

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 9ΗΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 1982

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΠΕΡΙΚΛΗ ΘΕΟΧΑΡΗ

---

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ (COMPUTERS):  
ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕΧΡΙ ΤΟ 2000 μ. Χ.

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ

Κ. ΜΙΧΑΗΛ Α. ΔΕΡΤΟΥΖΟΥ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ

Ἡ αὐξανόμενη παρουσία τῶν ἡλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν καὶ ὁ σχετικὸς βομβαρδισμὸς ποὺ ὑφίστάμεθα ἀπὸ τὸν Τύπο καὶ τὴν Τηλεόραση, εὐκόλα συγχέουν τὴν ἀκριβολογία μὲ τὴν τερατολογία! Τὸ ἓνα ἄκρο μᾶς λέει ὅτι οἱ ἄνθρωποι εἶναι ἀπλῶς «σαρκώδεις ὑπολογιστές», ἰσοδύναμοι καὶ ἴσως κατώτεροι ἀπὸ τοὺς ἡλεκτρονικοὺς ὑπολογιστὲς τοῦ μέλλοντος. Τὸ ἄλλο ἄκρο ὑποστηρίζει μονότονα ὅτι οἱ ὑπολογιστὲς ποτὲ δὲν θὰ μπορέσουν νὰ ἐκτελέσουν παρὰ τίς βαρετὲς καὶ χωρὶς πρωτοτυπία λειτουργίες ποὺ ἐμεῖς ἔχουμε προγραμματίσει. Καὶ οἱ δύο αὐτὲς ἀπόψεις δὲν στέκονται! Σκοπὸς τῆς ὁμιλίας μου εἶναι νὰ περιγράψω περιληπτικὰ τὰ ἀντικείμενα τῶν σημερινῶν ἐρευνῶν καὶ νὰ συνοψίσω τίς ἀπόψεις ποὺ ἔχω σχηματίσει, γιὰ τὴν κατεύθυνση τῆς πληροφοριακῆς ἐπαναστάσεως μέχρι τὸ τέλος τοῦ 20οῦ αἰῶνα.

Ἀναφέρομαι σὲ πληροφοριακὴ ἐπανάσταση, γιὰτὶ ἐφεύρεση ἐνὸς ἀπόλυτα καινούργιου τρόπου ἐπεξεργασίας πληροφοριῶν ἔγινε μέσα στὰ περασμένα 20 χρόνια, καὶ τὸ μελλοντικὸ της ὠρίμασμα θὰ ξεπεράσει σὲ κοινωνικὸ, οἰκονομικὸ καὶ πολιτικὸ ἀντίκτυπο τὴ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση τοῦ 19ου αἰῶνα. Ὅπως δηλαδὴ ἡ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση πολλαπλασίασε τὴ μυικὴ μας δύναμη μὲ τὴν ἀτμο-

μηχανή και τις μηχανές εσωτερικής καύσεως, έτσι και η πληροφοριακή επανάσταση θα πολλαπλασιάσει το πνευματικό μας δυναμικό με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και την αστρονομικά ταχύτερη επεξεργασία μιας πληθώρας στοιχείων. Η δύναμη πίσω από την πληροφοριακή επανάσταση είναι καθαρά τεχνολογική και μπορούμε να την ονομάσουμε «Τυπογραφία του Πυρητίου». Συγκεκριμένα, τα κυκλώματα μνήμης και επεξεργασίας πληροφοριών με τα όποια προικίζεται ένας υπολογιστής, σήμερα «τυπώνονται» σε 5 - 10 στάδια, σαν ξεχωριστές λιθογραφίες, σε μια βάση από κρυστάλλους του πυρητίου. Οι διαστάσεις είναι τόσο μικρές που 100 χιλιάδες κυκλώματα (δηλαδή τα κυκλώματα εκατό περίπου ραδιοφώνων) χωρούν στο κεφάλι μιας πινέζας, και κοστίζουν συνολικά δυο ή τρεις χιλιάδες δραχμές.

Η ηλεκτρονική αυτή τυπογραφία επιτρέπει απίστευτες εξελίξεις, διότι βελτιώνεται κατά 30% κάθε χρόνο. Το δυναμικό των κυκλωμάτων αυξάνεται, ενώ μειώνεται το μέγεθός τους και η τιμή τους. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται εδώ και 14 χρόνια, προβλέπεται δε ότι θα συνεχισθεί για άλλα 10 - 15 χρόνια, δημιουργώντας έτσι μέχρι το 2000 μ.Χ. μηχανές 100 - 1.000 φορές πιο αποδοτικές από τις σημερινές (με το σημερινό τους κόστος) ή 100 - 1.000 φορές φτηνότερες (με τη σημερινή τους δυναμικότητα).

## 2. ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Οι υπολογιστές έχουν πολλές και ποικίλες εφαρμογές. Πέρα από την σύνταξη του μηνιαίου λογαριασμού τηλεφώνου, μπορούν να καταλαβαίνουν προφορικές διαταγές, να μιλούν με ανθρώπινη φωνή, να παίζουν σκάκι, να συναρμολογούν προϊόντα στο εργοστάσιο, να βοηθούν στο σχεδιασμό άλλων υπολογιστών, να προσγειώνουν ένα αεροπλάνο, να δίνουν χρήσιμες συμβουλές σε εξειδικευμένα θέματα ιατρικής ή νομικής φύσεως και να εκτελούν περιορισμένα χρέη γραμματέα. Οι υπολογιστές όμως βασίζονται στην επεξεργασία αριθμών. Συγκεκριμένα, κάθε πρόγραμμα βασίζεται σε πέντε στοιχειώδεις ικανότητες που διαθέτει ο κάθε υπολογιστής: (1) Να κάνει αριθμητικές πράξεις. (2) να επαναλαμβάνει ένα πρόγραμμα πολλές φορές. (3) να αποφασίζει ποιο πρόγραμμα θα εκτελέσει προσεχώς ανάλογα με τωρινά αριθμητικά αποτελέσματα. (4) να καλεῖ ένα άλλο πρόγραμμα προς εκτέλεση και (5) να επικοινωνεί με το περιβάλλον του.

Δύο είναι τα μυστικά που συμβιβάζουν την έντυπωσιακή συμπεριφορά των υπολογιστών με την ταπεινή τους δομή: Το πρώτο είναι η δυνατότης αριθμητικής παραστάσεως πληροφοριών. Παράδειγμα: Από μία φωτογραφία παρμένη

από δορυφόρο ό ηλεκτρονικός υπολογιστής μπορεί να προβλέπει τό ύψος τής σιτο-  
 παραγωγής τό επόμενο έτος : Μιά τηλεοπτική μηχανή λήψεως αναλύει τή φωτο-  
 γραφία σέ 10.000 τετραγωνάκια, καί μετατρέπει τό χρώμα καί τήν ένταση πού  
 βρίσκει στό κάθε τετραγωνάκι σέ έναν αριθμό. Έτσι ή αρχική φωτογραφία μετα-  
 φράζεται σέ στήλη 10.000 αριθμών, καί ή πρόβλεψη τοῦ ύψους τής σιτοπαρα-  
 γωγής μετατρέπεται πιά σέ πρόβλημα επεξεργασίας αριθμών. Με ανάλογους τρό-  
 πους μετατρέπονται σέ αριθμούς οί παλμοί πού δημιουργεί ή ανθρώπινη φωνή,  
 οί κινήσεις στό σκάκι, τό ύψος ενός αεροπλάνου ή τὰ δακτυλογραφημένα κείμενα.  
 Αντίστροφη μετατροπή γίνεται όταν τελειώσει ό υπολογιστής τήν επεξεργασία  
 τών στοιχείων, όποτε τὰ αριθμητικά αποτελέσματα ξαναγίνονται φωτογραφίες, ή  
 ανθρώπινες φωνές, ή κινήσεις μοχλών, ή τυπωμένα κείμενα.

Τό δεύτερο συστατικό τής λειτουργικής ικανότητας τών υπολογιστών είναι  
 ή λεγόμενη «άρχη τοῦ Turing». Σύμφωνα μ' αυτήν, αν ένας υπολογιστής έχει  
 τίς πέντε παραπάνω βασικές ικανότητες, τότε είναι δυνατό να κάνει ό π ο ι α δ ή -  
 π ο τ ε λογική επεξεργασία πληροφοριών. Δηλαδή, εξαιρουμένης τής δυναμικό-  
 τητός τους, όλοι οί ηλεκτρονικοί υπολογιστές είναι λογικά ισοδύναμοι καί δέν μπο-  
 ρούν να αποκτήσουν περισσότερη λογική. Η διαφορά μεταξύ τους συνίσταται  
 στην ταχύτητα εκτέλεσεως υπολογισμών πού είναι σήμερα μεταξύ 0,1 καί 100  
 εκατομμύρια πράξεων τό δευτερόλεπτο, καί στην εύκολία περιγραφής ειδικών  
 επεξεργασιών.

