

## Θέτοντας τις βάσεις

1 Η μεγάλη εικόνα

### Το επίπεδο πληροφοριών

- 2 Δυαδικές τιμές και αριθμητικά συστήματα
- 3 Αναπαράσταση δεδομένων

### Το επίπεδο υλικού

- 4 Πύλες και κυκλώματα
- 5 Στοιχεία υπολογιστών

### Το επίπεδο προγραμματισμού

- 6 Γλώσσες προγραμματισμού χαμηλού επιπέδου και ψευδοκώδικας
- 7 Επίλυση προβλημάτων και αλγόριθμοι
- 8 Αφηρημένοι τύποι δεδομένων και υποπρογράμματα
- 9 Αντικειμενοστρεφής σχεδιασμός και γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου

### Το επίπεδο λειτουργικών συστημάτων

- 10 Λειτουργικά συστήματα
- 11 Συστήματα αρχείων και κατάλογοι

### Το επίπεδο εφαρμογών

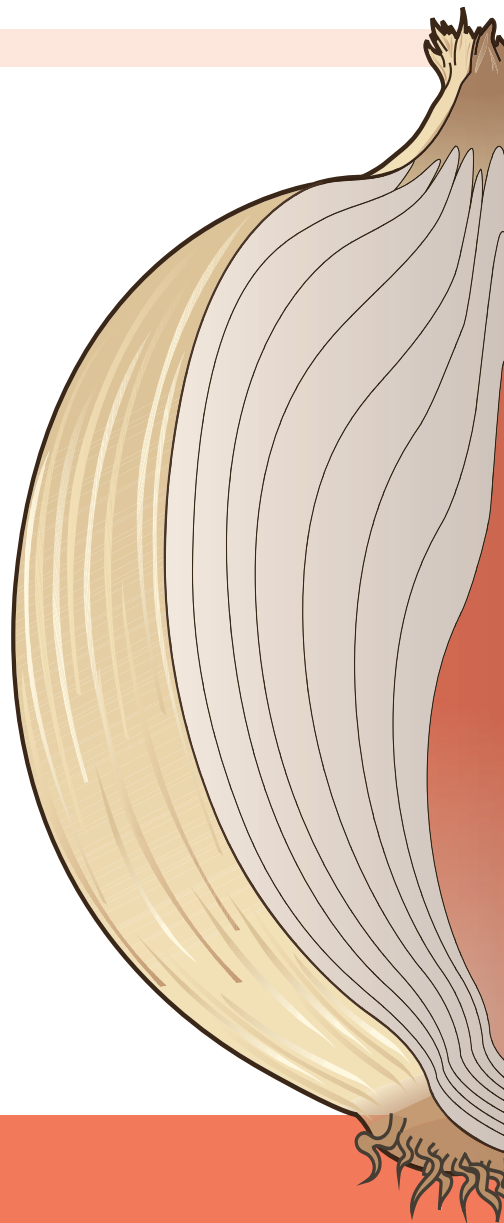
- 12 Συστήματα πληροφοριών
- 13 Τεχνητή νοημοσύνη
- 14 Προσομοίωση, γραφικά, παιχνίδια και άλλες εφαρμογές

### Το επίπεδο επικοινωνιών

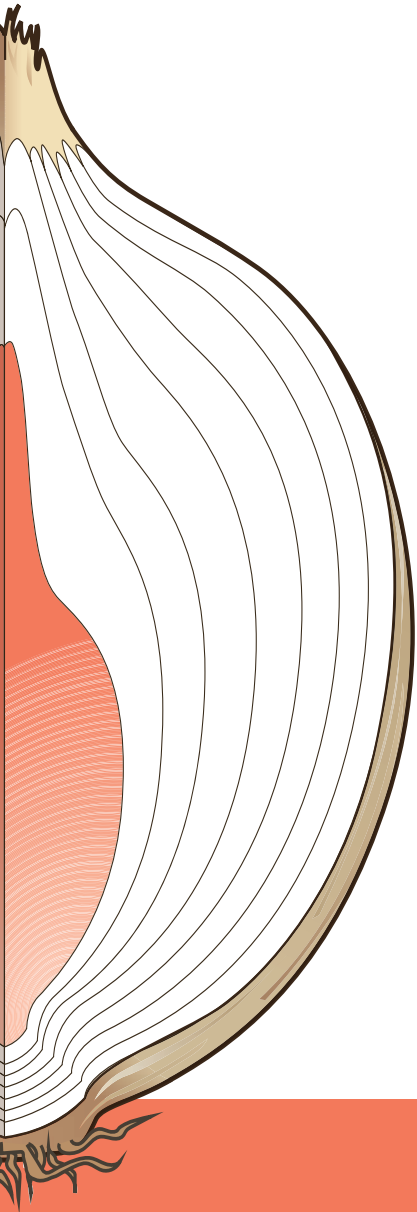
- 15 Δίκτυα
- 16 Ο Παγκόσμιος Ιστός
- 17 Ασφάλεια υπολογιστών

### Συμπέρασμα

- 18 Περιορισμοί της πληροφορικής



# ΘΕΤΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΒΑΣΕΙΣ



# 1 Η ΜΕΓΑΛΗ ΕΙΚΟΝΑ

Το βιβλίο αυτό είναι ο ξεναγός σας στον κόσμο της πληροφορικής. Εξερευνούμε πώς λειτουργούν οι υπολογιστές – τι κάνουν και πώς το κάνουν, από όλες τις απόψεις. Σαν μια ορχήστρα, ένα σύστημα υπολογιστή αποτελεί τη συλλογή πολλών διαφορετικών στοιχείων, τα οποία συνδυάζονται για να διαμορφώσουν ένα σύνολο πολύ μεγαλύτερο από το άθροισμα των μερών του. Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε τη μεγάλη εικόνα, κάνοντας μια εισαγωγή στα στοιχεία που θα αναλύσουμε διεξοδικά στο βιβλίο και προσεγγίζοντάς τα μέσω μιας ιστορικής προοπτικής.

*Υλικό, λογισμικό, προγραμματισμός, περιήγηση στον Ιστό και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:* όροι που μάλλον τους γνωρίζετε καλά. Ορισμένοι από εσάς μπορείτε να ορίσετε με ακρίβεια αυτούς και πολλούς ακόμα όρους που έχουν σχέση με τους υπολογιστές, ενώ άλλοι μπορεί να τους κατανοείτε με έναν αόριστο και διαισθητικό τρόπο. Με αυτό το κεφάλαιο, όλοι οι αναγνώστες θα φτάσουν στο ίδιο επίπεδο, μαθαίνοντας την κοινή ορολογία και δημιουργώντας την εξέδρα από την οποία θα βουτήξουμε για να εξερευνήσουμε τον ωκεανό της πληροφορικής.

