

Επιχειρήσεις εν κινήσει

Οι κινητές εφαρμογές του όχι μακρινού μέλλοντος

Οι πρώτοι συνειρμοί στο γενικό τίτλο "κινητό επιχειρείν" πιθανότατα σχετίζεται με έννοιες όπως λήψη και διαβίβαση παραγγελιών, ασφαλείς ασύρματες εταιρικές επικοινωνίες και εφαρμογές τους (groupware, τηλεδιάσκεψη, e-mail), τηλε-εργασία και μεγάλη γεωγραφική κατανομή της εταιρίας. Τα αναμενόμενα οφέλη για την εταιρία από τέτοιες κινήσεις είναι η ελαχιστοποίηση του χρόνου διαβίβασης παραγγελιών, η βελτιστοποίηση της ποιότητας της όλης διαδικασίας (π.χ. δυνατότητα πρόσβασης σε συνεχώς μεταβαλλόμενους τιμοκαταλόγους και σε αποθήκες για έλεγχο διαθεσιμότητας), η μείωση του χρόνου ενημέρωσης των εργαζομένων, ο περιορισμός της ανάγκης ενοικίασης χώρων, η δυνατότητα αξιοποίησης εργαζομένων που διαμένουν μακριά, οι ευέλικτες εργασιακές σχέσεις, και άλλα σχετικά. Εκτός, όμως, από αυτά, υπάρχουν και οι "καθαρόαιμες" κινητές επιχειρήσεις, των οποίων το ίδιο το αντικείμενο είναι κινητό και η παραγωγή δεν γίνεται απλά στο δρόμο, αλλά με μία έννοια, *είναι* ο δρόμος.

Υπάρχουν αρκετές τέτοιες κατηγορίες επιχειρήσεων, οι οποίες με την παγκόσμια αναδιάρθρωση της παραγωγής γίνονται ολοένα και περισσότερο επίκαιρες. Ανάμεσα στα χαρακτηριστικά στοιχεία της αναδιάρθρωσης τα οποία θα επηρεάσουν σε αυτή την κατεύθυνση την αγορά, είναι η γιγάντωση των παραγωγικών επιχειρήσεων, η μεταφορά πολλών παραγωγικών δραστηριοτήτων στην ανατολή, καθώς και το outsourcing εκτός από υπηρεσιών και παραγωγής. Σε αυτά προστίθενται οι δυνατότητες που προσφέρει το Internet και οι σύγχρονες τηλεπικοινωνιακές υποδομές: πρώτον η προώθηση προϊόντων στους τελικούς καταναλωτές μέσω του Internet, δηλαδή το B2C ηλεκτρονικό εμπόριο. Δεύτερον, η ανάπτυξη των ασύρματων επίγειων και μη επικοινωνιών και της κινητής τηλεφωνίας που είχε ως αποτέλεσμα την αποδέσμευση της επικοινωνίας από συγκεκριμένη γεωγραφική θέση και από το καλώδιο, η ενοποίηση των δικτύων, η αδιαφορία για το τι υπάρχει από το επίπεδο 4 του OSI και κάτω, και τα σχετικά. Τρίτον, η ανάπτυξη φορητών συσκευών με ασφαλή ασύρματη σύνδεση που επιτρέπουν την αμφίδρομη επικοινωνία από οπουδήποτε και χωρίς την ανάγκη μεταφοράς άβολων συσκευών.

