

Ενσωμάτωσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών μέσω δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Δρ. Συμεών Αναγνωστάκης

Ε.Δι.Π. Πανεπιστήμιο Κρήτης

sanagn@uoc.gr

Νίκος Καπελώνης

Ε.Δι.Π. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Υπ. Διδ. Πανεπιστήμιο Κρήτης

kapelonis@uoc.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή διερευνά την χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) – Artificial Intelligence (AI) και ειδικότερα της Ενσωματωμένης Μηχανικής Μάθησης (EMM) - Embedded Machine Learning (EML) σε εφαρμογές και διαδικασίες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (ΕΡ). Αισθητήρες όπως η κάμερα AI Huskylens μπορούν να δώσουν νέες και δημιουργικές χρήσεις αισθητήρων, ενσωματώνοντας χαρακτηριστικά τεχνητής νοημοσύνης σε διδακτικά σενάρια ΕΡ αναβαθμίζοντας την λειτουργία των αισθητήρων με αρτιότερη «αίσθηση» του περιβάλλοντος χώρου. Επιπρόσθετα η εργασία αυτή διερευνά την πιθανότητα σύνδεσης με εκπαιδευτικές γλώσσες προγραμματισμού όπως το Scratch, την arduinoC ή την Python με εκπαιδευτικά ρομπότ. Στοχεύει να παρέχει ένα σύνολο εργαλείων για να συμπεριλάβει χαμηλού κόστους ενσωματωμένες συσκευές στα μαθήματα για την υποστήριξη της διδασκαλίας της τεχνητής νοημοσύνης. Η Τεχνητή Νοημοσύνη πλέον εμφανίζεται σε μεγάλο πλήθος εφαρμογών και σε ποικίλους τομείς της κοινωνίας μας. Οι εφαρμογές της αυξάνονται ολοένα και περισσότερο με την ανάπτυξη και την εξέλιξη των αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης (MM) και τεχνολογιών, όπως αυτή της αναγνώρισης φωνής και προσώπου, οι οποίες αξιοποιούνται στην καθημερινή μας ζωή. Η ανάπτυξη και εξέλιξη των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και των τεχνολογιών που τους αξιοποιούν, έχει επιφέρει ραγδαία αύξηση των εφαρμογών TN. Παρόλα αυτά, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στα σχολεία περιορίζεται κατά κύριο λόγο στα εργαλεία γλώσσας και κειμένου (LLM-Large Language Model). Η κάμερα AI Huskylens, μπορεί να προσφέρει καινοτόμες και δημιουργικές εφαρμογές, ενσωματώνοντας χαρακτηριστικά TN σε διδακτικά σενάρια ΕΡ, αξιοποιώντας τη δυνατότητα λεπτομερέστερης ψηφιακής αποτύπωσης του περιβάλλοντος χώρου. Απώτερος στόχος είναι η ανάπτυξη ενός συνόλου εργαλείων που θα μπορούν αφενός να χρησιμοποιούν την TN στη διδασκαλία και αφετέρου να αξιοποιούν μικροϋπολογιστικά συστήματα χαμηλού κόστους. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας υλοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές δραστηριότητες, αξιοποιώντας την κάμερα AI Huskylens, στο κλασικό σενάριο ΕΡ τύπου «ακολούθησε τη γραμμή», με μοναδική διαφορετική παράμετρο την πλατφόρμα ανάπτυξης: α) Arduino, β) Raspberry PI pico και γ) micro:bit. Αν και οι υλοποιήσεις είναι σε πιλοτικό στάδιο, διαφαίνεται ότι συστήματα Ενσωματωμένης Μηχανικής Μάθησης μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία της ΕΡ. Πιο συγκεκριμένα, με την ενσωμάτωση εννοιών TN, επεκτείνονται οι ήδη υπάρχουσες έννοιες και διαδικασίες της ΕΡ, καλλιεργώντας την κριτική σκέψη, τη δημιουργικότητα και την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων.

Λέξεις-Κλειδιά: Τεχνητή Νοημοσύνη, Ενσωματωμένη Μηχανική Μάθηση, Εκπαιδευτική Ρομποτική, μικροϋπολογιστικά συστήματα χαμηλού κόστους, εκπαίδευση εκπαιδευτικών