Σ' αυτό τό σημείο επιτρέπεται μία κάπως επιπόλαια σύγκριση μεταξύ τοῦ  
 ηλεκτρονικοῦ υπολογιστή καί τοῦ ανθρώπου : Οί αισθήσεις μας αντιπροσωπεύον-  
 ται στους υπολογιστές από δέκτες πού μετατρέπουν φυσικές διεγέρσεις σέ αρι-  
 θμούς. Οί μύες μας αντιπροσωπεύονται από κινητήρες ή έμβολα πού μετατρέπουν  
 αριθμούς σέ παραστάσεις ή κινήσεις. Τέλος, ή επεξεργασία πληροφοριών τοῦ υπο-  
 λογιστή ανταποκρίνεται στη λειτουργία τοῦ κεντρικοῦ νευρικοῦ συστήματός μας,  
 πού καί αυτό επεξεργάζεται ηλεκτρονικά σήματα. Πρὶν συζητήσουμε τό πόσο θά  
 μπορούσε να μοιάσει στό ανθρώπινο μυαλό ένας υπολογιστής, ας αναφέρουμε όρι-  
 σμένες εξελίξεις πού προβλέπονται για τὰ επόμενα 20 χρόνια.

### 3. ΤΑ ΡΟΜΠΟΤ ΚΑΙ Η ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΩΝ

Υπάρχουν σήμερα ρομπότ χωρίς όραση καί άφή πού χρησιμοποιούνται  
 σέ εργοστάσια αυτοκινήτων για τή συγκόλληση ατσάλινων σκελετών. Σαν τυφλοί  
 εργάτες - μαγνητόφωνα τὰ ρομπότ αυτά επαναλαμβάνουν με μεγάλη ταχύτητα  
 καί άπειρη υπομονή τίς κινήσεις πού κάποιος τίς προγραμματίισε να κάνουν. Βεβαίως,



ἔχουν ὅλες τὶς ἀτέλειες ποὺ θὰ περιμέναμε ἀπὸ τὴν ἔλλειψη ἀμέσου ἐπιγνώσεως τοῦ περιβάλλοντος καὶ μποροῦν νὰ καταστρέψουν τὴ δουλειὰ ποὺ φτιάχνουν ἂν δὲν εἶναι ἀκριβῶς στὴ θέση ποὺ πρέπει τὰ πρὸς συγκόλληση κομμάτια.

Σὲ ἐρευνητικὰ ἐργοστάσια καὶ σὲ λίγα πειραματικὰ ἐργοστάσια, ἰδίως στὴν Ἰαπωνία, ὑπάρχουν σήμερα πιὸ «εὐφυῆ» ρομπότ μὲ ἐμβρυακὴ ὄραση καὶ ἀφὴ ποὺ διαλέγουν τὰ ἐξαρτήματα ποὺ χρειάζονται ἀπὸ ἓνα κινητὸ ἱμάντα, καὶ συναρμολογοῦν προϊόντα, ὅπως μικροὺς κινητήρες. Οἱ ἱκανότητες αὐτὲς εἶναι πολὺ περιουρισμένες. Γιὰ νὰ καταλάβουμε δὲ πόσο δύσκολο εἶναι τὸ πρόβλημα τῆς ὀπτικῆς ἀντιλήψεως γιὰ μιὰ μηχανή, ἃς σκεφθοῦμε τὶς δυσχέρειες ποὺ θὰ συναντοῦσε ὁ τυχὸν ἄνθρωπος ὅταν ἔπρεπε νὰ ἀναγνωρίσει ἓνα ἀπλὸ μὲν ἀντικείμενο — ὅπως π.χ. ἓνα τασάκι — τὸ ὁποῖο ὁμως θὰ ἀντιπροσωπευόταν περιγραφικὰ ἀπὸ μιὰ στήλη 10.000 ἀριθμῶν. Ἐς σημειωθεῖ δὲ ὅτι ὁ τυχὸν ἄνθρωπος γνωρίζει τὴ μορφὴ διαφόρων τασακιῶν ἀπὸ πολλὰ καὶ διαφορετικὰς ὀπτικὰς γωνίες. Γνωρίζει ἐπίσης ὅτι γιὰ νὰ ἀντιληφθεῖ τὸ σχῆμα πρέπει νὰ ἀγνοήσει τὶς ἀντανεκλάσεις πάνω στὴν ἐπιφάνεια, ἀκριβῶς ὅπως γνωρίζει ὅτι ἂν τὸ τασάκι εἶναι εὐθραστο καὶ πέσει στὸ πάτωμα, θὰ σπάσει. Πρέπει λοιπὸν καὶ ὁ ὑπολογιστὴς νὰ ἀποκτήσει τέτοιες γνώσεις, γιὰ νὰ μπορέσει πραγματικὰ νὰ δεῖ ἓνα τασάκι — κάτι ποὺ ἐμεῖς κάνουμε ἀσυνείδητα ἀπὸ μικρὰ παιδιὰ.

Σήμερα, ἡ ἐπιστῆμη βρίσκεται στὸ στάδιο ποὺ μὲ δυσκολία μπορεῖ ἓνας ἠλεκτρονικὸς ὑπολογιστὴς νὰ ἀναγνωρίσει ἓνα τασάκι. Ὅπως τοῦ εἶναι ἀδύνατο νὰ κάνει τὸ διαχωρισμὸν ἀνάμεσα σ' ἓνα σκύλο καὶ μιὰ γάτα. Ἀντίθετα, μπορεῖ νὰ ἀναγνωρίσει τυποποιημένα σχήματα, ὅπως φτερὰ αὐτοκινήτων ποὺ εἶναι τοποθετημένα πάνω σὲ ἓνα κινούμενο ἱμάντα ἐργοστασίον.

Σὰν ἓνα ἄλλο παράδειγμα τῶν δυνατοτήτων τῆς σημερινῆς τεχνολογίας ρομπότ, μποροῦμε νὰ φαντασθοῦμε ἓνα αὐτοματοποιημένο ἐργοστάσιο ποὺ κατασκευάζει παπούτσια μέσα σὲ 20 λεπτὰ τῆς ὥρας, κόβοντας καὶ συναρμολογώντας αὐτόματα τὰ διάφορα ὑλικά, ὥστε τὸ κάθε παπούτσι νὰ ταιριάζει σ' ἐκεῖνο τὸ πόδι βάσει τοῦ ὁποίου ἔγινε ἡ προδιαγραφὴ. Σ' ἓνα τέτοιο ἐργοστάσιο οἱ ὑπολογιστὲς - ρομπότ μποροῦν νὰ συνδέονται μὲ τοὺς ὑπολογιστὲς τῶν ἐμπορικῶν πληροφοριῶν, ὥστε οἱ παραγγελίαι πρῶτων ὑλῶν, οἱ λογαριασμοί, καὶ γενικὰ ἡ λογιστικὴ πλευρὰ τοῦ ἐργοστασίου νὰ κινεῖται σὲ ἁρμονικὴ σχέσιν μὲ τὴν κατασκευαστικὴ πλευρά.

Τὸ παράδειγμα αὐτὸ δημιουργεῖ ἐλπίδες γιὰ ἓνα εὐπρόσδεκτο ἀποτέλεσμα μιᾶς εὐρύτερας χρησιμοποιοῦσεως τῶν οὕτως εἰπεῖν «εὐφυῶν» ρομπότ : Τὴν πιθανὴ κατάρρευση τῆς ὁμοιομορφίας προϊόντων ποὺ ἐπέβαλε ἡ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση, ὅταν ἀντικατάστησε τὰ προϊόντα τῆς ἐπὶ μέτρῳ χειροτεχνίας μὲ τὰ προκατα-

σκευασμένα και φθηνότερα προϊόντα της μαζικής παραγωγής. Είναι δηλαδή σε θέση ή πληροφοριακή επανάσταση να μᾶς ξαναδώσει προϊόντα (και ὅπως θὰ δοῦμε σε λίγο ὑπηρεσίες) πὺν θὰ ικανοποιοῦν ἀτομικὲς προδιαγραφὲς χωρὶς νὰ θυσιάζονται οἰκονομικὰ πλεονεκτήματα τῆς μαζικῆς παραγωγῆς.