Στο περιβάλλον αυτό, τα είδη των κινητών εφαρμογών περιορίζονται μόνο από τη φαντασία, τα δε προϊόντα επιχειρούν να εισβάλλουν παντού, στις τσέπες, στα ρούχα και στο αυτοκίνητο και αναζητούν χρησιμότητα και πεδία εφαρμογής. Εκτός από τις κατηγορίες κινητών εφαρμογών που είναι ήδη σε ανάπτυξη και σύντομα θα χαρακτηριστούν ως κλασικές, θα διακρίνουμε δύο μεγάλες κατηγορίες κινητών εφαρμογών με πολλές υποκατηγορίες και εξειδικεύσεις, οι οποίες κατά τη γνώμη πολλών ήπιων αναλυτών είναι που θα αποτελέσουν δύναμη ώθησης της αγοράς στο μεσοπρόθεσμο μέλλον. Η πρώτη είναι τα προβλήματα δρομολόγησης σε όλες τις παραλλαγές τους και η δεύτερη είναι τα προβλήματα χωροθέτησης, τα οποία βρίσκουν εντυπωσιακά ευρύτερο πεδίο εφαρμογής από αυτό που αρχικά φαντάζεται κανείς.

Εφαρμογές δρομολόγησης

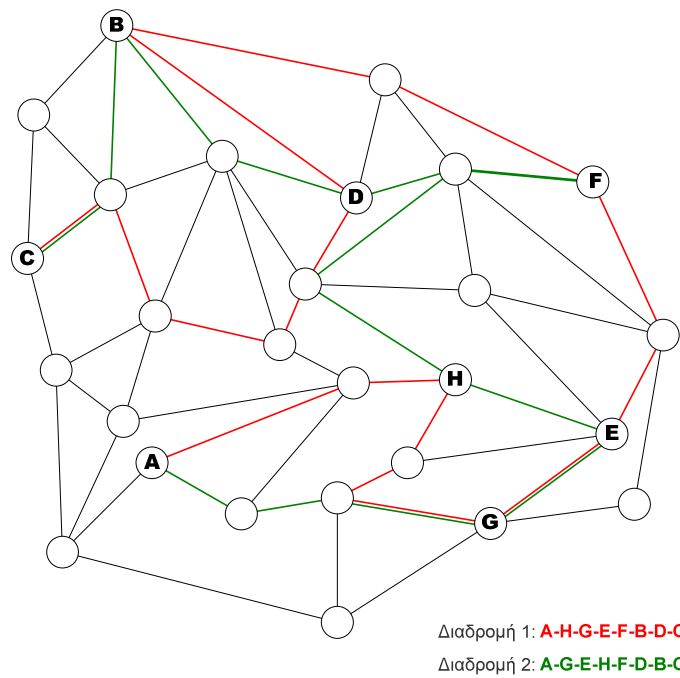
Σχετικά πρόσφατα, τα προβλήματα δρομολόγησης αποτέλεσαν μόδα που δεν έχει ακόμη παρέλθει και δεν αναμένεται να παρέλθει τώρα κοντά, κάτω από τη γενικότερη κατηγορία των logistics. Για την ιστορία, η λέξη δεν προέρχεται από το ελληνικό "λογισμός", αλλά από το γαλλικό "loger", και πρωτοεμφανίστηκε στον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο σχετικά με

τον εφοδιασμό των γαλλικών στρατευμάτων. Η πιστότερη απόδοση του όρου στα ελληνικά πιστεύουμε ότι είναι η λέξη "εφοδιαστική". Προβλήματα εφοδιαστικής, λοιπόν, είναι κατ'εξοχήν προβλήματα όπου η κίνηση και ο δρόμος *είναι* η παραγωγή και όχι η παραγγελιά ή η επιδίωξη της παραγωγής. Τα προβλήματα εφοδιαστικής είναι αντιληπτά ως προβλήματα δρομολόγησης με τα οποία ασχολείται για δεκαετίες η επιστημονική κοινότητα.