Εισαγωγή

Η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει γίνει πανταχού παρούσα στην κοινωνία μας, επιταχυνόμενη από την ταχύτητα της ανάπτυξης των αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης και των τεχνολογιών αναγνώρισης φωνής και προσώπου που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή μας ζωή. Προσφάτως, υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την χρήση ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία όλων των βαθμίδων. Επί του παρόντος, η χρήση της ΤΝ στα σχολεία περιορίζεται κατά κύριο λόγο στα εργαλεία γλώσσας και κειμένου (Large Language Model). Τα τρέχοντα θέματα τεχνητής νοημοσύνης θα πρέπει να μετακινηθούν από τις θεωρητικές και εικονικές εφαρμογές προς αυτό που ονομάζεται «ειδική τεχνητή νοημοσύνη», εστιάζοντας σε πραγματικές ενσωματωμένες συσκευές, χρησιμοποιώντας δεδομένα από πραγματικούς αισθητήρες και αλληλεπιδρώντας με το περιβάλλον τους για την επίλυση προβλημάτων στον πραγματικό κόσμο (Llamas, Paz-Lopez, Prieto, Orjales, & Bellas, 2020). Η σύνδεση της ρομποτικής με την ΤΝ προτάθηκε αρκετά έτη πίσω ως μέσο για να διδαχθεί η Τεχνητή Νοημοσύνη ως εισαγωγικό μάθημα στις σχολές επιστήμης των υπολογιστών (Kumar & Meeden, 1998). Η εισαγωγή των εννοιών της ΤΝ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση αντιπροσωπεύει έναν σημαντικό βήμα προς την προετοιμασία των μαθητών για την τεχνολογική εποχή στην οποία ζούμε. Αν και η ΤΝ μπορεί να φαίνεται σαν ένα προηγμένο και πολύπλοκο θέμα, η εισαγωγή της στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση μπορεί να γίνει με διασκεδαστικούς και διαδραστικούς τρόπους, καθιστώντας την προσβάσιμη για τους μαθητές (Lin & Mubarak, 2024) αν και ο βαθμός και οι τύποι ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης στην κοινωνία διαφέρουν από χώρα σε χώρα ή από πολιτισμό σε πολιτισμό (Eguchi, Okada, & Muto, 2021). Έρευνες υποστηρίζουν ότι αυξάνουν τα κίνητρα των μαθητών, όπως υποδεικνύεται από την αυτομάθηση των μαθητών τα οποία υποστηρίζονται από ένα άνετο περιβάλλον που χρησιμοποιεί ρομπότ που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη και κάνουν τους μαθητές ενεργούς σε μαθησιακές δραστηριότητες (Lin & Mubarak, 2024). Τα τελευταία χρόνια, αρκετοί ερευνητές έχουν αναφέρει διάφορα ρομπότ που βασίζονται σε ΑΙ ή γλώσσες προγραμματισμού που βασίζονται σε πλακίδια (π.χ. Scratch) με ρομπότ για τη βελτίωση της υπολογιστικής σκέψης, της κριτικής σκέψης, της ευχαρίστησης και της δημιουργικότητας των μαθητών (Curasma κ.ά., 2021; Yilmaz Ince & Koc, 2021). Αν και υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την εκπαίδευση με ΤΝ στα πρώτα στάδια της εκπαίδευσης με ενδιαφέροντα έργα (Song & Park, 2021) εντούτοις στερείται μιας ενοποιημένης μεθοδολογίας, επικαλύπτεται με πολλούς άλλους κλάδους και περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα δεξιοτήτων από πολύ εφαρμοσμένες έως, πολύ τυπικές. Η προσέγγισή μας είναι να αντιλαμβανόμαστε τα θέματα στο ΑΙ ως εργασίες ρομποτικής παρακινώντας τους μαθητές να μάθουν χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες, πρακτικές εργαστηριακές ασκήσεις. Παραπέρα, ο εγγραμματισμός στην ΤΝ αποτελεί οργανικό μέρος του ψηφιακού εγγραμματισμού για όλους τους πολίτες σε μια ολοένα και πιο έξυπνη κοινωνία και προτείνει την εμπλοκή των παιδιών σε μια ουσιαστική εμπειρία που θα τους επιτρέψει να αποκτήσουν αυτές τις θεμελιώδεις έννοιες της τεχνητής νοημοσύνης (Yang, 2022). Ένα πρώτο βήμα είναι η κατάλληλη προετοιμασία των μελλοντικών εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε ένα εγγραμματισμό πάνω στις έννοιες και τη χρήση εργαλείων ΤΝ (Llamas κ.ά., 2020).