Μὲ τὴν πάροδο τοῦ χρόνου, «εὐφρεῖς» μηχανὲς θὰ ἔχουν εὐεργετικὲς ἐπιπτώσεις πάνω στὰ ἐργατικά ἐκεῖνα ἐπαγγέλματα πὺν χαρακτηρίζονται ἀπὸ κοινωνικά ἐπαναλαμβανόμενες κινήσεις, ὅπως τὸ σφίξιμο τῶν ἴδιων ἔξι βιδῶν, στὴν ἴδια ρόδα, τοῦ ἴδιου αὐτοκινήτου. Τέτοιες ἀλλαγὲς θὰ δημιουργήσουν τριβὲς ψυχολογικῆς καὶ πολιτικῆς φύσεως. Θὰ γίνουν ὁμως ἀρκετὰ σιγά, δηλαδή σε περιθώριο 2 - 3 γενεῶν, ὅπως καὶ στὴν περίπτωση τῆς βιομηχανικῆς ἐπαναστάσεως. Ἔτσι, οἱ ἀπόγονοι τῶν ἐργατῶν τῆς σημερινῆς μαζικῆς παραγωγῆς θὰ ἐξελιχθοῦν σε ἐπαγγελματίες ἄλλων ἴσως πὺν «διανοητικῶν» εἰδικεύσεων, ὅπως καὶ οἱ ἀπόγονοι τῶν ἐργατῶν πρὶν ἀπὸ τὴν βιομηχανικὴ ἐπανάσταση ἐξελίχθηκαν στοὺς ψυχολόγους, οἰκονομολόγους καὶ προγραμματιστὲς τῆς ἐποχῆς μας.

#### 4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

«Εἶναι πολὺν πὺν εὐκόλο νὰ ἀντικαταστήσουμε μὲ ἓναν ὑπολογιστὴ ἓναν εἰδικευμένο γιατρὸ παρὰ ἓνα παιδί τριῶν χρονῶν». Ἡ ἐπιφανειακὰ παράλογη αὐτὴ πρόταση εἶναι ἀληθινή. Κοιτάξτε σὰν παράδειγμα ἓνα ἐμπειρογνώμο πρόγραμμα πὺν φτιάξαμε στὸ Κέντρο Ἑρευνῶν Ἡλεκτρονικῶν Ὑπολογιστῶν τοῦ Μ.Ι.Τ. Τὸ πρόγραμμα αὐτὸ καθορίζει τὴ δόση τοῦ φαρμάκου Digitalis, δηλαδή Δακτυλίτη, πὺν πρέπει νὰ δοθεῖ σε ἓνα καρδιοπαθὴ, πὺν πάσχει ἀπὸ μαρμαρυγή, μὲ βάση τὸ ἱατρικὸ ἱστορικὸ καὶ τὰ συμπτώματα. Ἔχει δὲ τὸ μέγεθος ἐνὸς βιβλίου καὶ πῆρε 5 χρόνια νὰ γραφεῖ ἀπὸ δύο καρδιολόγους καὶ δύο ἐπιστήμονες ἡλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν. Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν περίληψη ὅλων τῶν γνώσεων γιὰ Digitalis πὺν βρίσκει κανεὶς σε σχετικὰ συγγράμματα, τὸ πρόγραμμα αὐτὸ χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν ικανότητα νὰ ἐξηγεῖ σε ἀπλὴ γλῶσσα τοὺς συλλογισμοὺς του. Ἔτσι, ἓνας γιατρὸς πὺν δὲν εἶναι εἰδικὸς στὸ θέμα Digitalis μπορεῖ νὰ χρησιμοποιεῖ αὐτὸ τὸ πρόγραμμα σὰν συλλογὴ συγγραμμάτων. Ἀντίθετα, ὁμως, ἀπὸ τὰ ἐπὶ μέρους συγγράμματα, τὸ πρόγραμμα καταλαβαίνει τίς δακτυλογραφημένες ἐρωτήσεις καὶ ἀπαντώντας εἴτε ἐνισχύει εἴτε κλονίζει τὴν πεποίθηση τοῦ γιατροῦ ὅσον ἀφορᾷ τὴν ὀρθότητα τῆς συνταγῆς πὺν ὁ ἴδιος σκόπευε νὰ γράφει.

Τὸ πρόγραμμα Digitalis δοκιμάσθηκε πειραματικὰ πάνω σε 400 ἀσθενεῖς σε τρεῖς νοσοκομεῖα τῶν ΗΠΑ, γιὰ νὰ ἐλεγχθοῦν οἱ συνταγὲς πὺν οἱ γιατροὶ συνέ-



τασσαν μὲ τὸ συνηθισμένο τρόπο τους. Τὸ πρόγραμμα δὲν ἔκανε οὔτε ἓνα λάθος. Οἱ γιατροὶ ὅμως ἔκαναν δύο λάθη ἀπὸ τὰ ὁποῖα τὸ ἓνα θὰ εἶχε θανατηφόρες συνέπειες ἂν δὲν εἶχε παρέμβει ὁ ὑπολογιστής.

Εὐκόλα μπορούμε νὰ φαντασθοῦμε τὶς ἐκτεταμένες ἐφαρμογὲς ποὺ σκιαγραφοῦνται ἀπὸ αὐτὸ τὸ παράδειγμα σὲ οἰκονομικούς, ἐκπαιδευτικούς, νομικούς καὶ ἄλλους κλάδους, ὁδηγώντας μας ἔτσι στὴ μελλοντικὴ αὐτοματοποίηση τῶν ὑπηρεσιῶν. Τὰ εὐφυῆ συγγράμματα ποὺ θὰ ἀναπτυχθοῦν δὲν θὰ ἔχουν μόνο συσσωρεύσει ἐξειδικευμένες γνώσεις, ἀλλὰ θὰ μπορούν νὰ ἀπαντοῦν σὲ δακτυλογραφημένες ἐρωτήσεις. Μποροῦμε ἀκόμα νὰ παρατηρήσουμε ὅτι «εὐφυῆ συγγράμματα» σὰν τὰ παραπάνω θὰ εἶναι τόσο πιὸ χρήσιμα καὶ βάρσιμα ὅσο πιὸ στενὴ ἐξειδίκευση ἀντιπροσωπεύουν, γιατί οἱ γνώσεις ποὺ τότε πρέπει νὰ προγραμματισθοῦν εἶναι πιὸ συγκεκριμένες καὶ ἢ ἀλληλουχία μεταξὺ τους λιγότερο περίπλοκη. Ἀντίθετα, ἂν διευρύνουμε τὸ γνωσιολογικὸ ὁρίζοντα ἐνὸς τέτοιου προγράμματος, τότε οἱ τεχνικὲς δυσκολίες πολλαπλασιάζονται δυσανάλογα. Δηλαδή ἂν προσπαθήσουμε νὰ κατασκευάσουμε ἓνα πρόγραμμα ποὺ νὰ μπορεῖ νὰ διαβάσει παιδικὰ παραμῦθια καὶ νὰ ἀπαντᾷ μετὰ σὲ ἐρωτήσεις ποὺ δείχνουν ὅτι κατὰλαβε τί διάβασε, τότε βρισκόμαστε μπρὸς σὲ ἓνα πρόβλημα ποὺ εἶναι σήμερα ἄλυτο. Ἡ ἐξήγηση βρίσκεται μέσα στὸν τεράστιο ἀριθμὸ συμβατικῶν γνώσεων ποὺ χρειάζονται γιὰ νὰ γίνῃ ἀντιληπτὸ ἓνα παραμῦθι, σὲ ἀντίθεση μὲ τὶς αὐστηρὰ συγκεκριμένες καὶ ἐξειδικευμένες γνώσεις ἐμπειρογνώμων προγραμμάτων, ὅπως τὸ Digitalis.

Ἄλλο σημαντικὸ χαρακτηριστικὸ τῶν «εὐφυῶν συγγραμμάτων» ἢ προγραμμάτων εἶναι ἡ ικανότης τους νὰ μαθαίνουν. Τὸ πρόγραμμα Digitalis π.χ. ἀποκτᾷ περίπου 10 - 50 σελίδες ἀπὸ νέες γνώσεις κάθε χρόνον μὲ βάση τὶς «συζητήσεις» ποὺ κάνει μὲ τοὺς γιατροὺς ποὺ τὸ χρησιμοποιοῦν. Ἡ ικανότης τῶν προγραμμάτων νὰ μαθαίνουν ἔγινε γνωστὴ πρὶν ἀπὸ δέκα-πέντε χρόνια, ὅταν τὸ πρόγραμμα τοῦ Samuel ποὺ παίζει ντάμα εἶχε προγραμματισθεῖ νὰ μαθαίνει τόσο ἀπὸ δικὰ του λάθη ὅσο καὶ ἀπὸ λάθη (καὶ ἐπιτυχίες) τῶν ἀντιπάλων ἀνθρώπων. Τὸ πρόγραμμα αὐτό, μετὰ ἀπὸ ἓνα χρόνον χρήσεως ἐνίκησε εὐκόλα τὸν ἴδιο τὸν προγραμματιστὴ του, δείχνοντας ὅτι οἱ ὑπολογιστές δὲν περιορίζονται μόνο στὰ βαρετὰ καὶ χωρὶς πρωτοτυπία ἔργα ποὺ ἐμεῖς ἔχομε προγραμματίσει.