Τα προβλήματα δρομολόγησης ορίζονται πάνω σε γράφους στο επίπεδο. Ένας γράφος είναι ένα σύνολο από σημεία καθένα από τα οποία συνδέεται με τα γειτονικά του με κάποιους δρόμους (ακμές). Κάθε σημείο και κάθε ακμή έχει κάποια χαρακτηριστικά (attributes) και όσο περισσότερα είναι αυτά τα χαρακτηριστικά, τόσο περισσότερο σύνθετα προβλήματα δρομολόγησης μπορούν να οριστούν πάνω σε ένα γράφο. Το προφανές χαρακτηριστικό μιας όδευσης που συνδέει δύο σημεία είναι το μήκος της, όμως αυτό δεν είναι από μόνο του ικανό (με την μαθηματική έννοια) για να ορίσει την βέλτιστη μετάβαση μεταξύ των δύο σημείων. Άλλα χαρακτηριστικά είναι η χωρητικότητα της όδευσης, δηλαδή ο μέγιστος αριθμός μεταβάσεων που μπορεί να εξυπηρετήσει στη μονάδα του χρόνου, το κόστος χρήσης της (πάγιο και ανά μονάδα διακινούμενου προϊόντος), ο τύπος των διακινήσεων που επιτρέπονται, και άλλα.

Τα δίκτυα υπολογιστών και το Internet μπορούν επίσης να παρασταθούν με τη βοήθεια γράφων. Μιλώντας στο δικό μας πλαίσιο, οι γράφοι παριστάνουν συγκοινωνιακά (οδικά ή άλλα, ανάλογα με την εμβέλεια) δίκτυα. Χαρακτηριστικά αυτών των δικτύων δεν είναι μόνο οι κατευθύνσεις / προορισμοί και οι δρόμοι που υπάρχουν μεταξύ τους, αλλά και οι τύποι των οχημάτων που κινούνται σε αυτά (εν προκειμένω, για οδικά δίκτυα) καθώς και η κατάστασή τους η οποία μεταβάλλεται συνεχώς με το χρόνο. Στο σχήμα 1 φαίνεται ένα σχετικά απλό παράδειγμα διανομής πάνω σε ένα οδικό συγκοινωνιακό δίκτυο που παριστάνεται με τη μορφή ενός γράφου. Πρόκειται για το πρόβλημα διανομής προϊόντων στα σημεία BCDEFGH με αφετηρία το σημείο A και με οποιαδήποτε σειρά. Τα περισσότερα προβλήματα logistics είναι τέτοιου τύπου.

Σε τέτοιους χώρους, δεν υπάρχει μόνο ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης, αλλά πάρα πολλά. Η βέλτιστη διαδρομή μπορεί να ορίζεται με πολλούς τρόπους, για παράδειγμα ως εκείνη που έχει το μικρότερο μήκος, ή ως εκείνη που (υπολογίζεται ότι θα) είναι η πιο σύντομη χρονικά. Μπορεί, επίσης, να υπάρχουν διάφοροι περιορισμοί είτε σχετικά απλοί, του τύπου "η διανομή στο σημείο X πρέπει να έχει γίνει μέχρι την τάδε ώρα", είτε και πιο σύνθετοι του τύπου "ζητείται να χρησιμοποιηθούν τύποι οχημάτων των οποίων η αρχική πληρότητα θα είναι τουλάχιστον 90%" και, για να μην καταναλώνουμε χώρο, η ποικιλία τέτοιων προβλημάτων περιορίζεται μόνο από τη δημιουργική φαντασία.



