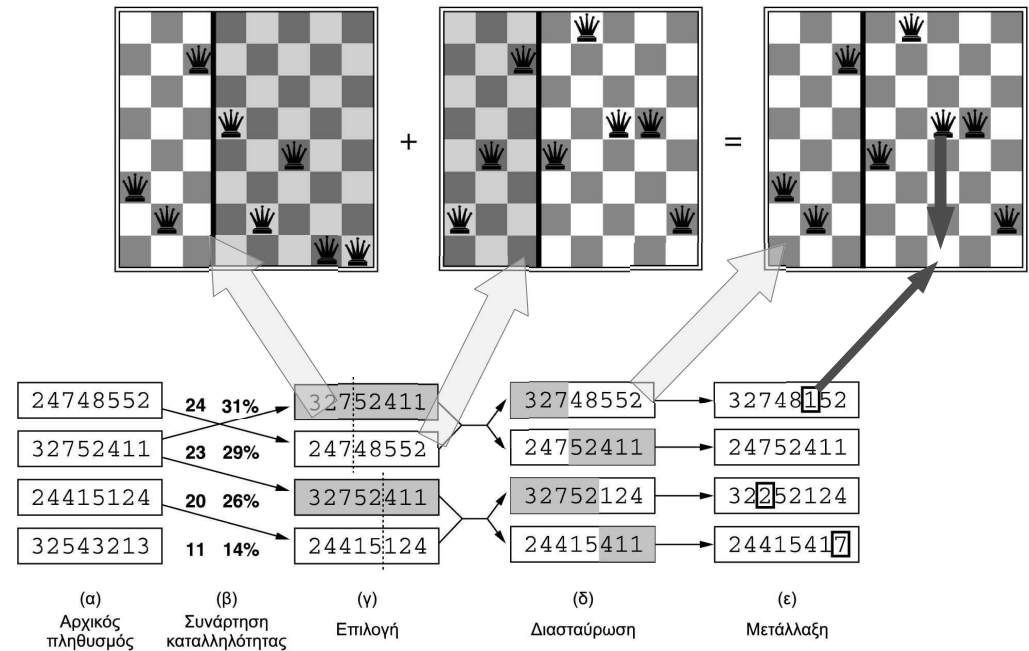


Ορισμός

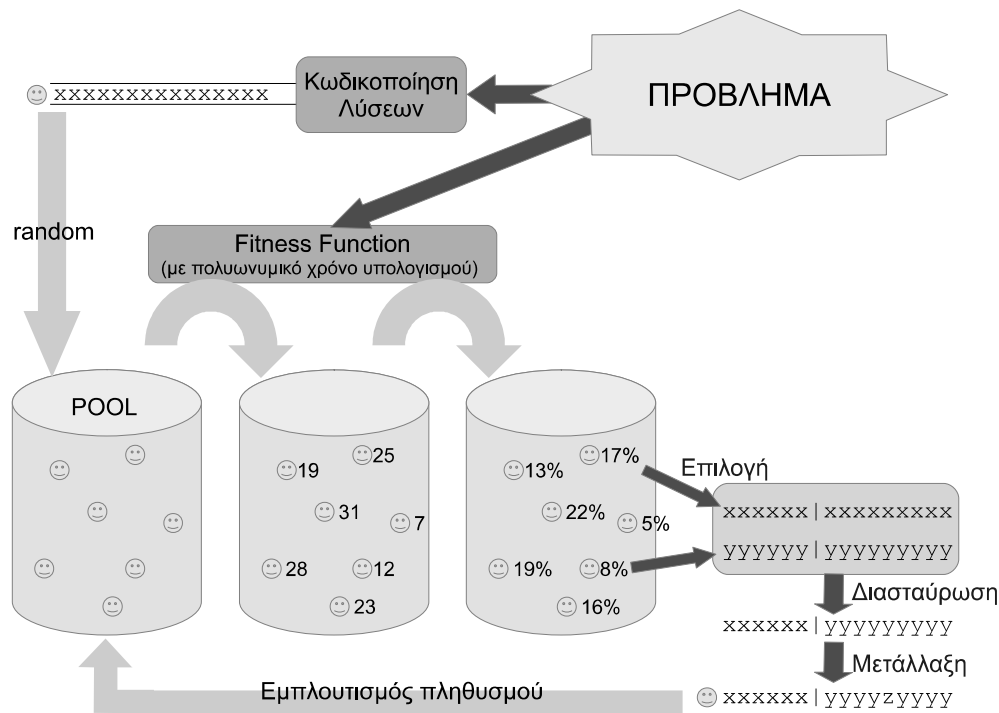
- Οι Γενετικοί Αλγόριθμοι (ΓΑ) είναι μια οικογένεια αλγορίθμων / μέθοδων βελτιστοποίησης εμπνευσμένη από τη διαδικασία της φυσικής επιλογής.
- Στη φύση ομοειδείς οργανισμοί διασταυρώνονται για την παραγωγή απογόνων που θα είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον τους.
- Στους ΓΑ μια συνάρτηση παίζει το ρόλο του περιβάλλοντος και αρχικά τυχαίες λύσεις διασταυρώνονται για να παραχθούν σταδιακά καλύτερες λύσεις.



