

# Alan Turing

Ο άνθρωπος που οραματίστηκε τις σκεπτόμενες μηχανές

**ΧΑΡΗΣ Β. ΓΕΩΡΓΙΟΥ**

Ερευνητής Πληροφορικής, M.Sc., Ph.D.

**Το 2012 έχει ονομασθεί δικαιολογημένα ως "έτος Alan Turing". Ακριβώς έναν αιώνα μετά τη γέννησή του, ο Turing αποιεθεί μια από τις πιο σημαντικές φυσιογνωμίες στην ιστορία των υπολογιστών, της θεωρίας αλγορίθμων και της κρυπτογραφίας. Ήταν ο κύριος υπεύθυνος για το "σπάσιμο" του κώδικα των μηχανών Επίγχα στην πιο κρίσιμη καμπή του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, σχεδίασε ίσως τον πρώτο πλήρως προγραμματιζόμενο ηλεκτρονικό υπολογιστή και έθεσε τις βάσεις για αυτό που σήμερα αποκαλείται Τεχνητή Νοημοσύνη. Και όλα αυτά μέσα στα 41 μόλις χρόνια της ζωής του.**

**Σ**υχνά, ο όρος «υπολογιστής» θεωρείται ταυτόσημος με την έννοια του ηλεκτρονικού υπολογιστή που υπάρχει σε κάθε σπίτι και γραφείο σήμερα. Εκτός από απλές συσκευές υπολογισμού, οι σημερινοί υπολογιστές παρέχουν δυνατότητες αποθήκευσης, επεξεργασίας και μετάδοσης δεδομένων, που πρακτικά καλύπτουν κάθε ανάγκη η οποία μέχρι πριν μερικές δεκαετίες ήταν αντικείμενο μιας πλειάδας άλλων τεχνολογιών και μέσων, όπως η τηλεόραση, το ραδιόφωνο και ο ασύρματος. Είναι δύσκολο για τον σύγχρονο άνθρωπο να συνειδητοποιήσει ότι πριν από μόλις 100 χρόνια όλες αυτές οι ηλεκτρονικές υπολογιστικές μηχανές που σήμερα θεωρούνται μέρος της καθημερινότητας, απλά δεν υπήρχαν. Πριν από έναν αιώνα ακριβώς, ο όρος «υπολογιστής» σήμαινε πρακτικά κάποιον άνδρα ή γυναίκα (συνχρόνως) που με χαρτί και μολύβι εκτελούσε αριθμητικές πράξεις, ίσως με την πολιτέλεια μιας στοιχειώδους μηχανικής (όχι ηλεκτρονικής) συσκευής όπως ο άβακας. Σε αυτόν τον «πρωτόγονο» κόσμο κάνει την εμφάνισή του ο Alan Turing, ο επιστήμονας που έμελλε να αλλάξει εκ βάθρων τη σχέση ανθρώπου και (υπολογιστικής) μηχανής.

## **ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΧΡΟΝΙΑ**

Ο Alan Mathison Turing γεννήθηκε στις 23 Ιουνίου του 1912 στο Λονδίνο. Ο πατέρας του, Julius, ο οποίος ήταν μέλος αριστοκρατικής οικογένειας από τη Σκωτία, εργαζόταν στην Ινδική Δημόσια Υπηρεσία. Η μητέρα του, Ethel Sara, ήταν κόρη αρχιμηχανικού σε μεγάλη αεροδρομική εταιρεία. Λόγω της εργασίας του στην Ινδική Δημόσια Υπηρεσία, ο Julius αναγκάστηκε να εγκατασταθεί με την οικογένειά του στη Βρετανική Ινδία, όπου ο παππούς του υπηρέτησε ως στρατηγός στον στρατό της Βεγγάλης. Παρόλα αυτά, λόγω του ότι το ζεύγος δεν ήθελε να μεγαλώσουν τα παιδιά τους εκεί, μετακόμισε στην Αγγλία όπου γεννήθηκε ο γιος τους Alan. Ο πατέρας του ήταν ακόμη σε ενεργό υπηρεσία, και για τον λόγο αυτόν το ζεύγος ήταν αναγκασμένο να ταξιδεύει συχνά στην Ινδία, αφήνοντας τον Alan και τον μεγαλύτερο αδελφό του John σε μια φιλική οικογένεια αποστράτων αξιωματικών του στρατού. Πολύ νωρίς, ήδη από τα παιδικά του χρόνια, ο μικρός Alan άρχισε να δείχνει σημάδια εξαιρετικής ευφυΐας και κλίσης προς τις επιστήμες, κάτι που επιβεβαιώθηκε μερικά χρόνια αργότερα.



Πορτρέτο του Alan Turing (1951).

Το 1926, σε ηλικία μόλις 13 ετών, οι δάσκαλοι του στο σχολείο St Michael's διέκριναν τις ικανότητές του και το τάλντο του στα Μαθηματικά. Στο Sherborne School, όπου συνέχισε τις σπουδές του, η κλίση του αυτή δεν αξιολογήθηκε αμέσως, καθώς το πρόγραμμα μαθημάτων εκεί έδινε έμφαση περισσότερο στις κλασικές σπουδές. Ο

διευθυντής του σχολείου, σε μια επιστολή προς τους γονείς του, είχε επισημάνει τον κίνδυνο ο Turing να αφιερωθεί στις καθαρά τεχνικές-επιστημονικές γνώσεις και να μη λάβει την απαραίτητη γενική Παιδεία. Παρόλα αυτά, ως μαθητής συνέχισε να εκδηλώνει ενδιαφέρον για τα θέματα που τον ενδιέφεραν περισσότερο και να ασχολείται με προβλή-

ματα ανώτερων Μαθηματικών πριν ακόμη λάβει την αντίστοιχη «επίσημη» εκπαίδευση στο σχολείο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, η ενασχόλησή του σε ηλικία μόλις 16 ετών με τις εργασίες του Αϊνστάιν σχετικά με την επέκταση των νόμων του Νεύτωνα.

Ο θάνατος του στενού του φίλου Christopher Morcom τον Φεβρουάριο του 1930 ήταν η αφορμή που ώθησε τον Turing να αμφισβητήσει τη θρησκευτική του πίστη, να γίνει άθεος και να υιοθετήσει την αντίληψη πως όλα τα φαινόμενα, ακόμα και η λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου, είναι αποτέλεσμα φυσικών διεργασιών σε πραγματικό-υλικό επίπεδο, παρότι συνέχισε να πιστεύει στην επίδωξη του ανθρώπινου πνεύματος μετά τον θάνατο. Η μεαστροφή του αυτή λέγεται πως αποτέλεσε ένα σημαντικό παράγοντα στις επίμονες προσπάθειές του μέσα στα επόμενα χρόνια, σχετικά με την ενασχόλησή του με δυσεπίλυτα επιστημονικά προβλήματα και θέματα όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη ή η Θεωρία Πολυπλοκότητας.

## ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΚΑΡΙΕΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ

Μεταξύ του 1931 και του 1934 ο Turing σπούδασε ως προπτυχιακός φοιτητής στο King's College, ένα από τα πιο παλιά και φημισμένα ακαδημαϊκά ιδρύματα της Αγγλίας, όπου απέκτησε το πτυχίο του στα Μαθηματικά. Το 1935, σε ηλικία 22 ετών, εξελέγη εταίρος στο ίδιο ίδρυμα βάσει της πολύ αξιόλογης εργασίας του σχετικά με τη μαθηματική απόδειξη του κεντρικού οριακού θεωρήματος (central limit theorem), ενός από τα σημαντικότερα θέματα στη στατιστική και στη θεωρία πιθανοτήτων, αν και δεν γνώριζε πως το θεώρημα αυτό είχε ήδη αποδειχθεί αρκετά χρόνια νωρίτερα (1922) από τον Jarl Waldemar Lindeberg.

