

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
Εργαστήριο Δασικής-Περιβαλλοντικής Πληροφορικής και Υπολογιστικής Νοημοσύνης



**Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες
Μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης:
Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)**

Κωνσταντίνος Δεμερτζής – Λάζαρος Ηλιάδης

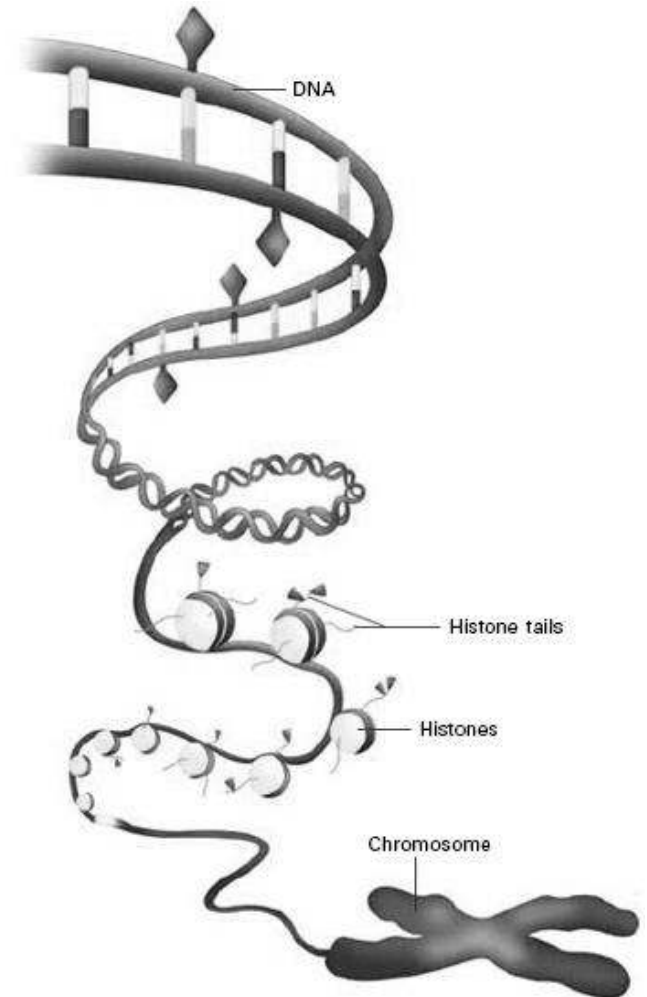




Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Περίγραμμα

- Εισαγωγή
 - Κλιματική Αλλαγή
 - Χωροκατακτητικά Είδη
 - Ασιατικό Κουνούπι «Τίγρης»
 - Τεχνητή Νοημοσύνη
 - Μηχανική Μάθηση
 - Αναγνώριση Προτύπων
 - Κατηγοριοποίηση
 - Γενετική Ταυτοποίηση Ειδών
 - Γενετική Ταυτοποίηση Κουνουπιού «Τίγρης»
- Προτεινόμενη Μέθοδος
 - Νευρωνικά Δίκτυα
 - Evolving Spiking Neural Networks
 - Dataset
- Αποτελέσματα - Αξιολόγηση
- Μελλοντικές Κατευθύνσεις
- Επίλογος





Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Εισαγωγή

– Κλιματική Αλλαγή

- Ο όρος αναφέρεται στην μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα, περιλαμβάνοντας στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητά του, που εκτείνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή περισσότερων ακόμα ετών.
- Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας.
- Οι δυνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι εμφανείς σε διάφορα επίπεδα της βιολογικής οργάνωσης και ιδιαίτερα στις διαταραχές που παρατηρούνται στην βιοπικιοιλότητα, στις τροποποιήσεις στο επίπεδο της βιοκοινωνίας, στον αφανισμό οργανισμών και στην εμφάνιση χωροκατακτητικών ειδών.

– Χωροκατακτητικά Είδη

- Χωροκατακτητικά ονομάζονται τα είδη που εισέρχονται σε νέους, ξένους βιοτόπους, μπορούν να καταπνίξουν τη φυσική χλωρίδα ή πανίδα και να βλάψουν το περιβάλλον, ενώ εξαιρετικά σημαντικές κρίνονται επίσης οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις τους, όπως για παράδειγμα στην υγεία του ανθρώπου, την γεωργία, την αλιεία και την παραγωγή τροφίμων.
- Η μετακίνηση – μετανάστευση των ειδών πραγματοποιείται αναζητώντας συνήθως ψυχρότερο κλίμα, είτε γιατί το φυσικό τους περιβάλλον δεν ικανοποιεί το εύρος θερμοκρασιών στο οποίο μπορούν να επιβιώσουν, είτε γιατί ακολουθούν διάφορα είδη φυτών ή οργανισμών τα οποία μεταναστεύουν σε νέες περιοχές.



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Εισαγωγή

«Το κουνούπι θεωρείται, ως ζώο, ο νούμερο ένα φορέας ανθρώπων παγκοσμίως»

– Ασιατικό Κουνούπι «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

- Χαρακτηριστική περίπτωση χωροκατακτητικού είδους το οποίο συνιστά σοβαρότατη απειλή για τον άνθρωπο, είναι το ασιατικό κουνούπι «τίγρης».
- Έφτασε στην Ευρώπη μέσω του εμπορίου μεταχειρισμένων ελαστικών αυτοκινήτων.
- Είναι φορέας τουλάχιστον 22 ιών, συμπεριλαμβανομένων του ιού του **Δ. Νείλου** του **δάγκειου πυρετού**, της **εγκεφαλίτιδας**, καθώς και διάφορων **παράσιτων** που προκαλούν **φιλαρίαση**.
- Εκτός από τον άνθρωπο τσιμπούν με ευκολία και άλλα θηλαστικά ενώ περιστασιακά μπορούν να τραφούν και με αίμα πτηνών.
- **Ανάλογα με τη θερμοκρασία και τη διαθεσιμότητα της τροφής το στάδιο της προνύμφης διαρκεί 5-10 ημέρες και της νύμφης 2-3.**
- Οι προνύμφες αναπτύσσονται σε μικρές φυσικές ή τεχνητές συλλογές νερού.
- **Τα θηλυκά**, τα οποία και μας τσιμπούν, **ζουν 4 με 8 εβδομάδες**, αλλά μπορεί να επιβιώσουν **έως και 3 με 6 μήνες**.
- Έχουν παρατηρηθεί **υβριδικοί πληθυσμοί με ενδιάμεσα βιολογικά χαρακτηριστικά**, που επιδεικνύουν ιδιαίτερα **τυχαίες συμπεριφορές ως προς τις διατροφικές τους συνήθειες**.
- Οι επιπτώσεις των διαφορετικών συμπεριφορών στη μετάδοση των ασθενειών είναι σημαντικές και ως εκ τούτου προκύπτει η ανάγκη **ανάπτυξης μεθόδων**, οι οποίες θα επιτρέπουν την **έγκαιρη ταυτοποίηση** των κουνουπιών πριν εκτιμηθεί ο ρόλος τους ως φορείς.