## ΣΤΟΧΟΙ

Αφού μελετήσετε αυτό το κεφάλαιο, θα είστε σε θέση να κάνετε τα εξής:

- να περιγράφετε τα επίπεδα ενός υπολογιστικού συστήματος.
- να περιγράφετε την έννοια της αφαίρεσης και της σχέσης της με την πληροφορική.
- να περιγράφετε την ιστορία του υλικού και του λογισμικού υπολογιστών.
- να περιγράφετε το μεταβαλλόμενο ρόλο του χρήστη υπολογιστών.
- να διακρίνετε τους προγραμματιστές συστημάτων από τους προγραμματιστές εφαρμογών.
- να διακρίνετε την πληροφορική ως εργαλείο από την πληροφορική ως επιστημονικό κλάδο.

## 1.1 Υπολογιστικά συστήματα

### Υπολογιστικό σύστημα

Υλικό, λογισμικό και δεδομένα υπολογιστή που αλληλεπιδρούν για να δίνονται λύσεις σε προβλήματα

### Υλικό υπολογιστή

Τα φυσικά στοιχεία ενός υπολογιστικού συστήματος

### Λογισμικό υπολογιστή

Τα προγράμματα τα οποία παρέχουν τις εντολές που εκτελεί ένας υπολογιστής

Σε αυτό το βιβλίο εξερευνούμε διάφορες πτυχές των υπολογιστικών συστημάτων. Σημειώστε ότι χρησιμοποιούμε τον όρο *υπολογιστικό σύστημα* αντί του απλούστερου όρου *υπολογιστής*. Ο υπολογιστής είναι μια συσκευή. Αντίθετα, ένα **υπολογιστικό σύστημα** είναι μια δυναμική οντότητα που χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων και αλληλεπιδρά με το περιβάλλον της. Ένα υπολογιστικό σύστημα αποτελείται από υλικό, λογισμικό και τα δεδομένα που διαχειρίζονται. Το **υλικό υπολογιστή** είναι η συλλογή των φυσικών στοιχείων που αποτελούν τη μηχανή και τα σχετικά με αυτήν μέρη: κουτιά, μητρικές κάρτες, τσιπ, καλώδια, μονάδες δίσκων, πληκτρο-

λόγια, οθόνες, εκτυπωτές, κ.ά. Το **λογισμικό υπολογιστή** είναι η συλλογή προγραμμάτων τα οποία παρέχουν τις οδηγίες που εκτελεί ένας υπολογιστής. Στην καρδιά ενός υπολογιστικού συστήματος βρίσκονται οι πληροφορίες που διαχειρίζεται το σύστημα. Χωρίς δεδομένα, το υλικό και το λογισμικό είναι ουσιαστικά άχρηστα.

Οι γενικοί στόχοι αυτού του βιβλίου είναι τρεις:

- Να σας παρέχει μια στέρεη, ευρεία κατανόηση της λειτουργίας ενός υπολογιστικού συστήματος
- Να σας βοηθήσει να εκτιμήσετε και κατανοήσετε την εξέλιξη των σύγχρονων υπολογιστικών συστημάτων
- Να σας παρέχει αρκετές πληροφορίες για την πληροφορική, ώστε να μπορείτε να αποφασίσετε αν επιθυμείτε να προχωρήσετε σε αυτόν τον κλάδο

Η υπόλοιπη ενότητα εξηγεί πώς μπορούμε να χωρίσουμε τα υπολογιστικά συστήματα σε αφηρημένα επίπεδα και πώς κάθε επίπεδο διαδραματίζει έναν ρόλο. Η επόμενη ενότητα θέτει την ανάπτυξη του λογισμικού και του υλικού των υπολογιστικών συστημάτων σε ένα ιστορικό πλαίσιο. Αυτό το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια συζήτηση για την πληροφορική τόσο ως εργαλείο, όσο και ως επιστημονικό πεδίο.

### Επίπεδα ενός υπολογιστικού συστήματος

Ένα υπολογιστικό σύστημα είναι σαν ένα κρεμμύδι, καθώς αποτελείται από πολλά επίπεδα. Κάθε επίπεδο διαδραματίζει έναν συγκεκριμένο ρόλο στον συνολικό σχεδιασμό του συστήματος. Αυτά τα επίπεδα απεικονίζονται στο **ΣΧΗΜΑ 1.1** και διαμορφώνουν τη γενική οργάνωση του βιβλίου. Αυτή είναι η “μεγάλη εικόνα” στην οποία θα ανατρέχουμε σταθερά καθώς εξερευνούμε διαφορετικές πτυχές υπολογιστικών συστημάτων.

Σπάνια, ή ποτέ, δεν θα δαγκώνετε ένα κρεμμύδι όπως θα κάνατε με ένα μήλο. Αντίθετα, ανοίγετε το κρεμμύδι αφαιρώντας τα στρώματά του που σχηματίζουν ομόκεντρους κύκλους. Ομοίως, σε αυτό το βιβλίο εξερευνούμε τις πτυχές της πληροφορικής

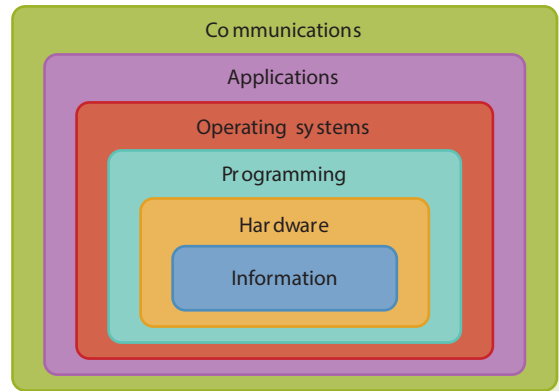
κατά ένα στρώμα, ή επίπεδο εν προκειμένω, κάθε φορά. Ξεφλουδίζουμε κάθε επίπεδο ξεχωριστά και το μελετάμε ανεξάρτητα. Κάθε επίπεδο, όταν υποβληθεί σε ανεξάρτητη μελέτη, δεν είναι ιδιαίτερα περίπλοκο. Ο υπολογιστής μάλιστα εκτελεί μόνο πολύ απλές εργασίες— απλώς το κάνει αυτό τόσο εκτυφλωτικά γρήγορα που δίνεται η δυνατότητα να συνδυαστούν πολλές απλές εργασίες ώστε να ολοκληρωθούν μεγαλύτερες και πιο περίπλοκες εργασίες. Όταν συγκεντρώνονται τα διαφορετικά επίπεδα του υπολογιστή και συνδυάζονται με το καθένα να διαδραματίζει τον δικό του ρόλο, τα αποτελέσματα είναι εκπληκτικά.