Μέσα στα επόμενα χρόνια, ο Turing άρχισε να ασχολείται με διάφορα θέματα σχετικά με τη Λογική, την Πολυπλοκότητα και την απόδειξη μερικών από τα πιο θεμελιώδη θεωρήματα των Μαθηματικών και, αργότερα, της Θεωρίας Υπολογισμού. Το 1936 δημοσίευσε την περίφημη εργασία του σχετικά με το Decision Problem, όπου αναδεικνύει τα αποτελέσματα του Kurt Gödel για τα όρια της δυνατότητας μαθηματικής απόδειξης και υπολογισιμότητας, αντικαθιστώντας ουσιαστικά τις τυπικές



«αριθμητικές» γλώσσες του Gödel με αφηρημένες υπολογιστικές συσκευές οι οποίες αργότερα καθιερώθηκαν ως «Μηχανές Turing» (Turing Machine - TM). Μέσω της υποθετικής αυτής κατασκευής, κατάφερε να μετασχηματίσει το περίφημο Decision Problem σε ισοδύναμο πρόβλημα απόφασης ως προς το αν το αντίστοιχο TM μπορεί να αποδειχθεί αν τερματίζει ή όχι.

Κατά το διάστημα από τον Σεπτέμβριο του 1936 μέχρι τον Ιούλιο του 1938 ο Turing βρέθηκε να εργάζεται στο Πανεπιστήμιο του Princeton υπό την επίβλεψη του Alonso Church. Πέρα από τη βασική έρευνα στα Μαθηματικά, άρχισε να ασχολείται με την Κρυπτογραφία και με τη σχεδίαση βασικών ψηφιακών ηλεκτρο-μηχανικών κυκλωμάτων για την υλοποίηση αριθμητικών πράξεων. Το 1938 του απονεμήθηκε το διδακτορικό του από το ίδιο Πανεπιστήμιο, ενώ στη διατριβή του εισήγαγε για πρώτη φορά την έννοια του υπερ-υπολογισμού (hyper-computation), όπου επαυξημένες μηχανές Turing (augmented TM), εφοδιασμένες με ειδικές υποθετικές κατασκευές πρόγνωσης (oracles) μπορούν πλέον να επεξεργαστούν προβλήματα που δεν είναι δυνατό να αναλυθούν από τις κλασικές μηχανές TM. Η θεωρητική του εργασία συνεχίστηκε τα επόμενα χρόνια και στο Cambridge, όπου παρακολούθησε διαλέξεις του Ludwig Wittgenstein και διαφώνησε ανοικτά μαζί του πάνω στη θέση ότι τα Μαθηματικά δεν διατυπώνουν κάποιες απόλυτες κοσμικές αλήθειες αλλά απλά τις εφευρίσκουν μέσω της κατάλληλης διατύπωσης και λογικής επεξεργασίας τους, ενώ ο ίδιος ο Turing ήταν ενθέρμος υποστηρικτής της φορμαλιστικής και «απόλυτης» φύσης των Μαθηματικών.

Την ίδια περίπου περίοδο, από τα τέλη του 1938, ο Turing είχε αρχίσει να συνεργάζεται περιστασιακά με το Κυβερνητικό Σχολείο Κωδικών και Κρυπτογράφησης (Government Code and Cipher School - GCCS), τον κύριο βρετανικό οργανισμό που ήταν υπεύθυνος για την παραδίση κρυπτογραφημάτων. Στις αρχές του Β' Παγκοσμίου Πολέμου η συνεργασία αυτή έγινε μόνιμη και ο Turing εντάχθηκε ουσιαστικά στο επίλεκτο δυναμικό του GCCS. Τον Ιούλιο του 1939, στην πρόληψη μυστική συνάντησή του Βαρσοβία, το πολωνικό γραφείο κρυπτογράφησης παρέδωσε σε Άγγλους και Γάλλους ειδικούς τις λε-

## ΜΗΧΑΝΕΣ TURING

Μεταξύ πολλών ανακαλύψεων και πρωτοποριακών μεθόδων, ο Turing είναι επίσης ο «πατέρας» της μηχανής Turing, μιας ιδεατής υπολογιστικής κατασκευής που υλοποιεί τα θέματα μιας συγκεκριμένης αλληλουχίας διαδικασιών. Η σημαντικότητα αυτής της ανακάλυψης έγκειται στο γεγονός ότι απέδειξε με μαθηματικό τρόπο τη δυνατότητα υλοποίησης οποιαδήποτε υπολογιστικής διαδικασίας μπορεί να διατυπωθεί ως αλγόριθμος, δηλαδή ως μια καλά καθορισμένη αλληλουχία θημάτων. Μια τέτοια συσκευή δεν απαιτεί ως συστατικά τίποτα παραπάνω από ένα απλό «σειριακό» μέσο αποθήκευσης δεδομένων, όπως για παράδειγμα μια ταινία κασετοφώνου, μια κεφαλή ανάγνωσης-εγγραφής για πρόσβαση στο μέσο αυτό και μια κεντρική μονάδα που επεξεργάζεται τα δεδομένα αυτά, ένα «σύμβολο» κάθε φορά, θάσει ενός συγκεκριμένου συνόλου εντολών. Με άλλα λόγια, δεν είναι τίποτα παραπάνω από έναν εξαιρετικά απλό υπολογιστή (όχι απαραίτητα ηλεκτρονικό) εφοδιασμένο με μια εξίσου στοιχειώδη συσκευή αποθήκευσης «συμβόλων». Οι έννοιες που εισήγαγε ο Turing σχετικά με τον αλγόριθμο, την υποθετική συσκευή υπολογισμού TM, καθώς και την πολυπλοκότητα που αναδεικνύεται μέσα από τη μορφή μιας διαδικασίας ανάλυσης με μαθηματικούς όρους, αποτελούν τη βάση της θεωρίας Υπολογισμού, ενός από τους βασικούς άξονες της Επιστήμης των Υπολογιστών και της Πληροφορικής σήμερα.

Η ιδιοφυΐα του Turing στον τομέα αυτό είναι αξιοσημείωτη και για έναν ακόμα λόγο. Παρότι αντίστοιχη απόδειξη για το ίδιο πρόβλημα είχε ήδη διατυπωθεί από τον Alonso Church μέσω του λεγόμενου Λογισμού Λόμβου (Lomb's Calculus), ο Turing κατάφερε όχι μόνο να διατυπώσει μια απλούστερη και πιο κατανοητή απόδειξη, αλλά να δημιουργήσει και τη «γέννηση» της αρχικής Μηχανής Turing (TM): την Παγκόσμια Μηχανή Turing (Universal Turing Machine - UTM). Πρακτικά, μια τέτοια υποθετική συσκευή αποτελείται από τα ίδια συστατικά με μια απλή μηχανή Turing. Η διαφορά έγκειται στο ότι η UTM μπορεί να

προσομοιώνει, δηλαδή να παράγει εικονικά, οποιαδήποτε άλλη απλή μηχανή Turing. Και εφόσον οποιαδήποτε υπολογιστική διαδικασία μπορεί εν γένει να απεικονιστεί αλγοριθμικά σε κάποια απλή TM, ουσιαστικά η παγκόσμια μηχανή Turing είναι θεαματικό δυνατό να απεικονίσει ως λειτουργία οποιοδήποτε αλγόριθμο.