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Εισαγωγή

– Μέθοδοι Αναγνώρισης και Ταυτοποίησης Ειδών

- Φαινοτυπικοί δείκτες
- Βιοχημικοί δείκτες
- DNA μοριακοί δείκτες
 - Μικροδορυφόροι (SSR + HRM)
 - Χλωροπλαστικοί (DNA Barcoding + HRM)

– Γενετική Ταυτοποίηση Ειδών

- Οι γενετικές πληροφορίες καταγράφονται με τον κώδικα των τεσσάρων γραμμάτων **A, T, C** και **G** που αποτελούν συντομογραφίες των βάσεων **αδενίνη, θυμίνη, κυτοσίνη** και **γουανίνη**.

```
ACTTTATATTTTATTTTTGGAGCTTGATCTAGAATAATTGGAACCTT
CTTTAAGAATATTAATTCGAATTGAATTAGGTCATCCAGGTTCCCTT
AATTGGAAATGACCAAATTTATAATGTAATTGTAACAGCTCATGC
ATTTATTATAATTTTTTTTATAGTAATACCAATTATAATTGGAGGA
TTTGGAAATTGATTAGTTCCCTTAATATTAAGGAGCACCAGATATAG
CTTTTCCTCGAATGAATAATATAAGTTTTTGACTTCTTCCTCCTGCT
TTAATACTTTTATTAACAAGTAGAATAGTAGAAAAGTGGAGCTGGA
ACAGGATGAACAGTTTATCCTCCTTTATCATCTATTATTGCTCATG
GAGGAGCATCTGTTGACTTAGCTATTTTTTCTCTTCATTTAGCAGG
AATTTCTTCTATTTTAGGAGCTGTAAATTTTATTACAACCTGTAATT
AATATACGATCTATTGGTATTACCTTTGATCGAATACCTTTATTTG
TTTGATCAGTTGCTATTACAGCCTTATTACTTTTATTATCTTTACCA
GTTTTAGCTGGAGCAATTACAATATTATTAACNGATCGAAATTTA
AATACATCATTTTTTG
```

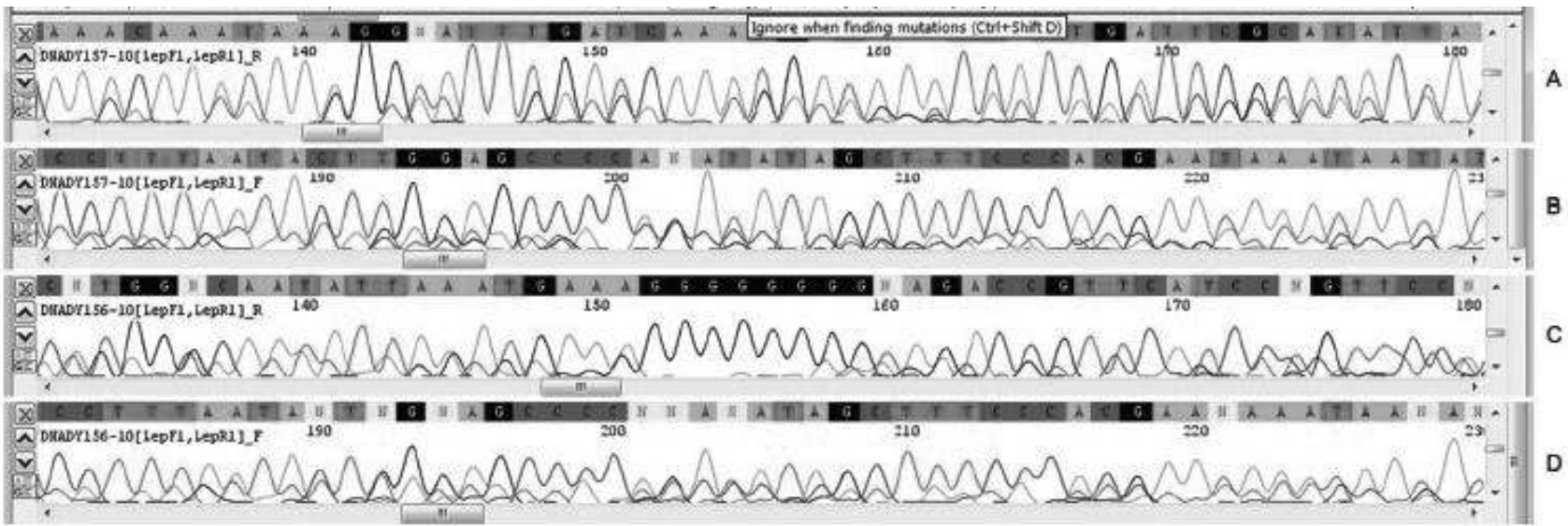


Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Εισαγωγή

– Γενετική Ταυτοποίηση Ειδών

- Η γενετική ταυτοποίηση πραγματοποιείται μέσω σύγκρισης συγκεκριμένων περιοχών του γονιδιώματος με υψηλό βαθμό πολυμορφικότητας.
- Πρόκειται για επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες με μέγεθος 3-7 ζευγών βάσεων, οι οποίες εμφανίζουν διάφορα αλληλόμορφα στον πληθυσμό.
- Ο συνδυασμός των αλληλομόρφων όλων των εξεταζόμενων πολυμορφικών δεικτών είναι ικανός να αποκλείσει ή όχι την γενετική συγγένεια ανάμεσα στα εξεταζόμενα είδη.



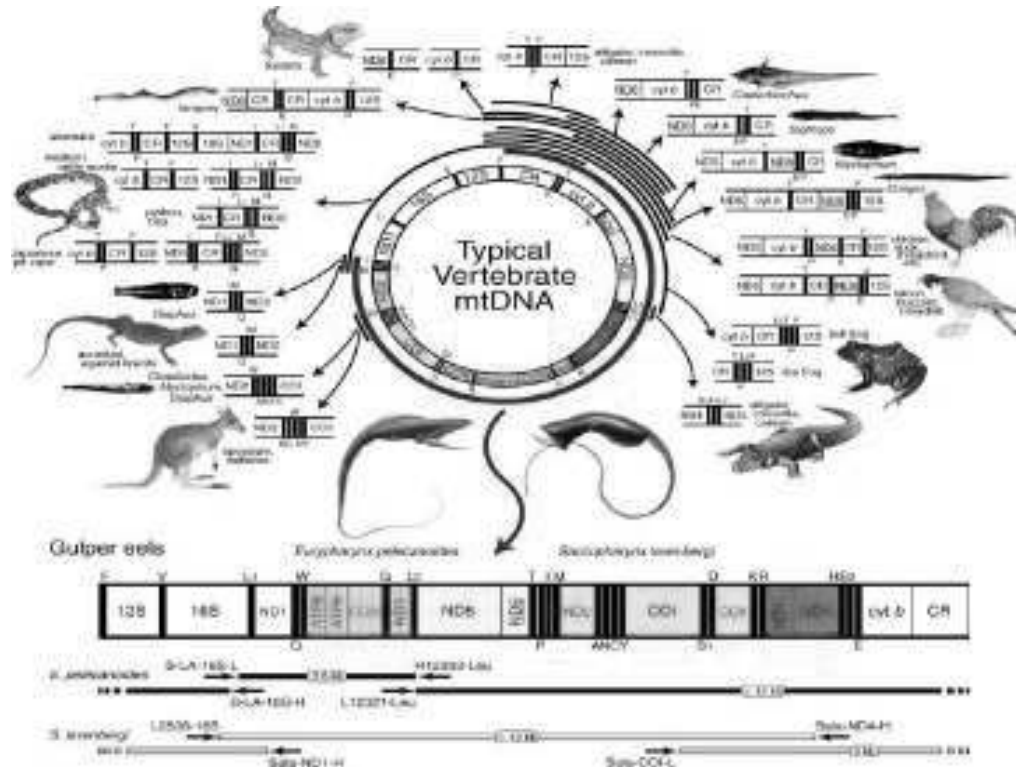


Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Εισαγωγή

– DNA Barcoding

- Το DNA Barcoding χρησιμοποιεί μια πολύ μικρή γενετική ακολουθία από ένα συγκεκριμένο τμήμα του γονιδιώματος και συγκεκριμένα μια περιοχή 648 ζευγών βάσεων του μιτοχονδριακού κυτοχρώματος c οξειδάσης του γονιδίου 1 («COI»).