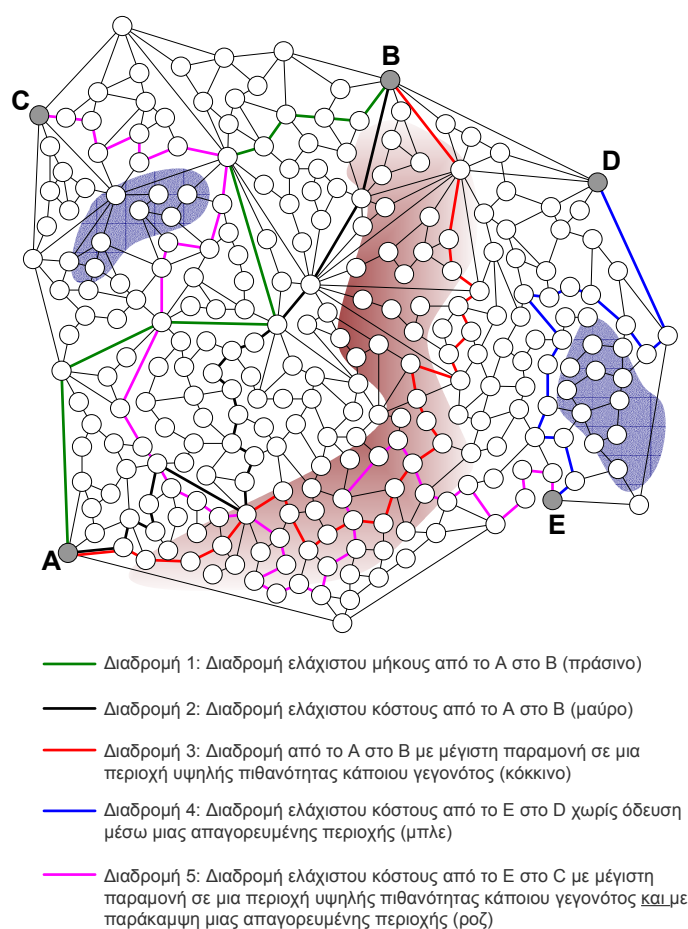
Σχήμα 1. Απλά προβλήματα διανομής

Πού εντοπίζεται η καταλληλότητα του προβλήματος για κινητές εφαρμογές; Η απάντηση είναι σχετικά εύκολο να δοθεί και δύσκολο να υλοποιηθεί. Η μεταβλητότητα των συνθηκών του συγκοινωνιακού γράφου μπορεί να είναι τόσο μεγάλη, που για λόγους που ανακύπτουν στην πορεία να καθίσταται αδύνατη η ολοκλήρωση της διανομής μέσα στον προβλεπόμενο χρόνο. Μια έξυπνη κινητή εφαρμογή μελετά τα δυναμικά μεταβαλλόμενα δεδομένα του συγκοινωνιακού δικτύου και αναπροσαρμόζει την διαδρομή ενημερώνοντας παράλληλα τους μεταφορείς. Η τεχνολογία που απαιτείται γι' αυτό είναι ήδη εδώ, η δε ψηφιακή χαρτογράφηση της χώρας μας είναι κάτι που κάποια στιγμή θα έχει ολοκληρωθεί. Στο σχήμα 1, λοιπόν, φαίνονται δύο διαδρομές διανομής από το σημείο Α στα BCDEFGH. Καμία από τις διαδρομές αυτές δεν φαίνεται ως η ελάχιστη σε μήκος, ωστόσο τα χαρακτηριστικά κάθε μίας από τις δύο εικονιζόμενες διανομές μπορεί να αποτελούν απαιτήσεις που δεν μπορούν να ικανοποιηθούν με τη λογική κάποιας ελάχιστης διαδρομής.

Η κατηγορία των προβλημάτων αυτών απαντάται κυρίως στον τομέα των διανομών η σημασία του οποίου γίνεται ολοένα και περισσότερο αντιληπτή αν κρίνει κανείς από τις επενδύσεις σε εταιρίες που ασχολούνται από οποιαδήποτε θέση (κατασκευή λογισμικού, consulting, ανάληψη υπερβολαβίων, παροχή υπηρεσιών για λογαριασμό τρίτων κλπ) με το θέμα.