Τελεστές

- Οι διάδοχες καταστάσεις παράγονται με το συνδυασμό δύο γονεϊκών καταστάσεων, και όχι με την τροποποίηση μιας μεμονωμένης κατάστασης.
- Αρχικός (τυχαίος) πληθυσμός.
- Στοχαστική επιλογή γονέων.
- Συνάρτηση καταλληλότητας(fitness function) = Ευρετική συνάρτηση που καθορίζει την πιθανότητα "επιβίωσης" και δημιουργίας απογόνων στην επόμενη γενιά.

- **Selection (Επιλογή):**
Επιλέγονται 2 άτομα από τον πληθυσμό
- **Crossover (Διασταύρωση):**
Η "γονιδιακή" πληροφορία των δύο επιλεγμένων ατόμων συνδυάζεται παράγοντας νέα άτομα
- **Mutation (Μετάλλαξη):**
Η γονιδιακή πληροφορία των νεοδημιουργημένων ατόμων αλλάζει με τυχαίο τρόπο με πολύ μικρή πιθανότητα



Παραλλαγές

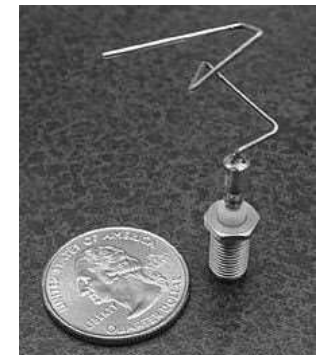
- Οι καλύτερες λύσεις προκρίνονται αναλλοίωτες στην επόμενη γενιά
- Ο ρυθμός μετάλλαξης σταδιακά μειώνεται
- Η δισταύρωση γίνεται με πολλαπλά splits
- Η fitness function είναι μη γραμμική
- Το πλήθος των απογόνων σε κάθε διασταύρωση μεταβάλλεται
- Στον τρόπο κωδικοποίησης των λύσεων
- ... κλπ ...

Ορολογία

- individual, gene - άτομο, γονίδιο, λύση
- genotype - γενότυπος
- phenotype - φαινότυπος
- population, pool - πληθυσμός
- fitness function - συνάρτηση καταλληλότητας
- evaluation function - συνάρτηση εκτίμησης
- selection - επιλογή
- crossover - διασταύρωση
- mutation - μετάλλαξη

Εφαρμογές ΓΑ

- Χρονοπρογραμματισμός αεροσκαφών
- NP-hard problems
- Automated design
- Μετεωρολογία
- Κρυπτανάλυση
- Οικονομικά μοντέλα
- Ιατρική διάγνωση
- Protein folding



Για να λυθεί ένα πρόβλημα με ΓΑ θα πρέπει

- Να καθορίσουμε έναν τρόπο κωδικοποίησης πιθανών λύσεων σε μορφή string (DNA)
- Να μπορούμε να αποφασίσουμε πόσο καλές είναι τυχαίες (αυθαίρετες) λύσεις (fitness function)

ΟΜΩΣ...

- Ακόμα κι αν κάνουμε τα παραπάνω, δεν είναι όλα τα προβλήματα κατάλληλα για να επιλυθούν με ΓΑ

Χαρακτηριστικά ΓΑ

- Σπάνια είμαστε σίγουροι ότι έχουμε φτάσει στην απολύτως βέλτιστη λύση.
- Αποφασίζουμε αυθαίρετα πότε θα σταματήσει η αναζήτηση.
- Αν ο χρόνος πιέζει, μπορούμε να σταματήσουμε την αναζήτηση και να πάρουμε μια (κάπως) ικανοποιητική λύση.
- Μπορούμε στη συνέχεια να συνεχίσουμε την αναζήτηση από το σημείο που σταμάτησε.
- Παραλληλοποιούνται εύκολα.

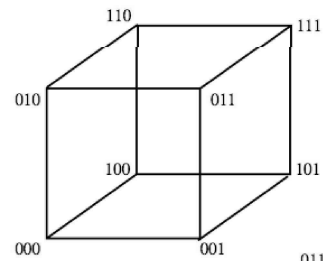
Προβλήματα κατάλληλα για επίλυση με ΓΑ

- Όταν τμήματα λύσεων μεταφέρουν πληροφορία χρήσιμη για τη βέλτιστη λύση
- Όταν η πληροφορία στο string έχει ομοιόμορφη βαρύτητα.

Η Θεωρία των Σχημάτων (Schemata Theory)

- Schema: *****xxx*****
- Instance: abcdefgxxxhijklm
- Τα σύμβολα στα σχήματα είναι συνεχόμενα:
xx [NAI], x****x [OXI]
- Όταν η μέση τιμή της fitness function για όλα τα instances ενός σχήματος είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή για όλον τον πληθυσμό, τότε το σχήμα αναπαράγεται στον νέο πληθυσμό.

$$P(H, t+1) \geq P(H, t) \frac{f(H, t)}{\bar{f}} \left[1 - p_c \frac{\Delta(H)}{L-1} (1 - P(H, t) \frac{f(H, t)}{\bar{f}}) \right] (1 - p_m)^{o(H)}$$



Κάθε σχήμα καθορίζει έναν υποχώρο πιθανών λύσεων. Οι πιθανοί υποχώροι συνδυάζονται (τομή) για να περιοριστεί το μέγεθός τους.

σχήμα
υπερεπίπεδο
υποχώρος λύσεων