international
BARCODE
OF LIFE

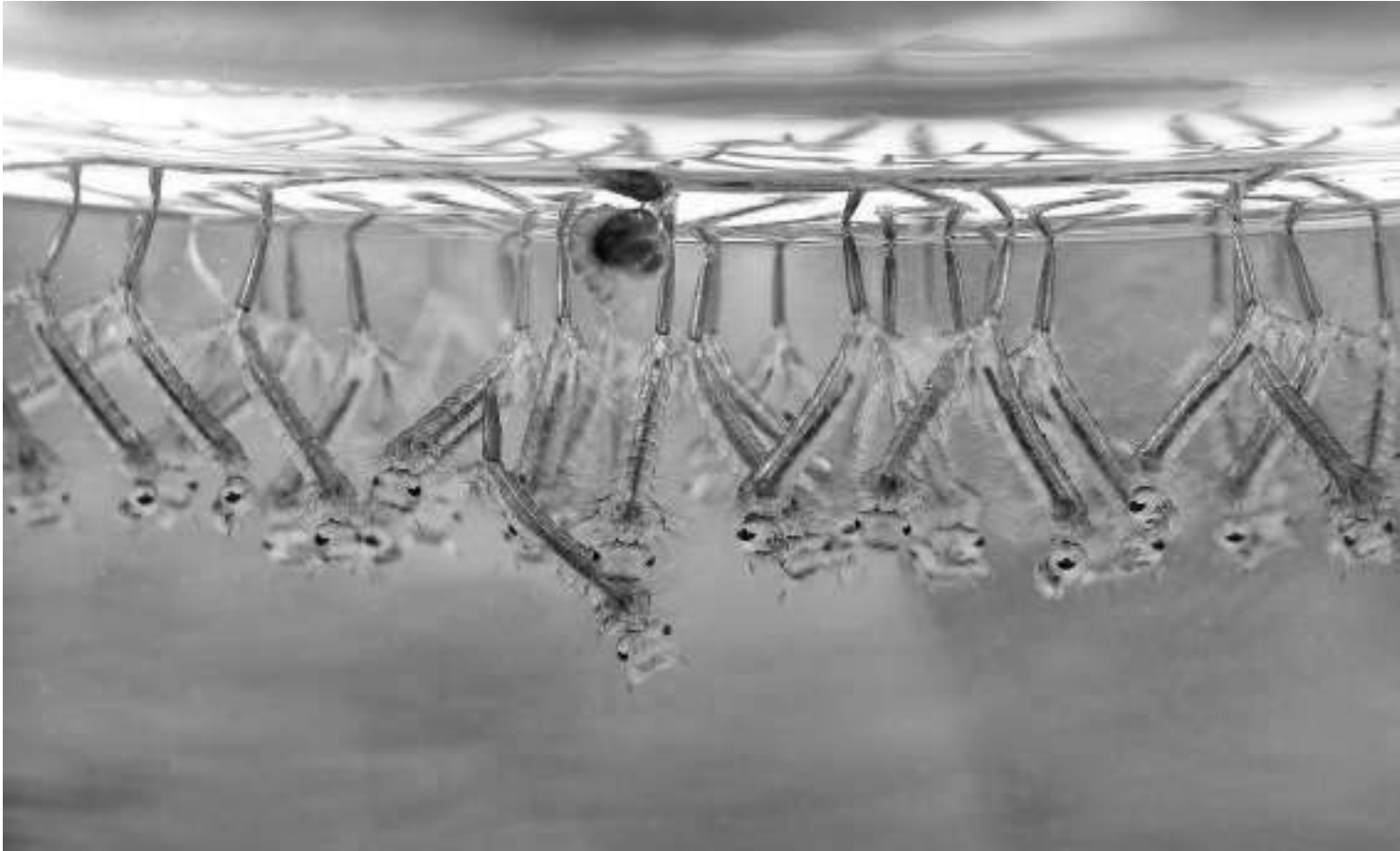




Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Εισαγωγή

- Γενετική Ταυτοποίηση Κουνουπιού «Τίγρης»

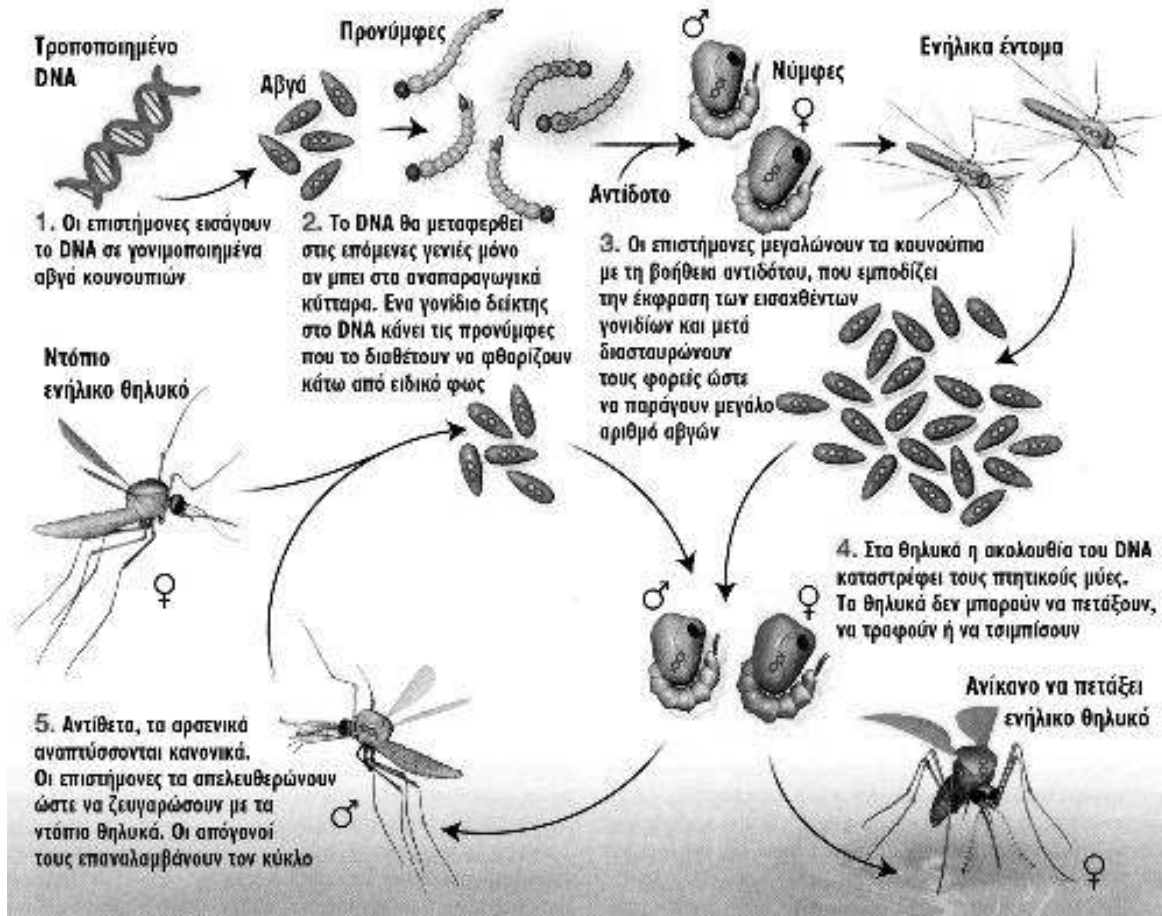




Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (Aedes Albopictus)

◆ Εισαγωγή

– Γενετική Ταυτοποίηση Κουνουπιού «Τίγρης»





Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Εισαγωγή

– Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence)

- Ο όρος αναφέρεται στον κλάδο της επιστήμης υπολογιστών ο οποίος ασχολείται με τη σχεδίαση και την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων που μιμούνται στοιχεία της ανθρώπινης συμπεριφοράς τα οποία υπονοούν **στοιχειώδη ευφυΐα** όπως **μάθηση, προσαρμοστικότητα, εξαγωγή συμπερασμάτων, κατανόηση από συμφραζόμενα, επίλυση προβλημάτων**, κλπ.

– Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)

- Είναι η περιοχή της τεχνητής νοημοσύνης η οποία αφορά αλγορίθμους και μεθόδους που επιτρέπουν στους υπολογιστές να αποκτούν **ικανότητες γνώσης κατά την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον**.
- Ως απόκτηση γνώσης αναφέρεται η δυνατότητα αναζήτησης σε ένα χώρο πιθανών υποθέσεων, της **βέλτιστης υπόθεσης** που ταιριάζει κατά τον καλύτερο τρόπο **στα υπό εξέταση δεδομένα και στην πιθανώς προϋπάρχουσα γνώση**.

– Αναγνώριση Προτύπων (Pattern Recognition)

- Είναι η επιστημονική περιοχή της μηχανικής μάθησης που έχει στόχο την απόδοση κάποιας τιμής ή διακριτικού στοιχείου σε εισαγόμενα δεδομένα (πχ αναγνώριση προσώπων ή φωνής).

– Κατηγοριοποίηση (Classification)

- Αντιστοιχίζει τα δεδομένα σε προκαθορισμένες κατηγορίες ή κλάσεις (**μάθηση με επίβλεψη - supervised learning**).



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

♦ Προτεινόμενη μέθοδος

– Νευρωνικό Δίκτυο

- Είναι δίκτυο από απλούς υπολογιστικούς κόμβους (νευρώνες), διασυνδεδεμένους μεταξύ τους.
- Είναι εμπνευσμένο από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, το οποίο προσπαθεί και να προσομοιώσει.
- Οι νευρώνες είναι τα δομικά στοιχεία του δικτύου.
- Κάθε κόμβος δέχεται ένα σύνολο αριθμητικών εισόδων, επιτελεί έναν υπολογισμό με βάση αυτές τις εισόδους και παράγει μία έξοδο.
- Η έξοδος είτε κατευθύνεται στο περιβάλλον, είτε τροφοδοτείται ως είσοδος σε άλλους νευρώνες.
- Υπάρχουν τρεις τύποι νευρώνων:
 - οι νευρώνες εισόδου
 - Δεν επιτελούν κανέναν υπολογισμό, μεσολαβούν απλώς ανάμεσα στις περιβαλλοντικές εισόδους και στους υπολογιστικούς νευρώνες.
 - οι υπολογιστικοί νευρώνες ή κρυμμένοι νευρώνες
 - πολλαπλασιάζουν κάθε είσοδό τους με το αντίστοιχο συναπτικό βάρος και υπολογίζουν το ολικό άθροισμα των γινομένων. Το άθροισμα αυτό τροφοδοτείται ως όρισμα στη συνάρτηση ενεργοποίησης, την οποία υλοποιεί εσωτερικά κάθε κόμβος. Η τιμή που λαμβάνει η συνάρτηση για το εν λόγω όρισμα είναι και η έξοδος του νευρώνα για τις τρέχουσες εισόδους και βάρη.
 - οι νευρώνες εξόδου
 - διοχετεύουν στο περιβάλλον τις τελικές αριθμητικές εξόδους του δικτύου.

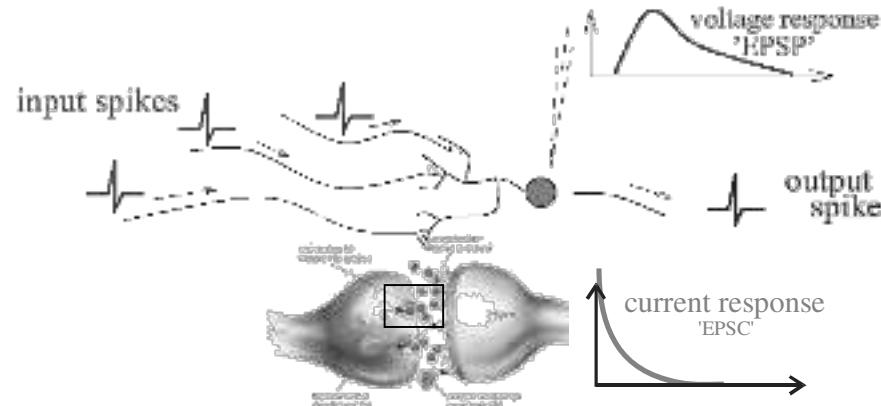


Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

♦ Προτεινόμενη μέθοδος

– evolving Spiking Neural Network (eSNN)

- ✓ Το eSNN είναι ένας τύπος spiking 3^{ης} γενιάς (**biologically inspired**) Artificial Neural Network.



- ❖ Βασίζεται στο “**Thorpe**” NN.
- ❖ Η τοπολογία του eSNN είναι:
 - εμπρόσθιας τροφοδοσίας (strictly feed-forward),
 - οργανώνονται σε διάφορα επίπεδα,
 - η τροποποίηση των βαρών επιτυγχάνεται στις συνάψεις μεταξύ των νευρώνων σε κάθε επίπεδο.
- ❖ **Rank Order Population Encoding (ROPE).**
- ❖ **One-pass learning algorithm.**



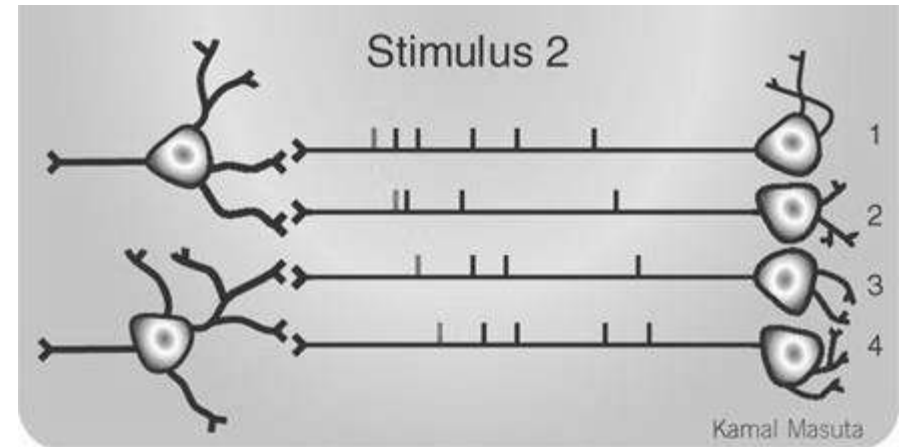
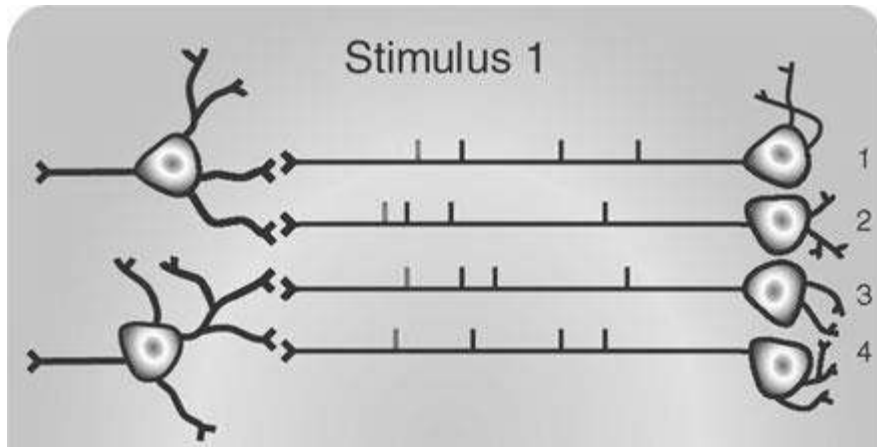
Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

