



# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής & Συστημάτων Πληροφορικής

Εργαστήριο Διαχείρισης & Βέλτιστου Σχεδιασμού Δικτύων - NETMODE

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου, 157 80 Αθήνα, Τηλ: 210-772.2503, Fax: 210-772.1452

e-mail: maglaris@netmode.ntua.gr, URL: <http://www.netmode.ntua.gr>

Γραπτή Εξέταση στο Μάθημα

“ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ & ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ”

Εαρινό Εξάμηνο Δ.Π.Μ.Σ “Επιστήμη Δεδομένων & Μηχανική Μάθηση”

25.06.2019

Καθηγητής: Β. Μάγκλαρης

Παρακαλώ απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις. **Διάρκεια 2.5 ώρες.**

**Ανοιχτές σημειώσεις**

Στον τελικό βαθμό του μαθήματος προσμετρώνται οι εργαστηριακές ασκήσεις κατά 30%.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!

## Θέμα 1 (10%)

(α) Αναφέρετε τα γνωρίσματα και ένα παράδειγμα μεθόδου για τα παρακάτω είδη μηχανικής μάθησης:

- Μη εποπτευόμενη Μάθηση (*Unsupervised Learning*)
- Εποπτευόμενη Μάθηση (*Supervised Learning*)
- Ενισχυτική Μάθηση (*Reinforcement Learning*)

(β) Ποια είναι η κύρια χρησιμότητα της μεθόδου *Principal Component Analysis (PCA)*;

(γ) Να αναφέρετε συνοπτικά τις διαφορές μίας μηχανής Boltzmann από μία Restricted Boltzmann Machine.

(δ) Ποια είναι η ειδοποιός διαφορά ενός παραγωγικού (generative) και ενός διακριτικού (discriminative) μοντέλου στατιστικής ταξινόμησης.

## Θέμα 2 (25%)

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας πιθανοτήτων μετάβασης  $P_{ij}, i = 1..7, j = 1..7$  μιας αλυσίδας Markov:

$$P = \begin{pmatrix} 1/4 & ? & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & ? & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & 0 & 1/4 & 0 & 1/4 \\ 0 & 1/6 & 0 & 1/3 & 0 & ? & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & ? & ? & 0 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5/6 & 1/6 \\ 0 & 0 & 1/2 & 0 & 1/4 & 0 & 1/4 \end{pmatrix}$$

- (α) Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα πιθανοτήτων μετάβασης.
- (β) Να χωρίσετε την αλυσίδα σε ανοιχτές και κλειστές κλάσεις επικοινωνίας.
- (γ) Να προσδιορίσετε την αναλλοίωτη κατανομή της αλυσίδας.
- (δ) Να υποθέσετε ότι, σε κάποιο βήμα, η αλυσίδα βρίσκεται στην κατάσταση 5 και ότι έχει παρέλθει το μεταβατικό φαινόμενο. Ποιος είναι ο αναμενόμενος αριθμός βημάτων που απαιτούνται για την πρώτη επιστροφή της αλυσίδας στην κατάσταση 5;

### Θέμα 3 (20%)

- (α) Να εξηγήσετε γιατί ο αλγόριθμος *Simulated Annealing* μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερες λύσεις από τον αλγόριθμο *Hill Climbing*, ο οποίος πραγματοποιεί πάντα βήματα που οδηγούν το σύστημα σε μικρότερη ενέργεια.
- (β) Χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο *Simulated Annealing* να προσεγγίσετε το ελάχιστο της συνάρτησης:

