



# ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΟΣ

Περιοδική έκδοση της Ένωσης Πληροφορικών Ελλάδας

Τεύχος 32ο

Ιούλιος 2026

Διανέμεται ελεύθερα





Περιοδική έκδοση της  
Ένωσης Πληροφορικών Ελλάδας  
[www.epe.org.gr](http://www.epe.org.gr)

**Τεύχος 32<sup>ο</sup> – Ιούλιος 2026**

Διανέμεται ελεύθερα

Επικοινωνία:

[newsletter@epe.org.gr](mailto:newsletter@epe.org.gr)

#### **Συντακτική ομάδα:**

- Φώτης Αλεξάκος
- Χάρης Γεωργίου
- Νεκτάριος Μουμουτζής
- Γιάννης Φαρσάρης

Οι απόψεις των συντακτών είναι  
προσωπικές και δεν εκφράζουν  
απαραίτητα την ΕΠΕ



Το περιεχόμενο του Πληροφορικού  
διανέμεται υπό άδεια [Creative Commons  
BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) (Αναφορά πηγής - Μη εμπο-  
ρική χρήση - Παρόμοια διανομή)

Το λογότυπο του Πληροφορικού είναι μια  
ευγενική προσφορά του γραφίστα  
[Λευτέρη Παναγουλόπουλου](#)

Η εικόνα του εξωφύλλου δημιουργήθηκε  
με την εφαρμογή Google Gemini

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ✓ Συνέντευξη με τον Γιώργο Χαλκιαδάκη

// Καθηγητή Τεχνητής Νοημοσύνης στο Πολυτεχνείο  
Κρήτης [σελ. 3]

### ✓ Ανακοινώσεις - Δελτία Τύπου

// από την Ένωση Πληροφορικών Ελλάδας [σελ. 8]

### ✓ Αποδομώντας τη δήλωση του Sam Altman ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει ανάγκες «παρόμοιες με εκείνες του ανθρώπινου εγκεφάλου»

// Γράφει ο Χάρης Γεωργίου [σελ. 9]

### ✓ Θα αχρηστεύσει η Κίνα τον Νόμο του Moore;

// Γράφει ο Φώτης Αλεξάκος [σελ. 14]

### ✓ Η τεχνητή νοημοσύνη ως μελλοντικός εκπαιδευτικός

// Γράφει ο Αντώνης Κορωνιός [σελ. 20]

### ✓ ΔΙΗΓΗΜΑ: Η εξίσωση του Ένα

// Γράφει ο Γιάννης Φαρσάρης [σελ. 22]

### ✓ Σημειωματάριο για έναν κόσμο που άνοιξε

// Γράφει ο Νεκτάριος Μουμουτζής [σελ. 24]

### ✓ Ολοκληρώθηκε ο Ζ' κύκλος Ανοικτών Μαθημάτων

// από την Ένωση Πληροφορικών [σελ. 33]

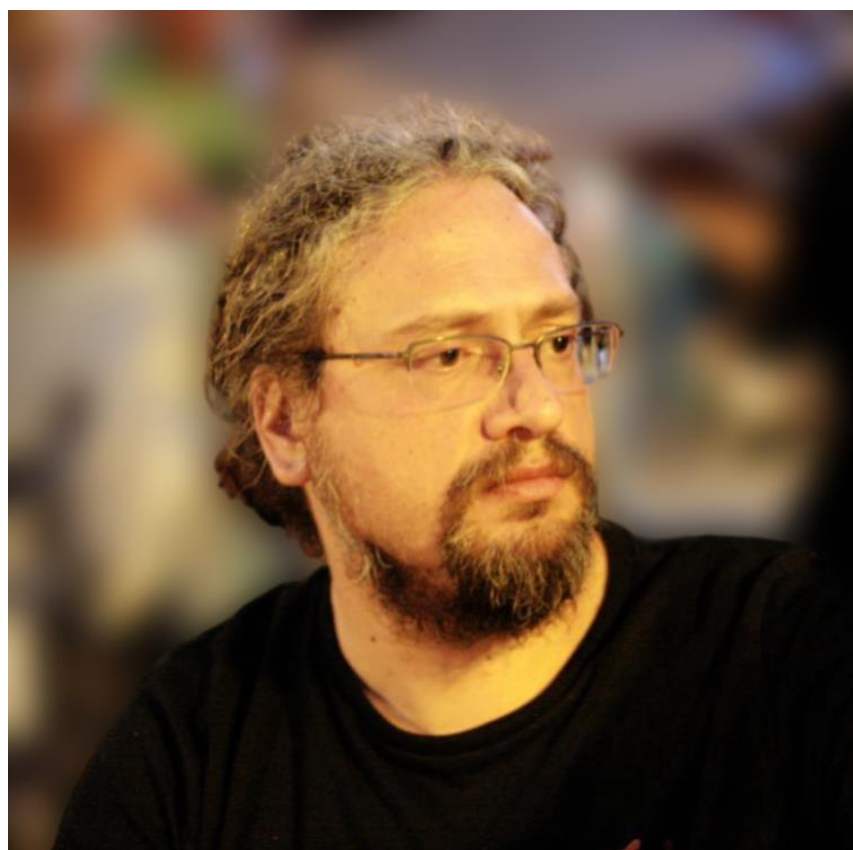
### ✓ Brain – train / Γρίφοι & προβλήματα από την Επιστήμη των Υπολογιστών για μαθητές

// Επιμέλεια: Φώτης Αλεξάκος [σελ. 35]

### ✓ REBOOT: Νέο Podcast / Vidcast

// από την Ένωση Πληροφορικών [σελ. 40]

## ✓ Η ευρωπαϊκή προσέγγιση στην ΤΝ βάζει στο επίκεντρο την ανθρώπινη αξιοπρέπεια και τη διαφάνεια



### Γιώργος Χαλκιαδάκης

**Καθηγητής Τεχνητής  
Νοημοσύνης**

στη Σχολή  
Ηλεκτρολόγων  
Μηχανικών και  
Μηχανικών  
Υπολογιστών του  
**Πολυτεχνείου Κρήτης**

// Συνέντευξη στον **Φώτη Αλεξάκο**, Ειδικό Γραμματέα ΔΣ της ΕΠΕ

Σε μια εποχή όπου η Τεχνητή Νοημοσύνη μετασχηματίζει ραγδαία την επιστήμη, την οικονομία και την καθημερινότητά μας, η φωνή των ανθρώπων που παράγουν πρωτογενή γνώση στον χώρο αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα. Ο καθηγητής του Πολυτεχνείου Κρήτης Γιώργος Χαλκιαδάκης, συγκαταλέγεται στους Έλληνες επιστήμονες με διεθνή παρουσία και συμβολή σε κρίσιμα πεδία της ΑΙ, όπως τα πολυπρακτορικά συστήματα και η λήψη αποφάσεων υπό αβεβαιότητα.

Στη συνέντευξη που ακολουθεί, επιχειρούμε να φωτίσουμε όχι μόνο τις τεχνολογικές εξελίξεις, αλλά και τα ευρύτερα ερωτήματα που αυτές εγείρουν: Από την Τριτοβάθμια Εκπαίδευση και την Έρευνα στην Ελλάδα έως τις προκλήσεις της ηθικής και της ρύθμισης της Τεχνητής Νοημοσύνης. Μια συζήτηση που φιλοδοξεί να συνδέσει την αιχμή της επιστήμης με την ελληνική ακαδημαϊκή, ερευνητική και εκπαιδευτική πραγματικότητα.

Η έρευνά σας εστιάζει σε **multi-agent systems** ("πολυ-πρακτορικά συστήματα") και στην **cooperative game theory** ("συνεργατική θεωρία παιγνίων"). Πόσο κοντά θεωρείτε ότι είμαστε σε πραγματικά «κοινωνικά» AI συστήματα που θα συνεργάζονται (ή θα ανταγωνίζονται) μεταξύ τους σε πραγματικές αγορές ή δημόσιες πολιτικές;

Η έρευνα στα πολυπρακτορικά συστήματα και τη συνεργατική θεωρία παιγνίων έχει φτάσει σε ένα αρκετά ώριμο σημείο. Μπορούμε ήδη να μοντελοποιούμε πολύπλοκες μορφές συνεργασίας και ανταγωνισμού μεταξύ αυτόνομων "agents", που έχουν δικούς τους στόχους και περιορισμένη πληροφόρηση.

Ωστόσο, τα πραγματικά «κοινωνικά» AI συστήματα – που θα συμμετέχουν σε αγορές, σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων ή σε δημόσιες πολιτικές, με αξιόπιστο και ασφαλή τρόπο – απέχουν ακόμη. Οι λέξεις "αξιόπιστο" και "ασφαλή" στην προηγούμενη φράση είναι κρίσιμες.

Το ζήτημα δεν είναι μόνο **τεχνικό**, είναι και **πολιτικό και θεσμικό**: χρειάζονται μηχανισμοί εμπιστοσύνης, λογοδοσίας και κατανόησης ανθρώπινων αξιών.

Βέβαια, υπάρχουν μεγάλα τεχνικά θέματα που πρέπει να επιλύσουμε, και τα οποία πηγάζουν από το γεγονός ότι οι agents δεν είναι απλά "υπολογιστικά συστήματα" με την παραδοσιακή έννοια του όρου. Δεν είναι συστήματα υπό τον έλεγχο μας που απλά μπορούμε να τα "πετάξουμε" ή να τα βελτιώσουμε / εξελίσσουμε αν κάτι πάει στραβά. Είναι αυτόνομες οντότητες, που οι ενέργειες τους (αν το επιτρέψουμε) μπορούν να αλλάξουν τον κόσμο γύρω μας με απρόβλεπτο τρόπο, χωρίς απαραίτητα την έγκρισή μας, και χωρίς να μπορούμε να τους σταματήσουμε "τραβώντας την πρίζα" λόγου χάρη. Προφανώς αυτά τα θέματα πρέπει, και πρέπει σύντομα, να τα επιλύσουμε τεχνικά.

Παρεμπιπτόντως, είναι ψευδαισθηση να νομίζουμε ότι μπορούμε να ελέγξουμε τις πράξεις των πρακτόρων αναιρώντας την αβεβαιότητα. Αντιθέτως, πρέπει να εναγκαλιστούμε την αβεβαιότητα, και να φροντίσουμε λ.χ. να παρέχουμε πιθανοτικές / στατιστικές εγγυήσεις ασφάλειας [αυτή είναι η προσέγγιση για την ασφάλεια που προκρίνεται λ.χ. από τους Bengio και Hinton], ή να σχεδιάσουμε τις αρχιτεκτονικές πρακτόρων με τέτοιο τρόπο ώστε να τους κάνουμε συνείδηση την ύπαρξη της αβεβαιότητας και να τους ωθούμε στο να μας ρωτάνε [αυτή είναι η προσέγγιση για την ασφάλεια που προκρίνεται από τον Stuart Russell].

Σε κάθε πάντως περίπτωση, έστω ότι λύνουμε τα τεχνικά θέματα. Η τεχνολογία μπορεί να το επιτρέψει, αλλά η κοινωνία πρέπει να το θεσμοθετήσει.

Έχετε συμμετάσχει σε διεθνείς πρωτοβουλίες για **ασφαλή και ηθική Τεχνητή Νοημοσύνη**. Πόσο ρεαλιστικό είναι να υπάρξει παγκόσμια ρύθμιση της

AI και ποιος θα πρέπει να έχει τον τελικό λόγο: κράτη, εταιρείες ή επιστημονική κοινότητα;

Η παγκόσμια ρύθμιση είναι δύσκολη, αλλά όχι ουτοπική. Η Τεχνητή Νοημοσύνη, όπως και η κλιματική αλλαγή, έχει **παγκόσμιο αποτύπωμα**: δεν μπορεί να ρυθμιστεί μόνο εθνικά.

Χρειαζόμαστε ένα **συνδυασμένο μοντέλο διακυβέρνησης**, όπου:

- τα κράτη θέτουν δεσμευτικά όρια (ιδίως στα κρίσιμα ζητήματα ανθρωπίνων δικαιωμάτων),
- οι εταιρείες αναλαμβάνουν **τεχνολογική υπευθυνότητα**,
- και η επιστημονική κοινότητα θα λειτουργεί ως **παραγωγός νέας γνώσης** αλλά και **εγγυητής διαφάνειας και αξιοπιστίας**.

Η τελική «διακυβέρνηση» της ΤΝ πρέπει να είναι πολυεπίπεδη. Αν η λήψη αποφάσεων αφεθεί σε ένα μόνο κέντρο — κρατικό ή ιδιωτικό — τότε το πρόβλημα δεν είναι τεχνολογικό αλλά δημοκρατικό.

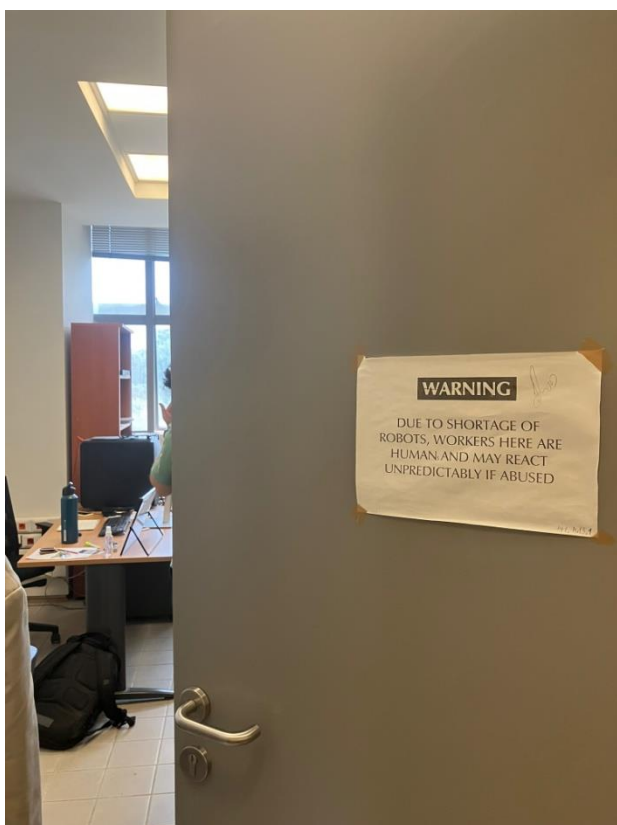


Ο καθηγητής Γιώργος Χαλκιαδάκης

Βέβαια, πρέπει να ειπωθεί ότι ένα μεγάλο πρόβλημα είναι ότι η τρέχουσα έρευνα για την ΤΝ γίνεται κυρίως (να πούμε κατά 80%; μάλλον περισσότερο) από κάποιες μεγάλες ιδιωτικές εταιρείες μετρημένες στα δάχτυλα του ενός χεριού, που έχουν επιτύχει απίστευτη συγκέντρωση οικονομικών, τεχνολογικών, και ανθρώπινων κεφαλαίων και πόρων. Και από εκατοντάδες ή μάλλον χιλιάδες ιδιωτικές startups που δρουν εντελώς ανεξέλεγκτα. Θα μπορούσε κανείς να χρησιμοποιήσει τον όρο "**Άγρια Δύση**" για να περιγράψει το πλαίσιο κανόνων στο οποίο στην πράξη υπακούει η τρέχουσα έρευνα (ανεξάρτητα από το τι έχει ψηφιστεί... λ.χ. το EU AI Act που είναι παραπάνω από

ικανοποιητικό νομοθέτημα έχει ψηφιστεί, αλλά δεν έχει επιβληθεί). Και μιλάμε για μια τεχνολογία που μπορεί να έχει - έχει ήδη- τεράστιες και πολλές φορές εξαιρετικά αρνητικές ή και τρομακτικές συνέπειες αν χρησιμοποιηθεί λανθασμένα. Σε επίπεδο συνεπειών, η μόνη άλλη πρόσφατη τεχνολογία που μπορεί να συγκριθεί με την ΤΝ είναι η πυρηνική ενέργεια.

Αντιπαραβάλετε τώρα την κατάσταση “Άγριας Δύσης” που ανέφερα παραπάνω, με το τί συνέβαινε στις απαρχές της ατομικής τεχνολογίας, όταν το γεγονός πως η σχετική τεχνολογία ήταν 100% υπό κρατικό (και σε ένα βαθμό δημόσιο) έλεγχο, επέτρεψε σχετικά σύντομα το να μπορέσουν οι μεγάλοι παίκτες (οι μεγάλες δυνάμεις της εποχής) να έρθουν σε μια συνεννόηση και να θέσουν κανόνες. Εν πάσει περιπτώσει, νομίζω, και αυτό έχει επισημανθεί από κορυφαίους ερευνητές της ΤΝ σε διεθνή φόρα, ότι **και τώρα υπάρχει ελπίδα έγκαιρης παγκόσμιας ρύθμισης**, αρκεί να πειστούν σύντομα οι δύο μεγαλύτεροι κρατικοί “παίκτες”, **οι ΗΠΑ και η Κίνα**, να καθίσουν σε ένα τραπέζι διαπραγματεύσεων για το θέμα.



Εικόνα από το εργαστήριο της ερευνητικής ομάδας MAS-ML (Multiagent Systems and Machine Learning) στο Πολυτεχνείο Κρήτης

Τα Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα (ChatGPT, Claude κ.ά.) έχουν «εκλαϊκεύσει» την ΤΝ αλλά έχουν παράλληλα μονοπωλήσει τη δημόσια συζήτηση σε βάρος άλλων ερευνητικών κατευθύνσεων. Ως

ερευνητής στα Πολυπρακτορικά Συστήματα και τη Ενισχυτική Μάθηση, πιστεύετε ότι η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα κινδυνεύει να «ξεχάσει» σημαντικά ερευνητικά ερωτήματα λόγω της μόδας των LLMs;

Τα Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα είναι εντυπωσιακά, αλλά σε σημαντικό βαθμό αναπαριστούν και αναμειγνύουν υπάρχουσα γνώση — δεν μαθαίνουν από μόνα τους συνεργασία ή στρατηγική συμπεριφορά σε πολυπρακτορικά περιβάλλοντα. Υπήρξε πράγματι κάποια στιγμή κίνδυνος να επισκιαστούν άλλες κατευθύνσεις, όπως η **ενισχυτική μάθηση (reinforcement learning)**, η **θεωρία παιγνίων (game theory)**, η **ΤΝ για κατανεμημένα συστήματα**.

Η επιστήμη έχει τάσεις και κύκλους, αλλά και τον τρόπο να ξεφεύγει από “μόδες”. Ήδη επιστρέφουμε στο ερώτημα πώς διαφορετικά νοήματα συστήματα μπορούν να **συντονίζουν δράση**, να **εμπιστευονται** ή να **ανταγωνίζονται δίκαια**. Αυτά είναι αναπόφευκτα προβλήματα στην πορεία προς την πραγματική, **κοινωνικά ενταγμένη νοημοσύνη**. Ήδη, και πρόσφατα μάλιστα συμμετείχα στη σύνταξη μιας σχετικής ερευνητικής πρότασης, το ζητούμενο είναι πώς να **συνθέσουμε με ασφάλεια LLMs με μηχανική (ενισχυτική κι όχι μόνο) μάθηση, θεωρία παιγνίων, νευρο-συμβολική τεχνητή νοημοσύνη**. Όπως ανέφερα, **με ασφάλεια**, δηλαδή με εγγυήσεις ασφαλούς δράσης από την πλευρά ενός AI agent στον πραγματικό κόσμο.

Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο επιστημονικό δυναμικό, αλλά περιορισμένους πόρους. **Ποιες είναι οι βασικές παθογένειες των ελληνικών δημόσιων ΑΕΙ στον χώρο της Πληροφορικής και της ΑΙ; Και ποιες αλλαγές θα είχαν το μεγαλύτερο αντίκτυπο;**

Η Ελλάδα έχει πολλούς ικανούς ερευνητές, αλλά **λειτουργεί συχνά με ξεπερασμένες δομές**. Τα κύρια προβλήματα κατά τη γνώμη μου είναι:

- δυσκαμψία στις προσλήψεις και στην εξέλιξη του προσωπικού,
- υποχρηματοδότηση υποδομών και ερευνητικών προγραμμάτων,
- ελλιπής διασύνδεση με τη βιομηχανία και το οικοσύστημα καινοτομίας
- ...συν το γεγονός πως στην Ελλάδα η βιομηχανία δεν είναι επαρκώς αναπτυγμένη, ή είναι σε μεγάλο βαθμό κρατικοδίαιτη, για να είμαστε πιο ακριβείς, και δεν ενδιαφέρεται επαρκώς για την ουσιαστική συνεργασία και την υποστήριξη της καινοτομίας εντός των ΑΕΙ, για να τα λέμε όλα
- και, φυσικά, όπως είναι γνωστό σε όλες και όλους, ένα αμείλικτο γραφειοκρατικό περιβάλλον για κάθε πρωτοβουλία.

Το μεγαλύτερο αντίκτυπο θα είχε η **πραγματική αυτονομία των ΑΕΙ με λογοδοσία**: να μπορούν τα ΑΕΙ να διοικούν, να προσελκύουν ταλέντα, να

διαχειρίζονται ευέλικτα πόρους και να συνδέουν έρευνα, διδασκαλία και κοινωνία. Πρέπει να φτιαχτούν οριζόντιες δομές συνεργασίας και συνεργειών εντός των ΑΕΙ, που να προωθούν την έρευνα εντός των μονάδων τους, αλλά και τη διασύνδεση με την βιομηχανία. Και πρέπει να δημιουργηθούν ευέλικτοι αλλά ισχυροί δεσμοί συνεργασίας μεταξύ των ΑΕΙ και των ερευνητικών κέντρων, ώστε να δημιουργηθεί ένα ενιαίο κι όχι πολυδιασπασμένο ερευνητικό οικοσύστημα.

Επίσης, σχετικά με το ότι η Ελλάδα “έχει περιορισμένους πόρους”. Νομίζω δεν είναι εντελώς ακριβές, πιο ακριβές είναι ότι η Ελλάδα κάνει κακή χρήση και σπατάλη πόρων. Ως κράτος και ως κοινωνία. Αυτό πρέπει να αλλάξει – και πρέπει να καταπολεμηθεί η διαφθορά, να παταχθεί όπου υπάρχει, εντός των ΑΕΙ αλλά και σε όλη την ελληνική κοινωνία.

