

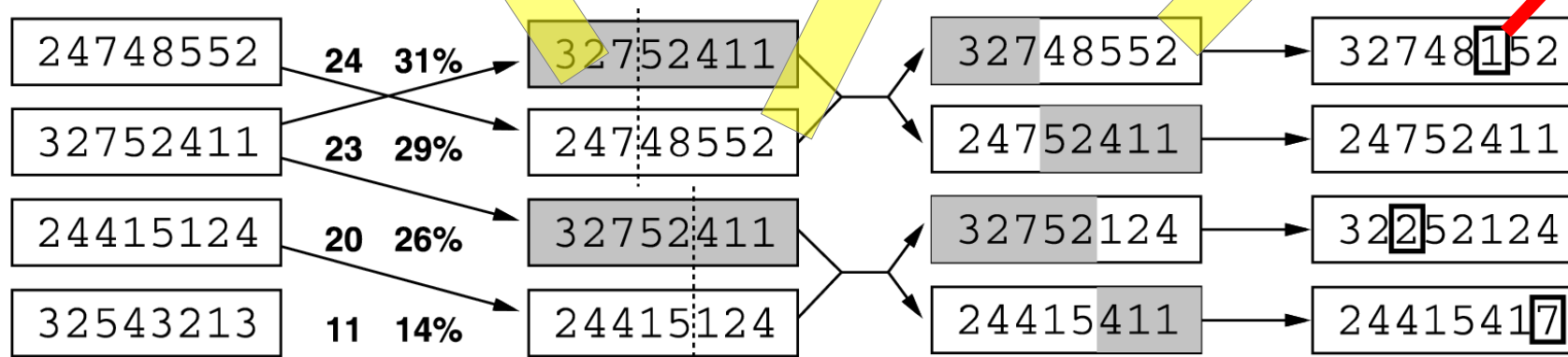
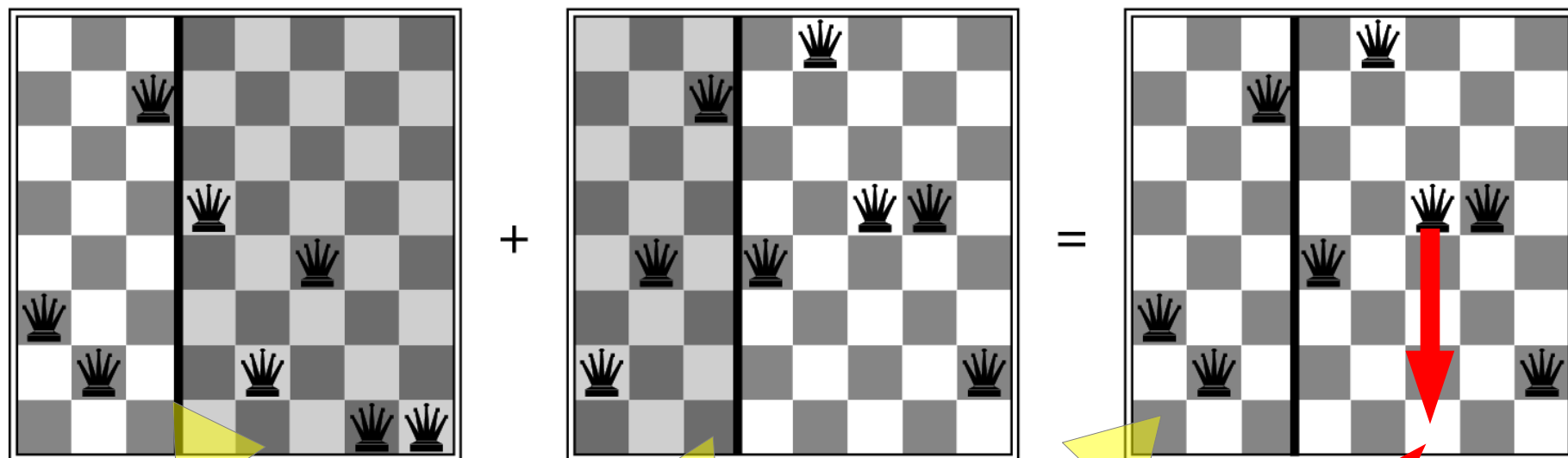
Γενετικοί Αλγόριθμοι

(Genetic Algorithms)

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & ΤΥ
Πανεπιστήμιο Πατρών
Αν.Καθ. Κ. Σγάρμπας

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.