Μια περισσότερο σύνθετη παραλλαγή των εφαρμογών δρομολόγησης είναι αυτή στην οποία η δρομολόγηση καθορίζεται όχι μόνο με στόχο τη διανομή, αλλά και την εξυπηρέτηση αιτήσεων οι οποίες μπορεί να προκύπτουν κατά τη διάρκεια του δρομολογίου. Τέτοιες είναι οι εφαρμογές τύπου "courier" και οδικής βοήθειας, όπου δεν απασχολεί μόνο η διανομή, αλλά είναι επιδιωκόμενο ο διανομέας να βρίσκεται μέσα σε μια γεωγραφική περιοχή στην οποία υπάρχει υψηλή πιθανότητα να εκδηλωθεί ζήτηση, όπως αντιλαμβανόμαστε εύκολα την κατάσταση στην περίπτωση του courier. Το επιπλέον στοιχείο που είναι αναγκαίο στον ορισμό του εν λόγω προβλήματος είναι η χωρική πυκνότητα της πιθανότητας εκδήλωσης συμβάντος, ενώ μια πληρέστερη εκδοχή περιλαμβάνει και περιοχές απαγόρευσης όδευσης για οποιοδήποτε λόγο.

Τα προβλήματα αυτά δυσκολεύουν καθώς η κατανομή πιθανότητας που έλκει ή απωθεί τη δρομολόγηση μεταβάλλεται με το χρόνο και μέσα στη διάρκεια του δρομολογίου. Στην περίπτωση αυτή πλέον δεν είναι διακριτά τα όρια (χρονικά και χωρικά) έναρξης και λήξης του δρομολογίου και μιλάμε πλέον για δυναμική δρομολόγηση εξυπηρετητών μεταξύ παροχών και καταναλωτών, μια πραγματικά και πλήρως κινητή επιχείρηση. Η ανάγκη για εξυπηρέτηση των ίδιων των εξυπηρετητών (λ.χ. τροφοδοσία και συντήρηση οχημάτων, εστίαση μεταφορέων κλπ) η οποία δημιουργεί επιχειρηματικό κόστος μπορεί να κάνει ακόμη περισσότερο ενδιαφέροντα και οπωσδήποτε πλήρως κατανεμημένα τα προβλήματα της κατηγορίας αυτής. Στο σχήμα 2 φαίνονται τέτοια σενάρια καθώς και κάποιες δρομολογήσεις μεταξύ σημείων λαμβανομένων υπόψη των παραδειγμάτων που αναφέραμε.



Σχήμα 2. Μερικά πιο σύνθετα προβλήματα δρομολόγησης

Εφαρμογές χωροθέτησης

Ποια είναι η καλύτερη τοποθέτηση ενός συγκεκριμένου αριθμού εξυπηρετητών καθένας από τους οποίους έχει γνωστά χαρακτηριστικά, σε ένα γεωγραφικό χώρο, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται μια επιθυμητή συμπεριφορά απόκρισης σε αιτήματα πελατών; Ερωτήματα αυτού του τύπου ορίζουν προβλήματα χωροθέτησης που βρίσκουν πολλές εφαρμογές σε πολλά πεδία. Η τοποθέτηση γραματοκιβωτίων σε μια περιοχή, με τρόπο που από οποιαδήποτε θέση αυτής να είναι προσβάσιμο ένα γραματοκιβώτιο διανύοντας απόσταση μικρότερη μιας τιμής, είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα. Η έννοια της απόστασης είναι σχετική και μπορεί να αφορά είτε τον πελάτη, είτε τον εξυπηρετητή. Μπορεί επίσης να ορίζεται ως κόστος μετάβασης πάνω σε καθορισμένης χωρητικότητας δρόμους, όπως είναι

τα οδικά δίκτυα, αλλά και οι τηλεπικοινωνιακές ασύρματες ζεύξεις της κινητής τηλεφωνίας.

Από πλευράς του εξυπηρετητή και αν εξαιρέσουμε τα γραμματοκιβώτια που είναι ακλόνητα, όλη η υποδομή αυτού του σχήματος ιδωμένου ως επιχειρηματική δραστηριότητα είναι κινητή. Κινητοί σταθμοί επισκευής οχημάτων που περιμένουν την εκδήλωση βλάβης, ασθενοφόρα που περιμένουν να ανταποκριθούν σε κλήσεις, βαγόνια εμπορικών τρένων και πλοία που δεν επιστρέφουν άδεια στη βάση τους μπορεί να είναι όλα παραδείγματα εξυπηρετητών. Στο σχήμα 3 φαίνεται το υπόβαθρο ενός ψηφιακού χάρτη της Αθήνας με τη χωροθέτηση 118 γραμματοκιβωτίων με στόχο τη μέγιστη κάλυψη του δήμου Αθηναίων (πηγή: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο).



