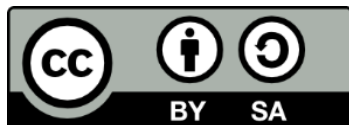


# Ευρετικές Μέθοδοι

## Ενότητα 6: Αναζήτηση μεταβλητής γειτνίασης

Άγγελος Σιφαλέρας

Μεταπτυχιακό Εφαρμοσμένης Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Αναζήτηση μεταβλητής γειτνίασης – Variable neighborhood search (VNS)

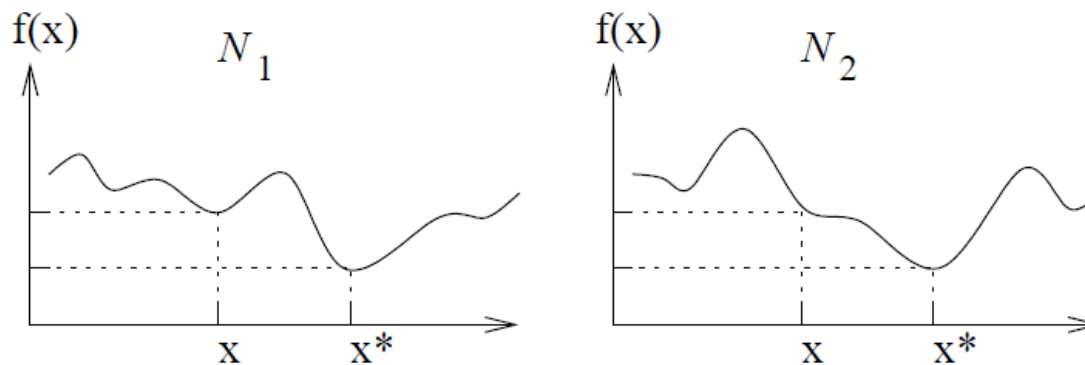
- Συνδυάζει τοπική αναζήτηση με δυναμικές δομές γειτονιάς οι οποίες μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της αναζήτησης.
- Οι τελεστές τοπικής αναζήτησης & η αναπαράσταση της λύσης, ορίζουν ποιες λύσεις είναι γειτονικές.
- Με χρήση διαφορετικών δομών γειτονιάς, είναι εφικτό να απεγκλωβιστούμε από τα τοπικά βέλτιστα και να εξερευνήσουμε μεγαλύτερες περιοχές του χώρου αναζήτησης.
- Οι γειτονιές υποτίθεται είναι συμμετρικές:
  - $s' \in N(s) \Leftrightarrow s \in N(s')$

# VNS & ιδιότητες γειτονικών λύσεων

- Βασίζεται στις εξής 3 παρατηρήσεις:
  - Ένα τοπικό ελάχιστο για τη γειτονιά A δεν είναι επίσης τοπικό ελάχιστο για μια γειτονιά B. Διαφορετικές γειτονιές έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικές μετρικές, οπότε και διαφορετικά fitness landscapes.
  - Ένα ολικό ελάχιστο είναι ταυτόχρονα ολικό ελάχιστο για όλες τις δυνατές γειτονιές. Οι δομές γειτονιές αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι λύσεις είναι γειτονικές, αλλά όχι τη συνάρτηση αξιολόγησης (fitness).
  - Οι τελεστές τοπικής αναζήτησης δεν επηρεάζουν το ολικό βέλτιστο παρά μόνο τα τοπικά βέλτιστα!

# VNS

- Τα τοπικά βέλτιστα για διαφορετικές γειτονιές βρίσκονται συνήθως κοντά μεταξύ τους.
- Κάποιο μέρος των τοπικά βέλτιστων λύσεων είναι κοινό με τη λύση που αντιστοιχεί στο ολικό βέλτιστο.
- Συνήθως, τα τοπικά βέλτιστα δεν είναι τυχαία διασκορπισμένα στο χώρο αναζήτησης αλλά βρίσκονται συσταδοποιημένα μαζί.
- Μεταβάλλοντας τη γειτονιά από  $N_1$  σε  $N_2$  επιτρέπει στη μεθοδολογία της τοπικής αναζήτησης να εντοπίσει τη βέλτιστη λύση.