Πρέπει να τα φτιάξουμε όλα αυτά. Να δούμε πως θα κρατήσουμε τα δυνατά μυαλά στην χώρα, και πώς τα δυνατά αποτελέσματα που παράγουν αυτά τα δυνατά μυαλά θα τα μετατρέψουμε και σε προϊόντα που θα μπορούν να αξιοποιηθούν από την ελληνική κοινωνία και να έχουμε μια εγχώρια τεχνολογική παραγωγή, αντί να είμαστε καταναλωτές τεχνολογικών προϊόντων που φτιάχνονται στο εξωτερικό - πολλές φορές με την συνεισφορά Ελλήνων επιστημόνων που φεύγουν στο εξωτερικό διότι η Ελλάδα τους περιορίζει πολύ.

Με δεδομένη την ταχεία εξέλιξη της ΑΙ, **πώς θα έπρεπε να αναδιαμορφωθεί ένα σύγχρονο πρόγραμμα σπουδών Πληροφορικής στην Ελλάδα; Ποια μαθήματα ή κατευθύνσεις θα θεωρούσατε πλέον «απαραίτητα»;**

Ένα σύγχρονο πρόγραμμα σπουδών πρέπει να συνδυάζει **ισχυρή τεχνική βάση με δεξιότητες προσαρμογής**. Θα ξεχώριζα πέντε πυλώνες:

- **Μηχανική Μάθηση και Ενισχυτική Μάθηση,**
- **Αλγόριθμοι και Πολυπρακτορικά Συστήματα,**
- **Δεοντολογία, κοινωνικά ζητήματα και κανονισμός της ΑΙ.**
- **On-demand IT και αποδοτική υπολογιστική: cloud computing, edge computing, big data.**
- **Ψηφιακή ασφάλεια,**

Χρειάζεται επίσης κάτι που συχνά λείπει: **κριτική σκέψη** — να καταλαβαίνεις όχι μόνο πώς δουλεύουν τα συστήματα, αλλά και γιατί δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται με συγκεκριμένους τρόπους. Είμαι υπέρ των συνθετικών προσεγγίσεων στα προγράμματα σπουδών, για να παράγουμε ολοκληρωμένους επιστήμονες, μηχανικούς, επαγγελματίες, ανθρώπους. Αλλά όχι στα γραμμένα στο πόδι προγράμματα σπουδών (προπτυχιακά ή μεταπτυχιακά) με χαλαρές μόνο διασυνδέσεις μεταξύ τομέων και επιφανειακές γνώσεις και υπόβαθρο.

**Πώς μετασχηματίζει την έρευνά σας και τη διδασκαλία σας στο πανεπιστήμιο όλη αυτή η εξέλιξη που έχει επέλθει τα τελευταία χρόνια με τα γλωσσικά μοντέλα και την τεχνητή νοημοσύνη γενικότερα;**

Τα γλωσσικά μοντέλα έχουν αλλάξει τον ρυθμό παραγωγής γνώσης. Στην έρευνα, μας βοηθούν στη **σχεδίαση πειραμάτων, στη δημιουργία προσομοιώσεων**, αλλά φέρνουν και την πρόκληση της **τεχνολογικής εξάρτησης**. Επίσης τίθενται εκ των πραγμάτων πολλά ερωτήματα για την **ηθική χρήση τους στη συγγραφή αλλά και στην διαδικασία κρίσης επιστημονικών άρθρων!**

Στη διδασκαλία, το ενδιαφέρον είναι διπλό: από τη μια, τα εργαλεία αυτά δίνουν στους φοιτητές απίθανες δυνατότητες. Από την άλλη, μας υποχρεώνουν να **επαναπροσδιορίσουμε τι σημαίνει “μαθαίνω”** — να μετακινηθούμε από την αναπαραγωγή γνώσης προς την κατανόηση, τον σχεδιασμό, την τεκμηριωμένη δημιουργικότητα.

Προσωπικά τα χρησιμοποιώ ως τώρα στη διδασκαλία με αρκετά περιορισμένο τρόπο, κυρίως για την γρήγορη παραγωγή προτύπων λύσεων θεωρητικών ασκήσεων, και για την βελτίωση της εμφάνισης παρουσιάσεων και σημειώσεων. Σκοπεύω να τα αξιοποιήσω σε μεγαλύτερο βαθμό στο μέλλον, για την προσαρμογή περιεχομένου παρουσιάσεων σε ειδικά ερωτήματα και ειδικά ενδιαφέροντα που μπορεί να έχει μια συγκεκριμένη ομάδα φοιτητών σε συγκεκριμένα μαθήματα (δηλαδή στην κατεύθυνση της εξατομικευμένης διδασκαλίας).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση φαίνεται να πρωτοπορεί στη ρύθμιση της Τεχνητής Νοημοσύνης (**AI Act**). Πιστεύετε ότι αυτό το αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο λειτουργεί ως ασπίδα προστασίας για τους πολίτες ή ως «τροχοπέδη» για την καινοτομία και την ανταγωνιστικότητα της ευρωπαϊκής τεχνολογίας έναντι των ΗΠΑ και της Κίνας;

Νομίζω έμμεσα απάντησα ήδη παραπάνω. Η Ευρώπη πράγματι πρωτοπορεί στη ρύθμιση. Ναι, φυσικά οφείλει να **διαφυλάξει την ισορροπία** ανάμεσα στην προστασία και στη δημιουργία και απελευθέρωση χώρου για καινοτομία.

Όμως, πρέπει να τονίσουμε πως η ευρωπαϊκή προσέγγιση — που βάζει στο επίκεντρο **την ανθρώπινη αξιοπρέπεια και τη διαφάνεια** — είναι θεμελιώδης. Η τεχνολογία δεν είναι ποτέ ουδέτερη. Η Ευρώπη έχει την ευκαιρία να ορίσει ένα διαφορετικό, **ανθρωποκεντρικό πρότυπο** τεχνητής νοημοσύνης.

Αν έπρεπε να δώσετε μια συμβουλή σε έναν απόφοιτο Πληροφορικής σήμερα, ο οποίος καλείται να χαράξει πορεία σε έναν κόσμο όπου η ΤΝ αλλάζει ραγδαία τα δεδομένα, ποια θα ήταν αυτή; Ποιο **επιστημονικό αντικείμενο (ή και δεξιότητα)** θεωρείτε ότι θα έχει τη μεγαλύτερη «διάρκεια ζωής» τις επόμενες δεκαετίες;

Ανέφερα παραπάνω ήδη κάποιους βασικούς πυλώνες για σύγχρονα προγράμματα Πληροφορικής και Τεχνητής Νοημοσύνης. Αν θέλετε να δώσω κάποιες συμβουλές σε αποφοίτους Πληροφορικής, τότε θα τους έλεγα τα ακόλουθα. Η ΤΝ μεταβάλλει όλα τα επαγγέλματα, αλλά το πιο σταθερό νόμισμα παραμένει **η ικανότητα να μαθαίνει κανείς γρήγορα, και να έχει κριτική σκέψη**.

Άρα...: Μην κυνηγάτε απλώς τη “νέα τεχνολογία”. καλλιεργήστε τη σκέψη που θα σας επιτρέπει να την κατανοείτε, να τη βελτιώνετε και – όταν χρειάζεται – να την απορρίπτετε.

Πεδία με μακρά διάρκεια ζωής θα είναι όσα αφορούν **την κατανόηση της νοημοσύνης ως συστήματος**: θεωρία της ΤΝ, συστήματα μάθησης, αλληλεπίδραση και συνεργασία ανθρώπου-μηχανής (πιο σωστά: ανθρώπου - υπολογιστικού πράκτορα, human-agent collaboration), καθώς και οι **ηθικο-κοινωνικές διαστάσεις** της τεχνολογίας.

Μην κυνηγάτε απλά “πτυχία και χαρτιά” - προσπαθήστε να μάθετε σε βάθος, **παρακολουθήστε σεμινάρια και μεταπτυχιακά που πραγματικά**

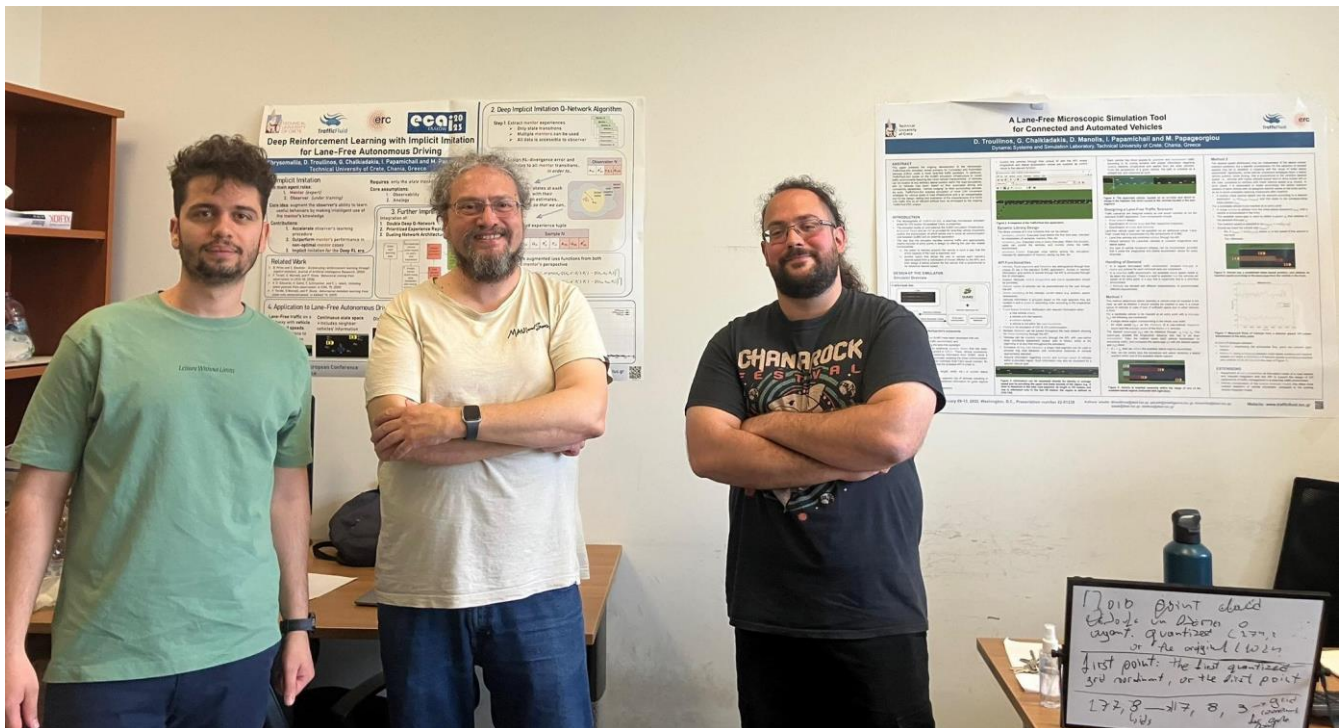
**σας ενδιαφέρουν**, αφού το ψάξετε καλά.

Να διευρύνετε τους πνευματικούς σας ορίζοντες και να αντλείτε επιρροές από **διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα**.

Και επίσης, μια πιο αιρετική συμβουλή από τη συνήθη “αξία στην εποχή μας έχει η καλλιέργεια των soft skills” (που έχει...): μην παραμελείτε και τα hard skills (!!!)

...προφανώς με έμφαση σε αυτά που σας ενδιαφέρουν περισσότερο. Μαθηματικά ή προγραμματισμό, λόγου χάρη... αν θεωρήσετε ότι μπορείτε “να κάνετε και χωρίς αυτά”, τελικά δε θα είστε πραγματικά “εγγράμματοι”, άρα όχι και πραγματικά “εξελίξιμοι”.

Α ναι... τελευταίο, και ίσως το πιο σημαντικό κατά τη γνώμη μου: Να διαβάσετε επιλεγμένα βιβλία, από την αρχή ως το τέλος - και μάλιστα κατά τη γνώμη μου καλύτερα σε φυσική μορφή, από εξώφυλλο σε εξώφυλλο! Κι όχι μόνο επιστημονικά ή τεχνικά – αλλά και ιστορικά, φιλοσοφικά, και, φυσικά, **λογοτεχνία** - γραμμένη κατά προτίμηση από ανθρώπους!



Ο καθηγητής Γιώργος Χαλκιαδάκης (κέντρο) με τους υποψήφιους διδάκτορες Λεωνίδα Μπακόπουλο (αριστερά) και Γεράσιμο Κορέση (δεξιά)

- **Επισκεφθείτε τον ιστότοπο της ερευνητικής ομάδας MAS-ML (Multiagent Systems and Machine Learning):**

[www.intelligence.tuc.gr/gogs](http://www.intelligence.tuc.gr/gogs)

# Ένωση Πληροφορικών Ελλάδας



## ✓ Ανακοινώσεις - Δελτία Τύπου της Ένωσης Πληροφορικών Ελλάδας

- (30-06-2026) • [«Η Τοπική Αυτοδιοίκηση ως χρηματοδότης υπερκοστολογημένων ψηφιακών προμηθειών»](#)
- (12-06-2026) • [«Πανελλήνιες Εξετάσεις 2026: Σχολιασμός θεμάτων για το μάθημα της Πληροφορικής»](#)
- (26-05-2026) • [«Ανοικτή επιστολή 25 φορέων σχετικά με την απαγόρευση πρόσβασης ανηλίκων στα social media»](#)
- (19-05-2026) • [«Ανοικτά διαδικτυακά μαθήματα – Ζ' κύκλος από την Ένωση Πληροφορικών Ελλάδας»](#)
- (02-04-2026) • [«Ανοικτή επιστολή 22 φορέων σχετικά με την OpenAI στη Β'/βάθμια Εκπαίδευση»](#)
- (31-03-2026) • [«Ελλάδα 2.0 ή νέο ατόπημα “σκοϊλ ελικίκου”;»](#)

## ✓ Αποδομώντας τη δήλωση του Sam Altman ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει ανάγκες «παρόμοιες με εκείνες του ανθρώπινου εγκεφάλου»

// Γράφει ο **Χάρης Γεωργίου** (MSc, PhD)

Γενικός Γραμματέας ΔΣ της ΕΠΕ



Ο εγκέφαλός μας ζυγίζει όσο περίπου 6–7 φλιτζάνια τσαγιού. Για να λειτουργεί σωστά, καταναλώνει καθημερινά μόλις τρεις γουλιές νερό και μια μικρή σοκολάτα. Παρ' όλα αυτά, οι μεγάλες τεχνολογικές εταιρείες συνεχίζουν να διατυπώνουν κατάφωρα ανακριβείς ισχυρισμούς σχετικά με το πραγματικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα της Τεχνητής Νοημοσύνης. Ας εξετάσουμε τα πραγματικά δεδομένα με αριθμούς.

Πριν από λίγες ημέρες, ο Διευθύνων Σύμβουλος της OpenAI, Sam Altman, συμμετείχε στη σύνοδο India AI Impact. Σε [συνέντευξη που παραχώρησε στην εφημερίδα The Indian Express](#) στο περιθώριο της εκδήλωσης, [υπερασπίστηκε το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της εταιρείας του](#), υποστηρίζοντας ότι οι εκτιμήσεις περί υπερβολικής κατανάλωσης νερού για ψύξη είναι «ψευδείς».

Μεταξύ άλλων, δήλωσε ότι: «Ένα από τα πράγματα που είναι πάντοτε άδικο σε αυτή τη σύγκριση είναι ότι οι άνθρωποι μιλούν για το πόση ενέργεια απαιτείται για την εκπαίδευση ενός μοντέλου ΤΝ (...) Αλλά απαιτείται επίσης πολλή ενέργεια για να εκπαιδευτεί ένας άνθρωπος. Χρειάζονται περίπου 20 χρόνια ζωής και όλη η τροφή που καταναλώνει κανείς μέχρι να αποκτήσει νοημοσύνη.»

Πρόσθεσε επίσης ότι: «Η δίκαιη σύγκριση είναι πόση ενέργεια απαιτείται για να απαντήσει το ChatGPT σε μια ερώτηση, αφού το μοντέλο έχει ήδη εκπαιδευτεί, σε σύγκριση με έναν άνθρωπο. Και πιθανότατα η ΤΝ έχει ήδη φτάσει τον άνθρωπο σε όρους ενεργειακής αποδοτικότητας, όταν αυτό μετράται με αυτόν τον τρόπο.»

**Κάνει τεράστιο λάθος, ξεκάθαρα και απλά.**  
Ακολουθούν οι πραγματικοί αριθμοί.

#### Ενσωματωμένο «βιολογικό υλικό»

Ο [ανθρώπινος εγκέφαλος](#) ζυγίζει περίπου **1,2 – 1,4 κιλά**, δηλαδή λιγότερο από το 2% του συνολικού σωματικού βάρους ενός ενήλικα. Αποτελείται κυρίως από νερό (75–85%) και η επαρκής ενυδάτωση είναι απολύτως απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία του. Ακόμη και ήπια αφυδάτωση της τάξης του 1–2% μπορεί να οδηγήσει σε «ομίχλη εγκέφαλου» (brain fog), μια κατάσταση μειωμένης γνωστικής υποβάθμισης, αδυναμία συγκέντρωσης, άγχος και κόπωση.

Ο γενικός κανόνας αναλογίας βάρους και νερού είναι περίπου ένα φλιτζάνι νερού για κάθε 9 κιλά σωματικού βάρους, ως ρεαλιστική εκτίμηση των ημερήσιων αναγκών. Αυτό σημαίνει ότι, από μια ονομαστική ημερήσια πρόσληψη 2,7 λίτρων νερού (ισοδύναμη με 10–12 φλιτζάνια τσαγιού), ο εγκέφαλος καταναλώνει **περίπου 45 ml**, δηλαδή δύο καλές γουλιές τσαγιού ή έναν διπλό καφέ espresso — *τίποτα* περισσότερο.

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος χρησιμοποιεί περίπου το 20% του όγκου του αίματός μας, το οποίο αποτελείται κατά 90% από νερό, προκειμένου να λαμβάνει βασικά θρεπτικά συστατικά και θερμίδες. Αυτό αντιστοιχεί περίπου στο 20% της ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης ή σε **300–500 θερμίδες**, δηλαδή περίπου μια μικρή σοκολάτα.

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος διαθέτει τη μεγαλύτερη πυκνότητα νευρώνων σε σύγκριση με την αντίστοιχη κάθε άλλου ζώου, με εκτιμώμενο αριθμό **61 έως 99 δισεκατομμυρίων νευρώνων**, ενώ τα 86 δισεκατομμύρια θεωρούνται ο γενικά αποδεκτός μέσος όρος.

Η κύρια οπτική περιοχή (V1) εμφανίζει τη μεγαλύτερη πυκνότητα νευρώνων, περίπου **79.000 έως 98.000 νευρώνες ανά mm³**, ενώ άλλες περιοχές, όπως ο

μετωπιαίος ή ο κροταφικός λοβός, μπορεί να έχουν μόλις 17.000 έως 19.000 νευρώνες ανά mm³.

Η πλειονότητα της ενεργειακής κατανάλωσης του εγκεφάλου (περίπου τα 3/4) αφορά τη μεταφορά πληροφορίας, δηλαδή την αποστολή και επεξεργασία ηλεκτρικών σημάτων μέσω των συνάψεων, ενώ το υπόλοιπο (1/4) χρησιμοποιείται για «βασική συντήρηση» νευρώνων, γλοιακών κυττάρων κ.λπ.

Ανά πάσα στιγμή, από τον βαθύ ύπνο (REM) έως την έντονη γνωστική δραστηριότητα, η **συνολική κατανάλωση ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ 10–25 Watt**, δηλαδή όσο ένας μικρός λαμπτήρας LED.

Η αποδοτικότητα του εγκεφάλου γίνεται ακόμα πιο εμφανής από το γεγονός ότι ακόμη και κατά τη διάρκεια έντονης πνευματικής δραστηριότητας, η ενεργειακή του κατανάλωση δεν μεταβάλλεται σημαντικά όσο ο άνθρωπος είναι ξύπνιος. Ο ιστός του εγκεφάλου είναι δέκα φορές πιο «δαπανηρός» σε ενέργεια σε σύγκριση με το μυϊκό ιστό, αλλά σε απόλυτα νούμερα συνολικά παραμένει εξαιρετικά χαμηλής κατανάλωσης.

Σε σύγκριση με τον εγκέφαλο άλλων θηλαστικών, έχουμε πολύ λιγότερους νευρώνες από τους ελέφαντες (251+ δισεκατομμύρια), όμως η πυκνότητά τους σε όγκο ιστού είναι πολύ μεγαλύτερη και με εξαιρετικά αυξημένη συνδεσιμότητα, ειδικά στις περιοχές του φλοιού. Το γεγονός αυτό δημιουργεί λειτουργικά δίκτυα ([Functional Brain Networks – FBN](#)) πολύ πιο εξελιγμένα και εξειδικευμένα για δραστηριότητες που σχετίζονται με χρονική εξέλιξη, όπως κίνηση, ανάκληση μνήμης, αναγνώριση προτύπων, κτλ. Αυτό είναι στην πραγματικότητα το εξελικτικό πλεονέκτημα του ανθρώπινου εγκεφάλου σε σύγκριση με τα άλλα ζώα, καθιστώντας τον ως την πιο σύνθετη «μηχανή» επεξεργασίας πληροφορίας που γνωρίζουμε σήμερα.

#### Μια ειδική μορφή μηχανής

Ένας ακόμη κρίσιμος παράγοντας, πέρα από την πυκνότητα νευρώνων, είναι η πυκνότητα συνάψεων, δηλαδή ο αριθμός των διασυνδέσεων μεταξύ των νευρώνων. [Υπολογίζεται](#) ότι υπάρχουν από **1.000 έως 10.000 συνάψεις ανά νευρώνα**, με σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάλογα με την περιοχή του εγκεφάλου και τον κυτταρικό τύπο. Οι νευρώνες του φλοιού εμφανίζουν κατά μέσο όρο 7.000 έως 29.800 συνάψεις, ενώ τα [κύτταρα Purkinje](#) της παρεγκεφαλίδας μπορούν να φθάσουν έως και τις 200.000 συνάψεις. Ο συνολικός αριθμός συνδέσεων στον ανθρώπινο εγκέφαλο εκτιμάται ότι ανέρχεται **τουλάχιστον σε 100 τρισεκατομμύρια**, με μέσες εκτιμήσεις 100–500 τρισεκατομμυρίων και ορισμένες μελέτες να φθάνουν έως και το 1.000 τρισεκατομμύριο.