Σχήμα 3. Χωροθέτηση γραμματοκιβωτίων στο Δήμο Αθηναίων.

Πηγή: ΕΜΠ, τμ. Χημ. Μηχ/κών, εργ. Υπολογιστικής Ρευστοδυναμικής

Γενικά το αντικείμενο της χωροθέτησης απασχολεί πολλές νέες επιχειρηματικές δραστηριότητες η επιτυχία των οποίων συναρτάται με τη δυνατότητα βέλτιστης απόκρισης σε αιτήσεις εξυπηρέτησης που προέρχονται από μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι:

Η διαχείριση αλυσίδας καταστημάτων λιανικής με δυνατότητα άμεσης ικανοποίησης παραγγελιών που λαμβάνονται από το Internet.

- Η τοποθέτηση αποθηκών με στόχο την βέλτιστη εξυπηρέτηση τροφοδοσίας επιχειρήσεων.
- Η επιλογή της θέσης τραπεζικών καταστημάτων, σταθερών τε και κινητών.
- Η επιλογή της θέσης τοποθέτησης κεραιών κινητής τηλεφωνίας.

- Η επιλογή της όδευσης γραμμών του μετρώ.

Η κινητή φύση

Είναι εύκολα αντιληπτό ότι οι περισσότεροι ενδιαφέροντες και δύσκολες εφαρμογές είναι αυτές που αποτελούν συνδυασμό εφαρμογών δρομολόγησης και χωροθέτησης πάνω σε δυναμικά μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα ζήτησης. Η κλασική, εμπειρική ή στατική δρομολόγηση δεν επαρκεί για τέτοιες περιπτώσεις, σε συνθήκες δε ανταγωνισμού, οποιαδήποτε βελτίωση της απόκρισης ή/και του κόστους είναι σημαντική. Είναι χαρακτηριστικές οι κινήσεις μεγάλων ομίλων όχι μόνο εκτός Ελλάδας, οι οποίοι επενδύουν στη διακίνηση υπό το γενικό τίτλο "μπαίνουμε στην αγορά των logistics". Στην πραγματικότητα πρόκειται για κάτι πολύ ευρύτερο, πλήρως κινητό και κατανοημένο, το οποίο έχει ακόμη αρκετό δρόμο μπροστά του.

Καμία τέτοια επιχειρηματική δραστηριότητα δεν μπορεί να στηθεί και να λειτουργήσει χωρίς κινητή υποδομή, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από απλά κινητά τηλέφωνα και συνδεδεμένα PDAs, μέχρι δορυφορικά συστήματα πλοήγησης φορητά ή εγκατεστημένα σε οχήματα, όλα αυτά συνδεδεμένα με συστήματα monitoring κυκλοφορίας, ζήτησης και ότι άλλο μπορεί να φανταστεί κανείς. Συσκευές χειρός, οχήματα με δυνατότητα λήψης οδηγιών πλοήγησης και δυνατότητα εκπομπής πληροφοριών κίνησης, αυτόματοι πωλητές που βγαίνουν off-line όταν δεν συμφέρει να είναι ενεργοί και ότι άλλο μπορεί να φανταστεί κανείς.

Η σκέψη, βέβαια, που έρχεται στο μυαλό είναι ότι στη χώρα μας όλα αυτά θα αργήσουν διότι δεν υπάρχει ψηφιακός χάρτης, δεν υπάρχει οργάνωση και τα σχετικά. Γι' αυτό ακριβώς το λόγο χαρακτηρίζουμε τις εφαρμογές αυτές ως "κινητές εφαρμογές του μέλλοντος". Σήμερα τα πράγματα έχουν ακόμη αρκετό δρόμο να διανύσουν, αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι ένα από τα περισσότερα γνωστά λογισμικά δρομολόγησης (ονόματα δεν χρειάζονται), διαφημίζεται ως επαρκές και αποτελεσματικό διότι χρησιμοποιεί ταχυδρομικούς κώδικες και όχι διευθύνσεις (...).