♦ Προτεινόμενη μέθοδος

– evolving Spiking Neural Network (eSNN)

– Rank Order Population Encoding (ROPE)

- ✓ Πρόκειται για ένα εναλλακτικό σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί την ιεραρχική σειρά των ενεργών νευρώνων για την κωδικοποίηση της εισερχόμενης πληροφορίας.
- ✓ Επιτρέπει τη χαρτογράφηση των φορέων των πραγματικών τιμών σε μια ακολουθία από αιχμές (spikes).





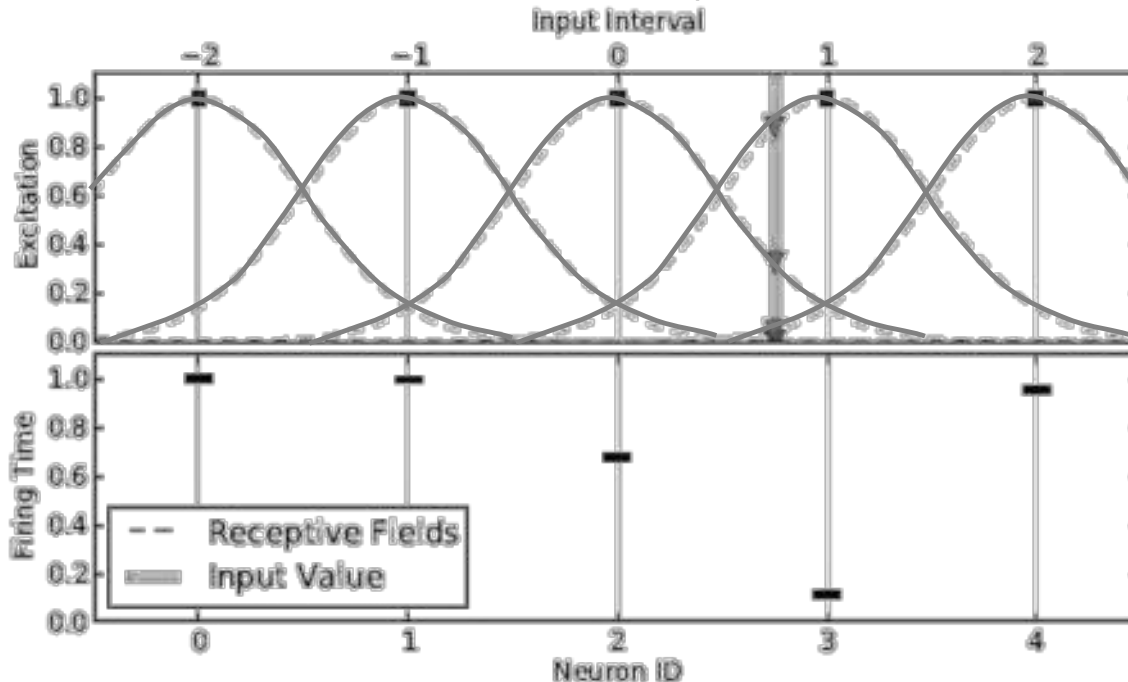
Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

♦ Προτεινόμενη μέθοδος

– evolving Spiking Neural Network (eSNN)

– ROPE with Gaussian Receptive Fields

- ✓ Η συγκεκριμένη τεχνική επιτρέπει την κωδικοποίηση συνεχόμενων τιμών με την χρήση νευρώνων με επικαλυπτόμενα πεδία ευαισθησίας (overlapping sensitivity profiles).
- ✓ Κάθε μεταβλητή εισόδου κωδικοποιείται ανεξάρτητα από μια ομάδα από μονοδιάστατα δεκτικά πεδία (one-dimensional receptive fields).



For an input value $v=0.75$ (thick straight line in top figure) the intersection points with each Gaussian is computed (triangles), which are in turn translated into spike time delays (lower left figure).



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

♦ Προτεινόμενη μέθοδος

– evolving Spiking Neural Network (eSNN)

– One-pass learning

- ✓ Σκοπός αυτής της μεθόδου είναι να δημιουργήσει ένα αποθετήριο εκπαιδευμένων νευρώνων εξόδου κατά τη διάρκεια της παρουσίασης των δειγμάτων κατάρτισης.
- ✓ Τρόπος λειτουργίας
 - ❖ Μετά την παρουσίαση ενός δείγματος εισόδου, η αντίστοιχη ακολουθία spike train διαδίδεται μέσω του δικτύου το οποίο μπορεί να οδηγήσει στην πυροδότηση ορισμένων νευρώνων εξόδου.
 - ❖ Εάν ένας ή περισσότεροι νευρώνες εξόδου πληρούν τα κριτήρια, εκπέμπεται spike. Ο νευρώνας με το μικρότερο χρόνο απόκρισης μεταξύ όλων των ενεργοποιημένων νευρώνων εξόδου προσδιορίζεται ως ο κυρίαρχος νευρώνας.
 - ❖ Η ετικέτα του κυρίαρχου νευρώνα αντιπροσωπεύει το αποτέλεσμα της ταξινόμησης για το δείγμα εισόδου.
 - ❖ Το συναπτικό βάρος του εκπαιδευμένου νευρώνα στη συνέχεια συγκρίνεται με τα βάρη που αντιστοιχούν σε νευρώνες που βρίσκονται ήδη αποθηκευμένα στο αποθετήριο εκπαιδευμένων νευρώνων.
 - ❖ Δύο νευρώνες θεωρούνται "παρόμοιοι" αν η ελάχιστη Ευκλείδεια απόσταση μεταξύ των διανυσμάτων των συναπτικών βαρών τους είναι μικρότερη από ένα καθορισμένο όριο ομοιότητας.
 - ❖ Στην περίπτωση αυτή τα firing thresholds και τα συναπτικά βάρη συγχωνεύονται.
 - ❖ Η συγχώνευση υλοποιείται με το MO των βαρών σύνδεσης και των δύο ορίων πυροδότησης.
 - ❖ Εάν δεν υπάρχει άλλος νευρώνα στο αποθετήριο παρόμοιος με το εκπαιδευμένο νευρώνα, ο νευρώνας προστίθεται στο αποθετήριο ως νέος νευρώνας εξόδου.

