ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2010)

7ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Μια εφαρμογή του αλγορίθμου simulated annealing για τον υπολογισμό ελάχιστων τιμών στο πλαίσιο του υπολογιστικού πειράματος

Σαράντος Ψυχάρης, Νικόλαος Οικονομίδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ψυχάρης Σ., & Οικονομίδης Ν. (2023). Μια εφαρμογή του αλγορίθμου simulated annealing για τον υπολογισμό ελάχιστων τιμών στο πλαίσιο του υπολογιστικού πειράματος . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 411–414. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5025

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 15/04/2025 05:29:04

Μια εφαρμογή του αλγορίθμου simulated annealing για τον υπολογισμό ελάχιστων τιμών στο πλαίσιο του υπολογιστικού πειράματος

Σαράντος Ψυχάρης[1], Νικόλαος Οικονομίδης[2]
spsycharis@gmail.com , nikolaos.e@gmail.com
[1] ΑΣΠΑΙΤΕ
[2] Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Οι σύγχρονες διδακτικές στρατηγικές προσδοκούν από τους εκπαιδευόμενους να είναι οι ίδιοι παραγωγοί της γνώσης. Από ερευνητικά αποτελέσματα έχει επίσης προκύψει ότι μια από τις νοηματοδοτούμενες μορφές μάθησης είναι η μοντελοποίηση σε υπολογιστικά περιβάλλοντα μέσα στα οποία ο εκπαιδευόμενος θα χτίσει αναπαραστατικά, και κυρίως εκφραστικά, μοντέλα προσομοίωσης. Στην εργασία εφαρμόζουμε μια υπολογιστική προσομοίωση του αλγορίθμου simulated annealing που δημιουργήθηκε με τη γλώσσα Java με σκοπό τη διερεύνηση του Υπολογιστικού Πειράματος στην «προσέγγιση της μάθησης» και σε συγκεκριμένους «δείκτες μοντελοποίησης».

Λέξεις κλειδιά: υπολογιστικό πείραμα, annealing, δείκτες μοντελοποίησης

Εισαγωγή

Η θεωρία της μοντελοποίησης είναι πρωταρχικά μια θεωρία της επιστήμης, αλλά και μια θεωρία «περί» της επιστημονικής θεωρίας και πρακτικής, και συνδέεται και με την φιλοσοφία της επιστήμης. Ένα επιστημονικό μοντέλο είναι ένα εννοιολογικό σύστημα το οποίο απεικονίζεται (προβάλλεται), στο πλαίσιο μιας θεωρίας, σε ένα ειδικό μοτίβο (pattern) του πραγματικού κόσμου, με σκοπό να αναπαραστήσει αυτό το μοτίβο αξιόπιστα και ως προς το περιεχόμενο και ως προς τις λειτουργίες του, πάντα όμως ενταγμένο στο πλαίσιο μιας ήδη καθιερωμένης θεωρίας (Halloun, 2006).

Σύμφωνα με τους Tseitlin και Gallili (2005) το μοντέλο είναι ο ενδιάμεσος «πράκτορας» ανάμεσα στα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου και ενός συστήματος από βασικές αρχές (θεωρία). Το μοντέλο μπορεί να έχει διερευνητικές λειτουργίες (περιγραφή μοτίβων, εξηγήσεις, προβλέψεις) και «επινοητικές» λειτουργίες όπως έλεγχο ή αλλαγή των υπαρχόντων συστημάτων, ώστε να παραγάγουν μοτίβα (patterns) που να αντιστοιχούν στο μοντέλο ή ακόμα και παραγωγή δεδομένων από ένα μοτίβο, ώστε να αντιστοιχούν σε ένα φυσικό σύστημα.