Θα περιγράψουμε εν συντομία αυτά τα επίπεδα και θα υποδείξουμε σε ποιο σημείο του βιβλίου τα διερευνούμε πιο αναλυτικά. Ουσιαστικά θα ακολουθήσουμε μια πορεία από μέσα προς τα έξω, εφαρμόζοντας μια προσέγγιση που αναφέρεται ενίοτε ως *προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω*.

Το πιο εσωτερικό επίπεδο, το επίπεδο της πληροφορίας, αντανακλά τον τρόπο που αναπαριστούμε τις πληροφορίες σε έναν υπολογιστή. Από πολλές πλευρές, αυτό το επίπεδο είναι αμιγώς θεωρητικό. Η διαχείριση των πληροφοριών σε έναν υπολογιστή γίνεται χρησιμοποιώντας δυαδικά ψηφία, 1 και 0. Επομένως, για να κατανοήσουμε την επεξεργασία που εκτελούν οι υπολογιστές πρέπει πρώτα να καταλάβουμε το δυαδικό αριθμητικό σύστημα και τη σχέση του με άλλα αριθμητικά συστήματα (όπως το δεκαδικό σύστημα, δηλαδή αυτό που χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητά μας). Στη συνέχεια, θα στρέψουμε την προσοχή μας στον τρόπο με τον οποίο μετατρέπουμε τους αμέτρητους τύπους πληροφοριών που διαχειριζόμαστε—αριθμούς, κείμενο, εικόνες, ήχο και βίντεο—σε δυαδική μορφή. Τα Κεφάλαια 2 και 3 πραγματεύονται αυτά τα ζητήματα.

Το επόμενο επίπεδο, το επίπεδο υλικού, αποτελείται από τα φυσικά εξαρτήματα ενός υπολογιστικού συστήματος. Το υλικό υπολογιστή περιλαμβάνει συσκευές όπως πύλες και κυκλώματα οι οποίες ελέγχουν θεμελιωδώς τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό το βασικό ηλεκτρονικό κύκλωμα επιτρέπει τη χρήση εξειδικευμένων εξαρτημάτων υλικού, όπως την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (ΚΠΕ) και τη μνήμη του υπολογιστή. Τα Κεφάλαια 4 και 5 του βιβλίου εξετάζουν αναλυτικά αυτά τα θέματα.

Το επίπεδο προγραμματισμού ασχολείται με το λογισμικό, δηλαδή τις εντολές που χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση υπολογισμών και τη διαχείριση δεδομένων. Τα προγράμματα παίρνουν πολλές μορφές, μπορούν να εκτελεστούν σε πολλά επίπεδα και υλοποιούνται σε πολλές γλώσσες. Παρά όμως την τεράστια ποικιλία θεμάτων και ζητημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει ο προγραμματισμός, ο στόχος παραμένει ο ίδιος: η επίλυση προβλημάτων. Τα Κεφάλαια 6 έως 9 εξερευνούν πολλά ζητήματα που έχουν σχέση με τον προγραμματισμό και τη διαχείριση δεδομένων.



**ΣΧΗΜΑ 1.1** Τα επίπεδα ενός υπολογιστικού συστήματος

Κάθε υπολογιστής διαθέτει λειτουργικό σύστημα (OS, operating system) που συμβάλλει στη διαχείριση των πόρων του υπολογιστή. Τα λειτουργικά συστήματα, όπως είναι τα Windows, Mac OS ή Linux, μας βοηθούν να αλληλεπιδρούμε με το υπολογιστικό σύστημα και να διαχειριζόμαστε τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν συσκευές υλικού, προγράμματα και δεδομένα. Για να κατανοήσει κανείς γενικά τον υπολογιστή, είναι εξαιρετικά σημαντικό να γνωρίζει τι κάνει ένα λειτουργικό σύστημα. Αυτά τα θέματα περιγράφονται στα Κεφάλαια 10 και 11.

Τα προηγούμενα (εσωτερικά) επίπεδα επικεντρώνονται στο πώς θα κάνουν το υπολογιστικό σύστημα να λειτουργεί. Αντίθετα, το επίπεδο εφαρμογών εστιάζει στη χρήση του υπολογιστή για την επίλυση συγκεκριμένων υπαρκτών προβλημάτων. Εκτελούμε προγράμματα εφαρμογών για να αξιοποιήσουμε τις ικανότητες του υπολογιστή σε άλλους τομείς, όπως στον σχεδιασμό ενός κτιρίου ή στην αναπαραγωγή βίντεο. Το φάσμα των εργαλείων του ειδικού λογισμικού υπολογιστή είναι ευρύ και περιλαμβάνει συγκεκριμένες πτυχές της πληροφορικής, όπως συστήματα πληροφοριών, τεχνητή νοημοσύνη και προσομοίωση. Τα συστήματα εφαρμογών περιγράφονται στα Κεφάλαια 12, 13 και 14.

Οι υπολογιστές βέβαια δεν υφίστανται σε κενό, στο γραφείο κάποιου. Χρησιμοποιούμε την τεχνολογία των υπολογιστών για να επικοινωνούμε και αυτή η επικοινωνία είναι ένα θεμελιώδες επίπεδο στο οποίο λειτουργούν τα υπολογιστικά συστήματα. Οι υπολογιστές συνδέονται και σχηματίζουν δίκτυα έτσι ώστε να μπορούν να μοιράζονται πληροφορίες και πόρους. Το Internet (το Διαδίκτυο) εξελίχθηκε σε ένα παγκόσμιο δίκτυο και δεν υπάρχει πλέον σχεδόν κανένα σημείο στη Γη που δεν μπορείτε να φτάσετε με την τεχνολογία της πληροφορικής. Ο Παγκόσμιος Ιστός (το World Wide Web) διευκολύνει αυτήν την επικοινωνία καθώς έχει αλλάξει ριζικά τη χρήση των υπολογιστών και εξαπλώνεται στο ευρύ κοινό. Η υπολογιστική νέφος (cloud) είναι η θεωρία που υποστηρίζει ότι οι ανάγκες μας για πληροφορική μπορούν να τύχουν διαχείρισης από πόρους που βρίσκονται σε διάφορα μέρη στο Internet (στο cloud) και όχι σε τοπικούς υπολογιστές. Τα Κεφάλαια 15 και 16 αναλύουν αυτά τα σημαντικά ζητήματα της επικοινωνίας των υπολογιστών.