(α)
Αρχικός
πληθυσμός

(β)
Συνάρτηση
καταλληλότητας

(γ)
Επιλογή

(δ)
Διασταύρωση

(ε)
Μετάλλαξη

- 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.

Το περιβάλλον προσαρμόζει τα άτομα



Heike Crabs



<https://www.youtube.com/watch?v=dleYPHCJ1B8>

Η Ναυμαχία του Dan-no-ura (1185)

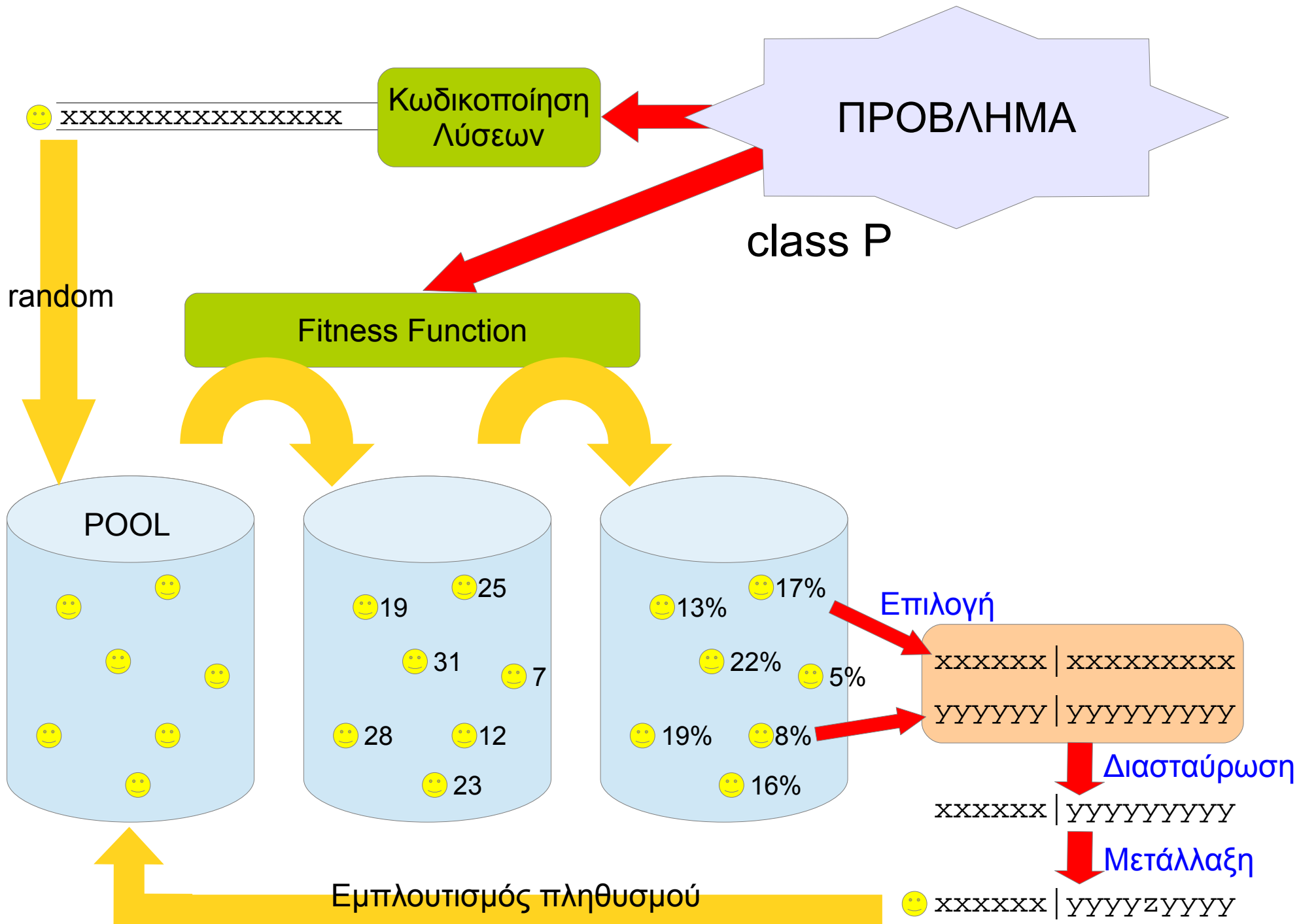


Heike vs Genji



Τελεστές

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



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

Προβλήματα κατάλληλα για επίλυση με ΓΑ

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

Παράδειγμα ικανοποιητικής επίλυσης

• Ωρολόγιο πρόγραμμα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2016-2017
ΕΞΑΜΗΝΟ 1^ο