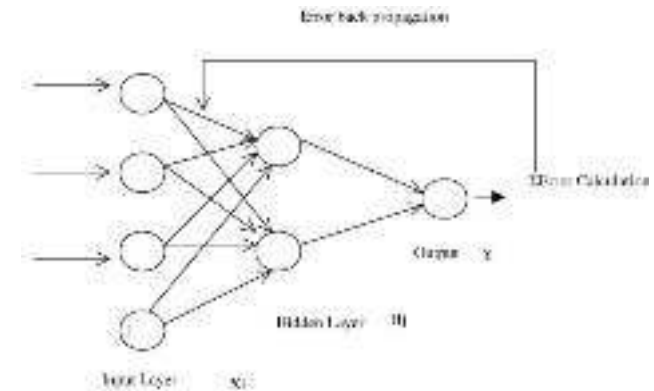
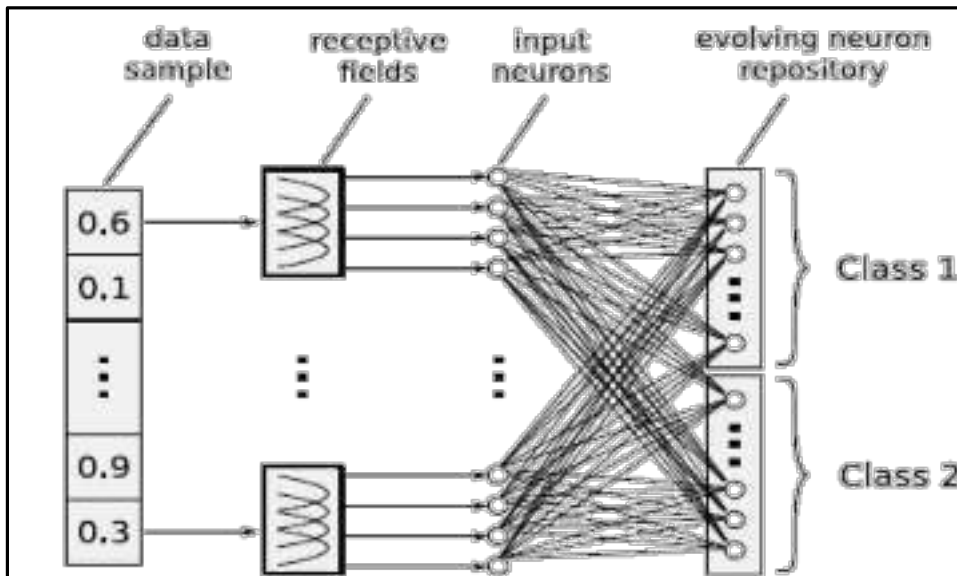


Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Προτεινόμενη μέθοδος

– evolving Spiking Neural Network (eSNN)

- Είναι δυνατόν να κωδικοποιήσει πραγματικές τιμές δεδομένων με την χρήση ROPE with GRF.
- Η μάθηση δημιουργεί επαναληπτικά αποθετήρια νευρώνων εξόδου, ένα αποθετήριο για κάθε κατηγορία.
- Λόγω της εξελισσόμενης φύσης του δικτύου, είναι δυνατόν να αποκτήσει γνώσεις καθώς αυτές καθίστανται διαθέσιμες από τα δείγματα δεδομένων, χωρίς την απαίτηση της εκ νέου κατάρτισης.





Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

♦ Προτεινόμενη μέθοδος

– Dataset

- Δημιουργήθηκαν 2 datasets με 287 ανεξάρτητες μεταβλητές το καθένα:
 - Binary_Dataset
 - Περιλαμβάνει 1553 δείγματα γενετικού υλικού κουνουπιών από τα οποία 1067 δείγματα διαφόρων κουνουπιών και 486 δείγματα *Aedes_Albopictus*.
 - Multiclass_Dataset
 - Περιλαμβάνει 3578 δείγματα γενετικού υλικού κουνουπιών της οικογένειας *Aedes* τα οποία κατατάσσονται σε **123** κλάσεις, από τα οποία 486 δείγματα *Aedes_Albopictus*.

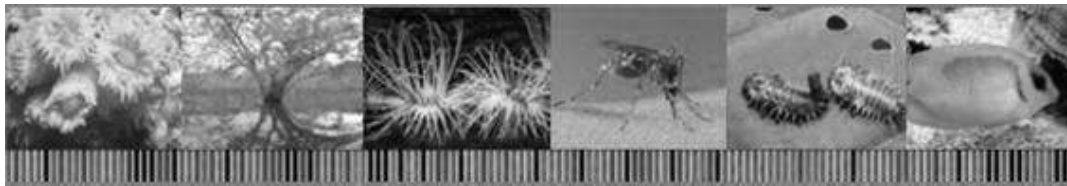




Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

♦ Αποτελέσματα - Αξιολόγηση

- Προκειμένου να αποδειχθεί η ανωτερότητα της προτεινόμενης μεθόδου, πραγματοποιήθηκαν εκτεταμένες δοκιμές και συγκρίσεις με αντίστοιχες μεθόδους Νευρωνικών Δικτύων, όπως:
 - Radial Basis Function (RBF) ANN,
 - Group Methods of Data Handling (GMDH)
 - Polynomial ANN (PANN) and
 - Cascade Neural Networks (CNN).
- Οι εν λόγω δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε όλα τα υπό εξέταση datasets και σε διάφορα εξαιρετικά πολύπλοκα σενάρια (10-fold cv, hold-out & new data samples).
- Τα τελικά αποτελέσματα έδειξαν ότι η προτεινόμενη μέθοδος αποδείχθηκε γρηγορότερη, απέδωσε πολύ υψηλότερα αποτελέσματα κατηγοριοποίησης, ενώ είναι ικανή να παρουσιάσει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα γενίκευσης σε νέα δεδομένα.





Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

◆ Αποτελέσματα - Αξιολόγηση

– Binary_Dataset

Classifier	ACC	RMSE	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area
eSNN	97.8%	0.1160	0,979	0,979	0,979	0,999
RBFNN	89,6%	0.2072	0,897	0,897	0,896	0,979
GMDH	93,5%	0.1266	0,936	0,942	0,935	0,997
PANN	91,4%	0.1929	0,914	0,914	0,914	0,989
CNN	85,2%	0.2176	0,853	0,852	0,852	0,988

– Multiclass_Dataset

Classifier	ACC	RMSE	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area
eSNN	94.2%	0.0257	0,937	0,942	0,938	0,989
RBFNN	80,3%	0.1257	0,809	0,809	0,803	0,989
GMDH	90,1%	0.1061	0,901	0,902	0,903	0,996
PANN	89,7%	0.1997	0,898	0,899	0,899	0,987
CNN	81,5%	0.1104	0,815	0,815	0,815	0,988



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (Aedes Albopictus)

◆ Επίλογος

- Η εν λόγω εργασία πρότεινε την δημιουργία ενός εξελιγμένου συστήματος τεχνητής νοημοσύνης, το οποίο με βάση των αλγόριθμο FASTA, πραγματοποιεί εκτεταμένες συγκρίσεις σε πρωτεϊνικές και DNA ακολουθίες, προκειμένου να αναγνωρίσει και κατηγοριοποιήσει σωστά το Ασιατικό Κουνούπι «Τίγρης» (Aedes Albopictus), σε σύγκριση με άλλες κατηγορίες και είδη κουνουπιών.
- Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε ένα σύστημα αυτόματης αναγνώρισης του Γενετικού Κώδικα του Ασιατικού Κουνούπι «Τίγρης», με βάση την προηγμένη μέθοδο τεχνητής ευφυΐας των evolving Spiking Neural Network (eSNN).
- Για την απόδειξη της ανωτερότητας του προτεινόμενου προτύπου, πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη σύγκριση με διάφορες μεθόδους μηχανικής μάθησης.