Η χρήση της τεχνολογίας της πληροφορικής μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα αυξημένους κινδύνους ασφάλειας. Κάποια ζητήματα ασφάλειας αντιμετωπίζονται σε χαμηλά επίπεδα μέσω ενός υπολογιστικού συστήματος. Πολλά όμως εξ αυτών αναδεικνύουν την ανάγκη που υπάρχει να διατηρούμε ασφαλή τα προσωπικά μας δεδομένα. Το Κεφάλαιο 17 διερευνά αρκετά από αυτά τα ζητήματα.

Το μεγαλύτερο μέρος αυτού του βιβλίου εστιάζει σε όσα μπορεί να κάνει ένας υπολογιστής και στο πώς τα κάνει. Ολοκληρώνουμε το βιβλίο με μια συζήτηση για όσα ένας υπολογιστής *δεν μπορεί* να κάνει ή τουλάχιστον δεν μπορεί να κάνει καλά. Οι υπολογιστές έχουν κάποιους εγγενείς περιορισμούς ως προς την ικανότητά τους να αναπαριστούν πληροφορίες και οι ικανότητές τους είναι ανάλογες της ποιότητας του προγραμματισμού τους. Επιπλέον, αποδεικνύεται ότι ορισμένα προβλήματα δεν επιδέχονται λύση. Το Κεφάλαιο 18 εξετάζει αυτούς τους περιορισμούς των υπολογιστών.

Μερικές φορές είναι εύκολο να εστιάσουμε τόσο στις λεπτομέρειες που να χάνου-

με τη μεγάλη εικόνα. Μην το ξεχνάτε αυτό όσο προχωράτε στο βιβλίο. Η πρώτη σελίδα κάθε κεφαλαίου σας θυμίζει σε ποιο σημείο βρισκόμαστε στα διάφορα επίπεδα ενός υπολογιστικού συστήματος. Όλες οι επιμέρους λεπτομέρειες προσθέτουν ένα κομμάτι στο παζλ. Ακολουθήστε κάθε βήμα με τη σειρά και θα εκπλαγείτε όταν θα ανακαλύψετε πόσο καλά ταιριάζουν όλα.

## Αφαίρεση

Τα επίπεδα ενός υπολογιστικού συστήματος που αναφέραμε παραπάνω αποτελούν παραδείγματα αφαίρεσης. Η **αφαίρεση** είναι ένα νοητό μοντέλο, ένας τρόπος θεωρητικής προσέγγισης μιας οντότητας με τον οποίο αφαιρούνται ή αποκρύπτονται οι περιπλοκές λεπτομέρειες. Μια αφαίρεση περιλαμβάνει τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την επίτευξη του στόχου και αποκλείει τις πληροφορίες που θα περιέπλεκαν τα πράγματα χωρίς να χρειάζεται. Όταν ασχολούμαστε με έναν υπολογιστή σε ένα επίπεδο, δεν χρειάζεται να μας απασχολούν οι λεπτομέρειες των υπόλοιπων επιπέδων. Για παράδειγμα, όταν γράφουμε ένα πρόγραμμα, δεν πρέπει να μας ενδιαφέρει με ποιον τρόπο θα εκτελέσει τις εντολές το υλικό. Ομοίως, όταν εκτελούμε ένα πρόγραμμα εφαρμογής, δεν χρειάζεται να μας απασχολεί ο τρόπος που γράφτηκε το πρόγραμμα.

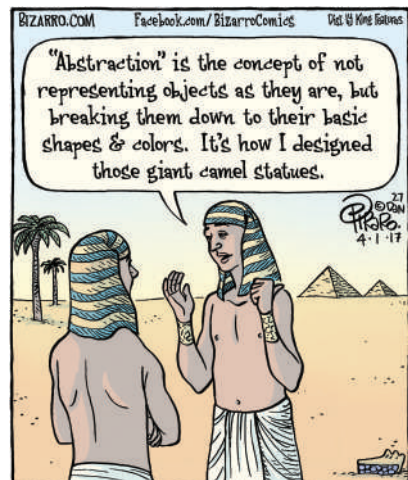
Πολλά πειράματα έχουν δείξει ότι ένας άνθρωπος μπορεί να διαχειριστεί ενεργά περίπου επτά (συν πλην δύο, ανάλογα με το άτομο) πληροφορίες στη βραχυπρόθεσμη μνήμη κάθε φορά. Αυτό ορίζεται από τον νόμο του Miller, από τον ψυχολόγο που ασχολήθηκε αρχικά με αυτό το ζήτημα.<sup>1</sup> Άλλες πληροφορίες είναι διαθέσιμες για εμάς όταν τις χρειαζόμαστε, αλλά όταν εστιάζουμε σε μια νέα πληροφορία, κάτι άλλο υποβαθμίζεται σε δευτερεύουσα κατάσταση.

Αυτή η έννοια είναι παρόμοια με τον αριθμό των μπαλών που μπορεί να διατηρήσει στον αέρα ένας ζογκλέρ. Οι άνθρωποι μπορούν να χειριστούν νοητά περίπου επτά μπάλες ταυτόχρονα και όταν πιάνουμε μια καινούρια, πρέπει να αφήσουμε να πέσει μία από τις παλαιές. Το επτά μπορεί να φαίνεται μικρός αριθμός, αλλά κάθε μπάλα μπορεί να αναπαραστήσει μια αφαίρεση, δηλαδή μία πληροφορία. Με άλλα λόγια, κάθε μπάλα που χειριζόμαστε συμβολίζει ένα σύνθετο ζήτημα, με την προϋπόθεση ότι μπορούμε να το σκεφτούμε ως μία ιδέα.

Βασίζομαστε στις αφαιρέσεις κάθε ημέρα της ζωής μας. Για παράδειγμα, δεν χρειάζεται να γνωρίζουμε πώς λειτουργεί ένα αυτοκίνητο για να πάμε με αυτό στην αγορά. Για ακρίβεια, δεν είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις λεπτομέρειες της λειτουργίας του κινητήρα. Αρκεί να γνωρίζουμε κά-

### Αφαίρεση

Ένα νοητό μοντέλο που αφαιρεί περιπλοκές λεπτομέρειες



Ανατυπώνεται με άδεια του Dan Piraro. Επισκεφτείτε το <https://bizarro.com/>



**ΕΙΚΟΝΑ 1.2** Ο κινητήρας ενός αυτοκινήτου και η αφαίρεση που μας επιτρέπει να τον χρησιμοποιούμε  
© aospan/Shutterstock; © Syda Productions/Shutterstock

ποια βασικά για το πώς αλληλεπιδρούμε με το αυτοκίνητο: τι κάνουν τα πετάλια, τα διάφορα κουμπιά και το τιμόνι. Και ταυτόχρονα δεν χρειάζεται καν να σκεφτόμαστε όλα αυτά τα πράγματα. Βλέπε **ΕΙΚΟΝΑ 1.2**.