Ωρα	Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή
9-10	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΒΟΒΟΣ Π. (ΒΑ)	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ (*) ΚΟΥΚΙΑΣ /ΣΓΑΡΜΠΑΣ ΑΒΟΥΡΗΣ/ ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ	ΦΥΣΙΚΗ Ι ΚΟΥΝΑΒΗΣ (ΗΛ6)	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ ΟΜ.Α ΚΟΥΚΙΑΣ /ΣΓΑΡΜΠΑΣ (ΗΛ6) ΟΜ.Β ΑΒΟΥΡΗΣ/ ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ (ΗΛ7) ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΛΟΓΟΤΕΧΝΙΑΣ ΓΚΟΤΣΗ (ΑΔ)	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΛΟΓΙΣΜΟΣ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜ.Α ΠΕΡΔΙΟΣ (ΗΛ6) ΟΜ.Β ΚΑΛΑΝΤΩΝΗΣ (ΗΛ7)
10-11	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΒΟΒΟΣ Π. (ΒΑ)	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ (*) ΚΟΥΚΙΑΣ /ΣΓΑΡΜΠΑΣ ΑΒΟΥΡΗΣ/ ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ	ΦΥΣΙΚΗ Ι ΚΟΥΝΑΒΗΣ (ΗΛ6)	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ ΟΜ.Α ΚΟΥΚΙΑΣ /ΣΓΑΡΜΠΑΣ (ΗΛ6) ΟΜ.Β ΑΒΟΥΡΗΣ/ ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ (ΗΛ7) ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΛΟΓΟΤΕΧΝΙΑΣ ΓΚΟΤΣΗ (ΑΔ)	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΛΟΓΙΣΜΟΣ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜ.Α ΠΕΡΔΙΟΣ (ΗΛ6) ΟΜ.Β ΚΑΛΑΝΤΩΝΗΣ (ΗΛ7)
11-12	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΒΟΒΟΣ Π. (ΒΑ)		ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΛΟΓΙΣΜΟΣ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ Φ ΟΜ.Α ΠΕΡΔΙΟΣ (ΗΛ6) ΟΜ.Β ΚΑΛΑΝΤΩΝΗΣ (ΗΛ7)	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΛΟΓΙΣΜΟΣ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜ.Α ΠΕΡΔΙΟΣ (ΗΛ6) ΟΜ.Β ΚΑΛΑΝΤΩΝΗΣ (ΗΛ7) ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΛΟΓΟΤΕΧΝΙΑΣ ΓΚΟΤΣΗ (ΑΔ)	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ ΟΜ.Α ΚΟΥΚΙΑΣ /ΣΓΑΡΜΠΑΣ (ΗΛ6) ΟΜ.Β ΑΒΟΥΡΗΣ/ ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ (ΗΛ7)
12-13	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΛΓΕΒΡΑ Φ ΟΜΑΔΑ Α ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ (ΗΛ6) ΟΜΑΔΑ Β ΜΑΡΚΑΚΗΣ (ΗΛ7)		ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΛΟΓΙΣΜΟΣ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ Φ ΟΜ.Α ΠΕΡΔΙΟΣ (ΗΛ6) ΟΜ.Β ΚΑΛΑΝΤΩΝΗΣ (ΗΛ7)	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΛΟΓΙΣΜΟΣ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜ.Α ΠΕΡΔΙΟΣ (ΗΛ6) ΟΜ.Β ΚΑΛΑΝΤΩΝΗΣ (ΗΛ7)	ΦΥΣΙΚΗ Ι ΚΟΥΝΑΒΗΣ (ΗΛ6)
13-14	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΛΓΕΒΡΑ ΟΜΑΔΑ Α ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ (ΗΛ6) ΟΜΑΔΑ Β ΜΑΡΚΑΚΗΣ (ΗΛ7)			ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΛΓΕΒΡΑ ΟΜΑΔΑ Α ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ (ΗΛ6) ΟΜΑΔΑ Β ΜΑΡΚΑΚΗΣ (ΗΛ7)	ΦΥΣΙΚΗ Ι ΚΟΥΝΑΒΗΣ (ΗΛ6)
14-15					
15-16	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ) ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΜΑΡΚΕΤΙΝΓΚ & ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΠΩΛΗΣΕΩΝ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ (ΠΑΜ5)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Β1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Α1 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Α1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Β1 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	
16-17	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ) ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΜΑΡΚΕΤΙΝΓΚ & ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΠΩΛΗΣΕΩΝ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ (ΠΑΜ5)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Β1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Α1 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Α1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Β1 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	
17-18	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ) ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΜΑΡΚΕΤΙΝΓΚ & ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΠΩΛΗΣΕΩΝ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ (ΠΑΜ5)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Β2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Α2 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Α2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Β2 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	
18-19	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Β2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Α2 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Α2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Β2 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	
19-20	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Β3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Α3 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Α3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Β3 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	
20-21	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Β3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Α3 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	ΦΥΣΙΚΗ Ι Ε ΟΜΑΔΑ Α3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ Ε ΟΜΑΔΑ Β3 (ΚΥΠΕΣ ΙΙ)	