Μέχρι τώρα ἀποφύγαμε νὰ συζητήσουμε τὴν πρόσθετη περιπλοκὴ προφορικῆς συνεννόησεως μὲ τοὺς ὑπολογιστές, ἀκριβῶς γιατί αὐξάνονται οἱ δυσκολίες ποὺ ἤδη ὑπάρχουν σὲ συνεννόηση μὲ δακτυλογράφηση. Συγκεκριμένα οἱ διαφορὲς τῆς ἀνθρώπινης φωνῆς ἀπὸ ἄντρες σὲ γυναῖκες, ἢ ἀκόμα καὶ στὸν ἴδιο ἄνθρωπο

(ἀπὸ κούραση), ἀπαιτοῦν πολλαπλὲς πρόσθετες ἐπεξεργασίες πληροφοριῶν γὰρ νὰ γίνων ἀντιληπτές. Οἱ σημερινὲς δυνατότητες τῶν ὑπολογιστῶν εἶναι περιορισμένες —μποροῦν δηλαδὴ νὰ καταλάβουν μία μικρὴ πρόταση ἀπὸ ὅποιονδῆποτε κι ἂν ἐκφωνηθεῖ, ἀρκεῖ νὰ ἀνήκει σὲ ἓνα κατάλογο χιλίων προτάσεων πὺν εἶναι γνωστὲς στὸν ὑπολογιστή. Παίρνουν ὅμως 200 φορές περισσότερο χρόνο ἀπὸ ἐμᾶς οἱ μηχανὲς γὰρ νὰ καταλάβουν ποιά πρόταση ἄκουσαν. Οἱ προβλεπόμενες ἐξελίξεις στὴν ὁμαδικὴ λειτουργία χιλιάδων ἀλληλοσυνδεμένων μικρο-ὑπολογιστῶν θὰ βελτιώσει τὴ μηχανικὴ ἀντίληψη προφορικῆς ὁμιλίας μέχρι τὸ 2000 μ. Χ. Παραμένουν ὅμως τὰ βασικὰ προβλήματα ἐκτιμήσεως καὶ ἀξιολογήσεως τῆς λεγομένης κοινῆς λογικῆς, τὰ ὁποῖα δὲν νομίζω ὅτι θὰ βοηθηθοῦν πολὺ ἀπὸ τὴν αὐξησὴ ὑπολογιστικῆς καὶ μόνο ικανότητος. Ἔτσι μέχρι τὸ τέλος τοῦ αἰῶνα ἴσως θὰ ἔχουμε ὑπολογιστὲς πὺν θὰ καταλαβαίνουν πάνω ἀπὸ 90% τῶν προφορικῶν ἐρωτήσεων πὺν κάνουμε σήμερα σὲ μιὰ πολὺ ἐξειδικευμένη ὑπηρεσία ὅπως εἶναι ἓνα γραφεῖο ἀεροπορικῆς ἐταιρίας.

Οἱ κοινωνικοὶ ἀντίκτυποι αὐτῶν τῶν ἐξελίξεων θὰ εἶναι πολλοί. Ἄς πάρουμε πρῶτα τὸ θέμα τῆς νομικῆς ἐθύνης: Ἄν πεθάνει κάποιος ἀπὸ λάθος ἱατρικοῦ προγράμματος, ποὺς ἔχει τὴν ἐθύνη; Ὅρισμένοι συνάδελφοι ὑποστηρίζουν ὅτι πολὺπλοκα προγράμματα κατασκευασμένα ἀπὸ πολλοὺς προγραμματιστὲς μπορεῖ νὰ γίνων ἀκατανόητα μὲ τὸ πέρασμα τοῦ χρόνου. Τέτοιες δικαιολογίες εἶναι ἀπαράδεκτες! Ἔνα σύγχρονο ἀεροπλάνο εἶναι ἐξ ἴσου περιπλοκο καὶ τὸ ἀποτέλεσμα πολλῶν κατασκευαστῶν ξέρουμε ὅμως πολὺ καλὰ ποῦ πέφτει ἡ ἐθύνη, ἂν γίνει ἀεροπορικὸ δυστύχημα. Ἔτσι καὶ μὲ τὰ ἐμφυῆ συστήματα πληροφοριῶν αὐτοὶ πὺν θὰ κερδίζουν ἀπὸ τὴ χρῆση τους θὰ πρέπει νὰ εἶναι καὶ ὑπεύθυνοι γὰρ τὰ σφάλματά τους. Προβλήματα ἐθύνης παρατηροῦνται καὶ σήμερα σὲ μικρότερη κλίμακα στὴν παρέκκλιση ὑπευθυνότητος. Ποὺς δὲν ἔχει ἀκούσει τὸ περίφημο «Δὲν φταῖμε ἐμεῖς, ὁ ὑπολογιστὴς ἔκανε λάθος». Σὲ τέτοιες περιπτώσεις πρέπει νὰ μὴν ξεχνᾶμε ὅτι προγραμματιστὲς, ἐπιχειρηματίες καὶ κυβερνήσεις, ὅχι ὑπολογιστὲς, φέρον τὴν ἐθύνη.

Ἡ πιὸ μεγάλη ὅμως κοινωνικὴ ἐπίπτωση τῶν συστημάτων πληροφοριῶν καὶ τῆς αὐτοματοποιήσεως τῶν ὑπηρεσιῶν θὰ εἶναι, ὅπως καὶ στὴν αὐτοματοποίηση τῶν ἐργοστασίων, ἡ γρήγορη καὶ ἀτομικὴ ἐξυπηρέτησή μας καὶ ἡ ἀντικατάσταση πολὺ ἐξειδικευμένων ἐπαγγελματιῶν. Ἡ τελευταία αὐτὴ ἐπίπτωση μπορεῖ νὰ ἔχει καὶ θετικὴ συμβολή, ἐφ' ὅσον ὑπάρχει σήμερα ἔλλειψη ἐδικῶν ὅχι μόνο στὶς λιγότερο ἀναπτυγμένες ἀλλὰ καὶ στὶς τεχνολογικὰ προηγμένες χῶρες τοῦ κόσμου.



## 5. Η ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

Τὰ γραφεῖα, ἰδιωτικὰ ἢ δημόσια, μικρὰ ἢ μεγάλα ἔχουν τὸ κοινὸ χαρακτηριστικὸ ὅτι βασίζονται στὴν ἐπεξεργασία πληροφοριῶν, καὶ κατὰ συνέπεια, θὰ ἀπολαύσουν γρήγορα εὐεργετικὰ ἀποτελέσματα μιᾶς εὐρύτερης χρησιμοποίησεως τῶν ὑπολογιστῶν. Ὡς ἀρχίσουμε μὲ ἓνα παράδειγμα ἐφαρμογῶν ποὺ ἔχω φτιάξει καὶ χρησιμοποιοῦ γιὰ ἔξι περίπου χρόνια στὸ δικό μου γραφεῖο. Γιὰ τὶς ἐφαρμογὲς αὐτὲς ἐπικοινωνῶ μὲ τοὺς ὑπολογιστὲς χρησιμοποιώντας μιὰ ὁθόνη τηλεοράσεως καὶ μιὰ ἠλεκτρικὴ γραφομηχανή γιὰ δακτυλογράφηση ἐντολῶν καὶ πληροφοριῶν. Οἱ ἐφαρμογὲς εἶναι οἱ ἀκόλουθες :

1. Ἡμερολόγιο : Τὸ πρόγραμμα αὐτὸ δέχεται καὶ θυμᾶται ὅλα τὰ ραντεβού μου, τυπώνει καθημερινὰ μιὰ κάρτα τῶν ὑποχρεώσεων τῆς ἡμέρας καθὼς καὶ μιὰ περίληψη τῶν δέκα ἐπομένων ἐβδομάδων. Στὸ τέλος τῆς ἡμέρας καταχωρεῖ αὐτόματα αὐτὲς τὶς πληροφορίες σὲ ἓνα «ἱστορικὸ» ἀρχεῖο, ἀπ' ὅπου μπορῶ μέσα σὲ δευτερόλεπτα νὰ μάθω πότε ἔγινε κάποια ἐργασία ἢ πόσο καιρὸ δαπάνησα νὰ τὴν κάνω.
2. Ἀρχεῖο Γνωστῶν : Αὐτὴ ἡ τράπεζα πληροφοριῶν ἔχει κάπου 3.000 ὀνόματα ἀνθρώπων ποὺ γνωρίζω ἐπαγγελματικά. Τὴν χρησιμοποιοῦ πολλές φορὲς κάθε μέρα γιὰ νὰ τηλεφωνῶ. Δακτυλογραφώντας π.χ. «Γιάννη», τηλεφωνεῖ ὁ ὑπολογιστὴς αὐτόματα στὸν Γιάννη ποὺ συνήθως καλῶ. Ἐπίσης, κάθε τρεῖς μῆνες ἡ ἐφαρμογὴ αὐτὴ τυπώνει τὸν προσωπικό μου τηλεφωνικὸ κατάλογο.
3. Ἡλεκτρονικὸ Ταχυδρομεῖο : Μὲ τὸ σύστημα αὐτὸ ἀνταλλάσσω σημειώματα καὶ γράμματα μὲ συναδέλφους ποὺ εἶναι στὸ ἴδρυμά μου ἢ ποὺ χρησιμοποιοῦν ἓναν ἀπὸ τοὺς 400 ἀλληλοσυνδεμένους ὑπολογιστὲς ποὺ ἐπικοινωνοῦν μὲ μᾶς, ἀπὸ τὴ Χαβάνη μέχρι τὴ Γερμανία. Σὰν παράδειγμα, ἂν πάρω μιὰ παράκληση γιὰ πληροφορίες, μπορῶ νὰ δακτυλογραφήσω μιὰ σημείωση καὶ νὰ στείλω ἠλεκτρονικὰ τὴν ἔτσι διατυπωμένη παράκληση σὲ συνάδελφο, ὁ ὁποῖος ἀπαντᾷ κατ' εὐθείαν, πάλι ἠλεκτρονικὰ καὶ ὁ κύκλος κλείνει ἴσως σὲ πέντε λεπτά χωρὶς νὰ χρησιμοποιεῖται κανένα χαρτί!
4. Ταξιδιωτικὴ Τράπεζα : Αὐτὸ τὸ ἀρχεῖο διατηρεῖ πληροφορίες γιὰ τὰ ταξίδια μου καὶ ἔχει ἐνεργὰ καθὼς καὶ ἱστορικὰ τμήματα.
5. Σύστημα Κατανομῆς Ἐργασίας : Τὸ πρόγραμμα αὐτὸ διατηρεῖ πληροφορίες γιὰ δουλειὲς ποὺ μοῦ χρωστοῦν ἄλλοι ἢ ποὺ χρωστῶ



