



## Προηγμένοι αλγόριθμοι για καλύτερες σιδηροδρομικές μεταφορές

Με μεγαλύτερη ακρίβεια θα μπορούν πλέον να πραγματοποιούνται τα δρομολόγια των ευρωπαϊκών τρένων, χάρη σε νέα υπολογιστικά μοντέλα και αλγοριθμικές μεθόδους που προέκυψαν από το Ζετές ερευνητικό έργο ARRIVAL, συγχρηματοδοτούμενο από την ΕΕ. Στο έργο συνεργάστηκαν ερευνητές από 12 πανεπιστήμια της Ευρώπης και ο γαλλικός οργανισμός σιδηροδρόμων SNCF, με συντονιστή και επιστημονικό υπεύθυνο τον Χρήστο Ζαρολιάγκη, καθηγητή του Πανεπιστημίου Πατρών και επικεφαλής της ερευνητικής ομάδας του Ερευνητικού Ακαδημαϊκού Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών (EAITY) που συμμετείχε στο ARRIVAL.

Το έργο ARRIVAL διεξήγαγε θεμελιώδη έρευνα για τον καλύτερο προγραμματισμό των δρομολογίων και κυρίως για την αυτοματοποιημένη, έγκαιρη και αποτελεσματική αντιμετώπιση των καθυστερήσεων σε αυτά, διατηρώντας παράλληλα το επίπεδο ασφάλειάς τους. Για το ARRIVAL χρειάστηκε να γίνει εξέταση νέων εννοιών και μεθόδων αλγοριθμικής έρευνας, οι οποίες προήγαγαν σημαντικά τη θεωρία που είναι αναγκαία για την αποτελεσματική αντιμετώπιση μεγάλων και πολύπλοκων προβλημάτων βελτιστοποίησης, όπως είναι αυτά που παρατηρούνται στα δίκτυα σιδηροδρόμων.

Οι νέοι αλγόριθμοι που αναπτύχθηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποτελεσματικότερη οργάνωση της διαχείρισης της σιδηροδρομικής υποδομής: από τον προγραμματισμό των δρομολογίων, τον ορισμό των αποβάθρων, την κατανομή του προσωπικού και των μεταφερόμενων φορτίων, μέχρι την αντιμετώπιση των καθυστερήσεων ενόσω αυτές συμβαίνουν, με την αλλαγή δρομολογίου ή των ωρών άφιξης/αναχώρησης των αμαξοστοιχιών. Οι αλγόριθμοι αυτοί μπορούν να έχουν εφαρμογές και σε άλλα πεδία, όπως για παράδειγμα στα συστήματα πλοήγησης οδικής κυκλοφορίας, στα βιομηχανικά συστήματα διαχείρισης της ροής εργασιών, στο ηλεκτρονικό εμπόριο, στα δίκτυα ομοτίμων (peer to peer networks), στα δίκτυα υπολογιστικών πλεγμάτων και στην υγειονομική περίθαλψη.

Σύμφωνα με τον Χ. Ζαρολιάγκη, τα "μυστικά της επιτυχίας" ήταν η ανάπτυξη νέου θεωρητικού υποβάθρου, εννοιών και μεθόδων, και η διεπιστημονική έρευνα μεταξύ επιστημόνων πληροφορικής, επιχειρησιακής έρευνας και μαθηματικών. Το "κλειδί" της επιτυχημένης αξιοποίησης των αποτελεσμάτων έγκειται στο γεγονός ότι όχι μόνο έγινε σημαντική προαγωγή θεωρητικής έρευνας, αλλά και στο ότι επαληθεύτηκε πειραματικά το 95% των αλγοριθμικών μεθόδων που παρήχθησαν. Έτσι οι μέθοδοι αυτοί μπορούν πλέον να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη προηγμένου λογισμικού για τις σιδηροδρομικές μεταφορές.

Όπως επισημαίνει στο "Καινοτομία, Έρευνα και Τεχνολογία" ο Χρ. Ζαρολιάγκης: "Η συνεισφορά της ελληνικής ερευνητικής ομάδας ήταν κεντρική στο έργο. Καταρχάς, είχε τον συντονισμό και την επιστημονική ευθύνη όλο του έργου. Στο καθαρά επιστημονικό μέρος, συνέβαλε καθοριστικά στην ανάπτυξη εναλλακτικών πλάνων δρομολογίων που είναι ανθεκτικά σε καθυστερήσεις, καθώς και στην ταχύτερη εύρεση βέλτιστων δρομολογίων επιβατών. Για να δώσω ένα παράδειγμα συνεισφοράς, οι καλύτεροι μέθοδοι πριν την έναρξη του έργου έβρισκαν ένα βέλτιστο δρομολόγιο επιβατών σε μερικά δευτερόλεπτα, ενώ με τις μεθόδους που αναπτύξαμε στο πλαίσιο του ARRIVAL φτάσαμε σε χρόνους μικρότερους του χιλιοστού του δευτερολέπτου."