1. Τεχνητή Νοημοσύνη – Μηχανική Μάθηση

Αν και η ΤΝ δεν είναι κάτι καινούργιο στην επιστήμη της Πληροφορικής εντούτοις τα τελευταία χρόνια αποτελεί κεντρικό ζήτημα με την μεγάλη εξάπλωσή της. Βασικοί παράγοντες για αυτό το αποτέλεσμα είναι α) η διαθεσιμότητα δεδομένων, β) η υπολογιστική ισχύς, γ) η πρόοδος στους αλγορίθμους και δ) το ευρύ δημόσιο συμφέρον. Η Μηχανική Μάθηση (MM) (Machine Learning, ML) είναι ένα υποπεδίο της ΤΝ που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη αλγορίθμων που μαθαίνουν να λύνουν προβλήματα αναλύοντας δεδομένα για μοτίβα. Παραπέρα η Βαθιά Μάθηση (Deep Learning) είναι ένας τύπος Μηχανικής Μάθησης που αξιοποιεί τα νευρωνικά δίκτυα και τα μεγάλα δεδομένα. Η MM είναι παντού, αναγνωρίζει φωτογραφίες, παράγει ομιλία και διάλογο, μας βοηθά να έχουμε καλύτερη εμπειρία κοινωνικής δικτύωσης και ιστού (Amazon, Facebook κ.λπ.)

2. Ενσωματωμένη Μηχανική Μάθηση

Οι πρόσφατες εξελίξεις στην αρχιτεκτονική των μικροεπεξεργαστών και στον σχεδιασμό αλγορίθμων κατέστησαν δυνατή την εκτέλεση εξελιγμένων φόρτων εργασίας μηχανικής εκμάθησης ακόμη και στους μικρότερους μικροελεγκτές. Η ενσωματωμένη μηχανική μάθηση, γνωστή και ως TinyML, είναι το πεδίο της μηχανικής μάθησης όταν εφαρμόζεται σε ενσωματωμένα συστήματα όπως αυτά της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Υπάρχουν μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα στην ανάπτυξη MM για μικροϋπολογιστικά συστήματα (Bier, 2020):

- **Εύρος ζώνης:** Οι αλγόριθμοι MM σε ενσωματωμένα συστήματα μπορούν να εξάγουν σημαντικές πληροφορίες από δεδομένα που διαφορετικά θα ήταν απρόσιτα λόγω περιορισμών εύρους ζώνης.
- **Καθυστέρηση:** Τα μοντέλα MM στη συσκευή μπορούν να ανταποκρίνονται σε πραγματικό χρόνο σε εισόδους, επιτρέποντας εφαρμογές όπως τα αυτόνομα οχήματα, τα οποία δεν θα ήταν βιώσιμα εάν εξαρτώνται από την καθυστέρηση του δικτύου.
- **Οικονομικά:** Με την επεξεργασία δεδομένων στη συσκευή, τα ενσωματωμένα συστήματα ML αποφεύγουν το κόστος μετάδοσης δεδομένων μέσω δικτύου και επεξεργασίας τους στο νέφος (cloud).
- **Αξιοπιστία:** Τα συστήματα που ελέγχονται από μοντέλα στη συσκευή είναι εγγενώς πιο αξιόπιστα από αυτά που εξαρτώνται από τη σύνδεση με το νέφος.
- **Απόρρητο:** Όταν τα δεδομένα υποβάλλονται σε επεξεργασία σε ένα ενσωματωμένο σύστημα και δεν μεταδίδονται ποτέ στο νέφος, το απόρρητο των χρηστών προστατεύεται και υπάρχει μικρότερη πιθανότητα κατάχρησης.
- **Από τεχνολογικής πλευράς** η αξιοποίηση των δυνατοτήτων της τεχνητής νοημοσύνης στον έλεγχο ρομποτικών συστημάτων παρέχει ένα ισχυρό εργαλείο για τον εξορθολογισμό πολλών εργασιών, καθώς έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου εκτέλεσης εργασιών και τη βελτίωση της σταθερότητας στην κίνηση των ρομπότ (Georgieva, Ivanov, & Anchev, 2023).

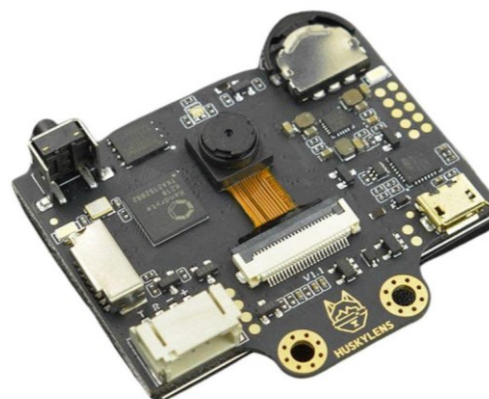
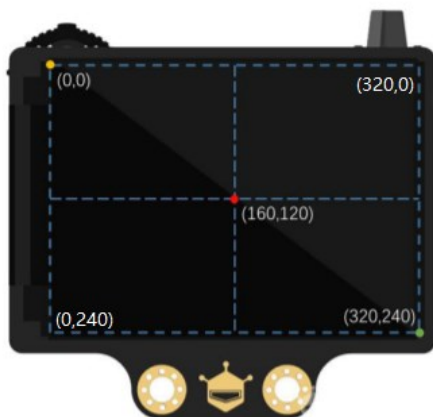
3. Πρόταση ενσωμάτωσης αισθητήρων ΤΝ σε δραστηριότητες ΕΡ: ένα παράδειγμα