ἐγὼ σὲ ἄλλους, μὲ σχετικὰ χρονικὰ ὅρια καὶ σημειώσεις προόδου. Ἔτσι μπορῶ νὰ παίρνω ὅποτε θέλω καταστατικὸ τοῦ «ἐνεργητικοῦ» καὶ «παθητικοῦ» τῶν ἐργασιῶν μὲ τὶς ὁποῖες ἀσχολοῦμαι.

6. *Χρήση Κοινῶν Πληροφορικῶν Τραπεζῶν*: Τὸ ἐπικοινωνιακὸ αὐτὸ σύστημα μὲ πληροφορεῖ γιὰ τὶς διαλέξεις τοῦ Κέντρου μας, γιὰ τὰ οἰκονομικὰ ἔσοδα καὶ ἔξοδα τῶν διαφόρων ἐδρῶν πὺν τὸ ἀποτελοῦν καθὼς καὶ γιὰ γεγονότα καὶ ἀνακοινώσεις πὺν ἀφοροῦν ὅλο τὸ προσωπικό.

Πέρα ἀπὸ αὐτὲς τὶς σημερινὲς ἐρασιτεχνικὲς ἐφαρμογὲς καὶ ἄλλες ἀπλούστερες, ὅπως τὴν ἐπεξεργασία κειμένων, προβλέπεται ὅτι ἡ αὐτοματοποίηση τῶν γραφείων θὰ βασισθεῖ στὸ ὅτι χιλιάδες καὶ μᾶλλον ἑκατομμύρια ὑπολογιστῶν θὰ ἐπικοινωνοῦν μεταξύ τους μέχρι τὸ 2000 μ.Χ. χρησιμοποιώντας δορυφόρους καθὼς καὶ τοπικὰ καλωδιακὰ πλέγματα. Ἔτσι, οἱ διάφοροι ὀργανισμοὶ θὰ ἀνταλλάσσουν πρῶτα ἐσωτερικὰ καὶ ἀργότερα μεταξύ τους πληροφορίες πὺν σήμερα κυκλοφοροῦν σὰν ἐμπορικὰ γράμματα, ὑπομνήματα, λογαριασμοί, ἐξοφλήσεις, ἀγορὲς καὶ πωλήσεις προϊόντων. Σὲ συνεργασία μὲ ὑπολογιστὲς πὺν πιθανὸν θὰ καταλήξουμε νὰ ἔχομε στὰ σπίτια μας, τὸ πλέγμα πὺν ἔτσι θὰ δημιουργηθεῖ θὰ μᾶς ὀδηγήσει σὲ μιὰ νέα οἰκονομικὴ μορφή πὺν τὴν ἀποκαλῶ Πληροφορικὴ Ἀγορά.

Ἡ πληροφορικὴ ἀγορὰ θὰ διακρίνεται ὅχι μόνο ἀπὸ τὴν αὐτοματοποίηση πολλῶν τυποποιημένων συναλλαγῶν, ἀλλὰ πὺν σημαντικὰ ἀπὸ τὴν ἀγορὰ καὶ πώληση πληροφοριῶν καὶ ἀνθρώπινης πληροφορικῆς ἐργασίας. Σὰν παράδειγμα ὡς ξαναγυρίσουμε στὴν αὐτοματοποίηση τῶν ὑπηρεσιῶν μὲ τὰ εὐφυῆ συστήματα πληροφοριῶν πὺν ἀνέφερα προηγουμένως. Ἐνας ἀγοραστὴς ταξιδιωτικῶν πληροφοριῶν μπορεῖ νὰ ρωτήσει τὸν ἠλεκτρονικὸ χρυσὸ ὀδηγὸ τῆς ἠλεκτρονικῆς γειτονιάς του γιὰ τὴν καλύτερη πηγή τέτοιων πληροφοριῶν. Πληρώνοντας ἠλεκτρονικὰ ἓνα μικρὸ ποσὸ μαθαίνει ἀπὸ τὴν ὀθόνη του τὸ ὄνομα τῶν τριῶν καλυτέρων πηγῶν καὶ ἴσως καὶ ποιά εἶναι ἡ πὺν δημοφιλής. Ἐπικοινωνώντας κατ' ἐθέλει μὲ μιὰ ἀπ' αὐτὲς τὶς πηγὲς καὶ πληρώνοντας πάλι κάτι, ὁ ἀγοραστὴς αὐτὸς θὰ μπορεῖ νὰ κάνει συγκεκριμένες ἐρωτήσεις γιὰ πόλεις πὺν θέλει νὰ ἐπισκεφθεῖ, μουσεῖα, ξενοδοχεῖα κ.λπ. βλέποντας ἴσως στὴν ὀθόνη του τὰ σχετικὰ τοπία ἢ κτίρια πὺν τὸν ἐνδιαφέρουν. Τὸ ἴδιο θὰ μπορεῖ νὰ γίνεται γιὰ τὴν ἀγορὰ καὶ πώληση νομικῶν, οἰκονομικῶν, κυβερνητικῶν, εκπαιδευτικῶν καὶ ψυχαγωγικῶν πληροφοριῶν. Οἱ πληροφορίες πὺν ἔτσι θὰ ἀγοράζονται δὲν εἶναι «μυστικὲς» ἀλλὰ χαρᾶκτηρίζονται ἀπὸ τὸ ὅτι κάποιος ὀργανισμὸς πρέπει νὰ εἰδικευθεῖ σ' αὐτὲς, νὰ τὶς

συλλέξει και μετά να είναι σε θέση να τις πουλήσει απαντώντας αυτόματα σε σχετικές ερωτήσεις.

Ἡ ἀγορά και πώληση ἀνθρώπινης πληροφοριακῆς ἐργασίας σημαίνει ὅτι ὁ ὑπάλληλος ἐνὸς γραφείου θὰ μπορεῖ νὰ ἐπεξεργάζεται τις πληροφορίες στίς ὁποῖες εἰδικεύεται και νὰ τις πουλάει ἠλεκτρονικῶς. Καί ἐπειδὴ θὰ ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ κάνει αὐτὴ τὴ δουλειὰ ἀπὸ τὸ σπίτι του, δὲν θὰ χρειάζεται νὰ πηγαίνει καθημερινὰ σὲ κάποιο γραφεῖο. Ἔτσι, φτάνουμε σὲ μιὰ πιθανὴ κοινωνικὴ ἐπίπτωση πὺν μπορεῖ νὰ ἀλλάξει τὸ συνηθισμένο τρόπο ἐργασίας μας, νὰ ἐξοικονομήσει τὰ μεταφορικὰ καύσιμα πὺν χρησιμοποιοῦμε και νὰ δημιουργήσει νέο δυναμικὸ ὑπαλλήλων, ὅπως π.χ. συζύγους πὺν πρέπει νὰ κάθονται σπίτι γιὰ τὰ παιδιά τους, ἢ κατοίκους μακρυνῶν περιοχῶν και ἄλλων χωρῶν πὺν δὲν εἶναι κοντὰ στίς δυτικὲς μεγαλουπόλεις.