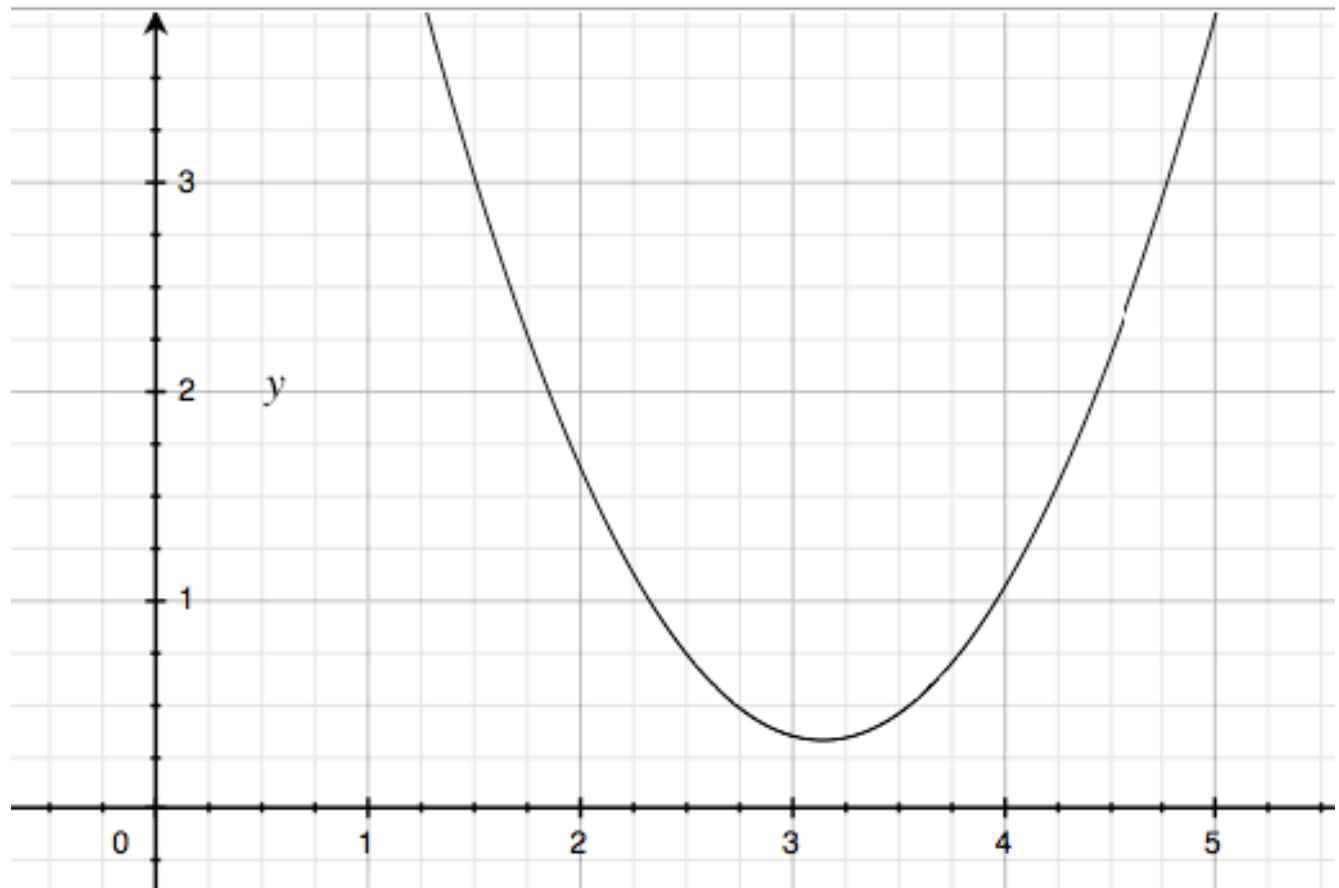
Ομάδα Α – Μονός Αριθμός Μητρώου
Ομάδα Β – Ζυγός Αριθμός Μητρώου
Φ = Φροντιστήριο, Ε = Εργαστήριο,
ΒΑ = Β' Κτίριο Διοίκησης- πάνω από το κτίριο της Πρυτανείας, Αμφιθέατρο
ΗΛ4-ΗΛ5-ΗΛ6-ΗΛ7 = Αίθουσες Ηλεκτρολόγων,
ΚΥΠΕΣ= Κέντρο Υπολογιστών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων
ΠΑΜ= Αίθουσα του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων
ΑΔ=Αμφιθέατρο Φιλολογίας