Η μηχανική όραση είναι ένα συναρπαστικό θέμα αλλά μέχρι πρόσφατα απαιτούσε πολύ ισχυρούς υπολογιστές καθώς και την εφαρμογή πολύπλοκων αλγορίθμων και κωδικοποίησης. Σήμερα υπάρχει μια νέα γενιά ισχυρών μικροελεγκτών που προσφέρουν Μηχανική Μάθηση. Υπάρχουν πολλές χαμηλού κόστους λύσεις μηχανικής όρασης που είναι ιδανικές για την εκπαιδευτική διαδικασία. Στην πρότασή μας κάναμε χρήση της Huskylens camera AI από την εταιρεία DFrobot (www.dfrobot.com).

Περιγραφή υλικού: Huskylens camera AI

Η HuskyLens είναι ένας εύχρηστος αισθητήρας μηχανικής όρασης ΤΝ με 7 ενσωματωμένες λειτουργίες: αναγνώριση προσώπου και αντικειμένων, παρακολούθηση αντικειμένων, αναγνώριση γραμμής, αναγνώριση χρωμάτων, αναγνώριση ετικετών και ταξινόμηση αντικειμένων. Με τα πλήκτρα λειτουργίας και εκμάθησης επιλέγεται ο κατάλληλος αλγόριθμος. Λόγω του μικρού του μεγέθους και της χαμηλής κατανάλωσης ρεύματος, είναι κατάλληλη για τοποθέτηση σε εκπαιδευτικά κινητά ρομπότ. Μέσω της θύρας UART/I2C, η «έξυπνη» κάμερα HuskyLens μπορεί να συνδεθεί με μικροϋπολογιστικά συστήματα (Arduino, Raspberry Pi Pico και το micro:bit) για την δημιουργία έργων χωρίς την απαίτηση προγραμματισμού (κώδικα) με πολύπλοκους αλγόριθμους. Με εφαρμογές στην εκπαιδευτική ρομποτική όπως: α) Εκπαιδευτικά παιχνίδια: Η Huskylens μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία παιχνιδιών μάθησης, όπου οι μαθητές αλληλοεπιδρούν με την τεχνολογία και μαθαίνουν στο προσφιλές περιβάλλον του παιχνιδιού. β) Εκπαιδευτικά ρομπότ: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εκπαιδευτικών ρομπότ, τα οποία μπορούν να αντιληφθούν το περιβάλλον τους και να προσαρμοστούν ανάλογα και γ) Εκπαιδευτικά εργαλεία: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διδασκαλία θεμάτων όπως η αναγνώριση αντικειμένων, η αυτοματοποίηση και ο προγραμματισμός. Ως πλεονεκτήματα μπορούν να αναφερθούν α) η βελτιωμένη διδακτική εμπειρία για τους εκπαιδευόμενους, β) η ενίσχυση της δημιουργικότητας και της καινοτομίας και γ) η προώθηση της ενεργητικής μάθησης και της συνεργατικής εργασίας.

Η κάμερα HuskyLens είναι εξοπλισμένη με ενσωματωμένη τεχνητή νοημοσύνη που τροφοδοτείται από τον ισχυρό μικροελεγκτή Kendryte K210. Αυτός ο μικροελεγκτής είναι ένας διπύρηνος επεξεργαστής 64-bit RISC-V Kendryte K210 στα 400MHz με διπλή ανεξάρτητη FPU διπλής ακρίβειας, 8MB SRAM με ένα επεξεργαστή νευρωνικού δικτύου (KPU) στα 0,8 Tops και προγραμματιζόμενη Συστοιχία IO (FPIOA). Έναν αποτελεσματικό επιταχυντή υλικού σχεδιασμένο για λειτουργίες νευρωνικών δικτύων, ιδιαίτερα για συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα (CNN). Αξιοποιώντας αυτές τις δυνατότητες, το Kendryte K210 είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για εργασίες όπως η αναγνώριση εικόνας, η αναγνώριση αντικειμένων και η ανάλυση τροχιών κίνησης. Ενισχύοντας την αλληλεπίδραση των χρηστών, η κάμερα HuskyLens ενσωματώνει μια οθόνη IPS 2 ιντσών με ανάλυση 320×240 pixel. Στη λειτουργία παρακολούθησης και ανάλυσης τροχιάς κίνησης, η HuskyLens είναι προγραμματιζόμενη να αναγνωρίζει και να παρακολουθεί μία ή περισσότερες έγχρωμες γραμμές τροχιάς κίνησης. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στο σύστημα κάμερας να συμβάλλει ενεργά στην ανάλυση και τον έλεγχο της κίνησης, βοηθώντας στη διασφάλιση ακριβούς κίνησης κατά μήκος των προβλεπόμενων διαδρομών.



