

Η Τεχνητή Νοημοσύνη ως Καταλύτης Ευέλικτων και Εξατομικευμένων Εκπαιδευτικών Πρακτικών: Επισκόπηση Πεδίου

Χρήστος Κουκάρας¹, Μαρία Μητσιάκη², Παρασκευάς Κουκάρας³,
Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης⁴, Σταύρος Γ. Σταυρινίδης⁵

^{1,5}Τμήμα Φυσικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Καβάλα, Ελλάδα

²Τμήμα Ελληνικής Φιλολογίας, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Κομοτηνή, Ελλάδα

³Σχολή Επιστήμης-Τεχνολογίας, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

⁴Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

¹*ckoukaras@physics.duth.gr*, ⁵*sstavrin@physics.duth.gr*

Περίληψη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αναδιαμορφώνει ραγδαία τον σύγχρονο εκπαιδευτικό χώρο, οδηγώντας σε στρατηγικές μάθησης που προσαρμόζονται στις ατομικές ανάγκες των μαθητών. Η παρούσα επισκόπηση πεδίου, διερευνά πώς τα προσαρμοστικά συστήματα μάθησης και τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας, μπορούν να προσφέρουν πιο ουσιαστικές και εξατομικευμένες διδακτικές προσεγγίσεις. Επίσης, παρουσιάζονται περιπτώσεις σχεδιασμού μαθητο-κεντρικών μοντέλων και αναδεικνύονται οι προκλήσεις (τεχνολογικές υποδομές, επιμόρφωση, διαχείριση δεδομένων). Τέλος, δίνονται ρεαλιστικές λύσεις που μπορούν να διευκολύνουν την αποτελεσματική ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική πράξη, εστιάζοντας στη διαφάνεια, στη διαθεσιμότητα και στην ισότιμη πρόσβαση.

Λέξεις κλειδιά: εξατομικευμένη μάθηση, ευέλικτα συστήματα, TN, υβριδική εκπαίδευση

Artificial Intelligence as a Catalyst for Flexible and Personalized Learning Practices: A Field Review

Christos Koukaras¹, Maria Mitsiaki², Paraskevas Koukaras³,
Euripides Hatzikraniotis⁴, Stavros G. Stavrinos⁵

^{1,5}Physics Department, Democritus University of Thrace, Kavala, Greece

²Department of Greek Philology, Democritus University of Thrace, Komotini, Greece

³School of Science and Technology, International Hellenic University, Thessaloniki, Greece

⁴Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece

¹*ckoukaras@physics.duth.gr*, ⁵*sstavrin@physics.duth.gr*

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is rapidly reshaping the modern educational landscape, enabling learning strategies which can be finely tuned to individual student needs in scale. This scoping review investigates how adaptive learning systems and intelligent tutoring systems can offer more meaningful and personalized learning approaches. Additionally, student-centered digital tool models are presented, noting in parallel the challenges (technological infrastructure, training, data management). Finally, realistic solutions are given which can facilitate the harmonious and effective integration of new technologies into educational practice, focusing on transparency, availability and equal access.

Keywords: Personalized learning, flexible systems, AI, hybrid education

Εισαγωγή

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) διαθέτει πλέον μια εργαλειοθήκη που αναπροσαρμόζει έμπρακτα τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί προσεγγίζουν τη γνώση στη σύγχρονη τάξη (Wang et al., 2024). Τα προσαρμοστικά συστήματα μάθησης (ΠΣΜ) μέσω της TN και των εξατομικευμένων τους λειτουργιών, βοηθούν στην κάλυψη των ξεχωριστών μαθησιακών αναγκών κάθε μαθητή, ενθαρρύνοντας την ενεργή συμμετοχή και την αυτοπεποίθησή τους (Rizvi, 2023). Οι αυτοματοποιημένες αξιολογήσεις μέσω TN (π.χ. λύσεις iFlyTek) κάνουν τη διαδικασία βαθμολόγησης πιο γρήγορη, δίκαιη και ορθολογική, δίνοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα διαχείρισης μεγάλων αριθμών μαθητών με ακρίβεια και διαφάνεια (iFlyTek, 2024). Τέλος, η πανδημία λειτούργησε ως επιταχυντής, ενσωματώνοντας ταχύτερα την TN σε υβριδικά και εξ αποστάσεως περιβάλλοντα μάθησης (Olmo-Muñoz et al., 2023).