Συνθέτοντας τη θεωρία της μοντελοποίησης και τις αρχές της προσομοίωσης, προκύπτει ο όρος μοντέλο προσομοίωσης (simulation model). Με αυτό εννοούμε το σύνολο των υποθέσεων για τη λειτουργία ενός φυσικού συστήματος, εκφρασμένων υπό μορφή μαθηματικών ή λογικών σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων-οντοτήτων-μεταβλητών-παραμέτρων του συστήματος (κωδικοποιημένων σε πρόγραμμα υπολογιστή). Η προσομοίωση πραγματοποιείται πάντα σε μοντέλο και όχι στο πρωτότυπο σύστημα. Το μοντέλο της προσομοίωσης εντάσσεται στην Υπολογιστική Επιστήμη μέσω του

Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου
με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», τόμος ΙΙ, σ. 411-414
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 23-26 Σεπτεμβρίου 2010

υπολογιστικού πειράματος, ώστε να ενταχθούν και οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση σε ένα Επιστημονικό πλαίσιο με τη χρήση των αρχών της Υπολογιστικής Επιστήμης.

Σύμφωνα με τον Hestenes (1999) στο μοντέλο θα πρέπει να περιλαμβάνονται τέσσερις τύποι δομών, καθεμία από τις οποίες θα έχει εσωτερικές και εξωτερικές συνιστώσες: α) Η Συστημική δομή που προσδιορίζει τη σύνθεση (εσωτερικά μέρη του συστήματος, τους εξωτερικούς παράγοντες που συνδέονται με το σύστημα και τις διασυνδέσεις (εσωτερικές και εξωτερικές αιτιατές σχέσεις), β) Η Γεωμετρική δομή που προσδιορίζει τη θέση του συστήματος σχετικά με ένα σύστημα αναφοράς και επίσης τους σχηματισμούς του συστήματος (δηλαδή τις γεωμετρικές σχέσεις ανάμεσα στα τμήματα του συστήματος), γ) Η Χρονική δομή που προσδιορίζει τις μεταβάσεις του συστήματος και την αλλαγή των τιμών των καταστατικών μεταβλητών, και δ) Η Δομή αλληλεπίδρασης που εκφράζεται μέσω των διασυνδέσεων ανάμεσα στα τμήματα και το περιβάλλον

Υπολογιστικό Πείραμα - Ο Αλγόριθμος Simulated Annealing

Ο Kickpatrick (1983) πρότεινε έναν αλγόριθμο ο οποίος βασίζεται στην αναλογία μεταξύ σκλήρυνσης του μετάλλου και του προβλήματος βελτιστοποίησης συνδυαστικών προβλημάτων. Σε κάθε βήμα του αλγορίθμου βρίσκουμε μια τυχαία κοντινή λύση, η οποία επιλέγεται με τυχαία πιθανότητα. Αυτή η πιθανότητα, εξαρτάται από την ολική «θερμοκρασία» του συστήματος, κατά ανάλογο τρόπο με την τεχνική annealing στην μεταλλουργία. Δηλαδή, η λύση αυτή επιλέγεται εντελώς τυχαία, όσο η θερμοκρασία/χρόνος του συστήματος είναι υψηλή. Όμως, όσο η θερμοκρασία/χρόνος του συστήματος μειώνεται, το σύστημα οδηγείται σε τοπικά «καλύτερες» λύσεις.

Μεθοδολογία Υπολογιστικού Πειράματος

Το μοντέλο προσομοίωσης θα πρέπει να είναι συμβατό με τα τρία τεχνικά κριτήρια: της αξιοπιστίας, της επαλήθευσης και της αποτίμησης (Ψυχάρης, 2009). Τα τεχνικά αυτά κριτήρια, μαζί με τα διδακτικά κριτήρια της λειτουργικής αξιοπιστίας, της εννοιολογικής αξιοπιστίας και τα εσωτερικά χαρακτηριστικά του, διασπώνται σε τρεις χώρους: ο χώρος Υπόθεσης, ο χώρος Πειράματος και ο χώρος Επαλήθευσης.

Στον χώρο Υπόθεσης θα πρέπει να πάρουμε απόφαση για το είδος του μοντέλου που θα χρησιμοποιήσουμε. Ο χώρος αυτός αποτελείται από το τεχνικό κριτήριο της αξιοπιστίας, το διδακτικό κριτήριο της λειτουργικής αξιοπιστίας και τον αλγόριθμο της προσομοίωσης. Σε αυτή τη φάση ο εκπαιδευόμενος κάνει υποθέσεις για το φυσικό φαινόμενο και με ποιον τρόπο μπορεί αυτό να προσομοιωθεί. Αυτός ο χώρος αποτελείται επίσης από τον υποχώρο των μεταβλητών και τον υποχώρο των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών και των παραμέτρων του πειράματος.