# VNS

- Ορίζουμε ένα σύνολο  $N_k$ , ( $k = 1 \dots k_{max}$ ) προκαθορισμένων δομών γειτνίασης, όπου  $N_k(x)$  το σύνολο των λύσεων στην  $k$  γειτονιά του  $x$ , και  $|N(x)|_k$  το πλήθος των γειτονικών λύσεων.
- Για επιτάχυνση της αναζήτησης, συνήθως διατάσσουμε τις γειτονιές σε αύξουσα σειρά  $|N(x)|_k$
- Η VNS διαδοχικά υλοποιεί τις εξής φάσεις:
  - Φάση διατάραξης (shaking phase): επιλέγουμε μια τυχαία γειτονική λύση που προκύπτει με τη χρήση κάποιας γειτονιάς. Άρα, αποφεύγουμε την κύκλωση και εξερευνούμε νέες περιοχές.
  - Φάση τοπικής βελτίωσης (local search phase): εκτελούμε τοπική αναζήτηση μέχρι να εντοπίσουμε ένα τοπικά βέλτιστο.
  - Μετακινούμαστε στην επόμενη γειτονιά.
  - Ξεκινούμε την αναζήτηση από το καλύτερο τοπικό ελάχιστο που εντοπίστηκε.

# Εντατικοποίηση & Διαφοροποίηση στην VNS

- Η τοπική αναζήτηση (local search) συνδράμει στην εντατικοποίηση της αναζήτησης (intensification).
- Η διατάραξη (shaking) και η εναλλαγή γειτονιών συνδράμουν στη διαφοροποίηση (diversification).
- Καθώς μεταβάλλεται η γειτονιά, η διαφοροποίηση ισχυροποιείται
  - Η τοπική αναζήτηση μπορεί να επιλέξει μεταξύ περισσότερων γειτονικών λύσεων.
  - Καλύπτει μεγαλύτερες περιοχές του χώρου αναζήτησης.
  - Αυξάνει το μέγεθος των ελκυστικών περιοχών/κόλπων (basins of attraction).



# Ενδεικτική βιβλιογραφία

- Mladenović, N., & Hansen, P. (1997). Variable neighborhood search. *Computers & Operations Research*, 24(11), 1097-1100.
- Hansen, P., & Mladenović, N. (2001). Variable neighborhood search: Principles and applications. *European journal of operational research*, 130(3), 449-467.
- Hansen, P., Mladenović, N., & Pérez, J. A. M. (2010). Variable neighbourhood search: methods and applications. *Annals of Operations Research*, 175(1), 367-407.
- Hansen, P., Mladenović, N., Brimberg, J., & Pérez, J. A. M. (2010). Variable neighborhood search. In *Handbook of Metaheuristics* (pp. 61-86). Springer US.

# Συνέδρια σε VNS

1. 3<sup>rd</sup> International Conference on Variable Neighborhood Search (VNS'14), Djerba, Tunisia, October 8-11, 2014.

Jarboui B., Sifaleras A., & Rebai A. (Eds.) (2014). 3<sup>rd</sup> International Conference on Variable Neighborhood Search (VNS'14), to appear in *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 47.

2. EURO Mini Conference (MEC XXVIII) on Variable Neighborhood Search, Herceg Novi, Montenegro, October 4-7, 2012.

Sifaleras, A., Urošević, D., & Mladenović, N. (Eds.) (2012). EURO Mini Conference (MEC XXVIII) on Variable Neighborhood Search. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 39, 1-4.

3. EURO Mini Conference (MEC XVIII) on Variable Neighborhood Search, Puerto de La Cruz, Tenerife, Spain, November 23-25, 2005.

# Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΕΥΡΕΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ  
Άγγελος Σιφαλέρας