◆ Μελλοντικές Κατευθύνσεις

- Η χρησιμοποίηση τεχνικών μείωσης παραμέτρων (feature or dimensionality reduction) όπως της Principal Component Analysis, καθώς και αντίστοιχων μεθόδων επιλογής των καταλληλότερων χαρακτηριστικών (feature selection) όπως της search based method with Genetic Algorithm.
- Η χρησιμοποίηση αντίστοιχων εξελιγμένων μεθόδων τεχνητής ευφυΐας όπως των Extreme Learning Machines, στην επίλυση του ίδιου προβλήματος.



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

- ◆ [1] **European Centre for Disease Prevention and Control**, «Development of *Aedes albopictus* risk maps», *ECDC TECHNICAL REPORT* (2009).
- ◆ [2] **Jean, S.** «Tiger mosquito identification / *Aedes albopictus*. How to identify tiger mosquito based on pictures», *Tiger mosquito official website 1 (1): 1–1*, (2014).
- ◆ [2] **Weitschek E, Fiscon G, and Felici G**, «Supervised DNA Barcodes species classification: analysis, comparisons and results», *BMC BioData Mining* (2014).
- ◆ [3] **Kasabov Nikola**, (2006), «Evolving Connectionist Systems: The Knowledge Engineering Approach», *Springer-Verlag New York, Inc., NJ, USA*.
- ◆ [4] **Wysoski Simej Gomes, Benuskova Lubica, Kasabov Nikola K.**, (2006), «Adaptive learning procedure for a network of spiking neurons and visual pattern recognition. In *Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems*», pages 1133–1142, *Berlin/Heidelberg, Springer*.
- ◆ [5] **Thorpe Simon J. and Jacques Gautrais**, (1998), «Rank order coding», *In CNS '97: Proceedings of the 6th annual conference on Computational neuroscience: trends in research*, pages 113–118, *New York, NY, USA, 1998, Plenum Pressity*.
- ◆ [6] **Thorpe Simon J., Delorme Arnaud, and Rufin van Rullen**, (2001), «Spike-based strategies for rapid processing», *Neural Networks*, 14(6-7):715–725.
- ◆ [7] **Schliebs S., Defoin-Platel M., Kasabov N**, (2009), «Integrated feature and parameter optimization for an evolving spiking neural network», *15th ICONIP 2008, Auckland, New Zealand*.
- ◆ [8] **Iliadis L.**: «Intelligent Information Systems and applications in risk estimation», (2008), *ISBN: 978-960-6741-33-3 A. Stamoulis publication, Thessaloniki, Greece*.
- ◆ [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Aedes_albopictus



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2014). A Hybrid Network Anomaly and Intrusion Detection Approach Based on Evolving Spiking Neural Network Classification. In: Sideridis A., Kardasiadou Z., Yialouris C., Zorkadis V. (eds) E-Democracy, Security, Privacy and Trust in a Digital World. e-Democracy 2013. Communications in Computer and Information Science, vol 441. Springer, Cham
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2014). Evolving Computational Intelligence System for Malware Detection, In: Advanced Information Systems Engineering Workshops, Lecture Notes in Business Information Processing, 178, 322-334. doi: 10.1007/978-3-319-07869-4_30
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2014, April). Bio-Inspired Hybrid Artificial Intelligence Framework for Cyber Security. In: Daras N., Rassias M. (eds) Computation, Cryptography, and Network Security. Springer, Cham
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2014, November). Bio-Inspired Hybrid Intelligent Method for Detecting Android Malware, In: Iliadis L., Papazoglou M., Pohl K. (eds) Advanced Information Systems Engineering Workshops. CAiSE 2014. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 178. Springer, Cham
- ◆ [Demertzis K., Iliadis L. (2015, April). Evolving Smart URL Filter in a Zone-based Policy Firewall for Detecting Algorithmically Generated Malicious Domains. In: Gammerman A., Vovk V., Papadopoulos H. (eds) Statistical Learning and Data Sciences. SLDS 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9047. Springer, Cham.
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2015, September). SAME: An Intelligent Anti-Malware Extension for Android ART Virtual Machine. In: Núñez M., Nguyen N., Camacho D., Trawiński B. (eds) Computational Collective Intelligence. Lecture Notes in Computer Science, vol 9330. Springer.
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2016), Computational Intelligence Anti-Malware Framework for Android OS, Vietnam J Comput Sci (2017) 4: 245. <https://doi.org/10.1007/s40595-017-0095-3>.



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2016), Ladon: A Cyber-Threat Bio-Inspired Intelligence Management System, *Journal of Applied Mathematics & Bioinformatics*, vol.6, no.3, 2016, 45-64, ISSN: 1792-6602 (print), 1792-6939 (online), Scienpress Ltd, 2016.
- ◆ Demertzis K., L. S. Iliadis, V.-D. Anezakis, An innovative soft computing system for smart energy grids cybersecurity, *Advances in Building Energy Research*, pp. 1-22, Taylor & Francis.
- ◆ K. Demertzis and L. Iliadis, “The Impact of Climate Change on Biodiversity: The Ecological Consequences of Invasive Species in Greece”. In: Leal Filho W., Manolas E., Azul A., Azeiteiro U., McGhie H. (eds), *Handbook of Climate Change Communication: vol. 1, Climate Change Management*, pp.15-38. Springer, Cham, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69838-0_2
- ◆ K. Demertzis, L. Iliadis and V.D. Anezakis, “A deep spiking machine-learning system for the case of invasive fish species”, *Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Innovations in Intelligent Systems and Applications*, Gdynia, Poland, pp. 23-28, 2017. doi:10.1109/INISTA.2017.8001126
- ◆ K. Demertzis, L.S. Iliadis and V.D. Anezakis, “Commentary: *Aedes albopictus* and *Aedes japonicus*—two invasive mosquito species with different temperature niches in Europe”, *Frontiers in Environmental Science*, vol.5, no. 85, pp. 1-3, 2017. doi: 10.3389/fenvs.2017.00085
- ◆ K. Demertzis and L. Iliadis, “Detecting invasive species with a bio-inspired semisupervised neurocomputing approach: the case of *Lagocephalus sceleratus*”, *Neural Computing & Applications*, vol.28, no.6, pp. 1225-1234, 2017. Springer, London. <https://doi.org/10.1007/s00521-016-2591-2>



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2018) The Impact of Climate Change on Biodiversity: The Ecological Consequences of Invasive Species in Greece. In: Leal Filho W., Manolas E., Azul A., Azeiteiro U., McGhie H. (eds) Handbook of Climate Change Communication: Vol. 1. Climate Change Management. Springer, Cham
- ◆ Iliadis, Lazaros, Vardis-Dimitris Anezakis, Konstantinos Demertzis and Georgios Mallinis. "Hybrid Unsupervised Modeling of Air Pollution Impact to Cardiovascular and Respiratory Diseases." IJISCRAM 9.3 (2017): 13-35. Web. 21 Jun. 2018. doi:10.4018/IJISCRAM.2017070102
- ◆ Dimou, V., Anezakis, VD., Demertzis, K. et al. Int. J. Environ. Sci. Technol. (2018) 15: 1597. <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1555-0>
- ◆ Anezakis, VD., Demertzis, K., Iliadis, L. et al. Evolving Systems (2017). <https://doi.org/10.1007/s12530-017-9196-6>
- ◆ Bougoudis, I., Demertzis, K., Iliadis, L. et al. Neural Comput & Applic (2018) 29: 375. <https://doi.org/10.1007/s00521-017-3125-2>
- ◆ Konstantinos Demertzis, Lazaros S. Iliadis & Vardis-Dimitrios Anezakis (2017) An innovative soft computing system for smart energy grids cybersecurity, Advances in Building Energy Research, 12:1, 3-24, DOI: 10.1080/17512549.2017.1325401
- ◆ Demertzis, K. & Iliadis, L. Vietnam J Comput Sci (2017) 4: 245. <https://doi.org/10.1007/s40595-017-0095-3>
- ◆ Demertzis, K. & Iliadis, L. Neural Comput & Applic (2017) 28: 1225. <https://doi.org/10.1007/s00521-016-2591-2>
- ◆ Demertzis, K., Iliadis, L., Avramidis, S. et al. Neural Comput & Applic (2017) 28: 505. <https://doi.org/10.1007/s00521-015-2075-9>