Από τον χώρο των Υποθέσεων περνάμε στον χώρο του Πειράματος και της Πρόβλεψης-Επαλήθευσης. Σε αυτό το στάδιο ο εκπαιδευόμενος υλοποιεί το μοντέλο προσομοίωσης, σε μια γλώσσα προγραμματισμού και σύμφωνα με τον αλγόριθμο και τις τεχνικές που έχει αποφασίσει. Στη συνέχεια ξεκινάει να κάνει πειράματα με το μοντέλο προσομοίωσης, τα οποία στο τέλος επαληθεύει. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει το τεχνικό κριτήριο της αποτίμησης και το διδακτικό κριτήριο της εννοιολογικής αξιοπιστίας.

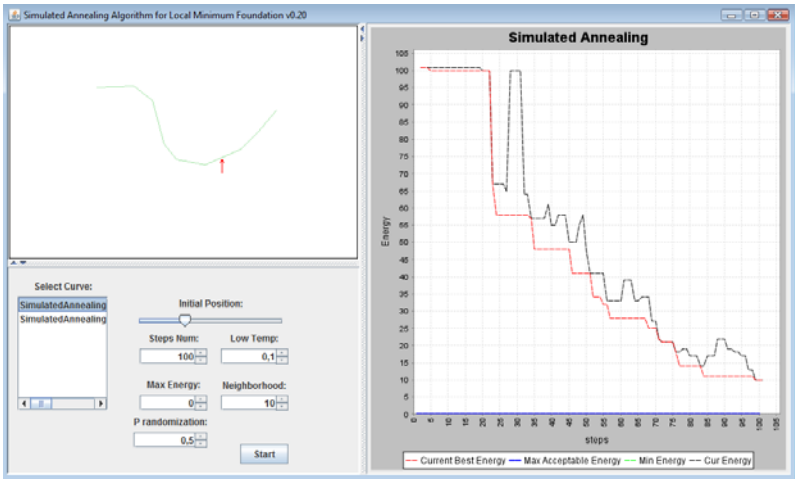
Τα Βήματα του Αλγορίθμου

Τα βήματα του αλγορίθμου είναι:

1. init curState, newState, bestState, kmax, k=0
2. k=k+1

3. newState = getNeighbour(curState)
4. if newState < bestState then bestState = newState
5. if P() >= randomNumber then curState = newState
6. If k<kmax and bestState!=goodEnoughState then goto 2
7. exit()

Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, οι εκπαιδευόμενοι ήταν δυνατόν να επέμβουν σε παραμέτρους του αλγορίθμου και να παρακολουθούν τα αποτελέσματα της λύσης που πρότειναν για την εύρεση του χαμηλότερου σημείου, σε έναν χώρο παρατήρησης.



Σχήμα 3. Η εξομοίωση του αλγορίθμου simulated annealing στη διάρκεια του υπολογιστικού πειράματος

Μεθοδολογία έρευνας

Τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας είναι:

- Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στους δείκτες του μοντέλου όπως περιγράφηκαν από τον Hestenes (1999) και της προσέγγισης στη μάθηση;
- Υπάρχει μεταβολή στη προσέγγιση της μάθησης και των δεικτών μοντέλου μετά από ένα υπολογιστικό πείραμα;