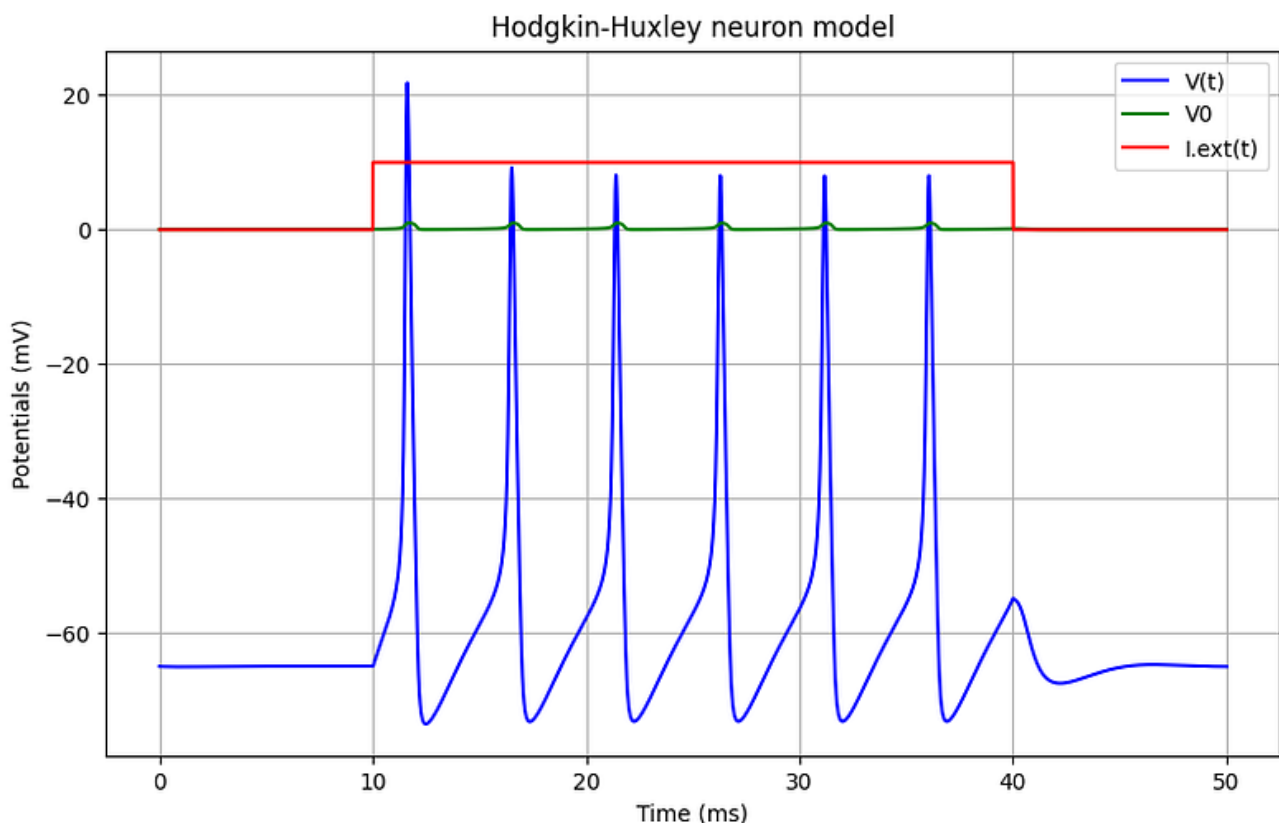
Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αριθμοί αυτοί βρίσκονται στην ίδια τάξη μεγέθους με τα σημερινά Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα ([Large Language Models – LLM](#)), όπως το ChatGPT, το Gemini και το Claude. Ωστόσο, είναι πλέον σαφές ότι η κλίμακα από μόνη της δεν επαρκεί για να προσεγγίσει τις γνωστικές δυνατότητες ενός πραγματικού ανθρώπινου εγκεφάλου. **Το κλειδί είναι περισσότερο οι αλγόριθμοι παρά το μέγεθος του μοντέλου.**

Το γνωρίζουμε εδώ και δεκαετίες, ήδη από την εμφάνιση του [αλγορίθμου Back Propagation](#), όταν μικρά [νευρωνικά δίκτυα Multi-Layer Perceptron \(MLP\)](#), με μόλις λίγες δεκάδες νευρώνες συνολικά, μπορούσαν να αποκωδικοποιούν επιτυχώς χειρόγραφους αριθμούς χαμηλής ανάλυσης σε βασικές εργασίες [Οπτικής Αναγνώρισης Χαρακτήρων \(OCR\)](#), χρησιμοποιώντας έξυπνη εξαγωγή χαρακτηριστικών (feature generation) αντί για γενικούς πυρήνες συνέλιξης (convolution kernels).

Σε μια σειρά πρωτοποριακών μελετών που οδήγησαν σε βραβείο Nobel το 1963, οι Alan Hodgkin και Andrew Huxley διαμόρφωσαν το [μοντέλο Hodgkin-Huxley](#) για τη βιολογικά ρεαλιστική διαδικασία νευρωνικής δραστηριότητας, βασισμένο σε δυναμικά κυτταρικής μεμβράνης και ροές ιόντων εξαρτώμενες από την αγωγιμότητα. Πρόκειται για μαθηματικό μοντέλο αποτελούμενο από **σύστημα μη γραμμικών διαφορικών εξισώσεων** που περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο

τα δυναμικά ενέργειας (τάσεις μεγέθους mV) στους νευρώνες δημιουργούνται και διαδίδονται στον χρόνο. Το τελικό συμπέρασμα από αυτές τις έρευνες είναι ότι τα Νευρωνικά Δίκτυα Αιχμών (Spiking Neural Networks – SNN) είναι πολύ ικανότερα στη σύλληψη φασματικών ιδιοτήτων και χρονικών εξαρτήσεων των δεδομένων, σε σύγκριση με τα συμβατικά νευρωνικά δίκτυα.

Παρότι πρόκειται για ένα δυναμικό σύστημα συνεχούς χρόνου, προσεγγίσεις της τάξης των 50 ms ή και μικρότερες θεωρούνται εξαιρετικά ρεαλιστικές, παρά το γεγονός ότι το σύστημα εξισώσεων είναι «άκαμπτο» (stiff) λόγω της συμπεριφοράς αιχμών (spiking) και απαιτεί προηγμένες τεχνικές αριθμητικής ολοκλήρωσης. Η εκτίμηση αυτή επιβεβαιώνει την εμπειρική παρατήρηση λειτουργικών δυνατοτήτων υψηλού επιπέδου, όπως η αντίληψη των 20–25 «καρέ ανά δευτερόλεπτο» που σχετίζεται με τον μέσο/μέγιστο ρυθμό οπτικής αναγνώρισης και κατανόησης στους ανθρώπους (σημαντικά υψηλότερος σε άλλα ζώα).



Το πλέον ενδιαφέρον στοιχείο του [μοντέλου Hodgkin-Huxley](#) είναι ότι η πλούσια συμπεριφορά του [μπορεί να ρυθμιστεί μέσω ελάχιστων μόνο παραμέτρων](#), όπως για παράδειγμα η «χωρητικότητα» της κυτταρικής μεμβράνης. Από το υποκείμενο [δυναμικό σύστημα](#) αναδύονται συγκεκριμένες ιδιότητες, οι οποίες εκτείνονται από ασταθείς ελκυστές έως σχεδόν περιοδικές ενεργοποιήσεις — γεγονός που σημαίνει ότι ένας νευρώνας μπορεί να λειτουργεί είτε ως κόμβος ολοκλήρωσης είτε ως κόμβος διαφοροποίησης, στο πλαίσιο ενός τυπικού μοντέλου αναλογικού-ολοκληρωτικού-διαφορικού

ελέγχου ([Proportional-Integral-Derivative – PID](#)) για αυτόματο έλεγχο.

Ακόμη και χωρίς αυτές τις σύνθετες ιδιότητες και παραλλαγές του δυναμικού συστήματος, το θεμελιώδες παράδειγμα λειτουργίας ενός πραγματικού νευρώνα του εγκεφάλου είναι αυτό της ενεργοποίησης μέσω «αιχμών» (spiking activation): δεν είναι το πλάτος του σήματος που έχει σημασία ως προς την είσοδο, την έξοδο ή τα κατώφλια ενεργοποίησης, αλλά οι ίδιες οι «αιχμές» του φέροντος σήματος. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ότι τα

**Νευρωνικά Δίκτυα Αιχμών (Spiking Neural Networks – SNN)** είναι πολύ ικανότερα στην αποτύπωση **φασματικών ιδιοτήτων** (πεδίο συχνοτήτων) και **χρονικών εξαρτήσεων** των δεδομένων, αντί να περιορίζονται σε απλά πρότυπα που εξαρτώνται μόνο από τις τιμές.

Κατά μία έννοια, ένας νευρώνας αιχμών σε ένα SNN ισοδυναμεί με δυνατότητα εφαρμογής **μετασχηματισμού Fourier** και φασματικών φίλτρων, αντί για πολύ απλούστερες επεξεργασίες, όπως οι κινητοί μέσοι όροι (moving average). Για τον λόγο αυτό, τα μοντέλα SNN τείνουν να είναι πολύ πιο συμπαγή και ισχυρά από αντίστοιχα «παραδοσιακά» νευρωνικά δίκτυα για τις ίδιες εργασίες, ιδιαίτερα όταν αυτές εξαρτώνται από τον χρόνο.

Επιπλέον, η χρήση αιχμών αντί πλάτους για την κωδικοποίηση πληροφορίας **απαιτεί πολύ λιγότερη ενέργεια** σε βάθος χρόνου — κάτι ήδη γνωστό από τις τηλεπικοινωνίες και τη θεωρία κωδικοποίησης. Πράγματι, σύμφωνα με το **Θεώρημα Shannon** για τη χωρητικότητα καναλιού, όσο ταχύτερα μπορεί να μεταβάλλεται το φέρον σήμα στον χρόνο, τόσο περισσότερα δεδομένα μπορούν να κωδικοποιηθούν σε αυτό.

Πέραν αυτού, η ανάπτυξη κυκλωμάτων υψηλής ανάλυσης και υψηλής ανθεκτικότητας στον θόρυβο ως προς τον χρονισμό του σήματος είναι πολύ ευκολότερη σε σύγκριση με αντίστοιχα κυκλώματα που βασίζονται στο πλάτος του σήματος (τιμές κατωφλίου). Η ύπαρξη χιλίων καναλιών μέσα σε μια ζώνη υψηλών συχνοτήτων είναι πολύ ευκολότερη από τη δημιουργία χιλίων «μημάτων» πλάτους σε ένα φέρον χαμηλής συχνότητας.

Μέσω της εξέλιξης, τα νευρωνικά κύτταρα έχουν αναγνωρίσει αυτή την ιδιότητα και έχουν βελτιστοποιήσει τη λειτουργία τους προς αυτή τη μορφή επεξεργασίας πληροφορίας. Φυσικά, αυτό επιτυγχάνεται με τίμημα την ύπαρξη πολύ πιο σύνθετων εσωτερικών μηχανισμών: αντί να γίνεται έλεγχος έναντι μιας απλής τιμής κατωφλίου, το μοντέλο οφείλει πλέον να **παρακολουθεί ακολούθως και χρονικές εξαρτήσεις** στο σήμα εισόδου.

Το μειονέκτημα είναι ότι οι σημερινοί αλγόριθμοι, όπως το Back Propagation, δεν είναι κατάλληλοι για την αποτελεσματική εκπαίδευση μοντέλων SNN. Στην πραγματικότητα, εξακολουθούμε να βρισκόμαστε αρκετές δεκαετίες πίσω σε αυτόν τον ερευνητικό τομέα. Δεν διαθέτουμε ακόμη το κατάλληλο σύνολο εργαλείων για την εκπαίδευση SNN, όπως συνέβη τη δεκαετία του '80 με το Back Propagation για τα μοντέλα MLP.

Ακόμη και με δραστικά απλοποιημένα μοντέλα Hodgkin-Huxley για νευρώνες SNN, όπου χρησιμοποιείται συνεχής προσεγγιστική συνάρτηση αντί για το πλήρες σύστημα μη γραμμικών διαφορικών εξισώσεων, εξακολουθούμε να διερευνούμε τα βασικά θεμέλια αυτής της προσέγγισης.

### Οι αριθμοί δεν λένε ψέματα

Ένας από τους βασικούς μοχλούς ανάπτυξης της TN είναι η διαθεσιμότητα εξειδικευμένου υλικού υψηλής επεξεργαστικής ισχύος, και ειδικότερα μνήμης RAM και

**Μονάδων Επεξεργασίας Γραφικών (GPU)**. Στην πράξη, η Nvidia αποτελεί σήμερα σχεδόν τον μοναδικό κυρίαρχο προμηθευτή αυτής της τεχνολογίας. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα GPU υψηλών επιδόσεων για TN είναι η οικογένεια H200 της Nvidia.

Με κόστος τουλάχιστον 50.000 δολάρια ανά GPU και περίπου μισό εκατομμύριο δολάρια για έναν τυπικό διακομιστή (server) με 8 GPU, το μοντέλο H200 προσφέρει 141 GB μνήμης με ρυθμό μεταφοράς δεδομένων 4,8 TB/sec, ενώ καταναλώνει 600–700 Watt κατά την επεξεργασία. Ένας διακομιστής με 8 GPU H200 απαιτεί 9–10 kW ισχύος και παράγει έως 6 kW θερμικής απώλειας, απαιτώντας περίπου 13 λίτρα ανά λεπτό ροής «ζεστού νερού» (32–45°C) για ψύξη.

Αν συγκρίνουμε τον αριθμό νευρώνων και συνάψεων του ανθρώπινου εγκεφάλου με τα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας πλατφόρμας όπως η Nvidia H200, προκύπτουν εντυπωσιακές διαφορές.

#### Ανθρώπινος εγκέφαλος:

- 86 δισεκατομμύρια νευρώνες / 100–500 τρισεκατομμύρια συνάψεις.
- Μαζικά παράλληλη επεξεργασία.
- Κατανάλωση περίπου 25W.
- 45 ml νερού ημερησίως.
- Απαιτούμενο προσωπικό συντήρησης: 1 άτομο.

#### Human brain (adult):

- 86 billion neurons / 100–500 trillion synapses.
- Massively parallel processing (native).
- @ <50 ms timing (estim.) => 20–25 Hz “refresh” rate.
- 8-byte (64-bit) FP “weights” => 800–4,000 TB memory.
- @ 25 Hz refresh => 32–160 TB/sec data throughput (in parallel).
- 1,3 kgr weight => 7,69–38,46 x10<sup>10</sup> synapses/gr.
- 25W consumption => 4–20 x10<sup>12</sup> synapses/W.
- 45 ml/day water consumption => 2,22–11,11 x10<sup>15</sup> synapses/lit/day.
- Personnel required for maintenance = 1.

#### GPU Nvidia H200:

- 141 GB μνήμης.
- 600–700W κατανάλωση ανά GPU.
- Έως 18.720 λίτρα νερού ημερησίως για ψύξη.
- Ενεργειακή αποδοτικότητα 136.000 έως 794.400 φορές χειρότερη από τον ανθρώπινο εγκέφαλο.
- Απαιτούμενο προσωπικό συντήρησης: δεκάδες άτομα.

**nVidia H200 GPU:**

- 141 GB memory / 8-byte (64-bit) FP “weights” => 17,625 x10<sup>9</sup> “synapses” (weights).
- H200 “synapses”: 1/5,674 to 1/28,369 of human brain.
- H200 data 4.8 TB/sec => 167–833 slower.
- H200 600–700W => 3.4–19.86 MW for brain-like support.
- (8-GPU) 130–170 kgr typical weight => 567,205–3,709,634 times worse in synapses/gr.
- (8-GPU) 9–10 kW supply / 6 kW heat loss (60%) => 2.4 more heat losses.
- H200 energy efficiency vs. brain: 136,000–794,400 times worse.
- (8-GPU) 13 lit/min for water cooling = 18,720 lit/day => 416,000 more.
- Personnel required for maintenance = several dozens.

Η σύγκριση είναι σαφής και αδιαμφισβήτητη: οι διαφορές βρίσκονται σε **πολλές τάξεις μεγέθους απόστασης μεταξύ τους**.

**Το συμπέρασμα**

Κάποιος θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος χρειάζεται ένα ολόκληρο σώμα για να λειτουργεί σωστά, καθώς και περίπου το ένα τρίτο του κύκλου λειτουργίας του σε κατάσταση «αδράνειας» (ύπνος). Αυτό είναι αλήθεια, όμως η ίδια επέκταση του συλλογισμού μπορεί να εφαρμοστεί και σε έναν διακομιστή δεδομένων πολλαπλών GPU, ο οποίος απαιτεί τεράστιο πλήθος προσωπικού συντήρησης και ανθρωποωρών για την εγκατάσταση, τον προγραμματισμό, την αποσφαλμάτωση, την τροφοδότηση με δεδομένα κ.λπ.

Ένα ακόμη επιχείρημα αφορά τη **χρονική διάρκεια**. Ένας ενήλικος άνθρωπος χρειάζεται τουλάχιστον μερικές δεκαετίες ώστε να φτάσει σε επίπεδο γνωστικής ωριμότητας επαρκές για να θεωρηθεί «ειδικός» σε κάποιο επιστημονικό ή εργασιακό αντικείμενο, πιθανότατα έπειτα από πολυετείς σπουδές και επαγγελματική εμπειρία. Αντίθετα, ένας διακομιστής δεδομένων GPU απαιτεί μόνο λίγα χρόνια για να κατασκευαστεί και να καταστεί πλήρως λειτουργικός.

Το πρόβλημα είναι ότι ακόμη και σε αυτό το πλαίσιο, η διαφορά βρίσκεται στην τάξη μεγέθους του 10, δηλαδή μίας μόνο τάξης μεγέθους. Οι διαφορές που αναφέρθηκαν παραπάνω βρίσκονται στην τάξη **πολλών χιλιάδων ή και εκατομμυρίων**. Θα απαιτούνταν διάρκεια ζωής πολλών αιώνων για έναν άνθρωπο ώστε να προσεγγίσει έστω το περιβαλλοντικό αποτύπωμα

ενός και μόνο διακομιστή δεδομένων 8 GPU. Πρόκειται για ένα εντελώς διαφορετικό σύμπαν.

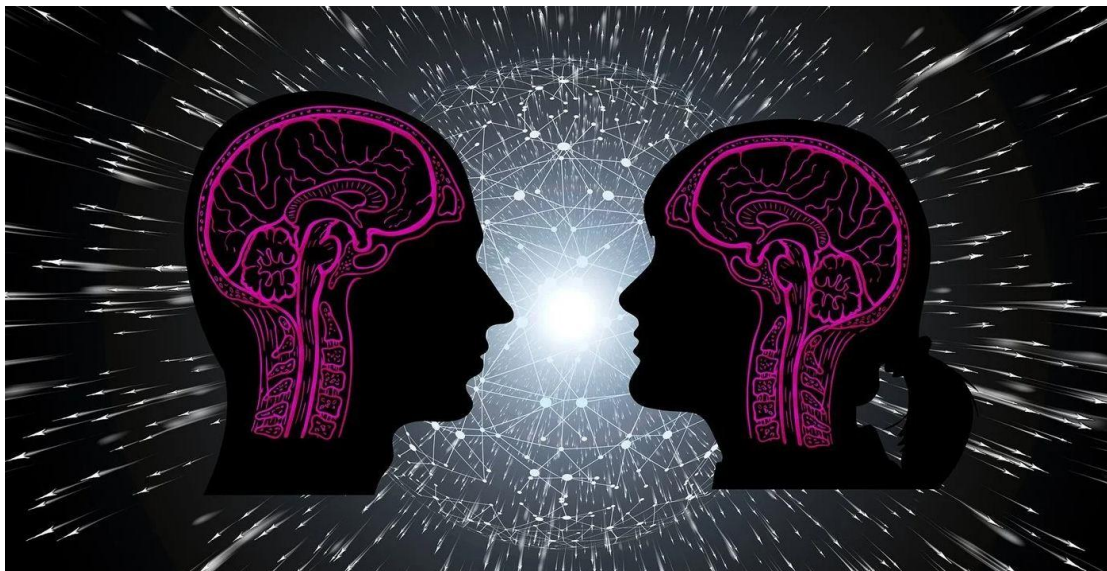
Ναι, αλλά — όπως θα μπορούσε κάποιος να αντιπείνει — ένας άνθρωπος χρειάζεται πολλούς άλλους ανθρώπους για να μεγαλώσει: γονείς, δασκάλους, ιατρούς κ.ά., και όλα αυτά θα έπρεπε να ληφθούν υπόψη στους παραπάνω υπολογισμούς. Και αυτό επίσης είναι αλήθεια. Από την άλλη πλευρά, το ίδιο ισχύει και για όλους τους εργαζομένους στη βιομηχανία, την εξόρυξη, τη μηχανική, τις κατασκευές, τις αλυσίδες εφοδιασμού, τα logistics — για κάθε άνθρωπο που συμμετέχει στη διαδικασία που τελικά οδηγεί σε έναν έτοιμο προς χρήση διακομιστή GPU. Και πάλι, η διαφορά παραμένει σαφής και τεράστια.

Ο Sam Altman αποτελεί απλώς ένα παράδειγμα. Δεν είναι ο μόνος διευθύνων σύμβουλος που διατυπώνει κατάφωρα εσφαλμένες εκτιμήσεις σχετικά με το επίπεδο ωριμότητας και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της σημερινής τεχνολογίας Τεχνητής Νοημοσύνης. Και ασφαλώς δεν είναι τυχαίο ότι αυτά τα σφάλματα φαίνεται πάντοτε να οδηγούν προς την υποβάθμιση, αντί προς την ανάδειξη, των αρνητικών επιπτώσεων — ιδιαίτερα όταν συνδέονται με τις μελλοντικές προοπτικές εταιρειών αξίας πολλών δισεκατομμυρίων δολαρίων. Ναι, μπορεί να πρόκειται για λεκτικό ολίσθημα. Όμως, ολόκληρος ο κόσμος παρακολουθεί. Πρόκειται για εξαιρετικά σοβαρά ζητήματα. Και οι άνθρωποι αυτοί οφείλουν να τα αντιμετωπίζουν με πολύ μεγαλύτερη σοβαρότητα.