Ἐκτὸς ὅμως ἀπὸ τέτοιες εὐεργετικὲς συνέπειες, ἡ πληροφορικὴ ἀγορὰ μπορεῖ νὰ ἔχει και ἀρκετοὺς ἀρνητικὸς κοινωνικὸς ἀντικτύπους. Συγκεκριμένα, ἓνα σοβαρὸ πρόβλημα εἶναι οἱ παραβάσεις μυστικότητας πληροφοριῶν πὺν ἀναμφίβολα θὰ ἐπιχειρηθοῦν : Ἐνας ὑπολογιστὴς μπορεῖ νὰ προγραμματισθεῖ ἔτσι ὥστε νὰ ἐπιχειρεῖ ὑπομονετικά, μὲ πολλοὺς διαφορετικὸς τρόπους, και μὲ τὰ ὅπλα πὺν ἔχει τῶν ἑκατομμυρίων πράξεων τὸ δευτερόλεπτο νὰ ἀνοίγει τις ἠλεκτρονικὲς πύλες πὺν θὰ προστατεύουν τὰ στοιχεῖα μέσα στοὺς διάφορους ὑπολογιστὲς τῆς πληροφορικῆς ἀγορᾶς. Οἱ πύλες αὐτὲς ὑπάρχουν σήμερα ἀλλὰ διαφέρουν πολλὴ μεταξύ τους, καλύπτοντας μιὰ εὐρύτατη τάξη ἠλεκτρονικῶν ἐμποδίων και κρυπτογραφικῶν συστημάτων. Ἀφοῦ παραβιάσει αὐτὲς τις πύλες ὁ «λωποδύτης» ὑπολογιστής, μπορεῖ νὰ ἀξιολογήσει τις πληροφορίες πὺν θὰ βρεῖ, νὰ διαλέξει αὐτὲς πὺν θέλει, νὰ τις ἀντιγράψει, και μετά νὰ ἐξαφανίσει ὅλα τὰ ἔχνη τῆς παρουσίας του!

Ἐτσι στὰ ἐπόμενα 20 χρόνια ἂν δὲν προσέξουμε, μπορεῖ νὰ βρεθοῦμε σὲ μιὰ Ὀργουελιανὴ κατάσταση ὅπου ἡ διαταγή : «Εἰδοποιεῖστε με ἂν πάνω ἀπὸ δέκα φασίστες μαζεύονται σὲ ὁποιαδήποτε πόλη τῆς χώρας μας», νὰ ἐκτελεῖται αὐτόματα ἀπὸ ἓνα πρόγραμμα. Ὁ λόγος δὲ πὺν κάτι τέτοιο θὰ εἶναι δυνατό εἶναι ὅτι οἱ πληροφορίες γιὰ ταξιδιωτικὲς κινήσεις μὲ ἀεροπλάνα, πλοῖα και αὐτοκίνητα καθὼς και γιὰ ξενοδοχεῖα και πιστωτικὲς κάρτες θὰ εἶναι ἠλεκτρονικὰ προσιτὲς μὲ τὸ τεράστιο δίκτυο τῆς πληροφορικῆς ἀγορᾶς. Ὑπάρχουν, ὅπως εἴπαμε, τρόποι προστασίας τῶν πληροφοριῶν πὺν ἐμποδίζουν τέτοιες καταχρήσεις, ἀλλὰ κοστίζουν, ἐπιβραδύνουν τὴν ταχύτητα πληροφορικῆς ἐξυπηρετήσεως, και χωρὶς νομικὴ ἐπέμβαση εἶναι ἀμφίβολο ὅτι θὰ χρησιμοποιηθοῦν ἀπὸ πολλοὺς.



## 6. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ - ΑΝΑΨΥΧΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Ἐνῶ ἡ ἐξέλιξη τῶν δικτύων πού περιέγραφα εἶναι σχεδὸν σίγουρη γιὰ ὀργανισμούς, ἐπιχειρήσεις καὶ κυβερνήσεις, δὲν εἶναι καὶ τόσο βέβαιη γιὰ τοὺς ιδιω-  
τες. Σ' αὐτὸ τὸ θέμα πολλὰ θὰ ἐξαρτηθοῦν ἀπὸ μὴ τεχνικὲς ἐξελίξεις, ὅπως δηλαδὴ  
ἀπὸ τὸν ἀριθμὸ τῶν ιδιωτῶν πού θὰ ἀγοράσουν ἀρχικὰ τέτοια συστήματα, καὶ  
πού ἐπομένως θὰ μποροῦν νὰ ἀλληλοεπικοινωνοῦν, καθὼς καὶ ἀπὸ τὴν ἀξία πού  
θὰ ἔχει ἡ πληροφοριακὴ ἀγορὰ γιὰ τὸν πολίτη. Πάντως, ἓνα ποσοστὸ ιδιωτῶν  
θὰ ἔχει ὑπολογιστὲς στὸ σπίτι (ἤδη ὑπάρχουν πάνω ἀπὸ 500 χιλιάδες ἐμβρυώδεις  
μηχανὲς σὲ σπίτια τῶν ΗΠΑ) πού ἐκτὸς ἀπὸ τὴ χρήση τους γιὰ δουλειὰ γραφείου  
καὶ γιὰ τὴν ἀγοραπωλησίαν ὑπηρεσιῶν θὰ χρησιμοποιοῦνται γιὰ ἀναψυχή.

Ἡ μέχρι τώρα ἐπιτυχία τῆς τηλεοράσεως (παθητικὴ ἢ συμβολὴ τοῦ ἀνθρώ-  
που) καὶ πὺλ τελευταία τῶν ἠλεκτρονικῶν παιχνιδιῶν (ἐνεργὸς ὁ ἄνθρωπος) μᾶς  
ὀδηγοῦν στὸ συμπέρασμα ὅτι ὁ ὑπολογιστὴς στὸ σπίτι θὰ χρησιμοποιεῖται ἀρκετὰ  
γιὰ ἀναψυχή, μὲ συμμετοχὴ ὅλης τῆς οἰκογένειας. Παράδειγμα ἓνα τελευταῖο  
παιχνίδι, πού ἀντίθετα ἀπὸ τὰ ἠλεκτρονικὰ ἀνάλογα τοῦ σκακιού, τῆς ντάμας καὶ  
τοῦ ταβλίου, παίζεται στὸ κέντρο ἐρευνῶν μας ἀπὸ καμιά τριανταριά ἄτομα καὶ  
διαρκεῖ περίπου ἓνα μῆνα. Λέγεται («Αὐτοκρατορίες») καὶ παίζεται ὡς ἐξῆς : Οἱ  
παῖκτες ἀρχίζουν ὅλοι μὲ μιὰ δική τους αὐτοκρατορία πού ἔχει περίπου τὸν ἴδιο  
πληθυσμὸ, καὶ τὶς ἴδιες φυσικὲς πηγὲς πλούτου μὲ ὅλες τὶς ἄλλες αὐτοκρατορίες.  
Ἀπὸ κεῖ καὶ πέρα ὅμως ὁ κάθε παίκτης αὐτοκράτορας παίρνει δικές του ἀποφά-  
σεις π.χ. χτίζοντας ἐργοστάσια ἢ νοσοκομεῖα, μεγαλώνοντας τὸ στρατὸ του, φντεύ-  
οντας καρπούς, κάνοντας ἐμπόριο μὲ ἄλλες αὐτοκρατορίες κ.λπ. Οἱ ὑπολογιστὲς  
πού χρησιμοποιοῦνται γι' αὐτὸ τὸ παιχνίδι διαθέτουν γύρω στὶς 200 βασικὲς ἀπο-  
φάσεις στὸν κάθε παίκτη. Ἀλλὰ ὅταν αὐτὲς οἱ ἀποφάσεις συνδυασθοῦν σὲ χρο-  
νικὲς σειρές, δημιουργοῦνται ἀπειρες πιθανὲς ἐξελίξεις, τὰ ἀποτελέσματα τῶν ὁποίων  
δὲν εἶναι γνωστὰ ἐκ τῶν προτέρων. Ἐτσι ἂν κηρύξει πόλεμο ἓνας αὐτοκράτορας  
σὲ κάποιον ἄλλον, τὸ ἀποτέλεσμα θὰ ἐξαρτηθεῖ ἀπὸ πολλοὺς παράγοντες ὅπως  
π.χ. τοὺς στρατοὺς καὶ τὰ νοσοκομεῖα πού ἔχουν φτιάξει! Τὸ παιχνίδι αὐτὸ εἶναι  
ρεαλιστικὸ καὶ γοητευτικὸ. Ἐχει μεγάλῃ ἐπιτυχία καὶ θὰ μπορούσε κανεὶς νὰ τὸ  
χαρκτηρίσει σὰν ἀναψυχή μὲ καμουφλισμένους ἐκπαιδευτικὲς διαστάσεις.