Περισσότερα για την λειτουργία της κάμερας HUSKYLENS AI στο

https://www.dfrobot.com/product-1922.html?srltid=AfmBOoqa_V5vO3Pi5p3SKjyYI9MZxlqrdv-KhjmidtQzpT3GEJY3mj3P

Περιγραφή των Δραστηριοτήτων «Ακολουθήσε την γραμμή»

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας υλοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές δραστηριότητες, αξιοποιώντας την κάμερα AI HuskyLens, στο κλασικό σενάριο ΕΡ τύπου «ακολουθήσε τη γραμμή», με μοναδική διαφορετική παράμετρο την πλατφόρμα ανάπτυξης: α) Arduino, β) Raspberry Pi Pico και γ) micro:bit. Από τις πιο συνηθισμένες δραστηριότητες ΕΡ είναι η «Ακολουθήσε τη γραμμή» όπου το ρομπότ πρέπει να κινηθεί κατά μήκος μιας διακριτής γραμμής. Οι μέθοδοι παρακολούθησης γραμμής χρησιμοποιούν συνήθως αισθητήρες υπερύθρων για την παρακολούθηση γραμμής. Οι αισθητήρες υπερύθρων έχουν χαμηλότερο κόστος, αλλά απαιτείται να βρίσκονται σε μικρή απόσταση από τη γραμμή γιατί έχουν μικρή «οπτική εμβέλεια», απαιτούν συνεχή προσαρμογή στις συνθήκες περιβάλλοντος και επίπεδες καθαρές γραμμές με όμοιο χρωματισμό. Αντίθετα η «έξυπνη» κάμερα HuskyLens αν και έχει υψηλότερο κόστος παρέχει ευρεία οπτική εμβέλεια, δεν απαιτείται να είναι σε κοντινή απόσταση, η αλλαγή περιβάλλοντος δεν την επηρεάζει, εκτός από την περίπτωση αλλαγής γραμμής/ών, και δύναται να ακολουθεί γραμμές μη επίπεδες και με ανοχή στον χρωματικό τονισμό. Επιπρόσθετα παρέχει 6 επιπλέον λειτουργίες κάνοντας συμφέρουσα την χρήση της. Ο στόχος είναι να δημιουργηθούν αλγόριθμοι για την παρακολούθηση γραμμής και την παρακολούθηση αντικειμένων χρησιμοποιώντας μια έξυπνη κάμερα HuskyLens, σε λειτουργία αυτόνομου ρομπότ.

Περιγραφή λειτουργίας μάθησης.

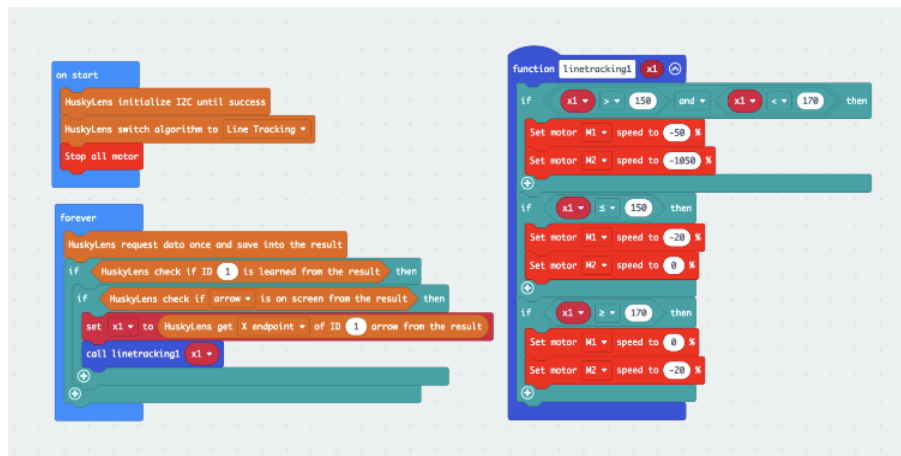
Για να μπορεί η «έξυπνη» κάμερα να παρακολουθεί καθορισμένες γραμμές χρώματος και να κάνει προβλέψεις διαδρομής πρέπει πρώτα να γίνει κατάσταση μάθησης. Με την μετακίνηση αριστερά ή δεξιά του πλήκτρου λειτουργίας εμφανίζετε η επιλογή "Line Tracking" και τοποθετώντας εντός του οπτικού πεδίου της HuskyLens, τη γραμμή για εκμάθηση. Τοποθετήστε το σύμβολο "+" στη γραμμή. Στη συνέχεια, η HuskyLens θα εντοπίσει αυτόματα τη γραμμή και ένα λευκό βέλος θα εμφανιστεί στην οθόνη. Εκείνη τη στιγμή, πατήστε σύντομα το «κουμπί εκμάθησης» για να ολοκληρώσετε τη διαδικασία εκμάθησης. Στην οθόνη θα εμφανιστεί ένα μπλε βέλος κατεύθυνσης διαδρομής.