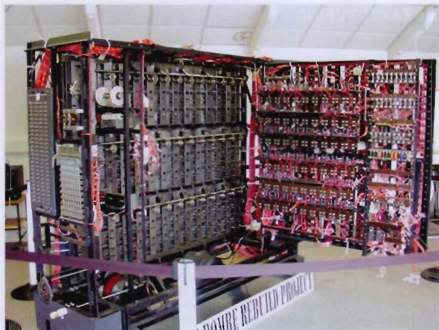
Την αξία της ανακάλυψης αυτής αναγνώρισε και ο Von Neumann, ο «πατέρας» των σημερινών ηλεκτρονικών υπολογιστών, καθώς τα συστατικά τους μέρη και η βασική αρχιτεκτονική τους (μονάδα επεξεργασίας, κεντρική μνήμη, μονάδες αποθήκευσης, διαύλος επικοινωνίας-δισκοσύνδεσης), αν και σημαντικά πολυπλοκότερα, μοιάζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό λειτουργικά με την ιδέα μιας μηχανής Turing. Δεν είναι τυχαίο το ότι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές είναι ουσιαστικά προγραμματιζόμενες συσκευές γενικής προσομοίωσης αλγορίθμων, δηλαδή υπολογιστικές απεικονίσεις οποιασδήποτε διαδικασίας μπορεί να κωδικοποιηθεί σε ένα οργανωμένο σύνολο δεδομένων και εντολών για την επεξεργασία τους - όπως ακριβώς είχε προβλέψει ο Turing για την UTM. Το έσοκο πρόβλημα, φυσικά, το οποίο παραμένει και σήμερα, δεν είναι η υλοποίηση του εκδόστη αλγορίθμου σε μια υποθετική (UTM) ή σε μια πραγματική (HY) συσκευή υπολογισμού, αλλά γενικά η δυνατότητα ουσιαστικής σχεδίασης και διατύπωσης του, δηλαδή τα όρια της ανθρώπινης σκέψης ως προς την ανάπτυξη και διατύπωση οποιοδήποτε προβλήματος με ανάλογο τρόπο.



**Σχηματική αναπαράσταση της μηχανής Turing.** Η κύρια μονάδα αποτελείται από μια συσκευή εκτέλεσης εντολών, μια πολύ απλή συσκευή σειριακής αποθήκευσης συμβόλων και μια κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής.

πιομέρειες κατασκευής των πρώτων εκδόσεων της μηχανής Enigma των Γερμανών. Σχεδόν αμέσως, ο Turing μαζί με τον Dilly Knox, στενό συνεργάτη και ειδικό κρυπταναλυτή του GCCS, άρχισαν να επεξεργάζονται πιο αποτελεσματι-

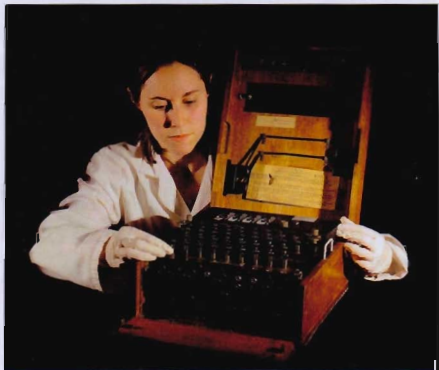
κάς και αξιόπιστες μεθόδους παραβίασης της συσκευής, ειδικά στις παραλλαγές διαμόρφωσης της συσκευής που οι Γερμανοί πιθανότατα θα υιοθετούσαν σύντομα, όπως και έγινε τον Μάιο του 1940. Χάρη στην εργασία του Turing



Πλήρες λειτουργικό αντίγραφο της συσκευής Turing-Weichman bombs στο Εθνικό Κέντρο Κωδικών (National Codes Centre) στο Bletchley Park. Μέχρι το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, πάνω από 200 παρόμοιες μηχανές λειτουργούσαν ολόκληρο το 24ωρο, τροφοδοτώντας με έως και 84.000 αποκρυπτογραφημένα μηνύματα Enigma κάθε μήνα τις συμμαχικές δυνάμεις.

και του Κνοκ, η αποκάλυψη του νέου τρόπου λειτουργίας της αρχικής, αλλά και των επόμενων εκδόσεων της μηχανής

Enigma, έγινε ευκολότερη και ανεκτίμητη όπως φώνηκε αργότερα κατά τη διάρκεια του πολέμου.



Πρωτότυπο ενός από τις πρώτες εκδόσεις της μηχανής Enigma, που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου από τους Γερμανούς για την κρυπτογράφηση στρατιωτικών τηλεγραφικών μηνυμάτων.

## ΤΟ BLETCHLEY PARK, Η ΜΗΧΑΝΗ ENIGMA ΚΑΙ Η «BOMBA» ΤΟΥ TURING

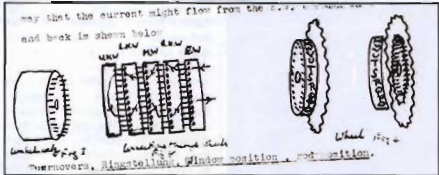
Στις 4 Σεπτεμβρίου του 1939, μία ημέρα μετά την επίσημη κήρυξη του πολέμου της Αγγλίας εναντίον της Γερμανίας, ο Turing παρουσιάστηκε στο Bletchley Park, τον κύριο σταθμό του GCHQ κατά τη διάρκεια του πολέμου. Αν και για πολλά χρόνια οι λεπτομέρειες σχετικά με τις δραστηριότητες και την εργασία των κρυπταναλυτών εκεί διατηρήθηκαν μυστικές, σήμερα γνωρίζουμε πως ο Turing ήταν ο βασικός υπεύθυνος για τουλάχιστον πέντε πρωτοποριακές ανακαλύψεις της υπηρεσίας, οι οποίες συνέβαλαν καθοριστικά στην έκβαση του πολέμου. Μεταξύ αυτών, και η πλήρης ανάλυση του σχεδίου και του τρόπου λειτουργίας μιας συσκευής αποκρυπτογράφησης με το όνομα «bombe» ή «Victory», όπως την είχε ονομάσει ο ίδιος, η οποία κατασκεύαστηκε αποκλειστικά για το απόσπασμα κρυπτογραφημένων μηνυμάτων από μηχανές Enigma.

Βασισμένη στην αντίστοιχη πρώιμη έκδοση της πολωνικής «bomba kryptologiczna» και μετά από κάποιες βελτιώσεις από τον μαθηματικό Gordon Welchman, η συσκευή έγινε γνωστή ως «Turing-Weichman bombe». Οι μηχανές Enigma περιελάμβαναν τρία κύρια μέρη διαμόρφωσης ή «κλειδιά» κρυπτογράφησης: τη διάταξη των στροφώνων, τη διαμόρφωση των στροφώνων και τη διαμόρφωση συνδέσεων στον κεντρικό πίνακα. Συνολικά οι πιθανοί συνδυασμοί είναι της τάξης του  $10^{19}$  για τις απλές μηχανές έως  $10^{22}$  για τις μηχανές Enigma των γερμανικών υποβρυχίων U-boat. Η συσκευή bombe χρησιμοποιούσε τμήματα πολλαπλών κρυπτογραφημένων μηνυμάτων και δοκίμαζε με αυτόματο τρόπο πιθανούς συνδυασμούς, αξιοποιώντας παράλληλα συγκεκριμένες στατιστικές παρατηρήσεις σχετικά με το μήνυμα ώστε η αναζήτηση να πραγματοποιείται στοχευμένα και όχι εντελώς τυχαία. Η πρώτη συσκευή bombe τέθηκε σε λειτουργία στο Bletchley Park στις 18 Μαρτίου του 1940 ενώ μέχρι το τέλος του πολέμου βρίσκονταν σε λειτουργία πάνω από 200 τέτοιες συσκευές. Ήδη από τις αρχές του 1943, χάρι στις σχεδόν πλήρως αυτοματοποιημένες συσκευές bombe, το Bletchley Park είχε μετατραπεί σε «εργοστάσιο» παραγωγής αποκρυπτογραφημένων μηνυμάτων των Γερμανών, τροφοδοτώντας με 84.000 τέ-

τοια μηνύματα κάθε μήνα τις συμμαχικές δυνάμεις!