Ακόμα κι αν όμως γνωρίζουμε πώς λειτουργεί ένας κινητήρας, δεν χρειάζεται να το σκεφτόμαστε αυτό ενώ οδηγούμε. Φανταστείτε να έπρεπε να σκεφτόμαστε διαρκώς, ενώ οδηγούμε, πώς το μπουζί προκαλεί τον σπινθήρα που απαιτείται για την καύση του μείγματος αέρα-καυσίμου με την οποία ξεκινά η λειτουργία των πιστονιών που κινούν τον στροφαλοφόρο άξονα. Δεν θα ξεκινούσαμε καν! Ένα αυτοκίνητο είναι εξαιρετικά περίπλοκο για να σκεφτούμε κάθε επιμέρους σύστημά του ταυτόχρονα. Όλες οι τεχνικές λεπτομέρειες θα δημιουργούσαν ένα βουνό από μπάλες που δεν θα μπορούσαμε να χειριστούμε μαζί. Αφού όμως αφαιρέσουμε διάφορα στοιχεία για να καταλήξουμε στον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούμε με αυτό, μπορούμε να το χειριστούμε ως μία ενιαία οντότητα. Οι άσχετες λεπτομέρειες παραλείπονται, τουλάχιστον προς στιγμή.

### Απόκρυψη πληροφοριών

Μια τεχνική για την απομόνωση κομματιών ενός προγράμματος, απαλείφοντας την ικανότητα ενός κομματιού να προσπελάσει τις πληροφορίες που βρίσκονται σε ένα άλλο

Η **απόκρυψη πληροφοριών** είναι μια έννοια που σχετίζεται με την αφαίρεση. Ένας προγραμματιστής υπολογιστών προσπαθεί συχνά να απαλείψει την ανάγκη ή την ικανότητα ενός τμήματος ενός προγράμματος να προσπελάσει πληροφορίες που βρίσκονται σε άλλο τμήμα. Αυτή η τεχνική διατηρεί τα κομμάτια του προγράμματος απομονωμένα μεταξύ τους, μειώνοντας έτσι τα σφάλματα και συμβάλλοντας στην κατανόηση κάθε επιμέρους κομματιού. Η αφαίρεση εστιάζει στην εξωτερική εικόνα—στον τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρεται ένα στοιχείο και στον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούμε με αυτό. Η απόκρυψη πληροφοριών είναι ένα χαρακτηριστικό του σχεδιασμού που παρέχει τη δυνατότητα να έχουμε αφαιρέσεις που διευκολύνουν την εργασία με κάποιο στοιχείο. Η απόκρυψη πληροφοριών και η αφαίρεση είναι δύο πλευρές του ίδιου νομίσματος.

Η αφηρημένη τέχνη είναι ακόμα ένα παράδειγμα αφαίρεσης. Ένας αφηρημένος πίνακας αναπαριστά κάτι χωρίς να πνίγεται στις λεπτομέρειες τις πραγματικότητας. Με-

Η αφηρημένη τέχνη είναι ακόμα ένα παράδειγμα αφαίρεσης. Ένας αφηρημένος πίνακας αναπαριστά κάτι χωρίς να πνίγεται στις λεπτομέρειες τις πραγματικότητας. Με-

Λετήστε τον πίνακα της **ΕΙΚΟΝΑΣ 1.3**, με τίτλο *Nude Descending a Staircase* (Γυμνό που κατεβαίνει τη σκάλα). Μπορείτε να δείτε μόνο το ίχνος της γυναίκας και της σκάλας, επειδή ο καλλιτέχνης δεν ενδιαφέρεται για τις λεπτομέρειες της εικόνας της γυναίκας ή της σκάλας. Αυτές οι λεπτομέρειες είναι άσχετες με το αποτέλεσμα που προσπαθεί να δημιουργήσει ο καλλιτέχνης. Οι ρεαλιστικές λεπτομέρειες μάλιστα θα εμπόδιζαν την προβολή των σημείων που ο καλλιτέχνης θεωρεί ότι είναι σημαντικά.

Η αφαίρεση είναι το κλειδί για την πληροφορική. Τα επίπεδα ενός υπολογιστικού συστήματος ενσωματώνουν την έννοια της αφαίρεσης. Και οι αφαιρέσεις εξακολουθούν να εμφανίζονται μέσα στα επί μέρους επίπεδα με διάφορους τρόπους. Μπορείτε να διακρίνετε μάλιστα την αφαίρεση σε ολόκληρη την εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων, όπως θα δούμε στην επόμενη ενότητα.



**ΕΙΚΟΝΑ 1.3** Ο Marcel Duchamp συζητά για τον αφηρημένο πίνακά του *Nude Descending a Staircase*  
© CBS/Landov

## 1.2 Η ιστορία της πληροφορικής

Τα ιστορικά θεμέλια της πληροφορικής εξηγούν σε μεγάλο βαθμό γιατί τα υπολογιστικά συστήματα του σήμερα έχουν σχεδιαστεί με τον συγκεκριμένο τρόπο. Η παρούσα ενότητα είναι μια ιστορία της οποίας οι χαρακτήρες και τα γεγονότα οδήγησαν στο πού βρισκόμαστε σήμερα και διαμόρφωσαν τη βάση για το συναρπαστικό μέλλον που έρχεται. Εξετάζουμε την ιστορία του υλικού και του λογισμικού ξεχωριστά, επειδή κάθε ένα έχει ξεχωριστό αντίκτυπο στην εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων έως το διαστρωματωμένο μοντέλο που χρησιμοποιούμε ως σκελετό του βιβλίου.

Αυτή η ιστορία έχει γραφτεί με τη μορφή αφήγησης, χωρίς καμία πρόθεση να καθορίσει επίσημα τις έννοιες που περιγράφονται. Σε επόμενα κεφάλαια θα ανατρέξουμε σε αυτές τις έννοιες για να τις διερευνήσουμε λεπτομερώς.

### *Μια σύντομη ιστορία του υλικού υπολογιστών*

Οι συσκευές που βοηθούν τους ανθρώπους σε διάφορες μορφές υπολογισμών έχουν τις ρίζες τους στην αρχαιότητα και συνεχίζουν να εξελίσσονται έως σήμερα. Θα παρακολουθήσουμε μια σύντομη ξενάγηση στην ιστορία του υλικού υπολογιστών.