Σὲ πὺλ καθαρὰ ἐκπαιδευτικὰ θέματα ὁ ὑπολογιστὴς στὸ σπίτι μπορεῖ νὰ  
ἔχει ἐνδιαφέρουσες ἐφαρμογές. Σκεφθεῖτε π.χ. ἂν δὲν θὰ θέλατε νὰ ἔχετε στὸ σπίτι  
ἓνα ἠλεκτρονικὸ ὑπηρέτη πού ἐκτὸς ἀπὸ θέματα σχολικὰ τῶν παιδιῶν, νὰ μπορεῖ  
νὰ σᾶς μαθαίνει μία ξένῃ γλῶσσα, μιὰ τέχνη, ἓνα μουσικὸ ὄργανο ἢ κάτι ἄλλο πού  
νὰ σᾶς ἐνδιαφέρει πολὺ. Ὅπως εἶδαμε νωρίτερα, αὐτὸ πού διακρίνει τὸν ὑπολογι-

στη από άλλα μηχανικά μέσα εκπαιδύσεως είναι ή ικανότητά του να απαντά στις ερωτήσεις. Σήμερα, υπάρχον πειραματικά προγράμματα που διδάσκουν τη συναρμολόγηση ενός ποδηλάτου, και «όδηγούνται» από το μαθητή με τυποποιημένες ερωτήσεις. Η μελλοντική πρόοδος των υπολογιστών σε πιο προχωρημένα στάδια θα εξαρτηθεί από την πρόοδο στα συστήματα πληροφοριών, δηλαδή θα είναι πιο εύκολη όσο πιο περιορισμένο είναι το θέμα που έτσι θα διδάσκεται. Στην Ελλάδα που υπάρχουν εκπαιδευτικές ανάγκες, ιδίως σε χωριά, μπορεί κανείς να φανταστεί ότι οι υπολογιστές θα φέρουν πληροφορίες στο αγροτικό σπίτι όπως παλιότερα τα καλώδια έφεραν τον ηλεκτρισμό!

Η συνύπαρξη υπολογιστών και ανθρώπων στο σπίτι μπορεί να έχει και αρνητικές επιπτώσεις. Η απομόνωση των ανθρώπων έχει ήδη ενισχυθεί με το ιδιωτικό αυτοκίνητο, και τον τεχνολογικό τρόπο της ζωής μας. Σε μελέτες του Κέντρου μας ή κοινωνιολόγος Sherry Turkle συμπέρανε μετά από παρατήρηση 400 ανθρώπων που έχουν υπολογιστές στο σπίτι, ότι μια αρκετά μεγάλη μερίδα τους χρησιμοποιούν γιατί εκτελούν διαταγές χωρίς συζήτηση, δίνοντάς τους ένα αίσθημα υπεροχής. Έτσι μπορεί ο υπολογιστής να μεγαλώσει την απόσταση μεταξύ αυτών που έχουν και αυτών που δεν έχουν κοινωνικές τάσεις. Τέλος, υπάρχει πιθανότητα να ατροφήσει το μυαλό μας σε διανοητικές εργασίες που θα γίνονται εύκολα από υπολογιστές, όπως δυστυχώς ατροφήσαν οι μυς μας από τη μηχανική εύκολια της βιομηχανικής επαναστάσεως.

## 7. ΔΥΟ ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές νομίζω ότι θα μεγαλώσουν το άνοιγμα μεταξύ ανατολής και δύσης καθώς και μεταξύ βορρά και νότου. Είδαμε ήδη τα προβλήματα που μπορεί να δημιουργηθούν με την κλοπή πληροφοριών στην πληροφοριακή αγορά. Και οι επιφυλάξεις που διατύπωσα νωρίτερα έχουν να κάνουν μόνο με Αντι-κές, τεχνολογικά προηγμένες χώρες, όπου υπάρχει γεωγραφικά διεσπαρμένος πολιτικός και οικονομικός έλεγχος. Σκεφθείτε τώρα τί μεγάλο δώρο είναι ο υπολογιστής για ένα καθεστώς που βασίζεται σε κεντρικό έλεγχο.

Στο θέμα βορρά - νότου, νομίζω ότι οι πλούσιες χώρες θα βρουν πιο αποδοτικές χρήσεις για τις μηχανές τους από τις χώρες του Νότου που μόνον τώρα αναπτύσσονται οικονομικά. Βασικός λόγος γι' αυτή τη διαφορά είναι η αξία των πληροφοριών. Συγκεκριμένα, πιστεύω ότι οι πληροφορίες είναι χρήσιμες στον άνθρωπο κυρίως, επειδή οδηγούν σε ικανοποίηση ύλικων ή αισθησιακών επιθυμιών. Δηλαδή, η οικονομική αξία ενός πληροφοριακού συνόλου εξαρτάται από την οικο-



νομική αξία τῶν ὑλικῶν ἀγαθῶν μὲ τὰ ὁποῖα συνδέεται. Ἔτσι βγαίνει τὸ συμπέρασμα ὅτι χῶρες μὲ πληθῶρα ὑλικῶν ἀγαθῶν ἔχουν καὶ ἀνάγκη γιὰ πολλές πληροφορίες, καὶ φυσικὰ γιὰ τοὺς ὑπολογιστὲς ποὺ θὰ χειρίζονται αὐτὲς τὶς πληροφορίες. Ἴσως ὁμως τὰ παραπάνω νὰ εἶναι λάθος καὶ νὰ ἔχει δίκιο ὁ Γάλλος μελλοντολόγος *Shreiber* ποὺ ὑποστηρίζει ὅτι οἱ λαοὶ τοῦ Νότου θὰ μποροῦν νὰ πηδήξουν τὸ βιομηχανικὸ στάδιο, πηγαίνοντας ἔτσι κατ' εὐθείαν στὴν πληροφοριακὴ ἐπανάσταση! Φοβοῦμαι ὅτι τέτοιες τεράστιες κοινωνικο-οικονομικὲς ἀλλαγὲς ποὺ πῆραν αἰῶνες γιὰ νὰ γίνουν, εἶναι δύσκολο νὰ ἀλλάξουν τὸν ἄνθρωπο μέσα σὲ λίγα χρόνια, ὅση τεχνολογία καὶ ἂν χρησιμοποιηθεῖ. Ἔτσι ἴσως βοηθηθοῦν τοπικὰ οἱ λαοὶ τοῦ Νότου μὲ τὴν ἐκπαίδευση ποὺ προσφέρουν οἱ ὑπολογιστές, καὶ μὲ τὴν ἀγορὰ πληροφοριακῆς ἐργασίας ἀπὸ τὸ βορρᾶ, ἀλλὰ ἡ συνολικὴ ἐπίδραση τῆς πληροφοριακῆς ἐπαναστάσεως πιστεύω ὅτι θὰ εἶναι πολὺ μικρότερη στοὺς λαοὺς ποὺ θεωροῦν τὴ διατροφή τοῦ πληθυσμοῦ τους σὰν τὸν πρῶτο σημαντικὸ τους σκοπὸ.

#### 8. ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ

Ἄς γυρίσουμε τώρα στὴ βασικὴ ἐρώτηση ποὺ θέσαμε ἐπανελημμένα —τὴν ἱκανότητα τῶν ὑπολογιστῶν σὲ σχέση μὲ τὸν ἄνθρωπο— κάνοντας πρῶτα μιὰ ποσοτικὴ σύγκριση: Ἐνας μικρο-ὑπολογιστὴς «παλάμης» ἀποτελεῖται σήμερα ἀπὸ περίπου 100.000 κυκλώματα. Ὁ ἀνθρώπινος ἐγκέφαλος ἔχει περίπου 10 δισεκατομμύρια νευρῶνες. Κάνοντας τὴν ὄχι πολὺ ἀκριβὴ ἐξίσωση λογικῆς δυνάμεως κυκλώματος καὶ νευρῶνος φθάνουμε στὸ συμπέρασμα ὅτι ἓνα ἀνθρώπινο μυαλὸ ἀναλογεῖ ποσοτικὰ μὲ 100.000 τέτοιους μικρο-ὑπολογιστές. Μέχρι τὸ 2000 μ.Χ. ὑπάρχουν καλὲς προοπτικὲς ὅτι θὰ μπορέσουμε νὰ ἀλληλοσυνδέσουμε 1.000 - 10.000 μικρο-ὑπολογιστὲς οἱ ὁποῖοι θὰ ἐκτελοῦν τὶς διαταγὲς ἑνὸς προγράμματος. Ἄν αὐτὰ γίνουν, τότε ἐπέκταση σὲ σύνδεση 100.000 ὑπολογιστῶν μπορεῖ νὰ πάρει ἄλλα 10 - 20 χρόνια. Ἔτσι, ποσοτικὰ τουλάχιστον, ὑπάρχει δυνατότης νὰ φτάσουν καὶ ἴσως νὰ ξεπεράσουν ομάδες ὑπολογιστῶν τὸν ἀνθρώπινο ἐγκέφαλο στὰ ἐπόμενα 40 χρόνια!