$$f(x) = x^4 + x^3 - 5x^2 - x + 10$$

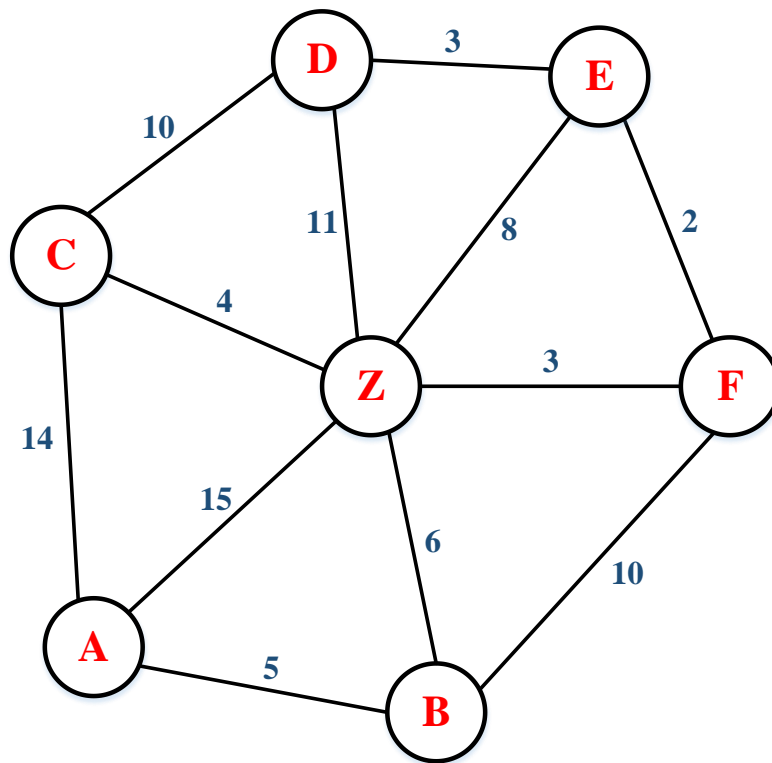
Θεωρώντας ως ενέργεια  $E$  τις τιμές που λαμβάνει η  $f(x)$ , ο αλγόριθμος εκτελείται για τιμές θερμοκρασίας από  $T_{start} = 2$  έως  $T_{end} = 0.5$ . Η θερμοκρασία μειώνεται σε κάθε επανάληψη του αλγορίθμου κατά 20%, ενώ επιλέγεται ως νέα τιμή του  $x$  εκείνη που απέχει από την τρέχουσα όσο ένας τυχαίος αριθμός  $d$  ομοιόμορφα κατανομημένος στο διάστημα  $[-1, +1]$ . Να θεωρήσετε αρχικές τιμές  $x_c = 0.8$  με  $E_c = f(0.8) = 6.922$ .

Σας δίνονται δύο ομάδες τιμών που έχουν παραχθεί με τη βοήθεια γεννητριών ψευδοτυχαίων αριθμών. Η πρώτη περιλαμβάνει τιμές που έχουν παραχθεί από την ομοιόμορφη κατανομή στο διάστημα  $[-1, +1]$  και θα χρησιμοποιηθεί για την επιλογή του επόμενου  $x$ . Η δεύτερη περιλαμβάνει αριθμούς που έχουν παραχθεί από την ομοιόμορφη κατανομή στο διάστημα  $[0, +1]$  και θα χρησιμοποιηθεί στις συγκρίσεις που πραγματοποιεί ο αλγόριθμος *Metropolis-Hastings*.

- 1<sup>η</sup> ομάδα: 0.21, -0.45, -0.73, 0.12, -0.50, -0.66, -0.98, 0.25, 0.37
- 2<sup>η</sup> ομάδα: 0.434, 0.052, 0.167, 0.923, 0.076

### Θέμα 4 (15%)

Να εκτελέσετε τον αλγόριθμο Bellman-Ford για να βρείτε τις συντομότερες διαδρομές από τον κόμβο A προς τους υπόλοιπους κόμβους του ακόλουθου γράφου:



Σε κάθε ακμή του γράφου έχει σημειωθεί το κόστος της μετάβασης ανάμεσα στις δύο άκρες του, ίσο και προς τις δύο κατευθύνσεις. Στη λύση σας να συμπεριλάβετε τις τιμές των labels των κόμβων του γράφου και τη σειρά με την οποία γίνεται η ανανέωσή τους, καθώς και τον τελικό γράφο με τις συντομότερες διαδρομές, όπως προκύπτει από την εκτέλεση του αλγορίθμου Bellman-Ford.