## Πέρα από όλα τα όνειρα



“Ποιος μπορεί να παραβλέψει τις συνέπειες μιας τέτοιας εφεύρεσης; Η Αναλυτική μηχανή υφαιίνει αλγεβρικά μοτίβα ακριβώς όπως ο αργαλιός του Ζακάρ υφαιίνει λουλούδια και φύλλα. Η μηχανή μπορούσε να συνθέσει περίπλοκα και επιστημονικά κομμάτια μουσικής οποιουδήποτε βαθμού πολυπλοκότητας ή έκτασης”.

—Εϊντα, Κόμισσα του Λαβλεις, 1843<sup>2</sup>

## Πρώιμη ιστορία

Πολλοί άνθρωποι πιστεύουν ότι το Στόουνχεντζ, η διάσημη συγκέντρωση μονόλιθων στη Μεγάλη Βρετανία, είναι μια πρώιμη μορφή ημερολογίου ή αστρολογικού υπολογιστή. Ο *άβακας*, ο οποίος εμφανίστηκε τον 16ο αιώνα π.Χ., δημιουργήθηκε ως ένα όργανο που καταγράφει αριθμητικές τιμές και με το οποίο οι άνθρωποι μπορούν να κάνουν βασικές αριθμητικές πράξεις.

Στα μέσα του 17ου αιώνα, ο Γάλλος μαθηματικός Μπλεζ Πασκάλ (Blaise Pascal) κατασκεύαζε και πουλούσε μηχανικές συσκευές οι οποίες λειτουργούσαν με γρανάζια και εκτελούσαν πρόσθεση και αφαίρεση ολόκληρων αριθμών. Αργότερα τον ίδιο αιώνα, ο Γερμανός μαθημα-

τικός Γκότφριντ Βίλχελμ Λάιμπνιτς (Gottfried Wilhelm von Leibniz) κατασκεύασε την πρώτη μηχανική συσκευή που σχεδιάστηκε ώστε να εκτελεί και τις τέσσερις πράξεις με ολόκληρους αριθμούς: πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμό και διαίρεση. Δυστυχώς, η κατάσταση των μηχανικών γραναζιών και μοχλών εκείνη την εποχή ήταν τέτοια που δεν επέτρεπαν στη μηχανή του Λάιμπνιτς να έχει μεγάλη αξιοπιστία.

Στα τέλη του 18ου αιώνα, ο Ζοζέφ Ζακάρ (Joseph Jacquard) δημιούργησε μια μη-

## Το Στόουνχεντζ εξακολουθεί να είναι ένας μυστικιστικός τόπος

Το Στόουνχεντζ (Stonehenge), μια νεολιθική λίθινη κατασκευή που αναδύεται με μεγαλοπρέπεια στο οροπέδιο Salisbury Plain στην Αγγλία, συναρπάζει τους ανθρώπους εδώ και αιώνες. Θεωρείται ότι η κατασκευή του διήρκεσε πολλούς αιώνες, ξεκινώντας περίπου το 2180 π.Χ.. Ο σκοπός του εξακολουθεί να αποτελεί μυστήριο, παρά τις πολλές θεωρίες που έχουν διατυπωθεί. Στο θερινό ηλιοστάσιο, ο ήλιος που ανατέλλει εμφανίζεται πίσω από έναν από τους κύριους λίθους, δίνοντας την εντύπωση ότι ισορροπεί στον λίθο. Αυτό το γεγονός οδήγησε στην πρώιμη θεωρία ότι το Στόουνχεντζ ήταν ναός. Μια άλλη θεωρία, η οποία εμφανίστηκε αρχικά στα μέσα του 20ου αιώνα, είναι ότι το Στόουνχεντζ ενδεχομένως χρησιμοποιούνταν ως αστρονομικό ημερολόγιο, υποδεικνύοντας τις ευθυγραμμίσεις σελήνης και ήλιου. Υπάρχει επίσης μια τρίτη θεωρία που υποστηρίζει



vencacolrab/iStock/Thinkstock

ότι το Στόουνχεντζ χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των εκλείψεων. Μεταγενέστερη έρευνα έδειξε ότι το Στόουνχεντζ χρησιμοποιήθηκε επίσης ως κοιμητήριο.<sup>3</sup> Έχουν βρεθεί ανθρώπινα λείψανα περίπου από το 3000 π.Χ. έως το 2500 π.Χ. όταν αναστηλώθηκαν οι πρώτοι μεγάλοι λίθοι. Ανεξάρτητα από την αιτία κατασκευής του, ο τόπος χαρακτηρίζεται από ένα ανεξήγητο μυστικιστικό στοιχείο.

χανή που ονομάστηκε *αργαλειός του Ζακάρ* και χρησιμοποιούταν για ύφανση. Ο αργαλειός χρησιμοποιούσε μια σειρά καρτών με ανοιγμένες οπές που καθόριζαν τη χρήση συγκεκριμένων χρωματιστών νημάτων και ως εκ τούτου υπαγόρευαν το σχέδιο που θα υφαινόταν το ύφασμα. Παρόλο που δεν ήταν υπολογιστική μηχανή, ο αργαλειός του Ζακάρ ήταν η πρώτη μηχανή που χρησιμοποιούσε αυτό που αποτέλεσε μετέπειτα μια σημαντική μορφή εισόδου: τη διάτρητη κάρτα.

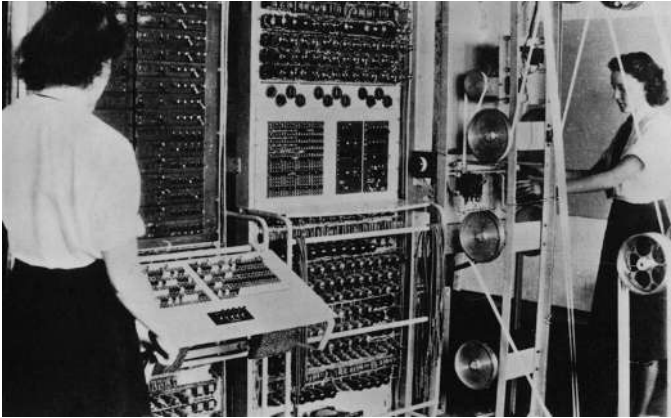
Το επόμενο μεγάλο βήμα στην πληροφορική καθυστέρησε και σημειώθηκε τον 19ο αιώνα, αυτήν τη φορά από έναν Βρετανό μαθηματικό. Ο Τσαρλς Μπάμπατζ (Charles Babbage) σχεδίασε τη λεγόμενη *αναλυτική μηχανή*. Το σχέδιο ήταν τόσο σύνθετο που δεν μπορούσε να την υλοποιήσει με την τεχνολογία εκείνης της εποχής, με αποτέλεσμα να παραμείνει στα χαρτιά. Το όραμά του όμως περιλάμβανε πολλά από τα σημαντικά στοιχεία των σύγχρονων υπολογιστών. Το σχέδιο του Μπάμπατζ ήταν το πρώτο που περιλάμβανε μνήμη, ώστε να μην είναι απαραίτητη η εκ νέου εισαγωγή ενδιάμεσων τιμών. Το σχέδιό του περιλάμβανε επίσης την είσοδο αριθμών και μηχανικών βημάτων, αξιοποιώντας διάτρητες κάρτες παρόμοιες με του αργαλειού του Ζακάρ.