Ειδικά για τις μηχανές Enigma που χρησιμοποιούντο από τα γερμανικά υποβρύχια U-boat στον Ατλαντικό, τα οποία ο Winston Churchill είχε χαρακτηρίσει ως την πιο σοβαρή απειλή μέχρι τη μέση του πολέμου, ο Turing, ως επικεφαλής του Hut 8 (τομέας κρυπτανολογίας) στο Bletchley Park, ήταν αυτός που ουσιαστικά κατάφερε να αποκωδικοποιήσει τη σχεδίαση της μηχανής και να ανακαλύψει τρόπους αποκρυπτογράφησης των μηνυμάτων, σε μια εποχή που δεν υπήρχαν ακόμη ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Τον Δεκέμβριο του 1939 καθόρθωσε να αποκωδικοποιήσει ένα εξαιρετικά σημαντικό συστατικό του γερμανικού ναυτικού συστήματος (naval indicator), το οποίο ήταν πολύ πιο πολύπλοκο από τα αντίστοιχα που χρησιμοποιούσαν οι Γερμανοί μέχρι τότε σε άλλες στρατιωτικές υπηρεσίες. Για να το πετύχει αυτό, ο Turing εφάρμοσε μια πρωτοποριακή τεχνική κρυπτανάλυσης που ονόμασε «Banburismus». Επρόκειτο για μια τεχνική διάδοχη στατιστικής ανάλυσης που αργότερα ο Abraham Wald ονόμασε σεριακή ανάλυση (sequential analysis). Ο ίδιος ο Turing δήλωσε ότι δεν ήταν βέβαιος για την αποτελεσματικότητά της μεθόδου, και για τον λόγο αυτό όρισε ένα μέτρο εμπιστοσύνης με το όνομα «Ban» για κάθε υπόθεση, δηλαδή για κάθε πιθανή διαμόρφωση (κλειδί). Έτσι, ελέγχοντας τη θαρύτητα του Ban, πολλές διαμορφώσεις της μηχανής Enigma μπορούσαν να απορριφθούν αρκετά νωρίς, επίζοντας την ανάλυση σε πιο στοχευμένες αναζητήσεις και μειώνοντας δραματικά τον απαραίτητο χρόνο για την πλήρη αποκρυπτογράφηση ενός μηνύματος. Με τις θέσεις των γερμανικών υποβρυχίων γνωστές και τις συμμαχικές νηοπομπές σε ασφαλείς διαδρομές, η εξέλιξη αυτή ήταν ίσως από τις πιο σημαντικές ως προς την αδρανοποίηση του γερμανικού πολεμικού ναυτικού, την ασφαλή τροφοδοσία των συμμάχων στην Ευρώπη από τις ΗΠΑ και ουσιαστικά την επιτυχή έκβαση του πολέμου.

Ενα ακόμη δέγμα της σπουδαιότητας της εργασίας του Turing στο Bletchley Park κατά τη διάρκεια του Β' ΠΠ είναι και το γεγονός ότι πολλές από τις θεωρητικές εργασίες του αποτέλεσαν πραγματικές επανόσταση στην τομέα της στατιστικής κρυπτανάλυσης. Δύο από αυτές μάλιστα θεωρήθηκαν τόσο σημαντικές για το GCHQ και αργότερα για το GCHO (6-



Δείγμα από τις σημειώσεις και τα σχέδια του ίδιου του Turing, όπου αναλύεται ο τρόπος διασύνδεσης και λειτουργίας των τροφών της μηχανής Enigma.

πως μετονομάστηκε το GCHQ), ώστε να αποχαρακτηριστούν και να δημοσιευτούν από τα Βρετανικά Εθνικά Αρχεία μόλις τον Απρίλιο του 2012! Αναλυτής μαθηματικός του GCHO δήλωσε πως και μόνο το γεγονός ότι οι εργασίες αυτές του Turing παρέμειναν απόρρητες για 70 χρόνια, αποτελεί ένδειξη της πρωτοπορίας και ποιότητάς τους.

## ΟΙ ΠΡΩΤΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΤΕΣΤ TURING

Τον Ιούλιο του 1942, ο Turing επινόησε μια τεχνική που αποκάλυψε «Turing-ery» ή (αστειευόμενος) «Turingismus», η οποία εφευρέθηκε για την αποκρυπτογράφηση μηνυμάτων τύπου Lorenz που παρήγαγε η νέα γερμανική μηχανή «Geheimschreiber» (μετάφραση: «ο μ-

στικός συγγραφέας»). Η νέα αυτή συσκευή των Γερμανών είχε το κωδικό όνομα «Tunny» στο Bletchley Park και περιελάμβανε κρυπτογράφηση στροφής για τηλετύπο. Η ομάδα που ασχολήθηκε με το Tunny συνεργάστηκε με τον Tommy Flowers και τον Max Newman, οι οποίοι κατασκεύασαν τον «Colossus», τον πρώτο πλήρως προγραμματιζόμενο ψηφιακό υπολογιστή. Ο ίδιος ο Turing δεν ήταν βασικός συντελεστής στη σχεδίαση του Colossus, όπως συχνά αναφέρεται λανθασμένα, όμως η εργασία του σχετικά με το Turingery και η στατιστική μεθοδολογία Banburismus, που πρώτος εισήγαγε, αποτέλεσαν αναμφίβολα πηγή έμπνευσης για τη σχεδίαση του Colossus, ο οποίος επίσης χρησιμοποιήθηκε για την ταχύτατη στατιστική κρυπτανάλυση διαφόρων



● Το κτίριο του King's College στο Cambridge, όπου η αίθουσα των υπολογιστών έχει πάρει το όνομά της από τον Alan Turing, ο οποίος φοίτησε στο διάσημο αυτό εκπαιδευτικό ίδρυμα.





Πρώτοτυπο της ηλεκτρο-μηχανικής συσκευής απόχρησης που σχεδιάστηκε από τον Turing για τα συμμαχικά βομβαρδιστικά αεροπλάνα κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου.

γερμανικών συστημάτων κατά τη διάρκεια του πολέμου. Επίσης ο Turing ήλθε σε επαφή με τις αντίστοιχες ομάδες κρυπταναλυτών στις ΗΠΑ και συνεργάστηκε με εταιρίες όπως τα Εργαστήρια Bell για την κατασκευή ηλεκτρονικών συσκευών κρυπτογράφησης φωνής για τις ραδιοφωνικές επικοινωνίες των συμμαχών. Οι πιο γνωστές ήταν οι συσκευές «Dellah» και «SIGSALY», εκ των οποίων η πρώτη ουδέποτε χρησιμοποιήθηκε επιχειρησιακά και η δεύτερη μόλις στα τελευταία χρόνια του πολέμου.

Η κύρια συνεισφορά του Turing στη σχεδίαση και την υλοποίηση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, όπως τους γνωρίζουμε σήμερα, ξεκινά ουσιαστικά το 1945-1947, όταν μετακόμισε στο Richmond του Λονδίνου μετά τον Β' ΠΠ. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου εργάστηκε πάνω στη σχεδίαση της αυθεντικής υπολογιστικής μηχανής ACE



Η μπλε μεταλλική πλάκα στο σπίτι όπου γεννήθηκε ο Alan Turing.

(Automatic Computing Engine) στο National Physical Laboratory (NPL). Τον Φεβρουάριο του 1946 παρουσίασε την πρώτη εργασία του με την ολοκληρωμένη σχεδίαση ενός προγραμματιζόμενου υπολογιστή, παρότι η αντίστοιχη εργασία του Von Neumann είχε προηγηθεί, περιγράφοντας μια πολύ πιο γενική σχεδίαση και κάποιες αντίστοιχες βασικές αρχές. Το σχέδιο του ACE θεωρήθηκε απόλυτα υλοποιήσιμο, παρόλα αυτά, λόγω της προηγούμενης σχέσης του Turing στο Bletchley Park και της μυστικότητας της εργασίας του εκεί, η κατασκευή καθυστέρησε πάρα πολύ και τελικά εγκαταλείφθηκε. Ο Turing επέστρεψε στο Cambridge, όπου συνέχισε να εξελίσσει το σχέδιο και τις ιδέες του και τελικά, τον Μάιο του 1950, η πρώτη δοκιμαστική μηχανή με το όνομα «Pilot ACE» κατασκευάστηκε με επιτυχία. Αν και το αρχικό πλήρες σχέδιο το ACE δεν υλοποιήθηκε ποτέ, εντούτοις πολλές αντίστοιχες υπολογιστικές συσκευές βασίστηκαν σε αυτό, όπως για παράδειγμα η αγγλική «Electric DEUCE» και η αμερικανική «Bendix G-15».