Τα αποτελέσματα της έρευνας εφαρμόζονται ήδη από σιδηροδρομικές επιχειρήσεις σε όλη την Ευρώπη για την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των σιδηροδρομικών δικτύων, από την

άποψη τόσο του συντονισμού των δρομολογίων όσο και της διαχείρισης απρόβλεπτων συνθηκών. Τα αποτελέσματα του έργου ARRIVAL εφαρμόστηκαν με επιτυχία στις Κάτω Χώρες, στη Γερμανία και στην Ελβετία.

Ενδεικτικά, οι αλγόριθμοι του ARRIVAL χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία ενός νέου πίνακα δρομολογίων για το ολλανδικό εθνικό σύστημα σιδηροδρόμων, το οποίο διαχειρίζεται κάθε μέρα 5.500 συρμούς. Σήμερα, το ολλανδικό εθνικό σύστημα είναι ένα από τα πλέον αποτελεσματικά δίκτυα σιδηροδρόμων στην Ευρώπη. Στο Βερολίνο, ο μέσος χρόνος αναμονής στο μετρό μειώθηκε από τα 4 στα 2 λεπτά, χάρη στην εφαρμογή αλγορίθμων του ARRIVAL. Οι ελβετικοί σιδηρόδρομοι βελτίωσαν επίσης τον προγραμματισμό των δρομολογίων τους, για τη δρομολόγηση επιπλέον συρμών σε σιδηροδρομικές γραμμές υψηλής πυκνότητας δρομολογίων (και κινδύνου) που χρησιμοποιούνται από συρμούς τόσο εμπορευματικών όσο και επιβατικών μεταφορών.

Ενδιαφέρον για την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής εκδηλώνεται και από άλλες σιδηροδρομικές επιχειρήσεις σε όλη την Ευρώπη. Οι δοκιμές που έγιναν στην Ιταλία, στους σταθμούς του Παλέρμου και της Γένοβας, είχαν ως συνέπεια τη μείωση των καθυστερήσεων κατά 25% έως 50%. Βελτιώνοντας την αποτελεσματική λειτουργία των σιδηροδρόμων, αυτή η νέα αλγοριθμική τεχνολογία προσπορίζει οφέλη σε όλους τους Ευρωπαίους που χρησιμοποιούν τα σιδηροδρομικά δίκτυα. Αξίζει να σημειωθεί ότι, κατά μέσον όρο, κάθε Ευρωπαίος διανύει με τον σιδηρόδρομο περίπου 800 χιλιόμετρα ετησίως.

Αναφερόμενος στην πιθανή αξιοποίηση των αποτελεσμάτων του έργου σε εθνικό επίπεδο, ο Έλληνας ερευνητής υπογραμμίζει ότι αυτό απαιτεί αρκετή προεργασία, επειδή οι ελληνικοί σιδηρόδρομοι δεν είναι στο ίδιο επίπεδο με τους ευρωπαϊκούς και τα προβλήματα βελτιστοποίησης που αντιμετωπίζουν οι ελληνικοί σιδηρόδρομοι είναι διαφορετικά. "Το τελευταίο διάστημα είμαστε σε επαφή με τη νέα διοίκηση της ΤΡΑΙΝΟΣΕ προκειμένου να δούμε πώς μπορούμε να βοηθήσουμε" δηλώνει ο κ. Χ. Ζαρολιάγκης.

Το ερευνητικό έργο ARRIVAL (Algorithms for Robust and online Railway optimization: Improving the Validity and reliability of Large scale systems) ξεκίνησε το 2006 με τη συνεργασία ερευνητών από 12 πανεπιστήμια της Ελλάδας, της Ισπανίας, της Ιταλίας, της Γερμανίας, της Ελβετίας και των Κάτω Χωρών, και από τον γαλλικό οργανισμό σιδηροδρόμων SNCF. Η ΕΕ διέθεσε το ποσό των 3,2 εκατομμυρίων ευρώ για το έργο, κυρίως μέσω του ερευνητικού προγράμματος "Μελλοντικές και αναδυόμενες τεχνολογίες" (6ο Πρόγραμμα Πλαίσιο για την έρευνα).

Το ARRIVAL έχει κερδίσει 15 διεθνή επιστημονικά βραβεία, ανάμεσα στα οποία και το Edelman 2008, το οποίο θεωρείται το αντίστοιχο βραβείο Νόμπελ της εφαρμοσμένης επιχειρησιακής έρευνας. Μάλιστα, το έργο επιλέχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για παρουσίαση στα διεθνή MME ως ένα από τα πλέον επιτυχημένα ευρωπαϊκά έργα, με συνέπτευξη Τύπου που έδωσε η επίτροπος κα Neelie Kroes, τον Ιούλιο, στις Βρυξέλλες.



ARRIVAL  
<http://arrival.cti.gr>

Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας  
Υπολογιστών  
<http://www.cti.gr>