Η Έιντα Ωγκάστα, Κόμισσα του Λάβλεϊς (Ada Augusta Lovelace), ήταν μια ρομαντική φιγούρα στην ιστορία της πληροφορικής. Η Έιντα, κόρη του Άγγλου ποιητή Λόρδου Βύρωνα ειδικεύοταν στα μαθηματικά. Έδειξε ενδιαφέρον για το έργο του Μπάμπατζ στην αναλυτική μηχανή και διεύρυνε τις ιδέες του (διορθώνοντας παράλληλα κάποια λάθη του). Η Έιντα θεωρείται ο πρώτος προγραμματιστής. Η ιδέα του βρόχου—μια σειρά εντολών που επαναλαμβάνονται—αποδίδεται σε εκείνη. Η γλώσσα προγραμματισμού *Ada*, η οποία χρησιμοποιείται εκτεταμένα από το Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ, πήρε το όνομά της από το όνομα της Έιντα.

Κατά το μεγαλύτερο μέρος του 19ου αιώνα και στις αρχές του 20ου, οι εξελίξεις στην πληροφορική είναι ραγδαίες. Ο Γουίλιαμ Μπάροουζ (William Burroughs) παρήγαγε και πωλούσε μια μηχανική μηχανή πρόσθεσης. Ο Δρ. Χέρμαν Χόλεριθ (Herman Hollerith) κατασκεύασε τον πρώτο ηλεκτρομηχανικό πινακοποιητή, μια διάταξη διαχωρισμού καρτελών που διάβαζε πληροφορίες από μια διάτρητη κάρτα. Η συσκευή του άλλαξε ριζικά τον τρόπο που γινόταν η απογραφή στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής κάθε δέκα έτη. Αργότερα ίδρυσε μια εταιρεία η οποία σήμερα είναι γνωστή ως IBM.

Το 1936, σημειώθηκε μια θεωρητική εξέλιξη που δεν είχε καμία σχέση με το υλικό αυτό καθαυτό, αλλά επηρέασε βαθιά τον κλάδο της επιστήμης των υπολογιστών. Ο Άλαν Τούρινγκ (Alan M. Turing), ένας ακόμα Βρετανός μαθηματικός, εφηύρε ένα αφαιρετικό μαθηματικό μοντέλο, τη *μηχανή Τούρινγκ*, θέτοντας τις βάσεις για ένα μεγάλο πεδίο υπολογιστικής θεωρίας. Το βραβείο με το μεγαλύτερο κύρος που απονέμεται στον χώρο της πληροφορικής (αντίστοιχο του Μεταλλίου Φιλντς στα μαθηματικά ή του Βραβείου Νόμπελ σε άλλες επιστήμες) είναι το Βραβείο Τούρινγκ. Η ταινία του 2014 *Το παιχνίδι της μίμησης* βασίζεται στη ζωή του Τούρινγκ. Η ανάλυση των δυνατοτήτων των μηχανών Τούρινγκ αποτελεί μέρος των θεωρητικών σπουδών όλων των φοιτητών της επιστήμης υπολογιστών.

Από τα μέσα έως τα τέλη της δεκαετίας του 1930 συνεχίζονται οι προσπάθειες για την κατασκευή μιας υπολογιστικής μηχανής σε όλο τον πλανήτη. Το 1937, ο Τζορτζ Στί-

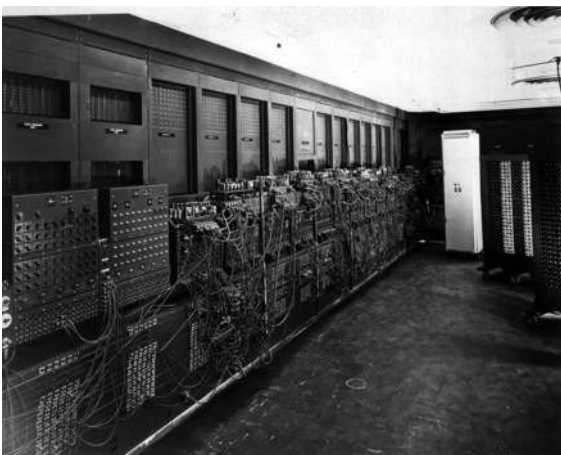


**ΕΙΚΟΝΑ 1.4** Ο Κολοσσός, ο πρώτος πλήρως προγραμματίσιμος ψηφιακός υπολογιστής

© Pictorial Press Ltd/Alamy Stock Photo Images.

μηχανικό δυαδικό προγραμματίσιμο υπολογιστή. Μπορείτε να διαβάσετε τη βιογραφία του Κόνραντ Τζούσε στο Κεφάλαιο 6.

Έως την έναρξη του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου, πολλοί υπολογιστές γενικής χρήσης βρίσκονταν στο στάδιο του σχεδιασμού και της κατασκευής. Στο Λονδίνο το 1943, ο Τόμας Φλάουερς (Thomas Flowers) κατασκεύασε τον Κολοσσό (Colossus), τον οποίο μπορείτε να δείτε στην **ΕΙΚΟΝΑ 1.4** και θεωρείται από πολλούς ως ο πρώτος πλήρως προγραμματίσιμος ηλεκτρονικός ψηφιακός υπολογιστής. Το 1944, ο IBM Automatic Sequence Controlled Calculator παραδόθηκε στο Χάρβαρντ και έγινε αργότερα γνωστός ως *Harvard Mark I*. Ο ENIAC, ο οποίος απεικονίζεται στην **ΕΙΚΟΝΑ 1.5**, αποκαλύφθηκε το 1946. Ο Τζον φον Νόιμαν (John von Neumann), ο οποίος είχε εργαστεί ως σύμβουλος στο έργο ENIAC, ξεκίνησε την ανάπτυξη μιας άλλης μηχανικής, του



**ΕΙΚΟΝΑ 1.5** Ο ENIAC, ένας υπολογιστής της εποχής του Β' Παγκοσμίου Πολέμου

Ευγενική παραχώρηση του Αμερικανικού Στρατού.