Το 1948 ο Turing βρέθηκε στο τμήμα Μαθηματικών του Πανεπιστημίου του Manchester και ένα χρόνο αργότερα διορίστηκε υποδιευθυντής του Computing Laboratory, όπου είχε την ευκαιρία να εργαστεί με τις πρώτες μορφές λογισμικού, με κώδικα αποθηκευμένο στην κεντρική μνήμη του υπολογιστή, σε μηχανήματα όπως ο ιστορικός υπολογιστής Manchester Mark 1. Παράλληλα, συνέχισε τις θεωρητικές του εργασίες στα Μαθηματικά και στη Θεωρία Υπολογισμού και το 1950 δημοσίωσε μια από τις πρώτες διατριβές σχετικά με το θέμα της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence - AI), προτείνοντας για πρώτη φορά το περίφημο «Τέστ Turing» (Turing Test - TT), ένα υποθετικό πείραμα βάσει του οποίου θα ήταν δυνατό να αποφασιστεί αν μια μηχανή είναι «ευφυής» ή όχι.

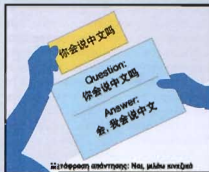
Επίσης, στην ίδια εργασία πρότεινε για πρώτη φορά την ιδέα πως, αντί να προσπαθήσουμε να προσομοιώσουμε σε έναν υπολογιστή τη λειτουργία ενός ενήλικου εγκεφάλου, θα ήταν απλούστερο και αποδοτικότερο να προσομοιώσουμε τη λειτουργία του εγκεφάλου ενός μικρού παιδιού και να τον θέσουμε σε μια διαδικασία σταδιακής εκπαίδευσης. Η ιδέα αυτή αποτελεί σήμερα τη βάση ενός ειδικού κλάδου της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning) και

Μια από τις πιο ευφάνταστες ιδέες του Turing στον τομέα της Υπολογιστικής Νοημοσύνης (Computational Intelligence) είναι το «πείραμα Turing» ή αλλιώς «Τέστ Turing». Πρόκειται για ένα υποθετικό πείραμα για τον έλεγχο του βαθμού «ευφυΐας» μιας μηχανής, σε σχέση με την ανθρώπινη (φυσική) ευφυΐα. Σκοπός του ιδεατού αυτού κατασκευάσματος δεν είναι τόσο η σχεδίαση ενός πραγματικού συστήματος ελέγχου και βαθμολόγησης της ευφυΐας, αλλά περισσότερο η καθορισμός των επιθυμητών κριτηρίων βάσει των οποίων η συμπεριφορά μιας μηχανής μπορεί να θεωρηθεί συγκρίσιμη ως προς το επίπεδο της παρατηρούμενης νοημοσύνης με τη συμπεριφορά ενός μέσου ανθρώπου.

Με την πάροδο των ετών έχουν διατυπωθεί πολλές παραλλαγές του αρχικού «πείραματος» του Turing, όμως τα βασικά χαρακτηριστικά είναι πάντα παρόμοια. Η ιδεατή πειραματική διάταξη αποτελείται από έναν άνθρωπο-αντικείμενο μελέτης, μια μηχανή-αντικείμενο μελέτης και έναν ακόμα άνθρωπο-κριτή, ο οποίος συνομιλεί και με τα δύο, χωρίς όμως να γνωρίζει με κανένα τρόπο με ποιο ακριβώς συνομιλεί κάθε φορά. Η συνομιλία θεωρείται ότι πραγματοποιείται σε φυσική γλώσσα και στις δύο περιπτώσεις και ο στόχος δεν είναι ο έλεγχος της ορθότητας των απαντήσεων αλλά της «φυσικότητας» του διαλόγου. Αν μετά από ερωτηρήσεις ο άνθρωπος-κριτής δεν μπορεί να διακρίνει πότε συνομιλεί με τον άνθρωπο και πότε με τη μηχανή, τότε η μηχανή αυτή θεωρείται «ευφυής» και μάλιστα σε επίπεδο συγκρίσιμο με αυτό του ανθρώπου-αντικείμενου. Για την αποφυγή οποιασδήποτε άλλης επαφής ή πληροφορίας που ίσως αποκαλύψει στον άνθρωπο-κριτή τον πραγματικό συνομιλητή, η επικοινωνία τυπικά περιορίζεται σε απλά γραπτά μηνύματα που ανταλλάσσονται μέσω θερματικών σε εντελώς ξεχωριστά δωμάτια.

Το παραπάνω τεστ διατυπώθηκε από τον Turing το 1950 στην εξαιρετικά σημαντική εργασία του «Υπολογιστικές μηχανές και νοημοσύνη» («Computing machinery and intelligence», Mind, 1950), η οποία αναφέρει χαρακτηριστικά ότι, εφόσον η έννοια της «σκέψης» είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί επακριβώς, προτιμά να την αντικαταστήσει με την

## ΤΟ «ΚΙΝΕΖΙΚΟ ΔΩΜΑΤΙΟ», ΤΟ ΤΕΣΤ TURING ΚΑΙ Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΕΥΦΥΪΑ



**Παράδειγμα του προβλήματος του «κινεζικού δωματίου» στο τεστ Turing: (α) Ένα μήνυμα αποστέλλεται σε κάποιον απομονωμένο συνομιλήτη που δεν γνωρίζει Κινεζικά. (β) Χρησιμοποιώντας ένα εγχειρίδιο οδηγιών με λίστα πιθανών ερωτήσεων-απαντήσεων, εντοπίζει το απόσπασμα ελέγχοντας τα σύμβολα και επιλέγει την απάντηση που το συνοδεύει. (γ) Αποστέλλει την απάντηση και ο εξωτερικός συνομιλήτης πιστεύει ότι μέσα στο δωμάτιο θρίσκει κάποιος που πράγματι «συνομιλεί» μαζί του.**

έννοια της παρατηρούμενης συμπεριφοράς σε ένα παιχνίδι μίμησης της ανθρώπινης συλλογιστικής. Ο Turing πίστευε ότι αυτή η δεύτερη διατύπωση του προβλήματος μπορούσε να μελετηθεί και να επιλυθεί ως προς τον καθορισμό των απαραίτητων παραμέτρων χαρακτηρισμού της παρατηρούμενης συμπεριφοράς ως «ευφυούς» ή όχι.

Οι δύο σημαντικότερες παράμετροι-περιορισμοί στο πείραμα είναι: (α) η πλήρης απομόνωση των συνομιλητών μεταξύ τους και η επικοινωνία μόνο μέσω γραπτών μηνυμάτων, και (β) το γεγονός ότι δεν ελέγχεται η ορθότητα των απαντήσεων παρά μόνο η «φαισικότητά» τους ως πραγματικά ανθρώπινες. Μια από τις συνθηκότερες κριτικές για τη συγκεκριμένη διαμόρφωση του τεστ είναι ότι, υπό αυτές τις συνθήκες, μια μηχανή με αρκούντως καλή ικανότητα μίμησης και παροχής έτοιμων απαντήσεων, χωρίς απαραίτητα να κατανοεί το περιεχόμενό τους, μπορεί εύκολα να περάσει με επιτυχία τη δοκιμασία. Πρακτικά, αυτό ισοδυναμεί με μια συσκευή που δεν γνωρίζει για παράδειγμα την κινεζική γλώσσα, αλλά έχει στη διάθεσή της πλήθος έτοιμες απαντήσεις γραμμένες στα κινεζικά και τις οποίες αποστέλλει τυχαία ως απαντήσεις σε κάθε ερώτηση που λαμβάνει. Αν οι απαντήσεις είναι αρκούντως «φαισικές», δηλαδή διατυπωμένες από άνθρωπο, τότε εφόσον δεν ελέγχεται η ορθότητα τους από τον άνθρωπο-κριτή, σίγουρα εμπορούν για την επιτυχία της μηχανής στο συγκεκριμένο τεστ. Από αυτό ακριβώς το παράδειγμα προέρχεται η έκφραση «κινεζικό δωμάτιο» («Chinese Room»), ως παράδειγμα-απόδειξη της μη εγκυρότητας του τεστ Turing.