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ
ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ: Παργιώτη, Βαβάς Π., Μητρονίκας
ΦΥΣΙΚΗ Ι: Κουνάβης
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ: Αβούρης, Κουκιάς, Παλιούρας, Σγάμπα, Σταθοπούλου
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
(*)Στο μάθημα ΕCE_Υ103 Εισαγωγή στους Υπολογιστές εκπαιδεύεται ομαδική εργασία με υποχρέωση εβδομαδιαίας συνάντησης με τον επιβλέποντα καθηγητή σε ώρες που θα ορίσει ο ίδιος.

Παράδειγμα μη ικανοποιητικής επίλυσης

- Ελαχιστοποίηση συνάρτησης

$$y = (x - \pi)^2 + \frac{1}{3}$$



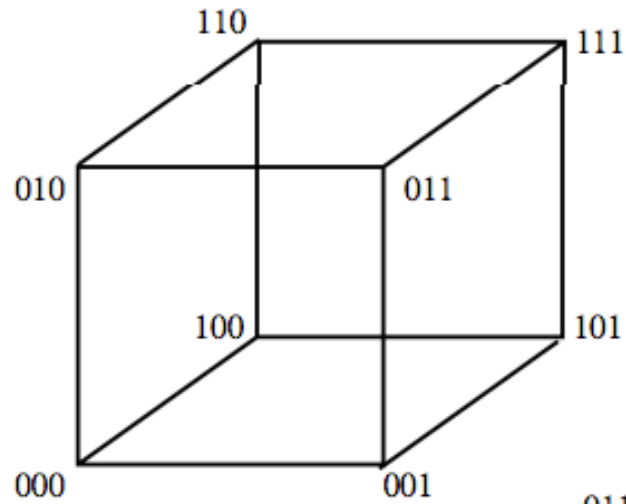
Χαρακτηριστικά ΓΑ

- 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.

Η Θεωρία των Σχημάτων (Schemata Theory)

