



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Περιγραφή Χρηματοδοτούμενων Ερευνητικών Έργων
1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.
για την ενίσχυση Μεταδιδακτόρων Ερευνητών/Τριών

Τίτλος Ερευνητικού Έργου
«Νευρομορφικοί Επεξεργαστές βασισμένοι σε λέιζερ κβαντικών Τελειών»

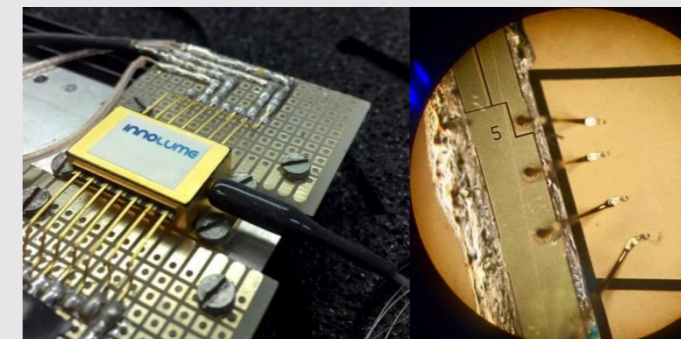
Επιστημονικός Υπεύθυνος: Χάρης Μεσαριτάκης

Εκλαϊκευμένος τίτλος: «Επεξεργαστές βασισμένοι σε Οπτικούς Τεχνητούς Νευρώνες»

Επιστημονική Περιοχή:
Φυσικές Επιστήμες, Φωτονική, Νευρομηχανική, Λέιζερ,
Πληροφορική

Φορέας Υποδοχής: Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

Συνεργαζόμενος Φορέας: Heriot-Watt, πολυτεχνική σχολή και
θετικών επιστημών, ινστιτούτο Φωτονικής και Κβαντικών
επιστημών – Ην. Βασίλειο



Ποσό Χρηματοδότησης: 199.272,72€
Διάρκεια Χρηματοδότησης: 36 μήνες
Φορέας Χρηματοδότησης: ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.

#BrainGain #StrongerGreece

Σύνοψη Ερευνητικού έργου

«Νευρομορφικοί Επεξεργαστές βασισμένοι σε λέιζερ κβαντικών Τελειών»

Το ερευνητικό πρόγραμμα NEBULA στοχεύει στη διερεύνηση τεχνολογιών αιχμής στον ανερχόμενο επιστημονικό τομέα της φωτονικής νευρομορφικής μηχανικής. Αυτό το πεδίο περιλαμβάνει τόσο διαδεδομένα υπολογιστικά παραδείγματα όπως τα νευρωνικά δίκτυα καθώς και φωτονική τεχνολογία, στοχεύοντας την ένωση της χαμηλής κατανάλωσης και του υψηλού ρυθμού λειτουργίας των φωτονικών διατάξεων με την ευελιξία και την υψηλή υπολογιστική απόδοση των νευρομιμητικών συστημάτων. Πιο συγκεκριμένα οι ερευνητικές προσπάθειες μας θα στοχεύσουν την αξιοποίηση τεχνητών οπτικών νευρώνων βασισμένων σε διατάξεις λέιζερ κβαντικών τελειών και ενός νέου τύπου αναδρομικών νευρωνικών δικτύων, αποκαλούμενων *reservoir computing*. Πιο αναλυτικά, οι διατάξεις κβαντικών τελειών και ο τρισδιάστατος χωρικός περιορισμός των φορέων που προσφέρουν, επιτρέπει χαρακτηριστικά ενός άτομου-σε-κουτί, όπως θερμική αναισθησία και υπερύψηλό εύρος ζώνης. Αυτή η ατομική συμπεριφορά επιτρέπει επίσης την εκπομπή από πολλαπλές ενεργειακές ζώνες, στοιχείο εξαιρετικά σημαντικό για την επίτευξη πλήρως ισομορφικών προς τους βιολογικούς νευρώνες, συστημάτων. Οι τεχνητοί νευρώνες μπορούν να εκπέμπουν τόσο διεγερτικά (*excitatory*) όσο και αποδιεγερτικά (*inhibitory*) σήματα, κωδικοποιώντας τα μέσω του μήκους κύματος εκπομπής. Συμπληρωματικά, το *reservoir computing* είναι ένα εξαιρετικά ισχυρό μοντέλο μηχανικής μάθησης το οποίο μπορεί να παρακάμψει την αργή σύγκλιση των αλγορίθμων εκπαίδευσης, χρησιμοποιώντας μη-γραμμικούς τυχαία συνδεδεμένους νευρικούς κόμβους, οι οποίοι δυναμικά βρίσκονται στα όρια της χαοτικής λειτουργίας. Η αύξηση της διάστασης της εισόδου από το σύστημα επιτρέπει την υψηλή απόδοση σε προβλήματα κατηγοριοποίησης αλλά και πρόγνωσης χρονοεξαρτημένων σημάτων.