Ενα ακόμη παράδειγμα της πιθανής μη εγκυρότητας του τεστ Turing για τον έλεγχο του κατά πόσον μια συμπεριφορά μπορεί να χαρακτηριστεί ως «ευφυής» ή όχι, αποτελεί το ζήτημα του περιεχομένου της επικοινωνίας που λαμβάνει χώρα. Γενικά, όσο πιο περιορισμένα και εξειδικευμένα είναι τα επιτρεπτά θέματα συζήτησης, τόσο πιο «τεχνικές» και τυποποιημένες μπορούν να είναι οι αντίστοιχες ερωτήσεις και απαντήσεις, διευκολύνοντας έτσι την πρόκληση για τη μηχανή. Για παράδειγμα, ένα Εμπειρο Σύστημα (Expert System) εφοδιασμένο με την πλήρη νομοθεσία και νομιολογία για ένα θέμα, μπορεί να απαντήσει με αποτελεσματικό τρόπο σε οποιαδήποτε σχετική ερώ-

τηση, με σαφήνεια και ακρίβεια διατύπωσης, όπως ακριβώς αναμένεται από έναν άνθρωπο-ειδικό. Περισσότερο ενδιαφέρουσα είναι η διαπίστωση ότι ισχύει και το αντίστροφο, δηλαδή αν ένας άνθρωπος μη ειδικός στο ίδιο αντικείμενο κληθεί να απαντήσει στις ίδιες ακριβώς ερωτήσεις, είναι πιθανό οι απαντήσεις του να αποκαλύψουν χαμηλή «νοημοσύνη» σε ό,τι αφορά το αντικείμενο αυτό και συνεπώς να θεωρηθεί εσφαλμένα «μηχανή». Γενικά, το παραπάνω πρόβλημα σχετίζεται με την εγγενή αδυναμία καθορισμού της έννοιας «ευφυΐα» ακόμα και για τον ίδιο τον άνθρωπο, με συνέπεια την αδυναμία να προσδιοριστεί κατάλληλα το αντίστοιχο κριτήριο απόφασης στο πείραμα Turing.

Παρά τις κριτικές και τις αμφισβητήσεις, η σημαντικότητα του έργου του Turing στο συγκεκριμένο ζήτημα δεν έγκειται τόσο στο ίδιο το πείραμα αλλά κυρίως στο ότι, αντί να προσπαθήσει να δώσει σαφή ορισμό στα πολύ δύσκολα θεμελιώδη ερωτήματα όπως «τι είναι νοημοσύνη;» ή «μπορούν οι μηχανές να σκεφθούν;», προτιμά να διατυπώσει για πρώτη φορά το αντίστοιχο ερώτημα της παρατηρησιμότητας, δηλαδή «μπορούν οι μηχανές να συμπεριφερθούν με τρόπο ισοδύναμο με τον δικό μας (ευφυή);». Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο Turing, η νέα αυτή διατύπωση χαράσσει ένα σαφέστερο όριο μεταξύ των φυσικών (πρακτικών) και των νοητικών (εσωτερικών) εκφάνσεων της ανθρώπινης νοημοσύνης. Με βάση αυτό το κριτήριο, μια μηχανή δεν απαιτείται να «σκέπτεται» έξυπνα αλλά απλά να συμπεριφέρεται ως τέτοια, θέση η οποία έχει αποτελέσει το κέντρο ατέρμονης αντιπαράθεσης ως προς την πραγματική διάσταση του όρου «Τεχνητή Νοημοσύνη» (εφόσον είναι «τεχνητή», το παραπάνω ίσως πρέπει να θεωρείται εξ' ορισμού αποδεκτό, αλλά όχι κατ' αποκλειστικότητα).

Σήμερα το τεστ Turing εξακολουθεί να αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διερεύνησης και προβληματισμού όσον αφορά τη μελέτη της νοημοσύνης γενικότερα, όχι μόνο στην Πληροφορική αλλά και σε άλλες επιστήμες. Αν και δεν προσφέρει συγκεκριμένες και αξιωματικές λύσεις, εντούτοις θέτει τον προβληματισμό στη σωστή του βάση, δηλαδή στην ανάγκη κατ' αρχήν να προσδιοριστεί, με επιστημονικά αποδεκτό και μετρήσιμο τρόπο, το τι σημαίνει «ευφυΐα» και ποια είναι τα χαρακτηριστικά (γενδογενή και εξωγενή) που την καθορίζουν, όχι μόνο στον άνθρωπο αλλά και σε κάθε ζωντανό οργανισμό.





Ο Turing μαζί με δύο συνεργάτες του εργάζονται σε έναν υπολογιστή Ferranti Mark I τον Ιανουάριο του 1951. Ο υπολογιστής Mark I, γνωστός και ως Manchester Mark I, κατασκευάστηκε ως εξέλιξη του παλαιότερου Colossus του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και αποτέλεσε τον πρώτο ηλεκτρονικό υπολογιστή με λογισμικό «αποθηκευμένου προγράμματος».

συγκεκριμένα της Στατιστικής Μάθησης (Statistical Learning) και της Αναγνώρισης Προτύπων (Pattern Recognition), όπου ένα πρόγραμμα δεν μοντελοποιεί τον ανθρώπινο τρόπο σκέψης ενός ειδικού, για παράδειγμα ενός γιατρού, αλλά μαθαίνει από παραδείγματα και διορθώνει αυτόματα τα σφάλματα στα οποία υποπίπτει, μέχρις ότου καταλήξει σε μια ισοδύναμη, εξίσου αποδοτική αλλά όχι ταυτόσημη (ως προς τη συλλογιστική διαδικασία) συμπεριφορά με τον άνθρωπο-ειδικό.

Το 1948, μαζί με έναν πρώην συμφοιτητή του, τον D. G. Champernowne, ο Turing άρχισε να αναπτύσσει ένα πρό-

γραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή για σκάκι, πριν ακόμη υπάρξει ένας τέτοιος αντίστοιχος υπολογιστής. Έτσι, το 1952 ο ίδιος προσομοίωσε τη λειτουργία ενός τέτοιου υπολογιστή και εκτέλεσε το πρόγραμμά του σε μια παρτίδα σκάκι, όπου κάθε κίνηση απαιτούσε σχεδόν μισή ώρα πράξεων και υπολογισμών. Η παρτίδα καταγράφηκε, όμως το ίδιο το πρόγραμμα του Turing χάθηκε, αν και λέγεται πως κέρδισε την αντίπαλο που δεν ήταν άλλη από τη σύζυγο του Champernowne.