Το πείραμα έγινε σε δυο τμήματα προπτυχιακών της ΑΣΠΑΙΤΕ (Μηχανολόγους και Ηλεκτρολόγους) και είχε διάρκεια 3 ώρες. Αρχικά οι φοιτητές (αριθμός φοιτητών 25) συμμετείχαν σε 2 ερωτηματολόγια που αφορούσαν την «προσέγγιση στη μάθηση» και τους «δείκτες μοντέλου», πριν και μετά την παρέμβαση. Η βαθμολόγηση της προσέγγισης στη μάθηση έγινε ως εξής: βαθμός 1 για την εννοιολογική προσέγγιση, βαθμός 2 για την μαθηματική προσέγγιση (η μαθηματική προσέγγιση αναφέρεται απλά στη χρήση μαθηματικών τύπων και όχι στην αλγοριθμική σκέψη) και βαθμός 3 για την προσέγγιση που βασίζεται απλά στην πληροφορία. Για τους δείκτες του μοντέλου (συστημική δομή, γεωμετρική δομή, χρονική δομή, δομή αλληλεπίδρασης) ο βαθμός 1 αντιστοιχεί στην αναγνώριση και των τεσσάρων δεικτών, ο βαθμός 2 στην μερική αναγνώριση των δεικτών και ο δείκτης 3 στην διαπίστωση από τον εκπαιδευόμενο ότι οι 4 δείκτες δεν υπήρχαν στο υπολογιστικό πείραμα. Αρχικά αναλύθηκαν θεωρητικά οι δείκτες μοντέλου και στη συνέχεια οι καθηγητές και οι εκπαιδευόμενοι δημιούργησαν από κοινού τον αλγόριθμο και

το μοντέλο. Αρχικά παρουσιάσθηκαν στους φοιτητές τέσσερεις εικόνες και άρχισε ή συζήτηση για την εύρεση του χαμηλότερου ή υψηλότερου σημείου, όταν κάποιος βρίσκεται στην έρημο και αναζητά σημεία για να προχωρήσει.

Αποτελέσματα

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τις μέσες τιμές της «προσέγγισης στη μάθηση» και τη μέση τιμή των δεικτών μοντέλου πριν και μετά τη παρέμβαση του υπολογιστικού πειράματος. Η μέση τιμή για την προσέγγιση στη μάθηση ήταν πριν την παρέμβαση 2,44 και η μέση τιμή για τους «δείκτες μοντέλου» πριν την παρέμβαση ήταν 2,45. Μετά την παρέμβαση η μέση τιμή της «προσέγγισης στη μάθηση» μεταβλήθηκε σε 1,44 και η μέση τιμή για τους «δείκτες μοντέλου» σε 1,52.

Πίνακας 1. Σύγκριση των μέσων τιμών για τη «προσέγγιση στη μάθηση»

Σύγκριση μέσων τιμών						
			95% Confidence Interval of the Difference			
Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df
1,000	,764	,153	,685	1,315	6,547	24
,92000	,81240	,16248	,58466	1,25534	5,662	24

Όσον αφορά στην προσέγγιση στη μάθηση (πρώτη γραμμή στον Πίνακα 1), το διάστημα εμπιστοσύνης της διαφοράς είναι 0,685 έως 1,315 και δεν περιέχει το μηδέν είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο 0,001. Όσον αφορά στους δείκτες του μοντέλου (δεύτερη γραμμή στον Πίνακα 1), το διάστημα εμπιστοσύνης της διαφοράς είναι 0,584 έως 1,255 και δεν περιέχει το μηδέν είναι επίσης στατιστικά σημαντική σε επίπεδο 0,001. Επίσης ο συντελεστής Pearson Correlation για την «προσέγγιση στη μάθηση μετά την παρέμβαση» και τους «δείκτες μοντέλου μετά την παρέμβαση» είναι 0,714.

Συμπεράσματα

Από την εργασία προκύπτουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση του Υπολογιστικού πειράματος σε φοιτητές τριτοβάθμιου ιδρύματος, τόσο σχετικά με την προσέγγιση στη μάθηση όσο και με τους δείκτες μοντελοποίησης. Η έρευνα αυτή θα συνεχισθεί σε: α) κατασκευή από τους ίδιους τους φοιτητές μοντέλων προσομοίωσης, β) στην διερεύνηση του Υπολογιστικού πειράματος στην μαθησιακή επίδοση.

Αναφορές

Halloun, I. (2006). *Modeling Theory in Science Education*. Springer.

Hestenes, D. (1999). The scientific method. *American Journal of Physics*, 67, 274.

Kickpatrick, S., Gelatt, C. D., & Vecchi, M. P. (1983). Optimization by simulated annealing. *Science*, 220, 671-680.

Tseitlin, M., & Gallili, I. (2005). Teaching physics in looking for its self: from a physics-discipline to a physics-culture. *Science & Education* 14, 235-261.

Ψυχάρης, Σ. (2009). *Εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.