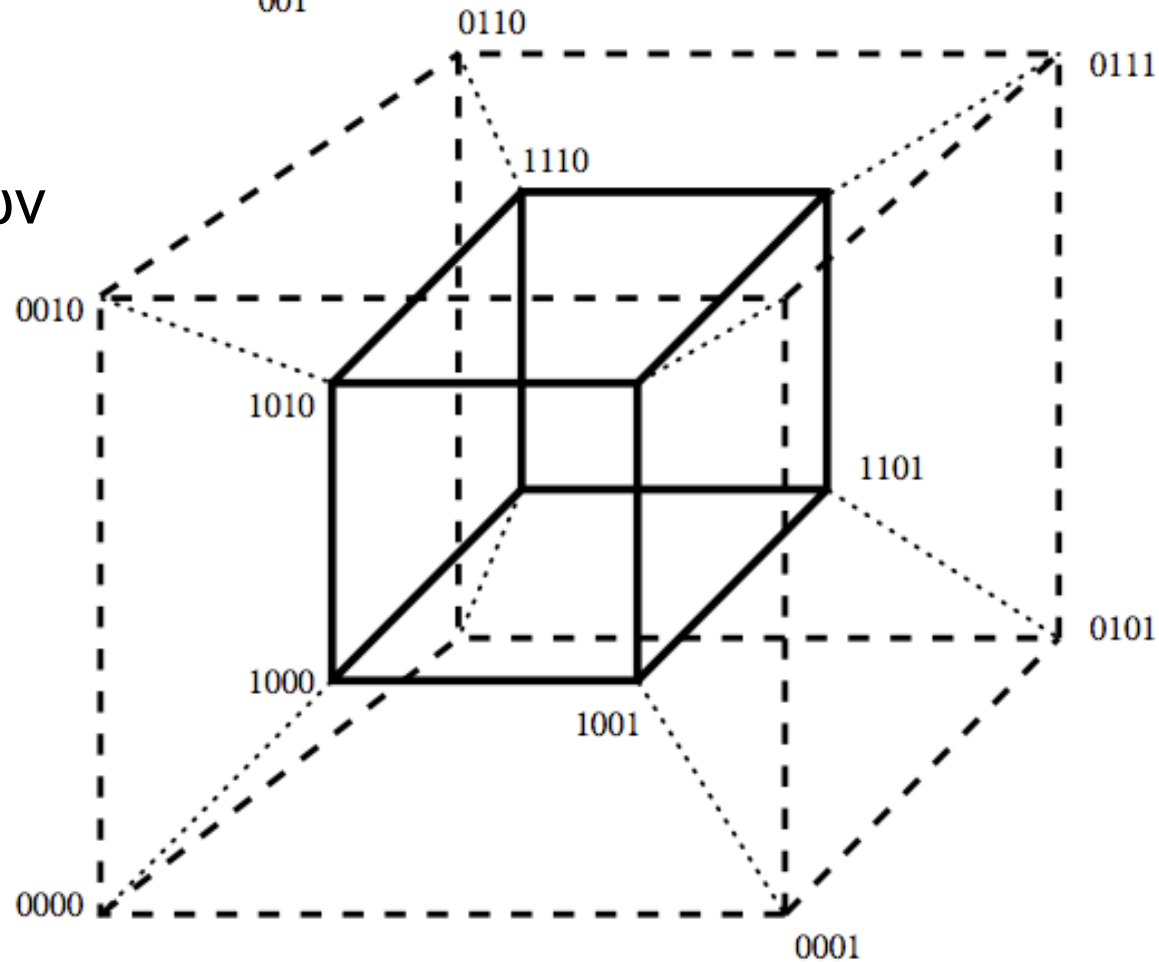
- Schema: *******xxx*******
- Instance: abcdefg**xxx**hijklm
- Τα σύμβολα στα σχήματα είναι συνεχόμενα:
xx****, όχι x****x
- Όταν η μέση τιμή της fitness function για όλα τα instances ενός σχήματος είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή για όλον τον πληθυσμό, τότε το σχήμα αναπαράγεται στον νέο πληθυσμό.