μπιτζ (George Stibitz) κατασκεύασε έναν δυαδικό αθροιστή με 1 bit, μια συσκευή που προσθέτει δυαδικά ψηφία χρησιμοποιώντας ηλεκτρονόμους (βλ. Κεφάλαιο 4). Αργότερα το ίδιο έτος, ο Κλοντ Σάνον (Claude E. Shannon) δημοσίευσε μια εργασία για την υλοποίηση συμβολικής λογικής χρησιμοποιώντας ηλεκτρονόμους. Το 1938, ο Κόνραντ Τζούσε (Konrad Zuse) κατασκεύασε τον πρώτο

EDVAC, που ολοκληρώθηκε το 1950. Το 1951, ο πρώτος εμπορικός υπολογιστής, UNIVAC I, παραδόθηκε στην Υπηρεσία Απογραφής των ΗΠΑ. Ο UNIVAC I ήταν ο πρώτος υπολογιστής που χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη του αποτελέσματος προεδρικών εκλογών στις Ηνωμένες Πολιτείες.<sup>4</sup>

Η ιστορία που ξεκίνησε με τον άβακα ολοκληρώθηκε με την παράδοση του UNIVAC I. Με την κατασκευή αυτής της μηχανής, πραγματοποιήθηκε το όνειρο της δημιουργίας μιας συσκευής που μπορούσε να χειριστεί αριθμούς πολύ γρήγορα.

## Η μέτρηση προηγείται της γραφής

Πριν αρχίσουν οι άνθρωποι να χρησιμοποιούν τη γραφή για να μετρούν αντικείμενα, χρησιμοποιούσαν τρισδιάστατα αντικείμενα διαφόρων ειδών. Για παράδειγμα, περίπου το 7500 π.Χ., οι αγρότες δημιούργησαν πήλινους μετρητές σε δώδεκα σχήματα για να καταγράφουν καλύτερα τις ποσότητες των αγαθών τους. Ένας κώνος αντιπροσώπευε μια μικρή ποσότητα σιτηρών, μια σφαίρα μια μεγάλη ποσότητα σιτηρών και ένας κύλινδρος ένα ζώο. Τέσσερα μικρά μερίδια σιτηρών αντιστοιχούσαν σε τέσσερις κώνους. Περίπου 8000 τέτοιες μεζούρες έχουν βρεθεί στην Παλαιστίνη, τη Μικρά Ασία, τη Συρία, τη Μεσοποταμία και την Περσία.

Περίπου το 3500 π.Χ., μετά την επικράτηση των πόλεων-κρατών, οι διαχειριστές άρχισαν να χρησιμοποιούν πήλινες σφαίρες ως φακέλους για να τοποθετούν τις μεζούρες. Κάποιοι από αυτούς τους φακέλους φέρουν χαραξίες των μεζουρών που περιείχαν. Το επόμενο βήμα σημειώθηκε μεταξύ του 3300 και του 3200 π.Χ., όταν οι υπεύθυνοι για την τήρηση των αρχείων ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν μόνο το σύμβολο της μεζούρας που αναγραφόταν στις πήλινες σφαίρες, αφήνοντας στην άκρη τις ίδιες τις μεζούρες. Χρειάστηκε επομένως να περάσουν περίπου 4000

χρόνια για να γίνει η μετάβαση από τρισδιάστατα αντικείμενα μέτρησης σε γραπτά σύμβολα.

Περίπου το 3100 π.Χ., καταγράφεται η χρήση γραφίδων για τη σχεδίαση των μεζουρών αντί της χάραξης των μεζουρών στους πίνακες. Αυτή η αλλαγή προκάλεσε την κατάργηση της αντιστοιχίας ένα προς ένα μεταξύ συμβόλου και αντικειμένου. Δέκα αμφορείς λαδιού συμβολίζονταν με έναν αμφορέα λαδιού και ένα σύμβολο του δέκα. Δεν δημιουργήθηκαν νέα σύμβολα για τους αφηρημένους αριθμούς, αλλά παλαιά σημάδια απέκτησαν νέο νόημα. Για παράδειγμα, το σύμβολο του κώνου, το οποίο παλαιότερα αναπαριστούσε μια μικρή ποσότητα σιτηρών, έγινε το σύμβολο για το "1" και η σφαίρα (μια μεγάλη ποσότητα σιτηρών) έφτασε να σημαίνει "10". Τώρα, 33 αμφορείς λαδιού μπορούσαν να αναπαρασταθούν ως  $10 + 10 + 10 + 1 + 1 + 1$  και το σύμβολο για το "λάδι".

Αφού δημιουργήθηκαν αφηρημένα αριθμητικά σύμβολα, τα σύμβολα για τα αγαθά και τα σύμβολα για τους αριθμούς μπορούσαν να εξελιχθούν με διάφορους τρόπους. Για αυτό λέμε ότι η γραφή προέρχεται από τη μέτρηση.<sup>6</sup>

Κάποιοι ειδικοί πρόβλεψαν τότε ότι ένας μικρός αριθμός υπολογιστών θα μπορούσε να αντιμετωπίσει τις υπολογιστικές ανάγκες του ανθρώπινου είδους. Αυτό που δεν είχαν συνειδητοποιήσει ήταν το γεγονός ότι η δυνατότητα εκτέλεσης γρήγορων υπολογισμών σε μεγάλες ποσότητες δεδομένων θα άλλαζε δραστικά την ίδια τη φύση επιστημονικών πεδίων όπως τα μαθηματικά, η φυσική, η μηχανική και η οικονομία. Με άλλα λόγια, οι υπολογιστές κατέστησαν τις εκτιμήσεις αυτών των ειδικών σχετικά με όσα χρήζουν υπολογισμών εντελώς άκυρες.<sup>5</sup>

Μετά το 1951, η ιστορία εξελίσσεται σε μια αενάως επεκτεινόμενη χρήση των υπολογιστών για την επίλυση προβλημάτων σε όλους τους τομείς. Από εκείνο το σημείο, η αναζήτηση δεν επικεντρώνεται μόνο στην κατασκευή ταχύτερων και μεγαλύτερων συσκευών, αλλά και στην ανάπτυξη εργαλείων που μας επιτρέπουν να χρησιμοποιού-