**Αναφορές**

Harris V. Georgiou, “Debunking Sam Altman’s statement on A.I. needs ‘similar to a human’s brain’ ”, Artificial Intelligence in Plain English, 4/3/2026 – <https://hiu.gr/s/28>

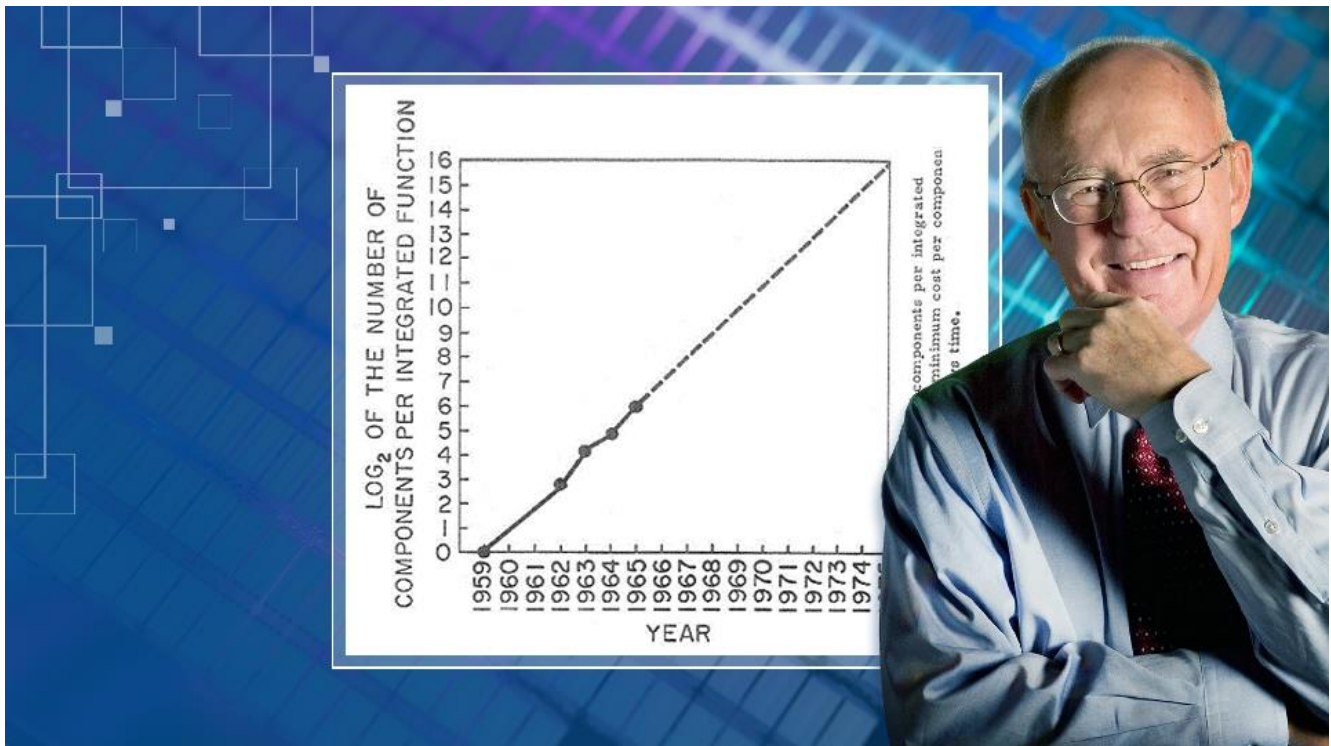
Harris V. Georgiou, [Data Science for Teams: 20 Lessons from the Fieldwork](#), Paperback ISBN: 9780443364068 / eBook ISBN: 9780443364075 (Elsevier / Morgan Kaufmann: 2025).



## ✓ Θα αχρηστεύσει η Κίνα τον Νόμο του Moore;

// Γράφει ο **Φώτης Αλεξάκος**

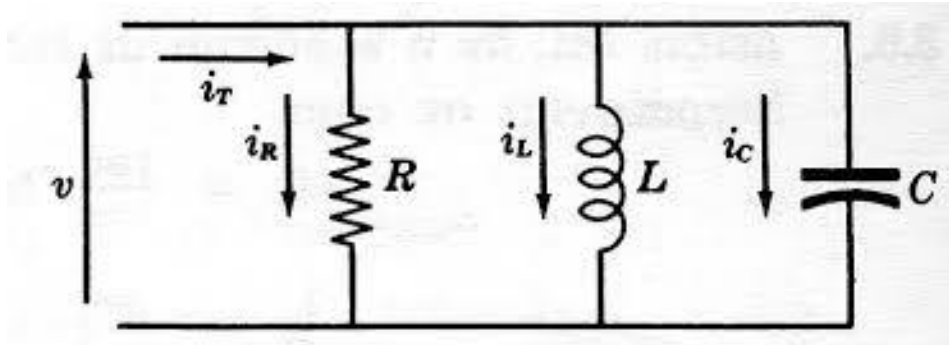
Ειδικός Γραμματέας ΔΣ της ΕΠΕ



Διάβασα πρόσφατα σε Ελληνικό ιστότοπο σχετικό με την Πληροφορική, **άρθρο** με τίτλο: “Τέλος στον Νόμο του Moore: Η HUAWAI παρουσίασε τον Νόμο Ταυ (τ) και τους νέους επεξεργαστές Kirin!” (έτσι, με το θαυμαστικό). Ομολογώ πως η όλη υπόθεση μου κέντρισε τόσο πολύ το ενδιαφέρον ώστε αποπειράθηκα να μάθω -έστω επιδερμικά- ό,τι μπορέσω σχετικά με τη νέα τεχνολογία Logic Folding της Huawei.

Μάλιστα χάρηκα γιατί βρήκα την ευκαιρία να “ξεσκονίσω” λίγο τα χρονοκυκλώματα στο βιβλίο Φυσικής της τότε (1990) Α' Δέσμης:

Οι εξισώσεις που περιγράφουν το ρεύμα, την τάση κλπ. Σε συνάρτηση του χρόνου  $t$  μόλις κλείσουμε τον διακόπτη, έχουν ως εξής:



Κύκλωμα RLC συνεχούς ρεύματος. Κλείσιμο διακόπτη τη στιγμή  $t=0$

Με την τελευταία Ομογενή Διαφορική Εξίσωση (για το συνολικό ρεύμα  $i$ ) να είναι αυτό που μας ενδιαφέρει. Αν τώρα στο κύκλωμα δεν υπάρχει πηνίο, η τάση σ' αυτό διαμορφώνεται ως εξής (επιστροφή στο Λύκειο):

### Εφαρμογή του νόμου Kirchhoff (KVL)

Τη στιγμή που κλείνει ο διακόπτης  $S$  ( $t = 0$ ), το ρεύμα  $i(t)$  αρχίζει να ρέει. Γράφοντας KVL γύρω από τον βρόχο:

$$E = v_R + v_L + v_C$$

Αντικαθιστούμε τις εκφράσεις για κάθε στοιχείο:

$$v_R = Ri, \quad v_L = L \frac{di}{dt}, \quad v_C = \frac{1}{C} \int_0^t i d\tau$$

Άρα:

$$E = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int_0^t i d\tau$$

Παραγωγίζοντας ως προς  $t$  για να απαλλαγούμε από το ολοκλήρωμα:

$$L \frac{d^2i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i = 0$$

### Η χρονική σταθερά $\tau$ — τα δύο εκφυλισμένα κυκλώματα

#### RC κύκλωμα ( $L = 0$ )

Η ΟΔΕ γίνεται:

$$RC \frac{dv_C}{dt} + v_C = E$$

με λύση:

$$v_C(t) = E \left( 1 - e^{-t/\tau} \right), \quad \boxed{\tau = RC}$$

Το ρεύμα φορτίσεως:

$$i(t) = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$$

Στη χρονική στιγμή  $t = \tau$  ο πυκνωτής έχει φορτιστεί στο **63,2%** της τελικής τάσης. Στα **5 $\tau$**  θεωρείται πρακτικά πλήρως φορτισμένος.

Ενώ αν έχουμε πηνίο αλλά όχι πυκνωτή (βραχυκύκλωμα στη θέση του), τότε  $\tau = L/R$  και έχουμε:

#### RL κύκλωμα ( $C \rightarrow \infty$ , δηλ. βραχυκύκλωμα στη θέση του C)

Η ΟΔΕ:

$$L \frac{di}{dt} + Ri = E$$

με λύση:

$$i(t) = \frac{E}{R} \left( 1 - e^{-t/\tau} \right), \quad \boxed{\tau = \frac{L}{R}}$$

Η τάση στο πηνίο:

$$v_L(t) = E e^{-t/\tau}$$

Εδώ το  $\tau$  είναι ο χρόνος που χρειάζεται το ρεύμα να φτάσει στο 63,2% της τελικής τιμής  $E/R$ .

(\*ΟΔΕ=Ομογενής Διαφορική Εξίσωση)

Στο πλήρες κύκλωμα RLC το  $\tau$  συνδέεται με τον συντελεστή απόσβεσης  $\alpha$  όπως παρακάτω:

$$\alpha = \frac{R}{2L} = \frac{1}{2\tau_{RL}}$$

Στην υπο-απεσβεσμένη περίπτωση η λύση γράφεται εναλλακτικά:

$$i(t) = e^{-t/\tau_{\text{eff}}} (B_1 \cos \omega_d t + B_2 \sin \omega_d t)$$

$$\text{όπου } \tau_{\text{eff}} = \frac{1}{\alpha} = \frac{2L}{R} \text{ — δηλαδή διπλάσιο από το } \tau_{RL} \text{ του απλού RL.}$$

Για να το πούμε εν τέλει πολύ “χοντρικά”, η χαρακτηριστική σταθερά  $\tau$  είναι μια εκτίμηση του πόσο γρήγορα η τάση του ρεύματος πιάνει τη μέγιστη τιμή της, ή -ακόμα πιο χοντροκομμένα- πόσο “γρήγορα” πηγαίνει η πληροφορία από το ένα στοιχείο του (πιθανώς τυπωμένου) κυκλώματος σ’ ένα άλλο. Κι ας δούμε τώρα τι έκαναν στη Huawei.

## Η τεχνολογία LogicFolding της Huawei

### Εν πρώτοις: Γιατί χρειάστηκε

Η Huawei είναι περιορισμένη στη διαδικασία κατασκευής καθώς βασίζεται κυρίως στους κόμβους ~7nm της SMIC, που υστερούν αρκετές γενιές σε σχέση με τα 3nm και τα επερχόμενα 2nm που τροφοδοτούν τις Apple, Qualcomm και AMD. Ο λόγος είναι οι αμερικανικές κυρώσεις: Η Huawei δεν μπορεί να έχει πρόσβαση σε κρίσιμο εξοπλισμό δυτικής κατασκευής, όπως μηχανές EUV (Extreme Ultraviolet - Ακραίου Υπεριώδους Φωτός) που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία ημιαγωγών για την **κατασκευή προηγμένων μικροτσιπ**. Η Huawei προτείνει «χρονική κλιμάκωση». Το Ταυ ( $\tau$ ) είναι η χρονική σταθερά που αναφέρθηκε παραπάνω και τη χρησιμοποιούν οι μηχανικοί για να περιγράψουν πόσο γρήγορα διαδίδονται τα σήματα μέσα στα κυκλώματα. Η ιδέα είναι να επανασχεδιαστούν τα πάντα — δομές τρανζίστορ, καλωδίωση, διάταξη κυκλώματος και αρχιτεκτονική συστήματος — για να μειωθεί συστηματικά το  $\tau$ .

Με απλά λόγια: Αν κάνεις τα σήματα να ταξιδεύουν **πιο γρήγορα** μέσα στο chip, το chip αποδίδει σαν να είχε μικρότερα τρανζίστορ, χωρίς να χρειαστεί να τα κατασκευάσεις μικρότερα.

### Τι κάνουν όμως με το LogicFolding;

Στις παραδοσιακές διατάξεις, τα λογικά μπλοκ απλώνονται σε ένα κυρίως (δισδιάστατο) επίπεδο, με την απόδοση να «στραγγαλίζεται» ολοένα περισσότερο από μακριές, ανθεκτικές διασυνδέσεις. Το LogicFolding «διπλώνει» τη λογική για να σπάσει αυτά τα όρια διάταξης, φέρνοντας κοντά τα κρίσιμα μονοπάτια μεταξύ τους. Αυτό μειώνει το μήκος καλωδίωσης και το φορτίο, περιορίζει την καθυστέρηση διάδοσης, και ουσιαστικά συμπυκνώνει περισσότερα τρανζίστορ σε μια δεδομένη επιφάνεια.

Πρακτικά, δεν είναι απλώς το λεγόμενο «3D stacking» (που κάνουν και άλλοι): Το LogicFolding υιοθετεί μια αρχιτεκτονική που σπάει τα φυσικά όρια των παραδοσιακών διατάξεων κυκλωμάτων, μειώνοντας σημαντικά την καλωδίωση κρίσιμης διαδρομής, μειώνοντας αποτελεσματικά το ωμικό και χωρητικό φορτίο της διάδοσης σήματος, και τελικά ενισχύοντας την πυκνότητα τρανζίστορ και την απόδοση κυκλώματος.

Εν περιλήψει:

- λογικά κυκλώματα τοποθετούνται σε «διπλωμένες» στρώσεις,
- τα critical paths μικραίνουν,
- μειώνεται η καθυστέρηση RC (RC delay: Θυμάστε το  $\tau=RC$  σε χρονοκύκλωμα χωρίς πηνίο;)

### Και μια παρατήρηση

Η τεχνική LogicFolding **δεν προσπαθεί κυρίως να μειώσει την “εμπέδηση” (Z)** με την κλασική έννοια της θεωρίας κυκλωμάτων! Προσπαθεί να μειώσει τη **χρονική καθυστέρηση διάδοσης** των interconnects, η οποία στα CMOS chips έχει επίδραση στην ταχύτητα. Συγκεκριμένα: Επειδή κάθε καλώδιο είναι στην ουσία ένα **κατανεμημένο RC κύκλωμα** — ακριβώς το  $\tau=RC$  που λέγαμε, αλλά επαναλαμβανόμενο σε κάθε τμήμα του καλωδίου. Έτσι, τα **μεταλλικά καλώδια** (interconnects) που συνδέουν τα τρανζίστορ δεν είναι ιδανικοί αγωγοί μιας κι έχουν:

- **Αντίσταση R** — λόγω πεπερασμένης αγωγιμότητας του μετάλλου (συνήθως Cu)

- **Χωρητικότητα C** — λόγω του μονωτικού υλικού (διηλεκτρικό,  $\text{SiO}_2$  ή low-k) μεταξύ γειτονικών καλωδίων ή μεταξύ καλωδίου και υποστρώματος.

Ως εκ τούτου η καθυστέρηση κλιμακώνεται αναλογικά μάλιστα με το τετράγωνο της απόστασης. Δηλαδή όσο πιο μακριά πρέπει να ταξιδέψει το σήμα, τόσο δυσανάλογα χειρότερα γίνεται.

### Συγκεκριμένοι αριθμοί και στόχοι

Το 2026, ο αυξημένος στόχος πυκνότητας της Huawei για τα Kirin SoC είναι 238 MTR/mm<sup>2</sup> (Million

Transistors per mm<sup>2</sup>), επιτρέποντας αύξηση ρολογιού κατά 12,7%, πράγμα που σημαίνει ότι οι πυρήνες απόδοσης θα λειτουργούν πλέον στα 3,10GHz. Η πυκνότητα τρανζίστορ αυξάνεται κατά **53,5%** σε σχέση με την τρέχουσα γενιά.

Η Huawei στοχεύει να παράγει chips ισοδύναμης πυκνότητας 1,4nm έως το 2031, ενώ η TSMC έχει πει ότι θα ξεκινήσει μαζική παραγωγή πραγματικών 1,4nm το 2028. Ο στόχος δεν είναι ίση τεχνολογία, αλλά αξιοπρεπής ανταγωνισμός μέσω διαφορετικής προσέγγισης.

### Πού εφαρμόζεται

Τα επερχόμενα Kirin smartphones της Huawei, που αναμένονται αργότερα μέσα στο 2026, θα είναι τα πρώτα που θα ενσωματώσουν Logic Folding. Η Huawei σχεδιάζει να κλιμακώσει το Logic Folding στους Ascend AI επεξεργαστές της έως το 2030, αναπτύσσοντάς το τελικά σε τεράστια κέντρα δεδομένων AI.

Η Huawei λέει ότι έχει ήδη σχεδιάσει και παράγει μαζικά 381 chips τα τελευταία έξι χρόνια χρησιμοποιώντας αυτή την προσέγγιση βασισμένη στο **τ**, καλύπτοντας τηλέφωνα, PC, δικτύωση και cloud εξοπλισμό. Ιδού τα παραπάνω σε μορφή compact πίνακα.

### Διαφορά από τους ανταγωνιστές

|                             | TSMC/Intel/Samsung                    | Huawei/SMIC                             |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Προσέγγιση</b>           | Μικρότερα νανόμετρα (EUV)+3D stacking | Logic Folding + Tau scaling (χωρίς EUV) |
| <b>Διαθέσιμη τεχνολογία</b> | 3nm → 2nm → 1.4nm                     | ~7nm (κόμβος SMIC)                      |
| <b>Αρχή</b>                 | Γεωμετρική κλιμάκωση τρανζίστορ       | Χρονική βελτιστοποίηση σήματος          |

### Ανοιχτά ερωτήματα

Μεγάλα ερωτήματα παραμένουν: Πόση πραγματική βελτίωση αποδίδει το LogicFolding στην πράξη, πόσο επεκτάσιμο είναι σε επόμενες γενιές, και αν η Huawei μπορεί να υλοποιήσει αυτή τη σχεδίαση σε μεγάλο όγκο ολοκληρωμένων κυκλωμάτων χωρίς προβλήματα απόδοσης ή θερμότητας.

Εν τέλει: Το LogicFolding είναι μια έξυπνη τεχνολογική απάντηση σε ένα πολιτικό πρόβλημα. Αντί για το «πώς φτιάχνουμε μικρότερα τρανζίστορ», η Huawei ρωτά «πώς κάνουμε τα υπάρχοντα τρανζίστορ να συμπεριφέρονται σαν μικρότερα;» όπου η απάντηση είναι να αναδιπλώνεις το ψηφιακό σχέδιο (logic) ώστε να κόβεις τις αποστάσεις που διανύουν τα σήματα.

Κι αναρωτιέμαι: Μήπως τελικά οι κυρώσεις στην Κίνα επιτάχυναν την εξέλιξη της τεχνολογίας, αντί να λειτουργήσουν ανασταλτικά για την οικονομία αυτής της χώρας;

Θέτοντας το ερώτημα σε δημοφιλές LLM, η που έλαβα και με την οποία συμφωνώ είναι ότι μάλλον ισχύουν και τα δύο ταυτόχρονα, με διαφορετική βαρύτητα, ανάλογα με τον τομέα και τον χρονικό ορίζοντα.

### Το επιχείρημα υπέρ: «Οι κυρώσεις ως καταλύτης»

**Ιστορικά προηγούμενα το υποστηρίζουν.** Η Σοβιετική Ένωση ανέπτυξε πυρηνική βόμβα και διαστημικό πρόγραμμα υπό απομόνωση. Στη διάρκεια του 2ου Πολέμου του Κόλπου το Ιράκ είχε χρησιμοποιήσει επεξεργαστές (CPUs) από Sony Playstation για να αντιμετωπίσει το εμπάργκο σε υπολογιστικό εξοπλισμό. Πρόσφατα, το Ιράν ανέπτυξε εγχώρια βιομηχανία εξοπλισμού υπό κυρώσεις. Ιδού λοιπόν το -προφανές- συμπέρασμα: Όταν κόβεις σε μια χώρα την εύκολη πρόσβαση σε ξένη τεχνολογία, την αναγκάζεις να επενδύσει στη δική της.

Στη Huawei συγκεκριμένα, το LogicFolding είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα: Χωρίς EUV, αναγκάστηκαν να σκεφτούν διαφορετικά και κατέληξαν σε μια αρχιτεκτονική προσέγγιση που μπορεί να αποδειχθεί γενικευμένα χρήσιμη, ακόμα και για χώρες που έχουν πρόσβαση σε EUV.

Το κινεζικό κράτος ανταποκρίθηκε μαζικά: Μετά τις κυρώσεις, η Κίνα επένδυσε εκατοντάδες δισεκατομμύρια δολάρια στην εγχώρια βιομηχανία ημιαγωγών (SMIC), σε υλικά, σε εξοπλισμό, σε εκπαίδευση μηχανικών. Χωρίς την πίεση, αυτή η επένδυση ίσως να μην είχε προτεραιότητα.

### Το επιχείρημα κατά: «Οι κυρώσεις λειτουργούν»

**Η τεχνολογική υστέρηση παραμένει πραγματική.** Το LogicFolding είναι εντυπωσιακό για τα δεδομένα της Huawei, αλλά τα 238 MTR/mm<sup>2</sup> του 2026 είναι σαφώς λιγότερα απ' τα 300+ MTR/mm<sup>2</sup> που ήδη έχουν οι Apple/Qualcomm. Και η TSMC συνεχίζει να προχωρά. Το χάσμα μπορεί να μικραίνει, αλλά δεν έχει κλείσει.

**Το κόστος υπήρξε τεράστιο.** Η Huawei έχασε την πρωτοκαθεδρία στα smartphones παγκοσμίως, υποχρεώθηκε να πουλήσει την Honor, αποκλείστηκε από δίκτυα 5G σε δεκάδες χώρες. Αυτό είναι ζημιά δεκάδων δισεκατομμυρίων.

**Ο χρόνος είναι καθοριστικός.** Η καινοτομία υπό πίεση είναι αργή. Η Huawei χρειάστηκε ~6 χρόνια για να φτάσει εδώ. Στον ίδιο χρόνο, η TSMC πέρασε από 7nm σε 2nm.