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

- ◆ Bougoudis, I., Demertzis, K. & Iliadis, L. *Neural Comput & Applic* (2016) 27: 1191. <https://doi.org/10.1007/s00521-015-1927-7>
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2015) A Bio-Inspired Hybrid Artificial Intelligence Framework for Cyber Security. In: Daras N., Rassias M. (eds) *Computation, Cryptography, and Network Security*. Springer, Cham
- ◆ Demertzis K., Anezakis VD., Iliadis L., Spartalis S. (2018) Temporal Modeling of Invasive Species' Migration in Greece from Neighboring Countries Using Fuzzy Cognitive Maps. In: Iliadis L., Maglogiannis I., Plagianakos V. (eds) *Artificial Intelligence Applications and Innovations. AIAI 2018. IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol 519. Springer, Cham
- ◆ Anezakis VD., Iliadis L., Demertzis K., Mallinis G. (2017) Hybrid Soft Computing Analytics of Cardiorespiratory Morbidity and Mortality Risk Due to Air Pollution. In: Dokas I., Bellamine-Ben Saoud N., Dugdale J., Díaz P. (eds) *Information Systems for Crisis Response and Management in Mediterranean Countries. ISCRAM-med 2017. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol 301. Springer, Cham
- ◆ Demertzis K., Iliadis L., Spartalis S. (2017) A Spiking One-Class Anomaly Detection Framework for Cyber-Security on Industrial Control Systems. In: Boracchi G., Iliadis L., Jayne C., Likas A. (eds) *Engineering Applications of Neural Networks. EANN 2017. Communications in Computer and Information Science*, vol 744. Springer, Cham
- ◆ K. Demertzis, L. Iliadis and V. D. Anezakis, "A deep spiking machine-hearing system for the case of invasive fish species," 2017 IEEE International Conference on INnovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), Gdynia, 2017, pp. 23-28. doi: 10.1109/INISTA.2017.8001126



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2017) Adaptive Elitist Differential Evolution Extreme Learning Machines on Big Data: Intelligent Recognition of Invasive Species. In: Angelov P., Manolopoulos Y., Iliadis L., Roy A., Vellasco M. (eds) *Advances in Big Data. INNS 2016. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 529. Springer, Cham
- ◆ Anezakis VD., Demertzis K., Iliadis L., Spartalis S. (2016) A Hybrid Soft Computing Approach Producing Robust Forest Fire Risk Indices. In: Iliadis L., Maglogiannis I. (eds) *Artificial Intelligence Applications and Innovations. AIAI 2016. IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol 475. Springer, Cham
- ◆ Bougoudis I., Demertzis K., Iliadis L., Anezakis VD., Papaleonidas A. (2016) Semi-supervised Hybrid Modeling of Atmospheric Pollution in Urban Centers. In: Jayne C., Iliadis L. (eds) *Engineering Applications of Neural Networks. EANN 2016. Communications in Computer and Information Science*, vol 629. Springer, Cham
- ◆ Anezakis VD., Dermetzis K., Iliadis L., Spartalis S. (2016) Fuzzy Cognitive Maps for Long-Term Prognosis of the Evolution of Atmospheric Pollution, Based on Climate Change Scenarios: The Case of Athens. In: Nguyen NT., Iliadis L., Manolopoulos Y., Trawiński B. (eds) *Computational Collective Intelligence. ICCCI 2016. Lecture Notes in Computer Science*, vol 9875. Springer, Cham
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2015) Intelligent Bio-Inspired Detection of Food Borne Pathogen by DNA Barcodes: The Case of Invasive Fish Species *Lagocephalus Sceleratus*. In: Iliadis L., Jayne C. (eds) *Engineering Applications of Neural Networks. EANN 2015. Communications in Computer and Information Science*, vol 517. Springer, Cham



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2015) SAME: An Intelligent Anti-malware Extension for Android ART Virtual Machine. In: Núñez M., Nguyen N., Camacho D., Trawiński B. (eds) Computational Collective Intelligence. Lecture Notes in Computer Science, vol 9330. Springer, Cham
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2015) Evolving Smart URL Filter in a Zone-Based Policy Firewall for Detecting Algorithmically Generated Malicious Domains. In: Gammerman A., Vovk V., Papadopoulos H. (eds) Statistical Learning and Data Sciences. SLDS 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9047. Springer, Cham
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2016) Bio-inspired Hybrid Intelligent Method for Detecting Android Malware. In: Kunifuji S., Papadopoulos G., Skulimowski A., Kacprzyk J. (eds) Knowledge, Information and Creativity Support Systems. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 416. Springer, Cham
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2014) Evolving Computational Intelligence System for Malware Detection. In: Iliadis L., Papazoglou M., Pohl K. (eds) Advanced Information Systems Engineering Workshops. CAISE 2014. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 178. Springer, Cham
- ◆ Demertzis K., Iliadis L. (2014) A Hybrid Network Anomaly and Intrusion Detection Approach Based on Evolving Spiking Neural Network Classification. In: Sideridis A., Kardasiadou Z., Yialouris C., Zorkadis V. (eds) E-Democracy, Security, Privacy and Trust in a Digital World. e-Democracy 2013. Communications in Computer and Information Science, vol 441. Springer, Cham



Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

♦ Περιοχές Έρευνας Εργαστηρίου

- Υπολογιστική Ευφυΐα (***Computational Intelligence***)
- Ήπιες Υπολογιστικές Τεχνικές (***Soft Computing***)
- Μηχανική Μάθηση (***Machine Learning***)
- Αναγνώριση Προτύπων (***Pattern Recognition***)
- Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (***Neural Networks***)
- Μηχανές Υποστηρικτικού Διανύσματος (***Support Vector Machines***)
- Ασαφής Λογική (***Fuzzy Logic***)
- Ευφυή Συστήματα Αποφάσεων και Εκτίμησης Κινδύνου (***Intelligent Information Systems and Applications in Risk Management***)
- Αλγόριθμοι Ασαφούς Ανάλυσης Συστάδων (***Adaptive Fuzzy Clustering***)
- Έμπειρα Συστήματα – Συστήματα Κανόνων – Συστήματα Ασαφούς Νόησης (***Expert Systems - Knowledge Systems - Fuzzy Inference Systems***)
- Ευρετικά Μοντέλα (***Heuristic Models***)
- Ευφυείς Πράκτορες - Πολυπρακτορικά Συστήματα (***Intelligent Agents – multi-Agent Systems***)





Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού «Τίγρης» (*Aedes Albopictus*)

♦ Ερωτήσεις – Θέματα για Συζήτηση



<http://filab.fmenr.duth.gr/>
kdemertz@fmenr.duth.gr | liliadis@fmenr.duth.gr