τελεστές**
 - **Τιμές για τις διάφορες παραμέτρους**

Ένας απλός Γενετικός Αλγόριθμος

1. Κωδικοποίηση (Coding)
2. Αρχικοποίηση (Initialization)
3. Αποκωδικοποίηση (Decoding)
4. Υπολογισμός ικανότητας ή αξιολόγηση (Fitness calculation ή evaluation)
5. Επιλογή (Selection)
6. Αναπαραγωγή (Reproduction)
7. Διασταύρωση (Crossover ή mating)
8. Μετάλλαξη (Mutation)
9. Επανάληψη από το βήμα (2) μέχρι να ικανοποιηθεί το κριτήριο τερματισμού του Γ.Α.

Παράδειγμα

Εύρεση μεγίστου της

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

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



Παράδειγμα Κωδικοποίηση

- ◆ Η κωδικοποίηση είναι προφανής:
 - Θέλουμε να αναπαραστήσουμε 31 αριθμούς οπότε θα χρησιμοποιήσουμε χρωμοσώματα των 5 γονιδίων (συμβολοσειρές των 5bits) $2^5=32>31$.



Παράδειγμα Αρχικοποίηση

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

$$A_1 = 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 = 13_{10}$$

$$A_2 = 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 = 24_{10}$$

$$A_3 = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 = 8_{10}$$

$$A_4 = 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 = 19_{10}$$



Παράδειγμα 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 Επιλογή

Επιλογή των ατόμων του πληθυσμού που θα «περάσουν» στον επόμενο πληθυσμό. Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους όπως για παράδειγμα με τη χρήση μιας εξαναγκασμένης ρουλέτας

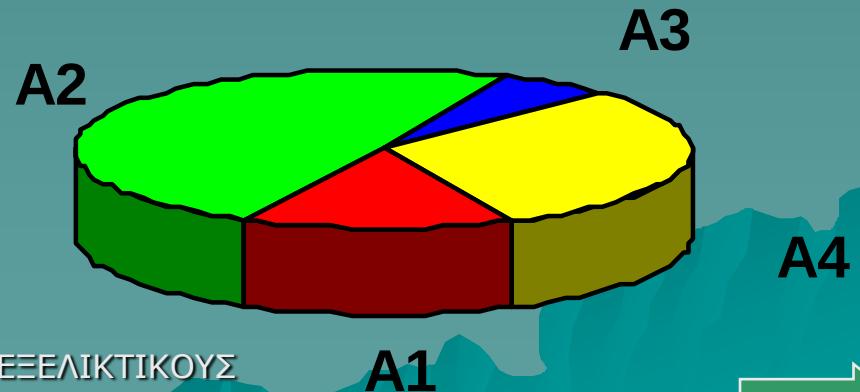
Στην εξαναγκασμένη ρουλέτα κάθε μέλος του πληθυσμού έχει πιθανότητα επιλογής ίση με τη σχετική του απόδοση στον τρέχοντα πληθυσμό.

$$P(A_1) = 0.14$$

$$P(A_2) = 0.49$$

$$P(A_3) = 0.06$$

$$P(A_4) = 0.31$$



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΟΥΣ
ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥΣ

Παράδειγμα Αναπαραγωγή

- ♦ Ο προσωρινός πληθυσμός μετά την εφαρμογή της εξαναγκασμένης 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 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:

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

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

ΕΙΣΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΔΕΛΙΚΤΙΚΟΥΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥΣ



Παράδειγμα 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

Νέος Πληθυσμός

Ο νέος πληθυσμός που προκύπτει είναι:

$$A_1 = 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 = 12_{10} \Rightarrow F(12)=144$$

$$A_2 = 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 = 25_{10} \Rightarrow F(25)=625$$

$$A_3 = 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 = 27_{10} \Rightarrow F(27)=729$$

$$A_4 = 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 = 18_{10} \Rightarrow F(18)=324$$

Συνολική Απόδοση: 1822

Μέση απόδοση: 455.5

Βασικά Χαρακτηριστικά

- ◆ Δουλεύουν με μια **κωδικοποίηση του συνόλου τιμών** που μπορούν να λάβουν οι μεταβλητές και όχι με τις ίδιες τις μεταβλητές του προβλήματος
- ◆ Κάνουν **αναζήτηση σε πολλά σημεία** ταυτόχρονα και όχι μόνο σε ένα
- ◆ Χρησιμοποιούν μόνο την **αντικειμενική συνάρτηση** και καμία επιπρόσθετη πληροφορία
- ◆ Χρησιμοποιούν **πιθανοθεωρητικούς κανόνες μετάβασης** και όχι ντετερμινιστικούς

Πλεονεκτήματα

- ◆ Μπορούν να επιλύουν δύσκολα προβλήματα γρήγορα και αξιόπιστα.
- ◆ Μπορούν εύκολα να συνεργαστούν με τα υπάρχοντα μοντέλα και συστήματα
- ◆ Είναι εύκολα επεκτάσιμοι και εξελίξιμοι.
- ◆ Μπορούν να συμμετέχουν σε υβριδικές μορφές με άλλες μεθόδους.
- ◆ Εφαρμόζονται σε πολύ περισσότερα πεδία από κάθε άλλη μέθοδο.
- ◆ Δεν απαιτούν περιορισμούς στις συναρτήσεις που επεξεργάζονται.
- ◆ Δεν ενδιαφέρει η σημασία της υπό εξέταση πληροφορίας.
- ◆ Έχουν από τη φύση τους το στοιχείο του παραλληλισμού.
- ◆ Είναι μία μέθοδος που κάνει ταυτόχρονα εξερεύνηση του χώρου αναζήτησης και εκμετάλλευση της ήδη επεξεργασμένης πληροφορίας.
- ◆ Επιδέχονται παράλληλη υλοποίηση.

Εφαρμογές

- ◆ Επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης,
- ◆ Οικονομία,
- ◆ Σχεδιασμό μηχανών,
- ◆ Επίλυση μαθηματικών εξισώσεων,
- ◆ Εκπαίδευση Νευρωνικών Δικτύων,
- ◆ Αναζήτηση πληροφοριών,
- ◆ Και σε πολλούς άλλους τομείς.

ΤΕΛΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΟΥΣ
ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥΣ