

WOLFGANG WIESER

ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΥΒΕΡΝΗΤΙΚΗ

Ἡ ἰδέα νὰ ἀναγραφοῦν ὀρισμένες πράξεις τοῦ ἀνθρώπου ἀπὸ αὐτόματα εἶναι παμπάλαια.

Στὸν αἰῶνα τῆς τεχνικῆς, γιὰ πρώτη φορά, ἦταν δυνατὴ ἡ πραγματοποίησή της κατὰ ἓνα τρόπο, ποὺ δὲν μπορούσε πιά νὰ χαρακτηριστεῖ κοινός. Τοῦτο εἶναι πιθανὸ νὰ ὀφείλεται στὸ γεγονός, πῶς στὸν 17ο καὶ 18ο αἰῶνα, τὴν ἐποχὴ τῶν «ὠρολογίων»—ὅπως τὴν χαρακτηρίζει ὁ Norbert Wiener στὸ βιβλίο του «Κυβερνητική»—σχηματίστηκε γιὰ πρώτη φορά μιὰ ἀκριβῆς ἔννοια τοῦ ὀργανισμοῦ, σὰν ἓνα πολύπλοκο βέβαια σύστημα, ἀλλὰ πάντως κατανοητό, δημιουργημένο ἀπὸ ἀλληλοεξαρτώμενα στοιχεῖα. Πατέρας τῆς θεωρίας αὐτῆς εἶναι ὁ Descartes, ποὺ εἶχε πεῖ πῶς τὰ ζῶα εἶναι μηχανές, ὅπως ἐπίσης καὶ ὁ ἄνθρωπος, παρὰ τὸ γεγονός πῶς αὐτὸς σὰν μηχανὴ εἶναι συνδεδεμένος μὲ τὴν ψυχὴ μέσο τῆς «ἐπιφύσεως» καὶ κατευθύνεται ἀπ' αὐτή. Ὁ Descartes, ὁ Borelli καὶ ἄλλοι φυσιοδίφες τῆς ἐποχῆς ἐκείνης ἔκαναν σχεδιαγράμματα ὅπου παριστάνονται ὀρισμένες λειτουργίες τῶν ὀργανισμῶν—π.χ. τὸ πέταγμα τῶν πουλιῶν, ἡ



συστολή τῶν μυῶν, ὁ χτύπος τῆς καρδιάς καὶ οἱ κινήσεις τοῦ πνεύμονα—σὰν νὰ ἐπεξηγοῦνται μὲ τὰ τεχνικὰ μέσα τῆς τότε ἐποχῆς. Ἔβλεπαν, δηλ. τότε, σωληνες γεμισμένους μὲ ὑγρά, ἔμβολα, ὀδοντωτοὺς τροχοὺς, μεταφορεῖς, βαλβίδες, δικλεῖδες καὶ πολλὰ ἄλλα, στοιχεῖα δηλ. μηχανικῶν καὶ ὑδραυλικῶν μηχανῶν ποὺ ἡ λειτουργία τους ἔπρεπε νὰ μπορεῖ νὰ συγκρίνεται ἄμεσα μὲ ἐκείνη τῶν ζωϊκῶν ὀργανισμῶν. Αὐτὸ ποὺ φαντάστηκαν οἱ φιλόσοφοι ἔγινε πραγματικότητα ἀπὸ τοὺς πιὸ ἐπιδέξιους λεπτουργοὺς τοῦ 18ου αἰῶνα. Οἱ ἀδελφοὶ Jaquet—Droz καὶ Jean Frédéric Lesclapart κατασκεύασαν κοῦκλες ποὺ γράφουν, σχεδιάζουν, παίζουν μουσικὴ καὶ χορεύουν, καὶ ποὺ πρέπει ἴσως νὰ χαρακτηριστοῦν σὰν τὰ πρῶτα πολύπλοκα μοντέλα τῆς ζωῆς, σύμφωνα μὲ τὸ πνεῦμα μιᾶς βιολογικῆς θεωρίας—ἀκόμη βέβαια καὶ ἂν οἱ κατασκευαστὲς δὲν ἔκαναν ἐκδηλὴ τὴ σκέψη νὰ ἐλέγξουν τὴν ἐφαρμογὴ τῆς φιλοσοφίας τοῦ Descartes.

Μὲ τὴν ἐπόμενη φάση τῆς τεχνικῆς ἐξέλιξης ἀρχίζει καὶ ἡ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση. Ἀπὸ μιὰ ἄποψη ὅμως οἱ ἰδέες τοῦ 19ου αἰῶνα ἦταν πιὸ χονδροειδεῖς καὶ λιγότερο εὐφυεῖς ἀπὸ κείνες τοῦ 18ου. Ἐνῶ ὁ ἓνας εἶναι ἡ ἐποχὴ τῶν «ὠρολογίων», ὁ ἄλλος εἶναι ἡ ἐποχὴ τῶν ἀτμομηχανῶν καὶ σ' αὐτὴ τὴ σύγκριση ἐκφράζεται καθαρὰ ἡ πνευματικὴ ἀλλαγὴ τῆς ἐποχῆς. Οἱ μηχανές ἀποκτήσανε μιὰ τεράστια ἱκανότητα ἀπόδοσης χάρις στὶς νέες ἐνεργειακὲς μορφές : τὸν ἀτμὸ καὶ τὸν ἠλεκτρισμό. Κάτω ἀπὸ τὴν ἐντύπωση τῆς ὑψηλῆς αὐτῆς ἀποδοτικότητας διέβλεψαν πολλοὶ στὶς ἀτμομηχανές, μὲ τοὺς πανίσχυρους ἀναπτρωτικούς τροχοὺς, στὶς ἀτμάμαξες, στοὺς γερανοὺς, στὰ ἀτμοκινούμενα σφυριὰ καὶ στὶς τουρμπίνες, τὴν οὐσία τῆς μηχανικῆς γενικά. Οἱ συγκρίσεις ποὺ ἔγιναν μεταξὺ τῶν συμπαγῶν αὐτῶν δημιουργημάτων τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῆς ζωῆς, δὲν μπορούσαν παρὰ νὰ εἶναι ἀτυχεῖς. Διότι οἱ μηχανές αὐτὲς ἐκπροσωποῦσαν μιὰ μόνο βιολογικὴ ἀρχή, τὴν ἀρχὴ τῆς μυϊκῆς δύναμης. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ ἡ ἀποθέωση τῆς τεχνικῆς τῆς ἐποχῆς αὐτῆς ἔχει κάτι τὸ καταθλιπτικόν. Στὸν ἐλκυστήρα ἢ στὴν ὀγκώδη τουρμπίνα δὲν μπορεῖ κανεὶς, μὲ τὴν πιὸ καλὴ θέληση, νὰ δεῖ τίποτ' ἄλλο παρὰ τὴν ἀνόητη ἀρχή



τῆς δύναμης, πού ἔλαβε ὑπέρμετρη μορφή σέ βάρος ὄλων τῶν λοιπῶν ἱκανοτήτων, πού κρύβονται στόν ἄνθρωπο, καί ἔγινε ἀντικείμενο φетиχισμοῦ.

Στό 19ο αἰώνα ἀναπτύχθηκε καί ἐξειδικεύτηκε συγχρόνως ἡ ἐπιστήμη τῆς ζωῆς. Ἀνακαλύφθηκαν οἱ πολύπλοκες διαδικασίες τοῦ διαχωρισμοῦ τῶν κυττάρων καί τῆς ἐξέλιξης πού πρέπει νά γίνουν σέ κάθε ὄργανισμό, πρὶν φτάσει στήν τελική του μορφή. Ἡ γνώση αὐτή ἀπομάκρυνε ὅλο καί περισσότερο τοὺς προσεκτικούς βιολόγους ἀπὸ ὅλες τῆς ἀπλοϊκῆς μηχανικῆς θεωρίας. Σάν ἀντίδραση στόν ὑπέρμετρα ἀπλοϊκὸ μηχανισμό διαμορφώθηκε ἓνα εἶδος νεοβιταλισμοῦ, μὲ κύριο πρωταγωνιστὴ τὸν γνωστὸ Hans Driesch. Μιὰ ὅμως καί ἡ βιολογία τῶν ἀρχῶν τοῦ 20οῦ αἰώνα ἦταν «μηχανιστική» — ἂν ἐπιτρέπεται ἡ παλαιωμένη αὐτὴ ἔκφραση — δημιουργήθηκε ἓνα εὐρύτερο χάσμα ἀνάμεσα σ' αὐτὴν καί τὴ σύγχρονή της τεχνική ἀπ' ὅ,τι ἀνάμεσα στὴ βιολογία τοῦ Descartes καί τὴν τεχνική τῶν «ὠρογίων» τοῦ 18ου αἰώνα.

Σήμερα ἡ κατάσταση ἔχει πάλι μεταβληθεῖ ἐντελῶς. Συγκρίσεις ἀνάμεσα στὴ βιολογία καί τὴν τεχνική, τόσο ἀπὸ τὴν πλευρὰ τοῦ ἀντικειμένου, ὅσο καί ἀπὸ τὴν πλευρὰ τῆς μεθόδου, ἔχουν γίνεи ἀγαπητὸ θέμα συζητήσεων.

Σὲ μιὰ σύγχρονη ἐπιστήμη, τὴν Κυβερνητική, φαίνεται πῶς ἡ βιολογία καί ἡ τεχνική συναντιόνται μ' ἓναν ἀπρόβλεπτα ἀποδοτικὸ τρόπο.

Ἄν συλλογιστοῦμε, ποιά μπορεῖ νά εἶναι ἡ αἰτία τῆς ἐξέλιξης αὐτῆς θὰ μπορούσαμε νά τονίσουμε τὰ παρακάτω σημεῖα :

Στὴ βιολογία οἱ ἔννοιες τῆς «δύναμης» καί τῆς «οὐσίας» εἶχαν χάσει τὴν ἀξία τους, γιατί ἡ ἐξελιγμένη γνώση εἶχε ἀφανίσει τὴν ἐλπίδα, πῶς τὸ φαινόμενο τῆς ζωῆς θὰ μπορούσε νά ἐρμηνευτεῖ σάν ἔκφραση ζωϊκῶν δυνάμεων ἢ οὐσιῶν. Ἡ οὐσία τῆς ζωῆς, ὅπως λέγεται,



δέν μπορεί νά βρίσκεται αποκλειστικά στήν «ύλη», ἀφοῦ στα ἔργαστήρια τῶν χημικῶν ἔγινε δυνατή ἡ σύνθεση ὀργανικῶν οὐσιῶν, χωρίς ὅμως νά γίνει ἕνα βῆμα πρὸς τή δημιουργία τοῦ Homunculus. Σέ ἀποτυχία ὀδηγήθηκε ἐπίσης ἡ προσπάθεια τῆς διακρίβωσης μιᾶς εἰδικῆς «δύναμης» γιά τίς ζωϊκές διεργασίες. Στό κενό αὐτό τῆς ἀνεπάρκειας, κέρδιζε συνέχεια ἕδαφος μιά τρίτη ἔννοια, ἡ ἔννοια τῆς ὀργάνωσης. Θέτει κανεῖς τὸ ἐρώτημα : ποιοὶ εἶναι οἱ νόμοι ποὺ διέπουν τὴν τάξη τῶν ὑλικῶν στοιχείων στοὺς ὀργανισμούς, ποιοὶ εἶναι οἱ νόμοι ποὺ κατευθύνουν τὴ σύνθεση τῶν δυνάμεων στοὺς ὀργανισμούς; Μήπως οἱ λειτουργίες τῆς ζωῆς ὀρίζονται μᾶλλον ἀπὸ εἰδικούς νόμους συναρμογῆς παρά ἀπὸ εἰδικές οὐσίες ἢ ἐνέργειες;

Ἐκτὸς ἀπὸ μιὰ ἀποψη ἡ ἐξέλιξη αὐτὴ τῆς βιολογίας μπορεί νά συγκριθεῖ μὲ τὴν ἐξέλιξη τῆς τεχνικῆς στὸν 20ὸ αἰῶνα. Μὲ τὴν ἀναπτυσσόμενη κυριαρχία πάνω στις πρῶτες ὕλες καὶ τίς πηγές ἐνέργειας ἔγινε δυνατὴ ἡ δημιουργία ὅλο καὶ πιὸ πολύπλοκων μηχανῶν καὶ τεχνικῶν συστημάτων—καὶ ὅσο πιὸ πολύπλοκα γίνονται τὰ συστήματα αὐτὰ τόσο γίνεται καὶ πιὸ φανερό, πῶς τὸ μέλλον τῆς τεχνικῆς δέν βρίσκεται κυρίως στὸν πολλαπλασιασμό τῆς ἀποδοτικότητας, ὅσο στή συνεργασία μὲ τὴν ἀνθρώπινη εὐφυΐα. Μιὰ προϋπόθεση εὐφυῶν ἐνεργειῶν εἶναι ὅμως ἡ σύνδεση ἐμπειρικῶν στοιχείων, γιά νά φτάσει κανεῖς ἀπὸ τὰ προκείμενα σὲ συμπεράσματα, ἀπὸ προσιτὰ δεδομένα γενικά, σὲ ἀπρόβλεπτες ἀποφάνσεις.

Οἱ βιολόγοι καὶ οἱ τεχνικοὶ τοῦ αἰῶνα μας ἀνακαλύπτουν ἑαφνικὰ ὅτι κινουῦνται μέσα στὸν ἴδιο χῶρο ἐννοιῶν, ἂν καὶ ξεκινᾶνε ἀπὸ ὀλοτελα διαφορετικὲς σκοπιές καὶ μὲ διαφορετικούς στόχους. Καὶ γιά τοὺς δύο ἦταν πιὸ σπουδαῖο τὸ θέμα τῶν εἰδικῶν ὀργανωτικῶν καὶ συνδυαστικῶν νόμων, ἀπὸ ἐκεῖνο τῶν εἰδικῶν δυνάμεων ἢ οὐσιῶν. Οἱ βιολόγοι θέλησαν νά γνωρίσουν τοὺς εἰδικούς νόμους σχέσεων, ὅπου μποροῦν νά ἀνάγονται τὰ ἐνεργήματα τῶν ἐμβίων ὄντων, ἀκόμη καὶ τὰ ψυχικὰ ἐνεργήματα τοῦ ἀνθρώπου. Οἱ τεχνικοὶ προσπάθησαν πάλι, μὲ τὴ βοήθεια ὅλο καὶ πιὸ ἐκλεπτυσμένων συνδέσεων γνωστῶν



στοιχείων, να διευρύνουν το χώρο αποδοτικότητας των μηχανών με τέτοιο τρόπο, που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση όλο και πιο πολύπλοκων προβλημάτων. Με δύο λόγια: τις δομές, που αναζήτησε ο βιολόγος στα οργανικά συστήματα, ο τεχνικός θέλησε να τις εφεύρει για να μπορέσει έτσι να κατασκευάσει τις πιο κατάλληλες μηχανές για όρισμένους σκοπούς. Έκείνο που ο ένας θέλησε να αναπαραγάγει με τη βοήθεια αναλυτικών μεθόδων, ο άλλος θέλησε να το δημιουργήσει με τη βοήθεια συνθετικών μεθόδων.

Αυτή η όμοφωνία στον τρόπο θεώρησης προέρχεται από τη συγγένεια των γνωρισμάτων που χαρακτηρίζουν τα πολύπλοκα εκείνα συστήματα, που ενδιαφέρουν τους βιολόγους και τους τεχνικούς της εποχής μας. Όλα τα συστήματα του είδους αυτού χαρακτηρίζονται τόσο από τους κατευθυντικούς και ρυθμιστικούς μηχανισμούς, όσο κι από την ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα στα δομικά τους στοιχεία. Θα τα ονομάσουμε έντελως γενικά *κυβερνητικά συστήματα*, ανεξάρτητα απ' το αν πρόκειται για οργανισμούς, μηχανές ή κοινωνικά φαινόμενα. Την έσωτερική τους συγγένεια μαρτυρούν με την ύπαρξη όρισμένων κοινών χαρακτηριστικών, απ' τα όποια θα πρέπει να αναπτύξουμε εδώ δύο σπουδαιότερα. Το ένα είναι η σχέση με το περιβάλλον, το άλλο η πολυπλοκότητα της οργάνωσης.

Τα μεγαλοφυή αυτόματα των προηγούμενων αιώνων, ήταν έντελως δύσκαμπτα. Δηλαδή, παρά την πολυειδείά τους δεν ήταν σε θέση να μεταβάλουν τη συμπεριφορά τους σε εξάρτηση με τα γεγονότα του έξωτερικού περιβάλλοντος. Ο αυτόματος «γραφεύς» π.χ. που κατασκεύασαν ο Durand και ο Decamps το 19ο αιώνα με το όνομα «Professor Arcadius», είχε προγραμματιστεί με μερικές απαντήσεις που μπορούσε να γράψει πάνω σε έναν πίνακα. Ο χειριστής του μηχανήματος έδινε στον επισκέπτη έναν αριθμό ερωτήσεων για επιλογή και προσπαθούσε να προβλέψει την ερώτηση που θα απηύθυνε αυτός στον Professor Arcadius. Τυχαία τοποθετούσε ένα μοχλό στην αντίστοιχη θέση και έτσι έβγαινε από το ρεπερτόριο της μηχανής μια όρισμένη απάντηση. Αν έκανε λάθος ο μηχανικός, τότε ο



χειριστής καθησύχαζε τὸν πελάτη μὲ τὴ διαβεβαίωση ὅτι ὁ κύριος καθηγητὴς δὲν κατάλαβε σωστά. Νομίζουμε ὅτι εἶναι πενιχρὴ ἡ προσπάθεια νὰ προγραμματίσουμε μιὰ μηχανὴ γιὰ ἓνα ὄχι ἀκριβῶς προβλέψιμο γεγονός. Ἐνα ἀνώτερο ὄν, ὁ ἄνθρωπος ποὺ χειρίζεται τὸ μηχανήμα, προσπαθεῖ νὰ μαντέψει τὸ γεγονός—τὴν ἐκάστοτε ἐρώτηση—μὲ βάση τὴν ἰκανότητά του ἐναίσθησης καὶ βάζει ἀνάλογα τὸ μηχανισμό σὲ λειτουργία.

Τέτοια ἦταν σχεδὸν ἀποκλειστικὰ ἡ τεχνικὴ ὡς τὸν 20ὸ αἰῶνα, ἂν καὶ γνωρίζουμε σήμερα ὀρισμένες ἐξαιρέσεις, ποὺ θὰ πρέπει νὰ τις θεωρήσουμε σὰν προδρόμους τῶν κυβερνητικῶν μηχανισμῶν. Στὴν τεχνικὴ αὐτὴ τὸ ἓνα μηχανικὸ βῆμα ἀκολουθοῦσε ἐντελῶς προγραμματισμένα τὸ ἄλλο καὶ μόνο ἡ παρέμβαση τοῦ ἀνθρώπου μποροῦσε νὰ ἀλλάξει τὴν πορεία. Ὁ τρόπος αὐτὸς κατασκευῶν ἀντιστοιχοῦσε σὲ ἓναν ὀρισμένο τρόπο σκέψης: σ' ἓναν ντετερμινισμό ποὺ συναντᾶμε καθαρότερα στὰ διάφορα ἀπολυταρχικὰ συστήματα τοῦ 19ου αἰῶνα. Ἀντίθετα, ἡ μετάβαση στὶς κυβερνητικὲς μηχανές, ποὺ κατασκευάστηκαν κυρίως στὴ διάρκεια τοῦ β' παγκόσμιου πολέμου, παρουσιάζει μιὰ ριζικὴ ἀλλαγὴ στὴ σχέση μὲ τὸ περιβάλλον. Ὁ ἐξωτερικὸς κόσμος περιλήφθηκε στὸ σύστημα τῶν μηχανῶν καὶ ἔτσι μεταβλήθηκε σὲ περιβάλλον. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ θὰ πρέπει μιὰ τέτοια μηχανὴ νὰ θεωρηθεῖ ἐπίσης σὰν ὄργανισμός. Γιατί, καθὼς εἶπε ὁ Jakob von Uexküll πρὶν ἀπὸ 50 χρόνια, ἐνῶ σὲ κάθε ὄργανισμό ταιριάζει καὶ ἓνα εἰδικὸ περιβάλλον, γιὰ τὶς μηχανές τὸ περιβάλλον, ὅπου βρίσκονται, εἶναι ἓνας ἄσχετος ἐξωτερικὸς κόσμος.

Δὲν εἶναι δύσκολο νὰ καταλάβει κανεὶς τὴν ὑπαγωγὴ τοῦ ἐξωτερικοῦ κόσμου στὸ σχῆμα λειτουργίας μιᾶς μηχανῆς, ποὺ, ὅμως, ὀδήγησε σὲ μιὰ τεράστια αὐξηση τῆς ἀποδοτικότητας τῶν τεχνικῶν συστημάτων. Ἡ ἀρχὴ αὐτὴ μπορεῖ νὰ φανεῖ καθαρὰ σὲ ἓνα γνωστὸ παράδειγμα κυβερνητικοῦ μηχανισμοῦ, στὸ ἀντιαεροπορικὸ σύστημα ἄμυνας, ποὺ κατευθύνεται μὲ ραντάρ, καὶ ποὺ ἔπαιξε ἓνα τόσο μεγάλο ρόλο στὴν ἐξέλιξη τοῦ συνόλου τῆς ἐπιστήμης στὸν τελευταῖο



πόλεμο. Τα παλιά πυροβόλα ήταν τὸ ἴδιο κλειστοὶ μηχανισμοὶ ὅπως καὶ ὁ τυπικὸς Professor Arcadius. Τὸ ὅτι μποροῦσε κανεὶς νὰ πυροβολήσῃ μ' αὐτὰ ἄγνωστους καὶ μάλιστα ἀθέατους στόχους, ὀφείλεται στὸ γεγονός, πὼς ὁ πυροβολητὴς τοποθετοῦσε τὸ πυροβόλο στὸ σωστὸ σημεῖο μὲ βάση ὀρισμένες μετρήσεις καὶ τὸ πυροδοτοῦσε, ὅπως ἔλπιζε, στὴ σωστὴ στιγμή. Τὸ κατευθυνόμενο ἀμυντικὸ σύστημα βρίσκεται ἀντίθετα σὲ ἓνα ψηλότερο ἐπίπεδο πολυπλοκότητας, γιατί εἶναι, ὅπως λέμε γενικότερα σήμερα, ἓνα «σύστημα» ποὺ ἔχει συμπεριλάβει στὴ λειτουργικὴ του δομὴ τὸ περιβάλλον, ὅπου βρίσκεται ὁ δυνατὸς στόχος. Στὴν περίπτωση αὐτὴ εἶναι ἀπαραίτητη μιὰ ἀνάλογη μὲ τὰ αἰσθητήρια ὄργανα συσκευὴ ποὺ νὰ ἐλέγχει τὸ ἐξωτερικὸ περιβάλλον. Ὅταν πλησιάσῃ ἓνα ξένο ἀντικείμενο, στὴν περίπτωση αὐτὴ ἓνα ἐχθρικὸ ἀεροπλάνο, ἡ συσκευὴ εἰδοποιεῖ τὸ κέντρο ἐλέγχου, ποὺ ὑπολογίζει τὴν ταχύτητα καὶ τὴν κατεύθυνση τοῦ ἀεροπλάνου, τὴν μεταβιβάζει σὲ μιὰ ἄλλη συσκευὴ ποὺ μὲ τὴ σειρά της θέτει σὲ λειτουργία τὸ ἀμυντικὸ σύστημα. Εἶναι φανερό, πὼς τὸ σύστημα αὐτὸ δὲν ἐξαρτᾶται πιά ἀποκλειστικὰ ἀπὸ κάποιο ἀνώτερο ὄν – κατασκευαστὴς ἢ πυροβολητὴς — προκειμένου τὸ ἀμυντικὸ σύστημα νὰ ἐπισημάνῃ τὸ ἀντικείμενο στὴ σωστὴ στιγμή· τοῦτο ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀλληλεπίδραση τοῦ περιβάλλοντος καὶ τοῦ συστήματος. Ἡ ἀπάντηση τοῦ Professor Arcadius δὲν καθορίζεται πιά ἀπ' τὸν μηχανικό, ἀλλὰ ἀπ' τὸν ἴδιο τὸν πελάτη. Ὁ κατασκευαστὴς ἔχει πιά δημιουργήσει τὴ δυνατότητα γιὰ μιὰ ὀρισμένη μορφή ἐφαρμογῆς.

Ἡ μεταβλητὴ αὐτὴ λειτουργικὴ σχέση, στὴν ὁποία τὸ περιβάλλον καθορίζει τὴν κατάσταση τοῦ συστήματος, καὶ ποὺ σκοπὸς της εἶναι ἡ ἐπίτευξη μιᾶς ἐντελῶς ὀρισμένης κατάστασης, χαρακτηρίζει πρωταρχικὰ ὅλες τὶς κυβερνητικὲς μηχανές. Θὰ μπορούσαμε, σὲ ἀντίθεση μὲ τὶς κλειστὲς συσκευές τῆς συμβατικῆς τεχνικῆς, νὰ τὶς χαρακτηρίσουμε σὰν ἀνοικτὲς συσκευές. Στὴν ἀνοικτότητα αὐτὴ ὀφείλεται τὸ ὅτι οἱ συσκευές ἐξαλείφουν τὶς παρεμβολές προκειμένου νὰ ἐπιτευχθεῖ ὁ προγραμματισμένος στόχος. Κάθε παρεμβολὴ ποὺ



προέρχεται ἀπ' ἔξω προκαλεῖ ἕναν καινούργιο ὑπολογισμό τῆς πορείας πού πρέπει νά ἀκολουθήσει τὸ σύστημα. Στὴν περίπτωση αὐτὴ ὁ στόχος εἶναι δοσμένος, ἀλλὰ οἱ τρόποι γιὰ νά ἐπιτευχθεῖ εἶναι μεταβλητοί. Οἱ σχέσεις αὐτὲς προϋποθέτουν μιὰ σταθερὴ ροὴ πληροφοριῶν μεταξὺ περιβάλλοντος καὶ συστήματος. Στὸ παράδειγμα πού ἀναφέραμε παραπάνω ἡ ροὴ αὐτὴ ἀρχίζει ἀπὸ τὸ ραντάρ πού θὰ πρέπει νά χαρακτηριστεῖ σὰν μετρητὴς, συγκεντρώνεται στὸν κεντρικὸ ὑπολογιστὴ καὶ ἀπὸ δῶ φτάνει στὰ ὄργανα ἐκεῖνα τοῦ συστήματος πού θέτουν σὲ λειτουργία τὰ κινούμενα μέλη τοῦ πυροβόλου. Κάθε ἀνωμαλία τοῦ συστήματος διορθώνεται μὲ ἀνάλογες ἀντιδράσεις, ὥστε δὲν εἶναι πιὰ δυνατὴ ἡ ἀπώλεια—τουλάχιστο θεωρητικὰ—τοῦ στόχου πού ἐπισημάνθηκε ἢ τῆς ἰσορροπίας πού ἐπιτεύχθηκε. Τὴ λειτουργικὴ αὐτὴ σχέση, ὅπου ἐπιδιώκεται μιὰ τελικὴ κατάσταση μέσο μιᾶς συνεχοῦς ἀναφορᾶς τῶν θέσεων τοῦ συστήματος πρὸς τὸ κέντρο, ὀνόμασαν «κύκλωμα ρύθμισης μὲ ἀναστροφή», πού ἀποτελεῖ τὸ βασικὸ στοιχεῖο τῶν κυβερνητικῶν μηχανῶν.

Μὲ τὴν ἐξέλιξη πού πῆρε ἡ μορφή αὐτὴ τῆς τεχνικῆς, ἔγινε γρήγορα σαφὲς πὼς ἡ ἴδια ἀρχὴ διαπιστώνεται παντοῦ, ὅπου ἕνα σύστημα βρίσκεται σὲ ἀλληλεπίδραση μὲ τὸ περιβάλλον, ὅπου πρέπει νά ἐπιτευχθοῦν τελικὲς καταστάσεις καὶ νά διατηρηθοῦν κατὰ τὸ δυνατὸ σταθερές, παρὰ τὶς ἔξωτερικὲς παρεμβολές. Τοῦτο γίνεται σὲ ὅλα τὰ πολύπλοκα συστήματα δράσης, στοὺς ὀργανισμούς, ὅπως καὶ στὶς ὀργανώσεις ἢ στὰ κοινωνικὰ φαινόμενα. Ἔτσι οἱ κυβερνητικὲς μηχανές, πού ἐπινοοῦνται ἀπὸ τοὺς τεχνικούς, μποροῦν νά θεωρηθοῦν σὰν πρότυπα μεγάλου ἀριθμοῦ ὀργανικῶν ἢ ἀνοργάνων διεργασιῶν. Εἶναι γενικὰ γνωστὸ σήμερα, ὅτι ἡ ρύθμιση π.χ. τῆς θερμοκρασίας, τῆς πίεσης τοῦ αἵματος, τῆς περιεκτικότητος σὲ ὕδωρ τοῦ ἀνθρώπινου σώματος, γίνεται μὲ τὸν ἴδιο τρόπο ὅπως καὶ ἡ ρύθμιση τῆς θερμοκρασίας, τῆς πίεσης τοῦ ἀτμοῦ, ἢ ἄλλων μεγεθῶν σὲ τεχνικὰ συστήματα. Βέβαια τοῦτο γίνεται στὶς δύο περιπτώσεις σὲ ἐντελῶς διαφορετικὰ ὑλικά καὶ μὲ ἐφαρμογὴ διαφορετι-



κῶν ἐνεργειῶν : στὸν ὄργανισμό ἐπιδροῦν πρωτεΐνες καὶ νουκλεϊκὰ ὀξέα καὶ στὶς μηχανές μέταλλα, γυαλί καὶ πλαστικές ὕλες· ἐκεῖ οἱ ἐνέργειες μεταβιβάζονται ἀπὸ τὰ ἰόντα, ἐδῶ ἢ ἐνέργεια μεταφέρεται σχεδὸν μὲ ταχύτητα φωτὸς ἀπὸ ἐλεύθερα ἠλεκτρόνια. Ἐπειδὴ ὅπως ἀναφέραμε, τὸ θέμα τῆς οὐσίας καὶ τῆς δύναμης ὑποχώρησε σήμερα μπρὸς σὲ κεῖνο τῆς ὀργάνωσης, μᾶς ἐντυπωσιάζει ἡ σημασία τῆς τυπικῆς ἀναλογίας μεταξὺ τῶν ὀργανισμῶν καὶ τῶν μηχανῶν πιὸ ἔντονα ἀπ' ὅ,τι θὰ ἐντυπωσιάζε τοὺς ἐρευνητὲς τοῦ 19ου αἰῶνα.

Τὸ πιὸ σπουδαῖο χαρακτηριστικὸ τῶν κυβερνητικῶν μηχανῶν εἶναι ἡ νέα μορφή τῆς σχέσης τους μὲ τὸν ἔξω κόσμο· ἓνα ἄλλο εἶναι ἡ πολυπλοκότητά τους. Λογικὰ ὁ ὅρος αὐτὸς δὲν εἶναι χρήσιμος, γιατί εἶναι δύσκολο νὰ καθοριστεῖ ἀπὸ ποιοὺ βαθμὸ πολυπλοκότητος καὶ πέρα, ἓνα σύστημα ἀρχίζει νὰ γίνεται ἐνδιαφέρον ἀπὸ κυβερνητικὴ ἢ ἄλλη ἄποψη. Ὡστόσο αὐτὸς ἔχει μεγάλη σημασία, μιὰ καὶ μὲ τὴν ἐξέλιξη τῆς ἠλεκτροτεχνίας ἔχει διαπιστωθεῖ, στὶς τελευταῖες δεκαετίες, πὼς ἐπαρκεῖ ἡ αὔξηση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων καὶ συνδέσμων ἑνὸς συστήματος, ποὺ κατασκευάστηκε σύμφωνα μὲ ὀρισμένους κανόνες, γιὰ νὰ αὔξηθεῖ σημαντικὰ ἡ ἀποδοτικότητα αὐτοῦ τοῦ συστήματος. Ἡ αὔξηση αὐτὴ εἶναι τέτοιας μορφῆς, ποὺ εἶναι δύσκολο νὰ ἀποφασιστεῖ ἂν πρόκειται μόνο γιὰ μιὰ ποιοτικὰ νέα κατάσταση. Θὰ πρέπει νὰ προσέχουμε πάντα τὸ γεγονός πὼς μόνη ἡ αὔξηση τῶν συνδέσμων ἔξαρκεῖ, κάτω ἀπὸ ὀρισμένες συνθήκες, γιὰ νὰ διευρυνθεῖ σὲ πολὺ μεγάλο βαθμὸ ἡ ἐνεργειακὴ ἀπόδοση ἑνὸς συστήματος. Τοῦτο σημαίνει πὼς δὲν εἶναι ἀπόλυτα ἀναγκαῖα ἡ ἐπιινόηση μιᾶς πολυπλοκῆς διάταξης, στὴ μορφή π.χ. ἑνὸς διαγράμματος, προτοῦ ἀκόμη φροντίσει κανεὶς τὴν αὔξηση τῶν στοιχείων τοῦ κυκλώματος. Ἀντίθετα μπορεῖ νὰ ἀφεθεῖ στὴν τύχη, ἂν ἀπὸ μιὰ ἄτακτη συσσώρευση στοιχείων μπορεῖ νὰ δημιουργηθεῖ μιὰ νέα τάξη. Ἐτσι μπορούμε νὰ κατασκευάσουμε μιὰ μηχανὴ γιὰ ἓνα εἰδικὸ σκοπὸ, π.χ. νὰ διαβάζει ἓνα κείμενο. Οἱ συνθήκες γιὰ τὴν ἐκπλήρωση αὐτοῦ τοῦ σκοποῦ ἀλλάζουν συνεχῶς· ἡ μηχανὴ θὰ πρέπει νὰ ἐπινοεῖ καινούργιες στρατηγικὲς γιὰ τὴ λύση τοῦ προβλήματος. Τώρα



κατασκευάζουμε ένα κύκλωμα, όπου όλες οι δυνατές στρατηγικές κινήσεις της μηχανής συνδυάζονται και εφαρμόζονται τυχαία. "Αν το κύκλωμα συναντήσει ένα συνδυασμό που επιτρέπει τη λύση του προβλήματος με τις προϋποθέσεις εκείνης της στιγμής, τότε ο μηχανισμός αρχίζει να λειτουργεί. "Αν μεταβληθούν οι προϋποθέσεις, μπορεί να βρεθεί μια καινούργια λύση, ακριβώς όπως η προηγούμενη, με δοκιμές στην τύχη. "Όσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός των συνδέσμων, τόσο πιο πολυποίκιλο είναι και το απόθεμα της μηχανής, και άλλο τόσο έντυπωσιακή είναι ίσως μια ξαφνική αλλαγή της στρατηγικής, αλλά και ο χρόνος για να δοκιμαστούν όλες οι λύσεις γίνεται περισσότερος.

Το παράδειγμα αυτό δείχνει πως μια κυβερνητική μηχανή που έχει πολύπλοκο, δηλ. με πάρα πολλούς, συνδέσμους, κύκλωμα, μπορεί να εμφανίσει σειρά δλόκληρη έντυπωσιακών—ακόμη και για τον κατασκευαστή της—συμπεριφορών, απ' τις οποίες μια μπορεί να οδηγήσει στη λύση του προβλήματος. "Όπως από την περιγραφή του πρώτου και βασικότερου χαρακτηριστικού των κυβερνητικών μηχανών διαπιστώθηκε η αναλογία ανάμεσα στους αυτόρρυθμιζόμενους οργανισμούς και τις αυτόρρυθμιζόμενες μηχανές, έτσι συναντάμε κι εδώ μια νέα αναλογία : η μηχανή που αναζητά συνεχώς νέους τρόπους για να επιτύχει ένα όρισμένο σκοπό, μεταβάλλοντας τις έξωτερικές και έσωτερικές συνθήκες και που πειραματίζεται με όλες τις δυνατότητες για λύσεις, ώσπου να βρει την πιο κατάλληλη, όποτε την δοκιμάζει... μια τέτοια μηχανή αντιγράφει τη συμπεριφορά των ζωντανών οργανισμών μπροστά σε νέες καταστάσεις. Μπορεί να οδηγήσει στη λύση ενός προβλήματος που για μās είναι έντυπωσιακή και που κάτω από όρισμένες γλωσσολογικές προϋποθέσεις θα πρέπει να τη χαρακτηρίσουμε σαν πρωτότυπη ή εύφυη. 'Ο Marvin Minsky π.χ. τροφοδότησε έναν ηλεκτρολογικό υπολογιστή με τα Εύκλειδεια αξιώματα και του έθεσε το πρόβλημα να αποδείξει πάλι το γνωστό θεώρημα της ισότητας των δύο γωνιών της βάσης ενός ίσοσκελοῦς τριγώνου. 'Ο υπολογιστής δοκίμασε πολλές λύσεις



καί στο τέλος ἔφτασε σέ μιά, πού δέν μπορούμε νά ἀναπτύξουμε ἔδω, καί πού εἶναι σέ μεγάλο βαθμὸ πρωτότυπη καί πού δέν τὴν εἶχε προβλέψει ὁ προγραμματιστής.

Ὁ ἠλεκτρονικὸς ὑπολογιστής φαίνεται στὸν παρατηρητὴ σὰν ἓνα σύστημα, πού τροφοδοτεῖται μὲ ὀρισμένες πληροφορίες, στὶς ὁποῖες ἀντιδρᾷ μὲ ὀρισμένους τρόπους συμπεριφορᾶς. Ἐκεῖνο πού συμβαίνει ἀνάμεσα στὶς πληροφορίες, πού τοῦ διοχετεύονται, καί στοὺς τρόπους συμπεριφορᾶς, πού καταγράφονται, γιὰ τὸν παρατηρητὴ παραμένει ἄγνωστο. Ἀκόμη καί αὐτὸς ὁ κατασκευαστής δέν μπορεῖ νά προβλέψει τὴν ἀκριβὴ πορεία τῶν διαδικασιῶν ἀνάμεσα στὸ εἰσιόν καί τὸ ἐξιόν, ἐφόσον ὑπάρχουν μέσα στὸ μηχανισμό συνδυαστικὰ κυκλώματα. Τὸ τμήμα τοῦ κυκλώματος πού δέν εἶναι προσιτό, ὅταν ἡ μηχανὴ λειτουργεῖ, ὀνομάζεται σήμερα black box. Ἐκεῖνο πού συντελεῖται μέσα σ' αὐτὸ μπορεῖ νά τὸ μαντέψει κανεὶς ἀπ' ἔξω μόνο μὲ τὴν ἀκριβὴ συσχέτιση τοῦ εἰσιόντος καί τοῦ ἐξιόντος. Ἡ κατάσταση αὐτὴ εἶναι παρόμοια μὲ ἐκείνη τῶν βιολόγων, ὅταν θέλουν νά ἐρμηνεύσουν τὴ συμπεριφορὰ ζωϊκῶν ὀργανισμῶν. Γιατὶ καί αὐτοὶ μπορούν νά μετρήσουν μόνο τοὺς ἐρεθισμοὺς καί τὶς πληροφορίες πού εἰσέρχονται στὸν ὀργανισμό καί νά καταγράψουν τὶς ἀντιδράσεις του. Ἐκεῖνο πού συντελεῖται στὸ ἐσωτερικὸ παραμένει οὐσιαστικὰ ἄγνωστο.

Μποροῦμε λοιπὸν νά θεωρήσουμε καί τὶς κυβερνητικὲς μηχανὲς καί τοὺς ὀργανισμοὺς σὰν συστήματα, πού μέσα τους συμβαίνουν οἱ διαδικασίες ἐκεῖνες, πού εἶναι ὑπεύθυνες γιὰ τὴν εἰδικὴ συμπεριφορὰ τοῦ συστήματος σέ μιά ὀρισμένη στιγμή. Κάτω ἀπὸ τὸ πρίσμα αὐτῆς τῆς ὁμοιότητος μπορεῖ νά δοθεῖ στὴν ἀναλογία ἀνάμεσα στοὺς ὀργανισμοὺς καί στὶς μηχανὲς μιά νέα διάσταση, πού μπορεῖ νά χαρακτηριστεῖ μὲ τὶς ἀκόλουθες παρατηρήσεις : Μιὰ καί δέν μπορούμε παρὰ περιορισμένα νά παρατηρήσουμε τὸ ἐσωτερικὸ ἑνὸς ὀργανισμοῦ, γιὰτὶ νά μὴν ὑποθέσουμε πῶς στὸ ἐσωτερικὸ του ὑπάρχει κάτι σὰν μιά μηχανὴ πού ἡ κατασκευὴ της νά εἶναι ὑπεύθυνη γιὰ



τις συμπεριφορές του οργανισμού, κάτω από όρισμένες συνθήκες; Θέλουμε να είμαστε χωρίς προκατάληψη και ἄς μὴν σχηματίσουμε προτάσεις a priori για τὴ φύση τοῦ κυκλώματος. Θέλουμε μόνο να ἀναλύσουμε, με ὅσο γίνεται μεγαλύτερη ἀκρίβεια, τὴν ἐξάρτηση τῶν ἀποδόσεων ἑνὸς οργανισμοῦ ἀπὸ ἐξωτερικούς καὶ ἐσωτερικούς παράγοντες καὶ μετὰ να κατασκευάσουμε μιὰ τέτοια μηχανή, ποὺ να ἀντιγράφει τὴ συμπεριφορὰ ἑνὸς τέτοιου οργανισμοῦ. Τέλος θὰ ὑποθέσουμε, ὅτι, ἀνάμεσα στὸ σχέδιο κατασκευῆς τῆς μηχανῆς καὶ τοῦ πρότυπου, ὑπάρχει μιὰ τέτοια σχέση, ὥστε να συγκεντρώνουμε πληροφορίες για τὸ πῶς ὁ οργανισμὸς, ποὺ ἀντιγράφεται, θὰ μποροῦσε τοῦλάχιστον κατ' ἀρχὴν να δράσει.

Μὲ βάση τέτοιους συλλογισμοὺς κατασκευάστηκαν τὰ τελευταῖα χρόνια πολλές μηχανές, ποὺ ἀπομιμοῦνται ὁρισμένες ἰδιότητες ζωϊκῶν οργανισμῶν. Στὴν ἀρχὴ οἱ μηχανές αὐτὲς ἦταν μόνο παιχνίδια για μεγάλους. Μερικὲς ἀπὸ αὐτὲς ἔγιναν διάσημες, ὅπως τὸ ποντίκι στὸ λαβύρινθο τοῦ Shannon ἢ οἱ χελῶνες τοῦ Grey Walter, καὶ τράβηξαν τὴν προσοχὴ ἑνὸς μεγάλου κοινοῦ. Τοῦτο ὀφείλεται στὸ γεγονός πῶς ἀντιγράψανε ὁρισμένες πράξεις ποὺ μέχρι τότε ἀποδίδονταν μόνο σὲ ζωντανοὺς οργανισμοὺς καὶ ποὺ θὰ ἦταν ἐντελῶς ἀπλησίαστες ἐκεῖνες οἱ μηχανικὲς ἀπομιμήσεις τῆς ἀνθρώπινης συμπεριφορᾶς, ποὺ κατασκευάστηκαν στὸ 18ο αἰῶνα. Ἔτσι τὰ καινούργια κυβερνητικὰ παιχνίδια πραγματοποιοῦν κινήσεις με συγκεκριμένο σκοπὸ· ἐμφανίζουν ἰκανότητα προσαρμογῆς, ἰκανότητα μάθησης, κλπ. Ὡστόσο οἱ ἀπομιμήσεις αὐτὲς τῶν ζωϊκῶν οργανισμῶν ἦταν στὴν ἀρχὴ μόνο παιχνίδια. Ἡ στιγμὴ, ποὺ θὰ γίνουν κάτι παραπάνω ἀπὸ παιχνίδια, θὰ ἔρθει, τότε, ἴσως, ὅταν ἀντιγράψουν τόσο σωστὰ λειτουργίες ζωϊκῶν οργανισμῶν, ὥστε να μπορεῖ κανεὶς να προβλέπει τὴ συμπεριφορὰ ἑνὸς οργανισμοῦ με βάση τὴ συμπεριφορὰ τῆς μηχανῆς.

Αὐτὸ ἔχει γίνει κιόλας με τὰ προγράμματα τῶν ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν, ὅπως χρησιμοποιοῦνται π.χ. στὴν ἰατρική. Ἔτσι εἶναι



δυνατό να αντιγράψει ό υπολογιστής όρισμένες λειτουργίες του ήπατος. Τουτό γίνεται όρίζοντας, μέσο διαφορετικών άξιώσεων, τις κινήσεις μιās χρωστικής ούσίας ανάμεσα στο αίμα και το ήπαρ, το ήπαρ και το αίμα, καθώς και στο ήπαρ και τή χολή, και τροφοδοτώντας μ' αυτές τις έξισώσεις τον υπολογιστή. Μέ τον ίδιο τρόπο πρέπει να μελετηθεί ή ταχύτητα ροής του αίματος μέσο του ήπατος και ή ταχύτητα τής κυκλοφορίας του μέσα σ' όλο το σώμα. Το άποτέλεσμα είναι ένα πρόγραμμα διαφορικών έξισώσεων, που έπιτρέπει στον υπολογιστή να υπολογίσει τον καταμερισμό τής χρωστικής ούσίας στο ήπαρ, στο αίμα και στη χολή άπό τή στιγμή τής είσαγωγής της στον όργανισμό, για κάθε έπόμενο λεπτό ως τή πλήρη άπορρόφηση τής ούσίας. Ό χρονικά συναρτώμενος καταμερισμός τής χρωστικής ούσίας είναι ένα μέτρο για τή λειτουργία του ήπατος. Για να γίνει ή αντιγραφή τής λειτουργίας ενός υγιούς ήπατος στο χρόνο μιās ώρας χρειάζονται να γίνουν, όπως υπολόγισε μιā ομάδα έρευνητών του Πανεπιστημίου του Liverpool, 360.000 περίπου πολλαπλασιασμοί, που ένας σύγχρονος ήλεκτρονικός υπολογιστής μπορεί να κάνει σε λιγότερα άπό 10 δευτερόλεπτα. Άφοϋ καθοριστεί έτσι ή φυσιολογική λειτουργία του ήπατος μπορεί να προχωρήσει κανείς στη μεταβολή των έπί μέρους μεταβλητών του προγράμματος, όπως π.χ. ή ταχύτητα, μέ τήν όποία άποβάλλεται ή χρωστική ούσία άπό το ήπαρ στη χολή. Κάθε παρόμοια μεταβολή μιās μεταβλητής όδηγει σε μιā μεταβολή του καταμερισμού τής χρωστικής ούσίας, σε όλόκληρο το σύστημα που άπομιμείται ό υπολογιστής. Το άποφασιστικό σημείο είναι το έξής: "Αν μιā κλινική έξέταση έμφανίσει σε έναν άσθενή μιā άπόκλιση του καταμερισμού τής χρωστικής ούσίας άπό το φυσιολογικό, όπως συμβαίνει μέ τον καταμερισμό, που μās παρουσιάζει ό υπολογιστής."Όταν μεταβάλλουμε μιā άπό τις διαφορικές έξισώσεις, τότε συμπεραίνεται, άναλογικά, ότι ύπάρχει μιā άνωμαλία στον όργανισμό του άσθενούς, ίσως είναι άνάλογη μέ τήν άλλαγή, που έπιβλήθηκε, αυθαίρετα, στο πρόγραμμα του υπολογιστή.



Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸ ἀποδεικνύεται ὅτι στὴν πράξη, μποροῦν παρόμοιες ἀναλογίες νὰ πλουτίσουν τὶς γνώσεις μας γιὰ τὴ λειτουργία τῶν ὀργανισμῶν. Τοῦτο δὲν σημαίνει τίποτα ἄλλο παρὰ πὼς οἱ ζωϊκοὶ ὀργανισμοὶ εἶναι βέβαια πολὺπλοκοὶ καὶ μεταβλητοί, ἀλλὰ ὄχι *αὐθαίρετα*, καὶ πὼς ἡ πολυπλοκότητα τῶν τεχνικῶν συστημάτων ἐξαρκεῖ γιὰ τὴν ἀπομίμηση, τοῦλάχιστο κάτω ἀπὸ ὀρισμένες συνθήκες, τῆς πολυπλοκότητας ἑνὸς ὀργανισμοῦ. Σὲ μιὰν ἄλλη ἀποτελεσματικὴ σύγκριση, μποροῦν νὰ ὀδηγήσουν οἱ ἔρευνες τοῦ Valentin von Braitenberg ποὺ τελευταῖα ἀπόδειξε πὼς ἡ ἰνώδης δομὴ στὸν ἐλάσσονα ἐγκέφαλο εἶναι ἀκριβῶς παρόμοια μὲ ἐκείνη ποὺ θὰ ἀπαιτοῦσε κανεὶς ἀπὸ μιὰ μηχανή, ἡ ὁποία μετρᾷ καὶ κατευθύνει μὲ μεγάλη ἀκρίβεια τὴ χρονικὴ διάρκεια πολὺπλοκῶν κινήσεων.

Μέχρι τώρα περιγράψαμε τὰ δύο σημαντικότερα χαρακτηριστικὰ τῶν κυβερνητικῶν συστημάτων: τὴν ἀνοικτότητα πρὸς τὸ περιβάλλον καὶ τὴν πολυπλοκότητα τῆς ὀργάνωσης. Ἡ ὑπαρξὴ πληροφορικῶν σχέσεων μὲ τὸ περιβάλλον δίνει τὴν ἰκανότητα στὰ κυβερνητικὰ συστήματα νὰ μποροῦν νὰ *προσαρμόζονται* στὶς ἐκάστοτε συνθήκες τοῦ περιβάλλοντος. Ἀπὸ τὴ δυνατότητα ποὺ ἔχουμε νὰ κάνουμε πολυπλοκότερα τὰ κέντρα κυκλωμάτων καὶ ἐλέγχου προέρχεται ἡ αὐξανόμενη πλαστικότητα καὶ τὸ πολὺπλευρο τέτοιων συστημάτων. Ἔτσι ἀνοίγεται ἕνας τεχνικὸς ὀρίζοντας ἀπεριόριστων ποικιλιῶν, στὸν ὁποῖο μποροῦμε νὰ ἀντιγράψουμε καὶ, ἀνάλογα, νὰ συμπληρώσουμε τὰ δημιουργικὰ ἐπιτεύγματα τῆς φύσης. Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐξέλιξης αὐτῆς μέχρι τώρα εἶναι ἕνα πλῆθος βιολογικῶν καὶ βιοκοινωνιολογικῶν πρότυπων ποὺ κερδίσαμε ἀπὸ τεχνικὰ συστήματα καὶ ποὺ μποροῦμε νὰ διαχωρίσουμε καὶ νὰ ταξινομήσουμε, ὅπως οἱ ζωολόγοι καὶ οἱ βοτανολόγοι διαχωρίζουν καὶ ταξινομοῦν τὰ προϊόντα τῆς *Φυσικῆς* ἐξέλιξης τῆς γῆς. Ἐνῶ ὅμως στοὺς φυσικοὺς ὀργανισμοὺς ὁ βαθμὸς τῆς γενετικῆς συγγένειας ἰσχύει σὰν βάση τοῦ συστήματος, ἀντίθετα, γιὰ τοὺς κυβερνητικοὺς αὐτοὺς «ὀργανισμοὺς», πρέπει νὰ προτιμηθεῖ μιὰ λειτουργικὴ ταξινόμηση, καὶ μάλιστα μιὰ, ποὺ νὰ στηρίζεται στὴ *συμπεριφορὰ* τους. Στὴ συ-



νέχεια θὰ ἀσχοληθοῦμε σύντομα μὲ ὀρισμένες ἀπόψεις, ποὺ προκύπτουν ἀπὸ τὰ παραπάνω.

Τὰ κυβερνητικὰ συστήματα εἶναι ἐνεργητικὰ συστήματα, δηλ. *πράττουν* κάτι. Ἡ πράξη αὐτὴ μπορεῖ νὰ ἔχει πολλές μορφές καὶ δυσχέρειες. Στὴν πιὸ τυπικὴ του μορφή ἕνας κυβερνητικὸς μηχανισμὸς μετράει τὰ μεγέθη ποὺ χαρακτηρίζουν τὸ περιβάλλον μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς μετρητοῦ, στὸν ὁποῖο οἱ τιμές μεταβάλλονται σὲ σήματα. Αὐτὰ μεταβιβάζονται σὲ ἕνα κέντρο ἐλέγχου, ὅπου γίνεται ἡ ἐπεξεργασία τῶν πληροφοριῶν. Στὴν πιὸ ἀπλὴ περίπτωση ἐξακριβώνεται ἡ σχέση μεταξύ τῆς πληροφορίας ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὸ περιβάλλον καὶ μιᾶς ἐσωτερικῆς συγκριτικῆς τιμῆς. Σύμφωνα μὲ τὸ πόρισμα τῆς ἐξακρίβωσης αὐτῆς μεταβιβάζεται μιὰ εἰδικὴ ἐντολὴ σὲ ἕνα κινούμενο μέλος τῆς μηχανῆς, ποὺ μοιάζει μὲ τὸ μυϊκὸ σύστημα ἑνὸς ὀργανισμοῦ. Ἡ λειτουργία του μᾶς ἀποκαλύπτει μὲ σαφήνεια τὴ συμπεριφορὰ τῆς αὐτόματης μηχανῆς. Σκοπὸς τῶν ἐκάστοτε πράξεων μπορεῖ νὰ εἶναι ἡ σταθεροποίηση ἑνὸς ὀρισμένου μεγέθους ἢ μιᾶς ἰσορροπίας, ἢ ὁ προσανατολισμὸς σὲ ἕνα ὀρισμένο σημεῖο στὸ χῶρο. Τὰ συστήματα ποὺ λειτουργοῦν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπο τὰ ὀνομάζουμε συστήματα ἀντίδρασης.

Καὶ αὐτὰ ἐπίσης ἔχουν διάφορους βαθμοὺς πολυπλοκότητας καὶ ὑποδιαίροῦνται σὲ ἐπὶ μέρους ὀμάδες. Ἔτσι ἔχουμε μηχανές ποὺ οἱ τιμές τῶν ὀργάνων τους μένουν σταθερές καὶ γι' αὐτὸ ἔχουν μιὰ μόνη ἀποστολή, ἐνῶ σὲ ἄλλες περιπτώσεις οἱ τιμές μπορεῖ νὰ παραμορφωθοῦν κάτω ἀπὸ τὴν ἐπίδραση ἐσωτερικῶν καὶ ἐξωτερικῶν μεταβολῶν. Σὲ ἄλλες πάλι περιπτώσεις μποροῦν ἀντὶ ἑνα μόνο κινητὸ μέλος, ἀνάλογα μὲ τὶς συνθῆκες, νὰ κινητοποιηθοῦν περισσότερα τέτοια μέλη μέσα σὲ διαφορετικοὺς ἀγωγούς, γιὰ νὰ πραγματοποιήσουν τὴν ἀνάλογη τιμὴ τῶν ὀργάνων ποὺ ὀφείλουν. Εἶναι φανερό πὼς τέτοιες μηχανές ἐμφανίζουν μεγαλύτερη ἐλαστικότητα στὴ συμπεριφορὰ τους ἀπὸ αὐτές, ποὺ ἀναφέραμε πρῶτα, μὲ τὴν ἀπλὴ ρύθμιση. Ὁ τρόπος τῆς συμπεριφορᾶς π.χ., ποὺ ἐντελῶς γενικὰ ὀνο-



μάζουμε προσαρμογή, συνδυάζεται με τή μετατροπή τῶν τιμῶν τῶν ὀργάνων καί τήν ἐναλλαγή τῶν ἀγωγῶν. Τοῦτο σημαίνει πῶς τὸ σύστημα ἀναζητεῖ μόνο του, κάτω ἀπ' τήν ἐπίδραση τῶν μεταβλητῶν συνθηκῶν τοῦ περιβάλλοντος, τήν πιὸ εὐνοϊκὴ στρατηγικὴ γιὰ νὰ διατηρήσει ἢ νὰ ἐπιτύχει μιὰ ὀρισμένη κατάσταση, π.χ. μιὰ ὀρισμένη θερμοκρασία. Ἀκόμη καί ἂν οἱ κανόνες ποὺ ρυθμίζουν τήν στρατηγικὴ, προγραμματίζονται ἀκριβῶς ἀπὸ πρὶν στὸ ρυθμιστικὸ κέντρο, θὰ πρέπει πάντα νὰ συγκαταλέγουμε τὶς μηχανὲς αὐτὲς στὴν κατηγορία τῶν συστημάτων ἀντίδρασης.

Οἱ μηχανὲς αὐτὲς πραγματοποιοῦν τὴ μετάβαση σὲ μιὰ δεύτερη κατηγορία, ὅπου ἡ τωρινὴ συμπεριφορὰ ἑνὸς συστήματος καθορίζει τὴ μελλοντικὴ συμπεριφορὰ του. Τὸ πιὸ γνωστὸ παράδειγμα αὐτοῦ τοῦ εἴδους τὸ ἔχουμε κιόλας ἀναφέρει: μιὰ μηχανὴ ποὺ βρίσκει τὴ λύση ἑνὸς προβλήματος μετὰ ἀπὸ περισσότερες δοκιμὲς καί ποὺ τὴ διατηρεῖ καί στὴ συνέχεια, ἀκριβῶς γιὰτὶ ἡ λύση αὐτὴ ἀποδείχτηκε «ἐπιτυχής». Μ' αὐτὴν τὴν ἔννοια θὰ ὀνομάσουμε μιὰ τέτοια μηχανὴ ἕνα *σύστημα ἱκανὸ γιὰ μάθηση*. Ἐδῶ ἀνήκουν π.χ. οἱ μηχανὲς ποὺ παίζουν σκάκι ἢ ντάμα καί ποὺ βελτιώνονται ἀπὸ παιχνίδι σὲ παιχνίδι, γιὰτὶ, ἀκριβῶς, ἀποκρούουν ὅλες τὶς φανερὰ ἀτυχεῖς στρατηγικὲς. Ἔτσι μπορούμε νὰ κατασκευάσουμε μιὰ μηχανή, ποὺ γνωρίζει ἀπ' τὴν ἀρχὴ τοὺς κανόνες, ὄχι ὅμως καί τὴ στρατηγικὴ τῶν κινήσεων τῆς ντάμας, καί ποὺ στὸ παιχνίδι μὲ ἕναν πραγματικὸ ἀντίπαλο μαθαίνει τὶς κινήσεις, μιά-μιά, καί, τελικά, παίζει σὰν ἰσότιμος συμπαίκτης. Ἡ μάθηση μὲ τὴ βοήθεια τῶν συνεχῶν δοκιμῶν εἶναι μιὰ βασικὴ ἀρχὴ στὴ συμπεριφορὰ ὄλων σχεδὸν τῶν ζώων, ὅποτε ἐμφανίζονται καί αὐτὰ σὰν κυβερνητικὰ συστήματα.

Μιὰ τρίτη βαθμίδα πολυπλοκότητας γίνεται ἐφικτὴ, ὅταν, σὲ ἕνα σύστημα ἱκανὸ γιὰ μάθηση, ἡ δοκιμὴ ὄλων τῶν δυνατῶν τάσεων ἑνὸς ὀρισμένου προβλήματος γίνεται τόσο δαπανηρὴ, ἐπικίνδυνη ἢ καί συνεπάγεται μεγάλη ἀπώλεια χρόνου, ὥστε ἐπιχειρεῖται ἡ καταγραφή ὄλων τῶν δυνατῶν λύσεων μέσα σ' ἕνα ἐσωτερικὸ κύκλω-



μα και χρησιμοποιούνται μόνον εκείνες που υπόσχονται τη μεγαλύτερη επίτυχία. Σ' ένα τέτοιο σύστημα προγραμματίζεται ή πιο εϋνοϊκή στρατηγική, πριν ακόμη χρησιμοποιηθεί έδω μπορούμε να μιλήσουμε για *συστήματα προγραμματισμού*. Ο προγραμματισμός είναι δυνατός μόνο στα πιο πολύπλοκα συστήματα και κάτω από ορισμένους όρους. Θα πρέπει π.χ. οί παράγοντες του περιβάλλοντος, που παίζουν ρόλο για την έκλογή της πιο εϋνοϊκής λύσης, να είναι με όποιοδήποτε τρόπο προσιτοί στο σύστημα. "Όταν τοϋτο γίνεται μόνο περιορισμένα, τότε το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να εργάζεται με συναρτήσεις πιθανοτήτων.

Τα συστήματα προγραμματισμού έχουν φυσικά τεράστια σημασία σχετικά με βιομηχανικά ή οικονομικά προγράμματα. Μπορούμε, αν θέλουμε, να θεωρήσουμε ένα Operational Research Team που ασχολείται με τα σχέδια δικτύων ενός μεγάλου βιομηχανικού προγράμματος, σαν ένα κυβερνητικό σύστημα, όπου ζητείται ή πιο εϋνοϊκή λύση ενός προβλήματος σε συνδυασμό με χίλιους δυο παράγοντες. Έτσι το 1950 αναπτύχτηκε το πρώτο πλήρες πρόγραμμα δικτύου από το άμερικανικό ναυτικό με σκοπό το συντονισμό 11.000 διαφορετικῶν σημείων για την πραγματοποίηση του σχεδίου Polaris. Η λύση εμφανίζεται συνήθως με τη μορφή γραφικῶν διαγραμμάτων, όπου αναπαριστάνονται ο συνδυασμός τῶν στοιχείων και ή κρίσιμη πορεία διά μέσου του δικτύου. Η γνώση της κρίσιμης αϋτῆς πορείας και άλλων χαρακτηριστικῶν του δικτύου επιτρέπει τη δημιουργία ενός προγράμματος δράσης και τελικά ὀδηγεῖ στην πραγματοποίηση του σχεδίου. Έδω, λοιπόν, έχουμε μπροστά μας ένα καθαρά κυβερνητικό πρόβλημα. Το γεγονός ὅτι σε παρόμοια συστήματα οί άνθρωποι διαδραματίζουν πρὸς το παρόν ένα λειτουργικό ρόλο σαν από μηχανῆς θεοί δέν έχει σημασία για τον κυβερνητικό φορμαλισμό, για το λόγο, ὅτι στην περίπτωση αϋτή αντικαθίστουν τις μηχανές εκείνες, που δέν έχουν μέχρι τώρα κατασκευαστεί.

Στον άφορισμό αϋτόν γίνεται για μιὰ φορά ακόμη φανερό ένα άλλο



χαρακτηριστικό τῆς Κυβερνητικῆς : ὁ φορμαλισμός της. Πρόκειται γιὰ μιὰ ἐπιστήμη ποὺ συνδέει ἄσχετες μεταξύ τους σχολές, πράγμα ποὺ τὸ κατορθώνει, γιατί ἀκριβῶς ἀγνοεῖ ὀρισμένες ἰδιομορφίες τῆς κάθε σχολῆς. Τὴν Κυβερνητικὴ π.χ. δὲν τὴν ἐνδιαφέρει, ἂν τὸ αἷμα εἶναι ἓνας εἰδικὸς χυμὸς. Τὸ αἷμα ἔχει γι' αὐτὴν σημασία σὰν φορέας πληροφοριῶν, ποὺ μπορεῖ νὰ ἀντικατασταθεῖ στὴ λειτουργία αὐτὴ ἀπὸ ἄλλους παρόμοιους φορεῖς. Ἀσφαλῶς τοῦτο σημαίνει μιὰ ὑποτίμηση εἰδικῶν χαρακτηριστικῶν. Δίνει ὅμως στὴν Κυβερνητικὴ τὴ δυνατότητα νὰ ταξινομήσει ἀπ' τὴν ἀρχὴ τὸν κόσμον ξεχωρίζοντας π.χ. τὰ συστήματα μὲ ρύθμιση, ἀπὸ ἐκεῖνα χωρὶς ρύθμιση ἢ τὶς κατηγορίες τῶν συστημάτων ἀντίδρασις τῶν συστημάτων τῶν ἱκανῶν γιὰ μάθηση καὶ τῶν συστημάτων προγραμματισμοῦ. Ἄν στὴν κατηγορία τῶν ἱκανῶν γιὰ μάθηση συστημάτων συναντιῶνται π.χ. ὁ ποντικὸς τοῦ λαβύρινθου μὲ τὸ αὐτόματο ποὺ παίζει ντάμα, τοῦτο δὲν ἔχει καμιά σημασία. Ἡ Κυβερνητικὴ στρέφει τὴν προσοχή μας στὶς σχέσεις μεταξύ φυσικῶν καὶ τεχνητῶν πραγμάτων τῆς γῆς, ποὺ περνοῦν ἀπαρατήρητες στὶς ταξινομήσεις τῶν κλασικῶν πανεπιστημιακῶν σχολῶν. Στὸ γεγονός ἀκριβῶς ὅτι μᾶς ἀποκάλυψε τὴ δυνατότητα μιᾶς νέας τάξης ἔγκειται, ἴσως, ἡ οὐσιαστικότερη συμβολὴ της στὴν πνευματικὴ ζωὴ τῆς ἐποχῆς μας.