Μεθοδολογία

Ως επισκόπηση πεδίου, η παρούσα εργασία επιχειρεί να χαρτογραφήσει τα βασικά θέματα και υπο-πεδία που συνδέονται με τη χρήση TN στη διδασκαλία. Η αναζήτηση βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε στις βάσεις δεδομένων IEEE Xplore, Scopus και WOS (2020–2024). Κυριότερες λέξεις κλειδιά: “AI in Education”, “Adaptive Learning Systems”, “Intelligent Tutoring Systems”, “VR in Education” και “Personalized Learning”.

Συνολικά, από μια αρχική λίστα 130 πηγών, διατηρήθηκαν 80 που πληρούσαν κριτήρια συνάφειας ως προς την ανάπτυξη και αξιολόγηση εργαλείων TN για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η ανάλυση έγινε σε δύο στάδια: (α) επισκόπηση τίτλων και περιλήψεων για προκαταρκτική επιλογή, και (β) εις βάθος ποιοτική εξέταση του πλήρους κειμένου επιλεγθέντων.

Σε επίπεδο ερευνητικών ερωτημάτων, η επισκόπηση επικεντρώθηκε στα εξής:

1. Πώς υποστηρίζει η TN την εξατομικευμένη μάθηση πρακτικά;
2. Μέσω τίνων πρακτικών εφαρμογών της TN βελτιώνεται η συμμετοχή των μαθητών και τα μαθησιακά τους αποτελέσματα;
3. Ποιες είναι οι κύριες προκλήσεις της TN στην εκπαίδευση σε επίπεδο υποδομών, πολιτικής και ηθικής και ποιες βιώσιμες λύσεις προτείνονται από την επιστημονική κοινότητα;

Τεχνολογικές Βάσεις Εξατομικευμένης και Κλιμακούμενης Εκπαίδευσης

Τα ΠΣΜ και τα ΕΣΔ δεν είναι απλώς προηγμένα εργαλεία· μπορούν να καταστούν βοηθήματα για εκπαιδευτικούς και μαθητές οδηγώντας σε μια πιο δημιουργική και ουσιαστική μαθησιακή εμπειρία (Zhu et al., 2023). Χάρη στην TN και την ανάλυση σύνθετων δεδομένων (όπως το επίπεδο προσοχής ή η συναισθηματική κατάσταση του μαθητή), τα συστήματα αυτά «ακούν» τις ανάγκες κάθε ατόμου, προσαρμόζοντας ανάλογα το ρυθμό και το περιεχόμενο του μαθήματος, μέσα σε μια πραγματικά εξατομικευμένη εκπαιδευτική εμπειρία (π.χ. Squirrel AI, NAGNet framework).

Επιπλέον, η αξιοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) επιτρέπει τη συλλογή φυσιολογικών δεδομένων, προσφέροντας ένα δυναμικό περιβάλλον όπου η μάθηση δεν είναι στατική, αλλά μετουσιώνεται αδιάλειπτα σε κάτι περισσότερο από την απλή μετάδοση γνώσης (Wang et al., 2023). Παράλληλα, τα συστήματα αυτοματοποιημένης αξιολόγησης (ΣΑΑ) απαλλάσσουν τους εκπαιδευτικούς από τον υπέρτο φορτό βαθμολόγησης, δίνοντας περισσότερες ευκαιρίες για ποιοτική αλληλεπίδραση. Τα προσαρμοσμένα κουίζ εντοπίζουν μαθησιακά κενά (π.χ. κατανόησης), επιτρέποντας την άμεση διόρθωση της πορείας του μαθητή.

Η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality - VR) προσθέτει μια επιπλέον διάσταση στο μάθημα, βοηθώντας τους μαθητές να «βιώσουν» τα αντικείμενα της μελέτης τους με τρόπο ζωντανό και από, εμπλουτίζοντας έτσι τη χωρική τους αντίληψη και την κριτική τους σκέψη (Hwang et al., 2020).