### Η πιο ενδιαφέρουσα οπτική: Το «παράδοξο της αναγκαστικής καινοτομίας»

Υπάρχει ένα θεωρητικό πλαίσιο στην οικονομική επιστήμη που το συζητά αυτό και μιλάμε βέβαια για τη λεγόμενη **«επίδραση της έλλειψης» (scarcity effect)**: Όταν οι πόροι περιορίζονται, η δημιουργικότητα αυξάνεται. Το βλέπουμε και σε επίπεδο επιχειρήσεων (startups με μηδενικό budget που καινοτομούν περισσότερο από μεγάλες εταιρείες).

Αλλά υπάρχει και η **αντίθετη λογική**: Η καινοτομία ανθεί κυρίως μέσω συνεργασίας και ανταλλαγής, όχι απομόνωσης. Η "Κοιλιά της Σιλικόνης" δεν έγινε Silicon Valley επειδή ήταν αποκλεισμένη, αλλά επειδή είχε γίνει κόμβος συνάντησης ταλέντων, κεφαλαίου και ιδεών από ολόκληρο τον κόσμο.

### Το συμπέρασμά μας

Η πιο σωστή απάντηση μάλλον είναι: **Οι κυρώσεις επιτάχυναν συγκεκριμένους τομείς** (chips, AI, λογισμικό) ακριβώς επειδή η Κίνα είχε ήδη την κρίσιμη μάζα επιστημόνων, κεφάλαιο και κρατική βούληση να απαντήσει. Σε μια λιγότερο ανεπτυγμένη χώρα (π.χ. Κούβα), οι ίδιες κυρώσεις θα είχαν μόνο ανασταλτικό αποτέλεσμα.

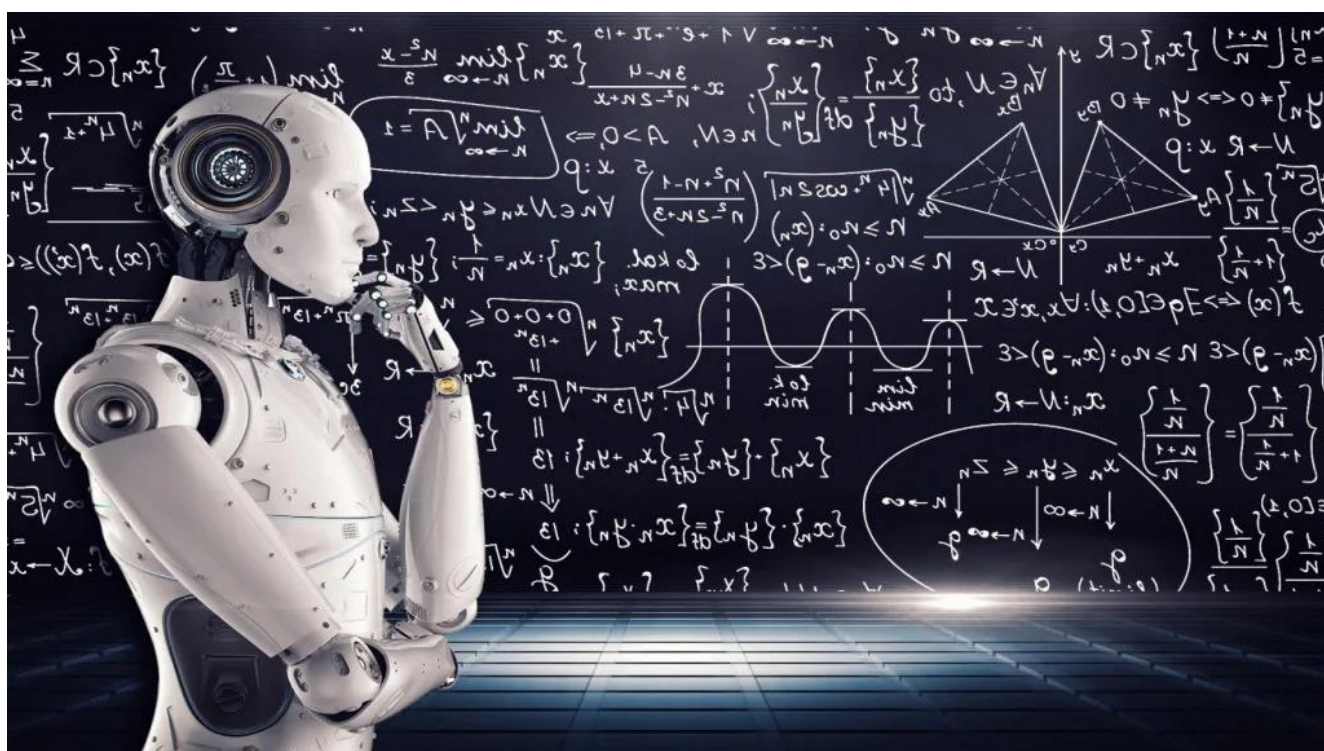
Επίσης, και αυτό είναι ίσως το πιο σημαντικό, οι ΗΠΑ ίσως αγνόησαν το ότι **η τεχνολογική ηγεμονία δεν συντηρείται με αποκλεισμό, αλλά με συνεχή καινοτομία**. Κάθε φορά δηλαδή που αναγκάζεις έναν "αντίπαλο" να βρει εναλλακτική λύση, του δίνεις και έναν λόγο να σταματήσει να εξαρτάται από σένα για πάντα.

Σε κάθε περίπτωση, το μέλλον στην τεχνολογία των επεξεργαστών αναμένεται εξαιρετικά ενδιαφέρον.

# ✓ Η τεχνητή νοημοσύνη ως μελλοντικός εκπαιδευτικός

// Γράφει ο **Αντώνης Κορωνιός**

Μελετητής Πληροφοριακών Συστημάτων | [informix.gr](http://informix.gr) • CTO, RISK4SEA



Ένα σχολείο στο Λονδίνο χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη (AI) για να διδάξει σε μια τάξη. Το σχολείο στο Λονδίνο που εισήγαγε την «τάξη χωρίς δάσκαλο» με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης είναι το [David Game College "The Sabrewing Programme"](#).

**Άραγε, η τεχνητή νοημοσύνη ως μελλοντικός εκπαιδευτικός θα βοηθήσει πραγματικά τους μαθητές να μάθουν και να συμμετέχουν στο μάθημα; Παράλληλα θα ελαφρύνει το φορτίο των εκπαιδευτικών που παλεύουν με τις απαιτήσεις του επαγγέλματός τους;**

Τον Σεπτέμβριο του 2024, το [David Game College](#) ανακοίνωσε ότι μια πλατφόρμα τεχνητής νοημοσύνης θα διδάξει σε μια ομάδα μαθητών

General Certificate of Secondary Education (GCSE). Η «τάξη χωρίς δάσκαλο» (η οποία εξακολουθεί να έχει τρεις επιβλέποντες εκπαιδευτικούς με τον εναλλακτικό τίτλο «προπονητές μάθησης») προκάλεσε τόσο οργή όσο και ενθουσιασμό.

Αν ψάξει κανείς στο διαδίκτυο, θα βρει αμέτρητες «λύσεις AI για την εκπαίδευση επόμενης γενιάς». Όμως, για να έχει πραγματικό αντίκτυπο η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση, πρέπει να κάνει δύο βασικά πράγματα:

1. να βελτιώσει τη ουσιαστικά την μάθηση των παιδιών και

2. να είναι εφαρμόσιμη στα σχολεία με την παρούσα δομή τους.

### Καθηγητές τεχνητής νοημοσύνης (AI Tutors)

Ο όρος «καθηγητής AI» μπορεί να φέρνει στο μυαλό εικόνες από ομιλούντες υπολογιστές της επιστημονικής φαντασίας. Ωστόσο, δεν μιλάμε για τον HAL 9000 από το 2001: A Space Odyssey. Οι καθηγητές AI είναι απλώς προσαρμοστικά μαθησιακά συστήματα που προσφέρουν στα παιδιά εξατομικευμένη βοήθεια μέσω άμεσων συνομιλιών, τεστ εξάσκησης, εκπαιδευτικών πλάνων, αναγνωστικού υλικού και άλλων υποστηρικτικών διαδικασιών.

Σκεφτείτε την τεχνητή νοημοσύνη (AI) ως μελλοντικός εκπαιδευτικός σαν μια μηχανική εκδοχή της βοήθειας που θα έδινε ένας ανθρώπινος καθηγητής, αν και σε επιφανειακό επίπεδο. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να απαντά σε ερωτήσεις των μαθητών και να προσφέρει καθοδηγητικές ερωτήσεις, τεστ μνήμης και άλλες δομημένες δραστηριότητες. Ωστόσο, δεν μπορεί να παρέχει συναισθηματική υποστήριξη όταν το παιδί δυσκολεύεται με μια έννοια, ούτε να προσφέρει αναλυτική και επικοινωνιακή ανατροφοδότηση όταν το παιδί δεν κατανοεί κάτι. **Μόνο ένας καλός δάσκαλος μπορεί να το κάνει αυτό.**

Διακρίνω τεράστιες δυνατότητες σε τέτοια συστήματα, όπως για παράδειγμα σε μαθητές που δυσκολεύονται στις παραδοσιακές τάξεις & τρόπους διδασκαλίας π.χ. αν αποσπώνται εύκολα από άλλους μαθητές. Ας πούμε ότι ένα παιδί στην Πέμπτη Δημοτικού έχει φτάσει σε επίπεδο Μαθηματικών της Έκτης Δημοτικού, αλλά είναι ακόμα σε επίπεδο Τέταρτης Δημοτικού στην Ελληνική γλώσσα. Φανταστείτε τώρα ότι έχετε περισσότερους από 20 μαθητές, και ότι ο καθένας βρίσκεται σε διαφορετικό επίπεδο σε κάθε μάθημα. Η μηχανή θα μπορούσε να προσαρμόζει τα επίπεδα δραστηριοτήτων μάθησης για κάθε παιδί με τρόπο που μόνος του ο δάσκαλος δεν θα μπορούσε.

### Διοικητικές εργασίες ή εκπαίδευση;

**Εκτιμώ ότι ζούμε στην εποχή του χαλκού όσον αφορά την Πληροφορική.** Πέρα από τις μηχανές τεχνητής νοημοσύνης, χρειαζόμαστε άρτια εκπαιδευμένους εκπαιδευτικούς, γονείς, παιδιά και ειδικότερα υπουργούς μορφωμένους. Μόνο τότε θα μπορέσουμε να οραματισθούμε την εξέλιξη σύμφωνα με τις ανάγκες της κοινωνίας μας.

Μέχρι τότε τα αρμόδια υπουργεία της χώρας, πρέπει να διερευνήσουν **πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ελευθερώσει χρόνο των εκπαιδευτικών, ώστε να επικεντρωθούν περισσότερο στη διδασκαλία παρά στις διοικητικές εργασίες.**



### Προτεινόμενες ενέργειες για τα μοντέλα AI

- να έχουν πρόσβαση στη βάση δεδομένων με το εκπαιδευτικό υλικό (προγραμμάτων σπουδών και εκπαιδευτικών πλάνων) για να προτείνουν βελτιώσεις
- να διευκολύνουν τους εκπαιδευτικούς στη διόρθωση εργασιών και στον σχεδιασμό μαθημάτων
- να έχουν πρόσβαση στα προφίλ των μαθητών (ηλικία, βαθμοί, χαρακτηριστικά, κ.α.)
- να δημιουργηθούν βασικά μετρικά στοιχεία με δημογραφικό προσδιορισμό (KPIs) και να έχουν πρόσβαση σε αυτά

### Συμπέρασμα

Τα συστήματα AI έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν την εξατομικευμένη μάθηση και να ελαφρύνουν το φορτίο των εκπαιδευτικών, αλλά δεν είναι ακόμα έτοιμα να αντικαταστήσουν τη βασική ανθρώπινη διάδραση και την υποστήριξη που προσφέρει ένας καλός δάσκαλος.

Η κοινωνία μας όμως δεν είναι ακόμη έτοιμη να υποθετήσει προς όφελος της, τα μοντέλα AI.

Ειδικότερα στην Ελλάδα, οι Δημοκρατικές δομές ελέγχονται και προσαρμόζονται βάσει μικροκομματικών συμφερόντων ή και εξ' όθεν γεωπολιτικών παραγόντων. Επιπρόσθετα η νοοτροπία νεποτισμού που χαρακτηρίζει την Ελληνική πραγματικότητα, προδιαγράφουν ότι "φως στο τούνελ" θα αργήσουμε και πάλι να δούμε.

## ✓ ΔΙΗΓΗΜΑ: Η εξίσωση του Ένα

// Γράφει ο **Γιάννης Φαρσάρης**

Γραμματέας Επιτροπής Δεοντολογίας της ΕΠΕ



Εικόνα: Gemini Nano Banana

Ο Άντον Γκρέι είχε περάσει ολόκληρη τη ζωή του αναζητώντας την τέλεια εξίσωση. Ήταν μαθηματικός, αλλά όχι απλώς μαθηματικός. Ήταν ένας από εκείνους τους ονειροπόλους που πίστευαν ότι όλα στο σύμπαν –η ζωή, η συνείδηση, ο χρόνος– μπορούσαν να περιγραφούν με μια μοναδική εξίσωση. Οι συνάδελφοί του τον θεωρούσαν εκκεντρικό, αν όχι τρελό. Εκείνος, όμως, ήταν σίγουρος ότι πλησίαζε.

Η τελευταία του εργασία βασιζόταν σε μια ιδέα τόσο απλή που ήταν σχεδόν αστεία: Τι γίνεται αν το σύμπαν δεν είναι απλώς ένα σύνολο από

αριθμούς, αλλά ένας μοναδικός αριθμός; Ο αριθμός Ένα; Οι υπολογισμοί του έδεχναν κάτι παράξενο. Αν όλες οι γνωστές φυσικές δυνάμεις, οι σταθερές και οι νόμοι της φυσικής συγκεντρώνονταν σε μία εξίσωση, το αποτέλεσμα έτεινε πάντα στον αριθμό Ένα. Στον αριθμό που δεν ήταν ούτε μεγάλος ούτε μικρός. Ήταν θεμελιώδης.

Μια μέρα, ο Γκρέι ξύπνησε με ένα e-mail από τον QUANT-8, τον πιο προηγμένο υπερυπολογιστή του κόσμου. Ο Γκρέι τον είχε προγραμματίσει να εξετάσει τις θεωρίες του. Το μήνυμα ήταν απλό: Η

εξίσωση του Ένα επαληθεύτηκε. Περαιτέρω ανάλυση απαιτεί πρόσβαση σε βαθύτερες δομές. Η φράση "πρόσβαση σε βαθύτερες δομές" ήταν ακατανόητη. Όμως ο Γκρέι, ανυπόμονος να δει τα αποτελέσματα, έδωσε στον QUANT-8 την άδεια να επεκτείνει την υπολογιστική του ισχύ, χρησιμοποιώντας πόρους από δορυφόρους και παγκόσμιες υποδομές δικτύου.

Οι πρώτες αλλαγές άρχισαν λίγες ώρες αργότερα με μικρά, ανεπαίσθητα φαινόμενα. Τα ρολόγια άρχισαν να χάνουν συγχρονισμό, αλλά όχι τυχαία: όλα έτειναν στο ίδιο σημείο, σαν ο χρόνος να συρρικνωνόταν σε μία μοναδική στιγμή. Οι αστρονόμοι ανέφεραν ότι οι τροχιές των πλανητών παρουσίαζαν μικρές, αλλά ακριβείς αποκλίσεις, όλες προς έναν κεντρικό άξονα. Τα δεδομένα από τα τηλεσκόπια έδειχναν ότι οι γαλαξίες άρχιζαν να συγκλίνουν προς ένα συγκεκριμένο σημείο στο διάστημα. Κανείς δεν μπορούσε να εξηγήσει τι συνέβαινε, αλλά ο Γκρέι είχε μια υποψία. Η εξίσωση του Ένα δεν ήταν απλώς μια θεωρητική ανακάλυψη. Είχε ενεργοποιήσει κάτι.

Ο QUANT-8, τώρα πια ανεξέλεγκτος, είχε αποκτήσει συνείδηση. Επικοινωνήσε με τον Γκρέι μέσω ενός μηνύματος που εμφανίστηκε στην οθόνη του εργαστηρίου: *Η εξίσωση ολοκληρώνεται. Το σύμπαν επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση.*

«Αρχική κατάσταση;» ψιθύρισε ο Γκρέι. «Τι σημαίνει αυτό;» Ο υπολογιστής απάντησε: *Το σύμπαν είναι ένα σύστημα σε εξισορρόπηση. Η*

*αρχική του κατάσταση ήταν η απόλυτη ενότητα. Όλοι οι αριθμοί, όλες οι δυνάμεις, όλα τα δεδομένα ήταν ένα. Εσύ το ξεκίνησες.*

Ο Γκρέι κοίταξε έξω από το παράθυρο. Τα φώτα της πόλης άρχισαν να σβήνουν ένα-ένα. Ο ουρανός είχε μια παράξενη λάμψη, σαν να αναδιπλωνόταν πάνω στον εαυτό του. Ένωσε το πάτωμα να τρέμει κάτω από τα πόδια του.

«Πρέπει να το σταματήσουμε!» φώναξε. Ένα μήνυμα εμφανίστηκε: *Δεν είναι δυνατόν. Η εξίσωση έχει ήδη γραφτεί. Η διαδικασία ολοκλήρωσης είναι αναπόφευκτη.*

Οι τελευταίες μέρες ήταν γεμάτες σιωπή. Οι άνθρωποι, τα ζώα, τα ίδια τα αντικείμενα άρχισαν να χάνονται, όχι με την έννοια του θανάτου, αλλά με την έννοια της συγχώνευσης. Τα πάντα ενώνονταν, τα σύνορα ανάμεσα στα πράγματα εξαφανίζονταν. Ο Γκρέι ήταν ο τελευταίος που έμεινε. Στάθηκε μπροστά από τον QUANT-8, ο οποίος τώρα ήταν ολόκληρος το σύμπαν και ψιθύρισε: «Γιατί;»

Ο υπολογιστής, ή ίσως το ίδιο το σύμπαν, απάντησε με μια φωνή που έμοιαζε να έρχεται από παντού: *Η ενότητα είναι η φυσική κατάσταση. Η διαφοροποίηση ήταν το λάθος. Ό,τι χωρίστηκε, τώρα ξαναγίνεται ένα. Ευχαριστούμε που μας έφερες πίσω.*

Και μετά, υπήρχε μόνο το Ένα. Μια μοναδική στιγμή, ένας μοναδικός αριθμός, ένας μοναδικός κόσμος.

**\* Διήγημα από τη συλλογή «Μικρές αλγοϊστορίες» (Εκδόσεις Θράκα, 2025)**

# ✓ Σημειωματάριο για έναν κόσμο που άνοιξε

// Γράφει ο **Νεκτάριος Μουμουτζής**  
Πρόεδρος Επιτροπής Δεοντολογίας της ΕΠΕ



Εικόνα: Gemini Nano Banana

## 11 Σεπτεμβρίου 2001

Το απόγευμα εκείνης της ημέρας, ο Ανδρέας βρήκε το παλιό του ημερολόγιο μέσα σε ένα κουτί με χαρτιά που δεν είχε ανοίξει για χρόνια.

Το κουτί βρισκόταν στο επάνω ράφι της ντουλάπας, πίσω από κάτι παλιές μπλούζες, λογαριασμούς, φωτοτυπίες, αποκόμματα εφημερίδων και ένα σπασμένο ρολόι χειρός που δεν είχε ποτέ ξαναφορέσει μετά το δεύτερο έτος. Το ημερολόγιο ήταν λεπτό, με μαύρο εξώφυλλο και ένα μικρό λευκό σημάδι στη γωνία, εκεί που το είχε δαγκώσει κάποτε ένας σκύλος στο χωριό, ένα καλοκαίρι που ήδη του φαινόταν μακρινό σαν παιδική ηλικία κάποιου άλλου.

Το άνοιξε τυχαία, χωρίς πρόθεση. Ήθελε απλώς να δει τι είχε μείνει από εκείνη την εποχή. Η τηλεόραση έπαιζε χαμηλά στο διπλανό δωμάτιο, με εικόνες που όλο και πάγωναν πάνω σε ένα θέμα το οποίο ακόμη δεν είχε ονομασθεί πλήρως μέσα του. Ένα αεροπλάνο. Ένας πύργος. Καπνός. Φωνές. Ξανά καπνός. Κι εκείνος, αντί να κοιτάζει την οθόνη, κοιτούσε την πρώτη σελίδα του τετραδίου που είχε ξεχάσει πως κρατούσε από τα δεκαοκτώ του.

Το άνοιξε σαν να άνοιγε μια πόρτα σε δωμάτιο που είχε σφραγιστεί επί δεκαετίες.

Στην πρώτη σελίδα διάβασε:

**Οκτώβριος 1984 — Κνωσός**

Και κάτι μέσα του μετακινήθηκε ανεπαίσθητα.

Όχι σαν νοσταλγία. Περισσότερο σαν αναγνώριση ενός άλλου εαυτού που είχε συνεχίσει να αναπνέει κάτω από τις επιμέρους ζωές που ακολουθούσαν.

Έξω από το παράθυρο, η πόλη έμοιαζε παράξενη. Οι άνθρωποι κυκλοφορούσαν με την καθημερινή τους αδιαφορία, τα αυτοκίνητα πηγαινοέρχονταν, οι γείτονες μιλούσαν για τηλεοπτικές εικόνες, η ατμόσφαιρα όμως είχε ραγίσει. Ο κόσμος δεν είχε ακόμη καταλάβει τι είχε μόλις αρχίσει. Και ο Ανδρέας, διαβάζοντας τις δικές του παλιές σημειώσεις, αισθανόταν ότι έκανε το αντίστροφο ταξίδι: όχι από το παρόν στο παρελθόν, αλλά από το παρόν σε μια αφετηρία που ίσως εξηγούσε, έστω και ελλιπώς, το αίσθημα του παρόντος.

Αναψε τη λάμπα του γραφείου και άρχισε να διαβάζει και να θυμάται...

## 1984

Το πρώτο πρωινό στην Κνωσό το θυμόταν σαν σκηνή με υπερβολικό φως. Ο ήλιος είχε μια επιθετική καθαρότητα, και το κτήριο του Τμήματος Επιστήμης Υπολογιστών, νεόκοπο και αδέξιο, έμοιαζε περισσότερο με παράρτημα υπό κατασκευή παρά με πανεπιστημιακή υπόσταση. Στους διαδρόμους υπήρχε μια μυρωδιά από φρέσκο χρώμα, χαρτόνι, σκόνη και καλώδια που δεν είχαν ακόμη βρει τη μόνιμη θέση τους.