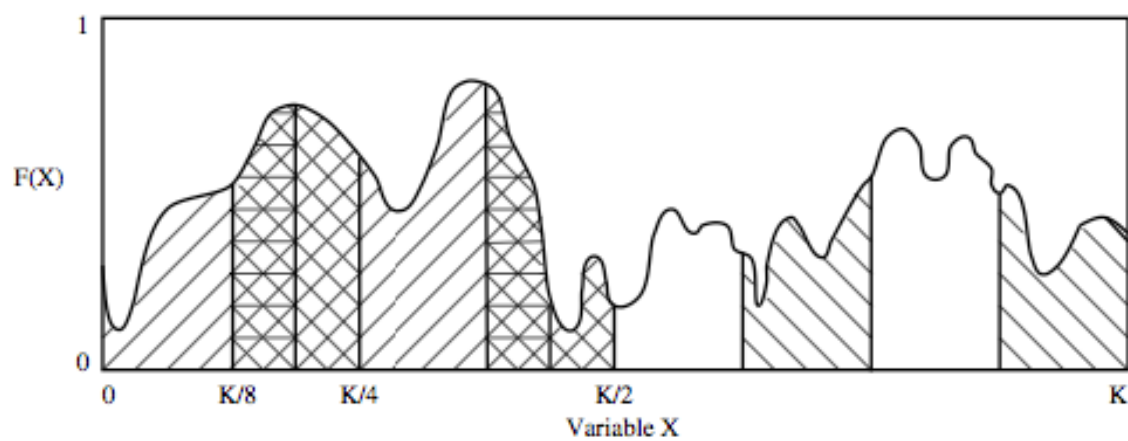
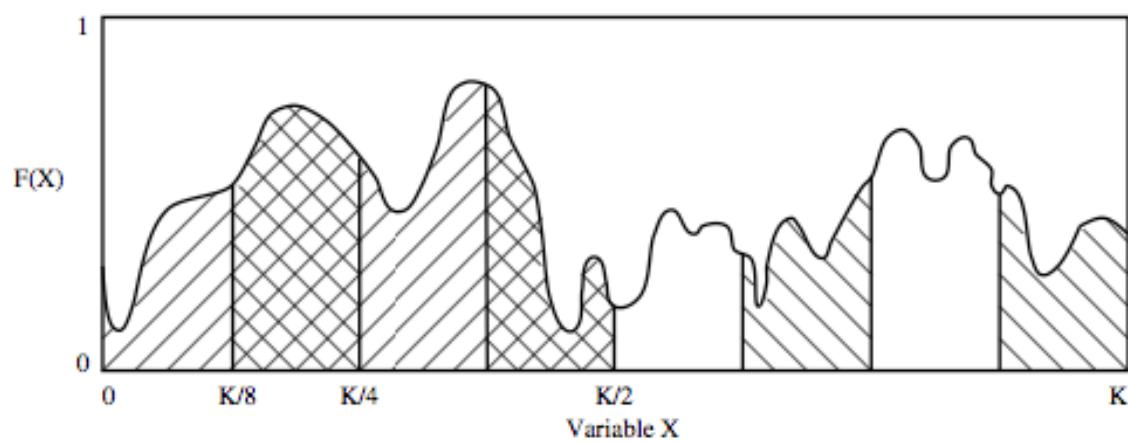
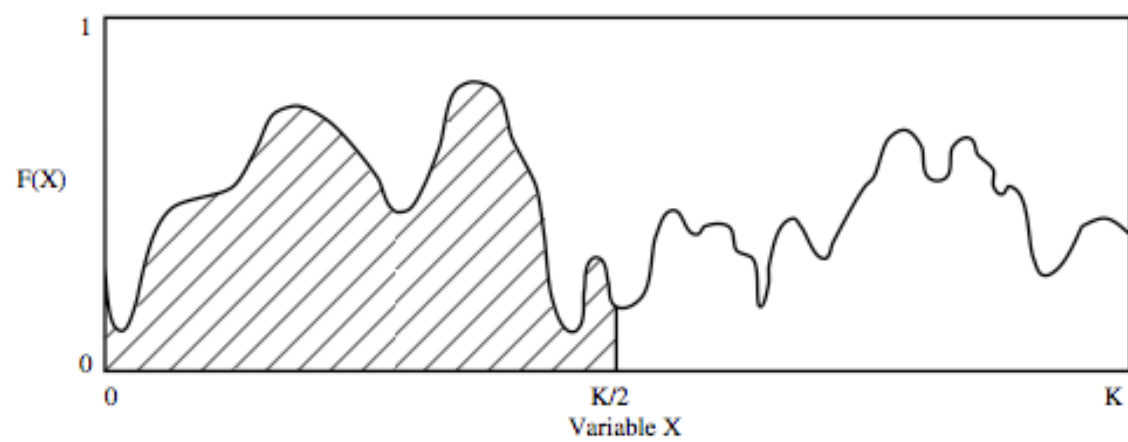
$$P(H, t + 1) \geq P(H, t) \frac{f(H, t)}{\bar{f}} \left[1 - p_c \frac{\Delta(H)}{L - 1} (1 - P(H, t) \frac{f(H, t)}{\bar{f}}) \right] (1 - p_m)^{o(H)}$$



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

σχήμα
υπερεπίπεδο
υποχώρος λύσεων





Βιβλιογραφία

- Holland J., "Adaptation In Natural and Artificial Systems", University of Michigan Press, 1975.
- Goldberg D., "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning", Reading, MA, Addison-Wesley, 1989.
- Davis L.D., "Handbook of Genetic Algorithms", Van Nostrand Reinhold, 1991.
- Whitely D., "A Genetic Algorithm Tutorial", Technical Report CS-93-103, Colorado State University, 1993.
- Mitchell M., "An Introduction to Genetic Algorithms", MIT Press, 1999.