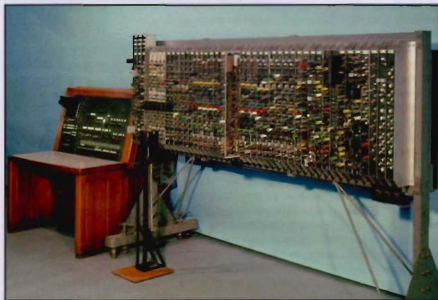
Τα τελευταία χρόνια της ζωής του ο Turing εργάστηκε πάνω σε θέματα Μαθηματικής Βιολογίας, ειδικότερα στη διαδικασία της Μορφογένεσης. Ο κλάδος αυτός της Βιολογίας ασχολείται με τις μαθηματικές δομές και την εκτενική οργάνωση των βιολογικών δομών, όπως για παράδειγμα η εμφάνιση γεωμετρικών «αριθμών» (δομικών στοιχείων) της σειράς Fibonacci κατά την ανάπτυξη των φύλλων σε φυτά. Η προσφορά του στον συγκεκριμένο τομέα αναγνωρίστηκε μόλις το 1992, όταν δημοσιεύτηκαν άγνωστες μέχρι τότε εργασίες του σχετικά με τη χημική διεργασία της μορφογένεσης, καθώς επίσης και της αντίστοιχης μαθηματικής ανάλυσης που παρουσιάζει αρκετά κοινά σημεία με αυτό που πολύ αργότερα έγινε ευρέως γνωστό ως μορφοκλασματική ανάλυση (fractal analysis) και χαοτικά συστήματα (chaotic systems).

## Η ΚΑΤΑΔΙΚΗ ΓΙΑ «ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΑΙΔΟΥΣ» ΚΑΙ Ο ΘΑΝΑΤΟΣ ΤΟΥ TURING

Τον Ιανουάριο του 1952, ο Turing συνάντησε τον 19χρονο τότε άνεργο Arnold Murray στο Manchester και η γνωριμία κατέληξε στο να τον προσκαλέσει να μείνει το Σαββατοκύριακο στο σπίτι του. Ο Murray δεν εμφανίστηκε ποτέ στο σπίτι, όμως οι δύο άνδρες συναντήθηκαν και πάλι αρκετές φορές μέσα στις επόμενες εβδομάδες. Μετά από μια επιτυχημένη προσπάθεια διάρρηξης στο σπίτι του Turing, στην οποία ο Murray φέρεται να ήταν συνέννοχος, η καταγγελία στην αστυνομία και η ανάκριση που ακολούθησε οδήγησε στην παραδοχή από τον Turing ότι είχε συνάψει ερωτική σχέση με τον Murray. Εκείνη την εποχή στην Αγγλία, οι ομοφυλοφιλικές σχέσεις ήταν παράνομες, με αποτέλεσμα και οι δύο να κατηγορηθούν για παραβίαση του νόμου περί «δημοσίας αιδούς». Στον Turing δόθηκε η επιλογή μεταξύ της φυλάκισης ή της αναστολής της ποινής και της υποχρεωτικής ομονοθηραπείας. Αποδέθηκε τη δεύτερη επιλογή και την ιατρική παρακολούθηση για ένα έτος, όμως οι παρενέργειες οδήγησαν τον οργανισμό του σε κατάρρευση.

Μετά την καταδίκη, αφαιρέθηκε από τον Turing η άδεια πρόσβασης και ενσκόλησης με άκρας άφηρητο υλικό του Κυβερνητικού Αρχηγείου Επικοινωνιών (Government Communications Headquarters - GCHQ, μετεξέλιξη του GCS), εξοβελίζοντάς τον από την κλειστή κοινότητα των κρυπταναλυτών της υπηρεσίας. Την ίδια περίοδο υπήρχε ιδιαίτερη ένταση και ανησυχία σχετικά με την παγίδευση ανώτερων κυβερνητικών αξιωματούχων, που διατηρούσαν ομοφυλοφιλικές σχέσεις, από πράκτορες της Σοβιετικής Ένωσης, καθώς πρόσφατα είχε αποκαλυφθεί η ταυτότητα δύο διπλών πρακτόρων που δρούσαν για την KGB. Ο Turing δεν κατηγορήθηκε ποτέ για κατασκοπεία, όμως του απαγορεύτηκε να δημοσιοποιήσει οτιδήποτε είχε σχέση με την εργασία του ως κρυπταναλυτής στο Bleichley Park κατά τα προηγούμενα χρόνια.

Στις 8 Ιουνίου του 1954 ο Turing θρészκε νεκρός στο σπίτι του, λίγες ημέρες πριν συμπληρώσει τα 42 του χρό-



Πρωτότυπο της υπολογιστικής συσκευής Pilot ACE, η οποία κατασκευάστηκε το 1950 βάσει του αρχικού σχεδίου του Turing για το πλήρες λειτουργικό μοντέλο του υπολογιστή ACE.

νια. Ο ιατροδικαστής αποφάνθηκε πως επρόκειτο για δηλητηρίαση από κυάνιο, ενώ δίπλα του βρέθηκε ένα μισοφαγωμένο μήλο, το οποίο δεν ελέγχθηκε ποτέ για ίχνη του δηλητηρίου. Επισήμως ο θάνατός του αποδόθηκε σε αυτοκτονία, γεγονός που στηρίχθηκε κυρίως στον χαρακτήρα του και στις δυσκολίες που περνούσε τα τελευταία χρόνια λόγω των αποκαλύψεων για τις ομοφυλοφιλικές του σχέσεις, παρότι από τα ευρήματα φαίνεται πως δεν έπαυσε από κατάθλιψη και δεν έδειχνε δείγματα απογοήτευσης ή παραίτησης από την επιστημονική εργασία του - το αντίθετο μάλιστα. Η μητέρα του απέδωσε τον θάνατό του σε ατύχημα, καθώς γνώριζε πως συχνά ήταν απρόσεκτος με εργαστηριακές χημικές ουσίες που χρησιμοποιούσε σε πειράματά του, όμως ο βιογράφος του Andrew Hodges θεωρεί ότι ίσως αυτό το «ατύχημα» να ήταν προσχεδιασμένο από τον ίδιο τον Turing, έτσι ώστε να προσφέρει ένα πιστευτό άλλοθι στη μητέρα του για την απόρριψη της αυτοκτονίας.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η προσφορά του Turing στην επιστήμη είναι τόσο σημαντική όσο ελάχιστων άλλων προσωπικότητων. Από πολλούς αποκαλείται ο Αϊνστάιν της Επιστήμης των Υπολογιστών και της Πληροφορικής, καθώς στις ιδέες του βασίστηκαν πλήθος θεωριών, μεθόδων και ανακαλύψεων που ακόμα και σήμερα αποτελούν θεμέλιο λίθο σε πολλούς επιστημονικούς τομείς και σε αμέτρητες εφαρμογές. Από το 1966, η Αμερικανική Ένωση Association for Computing Machinery (ACM), ένας από τους πιο σημαντικούς και ιστορικούς επιστημονικούς οργανισμούς παγκοσμίως, απονέμει κάθε χρόνο το Βραβείο Alan Turing σε επιστήμονες της Πληροφορικής για την προσφορά τους. Το Βραβείο αυτό θεωρείται η ανώτερη διάκριση που μπορεί να λάβει κάποιος στον συγκεκριμένο τομέα και αποτελεί το ισοδύναμο του βραβείου Νόμπελ στην Πληροφορική. Το 2007, ένα Έλληνας, ο Ιωσήφ Σηφάκης, που εργάζεται στο Εθνικό Κέντρο Επιστημονικών Ερευνών της Γαλλίας (CNRS), μαζί με τους Edmund M. Clark και E. Allen Emerson, έλαβε το βραβείο Turing για την ερευνητική συνεισφορά του στη διατύπωση θεωρητικών μοντέλων επικύρωσης πληροφοριακών συστημά-



Αγαλμα του Alan Turing στο Stackville Park, στο Manchester της Αγγλίας.