Ἡ κρίσιμη ἐρώτηση, φυσικὰ, ἔχει νὰ κάνει μὲ τὸ ἂν βρεθεῖ τρόπος προγραμματισμοῦ ποὺ θὰ δώσει στὶς μηχανὲς σταδιακὰ μεγαλύτερη ἀντίληψη σὲ συνεχῶς ψηλότερα ἐπίπεδα νοημοσύνης. Οἱ σημερινὲς ἱκανότητες τῶν ὑπολογιστῶν, ὅπως εἶδαμε, περιορίζονται στὴν κατανόηση μιᾶς προφορικῆς διαταγῆς ἀπὸ κατάλογο χιλίων τέτοιων διαταγῶν, ἢ τὴν ἱκανότητα νὰ μαθαίνει ἓνα πρόγραμμα περιορισμένες γνώσεις, ἢ νὰ ἀντικαθιστᾷ μιὰ πολὺ εἰδικὴ διανοητικὴ ἀνθρώπινη ἐργα-

σία. Δηλαδή, σὲ ἀναλογία ἀνθρώπινης ἡλικίας οἱ ὑπολογιστὲς συμπεριφέρονται σὰν βρέφη χωρὶς ὅμως νὰ ἔχουν τὴν «κοινὴν» ἀντίληψη ἐνὸς βρέφους, ἢ σὰν μεσήλικοι ἐμπειρογνώμονες ποὺ δὲν ξέρουν τίποτα ἄλλο ἀπὸ τὴ στενὴ ἐξειδικευσὴ τους. Καὶ δὲν βλέπουμε στὸν ἐρευνητικὸ σημερινὸ ὁρίζοντα οὔτε θεωρίες οὔτε ριζικὰ διαφορετικὰς ἰδέες ποὺ πιθανὰ θὰ μᾶς ὁδηγήσουν σὲ νέες μεγάλες ἐξελίξεις στὸ θέμα αὐτὸ τῆς τεχνητῆς νοημοσύνης.

Πολλοὶ ἀπὸ τοὺς ἐπιστήμονες ποὺ ἀσχολοῦνται μὲ τέτοιες ἐρευνες πιστεύουν ὅτι οἱ ἠλεκτρονικοὶ ὑπολογιστὲς θὰ ἀποκτήσουν διανοητικὴ ἰσότητα μὲ τὸν ἄνθρωπο στὰ ἐπόμενα 50 - 100 χρόνια. Ἄλλοι πιστεύουν ὅτι ποτὲ δὲν θὰ γίνῃ μιὰ τέτοια ἐξέλιξη. Ἀνστρωχῶς δὲν ἔχουμε οὔτε ἐνδείξεις, οὔτε ἀποτελέσματα οὔτε καὶ στοιχεῖα ποὺ νὰ μᾶς ὁδηγοῦν μὲ ἐπιστημονικὴ ἀμεροληψία στὸ ἓνα ἢ στὸ ἄλλο συμπέρασμα. Ἐτσι μποροῦμε νὰ διαλέξουμε γιὰ καθαρὰ ρομαντικοὺς λόγους τὴν ἄποψη ποὺ μᾶς ἀρέσει. Ἡ δική μου ἄποψη εἶναι τεχνο-ρομαντικὴ, χωρὶς νὰ ξεχνῶ ὅτι τὸ λάθος τοῦ πρόωρου ἐνθουσιασμοῦ γιὰ τὴν αὐτοαντίληψη τὸ ἔχομε κάνει πολλές φορές: Οἱ πρόγονοί μας πίστευαν ὅτι τὸ μυαλὸ δουλεύει σὰν ἓνα πολύπλοκο μηχανικὸ ἢ ὑδραυλικὸ σύστημα. Πιὸ σύγχρονα, ὁ διάσημος μαθηματικὸς Norbert Wiener ἐπανέλαβε τὸ λάθος μὲ τὰ *Cybernetics* πιστεύοντας δηλαδὴ ὅτι ἡ «λειτουργία» τῶν ζώων ἐξηγεῖται μὲ ἠλεκτρονικὰ συστήματα ἐλέγχου. Τώρα, πολλοὶ εἶναι σίγουροι ὅτι τὸ ἀνθρώπινο μυαλὸ δουλεύει σὰν ἓνα μεγάλο καὶ πολύπλοκο πρόγραμμα!

Ἄς ὑποθέσουμε ὅμως ὅτι οἱ ἠλεκτρονικοὶ ὑπολογιστὲς θὰ φθάσουν ἢ ἴσως καὶ θὰ ξεπεράσουν κάποτε τὴ διανοητικὴ μας δύναμη. Ὑπάρχει δὲ τὸ τεστ τοῦ Turing ποὺ μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσουμε γιὰ νὰ ἐξακριβώσουμε μιὰ τέτοια ἰσότητα: Δηλαδή βάζουμε μιὰ μηχανὴ σὲ ἓνα δωμάτιο καὶ ἓναν ἄνθρωπο σὲ ἓνα ἄλλο δωμάτιο. Μετὰ ἀφήνουμε ἓνα μεγάλο ἀριθμὸ ἀνθρώπων νὰ ὑποβάλλουν ὅ,τι ἐρωτήσεις θέλουν, χωρὶς φυσικὰ νὰ γνωρίζουν αὐτοὶ ποῖο δωμάτιο ἔχει τὸν ἄνθρωπο καὶ ποῖο τὴ μηχανή. Αὐτὸ πρέπει νὰ τὸ καταλάβουν ἀπὸ τὶς ἀπαντήσεις ποὺ θὰ πᾶρουν. Ὅταν δὲ οἱ ψῆφοι τῶν ἐξεταστῶν αὐτῶν γιὰ τὴ θέση τοῦ ἀνθρώπου εἶναι ἴσα μοιρασμένοι ἀνάμεσα στὰ δύο δωμάτια, τότε ὑπάρχει ἰσότητα μηχανῆς καὶ ἀνθρώπου.

Ἀκόμα καὶ ἂν ἐξακριβωθεῖ ποτὲ μιὰ τέτοια ἰσότητα, οἱ μηχανὲς καὶ οἱ ἄνθρωποι θὰ διαφέρουν ριζικὰ στὰ θεμέλιά τους: Συγκεκριμένα, τὸ βιο-χημικὸ μας ὑπόβαθρο θὰ εἶναι τελείως διαφορετικὸ ἀπὸ τὴν καθαρὰ λογικὴ βάση τῶν ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν. Ἐτσι, ἡ πείνα, τὸ κρύο, ἡ ἀρρώστια καὶ ὁ σεξουαλισμὸς θὰ ἔχουν μόνο λογικὴ ἐξήγηση (ἢ ἀντίληψη) ἀπὸ τὶς μηχανές. Μιὰ τέτοια



θεμελιώδης διαφορὰ στὰ βασικὰ κίνητρα τῆς ἀνθρωπότητος δὲν μπορεῖ παρὰ νὰ ἔχει καὶ διαφορετικὲς ἐπιπτώσεις σὲ ἀνώτερα ἐπίπεδα νοημοσύνης. Ἔτσι ἡ ὁ λ ι κ ῆ διανοητικὴ ἰσότητα μεταξὺ ἀνθρώπων καὶ μηχανῶν φαίνεται ὅτι εἶναι ἀπίθανη, ἐνῶ μιὰ λογικὴ ἰσότητα μπορεῖ κάποτε νὰ γίνεῖ, χωρὶς ὅμως νὰ ἔχουμε σήμερα τὴν ἐπιστημονικὴ πεποίθηση νὰ τὴν προβλέψουμε.

Τέλος, ἐπιτρέψτε μου νὰ κλείσω τὴν ὁμιλία αὐτὴ μὲ μιὰ χιονομοριστικὴ καὶ ἴσως λίγο φιλοσοφικὴ παρατήρηση : Εἶδαμε ὅτι οἱ ἠλεκτρονικοὶ ὑπολογιστές θὰ ἀντικαταστήσουν βαθμιαῖα τὸν ἄνθρωπο στὶς ἐπαναληπτικὲς δουλειὲς καθὼς καὶ στὰ πάρα πολλὰ εἰδικευμένα ἐπαγγέλματα. Ἐμεῖς οἱ Ἕλληνες, ὅμως, ἔχουμε κληρονομήσει ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους προγόνους μας μιὰ μεγάλη ἀγάπη γιὰ τὴ φιλοσοφία. Μᾶς ἀρέσουν οἱ συζητήσεις καὶ οἱ σκέψεις σὲ θέματα πολιτικά, οἰκονομικά, καὶ κοινωνικά... δηλαδὴ τὰ πιὸ δύσκολα γιὰ ἀντικατάσταση ἀπὸ ὑπολογιστές. Ἔτσι, ἂν ποτὲ ἀρχίσουν οἱ μηχανὲς αὐτὲς νὰ πλησιάζουν ἐπικίνδυνα τὶς ἱκανότητες τοῦ ἀνθρώπου, τότε δὲν ἀποκλείεται νὰ γίνουμε ἐμεῖς οἱ Ἕλληνες τὸ τελευταῖο ὄχρὸ τοῦ Δυτικοῦ ἀνθρώπινου Πολιτισμοῦ!

---