Η ένωση αυτών των δύο τεχνολογιών θα επιχειρηθεί για πρώτη φορά, επιτρέποντας το σχεδιασμό και κατασκευή ενός νευρομιμητικού φωτονικού επεξεργαστή μικρής κλίμακας, ικανού να επεξεργαστεί χρονοεξαρτώμενα ψηφιακά και αναλογικά δεδομένα σε χρονικές κλίμακες του τρισεκατομμυριοστού του δευτερολέπτου με ελάχιστες απαιτήσεις για μηχανική εκπαίδευση. Το σύστημα αυτό θα ξεπεράσει σε επιδόσεις τα συμβατικά υπολογιστικά συστήματα σε εφαρμογές όπως: υψηλή αναγνώριση προτύπων, αναγνώριση σημάτων από πολυπλεγμένους αισθητήρες για εφαρμογές ασφάλειας, μηχανική όραση καθώς και γνωσιακή διαχείριση του τηλεπικοινωνιακού φάσματος.

<https://xmesaritakis.wixsite.com/nebulaproject>

Ο αντίκτυπος του προγράμματος έγκειται στην εισαγωγή μιας καινοτόμου προσέγγισης στο τομέα της μηχανικής, των υπολογιστών και των φυσικών επιστημών γενικά, η οποία θα επιτρέψει σημαντικές βελτιώσεις τόσο στη ταχύτητα επεξεργασίας όσο και στη κατανάλωση ισχύος των νευρομιμικών φωτονικών συστημάτων. Στα πλαίσια του προγράμματος σκοπεύουμε να προσελκύσουμε νέους ερευνητές, να εκπαιδεύσουμε φοιτητές και να αναπτύξουμε συνεργίες με βασικούς βιομηχανικούς εταίρους. Ο μακροπρόθεσμος στόχος του έργου είναι η δημιουργία μιας ακαδημαϊκής κρίσιμης μάζας, που θα επιτρέψει στο ίδρυμα υποδοχής να γίνει ένας από τους βασικούς πυλώνες αυτής της επιστημονικής περιοχής. Το κοινωνικό αντίκτυπο του έργου μπορεί να χαρακτηριστεί καλύτερα αν εξεταστεί το εύρος των εφαρμογών που θα επηρεαστούν από τις τεχνολογικές εξελίξεις του έργου. Τηλεπικοινωνίες: γνωσιακή διαχείριση του φάσματος, ισοστάθμιση, σε πραγματικό χρόνο, μη γραμμικών φαινομένων. Ασφάλεια: αναγνώριση εικόνων από πολυπλεγμένους αισθητήρες, εντοπισμός ανωμαλιών, αυτόνομα οχήματα. Ρομποτική: επεξεργασία κίνησης, μηχανική όραση.

Η χρηματοδότηση του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. σημαίνει...



Σε προσωπικό επίπεδο το ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. μου παρέχει τα μέσα ώστε να συνεχίσω την έρευνα μου και να διεκδικήσω ακαδημαϊκούς στόχους χωρίς να χρειαστεί να μεταφέρω τις δραστηριότητές μου σε κάποιο εργαστήριο του εξωτερικού. Επιπλέον η δυνατότητα που παρέχει να διενεργήσω έρευνα σε βασικούς επιστημονικούς τομείς με υψηλό ρίσκο αποτελεί τη βάση για μια ακαδημαϊκή καριέρα, ενώ μέσω της ενίσχυσης πολύ καινοτόμων ιδεών η δράση ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. βοηθάει στην ελαχιστοποίηση της καθυστέρησης μεταφοράς τεχνογνωσίας από το εργαστήριο στην αγορά και ως εκ τούτου ενισχύει τη νεοφυή επιχειρηματικότητα. Η ακαδημαϊκή ανεξαρτησία καθώς και η εμπειρία στη διαχείριση και διάχυση των αποτελεσμάτων του έργου είναι εξαιρετικά χρήσιμη, μιας και υποβοηθάει τόσο την ακαδημαϊκή ανεξαρτησία όσο και την επαγγελματική ωρίμανση. Τέλος ο σχηματισμός νέων πυρήνων έρευνας εστιασμένων στην επίτευξη υψηλών στόχων, αποτελούμενων από νέους φοιτητές είναι εξαιρετικά σημαντικός για τη διατήρηση της έρευνας στη χώρα αλλά και για την ανάπτυξη νέων επιστημονικών πεδίων.

*Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος
Χάρης Μεβαρτζάκης*



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Στηρίζουμε την Έρευνα Ενισχύουμε την Καινοτομία

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Βασιλίσσης Σοφίας 127,
11521, Αθήνα
210 64 12 410, 420
info@elidek.gr
www.elidek.gr