Όταν η HuskyLens εντοπίσει τη γραμμή που έχει μάθει, ένα μπλε βέλος θα εμφανιστεί αυτόματα στην οθόνη. Η κατεύθυνση του βέλους δείχνει την προβλεπόμενη κατεύθυνση της γραμμής. Η προεπιλεγμένη ρύθμιση είναι να παρακολουθείτε μόνο μία γραμμή χρώματος. Σε αυτό το σημείο τελειώνει το στάδιο της μάθησης και πλέον επικοινωνώντας μέσω I2C μπορούμε να διαβάσουμε τις συντεταγμένες της αιχμής του βέλους και να οδηγήσουμε το ρομπότ με τρεις βασικές τιμές α) εμπρός αριστερά (0,γ), β) εμπρός ευθεία (160,γ) και γ) εμπρός δεξιά (320, γ).

1η υλοποίηση: micro:bit – NEZHA

Η πρώτη εφαρμογή έγινε με το εκπαιδευτικό σύνολο micro:bit του BBC συνδεδεμένο στην πλακέτα διασύνδεσης στο Nezha Inventor's Kit, που περιέχει μια κεντρική μονάδα ικανή να υποδεχτεί την πλακέτα BBC micro:bit και την κάμερα HuskyLens. Ο κώδικας αναπτύχθηκε στο περιβάλλον makecode (<https://makecode.microbit.org/>)

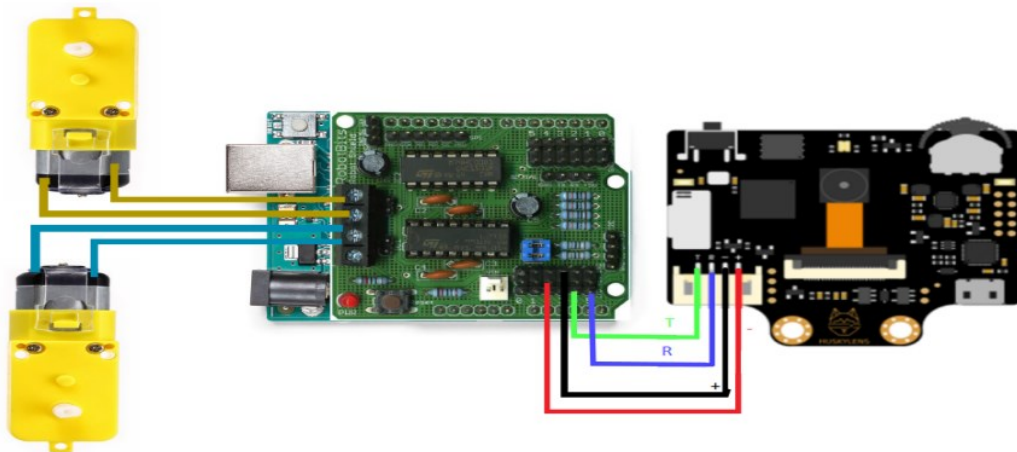


2η υλοποίηση: arduino

Η δεύτερη εφαρμογή έγινε με το εκπαιδευτικό σύνολο Arduino συνδεδεμένο σε μια πλακέτα οδήγησης κινητήρων DC και την κάμερα HuskyLens τοποθετημένα στη βάση ρομπότ Rover 5. Ο κώδικας αναπτύχθηκε στο περιβάλλον Arduino IDE.



```
while (huskylens.available()) {
  HUSKYLENSResult result = huskylens.read();
  printResult(result);
  Rten = (int32_t)result.xTarget - (int32_t)160; //160
  Rdir = (int32_t)result.xTarget;
  Serial.println(String()+"ένταση: "+Rten+", "+"κατεύθυνι
  if (Rdir > 170){
    //turn_right(100);
    int xtl=speed-abs(Rten);
    int xtr=speed+abs(Rten);
    if (xtl < 0) xtl = 0;
    if (xtr > 200) xtr = 200;
    move_tank(xtl, xtr);
    //delay(abs(Rten));
    //motor_stop();
  }
  else if (Rdir < 150){ //δεξιός τροχός
    //turn_left(100);
    int xtl=speed+abs(Rten);
    int xtr=speed-abs(Rten);
    if (xtl > 200) xtl = 200;
    if (xtr < 0) xtr = 0;
    move_tank(xtl, xtr);
    //delay(abs(Rten));
    //motor_stop();
  }
  else if ((Rdir > 149) && (Rdir < 171)) {
    drive_forward(speed);
    //delay(20);
  }
  else {
    motor_stop();
  }
  delay(10);
}
```