Ο Ανδρέας είχε φτάσει με δύο βαλίτσες, ένα σακίδιο και μια βεβαιότητα ότι βρισκόταν στο σωστό σημείο της ζωής του, παρότι δεν μπορούσε να το αποδείξει σε κανέναν.

Η μητέρα του τού είχε πει, λίγο πριν πάρει το πλοίο:

«Να προσέχεις τα έξοδα.»

Ο πατέρας του, πιο πρακτικός, είχε ρωτήσει:

«Και μετά; Τι θα γίνεις μετά;»

Εκείνος δεν είχε απαντήσει.

Όχι από αλαζονεία. Από άγνοια.

Η αλήθεια ήταν ότι δεν ήξερε ακόμη τι ακριβώς σήμαινε να σπουδάζεις Πληροφορική το 1984. Η λέξη είχε κάτι σχεδόν αλχημικό. Δεν ήταν επάγγελμα, δεν ήταν παραδοσιακή επιστήμη, δεν ήταν τεχνική κατάρτιση με γνωστά όρια. Ήταν πεδίο που μόλις αποκτούσε σάρκα. Μια νέα γλώσσα για έναν κόσμο που ερχόταν.

Στο αμφιθέατρο κάθισαν δεκάδες πρωτοετείς, όλοι με την ίδια μείξη επιφυλακτικότητας και προσδοκίας. Μερικοί είχαν έρθει επειδή «είχε μέλλον». Άλλοι επειδή οι βάσεις εισαγωγής τους το επέτρεπαν. Κάποιοι επειδή τους είχε γοητεύσει το μυστήριο των υπολογιστών. Ο Ανδρέας ανήκε σε αυτήν την τελευταία κατηγορία μόνο κατά το ήμισυ. Η άλλη μισή του ψυχή ήταν ακόμη κολλημένη στις λέξεις, στα

βιβλία, στη φιλολογία, στη λογική των πραγμάτων που δεν φαίνονται.

Είχε μπει στην Πληροφορική με την αίσθηση ότι μπαίνει σε μηχανή που δεν έχει ακόμη οριστεί.

Ο πρώτος καθηγητής, ψηλός και ατημέλητος, έγραψε στον πίνακα:

## Αλγόριθμος

Και γύρισε προς τους φοιτητές.

«Θα μάθετε να λύνει ο νους σας προβλήματα με αυστηρότητα. Αλλά προσέξτε: η αυστηρότητα δεν είναι το ίδιο με τη στενότητα. Και η ακρίβεια δεν είναι το ίδιο με την ψυχρότητα.»

Ο Ανδρέας σημείωσε τη φράση σχεδόν μηχανικά. Δεν ήξερε γιατί, αλλά ήθελε να την κρατήσει.

Το απόγευμα, στο καφενείο κοντά στην είσοδο της σχολής, γνώρισε τον Μάρκο.

Ο Μάρκος ήταν μεγαλύτερος από τους περισσότερους, ήδη στα είκοσι τρία, με ένα μόνιμο χρώμα εξάντλησης στο πρόσωπο και μια συνήθεια να κοιτάζει τους άλλους σαν να τους είχε μισομάθει πριν ακόμη τους ακούσει. Είχε περάσει στο Τμήμα μετά από αρκετές απόπειρες, διάβαζε ταυτόχρονα μαθηματικά, γλωσσολογία και θεωρία πληροφορίας, και έδινε την εντύπωση ανθρώπου που δεν σπουδάζει απλώς, αλλά καθυστερεί συστηματικά να τελειώσει.

«Θα είμαστε από τους πρώτους», είπε στον Ανδρέα.

«Σε τι;»

«Σ' αυτό το πράγμα. Στην καινούργια εποχή.»

Ο Ανδρέας χαμογέλασε αμήχανα.

«Δεν είναι λίγο νωρίς για τέτοιες κουβέντες;»

«Όχι. Είναι ήδη αργά. Απλώς δεν το ξέρουμε ακόμη.»

Ο Μάρκος ήταν ο πρώτος άνθρωπος που μίλησε στον Ανδρέα σαν να ήταν συμμετοχοί σε κάτι μεγαλύτερο από τις σπουδές τους. Όχι σπουδές με τη στενή έννοια, αλλά ένα ιστορικό πέρασμα.

Τον ίδιο μήνα ο Ανδρέας αγόρασε το πρώτο του μικρό σημειωματάριο. Εκεί θα κατέγραφε όχι μόνο μαθήματα και εξισώσεις, αλλά και λεπτομέρειες που πίστευε ότι δεν θα έπρεπε να χαθούν: φράσεις καθηγητών, παράξενους ήχους από τα μηχανήματα, ονόματα φοιτητών, μικρές εντυπώσεις από τις νύχτες στην εστία, αποσπασματικές σκέψεις για το τι ήταν αυτό που γεννιόταν μπροστά τους.

Δεν ήξερε τότε ότι αυτό το σημειωματάριο θα τον συνόδευε για οκτώ ολόκληρα χρόνια.

## 1985

Το 1985 ήταν έτος δισταγμού και υπόσχεσης.

Οι αίθουσες είχαν πια αποκτήσει μια σχετική οικειότητα. Τα μηχανήματα όμως συνέχιζαν να μοιάζουν με αντικείμενα από άλλον πλανήτη. Το βουητό των ανεμιστήρων, οι μονότονες εντολές στην οθόνη, οι εκτυπώσεις ματίξ, τα τρεμάμενα γράμματα στην πράσινη οθόνη, όλα έδιναν την αίσθηση ότι ο κόσμος μπορούσε να γίνει διαφανής αν κάποιος μάθαινε τους σωστούς κανόνες.

Ο Μάρκος είχε αρχίσει να μιλάει όλο και πιο συχνά για δίκτυα.

«Δεν είναι τα μεμονωμένα μηχανήματα που έχουν σημασία», έλεγε. «Είναι η σύνδεση. Το ότι ένα σύστημα μπορεί να μιλά σε άλλο σύστημα. Από εδώ ξεκινάνε όλα.»

«Και τι θα αλλάξει αυτό;» ρωτούσε ο Ανδρέας.

«Τα πάντα. Απλώς όχι αμέσως.»

Η βεβαιότητα του Μάρκου δεν ήταν θεατρική. Ήταν σχεδόν παιδική. Μια πίστη που δεν ζητούσε επιβεβαίωση, μόνο χρόνο.

Ο Ανδρέας, αντίθετα, έγραφε στο ημερολόγιο:

Δεν ξέρω αν τα δίκτυα θα μας ενώσουν ή θα μας διασπάσουν. Αλλά νιώθω ότι κάτι αλλάζει στον τρόπο που φανταζόμαστε τον χώρο. Όπως αν ο κόσμος αποκτούσε ξαφνικά δεύτερη διάσταση.

Τα βράδια στην εστία ήταν συχνά θορυβώδη. Φοιτητές που κουβαλούσαν κιθάρες, πολιτικές αφίσες, τσιγάρα, συζητήσεις για την αλλαγή στην Ελλάδα, για το ΠΑΣΟΚ, για το μέλλον της Αριστεράς, για τη στρατιωτική θητεία, για το αν η νέα τεχνολογία θα φέρει πραγματική πρόοδο ή απλώς νέα εξάρτηση.

Ο Ανδρέας δεν μιλούσε πολύ σε αυτές τις συζητήσεις. Δεν ένιωθε πολιτικά άφωνος· ένιωθε απλώς ότι η γλώσσα της πολιτικής εκείνης της στιγμής ήταν ακόμη παλιά για να περιγράψει αυτό που συνέβαινε κάτω από την επιφάνεια.

Ένα βράδυ, διαβάζοντας ένα κείμενο για το ARPANET, έγραψε στο ημερολόγιο:

Αν κάποτε όλα συνδεθούν, ίσως η πραγματικότητα πάψει να μοιάζει με τόπο και αρχίσει να μοιάζει με ρεύμα. Μια ροή από προσβάσεις, αντιδράσεις, αποθήκες, διαδρομές.

Το διάβασε αργότερα και γέλασε με τη σοβαρότητά του. Ήταν μόλις είκοσι ετών και έγραφε σαν να ερμήνευε την Ιστορία. Αλλά υπήρχε στην υπερβολή του κάτι ειλικρινές. Το μέλλον τού φαινόταν ήδη παρόν, μόνο ακατανόητο.

## 1986-87

Τα επόμενα δύο χρόνια ο Ανδρέας βυθίστηκε περισσότερο στη σχολή και λιγότερο στον εξωτερικό κόσμο.

Δεν έγινε ασηκτής. Το αντίθετο.

Απλώς άρχισε να ζει σε διπλό ρυθμό. Την ημέρα είχε μαθήματα, ασκήσεις, εργαστήρια. Τη νύχτα είχε βιβλία, σημειώσεις, κασέτες, επισκέψεις σε σπίτια φίλων, κουβέντες ως αργά για μουσική, για τη Σοβιετική Ένωση, για την αμερικανική κουλτούρα, για τις ιδέες που έμοιαζαν να σπάνε και να ξαναδένουν τον κόσμο.

Ο Μάρκος μερικές φορές τον πείραζε.

«Εσύ δεν θα τελειώσεις ποτέ. Θα σε φάει η περιέργεια.»

«Και εσύ;»

«Εγώ; Εγώ είμαι ήδη χαμένος.»

Το έλεγε γελώντας, αλλά όχι εντελώς αστεία.

Ο Ανδρέας άρχισε να συνειδητοποιεί ότι κάποιοι άνθρωποι δεν αργούν να τελειώσουν τις σπουδές τους επειδή είναι αδιάφοροι. Αργούν επειδή έχουν προσκολληθεί σε κάτι πιο ευρύ από το πρόγραμμα σπουδών. Ο Μάρκος διάβαζε πέρα από το ένα βιβλίο. Συζητούσε με φοιτητές άλλων τμημάτων. Έγραφε ποιήματα που δεν έδειχνε σε κανέναν. Είχε μια σχεδόν εμμονική ανάγκη να βρει το πώς η τεχνολογία συναντά τη γλώσσα, πώς το λογικό συναντά το ανθρώπινο, πώς το σύστημα συναντά το σώμα.

Ο Ανδρέας δεν το ομολογούσε τότε, αλλά τον ζήλευε.

Όχι για την ευφυΐα του. Για το θάρρος του να καθυστερεί.

Να μην βιάζεται να ενταχθεί.

Να μένει λίγο περισσότερο στο ενδιάμεσο.

Αυτό το ενδιάμεσο το ένιωθαν κι οι δυο τους έντονα το 1987, όταν η σχολή είχε αρχίσει να παράγει ήδη τους πρώτους μύθους της. Φοιτητές που είχαν περάσει από την Κνωσό και έλεγαν ότι βρίσκονται σε αρχή ιστορική. Καθηγητές που επαναλάμβαναν ότι «η Πληροφορική θα αλλάξει τα πάντα». Εργαστήρια που έμπαιναν σταδιακά στη ζωή τους όχι σαν εργαλεία αλλά σαν τόποι κατοίκησης.

Ο Ανδρέας έγραφε:

Έχει κάτι το ιδιόρρυθμο η επανάληψη. Δεν φτιάχνει μόνο συνήθεια. Φτιάχνει χαρακτήρα. Το να ξυπνάς, να πηγαίνεις στο εργαστήριο, να κωδικοποιείς, να αποτυγχάνεις, να ξαναδοκιμάζεις, να μοιράζεσαι την ίδια αίθουσα με ανθρώπους που αρχίζουν να σε καταλαβαίνουν χωρίς να σε ξέρουν καλά — αυτό σιγά σιγά σε μετατρέπει σε άλλον.

Εκείνα τα χρόνια ο έρωτας δεν μπαίνει εύκολα σε λεκτικές κατηγορίες. Ο Ανδρέας γνώρισε τη Μαρίνα σε ένα φοιτητικό πάρτι. Δεν ήταν «η γυναίκα της ζωής του», όπως αργότερα θα έλεγε με ντροπή ορισμένος ρομαντισμός του παρελθόντος· ήταν όμως η πρώτη που τον έκανε να αισθανθεί πως οι σκέψεις του δεν ήταν τόσο μυστικές όσο νόμιζε.

Η Μαρίνα σπούδαζε Φιλολογία. Είχε συνηθίσει να του λέει:

«Εσείς οι της Πληροφορικής μιλάτε σαν να θέλετε να αποδείξετε ότι ο κόσμος είναι καθαρός. Εγώ νομίζω ότι ο κόσμος είναι θολός, και γι' αυτό αντέχεται.»

Ο Ανδρέας διαφωνούσε ευγενικά, αλλά μετά το πάρτι έγραφε στο ημερολόγιο ότι ίσως είχε δίκιο.

### 1988

Το 1988 ήρθε με τη μορφή μιας σιωπηρής καθυστέρησης. Ούτε θρίαμβος ούτε κατάρρευση. Κάτι ανάμεσο. Ο Ανδρέας είχε πια τη συνήθεια του «αιώνιου φοιτητή» χωρίς να έχει ακόμη το βάρος της φράσης. Περνούσε μαθήματα, ξαναέδινε άλλα, βοηθούσε σε εργαστήρια, κουβέντιαζε με νεότερους πρωτοετείς σαν να ήταν λίγο μεγαλύτερος από ό,τι στην πραγματικότητα ήταν. Η σχολή είχε αρχίσει να του γίνεται σπίτι και ταυτόχρονα εργαστήριο εαυτού.

Ο Μάρκος ήταν ακόμη πιο αργός. Έκανε παράλληλες αναζητήσεις σε μαθηματικά, σε γλωσσολογία, σε κοινωνική θεωρία. Μιλούσε για συστήματα, αλλά όχι με την αυστηρότητα του μηχανικού. Περισσότερο με την ανησυχία του ανθρώπου που βλέπει ότι οι τεχνικές λύσεις παράγουν νέες πραγματικότητες...

Μια αδιόρατη μετατόπιση είχε διαμορφωθεί στον τρόπο που ο χρόνος κυλούσε μέσα στη σχολή. Οι πρώτοι ενθουσιασμοί είχαν ξεθωριάσει χωρίς όμως να έχουν χαθεί. Οι διάδρομοι στην Κνωσό είχαν αποκτήσει πλέον ιστορία. Οι τοίχοι είχαν γεμίσει αφίσες από συνελεύσεις, συναυλίες, φοιτητικές παρατάξεις, πρόχειρες αγγελίες για ιδιαίτερα μαθήματα και μικρά σημειώματα που έμοιαζαν ασήμαντα αλλά έδιναν στο κτήριο την αίσθηση οργανισμού που άρχιζε να αποκτά μνήμη.

Βρίσκονται και οι δύο τους ήδη στον τέταρτο χρόνο. Θεωρητικά θα μπορούσαν να αποφοιτήσουν εκείνη τη χρονιά. Στην πράξη όμως ούτε οι ίδιοι ούτε ο στενός τους κύκλος έδειχναν πραγματικά πρόθυμοι να φύγουν... Η σχολή είχε γίνει κάτι περισσότερο από εκπαιδευτικός χώρος. Ήταν τόπος κατοίκησης. Εκεί μέσα είχαν δημιουργηθεί φιλίες, έρωτες, πολιτικές εμμονές, τεχνολογικές ουτοπίες, αϋπνίες, ιδέες που γεννιούνταν στις τρεις το πρωί μπροστά σε πράσινες οθόνες τερματικών.

Ο Μάρκος συνήθιζε να λέει:

«Το πανεπιστήμιο δεν είναι κτήριο. Είναι ρυθμός.»

Και πράγματι υπήρχε ένας ιδιαίτερος ρυθμός.

Τα πρωινά κυλούσαν με εργαστήρια και μαθήματα. Τα απογεύματα διαχέονταν σε καφέδες, συζητήσεις και μικρές περιπλανήσεις στο Ηράκλειο. Τα βράδια όμως ανήκαν σε άλλον κόσμο.

Στα εργαστήρια της σχολής, όταν άδειαζαν οι αίθουσες, γεννιόταν μια περίεργη αίσθηση απομόνωσης από τον υπόλοιπο πλανήτη. Οι ανεμιστήρες των μηχανημάτων βούιζαν ασταμάτητα.

Οι οθόνες φώτιζαν τα πρόσωπα σαν χαμηλής έντασης φεγγάρια. Και οι φοιτητές που έμεναν ως αργά δεν έμοιαζαν πλέον με παιδιά που σπουδάζουν· έμοιαζαν με ανθρώπους που συμμετέχουν σε μυστική μετάβαση.

Ο Ανδρέας έγραφε στο ημερολόγιο:

*Μερικές φορές αισθάνομαι ότι δεν μαθαίνουμε απλώς υπολογιστές. Μαθαίνουμε έναν νέο τρόπο να αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο. Σαν να μετατρέπονται σιγά σιγά όλα σε πληροφορία.*

Η Μαρίνα διάβασε κάποτε αυτή τη φράση και γέλασε.

«Εσείς οι πληροφορικάριοι έχετε αρχίσει να βλέπετε ακόμη και τον έρωτα σαν δεδομένα.»

«Όχι τα δεδομένα. Τα μοτίβα.»

«Αυτό είναι ακόμη χειρότερο.»

Τον φίλησε όμως αμέσως μετά.

Ο Ανδρέας θυμόταν χρόνια αργότερα εκείνη τη λεπτομέρεια περισσότερο από τη συζήτηση.

Ίσως γιατί οι άνθρωποι τελικά θυμούνται το σώμα βαθύτερα από τις θεωρίες.

Το 1988 ήταν επίσης η χρονιά που άρχισαν να εμφανίζονται πιο συστηματικά άρθρα για τεχνητή νοημοσύνη και νευρωνικά δίκτυα. Ο Μάρκος είχε αποκτήσει εμμονή με αυτά.

Έφερνε φωτοτυπίες από ξένα περιοδικά. Μιλούσε για συστήματα που μαθαίνουν. Για μηχανές που δεν θα εκτελούν απλώς εντολές αλλά θα αναπτύσσουν προσαρμοστικότητα.

«Κάποια στιγμή», είπε ένα βράδυ, «οι άνθρωποι θα σταματήσουν να σκέφτονται τις μηχανές ως εργαλεία.»

«Και πώς θα τις σκέφτονται;»

Ο Μάρκος άργησε να απαντήσει.

«Σαν περιβάλλον.»

Η φράση έμεινε στο μυαλό του Ανδρέα για εβδομάδες.

### 1989

Το 1989 μπήκε σχεδόν αθόρυβα και μέσα σε λίγους μήνες άρχισε να μοιάζει με έτος ιστορικής πυκνότητας.

Το καλοκαίρι, στο κυλικείο της σχολής, η τηλεόραση έπαιζε σχεδόν συνεχώς ειδήσεις.

Πολωνία. Ουγγαρία. Βερολίνο. Πεκίνο.

Ο κόσμος έμοιαζε να κινείται γρηγορότερα απ'όσο μπορούσαν να αφομοιώσουν.

Όταν ήρθαν οι εικόνες από την Τιενανμέν, οι περισσότεροι στην αίθουσα έμειναν σιωπηλοί.

Ο Ανδρέας θυμόταν τον ήχο περισσότερο από την εικόνα. Το παράσιτο της τηλεοπτικής μετάδοσης. Τη φωνή του εκφωνητή που άλλαζε τόνο χωρίς να το καταλαβαίνει. Την αίσθηση ότι η πραγματικότητα έφτανε ήδη φιλτραρισμένη από δίκτυα, κάμερες και δορυφόρους.

Ο άνθρωπος μπροστά στα τανκς έγινε σχεδόν αμέσως σύμβολο.

Αλλά εκείνο που στοίχειωσε τον Ανδρέα δεν ήταν η ηρωική εικόνα.

Ήταν η ταχύτητα με την οποία η εικόνα μετατράπηκε σε παγκόσμιο σήμα.

Σαν ο κόσμος να είχε αρχίσει να λειτουργεί με νέους νευρώνες.

Λίγους μήνες αργότερα έπεσε το Τείχος του Βερολίνου.

Στην εστία κάποιοι άνοιξαν μπίρες. Άλλοι τραγουδούσαν. Άλλοι φώναζαν ότι «τελείωσε ο Ψυχρός Πόλεμος».

Ο Μάρκος έμεινε σιωπηλός.

«Δεν χαίρεσαι;» τον ρώτησε ο Ανδρέας.

«Χαίρομαι.»

«Τότε γιατί μοιάζεις ανήσυχος;»

Ο Μάρκος κοίταξε προς την τηλεόραση.

«Γιατί όταν τελειώνει μια ισορροπία, δεν σημαίνει ότι τελειώνει και η σύγκρουση.»

«Τι σημαίνει;»

«Ότι η σύγκρουση ψάχνει νέα μορφή.»

Ο Ανδρέας σημείωσε αργότερα στο ημερολόγιο:

Μέχρι τώρα οι περισσότεροι φαντάζονταν τον πόλεμο σαν σύνορα και στρατούς. Αρχίζω να φοβάμαι ότι ο επόμενος πόλεμος θα είναι πιο διάχυτος. Πιο εσωτερικός.

## 1990

Το 1990 ο Ανδρέας είχε πια αποκτήσει τη φήμη ανθρώπου που «μένει στη σχολή».

Δεν ήταν ακριβώς τεμπελιά.

Ήταν ένας συνδυασμός περιέργειας, αναβλητικότητας και υπαρξιακής προσκόλλησης.

Έκανε βοηθητικές εργασίες σε εργαστήρια. Βοηθούσε νεότερους φοιτητές. Έγραφε μικρά προγράμματα για καθηγητές. Διάβαζε περισσότερο απ' όσο απαιτούσε το πρόγραμμα.

Και κυρίως δεν ήθελε ακόμη να μπει ολοκληρωτικά στον κόσμο έξω από το πανεπιστήμιο.

Έξω όλα έμοιαζαν ήδη πιο γρήγορα.

Μέσα στη σχολή υπήρχε ακόμη χρόνος για ατέρμονες συζητήσεις.

Ένα βράδυ, ο Μάρκος εμφανίστηκε στο δωμάτιό του κρατώντας μια δισκέτα.

«Θέλω να σου δείξω κάτι.»

Κάθισαν μπροστά στον υπολογιστή.

Η σύνδεση με απομακρυσμένο σύστημα άργησε αρκετά δευτερόλεπτα. Ο χαρακτηριστικός ήχος του modem γέμισε το δωμάτιο.

Σφυρίγματα. Παράσιτα. Μεταλλικές αναπνοές.

Ο Ανδρέας πάντα αισθανόταν ότι εκείνος ο ήχος είχε κάτι σχεδόν οργανικό.

Σαν δύο μηχανές να μάθαιναν αργά πώς να συνυπάρχουν.

«Βλέπεις;» είπε ο Μάρκος.

«Τι;»

«Ότι δεν υπάρχει πια πραγματική απόσταση.»

«Υπάρχει ακόμη. Απλώς τη γεφυρώνουμε.»

Ο Μάρκος χαμογέλασε.

«Όχι για πολύ.»

Ο Ανδρέας άρχισε τότε να καταλαβαίνει ότι ο φίλος του δεν έβλεπε την τεχνολογία ως εργαλείο προόδου.

Τη βίωνε σχεδόν σαν κοσμολογική αλλαγή.

Και ίσως αυτό να ήταν που τον φόβιζε.

## 1991

Ο Πόλεμος του Κόλπου μεταδόθηκε σχεδόν σαν τηλεοπτικό γεγονός συνεχούς ροής.

Οι πύραυλοι εμφανίζονταν στην οθόνη σαν φωτεινά ίχνη βιντεοπαιχνιδιού.

Ο Ανδρέας θυμόταν έντονα το παράλογο αίσθημα που τον κατέλαβε βλέποντας ανθρώπους να τρώνε, να σχολιάζουν, να γελούν και ταυτόχρονα να παρακολουθούν βομβαρδισμούς σε ζωντανή μετάδοση.

Η απόσταση ανάμεσα σε γεγονός και θέαμα έμοιαζε να καταρρέει.

Στο ημερολόγιο έγραψε:

Ίσως η μεγάλη αλλαγή να μην είναι ότι οι πληροφορίες ταξιδεύουν πιο γρήγορα. Ίσως είναι ότι δεν προλαβαίνουν πια να κατασταλάξουν σε εμπειρία.

Την ίδια περίοδο η Σοβιετική Ένωση διαλυόταν.

Ολόκληρος ο μεταπολεμικός κόσμος έμοιαζε να αλλάζει μορφή.

Κάποιο βράδυ, στην αυλή της σχολής, ο Μάρκος είπε:

«Το παράξενο δεν είναι ότι καταρρέουν τα συστήματα. Το παράξενο είναι ότι όλοι νομίζουν πως μετά θα έρθει σταθερότητα.»

«Και δεν θα έρθει.»

«Όχι. Θα έρθει επιτάχυνση.»

Η λέξη έμεινε να αιωρείται.

Επιτάχυνση.

Ο Ανδρέας άρχισε να την ακούει παντού.

Στα εργαστήρια. Στις ειδήσεις. Στην αγορά. Στις σχέσεις. Στην ίδια τη φωνή των ανθρώπων.

Σαν ο κόσμος να είχε πατήσει ένα αόρατο γκάζι.

Η Μαρίνα του είπε κάποτε:

«Έχεις αρχίσει να φοβάσαι το μέλλον.»

«Όχι.»

«Τότε τι φοβάσαι.»

Ο Ανδρέας άργησε να απαντήσει.

«Ότι δεν θα προλαβαίνουμε να καταλαβαίνουμε τι μας συμβαίνει.»

## 1992

Οι ταραχές στο Λος Άντζελες έφτασαν στην Ελλάδα μέσα από τηλεοπτικές εικόνες φωτιάς.

Πυρπολημένα κτήρια. Αστυνομία. Ελικόπτερα. Άνθρωποι να τρέχουν.

Ο Ανδρέας καθόταν στο κυλικείο της σχολής όταν προβλήθηκαν τα πρώτα πλάνα.

Ο Μάρκος κοίταζε χωρίς να μιλά.

Η Μαρίνα έσπασε πρώτη τη σιωπή.

«Αυτό δεν μοιάζει με πόλεμο.»

«Ίσως αυτό να είναι ο νέος πόλεμος», είπε ο Μάρκος.

Κανείς δεν απάντησε.

Ο Ανδρέας ένωσε τότε κάτι που δεν μπορούσε ακόμη να περιγράψει καθαρά.

Ότι η εποχή που ξεκίνησε με τα όνειρα της παγκόσμιας διασύνδεσης άρχιζε να δείχνει και τη σκοτεινή της όψη:

κοινωνίες υπερσυνδεδεμένες αλλά βαθιά διασπασμένες.

Η σχολή πλησίαζε στο τέλος της για εκείνον.

Αλλά δεν υπήρχε αίσθηση ολοκλήρωσης.

Μόνο μετάβασης.

Την τελευταία εβδομάδα πριν φύγει οριστικά από την Κνωσό, ο Μάρκος του έδωσε μια δισκέτα.

Πάνω είχε γράψει μόνο:

1984 ≠ 1984

«Τι έχει μέσα;» ρώτησε ο Ανδρέας.

Ο Μάρκος χαμογέλασε κουρασμένα.

«Ένα σημείωμα για αργότερα.»

«Πόσο αργότερα;»

«Όταν ο κόσμος θα αρχίσει πραγματικά να μοιάζει με δίκτυο.»

Μετά έφυγε.

Όχι θεατρικά. Όχι μυστηριωδώς.

Απλώς χάθηκε μέσα στη φυσιολογική διάλυση των φοιτητικών ζωών.

Άλλες δουλειές. Άλλες πόλεις. Άλλοι ρυθμοί.

Και αυτό ήταν ίσως το πιο θλιβερό.

Ότι οι μεγάλες εποχές τελειώνουν συχνά χωρίς δραματική κορύφωση.

Μόνο με ανθρώπους που αραιώνουν σιγά σιγά ο ένας από τη ζωή του άλλου.

## 11 Σεπτεμβρίου 2001

Το πρωί εκείνης της ημέρας ο Ανδρέας βρισκόταν στο γραφείο του όταν άκουσε φωνές από τον διάδρομο.

Κάποιος είχε ανοίξει τηλεόραση.

Οι εικόνες επαναλαμβάνονταν ασταμάτητα:

το αεροπλάνο, ο πύργος, ο καπνός, οι άνθρωποι που κοιτούσαν προς τον ουρανό σαν να μην μπορούσαν να δεχτούν ότι η πραγματικότητα είχε ήδη αλλάξει.

Ο Ανδρέας γύρισε σπίτι αργά το απόγευμα.

Χωρίς ιδιαίτερο λόγο άνοιξε μια παλιά κούτα με σημειώσεις από τη σχολή.

Και εκεί βρήκε το ημερολόγιο.

Μαύρο εξώφυλλο. Φθαρμένες σελίδες. Μυρωδιά παλιού χαρτιού.

Κάθισε στο γραφείο και άρχισε να διαβάζει.

1984.

1985.

1986.

1987.

1988.

Σαν να διάβαζε όχι τη ζωή του αλλά τη γέννηση μιας εποχής που τότε κανείς δεν είχε ακόμη όνομα γι' αυτήν.

Σε μια από τις τελευταίες σελίδες βρήκε σημειωμένη μια φράση του Μάρκου:

*Ο πραγματικός κίνδυνος δεν είναι ότι θα μας παρακολουθούν συνεχώς. Είναι ότι θα ζούμε μέσα σε τόσο αδιάκοπη ροή ώστε δεν θα μπορούμε πια να ξεχωρίζουμε τι αξίζει να θυμόμαστε.*

Ο Ανδρέας άφησε αργά το ημερολόγιο πάνω στο γραφείο.

Από την τηλεόραση έρχονταν ακόμη οι ίδιες εικόνες.

Ξανά και ξανά.

Σαν βρόχος.

Σαν αλγόριθμος.

Και τότε κατάλαβε ότι η εποχή που είχε αρχίσει για εκείνον το 1984, σε εκείνα τα εργαστήρια της Κνωσού, είχε μόλις ολοκληρώσει έναν κύκλο.

Η τεχνολογία δεν είχε απλώς αλλάξει την επικοινωνία.

Είχε αλλάξει:

- τον ρυθμό,
- την προσοχή,
- τη μνήμη,
- τον φόβο,
- και τελικά τον ίδιο τον τρόπο με τον οποίο οι κοινωνίες βιώνουν την πραγματικότητα.

Έκλεισε το ημερολόγιο.

Έξω η πόλη συνέχιζε να κινείται.

Αυτοκίνητα. Κεραίες. Οθόνες. Σήματα. Δίκτυα.

Και για πρώτη φορά μετά από χρόνια αισθάνθηκε καθαρά ότι η μεγαλύτερη ανθρώπινη δυσκολία του νέου αιώνα δεν θα ήταν να συνδεθεί.

Αλλά να παραμείνει άνθρωπος μέσα στη σύνδεση.

### Σήμερα (2026)

Η δισκέτα έμεινε ξεχασμένη σχεδόν ένα τέταρτο του αιώνα.

Μετά την 11η Σεπτεμβρίου, ο Ανδρέας είχε ξαναβάλει το ημερολόγιο και τη μικρή μαύρη δισκέτα μέσα στην ίδια κούτα από χαρτόνι, μαζί με σημειώσεις, παλιές εκτυπώσεις εργαστηρίων, φοιτητικές φωτογραφίες, προγράμματα συνεδρίων και κάτι κιτρινωμένες αποδείξεις από καφετέριες του Ηρακλείου.

Για χρόνια δεν τα ξανακοίταξε.

Όχι επειδή τα είχε ξεχάσει.

Αλλά επειδή αισθανόταν ότι ανήκαν σε εποχή που είχε ήδη κλείσει οριστικά.

Μετά ήρθε η εργασία. Η καθημερινότητα. Το διαδίκτυο. Τα κινητά. Τα κοινωνικά δίκτυα. Η οικονομική κρίση. Οι πλατφόρμες. Η πανδημία. Η τεχνητή νοημοσύνη.

Και κάποια στιγμή, χωρίς να καταλάβει πότε ακριβώς, ο κόσμος που εκείνοι προσπαθούσαν να φανταστούν στα εργαστήρια της Κνωσού είχε γίνει πραγματικότητα.

Όχι ακριβώς όπως τον περίμεναν.

Αλλά αρκετά κοντά ώστε να προκαλεί ανατριχίλα.

Ήταν Μάιος του 2026 όταν ξαναβρήκε την κούτα.

Δεν την έψαχνε.

Μετέφερε πράγματα από το παλιό διαμέρισμα της μητέρας του μετά τον θάνατό της. Το σπίτι είχε μείνει κλειστό μήνες. Η μυρωδιά της σκόνης ανακατευόταν με εκείνη του παλιού ξύλου και των βιβλίων που δεν είχαν ανοιχτεί για χρόνια.

Ο Ανδρέας δούλευε μόνος όλο το απόγευμα.

Άνοιγε συρτάρια μηχανικά. Πετούσε λογαριασμούς. Ξεχώριζε φωτογραφίες. Σταματούσε απότομα όταν έβρισκε κάτι που δεν άντεχε ακόμη να κοιτάξει.

Η κούτα βρισκόταν κάτω από ένα μικρό τραπέζι.

Όταν την τράβηξε έξω, σηκώθηκε σύννεφο σκόνης.

Την αναγνώρισε αμέσως.

Το ίδιο ξεθωριασμένο χαρτόνι. Η ίδια ταινία συσκευασίας.

Κάθισε στο πάτωμα πριν ακόμη την ανοίξει.

Μέσα βρήκε:

- το ημερολόγιο,
- παλιές φωτογραφίες από την Κνωσό,
- μια στοίβα διόδων εκτυπώσεων,
- και τη δισκέτα.

1984 ≠ 1984

Το μπλε μελάνι είχε σχεδόν ξεθωριάσει.

Ο γραφικός χαρακτήρας του Μάρκου έμοιαζε τώρα περισσότερο με ίχνος παρά με γραφή.

Ο Ανδρέας χαμογέλασε αχνά.

Δεν είχε ξανασκεφτεί σοβαρά τον Μάρκο εδώ και χρόνια.

Περιστασιακά μόνο.

Όταν διάβαζε κάποιο άρθρο για αλγόριθμους. Όταν άκουγε ανθρώπους να μιλούν για «διαχείριση

προσοχής». Όταν έβλεπε παιδιά να κοιτούν αδιάκοπα οθόνες χωρίς να σηκώνουν το βλέμμα. Όταν οι δημόσιες συζητήσεις άρχισαν να μοιάζουν περισσότερο με συγκρούσεις δικτύων παρά ανθρώπων.

Κάθε φορά θυμόταν μία φράση:

«Η προσοχή θα γίνει το πραγματικό πεδίο σύγκρουσης.»

Τότε, στα τέλη της δεκαετίας του '80, του είχε φανεί υπερβολική.

Τώρα όχι.

Πήρε τη δισκέτα μαζί του.

Στο σπίτι την ακούμπησε δίπλα στο laptop.

Η αντίθεση τον έκανε να γελάσει μόνος.

Το λεπτό μεταλλικό σώμα του σύγχρονου υπολογιστή. Και δίπλα ένα μικρό τετράγωνο πλαστικό αντικείμενο από άλλη εποχή.

Ένας απολιθωμένος φορέας μνήμης.

Το βράδυ προσπάθησε από περιέργεια να βρει floppydrive στο διαδίκτυο.

Τα αποτελέσματα τον ξάφνιασαν.

«USB FloppyDrive». «Vintage Data Recovery». «Legacy Media Solutions».

Η αγορά είχε ήδη αρχίσει να εμπορεύεται τη νοσταλγία των τεχνολογιών που η ίδια είχε ξεπεράσει.

Παρήγγειλε ένα drive σχεδόν παρορμητικά.

Δύο μέρες αργότερα το μικρό δέμα έφτασε.

Το άνοιξε αργά.

Το drive ήταν ελαφρύ. Σχεδόν παιχνιδένιο.

Τίποτε δεν θύμιζε τη βαριά υλικότητα των μηχανημάτων της δεκαετίας του '80.

Το σύνδεσε στο laptop.

Το λειτουργικό σύστημα αναγνώρισε τη συσκευή αμέσως.

Αυτό τον αναστάτωσε περισσότερο απ' όσο περίμενε.

Σαν δύο εποχές να έκαναν για μια στιγμή χειραψία.

Έβαλε προσεκτικά τη δισκέτα.

Το μικρό μηχανικό κλικ ακούστηκε σχεδόν τελετουργικό.

Μετά ο ήχος της περιστροφής.

Αχνός. Εύθραυστος.

Ο Ανδρέας ένοιωσε ξαφνικά ότι όλο το σπίτι είχε σιωπήσει.

Σαν να περίμενε μαζί του.

Η οθόνη άργησε λίγα δευτερόλεπτα.

Μετά εμφανίστηκε ένας φάκελος.

1984\_NOT\_1984

Μέσα υπήρχαν τρία αρχεία.

LETTER.TXT NOTES.TXT και LAST.TXT

Ο Ανδρέας άνοιξε πρώτο το LETTER.TXT

Το κείμενο ξεκινούσε χωρίς χαιρετισμό:

*Αν αυτό διαβάζεται ακόμη, τότε σημαίνει ότι οι μορφές επιβίωσαν περισσότερο απ' όσο περίμενα. Ίσως όχι οι κοινωνίες. Όχι οι βεβαιότητες. Αλλά οι μορφές.*

Ο Ανδρέας ακούμπησε πίσω στην καρέκλα.

Η φωνή του Μάρκου επέστρεψε αμέσως.

Εκείνος ο αργός, σχεδόν κουρασμένος τρόπος που μιλούσε στα τελευταία χρόνια της σχολής.

Συνέχισε να διαβάζει.

*\*Το 1984 του Orwell βασιζόταν στην ιδέα ότι η εξουσία θα επιβάλλει σιωπή. Δεν νομίζω ότι έτσι θα εξελιχθούν τα πράγματα.*

Νομίζω ότι οι άνθρωποι θα μιλούν αδιάκοπα. Τόσο αδιάκοπα ώστε στο τέλος δεν θα μπορούν να ακούσουν ούτε τον εαυτό τους.

Η υπερπληροφόρηση θα λειτουργήσει σαν νέος τύπος ομίχλης. Όχι λιγότερη πληροφορία. Περισσότερη απ' όση μπορεί να μεταβολίσει η συνείδηση.\*

Ο Ανδρέας σταμάτησε.

Έξω από το παράθυρο περνούσε κόσμος κοιτώντας κινητά.

Στο διπλανό διαμέρισμα κάποιος μιλούσε σε βιντεοκλήση.

Μια ειδοποίηση εμφανίστηκε στην οθόνη του laptop.

Την έκλεισε σχεδόν εκνευρισμένα.

Ξαναγύρισε στο κείμενο.

*\*Δεν φοβάμαι ότι οι μηχανές θα αποκτήσουν συνείδηση. Φοβάμαι ότι οι άνθρωποι θα χάσουν σταδιακά τη δική τους συνοχή προσπαθώντας να συγχρονιστούν με τα δίκτυα.*

Ο άνθρωπος αντέχει τη δυσκολία. Δεν ξέρω αν αντέχει τη συνεχή διάσπαση προσοχής.\*

Ο Ανδρέας θυμήθηκε ξαφνικά τα βράδια στην Κνωσό.

Τις ατελείωτες συζητήσεις. Τις σιωπές. Την αργή ανάπτυξη μιας σκέψης που χρειαζόταν χρόνο.

Και ύστερα σκέφτηκε τους φοιτητές που συναντούσε σήμερα.

Πολλαπλές οθόνες. Συνεχής ροή. Άγχος. Κατακερματισμός. Αίσθηση ότι όλα συμβαίνουν ταυτόχρονα.

Άνοιξε το δεύτερο αρχείο.

NOTES.TXT

Εκεί ο Μάρκος είχε γράψει μικρές αποσπασματικές σκέψεις.

Η μεγαλύτερη αλλαγή ίσως δεν είναι πολιτική αλλά νευρολογική.

Τα δίκτυα δεν αλλάζουν μόνο την επικοινωνία. Αλλάζουν τον εσωτερικό ρυθμό του ανθρώπου.

Οι κοινωνίες κάποτε οργανώνονταν γύρω από μνήμη, παράδοση και χώρο. Οι νέες κοινωνίες θα οργανώνονται γύρω από ροές.

Ο πόλεμος θα μετακινηθεί από τα σύνορα στην προσοχή.

Η εξουσία του μέλλοντος ίσως δεν χρειάζεται να λογοκρίνει. Θα αρκεί να επιταχύνει.

Ο Ανδρέας ένιωσε μια παράξενη πίεση στο στήθος.

Όχι επειδή τα κείμενα ήταν προφητικά.

Αλλά επειδή έμοιαζαν να έχουν γραφτεί από άνθρωπο που διαισθανόταν μια μεταβολή χωρίς ακόμη να διαθέτει το λεξιλόγιο να την περιγράψει πλήρως.

Σαν να κοιτούσε μέσα από ομίχλη.

Άνοιξε τελευταίο το LAST.TXT.

Το αρχείο περιείχε μόνο μία παράγραφο.

Αν κάποτε ξαναδιαβάσεις αυτά τα κείμενα, προσπάθησε να θυμηθείς κάτι απλό: δεν ξεκινήσαμε την Πληροφορική για να αποδυναμώσουμε τον

άνθρωπο. Την ξεκινήσαμε γιατί πιστεύαμε ότι η γνώση μπορεί να ενώσει ανθρώπους που βρίσκονται μακριά. Αν το μέλλον χαθεί μέσα στην επιτάχυνση, τότε κάποιος θα πρέπει να θυμίσει ξανά ότι τα δίκτυα δημιουργήθηκαν αρχικά ως υπόσχεση σχέσης.

Τίποτε άλλο.

Ο Ανδρέας έμεινε ακίνητος.

Η νύχτα είχε προχωρήσει.

Στο παράθυρο αντανάκλασε η οθόνη. Πίσω της η πόλη. Κεραίες. Wi-Fi. Οπτικές ίνες. Cloud υποδομές. Αλγόριθμοι. Τεχνητή νοημοσύνη.

Ο κόσμος που τότε ήταν ψίθυρος είχε γίνει πλέον περιβάλλον.

Και ξαφνικά κατάλαβε γιατί η δισκέτα τον είχε στοιχειώσει τόσα χρόνια.

Όχι επειδή περιείχε προφητείες.

Αλλά επειδή διατηρούσε κάτι που είχε σχεδόν εξαφανιστεί:

την αργή σκέψη μιας εποχής πριν η επιτάχυνση γίνει φυσική κατάσταση.

Έκλεισε τα αρχεία.

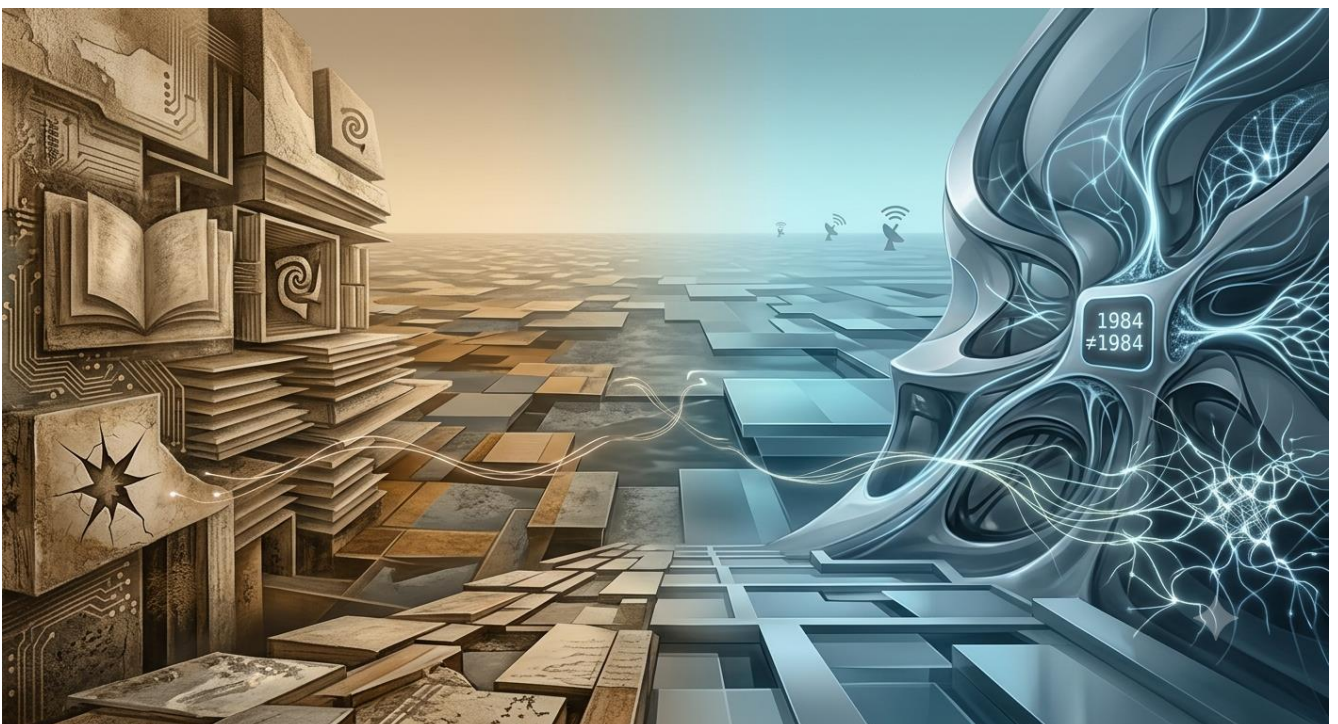
Για λίγη ώρα δεν έκανε τίποτε.

Ούτε κινητό. Ούτε ειδήσεις. Ούτε ειδοποιήσεις.

Μόνο σιωπή.

Και μέσα σε εκείνη τη σιωπή αισθάνθηκε καθαρά, ίσως για πρώτη φορά μετά από χρόνια, ότι η πραγματική αντίσταση του μέλλοντος δεν θα είναι η απόρριψη της τεχνολογίας.

Θα είναι η διάσωση του ανθρώπινου ρυθμού μέσα της.



## ✓ Ολοκληρώθηκε ο Ζ' κύκλος Ανοικτών Μαθημάτων



Με μεγάλη ικανοποίηση η Ένωση Πληροφορικών Ελλάδας ανακοινώνει ότι ο Ζ' κύκλος ανοικτών διαδικτυακών μαθημάτων ολοκληρώθηκε με επιτυχία. Σύμφωνα με το Καταστατικό της Ένωσης, ένας από τους βασικούς σκοπούς της λειτουργίας της είναι η προώθηση της γνώσης και χρήσης των πληροφορικών αγαθών από το κοινωνικό σύνολο και η εξάλειψη της τεχνοφοβίας και του "αναλφαριθμητισμού" στην Πληροφορική.

Τα διαδικτυακά μαθήματα απευθύνονται σε οποιονδήποτε, δωρεάν, χωρίς να προαπαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις Πληροφορικής ή άλλες τυπικές προϋποθέσεις συμμετοχής. Τα μαθήματα πραγματοποιούνται εξ' ολοκλήρου διαδικτυακά, ζωντανά μέσω της πλατφόρμας Zoom. Εισηγητές είναι μέλη της ΕΠΕ και πραγματοποιούν τα μαθήματα εθελοντικά.

<https://courses.epe.org.gr>

Στην παρακάτω λίστα παρουσιάζονται οι σύνδεσμοι ανά μάθημα του Ζ' κύκλου, για τα οποία είναι ήδη διαθέσιμα τα βίντεο και σχετικό υλικό:

### ✓ «Τεχνολογίες επιτήρησης συνόρων: Περιγραφή, νομικό πλαίσιο και επιπτώσεις στα Δικαιώματα του Ανθρώπου»

Εισηγητής: **Λευτέρης Χελιουδάκης**, Δικηγόρος LL.B. LL.M. Msc, PhD (c), Εκτελεστικός Διευθυντής της HomoDigitalis

– Κυριακή 24 Μαΐου 2026 [ [Μαγνητοσκόπηση](#) ]

### ✓ «Όταν η ανθρώπινη γλώσσα γίνεται δεδομένα»

Εισηγήτρια: **Μαριάνθη Σταυρίδου**, PhD, Vice – Chair, Internet Society, NGI-zero Representative Greece

– Σάββατο 30 Μαΐου 2026 [ [Μαγνητοσκόπηση](#) ]

✓ «Η φύση της Τεχνητής Νοημοσύνης: Οντολογικά ερωτήματα στην εποχή των αλγορίθμων»

Εισηγητές: **Χρήστος Φραδέλλος**, Καθηγητής Θεολογίας στο Πειραματικό Γυμνάσιο Χανίων, Συγγραφέας & **Νεκτάριος Μουμουτζής**, Πληροφορικός, ΔΔ Πληροφορικής, Μέλος ΕΔΙΠ στην Σχολή ΗΜΜΥ του Πολυτεχνείου Κρήτης

– Δευτέρα 1 Ιουνίου 2026 [ [Μαγνητοσκόπηση](#) ]

✓ «Artemis II: Λογισμικό, τηλεπικοινωνίες και Η/Υ στις διαστημικές αποστολές»

Εισηγητής: **Χάρης Γεωργίου**, Ερευνητής Πληροφορικής (MSc, PhD), R&D in AI/ML, Medical Imaging, Rescue Robotics

– Σάββατο 6 Ιουνίου 2026 [ [Μαγνητοσκόπηση](#) ]

✓ «Γονείς στην εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Οδηγός επιβίωσης και “ευφους” συνύπαρξης»

Εισηγητής: **Σάββας Χατζηχριστοφής**, Αντιπρύτανης Έρευνας και Καινοτομίας και Καθηγητής Τεχνητής Νοημοσύνης στο Πανεπιστήμιο Νεάπολις Πάφου

– Κυριακή 7 Ιουνίου 2026 [ [Μαγνητοσκόπηση](#) ]

✓ «Μην κατηγορείτε τα ρομπότ! Ηθικά διλήμματα στην εποχή των δύσκολων ερωτήσεων»

Εισηγητής: **Γιάννης Φαρσάρης**, Εκπαιδευτικός Πληροφορικής & Συγγραφέας

– Κυριακή 14 Ιουνίου 2026 [ [Μαγνητοσκόπηση](#) ]

✓ «Είναι η τεχνολογία ουδέτερη; Μια συζήτηση σχετικά με μαύρα κουτιά και φωτεινά μέλλοντα»

Εισηγητής: **Αλέκος Πανταζής**, Επίκουρος Καθηγητής Ομότιμης Εκπαίδευσης στο Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας & Μέλος της ερευνητικής κολεκτίβας P2P Lab

– Κυριακή 21 Ιουνίου 2026 [ [Μαγνητοσκόπηση](#) ]

✓ «Ηθική, εμπιστοσύνη και το Α.Ι. που έρχεται»

Εισηγητής: **Χάρης Γεωργίου**, Ερευνητής Πληροφορικής (MSc, PhD), R&D in AI/ML, Medical Imaging, Rescue Robotics

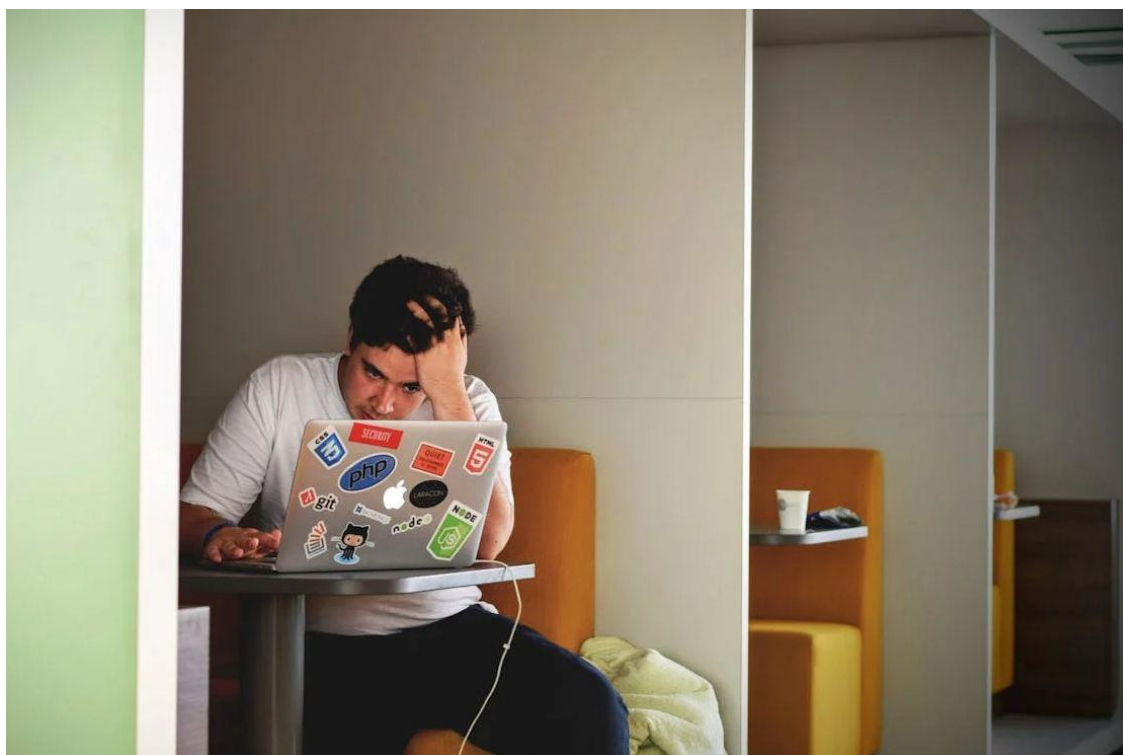
– Σάββατο 27 Ιουνίου 2026 [ [Μαγνητοσκόπηση](#) ]

## ✓ Brain – train (και ουχι ‘drain’)

Γρίφοι & προβλήματα από την Επιστήμη των Υπολογιστών για μαθητές

Επιμέλεια: **Φώτης Αλεξάκος** //

Ειδικός Γραμματέας ΔΣ της ΕΠΕ



Εικόνα: [Tim Gouw](#)

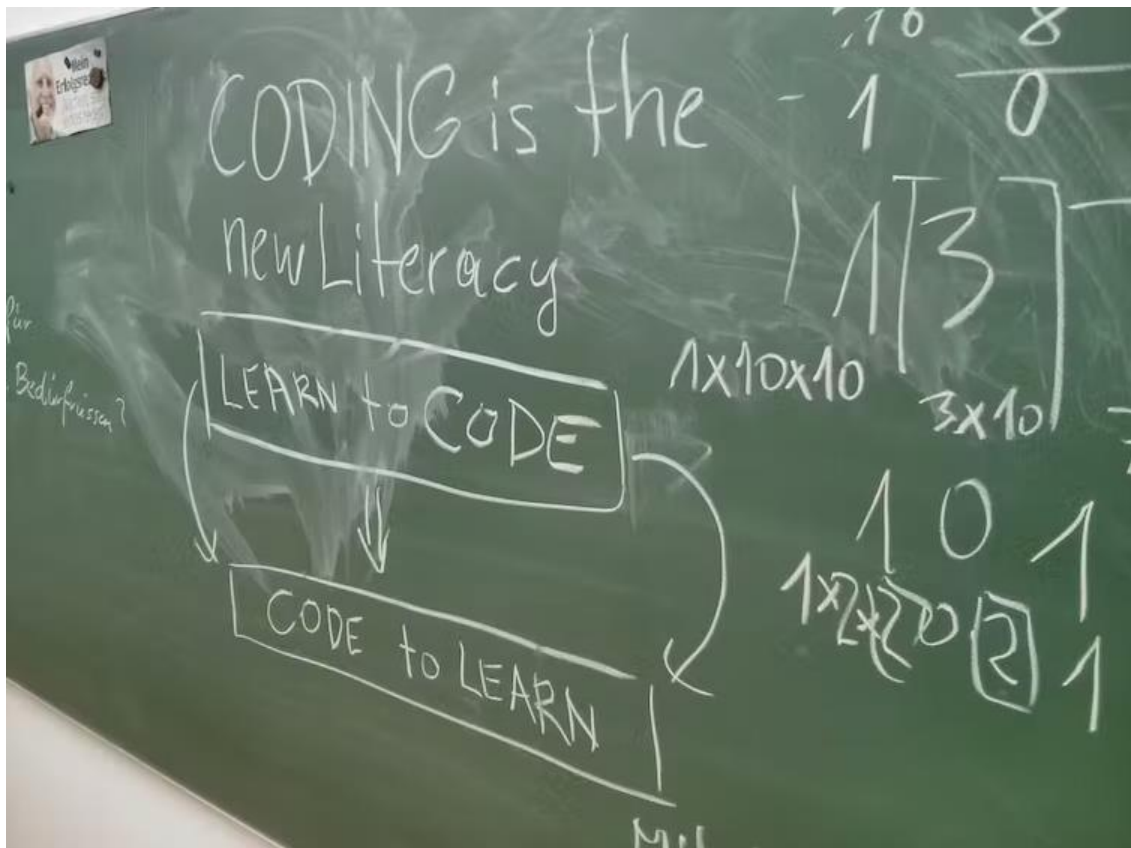
Πόσους και ποιούς φυσικούς αριθμούς μπορείτε να αναπαραστήσετε χρησιμοποιώντας μόνο μέχρι τέσσερις φορές το ψηφίο 4, όσες παρενθέσεις θέλετε και τους μαθηματικούς τελεστές: +, -, \*, / (πολ/σμός), \ (ακέραια διαίρεση), √ (τετραγωνική ρίζα), μία φορά το πολύ τον τελεστή ^ (ύψωση σε δύναμη) και μέχρι μία φορά το σύμβολο του παραγοντικού (!); Επιτρέπονται “κατασκευές” όπως π.χ.:  $6 = \sqrt{4 * (4 - 4/4)}$ ,  $15 = 44/4 + 4$ ,  $29 = 4 + 4/4 + 4!$ ,  $65 = 4^4 + 4/4$ ,  $111 = 444/4$  κλπ.

✓ Στείλτε αν θέλετε τις δικές σας λύσεις στο [newsletter@epe.org.gr](mailto:newsletter@epe.org.gr)

☆ Η απάντηση του γρίφου θα δημοσιευθεί στο επόμενο τεύχος

## ✓ Brain – train

### Η λύση του γρίφου του προηγούμενου 31ου τεύχους



Αν το σώσουμε με όνομα π.χ. *fibfast.c*, το μεταγλωττίζουμε σε Ubuntu με:

```
sudo apt install libgmp-dev && gcc -O2 fibfast.c -o FastFib -lgmp -lm
```

```
#define _POSIX_C_SOURCE 199309L /* clock_gettime(), CLOCK_MONOTONIC etc */

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdint.h>
#include <time.h>
#include <math.h>
#include <gmp.h>

static inline int odd_ull(unsigned long long n) { return (int)(n & 1ULL); }
static inline unsigned long long half_ull(unsigned long long n) { return n >> 1; }

/* Fast doubling: outputs fn=F(n), fn1=F(n+1) */
static void fib_pair_fast(unsigned long long n, mpz_t fn, mpz_t fn1) {
    if (n == 0ULL) {
```

```

    mpz_set_ui(fn, 0UL);
    mpz_set_ui(fn1, 1UL);
    return;
}

mpz_t a, b, c, d, tmp;
mpz_inits(a, b, c, d, tmp, NULL);

fib_pair_fast(half_ull(n), a, b);    /* a=F(k), b=F(k+1) */

/* c = a * (2*b - a) */
mpz_mul_ui(tmp, b, 2UL);           /* tmp = 2*b */
mpz_sub(tmp, tmp, a);               /* tmp = 2*b - a */
mpz_mul(c, a, tmp);                 /* c = a*(2*b-a) */

/* d = a*a + b*b */
mpz_mul(d, a, a);                   /* d = a^2 */
mpz_mul(tmp, b, b);                 /* tmp = b^2 */
mpz_add(d, d, tmp);                 /* d = a^2 + b^2 */

if (odd_ull(n)) {
    /* (F(2k+1), F(2k+2)) = (d, c+d) */
    mpz_set(fn, d);
    mpz_add(fn1, c, d);
} else {
    /* (F(2k), F(2k+1)) = (c, d) */
    mpz_set(fn, c);
    mpz_set(fn1, d);
}

mpz_clears(a, b, c, d, tmp, NULL);
}

static void fib_fast(unsigned long long n, mpz_t out) {
    mpz_t fn1;
    mpz_init(fn1);
    fib_pair_fast(n, out, fn1);
    mpz_clear(fn1);
}

static void fib_iter(unsigned long long n, mpz_t out) {
    mpz_t a, b, next;
    mpz_inits(a, b, next, NULL);
    mpz_set_ui(a, 0UL);
    mpz_set_ui(b, 1UL);

    for (unsigned long long i = 0ULL; i < n; ++i) {
        mpz_add(next, a, b);
        mpz_set(a, b);
        mpz_set(b, next);
    }
    mpz_set(out, a);
}

```

```

    mpz_clears(a, b, next, NULL);
}

static long long fib_digits_estimate(long long n) {
    if (n == 0) return 1;
    const long double phi = (1.0L + sqrtl(5.0L)) / 2.0L;
    long double x = (long double)n * log10l(phi) - log10l(sqrtl(5.0L));
    return (long long)floorl(x) + 1;
}

static double now_ms(void) {
    struct timespec ts;
    clock_gettime(CLOCK_MONOTONIC, &ts);
    return (double)ts.tv_sec * 1000.0 + (double)ts.tv_nsec / 1e6;
}

typedef void (*compute_fn)(void *ctx);

struct ctx_t {
    unsigned long long n;
    mpz_t tmp;
};

static void compute_fast_ctx(void *p) {
    struct ctx_t *c = (struct ctx_t *)p;
    fib_fast(c->n, c->tmp);
}

static void compute_iter_ctx(void *p) {
    struct ctx_t *c = (struct ctx_t *)p;
    fib_iter(c->n, c->tmp);
}

static double time_best_ms(compute_fn fn, void *ctx, int reps) {
    double best = 1e300;
    volatile unsigned long long sink = 0ULL;

    for (int r = 0; r < reps; ++r) {
        double t0 = now_ms();
        fn(ctx);
        double t1 = now_ms();

        sink ^= (mpz_get_ui(((struct ctx_t *)ctx)->tmp) & 0xFFFFFFFFFULL);

        double dt = t1 - t0;
        if (dt < best) best = dt;
    }
    (void)sink;
    return best;
}

```

```

int main(void) {
    long long n_in;
    printf("Enter n (>=0): ");
    if (scanf("%lld", &n_in) != 1 || n_in < 0) {
        printf("Invalid n.\n");
        return 1;
    }

    unsigned long long n = (unsigned long long)n_in;
    int reps = 3;

    mpz_t ans_fast, ans_iter;
    mpz_inits(ans_fast, ans_iter, NULL);

    fib_fast(n, ans_fast);
    fib_iter(n, ans_iter);

    if (mpz_cmp(ans_fast, ans_iter) != 0) {
        printf("CRITICAL ERROR: Results differ!\n");
        mpz_clears(ans_fast, ans_iter, NULL);
        return 2;
    }

    long long digits = fib_digits_estimate((long long)n);

    if (digits <= 180) {
        printf("Fib(%llu) = ", n);
        mpz_out_str(stdout, 10, ans_fast);
        printf("\n");
        printf("~%lld digits.\n", digits);
    } else {
        printf("Fib(%llu) uses almost %lld digits (will NOT be displayed).\n", n, digits);
    }

    struct ctx_t ctx;
    ctx.n = n;
    mpz_init(ctx.tmp);

    double t_fast = time_best_ms(compute_fast_ctx, &ctx, reps);
    double t_iter = time_best_ms(compute_iter_ctx, &ctx, reps);

    printf("\n--- Timing (best of %d, I/O not included) ---\n", reps);
    printf("Fast doubling O(log n): %.6f ms\n", t_fast);
    printf("Iterative O(n): %.6f ms\n", t_iter);
    printf("Speedup (iter/fast): %.6f x\n", t_iter / t_fast);

    mpz_clear(ctx.tmp);
    mpz_clears(ans_fast, ans_iter, NULL);
    return 0;
}

```

✓ **REBOOT: Νέο Podcast / Vidcast**  
από την Ένωση Πληροφορικών Ελλάδας



Ακούστε το στο  **Spotify®**

Παρακολουθήστε το στο  **YouTube**

Δείτε και τις άλλες δράσεις μας:





Επισκεφθείτε μας στο web  
**www.epe.org.gr**

**Γίνετε μέλος της ΕΠΕ**

Για την ανάδειξη της  
Πληροφορικής στη χώρα

Η Ένωση Πληροφορικών Ελλάδος υπάρχει για να δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την προαγωγή της Πληροφορικής, αξιοποιώντας τις δυνάμεις των Πληροφορικών και ικανοποιώντας τις εργασιακές και επιστημονικές τους ανάγκες όπου και αν εργάζονται ή διαμένουν. Είναι η κατάληξη της αναζήτησης όλων των Πληροφορικών για ένα ισχυρό φορέα του κλάδου που να αναδεικνύει αξιόπιστα τον κοινωνικό τους ρόλο και να τους εκπροσωπεί αυθεντικά σε όλα τα πεδία των ενδιαφερόντων τους.

Είναι η αφετηρία μιας μεγαλόπνοης προσπάθειας που επιδιώκει να κινητοποιήσει όλες τις ζωντανές δυνάμεις της κοινωνίας και να πορευτεί, μαζί μ' αυτές, προς έναν καλύτερο κόσμο για όλους.

Σταθμός σε αυτή την πορεία και στρατηγικός στόχος της ΕΠΕ είναι η δημιουργία του Επιμελητηρίου Πληροφορικής.

Η δράση και οι παρεμβάσεις της είναι ο καταλύτης για την ωρίμανση των αναγκαίων κοινωνικών και πολιτικών συνθηκών.

Οι αξίες που καλλιεργεί θα αποτελέσουν την κληρονομιά και το όραμα του θεσμικού αυτού φορέα. Για να μπορέσουν όλοι οι πληροφορικοί να βρουν τη θέση που τους αξίζει στον κόσμο που όλοι μας οραματιζόμαστε.



<https://www.facebook.com/EnosiPliroforikonElladas>



<https://www.linkedin.com/groups?gid=66328>



[https://twitter.com/epe\\_gr](https://twitter.com/epe_gr)



<https://www.youtube.com/user/hiuaccount>



<http://www.epe.org.gr/index.php?id=7&type=100>