Πίσω από όλα αυτά

Αξίζει να αναφέρουμε τι βρίσκεται πίσω από όλα αυτά. Πώς γίνεται η βέλτιστη δρομολόγηση, χωροθέτηση, η δυναμική παρακολούθηση κλπ. Το πρώτο στοιχείο, αυτό της τεχνολογίας, το αναφέραμε ήδη: κινητές επικοινωνίες πάσης φύσεως και μορφής. Αν το στοιχείο αυτό είναι το "σώμα", το δεύτερο στοιχείο είναι το μυαλό. Πρόκειται για τη θεωρία και τους αλγόριθμους επίλυσης προβλημάτων συνδυαστικής βελτιστοποίησης σε διακριτούς χώρους (combinatorial optimization). Τα προβλήματα αυτά είναι μεγάλα υπολογιστικά προβλήματα που ορίζονται από συστήματα μη γραμμικών εξισώσεων και έχουν μη πολυωνυμική πολυπλοκότητα (np-complete).

Λόγω του μεγέθους τους, η επίλυσή τους με κλασικές αριθμητικές μεθόδους θα απαιτούσε πολύ μεγάλο χρόνο, ακόμη και με τους σημερινούς "γρήγορους" υπολογιστές. Για το σκοπό αυτό, η σύγχρονη τάση είναι να χρησιμοποιούνται ευριστικές μέθοδοι (heuristics) σε αλγόριθμους πολλών επιπέδων, ούτως ώστε η αναζήτηση λύσης να είναι στοχαστική και έντονα προσαρμοσμένη στο εκάστοτε πρόβλημα. Στην οικογένεια αυτών των προβλημάτων (αλλά εκτός σημερινού θέματος) ανήκουν τα προβλήματα προγραμματισμού παραγωγής. Στο πρακτικό επίπεδο, αυτό σημαίνει ότι δεν θα δούμε τώρα κοντά στην αγορά λογισμικό γενικής χρήσης ή έστω παραμετροποιήσιμο από το χρήστη που να επιλύει πολλά τέτοια προβλήματα με την καλύτερη βελτιστοποίηση στις εκάστοτε συνθήκες.

Κάθε τέτοιο πρόβλημα είναι (προς το παρόν) μοναδικό και απαιτεί την προσαρμογή του λογισμικού που το λύνει σε επίπεδο αλγορίθμων και όχι παραμέτρων. Γι αυτό ακριβώς το λόγο η κατάσταση βρίσκεται ακόμη σε ερευνητικό στάδιο και τα λίγα προϊόντα που κυκλοφορούν στην αγορά παρέχουν περιορισμένες και με πολλές παραδοχές λύσεις. Αυτό σημαίνει ότι όποιος ενδιαφέρεται να υλοποιήσει σήμερα μια τέτοια λύση, θα πρέπει να αναπτύξει κατά παραγγελίαν λογισμικό με το ανάλογο ρίσκο και το συνεπακόλουθο ενδεχόμενο κέρδος. Το βέβαιο είναι ότι το επόμενο μεγάλο βήμα της πληροφορικής, μετά από την μετονομασία της λογιστικής και της μισθοδοσίας σε ERP, θα είναι ακριβώς αυτό: η επίλυση καταγεγραμμένων προβλημάτων δρομολόγησης και χωροθέτησης και η ολοκλήρωσή τους με τα άλλα εταιρικά πληροφορικά συστήματα με χρήση κινητών επικοινωνιών και εφαρμογών. Εμείς αναμένουμε (και όχι μόνο) με ενδιαφέρον.

Β.Βεσκούκης