των (model checking). Στους βραβευμένους με Βραβείο Turing επιστήμονες περιλαμβάνονται όλοι σχεδόν οι θεμελιωτές της σημερινής Επιστήμης Υπολογιστών και της Πληροφορικής, όπως ο Richard Hamming (επεξεργασία σημάτων), ο Edsger W. Dijkstra (αλγόριθμοι, θεωρία γραφών), ο Donald E. Knuth (αλγόριθμοι, προγραμματισμός), ο Niklaus Wirth (γλώσσες προγραμματισμού), οι Ronald L. Rivest, Adi Shamir και Leonard M. Adleman (κρυπτογραφία), οι Vinton G. Cerf και Robert E. Kahn (διαδίκτιο, πρωτόκολλα, παγκόσμιος ιστός) και πολλοί άλλοι.

Μετά από δημόσιες εκκλήσεις και προσπάθειες, τον Αύγουστο του 2009 ξεκίνησε η προσπάθεια πλήρους αποκατάστασης της φήμης του Turing από το βρετανικό κράτος, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά το αίτημα για έκφραση δημόσιας συννώμης σχετικά με την καταδί-

κη του για ομοφυλοφιλικές σχέσεις και προσβολή της «δημόσιας αιδούς». Η έκκληση οργανώθηκε από τον John Graham Cumming και συγκέντρωσε χιλιάδες υπογραφές. Στις 10 Σεπτεμβρίου, μόλις ένα μήνα αργότερα, ο τότε πρωθυπουργός της Αγγλίας Gordon Brown δήλωσε σε δημόσια ανακοίνωσή του πως η αντιμετώπιση του Turing, αν και σύννομη εκείνη την εποχή, ήταν άδικη και σκληρή, ζητώντας επίσημα συγγνώμη εκ μέρους του κράτους και ευχαριστώντας τον για την ανεκτίμητη προσφορά του. Τον Δεκέμβριο του 2011, μια νέα ηλεκτρονική έκκληση οργανώθηκε για την τυπική απαλλαγή του Turing από την καταδίκη του, συγκεντρώνοντας πάνω από 34.000 υπογραφές, όμως το αίτημα απορρίφθηκε για τυπικούς λόγους. Στις 28 Ιουλίου του 2012 κατατέθηκε προς συζήτηση στη Βουλή των Λόρδων το αίτημα για



● Το κτίριο Alan Turing στο Πανεπιστήμιο του Manchester.

οριστική απαλλαγή του από την καταδικαστική απόφαση, το οποίο όμως βρίσκεται ακόμη σε εκκρεμότητα. Παράλληλα, πραγματοποιούνται νέες ηλεκτρονικές εκκλήσεις υποστήριξης του αιτήματος, οι οποίες μέχρι τώρα έχουν συγκεντρώσει πάνω από 37.000 υπογραφές και ολοκληρώθηκαν στο τέλος Νοεμβρίου 2012. ■

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) Tom Siegfried: **A MIND FROM MATH**, Science News, 30 Jun 2012, <http://www.sciencenews.com/view/feature/id/4341450>.
- (2) Wikipedia, **ALAN TURING** (article), 19 Sept 2012, [https://en.wikipedia.org/wiki/Alan\\_Turing](https://en.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing)
- (3) Wikipedia, **TURING TEST** (article), 20 Sept 2012, [http://en.wikipedia.org/wiki/Turing\\_test](http://en.wikipedia.org/wiki/Turing_test)
- (4) RMCybernetics, **THE TURING TEST**, 20 Sept 2012, [http://www.rmcybernetics.com/science/cybnetics/ti\\_turing\\_test.htm](http://www.rmcybernetics.com/science/cybnetics/ti_turing_test.htm)
- (5) Quentin Cooper: **ALAN TURING: SEPARATING THE MAN AND THE MYTH**, BBC - Future - Science & Environment, 21 Jun 2012, <http://www.bbc.com/future/story/20120620-the-turing-test-of-time>
- (6) John Pavlus: **WILL WE EVER... PASS THE TURING TEST FOR COMPUTERS?**, BBC - Future - Technology, 16 May 2012, <http://www.bbc.com/future/story/20120516-can-computers-ever-think-like-us>
- (7) BBC News, **CAN COMPUTERS HAVE TRUE ARTIFICIAL INTELLIGENCE?**, BBC News - Technology, 2 Apr 2012, <http://www.bbc.com/news/technology-17547604>
- (8) Vint Cerf: **ALAN TURING: WHY THE TECH WORLD'S HERO SHOULD BE A HOUSEHOLD NAME**, BBC News - Technology, 18 Jun 2012, <http://www.bbc.com/news/technology-17662585>
- (9) Science Museum (UK), **CODEBREAKER - ALAN TURING'S LIFE AND LEGACY**, exhibition brief, 20 Sept 2012, <http://www.sciencemuseum.org.uk/visit/museum/galleries/turing.aspx>
- (10) Jack Copeland (Prof.): **ALAN TURING: THE CODEBREAKER WHO SAVED MILLIONS OF LIVES**, BBC News - Technology, 19 Jun 2012, <http://www.bbc.com/news/technology-18419691>
- (11) Βικιπαίδεια, **ALAN ΤΟΥΡΝΙΓΚ** (άρθρο), 20 Aug 2012, <http://el.wikipedia.org>
- (12) BBC History, **ALAN TURING - HISTORY**, BBC History (pictures, video, facts & news), 20 Sept 2012, [http://www.bbc.com/history/people/alan\\_turing](http://www.bbc.com/history/people/alan_turing)
- (13) John Searle: **BRAINS, MINDS AND PROGRAMS**, Behavioral and Brain Sciences, 3 (3): 417-457, 1980, doi: 10.1017/S0146525X00005758.
- (14) Bly Whitby: **THE TURING TEST: AI'S BIGGEST BLIND ALLEY?**, In Millican, Peter & Clark, Andy, *Machines and Thought: The Legacy of Alan Turing*, 1. Oxford University Press, pp 53-62, ISBN 0-19-823876-2.
- (15) Martin Campbell-Kelly, William Aspray: **COMPUTER: A HISTORY OF THE INFORMATION MACHINE**, Basic Books, New York (1996), ISBN 0-455-02869-2.
- (16) Jack B. Copeland: **COLOSSUS: THE SECRETS OF BLETCHLEY PARK'S CODE-BREAKING COMPUTERS**, Oxford University Press, 2006, ISBN 978-0-19-284655-4.
- (17) Paul Gannon: **COLOSSUS: BLETCHLEY PARK'S GREATEST SECRET**, Atlantic Books, London, 2007, ISBN 978-1-84354-331-2.
- (18) Jon Agar: **TURING AND THE UNIVERSAL MACHINE**, Icon, 2001.
- (19) David Leavitt: **THE MAN WHO KNEW TOO MUCH: ALAN TURING AND THE INVENTION OF THE COMPUTER**, W. W. Norton, 2006.
- (20) Stephen Pincock: **ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΙΑ - ΚΩΔΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ**, εκδ. Τραυλός, 2006.



# ΠΕΡΙΣΚΟΠΙΣΤΗΣ

## ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ



**Χειμερία  
νάρκη στον  
άνθρωπο**

Όταν η επιστήμη  
εμπνέεται από τη φύση  
για να σώσει ζωές



**Το παράδοξο  
του Jevons**

Η βελτίωση της  
ενεργειακής απόδοσης  
είναι λύση ή απειλή;

# Πούλησα

## Οι κοσμικοί πλοηγοί του μέλλοντος



**DNA  
ρομπότ**

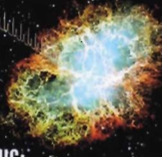
Επανάσταση στη  
γαιώτικη χημεία

**Alan  
Turing**

Ο άνθρωπος  
που οραματίστηκε  
τις σκεπτόμενες  
μηχανές

# Διδάσκοντας γλώσσα στους πιθήκους

Ποια είναι πραγματικά τα όρια της νοημοσύνης τους;



**ΔΩΡΟ  
ΕΠΙΤΑΓΗ 6€**  
+ Δωρεάν  
ταχυδρομικά  
για τις αγορές σας!  
(σελ. 7)