Περισσότερες λεπτομέρειες στο https://robofab.edc.uoc.gr/2024/03/04/huskylens_arduino_fl/

3η υλοποίηση: Raspberry Pi Pico

Η τρίτη εφαρμογή έγινε με το εκπαιδευτικό σύνολο Raspberry Pi Pico του ιδρύματος Raspberry συνδεδεμένο στην πλακέτα διασύνδεσης πλακέτα επέκτασης Wukong2040, 2 κινητήρες DC με τροχούς και την κάμερα Huskylens. Ο κώδικας αναπτύχθηκε στο περιβάλλον Thonny IDE με microPython.

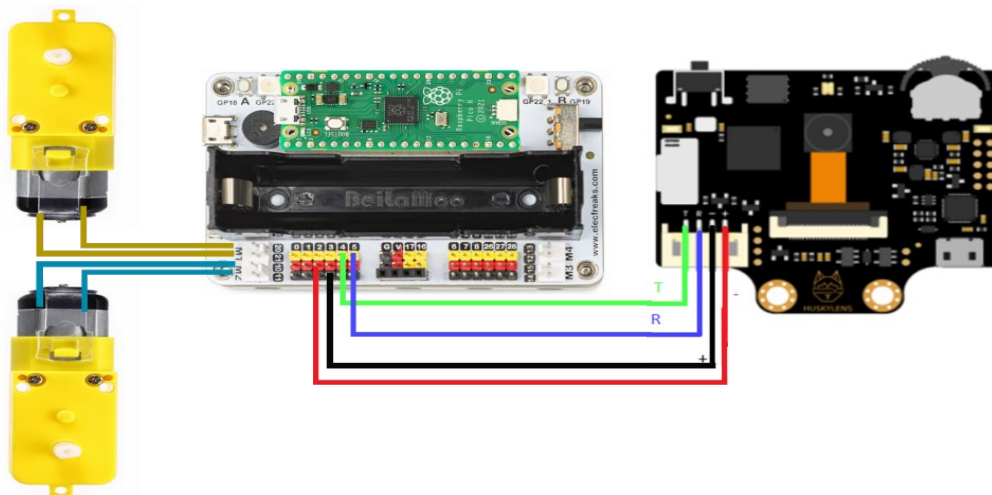


```
import machine
from huskylensPythonLibrary import HuskyLensLibrary
import utime
import time
import uos

husky = HuskyLensLibrary("I2C") ## SERIAL OR I2C
#φροντίζουμε η κάμερα να είναι σε κατάσταση line tracking

# Ορίζουμε τους ακροδέκτες GPIO για τους κινητήρες του ρομπότ
M1A = machine.PWM(machine.Pin(10))
M1B = machine.PWM(machine.Pin(11))
M1A.freq(50)
M1B.freq(50)
M2A = machine.PWM(machine.Pin(20))
M2B = machine.PWM(machine.Pin(21))
M2A.freq(50)
M2B.freq(50)

# Ορίζουμε τη λειτουργία των κινητήρων του ρομπότ
def move_forword(speed): # Ο κύκλος λειτουργίας πρέπει να εί
    #print("Fspeed"+str(speed))
    M1A.duty_u16(0)
    M1B.duty_u16(speed)
    M2A.duty_u16(0)
    M2B.duty_u16(speed)
def move_backword(speed): # Ο κύκλος λειτουργίας πρέπει να εί
    M1A.duty_u16(speed)
    M1B.duty_u16(0)
    M2A.duty_u16(speed)
    M2B.duty_u16(0)
```



Περισσότερο υλικό και πληροφορίες είναι διαθέσιμες στον ιστότοπο
<https://robofab.edc.uoc.gr/2024/03/03/pi-pico-huskylens-followline/>

4. Συμπεράσματα

Η ενσωμάτωση της «έξυπνης» κάμερας HuskyLens σε δραστηριότητες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση που επιτρέπει την αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα της βιωματικής εκπαίδευσης. Διευρύνει τις δυνατότητες ανάπτυξης δραστηριοτήτων ΕΡ συνδυάζοντας τις επιλογές που προσφέρει η ενσωματωμένη μηχανική μάθηση. Η σύνδεση της ΤΝ με εκπαιδευτικές γλώσσες προγραμματισμού και την ΕΡ ανοίγει νέους ορίζοντες στον τομέα της εκπαίδευσης.

Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων της ΤΝ στον έλεγχο ρομποτικών συστημάτων παρέχει ένα ισχυρό εργαλείο για τον εξορθολογισμό πολλών εργασιών, στο συγκεκριμένο πλαίσιο αυτή η ενσωμάτωση είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου εκτέλεσης εργασιών καθώς και τη βελτίωση της κίνησης του ρομπότ και την ανοχή στις ατέλειες της γραμμής

κίνησης. Δευτερευόντως, η ενσωματωμένη οθόνη που διαθέτει η camera Huskylens προσφέρει την απεικόνιση των πραγματικών δεδομένων που γίνονται επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο.

Προετοιμάζει τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς στην χρήση τεχνολογιών βασισμένων στην ΤΝ μέσω της βιωματικής εμπειρίας, εισάγοντας την ιδέα της δημιουργίας συμφραζομένων εννοιών για την ΤΝ. Η Ενσωματωμένη Μηχανική Μάθηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση προβλημάτων σε συστήματα όπως είναι οι δραστηριότητες της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Μέσω αυτής της τεχνολογίας, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί - και κατ' επέκταση οι μαθητές - αποκτούν μια πιο διασκεδαστική, διαδραστική και ενδιαφέρουσα εμπειρία μάθησης, που ενσωματώνει έννοιες ΤΝ ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσουν κρίσιμες δεξιότητες και γνώσεις στον τομέα της τεχνολογίας και της επιστήμης. Είναι σημαντικό να ενθαρρύνουμε την χρήση της ΤΝ εκπαιδευτικό περιβάλλον εμβαθύνοντας στον τρόπο λειτουργίας της προκειμένου να προετοιμάσουμε τους μαθητές για την τεχνολογική και ψηφιακή εποχή στην οποία θα ζήσουν.

Επόμενος στόχος μας είναι η ανάπτυξη περισσότερων δραστηριοτήτων ΕΡ με χρήση της Ενσωματωμένης Μηχανικής Μάθησης σε έργα όπως α) Διαδραστικός έλεγχος με χειρονομίες, β) Αυτόνομα Οχήματα, γ) Ρομποτική όραση και δ) Αναγνώριση προσώπων, αντικειμένων και χρωμάτων.

Βιβλιογραφία

Bier, J. (2020). *AI and Vision at the Edge—EE Times*. Ανακτήθηκε από

<https://www.eetimes.com/ai-and-vision-at-the-edge/>

Curasma, R. P., Villalba-Condori, K. O., Jara, N. J., Llamoca, R. Q., Chávez, J. C. C., & Ponce-Aranibar, M. D. P. (2021). Computational Thinking and Block-Based Programming for Beginning Engineering Students: Systematic Review of the Literature. *2021 XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*, 530–533.

<https://doi.org/10.1109/LACLO54177.2021.00096>

Eguchi, A., Okada, H., & Muto, Y. (2021). Contextualizing AI Education for K-12 Students to Enhance Their Learning of AI Literacy Through Culturally Responsive Approaches. *KI - Künstliche Intelligenz*, 35(2), 153–161. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00737-3>

Georgieva, T., Ivanov, A., & Anchev, A. (2023). Payload Stabilization in Multidirectional Robot Motion by Applying Trajectory Analysis Algorithm and Feedback Encoders. *2023 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)*, 179–185.

<https://doi.org/10.1109/ICAI58806.2023.10339008>

Kumar, D., & Meeden, L. (1998). A robot laboratory for teaching artificial intelligence. *ACM SIGCSE Bulletin*, 30(1), 341–344. <https://doi.org/10.1145/274790.274326>

Lin, C.-J., & Mubarak, H. (2024). Promoting young learners' computational thinking with AI-based robots and the ICAP model in blended learning contexts. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–15. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2308101>

Llamas, L. F., Paz-Lopez, A., Prieto, A., Orjales, F., & Bellas, F. (2020). Artificial Intelligence Teaching Through Embedded Systems: A Smartphone-Based Robot Approach. Στο Μ. F.

Silva, J. Luís Lima, L. P. Reis, A. Sanfeliu, & D. Tardioli (Επιμ.), *Robot 2019: Fourth Iberian Robotics Conference* (σσ. 515–527). Cham: Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-35990-4_42

Yang, W. (2022). Artificial Intelligence education for young children: Why, what, and how in curriculum design and implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100061. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100061>

Yilmaz Ince, E., & Koc, M. (2021). The consequences of robotics programming education on computational thinking skills: An intervention of the Young Engineer's Workshop (YEW). *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 191–208.

<https://doi.org/10.1002/cae.22321>