Εφαρμογές σε Ποικίλα Εκπαιδευτικά Πλαίσια

Στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, συστήματα υποβοηθούμενης μάθησης μέσω υπολογιστή (Computer-Assisted Learning – CAL), όπως το MindSpark, προσφέρουν εξατομικευμένη εκμάθηση με χαμηλό κόστος, ενώ εφαρμογές όπως το Intelligent Digital Education Environment (IDEE) αξιοποιούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να ενισχύσουν τη συμμετοχή και επίδοση των μαθητών μέσω της ΤΝ και της ρομποτικής (Orlando et al., 2024). Στην εξ αποστάσεως μάθηση, συστήματα νευροανάδρασης, όπως η χρήση Ηλεκτροεγκεφαλογραφίας (EEG), βρέθηκε πως βελτιώνουν τη γνωστική εμπλοκή των μαθητών σε βιντεοδιαλέξεις (Kim et al., 2023). Επιπλέον, εργαλεία όπως το learner-sourcing αξιοποιούν συλλογικά δεδομένα για να βελτιώσουν τη διδασκαλία, επιτρέποντας την εξατομίκευση και την επέκταση των παρεμβάσεων (Lahza et al., 2023). Οι τεχνολογίες αυτές προσδίδουν στην εκπαιδευτική διαδικασία προσαρμοστικότητα, συνεργατικότητα και αποτελεσματικότητα.

Προκλήσεις επεκτασιμότητας και Στρατηγικές Λύσεις

Η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση συνοδεύεται από δυσκολίες σε επίπεδο υποδομών, επιμόρφωσης και διαχείρισης δεδομένων. Πολλά σχολεία στερούνται επαρκούς τεχνολογικής βάσης, ενώ λύσεις ΤΝ που διασυνδέονται σε υπολογιστικά νέφη, αυξάνουν τους κινδύνους ασφαλείας (Wambui, 2024). Αυτό σημαίνει ότι μαθητές και εκπαιδευτικοί σε μειονεκτούσες περιοχές, συχνά μένουν πίσω, δημιουργώντας ένα αίσθημα ανισότητας. Η έλλειψη εξειδίκευσης μεταξύ των εκπαιδευτικών περιορίζει την αξιοποίηση της ΤΝ, παρότι προγράμματα όπως το ML4STEM δείχνουν πως με την κατάλληλη εκπαίδευση οι δάσκαλοι αποκτούν περισσότερη αυτοπεποίθηση και ευελιξία (Tang et al., 2023). Επιπλέον, η απουσία κοινού πλαισίου για την ανταλλαγή δεδομένων και η ελλιπής διαφάνεια αποτελούν εμπόδια, παρά τα θετικά βήματα με τη δημιουργία ενιαίων προτύπων και συστημάτων ασφαλείας (Bukar et al., 2024). Ωστόσο, με τη συνεργασία κυβερνήσεων, ιδιωτικών φορέων και εκπαιδευτικών, την υιοθέτηση ανοιχτών εργαλείων ΤΝ και τη δημιουργία πιο «φιλικών» συστημάτων, μπορεί να διασφαλιστεί μια πραγματικά δίκαιη, ασφαλή και προσβάσιμη εκπαιδευτική εμπειρία (UNESCO, 2023).

Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Με την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών, οι μαθητές ωφελούνται από την εξατομικευμένη υποστήριξη, την άμεση και ουσιαστική ανατροφοδότηση, καθώς και τις καθηλωτικές εμπειρίες μάθησης (π.χ. VR) που μετατρέπουν τη γνώση σε μια πιο δυναμική, συμμετοχική διαδικασία (Hwang et al., 2020). Για να προωθηθεί αυτή η μετάβαση, απαιτείται σύμπραξη σε διεθνές επίπεδο, τόσο μεταξύ εκπαιδευτικών ιδρυμάτων όσο και οργανισμών, μέσω της ανταλλαγής τεχνολογικών υποδομών και της παροχής δίκαιης πρόσβασης στην εκπαίδευση (UNESCO, 2023).

Παράλληλα, η ανάπτυξη εξηγήσιμης ΤΝ (xAI) μπορεί να ενισχύσει τη διαφάνεια και την εμπιστοσύνη στην τεχνολογία, ενώ οι αναλύσεις μάθησης μέσω του οικοσυστήματος του IoT δίνουν τη δυνατότητα έγκαιρου εντοπισμού μαθητών που χρειάζονται επιπλέον στήριξη (Lu et al., 2024). Η διαμόρφωση ανθεκτικών ψηφιακών υποδομών, η συνεχής επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και η χρήση εργαλείων ΤΝ ανοιχτού κώδικα μπορούν να λειτουργήσουν ως καταλύτες για μια παγκόσμια αναβάθμιση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας. Ταυτόχρονα, η υιοθέτηση ηθικών προτύπων και η συνέργεια μεταξύ χωρών και ιδρυμάτων δημιουργούν τις συνθήκες για μια πιο δίκαιη, αποτελεσματική και ανθρωποκεντρική αξιοποίηση της ΤΝ στην εκπαίδευση (Wambui, 2024) – στοιχείο που αναδιαρθρώνει ουσιαστικά τη σχολική τάξη του μέλλοντος και προσφέρει νέες ευκαιρίες για συμπεριληπτική, βιώσιμη μάθηση.

Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή καταδεικνύει τον μετασχηματιστικό ρόλο της ΤΝ στη σύγχρονη εκπαίδευση και συμβάλλει στη συζήτηση για τη βιώσιμη ενσωμάτωσή της. Παρουσιάζει παραδείγματα

εφαρμογής της ΤΝ σε ποικίλα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και αναδεικνύει τις κύριες προκλήσεις—από τις τεχνολογικές υποδομές και την κατάρτιση των εκπαιδευτικών έως τη διαχείριση των δεδομένων. Τέλος, προτείνονται στρατηγικές λύσεις που συνδυάζουν την καινοτομία με τη δίκαιη πρόσβαση, θέτοντας τα θεμέλια για μια πιο ισότιμη, ποιοτική και εμπνευσμένη εκπαιδευτική εμπειρία σε παγκόσμια κλίμακα.

Βιβλιογραφία

- Bukar, M. S., Sayeed, S., Fatimah Abdul Razak, S., Yogarayan, R., & Sneesl, R. (2024). Decision-making framework for the utilization of generative artificial intelligence in education: A case study of ChatGPT. *IEEE Access*, *12*, 95368–95389. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3425172>
- Hwang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W., & Gasevic, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, *1*, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- iFlyTek. (2024). iFLYTEK supports Sichuan Province's high-quality education through artificial intelligence. <https://www.iflytek.com/en/news-events/news/41.html>
- Kim, H., Chae, Y., Kim, S., & Im, C.-H. (2023). Development of a computer-aided education system inspired by face-to-face learning by incorporating EEG-based neurofeedback into online video lectures. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *16*(1), 78–91. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3200394>
- Lahza, H., Khosravi, H., & Demartini, G. (2023). Analytics of learning tactics and strategies in an online learnersourcing environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, *39*(1), 94–112. <https://doi.org/10.1111/jcal.12729>
- Lu, Y., Wang, D., Chen, P., & Zhang, Z. (2024). Design and Evaluation of Trustworthy Knowledge Tracing Model for Intelligent Tutoring System," στο *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *17*, σ. 1661-1676, <https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3403135>
- Olmo-Muñoz, J., González-Calero, J. A., Diago, P. D., Arnau, D., & Arevalillo-Herráez, M. (2023). Intelligent tutoring systems for word problem solving in COVID-19 days: Could they have been (part of) the solution? *ZDM Mathematics Education*, *55*(1, SI), 35–48. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01396-w>
- Orlando, S., Gaudioso, E., & Paz, F. (2024). Toward embedding robotics in learning environments with support to teachers: The IDEE experience. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *17*, 874–884. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3339882>
- Rizvi, M. (2023). Investigating AI-powered tutoring systems that adapt to individual student needs, providing personalized guidance and assessments. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, *31*, 67–73. <https://doi.org/10.55549/epess.1381518>
- Tang, J., Zhou, X., Wan, X., Daley, M., & Bai, Z. (2023). ML4STEM professional development program: Enriching K-12 STEM teaching with machine learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *33*(1), 185–224. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00292-4>
- UNESCO. (2023). *Reflections on Generative AI and the Future of Education*. Ανακτήθηκε από: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877>
- Wambui, D. A. (2024). Adaptive learning technologies: Customizing education to individual needs. *Research Output Journal of Arts and Management*, *3*(3), 1–6. ROJAM Publications. https://www.researchgate.net/publication/383273049_Adaptive_Learning_Technologies_Customizing_Education_to_Individual_Needs
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, *252*, 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>
- Zhu, H., Hu, P., Tang, X., Xia, D., & Huang, H. (2023). Nagnet: A novel framework for real-time students' sentiment analysis in the wisdom classroom. *Concurrency and Computation: Practice & Experience*, *35*(22). <https://doi.org/10.1002/cpe.7727>