



Δεν είναι μεγαλύτεροι από ένα νόμισμα αλλά κρύβουν μέσα τους τεράστιες δυνατότητες. Υπολογίζουν με τρομερή ταχύτητα, επικοινωνούν, παράγουν ενέργεια, ανιχνεύουν τις τοπικές συνθήκες. Οι κόκκοι -ηλεκτρονικοί υπολογιστές θα γίνουν ακόμη πιο μικροί και πιο δυνατοί

# Τα Θαύματα της Εξυπνης Σκόνης

**Ο**ι πλέον πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις οδηγούν σε υπολογιστικές συσκευές με ιδιαίτερα μικρές διαστάσεις, χαμηλό κόστος και εντυπωσιακές δυνατότητες. Σε μερικά κυβικά εκατοστά συνυπάρχουν δυνατότητες υπολογισμού, ασύρματης επικοινωνίας, περιορισμένες πηγές ενέργειας καθώς και μικροί αισθητήρες για την ανίχνευση μεγάλης ποικιλίας τοπικών συνθηκών (θερμοκρασία, κίνηση, ραδιενέργεια, οσμική δραστηριότητα, τοξικότητα κλ.). Στο άμεσο μέλλον οι διαστάσεις τέτοιων συσκευών θα μειωθούν πλησιάζοντας την κλίμακα του χλωστού. Για αυτόν τον λόγο ήδη αποκαλούνται κόκκοι εξυπνης σκόνης (smart dust).

Τέτοιες μικροσυσκευές θα απλώνονται σαν σκόνη κατά εκατοντάδες χιλιάδες σε μια περιοχή. Έτσι, σχηματίζουν ένα προσορισμό και αδόμητο επι-

κοινωνικό δίκτυο, δύσκολα αντιληπτό από κάποιον που δεν γνωρίζει για το έξυπνο αυτό νέφος. Ο κάθε κόκκος σκόνης μπορεί τώρα να ανυψωθεί ένα κρίσιμο τοπικό συμβάν εν τη γενέσει του. Αυτός ο κόκκος σκόνης επικοινωνεί με γειτονικούς κόκκους και τους μεταφέρει την πληροφορία πραγματοποιήσης του συμβάντος. Ο εντοπισμός γειτονικών κόκκων γίνεται τη στιγμή που χρειάζεται, με τοπική αναζήτηση. Η πληροφορία, βήμα προς βήμα, διαδίδεται ταχύτατα προς ένα κέντρο ελέγχου.

Η βήμα βήμα μετάδοση σφενόχου ξοδεύει λίγη ενέργεια, σφενόχου είναι πολύ ασφαλής αφού παράγει μικρά και επομένως δύσκολα ανιχνεύσιμα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Επίσης, αν το κρίσιμο γεγονός συμβαίνει μακριά από το κέντρο αναφοράς, η μετάδοση σε ένα μικρό βήμα μπορεί να μην είναι καν εφικτή. Για την περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας, οι κόκκοι περιοδικά, και ο καθένας με δικό του τρόπο, επλέγουν να βρίσκονται είτε σε κα-

τάσταση ύπνου (οπότε δεν επικοινωνούν με άλλους κόκκους) είτε σε κατάσταση εγρήγορσης.

Πέρα από τις προφανείς στρατηγικές εφαρμογές, η εξυπνη σκόνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έγκυρο εντοπισμό πυρκαγιών ή πλημμυρών, ανίχνευση διαρροής ραδιενέργειας ή τοξικών ουσιών, παρακολούθηση σεισμικής δραστηριότητας σε δυσπρόσιτες για τον άνθρωπο περιοχές. Ακόμη για τη λεγόμενη μικρο-γεωργία (δηλαδή επιτευχθεί μέγιστης ακρίβειας σε γεωργική παραγωγή), την υγεία (όπως κατά την τηλε-παρακολούθηση φυσιολογικών δεδομένων του ανθρώπινου οργανισμού) αλλά και στην πρόγνωση καιρού, με τη διασπορά έξυπνων κόκκων σκόνης από αεροπλάνο στην ατιόσφαιρα όπου, επιπλέον, θα συλλέγονται μετεωρολογικές μετρήσεις.

Τέτοια μη συμβατικά δίκτυα επικοινωνίας όπως τα σύννεφα εξυπνης σκόνης αναδεικνύουν κάποια χαρακτηριστικά που μοιάζουν με ιδιότητες κοινωνικών έμβιων όντων. Τέτοια χαρακτηριστικά περιλα-

βάνουν (1) την αυτοοργάνωση, δηλαδή τη συνεργασία του συνόλου χωρίς την ύπαρξη κεντρικής διαχείρισης και χωρίς σταθερό δομικό σκελετό, (2) την πολυλοκότητα, καθώς οι δίκτυα αυτά αποτελούνται από πάρα πολλούς κόκκους και υπόκεινται σε απρόβλεπτες και συχνές μεταβολές δομής, (3) την εμφάνιση συνολικής απόδοσης ισχυρότερης από το τι μπορεί να κάνει το καθένα (σχετικά αντίστροφο) σωματίδιο και (4) την έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ κόκκων για επιτευχθεί συνεργασία.

Αυτά τα, εν πολλοίς ζητούμενα, χαρακτηριστικά δημιουργούν μεζόνες προκλήσεις για την έρευνα. Η επίτευξη αποδοτικών και ευσταθών τέτοιων δικτύων απαιτεί τη μη τετραμμένη επέκταση μαθηματικών και αλγοριθμικών τεχνικών και μοντέλων. Μάλλον απαιτούνται σύνθετες προσεγγίσεις με έντονο διεπιστημονικό χαρακτήρα που εμπλέκουν κλάδους όπως στατιστική φυσική, θεωρία παιγνίων, βιολογικά μοντέλα κτλ. Οι προκλή-

σεις αυτές απευθύνονται καθ' αρχήν στη βασική έρευνα.

Πολλοί επιστήμονες, μέσα από ανταγωνιστικές χρηματοδοτικές δράσεις μεγάλης κλίμακας στην ΕΕ και στις ΗΠΑ, ασχολούνται σήμερα με τα ζητήματα αυτά. Μερικοί και στην Ελλάδα, όπως στην Πάτρα. Η παγκόσμια αυτή επιστημονική μηχανή έρευνας μακράς πνοής, με εσωτερική ποιότητα και αξιοκρατία, σήμερα εκδηλώνεται όχι μόνο στο θέμα των μη συμβατικών δικτύων αλλά και σε πολλά άλλα θεμελιώδη ζητήματα. Αυτή η έρευνα αιχμής σε επίπεδο ΕΕ ή ΗΠΑ μάλλον οδηγείται, από καιρό ασθένειες, ελληνικές προσπάθειες τύπου ΠΕΝΕΔ στην οριστική περιθωριοποίηση ή, στην καλύτερη περίπτωση, σε μηχανισμό μίμησης τύπου ουράς της υπερεθνικής έρευνας. Αυτό ως μη θεωρηθεί νομιμότητα. Αλλά κρυσταλλίζονται με μακροπρόθεσμο και ισχυρό ενδιαφέρον για έρευνα μακρά αλλά στην αιχμή τέτοιων προσπαθειών.

nikole@cti.gr

Ο κ. Παύλος Σπυρίδης είναι καθηγητής Πληροφορικής στο Πανεπιστήμιο Πατρών και διευθυντής του Ερευνητικού Ακαδημαϊκού Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών (EATY) του υπουργείου Παιδείας. Ο Δρ Σωτήρης Νικολεταίος είναι Διευθυντής του Τμήματος Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών.