



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Εφαρμογή αλγορίθμου για τη προσαρμογής δυσκολίας στο παιχνίδι  
«Βρες τις διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης .**

**ΚΟΥΝΔΟΥΡΑΚΗΣ ΚΟΣΜΑΣ**  
Α.Μ. 711161205

Επιβλέπων:  
**Χρήστος Τρούσσας**  
Επίκουρος Καθηγητής

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών του  
Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Αθήνα, 2024

# **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

Copyright © Κουνδουράκης Κοσμάς, 2024 All rights reserved. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διδακτορικής διατριβής εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της πτυχιακής εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

**Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

**Τίτλος Εργασίας**  
**Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή**

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή :

<b>A/α</b>	<b>ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
<b>1.</b>	<b>Χρήστος Τρούσσας</b>	<b>Επ. Καθηγητής</b>	
<b>2.</b>	<b>Ακριβή Κρούσκα</b>	<b>Μέλος ΕΔΙΠ</b>	
<b>3.</b>	<b>Παναγιώτα Τσελέντη</b>	<b>Μέλος ΕΔΙΠ</b>	

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

### ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Κουνδουράκης Κοσμάς** του **Εμμανουήλ**, με αριθμό μητρώου **711161205** φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών της Σχολής Μηχανικών Πληροφορικής του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής**, δηλώνω ότι:

«Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο/Η Δηλών/ούσα



(Υπογραφή)

**Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

### **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, όπως αυτό της επεξεργασίας κειμένου. Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε ο επιβλέπων καθηγητής μου, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

**Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**



# Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία επικεντρώνεται στη δημιουργία ενός αλγορίθμου Τεχνητής Νοημοσύνης για το κλασικό παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές». Χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος Δέντρο Απόφασης ή Decision Tree Classifier όπου μπορεί να αυξάνει και να μειώνει δυναμικά τη δυσκολία του παιχνιδιού ανάλογα με τις δυνατότητες του κάθε παίχτη. Για να το καταφέρει αυτό λαμβάνονται υπόψη οι μεταβλητές του χρόνου όπου ο χρήστης για να βρει τις όλες τις διαφορές σε ένα ζεύγος εικόνων, αν έκανε κάποιο λάθος κατά την αναζήτηση και πόσα λάθη ήταν αυτά.

Η εργασία πέρα από την ανάλυση του αλγορίθμου, αναζητάει τον ψυχαγωγικό και εκπαιδευτικό χαρακτήρα που παρουσιάζουν τα παιχνίδια με Τεχνητή Νοημοσύνη. Εξετάζονται πλήρως από τον σχεδιασμό μέχρι την υλοποίηση για τη δημιουργία του παιχνιδιού καθώς και οι προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν καταλήγοντας πως η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει μεγάλο αντίκτυπο στον τον τομέα της εκπαίδευσης μέσω των παιχνιδιών.

Λέξεις Κλειδιά:

Τεχνητή Νοημοσύνη, Δέντρο Απόφασης, Δυναμική Δυσκολία

# **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

## **ABSTRACT**

The present thesis focuses on the creation of an AI algorithm for the classic game "Find the Differences". The Decision Tree Classifier algorithm is used where it can dynamically increase and decrease the difficulty of the game depending on the capabilities of each player. To do this it takes into account the variables of the time it took the user to find all the differences in a pair of images, whether they made a mistake during the search and how many mistakes these were.

In addition to the analysis of the algorithm, the paper looks for the entertaining and educational nature of Artificial Intelligence games. It fully explores from design to implementation to create the game as well as the challenges faced concluding that Artificial Intelligence has a great impact on the field of education through games.

Keywords:

Artificial Intelligence, Decision Tree Classifier, Dynamic Difficulty

**Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	6
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ</b> .....	13
<b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ</b> .....	14
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	15
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b> .....	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	17
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	17
1.1 Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη. ....	17
1.2 Το ξεκίνημα της Τεχνητής Νοημοσύνης. ....	18
1.3 Η Σύγχρονη εποχή.....	19
1.4 Παιχνίδια και Τεχνητή Νοημοσύνη. ....	20
1.5 Ανάγκη ύπαρξης του Συστήματος. ....	21
1.6 Συμπέρασμα .....	23
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	24
<b>ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ</b> .....	24
2.1 Τα Παιχνίδια ως Μέσω Μάθησης.....	24
2.2 Οφέλη των Ηλεκτρονικών Παιχνιδιών.....	25
2.3 Ηλεκτρονικά Παιχνίδια και Υγεία. ....	27
2.4 Συμπέρασμα .....	28

# Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	30
<b>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ</b> .....	30
3.1 Δημιουργία Ψηφιακού Παιχνιδιού.....	30
3.2 Επιλογή της Γλώσσας Προγραμματισμού Python. ....	30
3.3 Περιβάλλον Ανάπτυξης Pycharm.....	31
3.4 Ο Αλγόριθμος «Δέντρο Απόφασης».....	32
3.5 Σκοπός του Παιχνιδιού. ....	33
3.6 Λίγα Λογία για το Παιχνίδι.....	33
3.7 Συμπέρασμα. ....	36
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	37
<b>Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ «ΔΕΝΤΡΟ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ»</b> .....	37
4.1 Αλγόριθμοι Ταξινόμησης. ....	37
4.2 Τι είναι ένα Δέντρο Απόφασης ; .....	37
4.3 Ορολογίες τις Δέντρου Απόφασης. ....	38
4.4 Λειτουργία του Αλγορίθμου.....	40
4.5 Πλεονεκτήματα .....	41
4.6 Παραλλαγές του Αλγορίθμου.....	42
4.7 Μοντέλο Μηχανικής Μάθησης που χρησιμοποιήθηκε. ....	44
4.8 Προκλήσεις και Σφάλματα.....	48
4.9 Συμπέρασμα. ....	48
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b> .....	50
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΕΙΣ &amp; ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ</b> .....	50
5.1 Αξιολογήσεις.....	50
5.2 Συμπέρασμα .....	57
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b> .....	58

# Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ &amp; ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ .....</b>	<b>58</b>
6.1 Εισαγωγή Συμπερασμάτων.....	58
6.2 Τελικό Συμπέρασμα.....	58
6.3 Μελλοντικά Σχέδια.....	59
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ.....</b>	<b>60</b>

**Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ**

Πίνακας Ορολογίας	
Ξενόγλωσσος Όρος	Ελληνικός Όρος
Artificial Intelligence	Τεχνητή Νοημοσύνη
RPG (Role Playing Game)	Παιχνίδι Ρόλου
IDE (Integrated Development Environment)	Ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης
Computers and Thought	Υπολογιστής και Σκέψη
SVM (Support Vector Machine)	Μηχανή διανύσματος υποστήριξης
Eye Tracking	Εντοπισμός Ματιού
Decision Tree	Δέντρο Απόφασης
Deep Learn	Βαθιά Μάθηση
Shooter	Παιχνίδι Βολής
Buttons	Κουμπιά
Cross-Plaform	Σε όλες τις πλατφόρμες
Test Runner	Έλεγχος Επίδοσης

**Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

## **ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ**

- **TN = Τεχνητή Νοημοσύνη**
- **RPG = Role Playing Game**
- **IDE = Integrated Development Environment**
- **SVM = Support Vector Machine**

Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<i>Εικόνα 1. Αρχικό Μενού.....</i>	<i>33</i>
<i>Εικόνα 2. Σχεδιάγραμμα ενός Δέντρου Απόφασης.....</i>	<i>37</i>
<i>Εικόνα 3. Δέντρο απόφασης με τις Ορολογίες.....</i>	<i>38</i>
<i>Εικόνα 4. Δεδομένα Εκπαίδευσης.....</i>	<i>43</i>
<i>Εικόνα 5. Εκπαίδευση Μοντέλου.....</i>	<i>43</i>
<i>Εικόνα 6 . Αλλαγή επίπεδου.....</i>	<i>48</i>



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1. Ερώτηση 1 <sup>η</sup> .....	47
ΣΧΗΜΑ 2. Ερώτηση 2 <sup>η</sup> .....	48
ΣΧΗΜΑ 3. Ερώτηση 3 <sup>η</sup> .....	49
ΣΧΗΜΑ 4. Ερώτηση 4 <sup>η</sup> .....	50
ΣΧΗΜΑ 5. Ερώτηση 5 <sup>η</sup> .....	51
ΣΧΗΜΑ 6. Ερώτηση 6 <sup>η</sup> .....	52

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

#### **1.Λίγα Λόγια για την Τεχνητή Νοημοσύνη.**

Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, η τεχνολογία έχει φέρει μεγάλη αλλαγή. Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) είναι ένα από τα νέα εργαλεία που αναπτύχθηκαν για να βοηθήσουν σε διάφορες εργασίες, αντικαθιστώντας τον κόπο των ανθρώπων. Η τεχνολογία αυτή δημιουργεί «έξυπνα» προγράμματα και μηχανές που μιμούνται τις λειτουργίες του ανθρώπου, έχει τη δυνατότητα να κάνει πράγματα που εμείς αδυνατούμε, βοηθώντας έτσι στη βελτίωση της απόδοσης και της παραγωγικότητας μας. Παλιά, η τεχνητή νοημοσύνη ήταν κάτι σαν επιστημονικό όνειρο, αλλά τώρα είναι ένα τεράστιο μέρος της καθημερινότητάς μας και επηρεάζει πολλούς τομείς, όπως την υγειονομική περίθαλψη, τη βιομηχανία καθώς ακόμα και τις αγροτικές εργασίες.

Ήδη, έχουμε δώσει στους υπολογιστές αρκετές αξιοσημείωτες ικανότητες σε πολλούς τομείς, όπως η αριθμητική, η ταξινόμηση και η επίλυση προβλημάτων (Benko, A., & Lányi, C. S. 2009). Μπορούμε ακόμα να τους προγραμματίσουμε να παίζουν επιτραπέζια παιχνίδια καλύτερα από εμάς σε ορισμένες περιπτώσεις. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν περισσότερες πτυχές όπου οι υπολογιστές παραμένουν αδύναμοι, όπως η αναγνώριση προσώπων, η φυσική γλώσσα και η δημιουργικότητα. Η τεχνητή νοημοσύνη προσπαθεί να εξελίξει αλγόριθμους για να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις. Αυτές οι διαφορετικές προσεγγίσεις διαμορφώνουν τα διάφορα πεδία έρευνας στην τεχνητή νοημοσύνη.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

### 1.2 Το ξεκίνημα της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Η ιστορία της Τεχνητής Νοημοσύνης ξεκινά με σκέψεις που προέκυψαν από φιλοσόφους και συγγραφείς της αρχαίας εποχής με ερωτήσεις όπως "Τι ακριβώς δημιουργεί τη σκέψη;" ή "Μπορεί ένα αντικείμενο να αποκτήσει ζωή;". Αρχικά, οι φιλόσοφοι προτείνουν την έννοια των ευφύων μηχανών για να εξετάσουν την ουσία της ανθρώπινης φύσης. Ο *René Descartes* μετέφερε την ιδέα του "μηχανικού ανθρώπου", ενώ συγγραφείς όπως οι *Jules Verne* και *Isaac Asimov* διαμόρφωσαν τη φαντασία με ευφυείς μη ανθρώπινους οργανισμούς. Στον 19ο αιώνα, ο *L. Frank Baum* παρουσίασε τη μηχανή του ΤΙΚ-ΤΟΚ ως ένα εξαιρετικά επιδέξιο μηχανικό άνθρωπο που σκέφτεται και μιλά, αλλά δεν έχει ζωή (Bhbosale et al., 2020).

Αυτές οι ιστορίες ενέπνευσαν πολλούς ερευνητές ΤΝ όπου τον 18ο και 19ο αιώνα, μια μηχανή που έπαιζε σκάκι "The Turk" παρουσιάστηκε ως ένα ευφύς μηχανικό σύστημα, προκαλώντας πολλές συζητήσεις. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, δημιουργήθηκε η ανάγκη για κωδικοποίηση εχθρικών μηνυμάτων και υπολογισμούς που απαιτούσε ο πόλεμος και τη λύση ήρθε να δώσει το "The Bombe" από τον *Alan Turing*, όπου και σηματοδότησε την αρχή της ηλεκτρομηχανικής υπολογιστικής εποχής. Το 1950, ο Turing δημοσίευσε την εργασία του για τη δημιουργία ευφύων μηχανών, καθώς και το δοκιμαστικό του τεστ, ενώ το 1956 η ομάδα του Ντάρτμουθ διοργάνωσε ένα πρόγραμμα που θεωρείται η αρχή της τεχνητής νοημοσύνης. Το βιβλίο "Computers and Thought" το 1963 περιέγραφε την εργασία στον τομέα. Ωστόσο, ορισμένες αρνητικές αντιδράσεις επηρέασαν την υποστήριξη για την ΤΝ, αλλά τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία ΤΝ έχει ξεπεράσει αυτές τις αντιδράσεις με εφαρμογές όπως το AlphaGo της *Google* που χρησιμοποιεί τη μέθοδο Deep Learn για να νικήσει στο παιχνίδι Go (Briganti, G., & Le Moine, O. 2020).

Επειδή αυτές οι μηχανές αναλάμβαναν υπολογισμούς που θα απαιτούσαν πολλή ώρα από άνθρωπο, το ενδιαφέρον για την τεχνητή νοημοσύνη αυξήθηκε. Πρωτοπόροι της πληροφορικής όπως οι *Turing*, *von Neumann* και *Shannon*, είχαν ενδιαφέρον και για την αρχική έρευνα στην τεχνητή νοημοσύνη. Ο *Turing*, ειδικά, θεωρείται πατέρας του πεδίου λόγω της φιλοσοφικής του εργασίας το 1950.

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

### **1.3 Η Σύγχρονη εποχή.**

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 80 και στις αρχές του 90 στο κλάδο της Μηχανολογίας, οι αρχικές επιτυχίες σε απλά προβλήματα φάνηκε πως δεν μπορούσαν να επεκταθούν σε πιο δύσκολα ή να αντιμετωπίσουν την αβεβαιότητα και την πολυπλοκότητα του πραγματικού κόσμου. Ενώ φαινόταν εφικτό να δημιουργηθεί τεχνητή νοημοσύνη που κατανοούσε απλές προτάσεις, η κατανόηση μιας πλήρους ανθρώπινης γλώσσας φαινόταν πολύ απώτερη (Millington & Funge, 2009 ).

Υπήρχε και ένα φιλοσοφικό επιχείρημα που υποστήριζε πως οι συμβολικές προσεγγίσεις δεν ήταν βιολογικά αληθοφανείς. Υποστήριζαν πως δεν μπορείς να κατανοήσεις πώς ένας άνθρωπος σχεδιάζει μια διαδρομή μέσω ενός συμβολικού αλγορίθμου, όπως δεν μπορείς να κατανοήσεις πώς λειτουργούν οι ανθρώπινοι μύες μέσω ενός ανυψωτικού μηχανήματος. Αποτέλεσμα; Μια κίνηση προς τη φυσική πληροφορική: τεχνικές που εμπνέονταν από τη βιολογία ή άλλα φυσικά συστήματα. Αυτές περιλάμβαναν νευρωνικά δίκτυα, γενετικούς αλγορίθμους και προσομοιωμένη εξέλιξη.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένες από αυτές τις τεχνικές είχαν εφευρεθεί πολύ νωρίτερα. Για παράδειγμα, τα νευρωνικά δίκτυα προτάθηκαν το 1943. Αλλά πολλές από αυτές δεν επέτυχαν τις προσδοκίες που είχαν ορισμένοι από τους υποστηρικτές τους. Σταδιακά, οι κορυφαίοι ερευνητές TN συνειδητοποίησαν πως το κύριο στοιχείο αυτής της νέας προσέγγισης δεν ήταν τόσο η σύνδεση με τον φυσικό κόσμο, αλλά η ικανότητα να αντιμετωπίζει την αβεβαιότητα και να επιλύει πραγματικά προβλήματα. Κατάλαβαν πως ορισμένες τεχνικές, όπως τα νευρωνικά δίκτυα, μπορούσαν να εξηγηθούν μαθηματικά μέσω μιας πιο αυστηρής πιθανολογίας και στατιστικής προσέγγισης. Αυτή η πιθανολογική προσέγγιση έθεσε τις βάσεις για τη σύγχρονη στατιστική TN, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων Bayes, των SVM και των διαδικασιών Gauss.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

### 1.4 Παιχνίδια και Τεχνητή Νοημοσύνη.

Το Pac-Man ( Midway Games West, Inc., 1979 ) ήταν ένα από τα πρώτα παιχνίδια που πολλοί θυμούνται να παίζουν, αξιοποιώντας τη νέα τεχνητή νοημοσύνη της εποχής. Αυτό που ξεχώριζε στο Pac-Man ήταν η ύπαρξη εχθρικών χαρακτήρων που φαινόταν να συνεργάζονται εναντίον σου, με κινήσεις που συνέβαιναν ακριβώς όπως τις δικές σου, δυσκολεύοντας το παιχνίδι. Κάθε ένα από τα τέσσερα "φαντάσματα" ακολουθούσε μια ημιτυχαία διαδρομή σε κάθε σταυροδρόμι. Σε καταδίωξη, καθένας είχε διαφορετικές πιθανότητες να σε ακολουθήσει ή να πάρει τυχαία κατεύθυνση. Ο Pac-Man, ως ένα από τα πρώτα παιχνίδια με χαρακτήρα TN, με έναν απλό τρόπο λειτουργίας( Elliott, 2017 ).

Τα φαντάσματα είχαν δύο καταστάσεις: μια όταν ο παίκτης τους αναζητούσε και μια όταν προσπαθούσαν να πάρουν εκδίκηση. Στην πρώτη τους κατάσταση, κινούνταν σε ευθείες γραμμές και σε διασταυρώσεις επέλεγαν τυχαίες κατευθύνσεις. Η επιλογή τους εξαρτιόταν από τις διαφορετικές πιθανότητες που είχαν για κάθε κίνηση. Αυτή η απλή αλλά αποτελεσματική προσέγγιση δημιούργησε μια ενδιαφέρουσα και δυναμική εμπειρία παιχνιδιού.

Η εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης στα παιχνίδια ήταν σιγά σιγά προς την κατεύθυνση της προσομοίωσης συμπεριφοράς των ανθρώπων. Αρχικά, οι χαρακτήρες ήταν στατικοί ή εκτελούσαν προκαθορισμένες κινήσεις, όμως με τον καιρό εμφανίστηκαν πιο σύνθετα συστήματα, όπως στο Golden Axe (SEGA Entertainment, Inc., 1987), που είχαν λίγο πιο εκλεπτυσμένη συμπεριφορά με τους εχθρούς που άλλαζαν τις κινήσεις τους με βάση τις κινήσεις του παίκτη. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990, η Τεχνητή Νοημοσύνη άρχισε να γίνεται σημαντικό σημείο πώλησης για τα παιχνίδια. Όμως, τα συστήματα της Τεχνητής Νοημοσύνης παρέμεναν συνήθως στατικά με απλές λειτουργίες. Το Goldeneye 007 (Rare Ltd., 1997) έκανε πραγματικά βήματα προς την ενίσχυση της τεχνητής νοημοσύνης στα παιχνίδια, επιδεικνύοντας τι μπορούσε να προσφέρει η ΑΙ στη βελτίωση της εμπειρίας του παίκτη.

Τα αθλητικά παιχνίδια και τα παιχνίδια οδήγησης αντιμετωπίζουν ξεχωριστές προκλήσεις στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Ορισμένες από αυτές τις προκλήσεις παραμένουν δύσκολα αντιμετωπίσιμες , όπως ο δυναμικός υπολογισμός για τον ταχύτερο τρόπο να περάσει κάποιος από μια πίστα. Από την άλλη, τα παιχνίδια ρόλων (RPG) με πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις χαρακτήρων

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

εξακολουθούν να χρησιμοποιούν απλούστερες δομές, παρά το γεγονός ότι τα δέντρα συνομιλίας φαίνεται ότι καθυστερούν στη βελτίωσή τους σε σχέση με την τεχνητή νοημοσύνη (García-Sánchez, 2019).

Σε πολλά σύγχρονα παιχνίδια, η τεχνητή νοημοσύνη καλύπτει τρεις βασικές ανάγκες: τη μετακίνηση των χαρακτήρων, τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την κίνησή τους και την τακτική ή στρατηγική σκέψη. Παρόλο που υπάρχει ποικιλία τεχνικών που χρησιμοποιούνται στα παιχνίδια, οι περισσότερες αποτελούν τοποθετήσεις γύρω από αυτές τις τρεις βασικές απαιτήσεις. Γενικά, η εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης στα παιχνίδια συνεχίζει να αναπτύσσεται, προσφέροντας στους παίκτες όλο και πιο ενδιαφέρουσες εμπειρίες.

### **1.5 Ανάγκη ύπαρξης του Συστήματος.**

Τα τελευταία χρόνια, η προσοχή των ερευνητών από διάφορους τομείς έχει στραφεί στην τεχνολογία παρακολούθησης των ματιών (Isokoski & Martin, n.d). Στον τομέα των διαδικτυακών παιχνιδιών, η τεχνολογία αυτή έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως ως συσκευή εισόδου, ενώ η έρευνα σε παιχνίδια όπως το "Βρες τις Διαφορές!" έχει μπει σε προτεραιότητα (A. Duchowski 2003). Αυτοί οι τύποι παιχνιδιών μπορούν να δώσουν εικόνα για τον τρόπο αναζήτησης πληροφοριών και σύγκρισης αντικειμένων, οι οποίοι μπορούν να σχετίζονται με τη συμπεριφορά των καταναλωτών.

Επίσης, οι έρευνες έχουν αναδείξει ότι οι άνθρωποι συχνά δεν επεξεργάζονται όλες τις πληροφορίες που προσφέρονται αλλά βασίζονται σε προκαταλήψεις, συναισθήματα ή εντυπώσεις, κάτι που μπορεί να επηρεάσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων (Gowases 2007). Η τεχνολογία παρακολούθησης των ματιών έχει εξελιχθεί αρκετά με τα χρόνια, με πιο πρόσφατες εξελίξεις στην ταχύτητα επεξεργασίας και στην ποιότητα των εξοπλισμών, κάτι που έχει βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση των οφθαλμικών κινήσεων και στην εφαρμογή τους σε διάφορους τομείς.

Σε μια έρευνα του Πανεπιστημίου Τεχνολογίας και Οικονομικών της Βουδαπέστης, 50 φοιτητές συμμετείχαν εθελοντικά σε μια μελέτη που αξιολογούσε την οπτική οξύτητά τους. Χρησιμοποιώντας μια συσκευή Tobii T120, αναλύθηκαν οι κινήσεις των ματιών 29 γυναικών και

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

14 ανδρών, με επιλογή παρουσίασης διαφορετικών εικόνων στο παιχνίδι "Museum of Thieves" (Józsa & Hábornik, n.d.) Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο ευχρηστίας του πανεπιστημίου, με τη βοήθεια υπολογιστή και του λογισμικού Tobii Studio για την ανάλυση δεδομένων κίνησης των ματιών. Οι συμμετέχοντες αναλύθηκαν χωριστά, απορρίφθηκαν κάποιες καταγραφές λόγω ποιοτικών ή τεχνικών περιορισμών, ενώ οι διαφορές στις εικόνες του παιχνιδιού παρουσιάστηκαν με τυχαίο τρόπο για να αποφευχθεί η επίδραση του γνωστικού στυλ των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα αναφέρουν πρωτίστως την ανάλυση των οφθαλμικών κινήσεων και των αντιδράσεων τους κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού (Hercegfí, 2011).

### **1.5.1 Το Παιχνίδι Βρες τις Διαφορές».**

Η έμπνευση για τη δημιουργία του παιχνιδιού "Βρες τις Διαφορές" πηγάζει από την ανάγκη να συνδυαστεί η τεχνολογία Eye Tracking (Goldberg et al., n.d.) με την εκπαιδευτική διασκέδαση. Η σκοπιμότητα του παιχνιδιού δεν αντιστρέφεται αποκλειστικά στην ψυχαγωγία, αλλά αφορά και την εκπαίδευση. Ενδυναμώνοντας την προσοχή, την ικανότητα εντοπισμού λεπτομερειών και τη διόρθωση λαθών, το παιχνίδι βοηθά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων που είναι χρήσιμες σε διάφορους τομείς.

Με τη χρήση της τεχνολογίας Eye Tracking, το επίπεδο δυσκολίας στο παιχνίδι προσαρμόζεται ανάλογα με την ικανότητα του κάθε χρήστη, προσφέροντας πιο απαιτητικές ή πιο εύκολες εικόνες. Η εκπαιδευτική του διάσταση επιδιώκει να βοηθήσει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως η προσοχή στη λεπτομέρεια, η επίλυση προβλημάτων και η οπτική παρατήρηση. Κατά την διάρκεια του παιχνιδιού, ο χρήστης εκπαιδεύει την ικανότητά του να εντοπίζει διαφορές μεταξύ δύο εικόνων, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσει την ικανότητά του να παρατηρεί λεπτομέρειες. Αυτή η προσέγγιση έχει σαν στόχο την εκπαίδευση και την ψυχαγωγία ταυτόχρονα, παρέχοντας ένα περιβάλλον που ενώνει την πρόκληση με την εκπαίδευση.

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

### **1.6 Συμπέρασμα**

Συνολικά, το κείμενο υπογραμμίζει τη σημασία της τεχνητής νοημοσύνης στην εξέλιξη της τεχνολογίας και της κοινωνίας. Η χρήση της σε ποικίλους τομείς έχει επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην απόδοση και την παραγωγικότητα, ωστόσο, παραμένουν προκλήσεις όπως η αναγνώριση προσώπων και η δημιουργικότητα. Η ιστορία της τεχνητής νοημοσύνης, ξεκινώντας από φιλοσοφικές σκέψεις και φτάνοντας στις σημερινές επιτυχίες όπως το AlphaGo, αντικατοπτρίζει τη συνεχή ανάπτυξη και τη συμβολή πολλών ερευνητών στον τομέα. Η τεχνολογία παρακολούθησης των ματιών, όπως φαίνεται στο παιχνίδι "Βρες τις Διαφορές", ανοίγει νέες προοπτικές για τον σχεδιασμό παιχνιδιών και την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση, προσφέροντας παράλληλα ευκαιρίες για την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Στον τομέα των παιχνιδιών, η τεχνητή νοημοσύνη εξελίσσεται από απλές στρατηγικές σε προηγμένα συστήματα, προσφέροντας πιο σύνθετες και ενδιαφέρουσες εμπειρίες στους παίκτες. Συνολικά, η τεχνητή νοημοσύνη συνεχίζει να διαμορφώνει τον κόσμο μας, προσφέροντας λύσεις σε προβλήματα και ενισχύοντας την ανθρώπινη εμπειρία σε πολλούς τομείς.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

#### **2.1 Τα Παιχνίδια ως Μέσω Μάθησης.**

Οι υπολογιστές επηρεάζουν τον τρόπο ζωής μας, τον τρόπο εργασίας, τις αγορές που κάνουμε, τον τρόπο που ψυχαγωγούμαστε, αλλά και τον τρόπο που επικοινωνούμε, το τρόπο που ασχολούμαστε με την πολιτική και φροντίζουμε την υγεία μας (*Video Games and The Future of Learning*, n.d.). Είναι ένας κατάλογος που συνεχίζει να μεγαλώνει. *Αλλά μπορούν να αλλάξουν οι υπολογιστές τον τρόπο που μαθαίνουμε;*

Η σύντομη απάντηση είναι ναι. Ήδη οι υπολογιστές επηρεάζουν τον τρόπο μάθησής μας και αν θέλετε να καταλάβετε πώς, απλά ρίξτε μια ματιά στα βιντεοπαιχνίδια. Δεν είναι ότι τα σημερινά παιχνίδια θα αντικαταστήσουν τα σχολεία ή πανεπιστήμια, αλλά δίνουν μια εικόνα για το πώς θα μπορούσαμε να αναπτύξουμε νέους και πιο αποτελεσματικούς τρόπους μάθησης στα σχολεία, στις κοινότητες και στους εργασιακούς χώρους, νέους τρόπους μάθησης για μια εποχή όπου η πληροφορία κυριαρχεί. Τα βιντεοπαιχνίδια δεν είναι απλώς παιχνίδια, αλλά δημιουργούν νέους κοινωνικούς και πολιτιστικούς κόσμους που συνδυάζουν σκέψη, κοινωνική αλληλεπίδραση και τεχνολογία, υποστηρίζοντας τα ενδιαφέροντα μας (Hercegfi, 2011).

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα βιντεοπαιχνίδια δεν είναι η απόλυτη λύση. Όπως και τα βιβλία ή οι ταινίες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αρνητικό τρόπο. Τα παιχνίδια απλοποιούν την πραγματικότητα, και συχνά περιέχουν βίαιο περιεχόμενο. Κάποιοι κριτικοί υποστηρίζουν ότι τα μαθήματα που αποκομίζονται παίζοντας βιντεοπαιχνίδια όπως τα σημερινά δεν είναι πάντα θετικά (C. A. Steinkuehler, n.d.). Ωστόσο, ακόμα και οι πιο αυστηροί κριτικοί συμφωνούν ότι υπάρχει κάτι να μάθουμε από αυτά. Η ερώτηση είναι πώς μπορούμε να αξιοποιήσουμε τη δύναμη αυτών των παιχνιδιών ως εργαλείο μάθησης στα σχολεία, τα σπίτια και τους χώρους εργασίας.

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

Σε απάντηση σε αυτό, υποστηρίζουμε μια προσέγγιση των παιχνιδιών και της μάθησης ως δραστηριοτήτων που είναι πιο αποτελεσματικές όταν είναι εξατομικευμένες, βιοματικές, κοινωνικές και επιστημονικές ταυτόχρονα. Περιγράφουμε μια προσέγγιση για τη σχεδίαση περιβαλλόντων μάθησης που αξιοποιούν τις εκπαιδευτικές δυνατότητες των παιχνιδιών, ενσωματώνοντάς τις βαθιά σε μια θεωρία μάθησης που ταιριάζει στην εποχή μας και χαρακτηρίζεται από τη δύναμη των νέων τεχνολογιών.

Ένα βήμα προς την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα βιντεοπαιχνίδια μπορούν να μεταμορφώσουν την εκπαίδευση είναι να αλλάξουμε την ευρέως διαδεδομένη άποψη ότι τα παιχνίδια είναι απλώς ψυχαγωγία. Αντίθετα, αντιλαμβανόμαστε πως είναι πολύ περισσότερα από έναν απλό τρόπο ψυχαγωγίας ή μια βιομηχανία πολλών δισεκατομμυρίων δολαρίων. Τα βιντεοπαιχνίδια αποτελούν σημαντικά εργαλεία διότι επιτρέπουν στους ανθρώπους να εισέλθουν σε νέους κόσμους, να αναλάβουν ρόλους και να δράσουν με τρόπους που δεν θα μπορούσαν διαφορετικά.

Μέσα από τα βιντεοπαιχνίδια, οι παίκτες βιώνουν πραγματικότητες και αναπτύσσουν ικανότητες μέσα σε αυτές τις εικονικές εμπειρίες. Αυτοί οι εικονικοί κόσμοι αποτελούν ισχυρά πλαίσια μάθησης, επιτρέποντας στους παίκτες να κατανοήσουν πολύπλοκες έννοιες μέσα από πραγματικές και εικονικές προκλήσεις. Επιπλέον, τα παιχνίδια δημιουργούν κοινότητες παικτών που ανταλλάσσουν γνώσεις, εμπειρίες και συνεργάζονται για την επίλυση προβλημάτων μέσα από τους εικονικούς κόσμους τους. Συνεπώς, τα βιντεοπαιχνίδια δεν αποτελούν μόνο πηγή ψυχαγωγίας, αλλά ένα σημαντικό μέσο που επιτρέπει την ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων, ικανοτήτων και κοινοτήτων συνεργασίας (Squire & Giovanetto, 2008).

## **2.2 Οφέλη των Ηλεκτρονικών Παιχνιδιών.**

Παρόλο που οι έρευνες για τα οφέλη των βιντεοπαιχνιδιών είναι περιορισμένες, οι λειτουργίες και τα οφέλη των παιχνιδιών γενικά έχουν εξεταστεί εκτενώς εδώ και δεκαετίες (Granic et al., 2014). Η εξελικτική ψυχολογία έχει εστιάσει στις προσαρμοστικές λειτουργίες των

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

παιχνιδιών (Evolutionary\_Perspectives\_on\_Social\_Development, n.d.), ενώ η αναπτυξιακή ψυχολογία έχει εξετάσει τη θετική λειτουργία του παιχνιδιού σε σχέση με σπουδαίους θεωρητικούς όπως οι (Erikson, 1977, Piaget 1962, Vygotsky, 1978). Σύμφωνα με τον Erikson, τα παιχνίδια επιτρέπουν στα παιδιά να πειραματιστούν και να αντιμετωπίσουν συναισθήματα εκτός του πλαισίου του παιχνιδιού. Ο Piaget θεωρεί ότι το παιχνίδι της φαντασίας επιτρέπει στα παιδιά να αναπαράγουν συγκρούσεις και να αναζητήσουν ιδανικές λύσεις. Τόσο ο Piaget όσο και ο Vygotsky υποστήριξαν δεσμούς μεταξύ του παιχνιδιού και της κοινωνικής νόησης.

Εκτός από την κοινωνική νόηση, το παιχνίδι αντιμετωπίζει θέματα εξουσίας, ανταγωνισμού, φροντίδας, άγχους και χαράς. Οι εμπειρίες αυτές ενεργοποιούνται παραγωγικά, ενώ συνδέσεις μεταξύ του παιχνιδιού και των κοινωνικών ικανοτήτων έχουν τεκμηριωθεί εμπειρικά (Connolly & Doyle, 1984). Πιο πρόσφατες νευροεπιστημονικές έρευνες σε ζώα υποδεικνύουν εγκεφαλικούς μηχανισμούς που εξηγούν την ανάπτυξη κοινωνικών ικανοτήτων μέσω του παιχνιδιού. Τα συναισθηματικά θέματα που εντοπίζονται στο παιχνίδι των παιδιών διερευνώνται και στα βιντεοπαιχνίδια, ενθαρρύνοντας την απόκτηση γνωστικών και κοινωνικών ικανοτήτων.

Αντίθετα με την κοινή πεποίθηση ότι τα βιντεοπαιχνίδια είναι απλώς ψυχαγωγικά και δεν συμβάλλουν στην ανάπτυξη του νου, υπάρχουν αποδείξεις ότι η παρακολούθηση ή οι ενεργές συμμετοχές σε αυτά τα παιχνίδια μπορούν να βελτιώσουν ένα ευρύ φάσμα γνωστικών ικανοτήτων. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα παιχνίδια shooter, όπου έρευνες έχουν δείξει ότι οι παίκτες αυτών των παιχνιδιών εμφανίζουν βελτιωμένη προσοχή, ακρίβεια και ικανότητες χωρικής ανάλυσης (Green & Bavelier, 2012). Επιπλέον, οι βελτιώσεις αυτές στις γνωστικές ικανότητες φαίνεται να διαρκούν σε μεγάλο χρονικό διάστημα και να μεταφέρονται και σε άλλες εργασίες εκτός των παιχνιδιών (Uttal et, al, 2013). Αυτές οι ερευνητικές μελέτες έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην εκπαίδευση και την επαγγελματική ανάπτυξη. Η διαχρονική έρευνα έχει δείξει τη συνάφεια των χωρικών ικανοτήτων με την επίδοση σε πεδία όπως οι φυσικές επιστήμες, η τεχνολογία, η μηχανική και οι μαθηματικές επιστήμες (Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P., & Steiger, J. H., 2010). Επιπλέον, η ίδια έρευνα έχει δείξει ότι οι βελτιώσεις στις χωρικές ικανότητες από τα παιχνίδια μπορούν να συγκριθούν με τις επιδόσεις σε μαθήματα ενίσχυσης αυτών των ίδιων δεξιοτήτων σε επίσημα επίπεδα εκπαίδευσης.

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

Στη συνέχεια, πρόσφατες έρευνες στη νευροεπιστήμη έχουν δείξει ότι οι παίκτες αυτών των παιχνιδιών εμφανίζουν αλλαγές στη νευρολογική λειτουργία τους, καθιστώντας τους πιο αποτελεσματικούς στη διαχείριση της προσοχής και την απόκρισή τους σε αλλαγές στο περιβάλλον (Bavelier et al., 2012). Ωστόσο, αυτά τα πλεονεκτήματα δεν είναι ορατά σε όλα τα είδη παιχνιδιών, με τα shooter games να έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στη γνωστική απόδοση συγκριτικά με άλλα είδη όπως τα παζλ ή τα παιχνίδια ρόλων (RPG).

Τέλος, τα βιντεοπαιχνίδια φαίνεται να συνδέονται με ένα πρόσθετο όφελος στον τομέα της δημιουργικότητας (Prensky, 2012). Νεότερα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η παρακολούθηση ή η συμμετοχή σε οποιοδήποτε είδος βιντεοπαιχνιδιού ενισχύει τη δημιουργικότητα των παιδιών (Klimecki et al., 2013). Για παράδειγμα, μεταξύ ενός δείγματος περίπου 500 παιδιών 12 ετών, η συχνή συμμετοχή σε βιντεοπαιχνίδια συνδέθηκε θετικά με την ανάπτυξη της δημιουργικότητας. Το σημαντικό είναι ότι η χρήση άλλων τεχνολογιών από παιδιά, όπως ο υπολογιστής, το Διαδίκτυο ή το κινητό τηλέφωνο, δεν φαίνεται να σχετίζεται με τη βελτίωση της δημιουργικότητας (C. Steinkuehler & Duncan, 2008). Ωστόσο, η ίδια μελέτη δεν κατάφερε να εξακριβώσει εάν τα βιντεοπαιχνίδια αναπτύσσουν τις δημιουργικές ικανότητες ή αν οι δημιουργικοί άνθρωποι προτιμούν να παίζουν βιντεοπαιχνίδια (Jackson et al., 2012).

### **2.3 Ηλεκτρονικά Παιχνίδια και Υγεία.**

Μέχρι τώρα, έχουμε εξετάσει μια ποικιλία οφελών που σχετίζονται με το παιχνίδι και επηρεάζουν τη γνωστική, την κινητοποίηση, την κοινωνική και τη συναισθηματική ανάπτυξη των παιδιών. Το ιατρικό πεδίο έχει επισημάνει αυτές τις θετικές επιδράσεις και έχει δείξει αυξημένο ενδιαφέρον για την εφαρμογή της "παιχνιδοποίησης" σε ιατρικές παρεμβάσεις (Ritterfeld, Cody, & Vorderer, 2009). Ερευνητές και επαγγελματίες στην ιατρική έχουν αρχίσει να εκμεταλλεύονται τη δύναμη των βιντεοπαιχνιδιών για να ενεργοποιήσουν τους ασθενείς και, τελικά, να βελτιώσουν τα αποτελέσματα υγείας τους (Kato, 2010).

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

Μια από τις πιο γνωστές επιτυχίες ενός παιχνιδιού που επηρέασε σημαντικά τις συμπεριφορές που σχετίζονται με την υγεία είναι η περίπτωση του Re-Mission (Kato, Cole, Bradlyn, & Pollock, 2008), ένα παιχνίδι σχεδιασμένο για παιδιά με καρκίνο. Αυτό το παιχνίδι επιδίωξε να εκπαιδεύσει τα παιδιά στη συμμόρφωση με τις θεραπευτικές αγωγές για τον καρκίνο, χρησιμοποιώντας ένα νανορομπότ που πυροβολεί καρκινικά κύτταρα και διαχειρίζεται τα συμπτώματα. Ένα πειραματικό πρόγραμμα που περιελάμβανε παιδιά που έπαιζαν το Re-Mission σε σύγκριση με άλλα παιχνίδια υπολογιστή έδειξε ότι η συμμόρφωση με τη θεραπευτική αγωγή και η γνώση για τον καρκίνο ήταν σημαντικά μεγαλύτερα στην ομάδα που έπαιζε το Re-Mission. Αυτό το παιχνίδι έχει διανεμηθεί σε περισσότερους από 200.000 ασθενείς και θεωρείται μια επιτυχημένη θεραπευτική προσέγγιση.

Επίσης η υπόσχεση των βιντεοπαιχνιδιών έχει ανατρέψει τον τομέα της εκπαίδευσης καθώς ενδιαφέρον έχουν προκαλέσει τα παιχνίδια για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων σε διάφορα μαθήματα. Ανασκοπήσεις έχουν δείξει ότι τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στην εκπαιδευτική μεταρρύθμιση που απαιτείται για την αντιμετώπιση των προκλήσεων του επόμενου αιώνα (Vogel et al., 2006).

Παρόλα αυτά, πρέπει να δούμε με κριτική σκέψη την εκστρατεία για την "παιχνιδοποίηση" στις επιστήμες της υγείας και της εκπαίδευσης. Λίγα από τα παιχνίδια αυτά έχουν αξιολογηθεί επιστημονικά για τις επιπτώσεις τους στην υγεία και τη μάθηση. Ορισμένα από αυτά τα παιχνίδια μπορεί να μην ανταποκρίνονται αποτελεσματικά στις προσδοκίες ή να χάνουν το στοιχείο της διασκέδασης, αφού ισορροπούν μεταξύ πληροφοριών και ψυχαγωγίας. Οι ελλείψεις αυτές θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη, ιδίως όταν πρόκειται να αναπτυχθούν παιχνίδια για την ψυχική υγεία. Υπάρχει ανάγκη για νέες έρευνες που θα εξετάσουν τις πιθανές κατευθύνσεις για την ανάπτυξη των παιχνιδιών σε αυτούς τους τομείς.

### **2.4 Συμπέρασμα**

Η σύγχρονη θεωρία μάθησης που παρουσιάζεται στο κείμενο υποστηρίζει τη χρήση των βιντεοπαιχνιδιών στην εκπαίδευση, εισάγοντας την έννοια της εκπαιδευτικής παιχνιδοποίησης.

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

Αυτή η προσέγγιση αντιλαμβάνεται τα βιντεοπαιχνίδια ως έναν τρόπο να εμπλέκονται οι μαθητές, να αναπτύσσουν δεξιότητες και να κατανοούν περιεχόμενο μέσα από βιωματικές εμπειρίες. Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να προσφέρουν εξατομικευμένες εκπαιδευτικές εμπειρίες, ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζουν την κοινωνική αλληλεπίδραση και την επιστημονική προσέγγιση στη μάθηση. Το κείμενο προτείνει περαιτέρω έρευνα στον τομέα, επισημαίνοντας τη σημασία της επιστημονικής αξιολόγησης των επιπτώσεων των παιχνιδιών στην ψυχική υγεία και τη μάθηση.

Επίσης, υπογραμμίζει τη σχεδίαση περιβαλλόντων μάθησης που ενσωματώνουν τα θετικά χαρακτηριστικά των παιχνιδιών για να βελτιώσουν την εκπαιδευτική διαδικασία. Εκφράζει την ελπίδα για μια πιο ευφυή και προοδευτική προσέγγιση στη χρήση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών στον τομέα της εκπαίδευσης και της ψυχικής υγείας και προτείνει περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη για να κατανοήσουμε καλύτερα τον ρόλο των παιχνιδιών σε αυτούς τους τομείς.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ**

#### **3.1 Δημιουργία Ψηφιακού Παιχνιδιού.**

Όταν αρχικά μου ζητήθηκε να φτιάξω ένα παιχνίδι ή ένα ψηφιακό κόσμο όπου να γίνεται χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης είχα μπει στη διαδικασία αναζήτησης για το πιο θα είναι το καλύτερο περιβάλλον ανάπτυξης ή σε ποια γλώσσα θα ήμουν πιο δημιουργικός και ελεύθερος. Ύστερα από έρευνα κατέληξα στο συμπέρασμα ότι θα ήταν προτιμότερο να χρησιμοποιήσω τη Python στο περιβάλλον της Pycharm και ο αλγόριθμος της TN να είναι το Δέντρο Αναζήτησης ή αλλιώς Decision Tree Classifier.

#### **3.2 Επιλογή της Γλώσσας Προγραμματισμού Python.**

Το 1991, ο Guido van Rossum (Dhruv et al., n.d.) ανέπτυξε τη γλώσσα προγραμματισμού Python, με μια ενδιαφέρουσα ιστορία πίσω από την επιλογή του ονόματος "Python". Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, ο προγραμματιστής είχε διαβάσει το σενάριο "Monty's Python Flying", μια σειρά του BBC. Η ανάγνωση αυτού του βιβλίου τον οδήγησε να ονομάσει τη γλώσσα "Python", επιδιώκοντας ένα σύντομο και μοναδικό όνομα.

Η Python είναι μια αντικειμενοστραφής, διερμηνευμένη και διαδραστική γλώσσα προγραμματισμού που παρέχει δομές δεδομένων υψηλού επιπέδου όπως λίστες, πλειάδες, σύνολα, εξαιρέσεις, αυτόματη διαχείριση μνήμης κ.ά. Η Python χρησιμοποιείται επίσης για παράλληλο υπολογιστικό σύστημα και παρουσιάζει συγκριτικά απλή και εύκολη σύνταξη για την

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

κωδικοποίηση, παραμένοντας παράλληλα ισχυρή γλώσσα προγραμματισμού. Ένα από τα πλεονεκτήματά της είναι η ποικιλία βιβλιοθηκών που ελαχιστοποιούν τον κώδικα, κάτι που την καθιστά δημοφιλή, ειδικά στον τομέα της μηχανικής μάθησης..

Στο 2020, η Python κατέχει την τέταρτη θέση ως μία από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού . Εκτός από τη χρήση της στον τομέα της προγραμματισμού, έχει επίσης χρησιμοποιηθεί εκτενώς στον κόσμο των βιντεοπαιχνιδιών. Παραδείγματα περιλαμβάνουν το Doki Doki Literature Club και το Battlefield 2(Song, 2022). Από αυτό το πλαίσιο, προέκυψε η ιδέα να δημιουργηθεί ένα παιχνίδι χρησιμοποιώντας την Python σε σύντομο χρονικό διάστημα. Μετά από έρευνα στο GitHub και στο Python Wiki, φτάσαμε στο συμπέρασμα ότι θα ήταν ενδιαφέρον ένα παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Τέλος θα επικεντρωθούμε αποκλειστικά στις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες βιβλιοθήκες και πλαίσια για την ανάπτυξη νευρωνικών δικτύων και μηχανικής μάθησης (Gevorkyan et al., 2019). Επί του παρόντος, η επικρατέστερη γλώσσα για την κατασκευή νευρωνικών δικτύων είναι η Python , και υπάρχουν αρκετοί επιτακτικοί λόγοι για την κυριαρχία της σε αυτόν τον τομέα. Η Python αναγνωρίζεται για τη φιλική προς το χρήστη φύση της, που χρησιμοποιείται εκτενώς τόσο σε ακαδημαϊκά περιβάλλοντα όσο και σε βιομηχανικό προγραμματισμό. Αυτή η δημοτικότητα επεκτείνεται και στους επαγγελματίες που χρησιμοποιούν τον προγραμματισμό ως ερευνητικό εργαλείο. Επιπλέον, γλώσσα Python διευκολύνει τη δημιουργία δεσμών για κλήσεις συναρτήσεων C, επιτρέποντας στην Python να χρησιμεύσει ως μια βολική διεπαφή για βιβλιοθήκες χαμηλού επιπέδου. Επιπλέον, η κοινότητα της Python έχει δημιουργήσει ένα ευρύ φάσμα εργαλείων για δια δραστική εκτέλεση κώδικα και οπτικοποίηση δεδομένων, που αποδεικνύεται ιδιαίτερα επωφελής στην επιστημονική έρευνα, όπου μπορεί να λείπουν σαφείς και πρωτότυποι αλγόριθμοι, καθιστώντας αναγκαία μια προσέγγιση επιστημονικής διερεύνησης.

### **3.3 Περιβάλλον Ανάπτυξης Pycharm.**

Το PyCharm είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) που αναπτύχθηκε από την JetBrains, ειδικά προσαρμοσμένο για τη γλώσσα προγραμματισμού Python. Δημιουργημένο



## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

από μια εταιρεία γνωστή για τα ισχυρά εργαλεία ανάπτυξης, το PyCharm προσφέρει μια σειρά από χαρακτηριστικά για να βελτιώσει την εμπειρία ανάπτυξης Python (Quazi Nafiul Islam., 2015).

Τα βασικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν έξυπνη συμπλήρωση κώδικα, ανάλυση κώδικα και έλεγχο σφαλμάτων, βοηθώντας τους προγραμματιστές στη συγγραφή αποδοτικού κώδικα. Το IDE διευκολύνει την πλοήγηση σε διαφορετικά Project, συντομεύσεις γρήγορης πλοήγησης και ισχυρή λειτουργία αναζήτησης. Οι προηγμένες λειτουργίες εντοπισμού σφαλμάτων και οι ενσωματωμένοι test runners, βοηθούν τους προγραμματιστές στον εντοπισμό και την επίλυση προβλημάτων. Η ενσωμάτωση με συστήματα ελέγχου εκδόσεων όπως το Git, το Mercurial και το Subversion απλοποιεί τη διαχείριση αποθετηρίου κώδικα. Το PyCharm υποστηρίζει διάφορες λειτουργίες αναδιαμόρφωσης κώδικα για τη βελτίωση της δομής και της συντήρησης του κώδικα.

Το PyCharm είναι ένα cross-platform IDE, συμβατό με Windows, macOS και Linux, παρέχοντας στους προγραμματιστές ευελιξία σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Ευρέως αγκαλιασμένο από προγραμματιστές Python, από αρχάριους έως έμπειρους επαγγελματίες, το πλούσιο σε χαρακτηριστικά περιβάλλον του PyCharm και η έμφαση στην παραγωγικότητα το καθιστούν μια δημοφιλή επιλογή στο τοπίο της ανάπτυξης Python.

### **3.4 Ο Αλγόριθμος «Δέντρο Απόφασης».**

Τα Δέντρα Απόφασης ξεχωρίζουν ως ένας ευρέως διαδεδομένος αλγόριθμος μηχανικής μάθησης που εφαρμόζεται σε εργασίες παλινδρόμησης και ταξινόμησης. Η απλότητα στην κατανόηση, την ερμηνεία και την εφαρμογή τους τα καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλα για αρχάριους στο πεδίο της μηχανικής μάθησης. Αυτός ο εμπειριστατωμένος οδηγός εμβαθύνει σε διάφορες πτυχές του αλγορίθμου των δέντρων απόφασης, περιλαμβάνοντας τις αρχές λειτουργίας του, τις διάφορες κατηγορίες, τα διαδικαστικά βήματα για την κατασκευή δέντρων απόφασης και τις μεθόδους για την αξιολόγηση και τη βελτίωσή τους.

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

### **3.5 Σκοπός του Παιχνιδιού.**

Η ιδέα για ένα τόσο γνωστό παιχνίδι όσο το «Βρες τις Διαφορές» γεννήθηκε όταν συνειδητοποιήσα ότι έχει περιθώρια βελτίωσης και μπορεί να εκτοξεύσει την εμπειρία ένα βήμα παραπάνω. Αρχικά ένα παιχνίδι σαν και αυτό προσφέρει μια ευχάριστη δραστηριότητα όπου αποσκοπεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως της παρατήρησης και συγκέντρωσης. Παράλληλα ο κάθε παίκτης κατά τη σύγκριση των δύο εικόνων προάγει την ανάπτυξη κριτικής σκέψης αλλά ενισχύει την μνήμη για τον λόγο ότι υπάρχει η ανάγκη να θυμάται τις διαφορές. Πέρα όμως από την εκπαίδευση δεν παύει να είναι ένα παιχνίδι που έχει και τον ρόλο της ψυχαγωγίας και χαλάρωσης. Επιπλέον με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης ο απώτερος σκοπός ήταν να υπάρχει προσαρμοστική δυσκολία ανάλογα το επίπεδο που είναι ο κάθε χρήστης έτσι ώστε να γίνει πιο προκλητικό για όλους, στην ουσία καταφέρνει και είναι μια ξεχωριστή και εξατομικευμένη εμπειρία για τον καθένα ξεχωριστά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διασφαλίσει ότι το παιχνίδι θα παραμείνει διασκεδαστικό καθ' όλη τη διάρκεια του. Τέλος η σταδιακή αύξηση της πρόκλησης βελτιώνει τον παίκτη στις δεξιότητες του και διατηρεί το ενδιαφέρον μέχρι και τη τελευταία στιγμή.

### **3.6 Λίγα Λογία για το Παιχνίδι.**

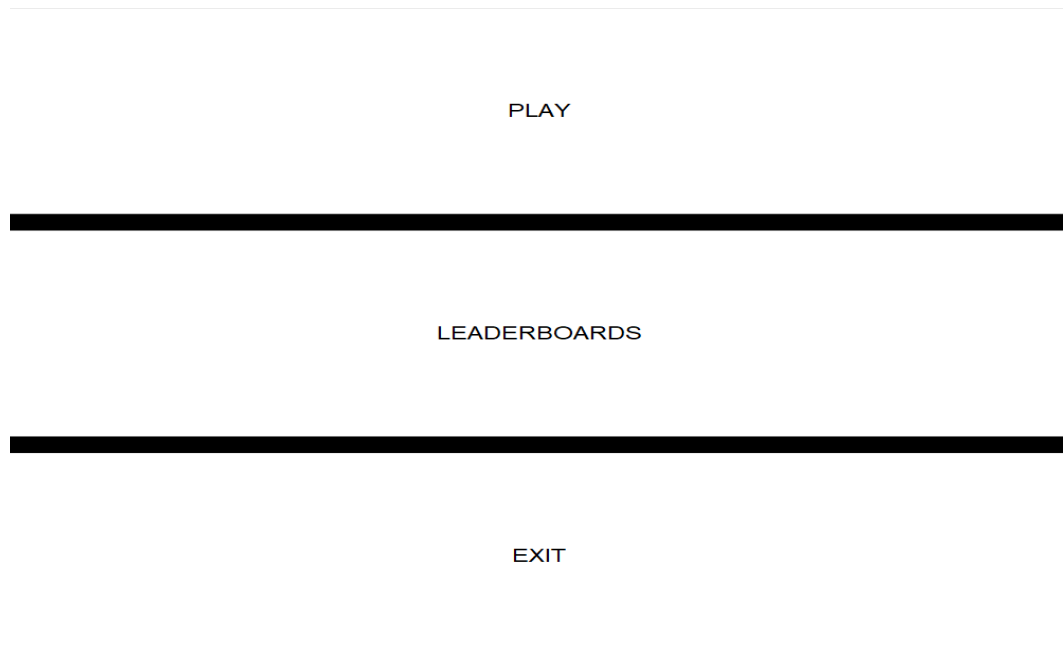
Ο αλγόριθμος που έφτιαξα είναι βασισμένος στο παιχνίδι που δημιούργησε ο συμφοιτητής μου Δημήτριος Σείτος. Το παιχνίδι είναι και αυτό γραμμένο σε Python και έχει δοκιμαστεί στο Pycharm σε λογισμικό Windows 11.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

### 3.6.1 Αρχικό Μενού.

Για αρχή το πρόγραμμα όταν ξεκινάει είναι σε ένα εικονικό περιβάλλον όπου υπάρχουν 3 κουμπιά (buttons). Τα κουμπιά είναι τα εξής:

- Κουμπί Εκκίνησης : Μόλις ξεκινήσει το παιχνίδι θα ζητήσει από τον χρήστη να εισάγει ένα όνομα έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα προφίλ όπου θα μπορεί να δει τη βαθμολογία του και τον καλωσορίζει.
- Κουμπί Βαθμολογίες : Η λειτουργία του είναι οποιαδήποτε στιγμή ο χρήστης θα μπορεί να πηγαίνει εκεί να για να βλέπει πόσο είναι το σκορ του.
- Κουμπί Εξόδου : Τερματίζει το παιχνίδι.



Εικόνα 1. Αρχικό Μενού.

### 3.6.2 Λειτουργία Παιχνιδιού.

Αφού το παιχνίδι έχει ξεκινήσει θα εμφανιστεί στον χρήστη το 1<sup>ο</sup> ζευγάρι εικόνων και ένα κουμπί όπου θα αναγράφει «Επόμενο Ζεύγος», όπου από ο χρήστης θα μπορεί να το πατήσει μόνο

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

όταν έχει βρει από εικόνες. Στη συνέχεια αφού ολοκληρώσει με το συγκεκριμένο ζεύγος θα προχωρήσει στο επόμενο αυτόματα. Η αρχική ιδέα του παιχνιδιού είχε προκαθορισμένες ποιες θα ήταν το επόμενο ζευγάρι χωρίς να προσφέρει κάποιο ουσιαστικό ενδιαφέρον στον χρήστη. Έτσι έγινε πράξη η Τεχνητή Νοημοσύνη όπου από έχω αναφέρει και προηγουμένως αυξομειώνει και αποφασίζει βάση κάποια χαρακτηριστικά του κάθε παίκτη αν θα προχωρήσει επίπεδο, αν παραμείνει στο ίδιο αλλά ακόμα και αν πέσει. Το παιχνίδι φτάνει στο τέλος του όταν δεν υπάρχουν από εικόνες από το συγκεκριμένο επίπεδο που είναι ο χρήστης.

### 3.6.3 Συναρτήσεις Παιχνιδιού.

Οι κυρίες συναρτήσεις του παιχνιδιού περιγράφονται παρακάτω:

- *spot\_the\_difference(image1, image2, min\_value)* :  
Έχει σαν παραμέτρους δυο εικόνες (όπου η μια έχει από διαφορές) και η *min\_value* είναι η ελάχιστη τιμή έτσι ώστε να θεωρηθεί μια διαφορά σημαντική. Χρησιμοποιεί την *structural similarity index* για να υπολογίσει από διαφορές και επιστρέφει από συντεταγμένες των διαφορών που είναι πάνω από το κατώφλι.
- *on\_click(event, differences, found, total, label\_img1, img1\_copy, next\_pair\_button)* :  
Εκτελείται όταν ο χρήστης κάνει κλικ σε μια εικόνα, ελέγχοντας αν έχει βρει διαφορά ή όχι.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- `show_scores()` :

Εμφανίζει τη βαθμολογία βάσει την απόδοση του χρήστη. Υπολογίζει τον μέσο χρόνο αντίδρασης, την ακρίβεια και τη συνολική βαθμολογία και τα εμφανίζει στον χρήστη.

### 3.7 Συμπέρασμα.

Ύστερα από εξέταση για τη δημιουργία ενός ψηφιακού παιχνιδιού με χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης και έπειτα από έρευνα στα περιβάλλοντα ανάπτυξης και γλώσσες προγραμματισμού, επέλεξα να χρησιμοποιήσω τη γλώσσα προγραμματισμού Python στο περιβάλλον PyCharm, επιλέγοντας τον αλγόριθμο Τεχνητής Νοημοσύνης Δέντρο Αναζήτησης (Decision Tree Classifier). Εξετάστηκε η επιλογή γλώσσας προγραμματισμού Python και έγινε αναφορά στην ιστορία δημιουργίας της από τον Guido van Rossum το 1991, ενώ τονίστηκαν τα χαρακτηριστικά της αντικειμενοστράφιας, και δια δραστικής γλώσσας προγραμματισμού που είναι. Επισημάνεται η δημοφιλία της Python στη μηχανική μάθηση και τη χρήση της από στον κόσμο των βιντεοπαιχνιδιών.

Τέλος, έγινε αναφορά στην ιδέα δημιουργίας του παιχνιδιού «Βρες από Διαφορές» με χρήση τεχνητής νοημοσύνης, εμπνευσμένη από έρευνα στο GitHub και το Python Wiki. Η περιγραφή από χρήσης των αλγορίθμων ταξινόμησης, ειδικότερα του Δέντρου Απόφασης, παρέχει καλή κατανόηση των επιλογών μου και των λόγων πίσω από αυτές καθώς και επεξηγήθηκαν τα πλεονεκτήματα του αλγορίθμου, από η ευελιξία και η ευανάγνωστη δομή, προσθέτοντας βάθος στην κατανόηση από επιλογής.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ «ΔΕΝΤΡΟ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ»**

#### **4.1 Αλγόριθμοι Ταξινόμησης.**

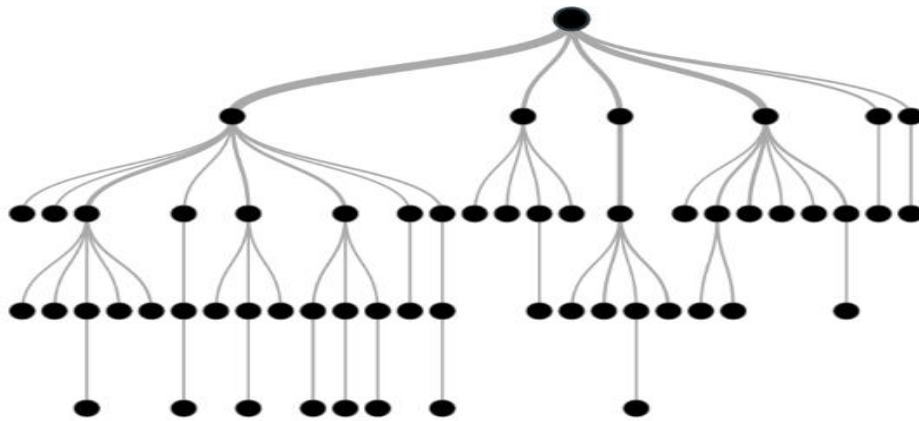
Στον τομέα από μηχανικής μάθησης, οι αλγόριθμοι ταξινόμησης περιλαμβάνουν μια ποικιλία τεχνικών. Στο πλαίσιο από παρούσας μελέτης, η εστίαση στρέφεται από τη γενική εφαρμογή του αλγορίθμου Δέντρου Απόφασης (Decision Tree Classifier) (Charbuty & Abdulazeez, 2021). Η επαγωγή Δέντρων Απόφασης, ένα ευρέως αναγνωρισμένο και προηγμένο μοντέλο μηχανικής μάθησης, εφαρμόζεται συχνά στην εξόρυξη δεδομένων και στην επιχειρηματική ευφυΐα για πρόβλεψη και διαγνωστικές εργασίες. Η μέθοδος αυτή αποδεικνύεται πολύτιμη για την αντιμετώπιση προκλήσεων ταξινόμησης, παλινδρόμησης ή εξαρτημένες από τον χρόνο προβλέψεις. Τα αποτελέσματα συμπυκνώνουν τη συλλογιστική που μοιάζει με εκείνη από εμπειρογνώμονα, διευκολύνοντας την αναπαραγωγή των ακολουθιών αποφάσεων για τη διάκριση των χαρακτηριστικών από αντικείμενου. Η γραφική δομή ή η βάση κανόνων που λαμβάνεται ενισχύει την κατανόηση και ευθυγραμμίζεται με την ανθρώπινη συλλογιστική.

#### **4.2 Τι είναι ένα Δέντρο Απόφασης ;**

Ένα δέντρο αποφάσεων χρησιμεύει ως μη παραμετρικός αλγόριθμος στην επιβλεπόμενη μάθηση, που εξυπηρετεί τόσο εργασίες ταξινόμησης όσο και παλινδρόμησης. Η δομή του είναι ιεραρχική, με έναν κόμβο ρίζας, διακλαδώσεις, εσωτερικούς κόμβους και κόμβους φύλλων. Λειτουργώντας ως ιεραρχικό μοντέλο στην υποστήριξη αποφάσεων, το δέντρο αποφάσεων αναπαριστά από αποφάσεις μαζί με τα πιθανά αποτελέσματα, περιλαμβάνοντας τυχαία γεγονότα,

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

δαπάνες πόρων και εκτιμήσεις χρησιμότητας. Ένα Δέντρο Απόφασης μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε εργασίες ταξινόμησης όσο και σε εργασίες παλινδρόμησης, χρησιμοποιώντας δηλώσεις ελέγχου υπό όρους. Ο όρος «Δέντρο Απόφασης» υποδηλώνει τη χρήση μιας δομής δέντρου που μοιάζει με διάγραμμα ροής, καταδεικνύοντας προβλέψεις που προέρχονται από διαδοχικές διαχωρίσεις βάσει χαρακτηριστικών. Η διαδικασία ξεκινά με έναν κόμβο ρίζας και ολοκληρώνεται με απόφασεις που λαμβάνονται στα φύλλα.



Εικόνα 2. Σχεδιάγραμμα ενός Δέντρου Απόφασης.

(Image credit:analyticsvidhya.com)

### 4.3 Ορολογίες τις Δέντρου Απόφασης.

Ένα Δέντρο Απόφασης χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω:

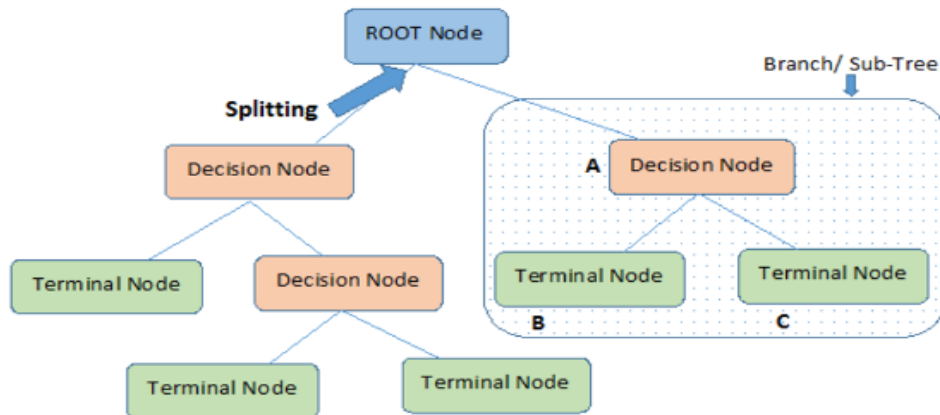
## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- Κόμβος ρίζας (Root Node) : Ο αρχικός κόμβος στην αρχή από δέντρου αποφάσεων, όπου ολόκληρος ο πληθυσμός ή το σύνολο των δεδομένων αρχίζει να διαιρείται με βάση διάφορα χαρακτηριστικά ή συνθήκες.
- Κόμβοι απόφασης (Decision Nodes) : Οι κόμβοι που προκύπτουν από τη διάσπαση των κόμβων ρίζας είναι γνωστοί ως κόμβοι απόφασης. Αυτοί οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν ενδιάμεσες αποφάσεις ή συνθήκες εντός του δέντρου.
- Κόμβοι φύλλων (Leaf Nodes) : Συχνά υποδεικνύουν την τελική ταξινόμηση ή το τελικό αποτέλεσμα. Οι κόμβοι φύλλων αναφέρονται από ως τερματικοί κόμβοι.
- Υπό-δέντρο (Sub-Tree) : Παρόμοια με ένα υπο-τμήμα από γραφήματος που ονομάζεται υπο-γράφος, ένα υπο-τμήμα από δέντρου αποφάσεων αναφέρεται ως υπο-δέντρο. Αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο τμήμα του δέντρου αποφάσεων.
- Κλάδεμα (Pruning) : Η διαδικασία αφαίρεσης ή περικοπής συγκεκριμένων κόμβων σε ένα δέντρο αποφάσεων για την αποφυγή υπερβολικής προσαρμογής και την απλοποίηση του μοντέλου.
- Κλαδί / Υπο-δέντρο (Branch / Sub-Tree) : Ένα υπο-τμήμα ολόκληρου του δέντρου αποφάσεων αναφέρεται ως κλαδί ή υπο-δέντρο. Αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη διαδρομή αποφάσεων και αποτελεσμάτων εντός του δέντρου.
- Κόμβος γονέα και κόμβος παιδιού (Parent and Child Node) : Σε ένα δέντρο αποφάσεων, από κόμβος που διαιρείται σε υπο-κόμβους είναι γνωστός ως γονικός κόμβος και οι υπο-κόμβοι που προκύπτουν από αυτόν αναφέρονται ως κόμβοι-παιδιά. Ο γονικός κόμβος αντιπροσωπεύει μια απόφαση ή συνθήκη, ενώ οι κόμβοι-παιδιά



## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

αντιπροσωπεύουν τα πιθανά αποτελέσματα ή από περαιτέρω αποφάσεις με βάση την εν λόγω συνθήκη.



Εικόνα 3. Δέντρο απόφασης με τις Ορολογίες.

(Image credit:analyticsvidhya.com)

### 4.4 Λειτουργία του Αλγορίθμου.

Ο αλγόριθμος του δέντρου αποφάσεων ακολουθεί μια απλή διαδικασία, ξεκινώντας από τον «κόμβο ρίζας», ο οποίος αντιπροσωπεύει το σύνολο των δεδομένων. Στη συνέχεια αναζητά το πιο κομβικό χαρακτηριστικό ή ερώτημα που χωρίζει αποτελεσματικά τα δεδομένα σε διακριτές ομάδες, κατ' αναλογία με την υποβολή ερώτησης σε ένα σταυροδρόμι του δέντρου. Στη συνέχεια, με βάση την απάντηση σε αυτή την καιρία ερώτηση, ο αλγόριθμος προχωρά στη διαίρεση των δεδομένων σε μικρότερα υποσύνολα, δημιουργώντας νέα κλαδιά που αντιπροσωπεύουν πιθανές διαδρομές μέσα στο δέντρο. Αυτή η επαναληπτική διαδικασία υποβολής ερωτήσεων και διακλάδωσης συνεχίζεται έως ότου ο αλγόριθμος φτάσει από τελικούς «κόμβους φύλλων». Αυτοί οι κόμβοι φύλλων χρησιμεύουν ως τελικά σημεία στο δέντρο, συμβολίζοντας τα προβλεπόμενα

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

αποτελέσματα ή από ταξινομήσεις. Ουσιαστικά, ο αλγόριθμος Δέντρο Αποφάσεων απλοποιεί την πολύπλοκη λήψη αποφάσεων αναλύοντάς την σε μια σειρά ιεραρχικών και εύκολα ερμηνεύσιμων βημάτων.

### 4.5 Πλεονεκτήματα

Ένα άλλο πλεονέκτημα από επαγωγής δέντρων απόφασης είναι η ικανότητά από να εντοπίζει αυτόματα τα πιο διακριτικά χαρακτηριστικά, δηλαδή από πιο αντιπροσωπευτικές εισόδους δεδομένων (Lamrini, n.d.). Αυτό αποδίδεται στην ευελιξία και την αυτονομία του, καθώς λειτουργεί με ελάχιστες παραδοχές σχετικά με το χώρο υποθέσεων. Ενώ τα δέντρα αποφάσεων είναι αποτελεσματικά για προβλήματα μεγάλης κλίμακας, μπορεί να είναι λιγότερο ακριβή από εναλλακτικά μοντέλα από τα νευρωνικά δίκτυα. Συνοπτικά, ο αλγόριθμος εκμάθησης δέντρων απόφασης παρουσιάζει τρία βασικά χαρακτηριστικά:

- **Εύκολη χρήση:** Η δομή που μοιάζει με διάγραμμα ροής επιτρέπει μια ευανάγνωστη ερμηνεία του τρόπου με τον οποίο τα χαρακτηριστικά αλληλοεπιδρούν για να κάνουν προβλέψεις.
- **Αποδοτικότητα:** Ο αλγόριθμος από πάνω από τα κάτω διαχωρίζει αποτελεσματικά από τερματικούς κόμβους έως ότου περιέχουν στοιχεία μόνο μιας κλάσης. Λειτουργεί γρήγορα, καθιστώντας τον κατάλληλο για μεγάλα σύνολα δεδομένων.
- **Ευελιξία:** Η μέθοδος δέχεται τόσο συνεχή όσο και διακριτά χαρακτηριστικά, προσφέροντας συμβολικές ή αριθμητικές προβλέψεις. Μπορεί να επεκταθεί βελτιώνοντας από δοκιμές από κόμβους του δέντρου ή παρέχοντας προβλέψεις με τη χρήση άλλου μοντέλου.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

### 4.6 Παραλλαγές του Αλγορίθμου.

Για τη δημιουργία αποτελεσματικών μοντέλων κατά τη δημιουργία δέντρων αποφάσεων γίνονται διάφορες παραλλαγές. Αυτές οι υποθέσεις βοηθούν στην καθοδήγηση από κατασκευής του δέντρου και επηρεάζουν την απόδοσή του. Ακολουθούν ορισμένες κοινές παραδοχές και εκτιμήσεις κατά τη δημιουργία δέντρων αποφάσεων

- **Binary Splits** : Τα Δέντρα Απόφασης συνήθως κάνουν δυαδικούς διαχωρισμούς, δηλαδή κάθε κόμβος διαιρεί τα δεδομένα σε δύο υποσύνολα με βάση ένα μόνο χαρακτηριστικό ή συνθήκη. Αυτό προϋποθέτει ότι κάθε απόφαση μπορεί να αναπαρασταθεί ως δυαδική επιλογή.
- **Recursive Partitioning** : Τα Δέντρα Απόφασης χρησιμοποιούν μια αναδρομική διαδικασία κατάτμησης, όπου κάθε κόμβος διαιρείται σε κόμβους-παιδιά και η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να ικανοποιηθεί ένα κριτήριο διακοπής. Αυτό προϋποθέτει ότι τα δεδομένα μπορούν να υποδιαιρεθούν αποτελεσματικά σε μικρότερα, πιο διαχειρίσιμα υποσύνολα.
- **Feature Independence** : Τα Δέντρα Απόφασης συχνά υποθέτουν ότι τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό των κόμβων είναι ανεξάρτητα. Στην πράξη, η ανεξαρτησία των χαρακτηριστικών μπορεί να μην ισχύει, αλλά τα δέντρα αποφάσεων μπορούν να αποδώσουν καλά αν τα χαρακτηριστικά συσχετίζονται.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- **Homogeneity** : Τα Δέντρα Απόφασης στοχεύουν στη δημιουργία ομοιογενών υποομάδων σε κάθε κόμβο, δηλαδή τα δείγματα εντός από κόμβου είναι όσο το δυνατόν πιο παρόμοια ως από τη μεταβλητή-στόχο. Αυτή η υπόθεση βοηθά στην επίτευξη σαφών ορίων απόφασης.
- **Top-Down Greedy Approach** : Τα Δέντρα Απόφασης κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας μια άπληστη προσέγγιση από πάνω από τα κάτω, όπου κάθε διάσπαση επιλέγεται για να μεγιστοποιηθεί το κέρδος πληροφορίας ή να ελαχιστοποιηθεί η ακαθαρσία στον τρέχοντα κόμβο. Αυτό μπορεί να μην οδηγεί πάντα στο συνολικά βέλτιστο δέντρο.
- **Categorical and Numerical Features** : Τα Δέντρα Απόφασης μπορούν να χειριστούν τόσο κατηγορικά όσο και αριθμητικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο, μπορεί να απαιτούν διαφορετικές στρατηγικές διαχωρισμού για κάθε τύπο.
- **Overfitting** : Τα Δέντρα Απόφασης είναι επιρρεπή σε υπερ-προσαρμογή όταν καταγράφουν θόρυβο στα δεδομένα. Για την αντιμετώπιση αυτής της υπόθεσης χρησιμοποιείται το κλάδεμα και ο καθορισμός κατάλληλων κριτηρίων διακοπής.
- **Impurity Measures** : Δέντρα Απόφασης χρησιμοποιούν μέτρα ακαθαρσίας από η ακαθαρσία Gini ή η εντροπία για να αξιολογήσουν πόσο καλά από διαχωρισμός διαχωρίζει από κλάσεις. Η επιλογή του μέτρου ακαθαρσίας μπορεί να επηρεάσει την κατασκευή των δέντρων.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- **No Missing Values** : Τα Δέντρα Απόφασης υποθέτουν ότι δεν υπάρχουν ελλιπείς τιμές στο σύνολο δεδομένων ή ότι οι ελλιπείς τιμές έχουν αντιμετωπιστεί κατάλληλα μέσω υπολογισμού ή άλλων μεθόδων.
- **No Outliers** : Τα Δέντρα Απόφασης είναι ευαίσθητα από ακραίες τιμές και οι ακραίες τιμές μπορούν να επηρεάσουν την κατασκευή από. Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των ακραίων τιμών μπορεί να απαιτούνται προ-επεξεργασία ή ισχυρές μέθοδοι.

### 4.7 Μοντέλο Μηχανικής Μάθησης που χρησιμοποιήθηκε.

#### 4.7.1 Βιβλιοθήκες.

Στον αλγόριθμο που έφτιαξα σημαντικό ρόλο παίζουν οι παρακάτω δύο βιβλιοθήκες.

- **SciKit Learn** : Είναι η βιβλιοθήκη για την επεξεργασία δεδομένων. Υλοποιεί διάφορες μεθόδους ταξινόμησης, ανάλυσης παλινδρόμησης, ομαδοποίησης και από αλγορίθμους που σχετίζονται με την κλασική μηχανική μάθηση. Είναι γραμμένη σχεδόν εξ ολοκλήρου σε Python, αλλά χρησιμοποιεί από NumPy και SciPy για την υλοποίηση αλγορίθμων. Παρά το γεγονός ότι ο αριθμός από τρέχουσας έκδοσης είναι 0.21.1, το έργο είναι πολύ σταθερό, καθώς αναπτύσσεται από το 2007. Το SciKit Learn είναι κατάλληλο για παραδοσιακές εργασίες μηχανικής μάθησης και προεπεξεργασίας δεδομένων.
- **Numpy** : Το NumPy χρησιμεύει ως το θεμελιώδες πακέτο Python για επιστημονικούς υπολογισμούς, ενισχύοντας δυνατότητες από οι πίνακες N-διαστάσεων, οι πράξεις με βάση τα στοιχεία (Bressert, 2012), βασικές μαθηματικές πράξεις από η γραμμική άλγεβρα και η δυνατότητα ενθυλάκωσης κώδικα C/C++/Fortran. Αυτό το κεφάλαιο εμβαθύνει σε

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

αυτές από πτυχές, ξεκινώντας με την εξερεύνηση των πινάκων NumPy και των πλεονεκτημάτων από έναντι των λιστών και των λεξικών από Python. Στην Python, τα δεδομένα αποθηκεύονται με διάφορους τρόπους, με τις λίστες και τα λεξικά να είναι από πιο δημοφιλείς μεθόδους. Ενώ οι λίστες από Python μπορούν να φιλοξενήσουν σχεδόν οποιονδήποτε τύπο αντικειμένου από Python ως στοιχείο, η εκτέλεση πράξεων σε στοιχεία λίστας απαιτεί επαναληπτικούς βρόχους, οδηγώντας σε υπολογιστική αναποτελεσματικότητα.

- **OpenCV :** Η όραση υπολογιστών γνωρίζει σημαντική ανάπτυξη λόγω της προόδου στις κάμερες, την επεξεργαστική ισχύ και την ωρίμανση των αλγορίθμων όρασης (Bradski & Kaehler, 2008). Το OpenCV έχει διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο σε αυτή την επέκταση, δίνοντας τη δυνατότητα στα άτομα να ασχοληθούν με πιο παραγωγικές εργασίες που σχετίζονται με την όραση. Με επίκεντρο την όραση σε πραγματικό χρόνο, το OpenCV βοηθά τους φοιτητές και τους επαγγελματίες στην αποτελεσματική υλοποίηση έργων και τη διεξαγωγή έρευνας, εκδημοκρατίζοντας την πρόσβαση στην υποδομή της όρασης υπολογιστών και της μηχανικής μάθησης.

### 4.7.2. Δεδομένα Εκπαίδευσης.

Γίνεται χρήση του αλγορίθμου Decision Tree για την εκπαίδευση ενός μοντέλου με ένα σύνολο δεδομένων. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα εκπαίδευσης “X\_train\_more” και “Y\_train\_more” και παρουσιάζονται σε ένα πίνακα με διαφορετικές παραμέτρους, επιτυχίες και δευτερόλεπτα, και τις αντίστοιχες ετικέτες κλάσης (Ύψηλό, Μέσο και Χαμηλό). Το μοντέλο έχει εκπαιδευτεί στον πίνακα X\_train\_more όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

```
# δεδομένα εκπαίδευσης
X_train_more = np.array([
    [10, 50], # 10 επιτυχίες, 50 δευτερόλεπτα
    [7, 75], # 7 επιτυχίες, 75 δευτερόλεπτα
    [3, 120], # 3 επιτυχίες, 120 δευτερόλεπτα
    [5, 100], # 5 επιτυχίες, 100 δευτερόλεπτα
    [8, 60], # 8 επιτυχίες, 60 δευτερόλεπτα
    [15, 40], # 15 επιτυχίες, 40 δευτερόλεπτα
    [12, 55], # 12 επιτυχίες, 55 δευτερόλεπτα
    [6, 95], # 6 επιτυχίες, 95 δευτερόλεπτα
    [9, 70], # 9 επιτυχίες, 70 δευτερόλεπτα
    [11, 45], # 11 επιτυχίες, 45 δευτερόλεπτα
    [20, 30], # 20 επιτυχίες, 30 δευτερόλεπτα
    [18, 35], # 18 επιτυχίες, 35 δευτερόλεπτα
    [22, 25], # 22 επιτυχίες, 25 δευτερόλεπτα
    [25, 20], # 25 επιτυχίες, 20 δευτερόλεπτα
    [30, 15], # 30 επιτυχίες, 15 δευτερόλεπτα
    [5, 10] # 5 επιτυχίες, 10 δευτερόλεπτα
])
```

Εικόνα 4. Δεδομένα Εκπαίδευσης.

Στη συνέχεια υπάρχει και ο πίνακας `y_train_more` ο οποίος έχει «Βαθμολογήσει» το κάθε στοιχείο του προηγούμενου πίνακα ανάλογα την επίδοση του. Σκοπός του είναι μαθαίνει μόνιμα και να μπορεί να καταλαβαίνει το επίπεδο που ανήκει ο κάθε χρήστης και να το αλλάζει σε ζωντανό χρόνο.

### 4.7.3 Εκπαίδευση του Μοντέλου.

Στη συνέχεια γίνεται χρήση της μεθόδου `DecisionTreeClassifier` από τη βιβλιοθήκη `SciKit Learn` όπου δημιουργεί το δέντρο απόφασης. Η διαδικασία ξεκινά με την εκπαίδευση του μοντέλου μηχανικής μάθησης. Για αυτό το σκοπό, έχει οριστεί ένα σύνολο δεδομένων που περιλαμβάνει σειρές από αριθμητικές τιμές. Κάθε σειρά αντιπροσωπεύει έναν συνδυασμό του αριθμού των επιτυχιών (π.χ., βρισθόντων διαφορών μεταξύ δύο εικόνων) και του συνολικού χρόνου αντίδρασης του παίκτη. Αυτές οι τιμές χρησιμοποιούνται ως είσοδοι για το μοντέλο, ενώ η έξοδος είναι η κατηγορία της δυσκολίας (υψηλή, μέση, χαμηλή), στην οποία ανήκει η επίδοση του παίκτη.

Μέσω της διαδικασίας εκπαίδευσης, το μοντέλο "μαθαίνει" να αναγνωρίζει ποιες συνθήκες οδηγούν σε κάθε επίπεδο δυσκολίας, δηλαδή να συνδέει τα δεδομένα εισόδου με την αντίστοιχη έξοδο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του αλγορίθμου του απόφασης δέντρου, ο οποίος δημιουργεί μια δομή δέντρου όπου κάθε κόμβος αντιπροσωπεύει μια "ερώτηση" σχετικά με ένα χαρακτηριστικό (π.χ., είναι ο χρόνος αντίδρασης μεγαλύτερος από 60 δευτερόλεπτα;) και κάθε κλαδί προς τα κάτω

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

από αυτόν τον κόμβο αντιπροσωπεύει τις δυνατές απαντήσεις (ναι ή όχι), οδηγώντας σε μια πρόβλεψη για το επίπεδο δυσκολίας.

```
# Εκπαίδευση νέου μοντέλου Decision Tree με τα νέα δεδομένα
decision_tree_model_more = DecisionTreeClassifier(random_state=42)
decision_tree_model_more.fit(X_train_more, y_train_more)
```

Εικόνα 5. Εκπαίδευση Μοντέλου.

Μετά την εκπαίδευση, το μοντέλο είναι έτοιμο να εφαρμοστεί στο παιχνίδι. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, κάθε φορά που ο παίκτης ολοκληρώνει έναν γύρο, το μοντέλο λαμβάνει τον αριθμό των επιτυχιών και τον συνολικό χρόνο αντίδρασης ως είσοδο και προβλέπει το επόμενο επίπεδο δυσκολίας για τον παίκτη. Αυτό επιτρέπει στο παιχνίδι να προσαρμόζεται δυναμικά στην απόδοση του παίκτη με βάση την πρόβλεψη του μοντέλου.

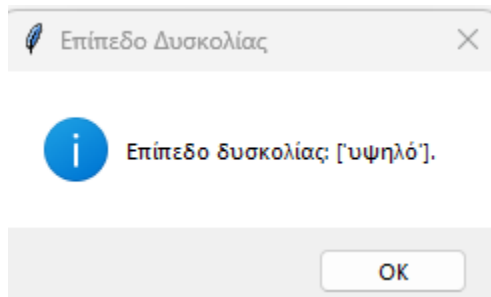
### 4.7.4 Συνάρτηση Πρόβλεψης.

Για να έχει το μοντέλο τις κατάλληλες προβλέψεις έχω φτιάξει τη συνάρτηση `predict_category`, όπου είναι μια συνάρτηση πρόβλεψης κατηγορίας βάσει από προκαθορισμένο μοντέλου, το οποίο ονομάζεται `decision_tree_model_more`. Η συνάρτηση δέχεται δύο εισόδους, τον αριθμό των επιτυχιών (`successes`) και τον συνολικό χρόνο αντίδρασης (`total_reaction_time`).

Αρχικά, εκτελεί μια μετατροπή των εισόδων σε ένα 2D πίνακα (`prediction_input`), απαραίτητη για την πρόβλεψη με τη χρήση του μοντέλου. Στη συνέχεια, χρησιμοποιεί το μοντέλο (`decision_tree_model_more`) για να προβλέψει την κατηγορία βάσει των εισόδων. Το αποτέλεσμα από πρόβλεψης εμφανίζεται σε ένα παράθυρο ειδοποίησης (`message box`) με τη χρήση από συνάρτησης `messagebox.showinfo()`, που εμφανίζει ένα μήνυμα με την πρόβλεψη για το επίπεδο δυσκολίας. Τέλος, η συνάρτηση επιστρέφει το αποτέλεσμα από πρόβλεψης ως επιστρεφόμενη τιμή, την οποία μπορείτε να χρησιμοποιήσετε στο υπόλοιπο πρόγραμμα.



## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.



Εικόνα 6 . Αλλαγή επίπεδου.

### 4.8 Προκλήσεις και Σφάλματα

Ένα φαινόμενο που έκανε τη δημιουργία του αλγορίθμου πιο δύσκολη στην εκπαίδευση ήταν το πολύ μικρό υλικό σε ζευγάρια εικόνων που είχε το παιχνίδι. Το γεγονός ότι υπήρχαν μόνο 10 ζευγάρια δεν μπορεί να διασφαλίσει ότι η εκπαίδευση του ;αλγορίθμου έγινε με επιτυχία και ότι θα είναι η ίδια αν υπήρχαν παραπλανώ εικόνες.

### 4.9 Συμπέρασμα.

Συμπερασματικά, η μελέτη επικεντρώνεται στη γενική εφαρμογή του αλγορίθμου δέντρου απόφασης στον τομέα από μηχανικής μάθησης. Ο αλγόριθμος από αποτελεί ένα προηγμένο μοντέλο μηχανικής μάθησης, ευρέως αναγνωρισμένο για τη χρησιμοποίησή του σε εξόρυξη δεδομένων και επιχειρηματική ευφυΐα. Η μέθοδος αυτή αποδεικνύεται εξαιρετικά χρήσιμη στην αντιμετώπιση προκλήσεων ταξινόμησης, παλινδρόμησης και προβλέψεων εξαρτημένων από τον χρόνο. Τα αποτελέσματα από επαγωγής δέντρων απόφασης συνοψίζουν τη συλλογιστική που μοιάζει με εκείνη από εμπειρογνώμονα, επιτρέποντας την αναπαραγωγή ακολουθιών αποφάσεων

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

για τη διάκριση των χαρακτηριστικών από αντικείμενου. Η γραφική δομή του δέντρου ενισχύει την κατανόησή και συνάδει με την ανθρώπινη συλλογιστική. Στην ενότητα που ακολουθεί, εξηγείται το τι είναι ένα δέντρο απόφασης. Αναφέρεται ως ένα μη παραμετρικό μοντέλο στην επιβλεπόμενη μάθηση, εξυπηρετώντας εργασίες ταξινόμησης και παλινδρόμησης. Η ιεραρχική δομή του, περιλαμβάνοντας κόμβο ρίζας, διακλαδώσεις, εσωτερικούς κόμβους και κόμβους φύλλων, καθιστά το δέντρο απόφασης ένα ευέλικτο εργαλείο που αντιμετωπίζει προκλήσεις σε διάφορους τομείς, παρέχοντας εύκολα ερμηνεύσιμα μοντέλα.

Η διαδικασία λειτουργεί ως ιεραρχικό μοντέλο υποστήριξης αποφάσεων, αναπαριστώντας αποφάσεις και πιθανά αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένων των τυχαίων γεγονότων, δαπανών πόρων και εκτιμήσεων χρησιμότητας. Το δέντρο αποφάσεων είναι από αλγόριθμος μηχανικής μάθησης που ακολουθεί μια απλή διαδικασία, ξεκινώντας από τον κόμβο ρίζας και διαιρώντας τα δεδομένα σε υποσύνολα με βάση ερωτήσεις. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρις ότου φτάσει σε τελικούς κόμβους φύλλων, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τα τελικά αποτελέσματα. Ένα πλεονέκτημα του αλγορίθμου είναι η εύκολη χρήση και η ευανάγνωστη δομή του, η οποία επιτρέπει την απλή ερμηνεία του τρόπου λήψης αποφάσεων.

Από, είναι αποδοτικός για μεγάλα σύνολα δεδομένων και ευέλικτος στη χρήση τόσο συνεχών όσο και διακριτικών χαρακτηριστικών. Ωστόσο, παρόλο που είναι αποτελεσματικός, μπορεί να είναι λιγότερο ακριβής από άλλα μοντέλα από τα νευρωνικά δίκτυα. Παρόλα αυτά, η ικανότητά του να εντοπίζει αυτόματα τα πιο διακριτικά χαρακτηριστικά αποτελεί ένα πλεονέκτημα. Συνολικά, το δέντρο αποφάσεων προσφέρει εύκολα ερμηνεύσιμα μοντέλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλες εφαρμογές και αποτελεί ισχυρό εργαλείο στον τομέα από μηχανικής μάθησης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

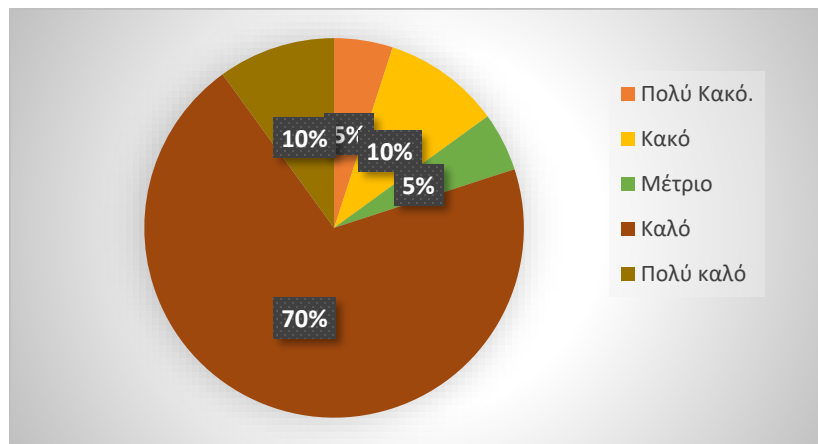
### **ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΕΙΣ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ**

#### **5.1 Αξιολογήσεις.**

Για την εξακρίβωση αν η προσθήκη δυναμικής δυσκολίας με την τη χρήση Τεχνητής νοημοσύνης στο παιχνίδι ήταν επιτυχής ρώτησα είκοσι συμφοιτητές, φίλους και γνωστούς που δοκίμασαν την εφαρμογή για να λάβω Feedback. Οι ηλικίες κυμαίνονταν από 18 ετών έως 61 ετών. Οι ερωτηθέντες είχαν τη δυνατότητα να απαντήσουν με την αξιολόγηση των αστερίων. Το ένα αστέρι (\*) να σημαίνει «Πολύ Κακό» και τα 5 αστέρια (\*\*\*\*\*) να σημαίνουν «Πολύ Καλό». Σκοπός του ερωτηματολόγιου είναι να δούμε τι αντιδράσεις προκάλεσε το παιχνίδι, τι ποσοστό το βρήκε καλό και τι όχι. Επιπλέον έγινε μια ερώτηση ανάπτυξης στον καθένα η οποία αποσκοπούσε στη συλλογή συμβουλών από τους χρήστες για τη βελτίωση του παιχνιδιού.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- Βρήκατε ενδιαφέρον τη προσαρμογή δυσκολίας στο παιχνίδι;
  - 2 απάντησαν με πέντε αστέρια ( \* \* \* \* \* ).
  - 14 απάντησαν με τέσσερα αστέρια ( \* \* \* \* ).
  - 1 απάντησαν με τρία αστέρια ( \* \* \* ).
  - 2 απάντησαν με δύο αστέρια ( \* \* ).
  - 1 απάντησαν με ένα αστέρι ( \* ).

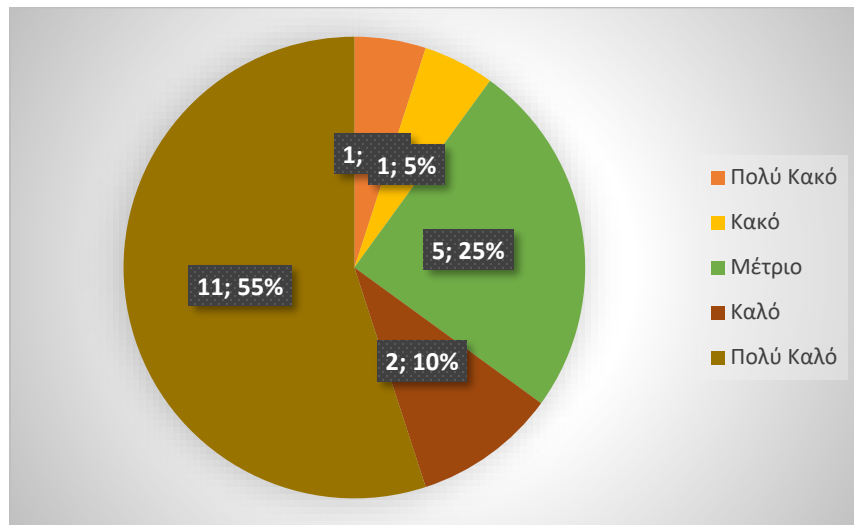


Σχήμα 1. Ερώτηση 1<sup>η</sup>.

Από την ανάλυση της ερώτησης διαπιστώνουμε ότι ο σκοπός του αλγορίθμου είχε απήχηση διότι στο μεγαλύτερο ποσοστό άρεσε η προσαρμογή δυσκολίας, με μόνο το 5% να μην έμεινε καθόλου ευχαριστημένο.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- Πιστεύετε σας βοήθησε το παιχνίδι στην απόκτηση δεξιοτήτων, όπως αύξηση της παρατηρητικότητας;
  - 11 απάντησαν με πέντε αστέρια ( \* \* \* \* \* ).
  - 2 απάντησαν με τέσσερα αστέρια ( \* \* \* \* ).
  - 5 απάντησαν με τρία αστέρια ( \* \* \* ).
  - 1 απάντησαν με δύο αστέρια ( \* \* ).
  - 1 απάντησαν με ένα αστέρι ( \* ).

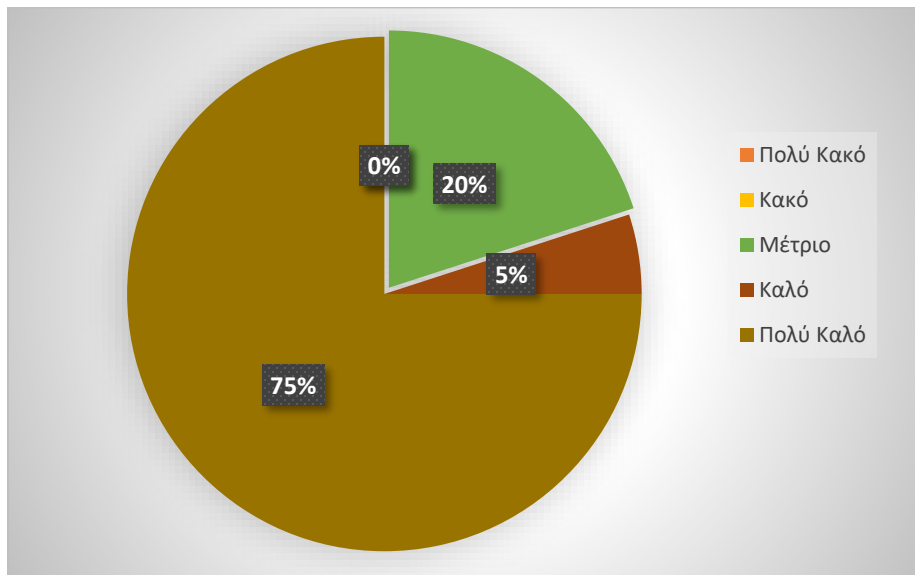


Σχήμα 2. Ερώτηση 2<sup>η</sup>.

Από την ανάλυση της παραπάνω ερώτησης το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως παραπάνω από τα μισά άτομα που το δοκίμασαν παρατήρησαν διαφορά στις δεξιότητες τους.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- Ήταν σωστή η αυξομείωση του επιπέδου που βρισκόσασταν;
  - 15 απάντησαν με πέντε αστέρια ( \* \* \* \* \* ).
  - 1 απάντησαν με τέσσερα αστέρια ( \* \* \* \* ).
  - 4 απάντησαν με τρία αστέρια ( \* \* \* ).
  - 0 απάντησαν με δύο αστέρια ( \* \* ).
  - 0 απάντησαν με ένα αστέρι ( \* ).

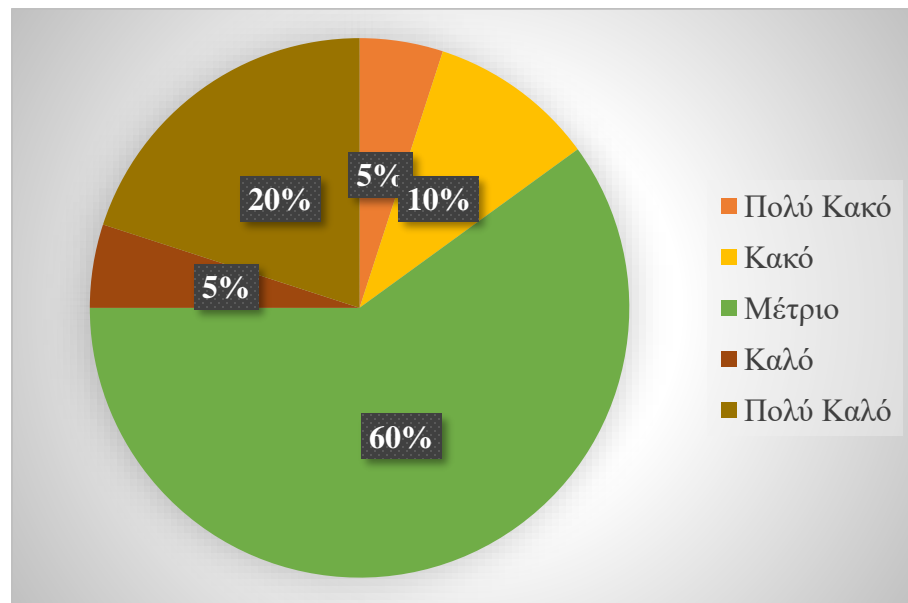


Σχήμα 3. Ερώτηση 3<sup>η</sup>.

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ο αλγόριθμος λειτουργούσε σωστά εφόσον το 75% συμφωνεί, το υπόλοιπο 25% θα βρήκε το παιχνίδι είτε εύκολο είτε δύσκολο.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- Σας δυσκόλεψε το παιχνίδι;
  - 4 απάντησαν με πέντε αστέρια ( \* \* \* \* \* ).
  - 1 απάντησαν με τέσσερα αστέρια ( \* \* \* \* ).
  - 12 απάντησαν με τρία αστέρια ( \* \* \* ).
  - 2 απάντησαν με δύο αστέρια ( \* \* ).
  - 1 απάντησαν με ένα αστέρι ( \* ).

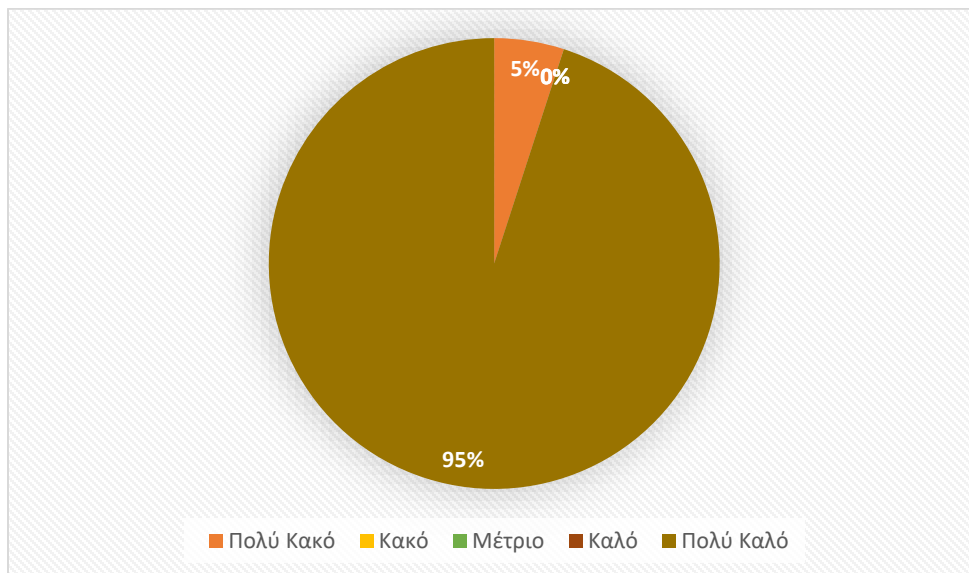


Σχήμα 4. Ερώτηση 4<sup>η</sup>.

Το συμπέρασμα που προκύπτει από αυτή την ερώτηση είναι ότι το παιχνίδι λειτούργησε όπως ακριβώς έπρεπε εφόσον παραπάνω από τους μισούς παίκτες δεν συνάντησε ιδιαίτερο ενδιαφέρον, που σημαίνει ότι η αυξομείωση δυσκολίας ήταν σωστή.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- Θα παίζατε ξανά το παιχνίδι;
  - 19 απάντησαν με πέντε αστέρια ( \* \* \* \* \* ).
  - 0 απάντησαν με τέσσερα αστέρια ( \* \* \* \* ).
  - 0 απάντησαν με τρία αστέρια ( \* \* \* ).
  - 0 απάντησαν με δύο αστέρια ( \* \* ).
  - 1 απάντησαν με ένα αστέρι ( \* ).



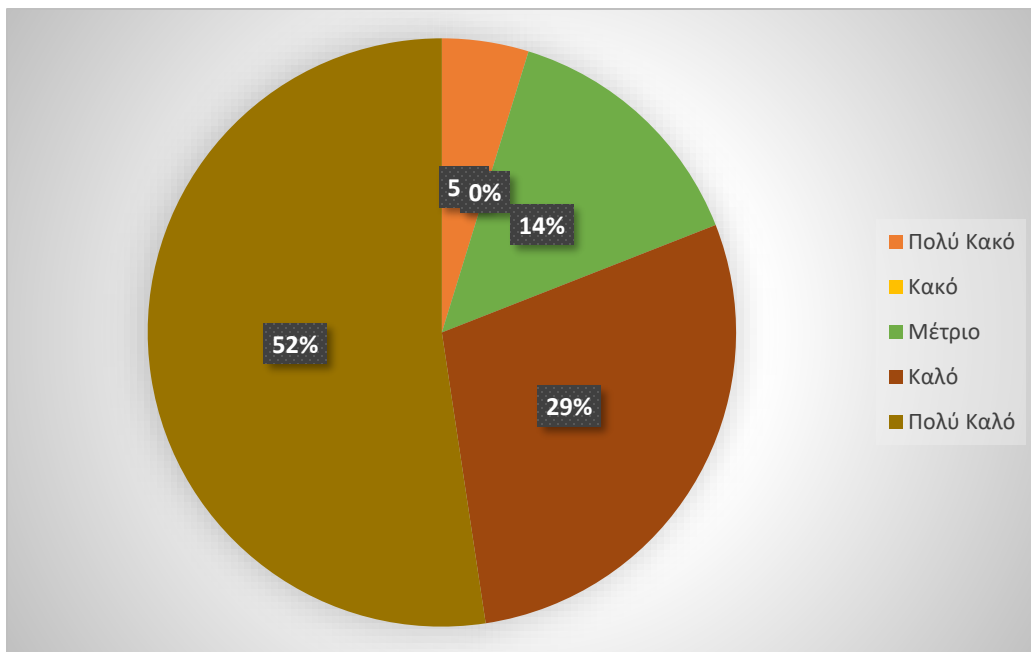
Σχήμα 5. Ερώτηση 5<sup>η</sup>.

Σκοπός της ερώτησης αυτής ήταν να δούμε τι αντίκτυπο είχε το παιχνίδι στο κοινό και κατά πόσο ήταν αρεστό.



## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- Θα προτείνατε το παιχνίδι σε κάποιον φίλο σας;
  - 11 απάντησαν με πέντε αστέρια ( \* \* \* \* \* ).
  - 6 απάντησαν με τέσσερα αστέρια ( \* \* \* \* ).
  - 3 απάντησαν με τρία αστέρια ( \* \* \* ).
  - 0 απάντησαν με δύο αστέρια ( \* \* ).
  - 1 απάντησαν με ένα αστέρι ( \* ).



Σχήμα 6. Ερώτηση 6<sup>η</sup>.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- Τι θα αλλάζατε στο παιχνίδι;
  - Οι πιο πολλοί σε αυτή την ερώτηση απάντησαν πως μια από τις αλλαγές που θα έκαναν είναι ότι θα προσπαθούσαν να το κάνουν ακόμα πιο διαδραστικό. Να υπάρχουν δηλαδή, περισσότερα οπτικά εφέ όταν ο χρήστης βρίσκει ή δε βρίσκει κάποια διαφορά. Αρκετό ενδιαφέρον παρουσίασε η απάντηση από μόνο ένα άτομο ο οποίος βρήκε το παιχνίδι αρκετά διασκεδαστικό και θα ήθελε να το παιχνίδι να λειτουργεί με δύο τρόπους. Ο ένας θα παραμείνει όπως είναι τώρα και ο άλλος είναι να υπάρχει ένα μέρος του παιχνιδιού όπου ο κάθε χρήστης θα μπορεί να δοκιμαστεί σε όποια εικόνα θέλει. Ανεξαρτήτου επιπέδου. Το ζήτησε αυτό γιατί ήθελε να δει όλες τις εικόνες απ' όλα τα επίπεδα.

### 5.2 Συμπέρασμα

Το γενικό συμπέρασμα της παραπάνω έρευνας είχε σαν σκοπό την αξιολόγηση από τους χρήστες και πως βίωσαν οι ίδιοι το παιχνίδι. Βασιζόμενοι στην ανάλυση των απαντήσεων τους μπορούμε να πωσουμε πως η Τεχνητή Νοημοσύνη ανταπεξήλθε στις προσδοκίες των χρηστών λαμβάνοντας αρεστά σχόλια. Η δυσκολία του παιχνιδιού ήταν στα μετρά το καθενός με αποτέλεσμα να μπορούν να ευχαριστηθούν το παιχνίδι μικροί και μεγάλοι. Τέλος παρατηρούμε πως η πλειονότητα των χρηστών θα ήταν στην ευχάριστη θέση να προτείνουν το παιχνίδι και σ κάποιον άλλο.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ**

#### **6.1 Εισαγωγή Συμπερασμάτων.**

Η εργασία αυτή είχε σαν σκοπό της να, βασιζόμενη στο παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές», να εμπλουτίσει την εμπειρία του με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας το μοντέλο Μηχανικής Μάθησης «Δέντρο Απόφασης» (Decision Tree Classifier). Η ανάπτυξη του αλγορίθμου βασίστηκε στην θεωρητική βάση που προέκυψε από την βιβλιογραφική ανασκόπηση και την μελέτη άλλων εκπαιδευτικών παιχνιδιών που κάνουν ίδια ή παρόμοια χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης. Η βιβλιογραφία επισημαίνει τις θεωρίες που επηρέασαν στη δημιουργία του αλγορίθμου, εστιάζοντας κυρίως στην έρευνα για το Δέντρο Απόφασης.

Στη συνέχεια μελετήθηκε και διερευνήθηκε η συνολική αρχιτεκτονική του αλγορίθμου, τόσο σε θεωρικό όσο και στο πρακτικό κομμάτι, δηλαδή τον κώδικα του. Στο τέλος διεξάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο όπου ερωτήθηκαν 20 άτομα από ηλικίες 1- έως 62 ετών με 6 ερωτήσεις και κλήθηκαν να αξιολογήσουν τη συνολική επίδοση του αλγορίθμου και τι επίδραση είχε σε αυτούς.

#### **6.2 Τελικό Συμπέρασμα.**

Η διπλωματική αυτή εργασία είχε σαν σκοπό την ανάπτυξη ενός αλγορίθμου τεχνητής νοημοσύνης για το κλασικό παιχνίδι "Βρες τις Διαφορές". Ο αλγόριθμος σχεδιάστηκε με τη δυνατότητα προσαρμογής της δυσκολίας ανάλογα με το επίπεδο του κάθε χρήστη. Αρχικά, ο αλγόριθμος ξεκινά με ένα βασικό επίπεδο δυσκολίας, προσφέροντας μια ευχάριστη εμπειρία

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

στους νέους παίκτες. Καθώς ο χρήστης προχωρά και βελτιώνεται στο παιχνίδι, ο αλγόριθμος ανιχνεύει την απόδοση του και προσαρμόζει δυναμικά τη δυσκολία. Η δυνατότητα προσαρμογής της δυσκολίας επιτρέπει στον αλγόριθμο να παρέχει συνεχώς προκλήσεις στους παίκτες, διατηρώντας το ενδιαφέρον τους και προωθώντας τη βελτίωση των δεξιοτήτων τους. Αυτή η ευελιξία συνδυάζεται με την εύκολη χρήση και την αποδοτικότητα του αλγορίθμου, δημιουργώντας μια θετική εμπειρία για τους παίκτες κάθε επιπέδου. Το συνολικό αποτέλεσμα είναι ένας εκπαιδευμένος αλγόριθμος που προσφέρει εξατομικευμένη και ενθαρρυντική εμπειρία στους παίκτες, καθιστώντας το παιχνίδι "Βρες τις Διαφορές" ευχάριστο και προκλητικό για όλους.

### **6.3 Μελλοντικά Σχέδια.**

Σε βάθος χρόνου σκοπός μας είναι να επεκτείνουμε το παιχνίδι ακόμα πιο πέρα. Για αρχή θα θέλαμε να ενσωματώσουμε στο αρχικό Μενού ένα κουμπί με την ονομασία «Leaderboard». Το κουμπί αυτό θα δείχνει πάντα τους 10 καλύτερους παίκτες και το σκορ τους, κάτι τέτοιο προϋποθέτει ότι το παιχνίδι θα έχει ανέβει στο διαδίκτυο και να έχουν όλοι πρόσβαση σε αυτό. Δεύτερο και εξίσου σημαντικό είναι ότι αντί να μπούμε στη διαδικασία να βρούμε έτοιμα ζευγάρια εικόνων από το ιντερνέτ, να φτιάξουμε τα δικά μας. Η δημιουργία τους θα είναι είτε ψηφιακή είτε θα φωτογραφίζουμε διάφορα δωμάτια από το σπίτι μας, και θα προσθέτουμε ή θα αφαιρούμε μικρά αλλά και μεγάλα αντικείμενα. Έτσι θα δώσουμε και μια πιο προσωπική πινελιά. Τέλος θα ήθελα να πάω το παιχνίδι ένα βήμα ακόμα πιο πέρα και αντί να αυξομειώνει το επίπεδο δυσκολίας να φτιάξω ένα αλγόριθμο που να μπορεί να δημιουργεί μόνος τους διαφορετικές διαφορές στη κάθε εικόνα.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ

- [1] Bavelier, D., Achtman, R. L., Mani, M., & Föcker, J. (2012). Neural bases of selective attention in action video game players. *Vision Research*, 61, 132–143. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.08.007>
  
- [2] Bradski, G. R., & Kaehler, Adrian. (2008). *Learning OpenCV: computer vision with the OpenCV library*. O'Reilly.
  
- [3] Bressert, Eli. (2012). *SciPy and NumPy*. O'Reilly.
  
- [4] Charbuty, B., & Abdulazeez, A. (2021). Classification Based on Decision Tree Algorithm for Machine Learning. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 2(01), 20–28. <https://doi.org/10.38094/jastt20165>
  
- [5] Dhruv, A. J., Patel, R., & Doshi, N. (n.d.). *Python: The Most Advanced Programming Language for Computer Science Applications*. <https://doi.org/10.5220/0010307900003051>
  
- [6] Elliott, A. B. R. (2017). *Simulations and Simulacra: History in Video Games* (Vol. 5). [www.praticasdahistoria.pt](http://www.praticasdahistoria.pt)
  
- [7] Evolutionary\_Perspectives\_on\_Social\_Development. (n.d.).
  
- [8] García-Sánchez, P. (2019). Georgios N. Yannakakis and Julian Togelius: Artificial Intelligence and Games. *Genetic Programming and Evolvable Machines*, 20(1). <https://doi.org/10.1007/s10710-018-9337-0>
  
- [9] Gevorkyan, M. N., Demidova, A. V., Demidova, T. S., & Sobolev, A. A. (2019). Review and comparative analysis of machine learning libraries for machine learning. In *Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science* (Vol. 27, Issue 4, pp. 305–315). Peoples' Friendship University of Russia. <https://doi.org/10.22363/2658-4670-2019-27-4-305-315>

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- [10] Goldberg, J. H., Research Scientist, P., Lewenstein Professor Emerita, M., Scott, N., & Wichansky Senior Director, A. M. (n.d.). *Eye Tracking in Web Search Tasks: Design Implications Mark d. Stimson*.
- [11] Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. M. E. (2014). The benefits of playing video games. *American Psychologist*, 69(1), 66–78. <https://doi.org/10.1037/a0034857>
- [12] Green, C. S., & Bavelier, D. (2012). Learning, attentional control, and action video games. In *Current Biology* (Vol. 22, Issue 6). <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.02.012>
- [13] Hercegfi, K. (2011). Event-Related Assessment of Hypermedia-Based E-Learning Materials With an HRV-Based Method That Considers Individual Differences in Users. In *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* (Vol. 17, Issue 2). JOSE.
- [14] Isokoski, P., & Martin, B. (n.d.). *Eye tracker input in first person shooter games The 2nd Conference on Communication by Gaze Interaction-COGAIN 2006: Gazing into the Future Eye Tracker Input in First Person Shooter Games*.
- [15] Jackson, L. A., Witt, E. A., Games, A. I., Fitzgerald, H. E., Von Eye, A., & Zhao, Y. (2012). Information technology use and creativity: Findings from the children and technology project. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 370–376. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.10.006>
- [16] Józsa, E., & Hámornik, B. P. (n.d.). Find The Difference! Eye Tracking Study on Information Seeking Behavior Using an Online Game. In *Visual Cognition and Emotion* (Vol. 2). [www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)
- [17] Kato, P. M. (2010). Video Games in Health Care: Closing the Gap. *Review of General Psychology*, 14(2), 113–121. <https://doi.org/10.1037/a0019441>
- [18] Klimecki, O. M., Leiberg, S., Lamm, C., & Singer, T. (2013). Functional neural plasticity and associated changes in positive affect after compassion training. *Cerebral Cortex*, 23(7), 1552–1561. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs142>

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- [19] Lamrini, B. (n.d.). *Contribution to Decision Tree Induction with Python: A Review*. [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com)
- [20] Millington, Ian., & Funge, J. D. (2009). *Artificial intelligence for games*. Morgan Kaufmann/Elsevier.
- [21] Quazi Nafiul Islam. (2015). *Mastering PyCharm*. Packt Publishing.
- [22] Song, B. (2022, October 27). *Game Development with Python Using Pygame*. <https://doi.org/10.4108/eai.17-6-2022.2322877>
- [23] Squire, K. D., & Giovanetto, L. (2008). The Higher Education of Gaming. *E-Learning and Digital Media*, 5(1), 2–28. <https://doi.org/10.2304/elea.2008.5.1.2>
- [24] Steinkuehler, C. A. (n.d.). *Learning in Massively Multiplayer Online Games Massively Multiplayer Online Games?*
- [25] Steinkuehler, C., & Duncan, S. (2008). Scientific habits of mind in virtual worlds. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 530–543. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9120-8>
- [26] *Video\_Games\_and\_The\_Future\_of\_Learning*. (n.d.).
- [27] Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). COMPUTER GAMING AND INTERACTIVE SIMULATIONS FOR LEARNING: A META-ANALYSIS. In *J. EDUCATIONAL COMPUTING RESEARCH* (Vol. 34, Issue 3).
- [28] A Duchowski (2003), *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*, Springer, Berlin.  
U Engelke, H-J Zepernick, A Maeder (2010), *Visual Fixation Patterns in Subjective Quality Assessment: The Relative Impact of Image Content and Structural Distortions*, International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS 2010), IEEE.

## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- [29] Gottman, J. M. (1986). The world of coordinated play: Same- and cross-sex friendship in young children. In J. M. Gottman & J. G. Parker (Eds.), *Conversations of friends: Speculations on affective development* (pp. 139–191). Cambridge University Press.
- [30] Erikson, E. H. (1977). *Toys and reasons: Stages in the ritualization of experience*. New York, NY: Norton
- [31] Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological functions*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Piaget, J. (1962). *Play, dreams and imitation* (Vol. 24). New York, NY: Norton.
- [32] Connolly, J. A., & Doyle, A. B. (1984). Relation of social fantasy play to social competence in preschoolers. *Developmental Psychology*, 20, 797–806. doi:10.1037/0012-1649.20.5.797
- [33] Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139, 352–402. doi:10.1037/a0028446
- [34] Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P., & Steiger, J. H. (2010). Accomplishment in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) and its relation to STEM educational dose: A 25-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 102, 860–871. doi: 10.1037/a0019454
- [35] Prensky, M. (2012). *From digital natives to digital wisdom: Hopeful essays for 21st century learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Ritterfeld, U., Cody, M., & Vorderer, P. (Eds.). (2009). *Serious games: Mechanisms and effects*. New York, NY: Taylor & Francis.



## Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

- [36] Kato, P. M., Cole, S. W., Bradlyn, A. S., & Pollock, B. H. (2008). A video game improves behavioral outcomes in adolescents and young adults with cancer: A randomized trial. *Pediatrics*, 122, e305–e317. doi: 10.1542/peds.2007-3134
- [37] Lawan, A. A., Abdi, A. S., Abuhassan, A. A., Khalid, M. S., 2019. What is Difficult in Learning Programming Language Based on Problem- Solving Skills?," International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE), Zakho - Duhok, Iraq
- [38] Stack overflow developer SURVEY 2020. Stack Overflow. (n.d.). <https://insights.stackoverflow.com/survey/2020>.
- [39] Page. OrganizationsUsingPython - Python Wiki. (n.d.). Retrieved September 13, 2021, from <https://wiki.python.org/moin/OrganizationsUsingPython>.
- Nintendo. (n.d.). The official home of Super Mario™ – home. The official home of Super Mario™ – Home. Retrieved November 16, 2021, from <https://mario.nintendo.com>
- [40] Morgan J, Sonquist J. Problems in the analysis of survey data, and a proposal. *Journal of the American Statistical Association*. 1963;58(2):415-435
- [41] Morgan J, Messenger R. THAID-A Sequential Analysis Program for the Analysis of Nominal Scale Dependent Variables. Ann Arbor: Survey Research Center, Institute for Social Research, University of Michigan; 1973
- [42] Kass G. An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data. *Applied Statistics*. 1973; 29(2):119-127
- [43] Breiman L, Friedman J, Stone C, Olshen R. *Classification and Regression Trees*. Taylor & Francis;; 1984. Available from: <https://books.google.fr/books?id=JwQx-WOmSyQC>

## **Εφαρμογή Αλγορίθμου για την Προσαρμογή Δυσκολίας στο Παιχνίδι «Βρες τις Διαφορές» με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.**

- [44] G. Van Rossum and F. L. Drake Jr, Python tutorial. Centrum voor Wiskunde en Informatica Amsterdam, The Netherlands, 1995.
  
- [45] T. Kluyver et al., “Jupyter Notebooks — a publishing format for reproducible computational workflows,” in Positioning and Power in Academic Publishing: Players, Agents and Agendas, F. Loizides and B. Schmidt, Eds., IOS Press, 2016, pp. 87–90. DOI: 10.3233/978-1-61499-649-1- 87.
  
- [46] J. D. Hunter, “Matplotlib: A 2D graphics environment,” Computing in Science & Engineering, vol. 9, no. 3, pp. 90–95, 2007. DOI: 10.1109/MCSE.2007.55.
  
- [47] F. Pérez and B. E. Granger, “IPython: a system for interactive scientific computing,” Computing in Science and Engineering, vol. 9, no. 3, pp. 21– 29, May 2007. DOI: 10.1109/MCSE.2007.53.
  
- [48] F. Pedregosa et al., “Scikit-learn: machine learning in Python,” Journal of Machine Learning Research, vol. 12, pp. 2825–2830, 2011.
  
- [49] A. Capozzoli, T. Cerquitelli, M.S. Piscitelli, Chapter 11 - Enhancing energy efficiency in buildings through innovative data analytics technologies, Editor(s): Ciprian Dobre, Fatos Xhafa, In Intelligent Data-Centric Systems, Pervasive Computing, Academic Press, 2016
  
- [50] T Gowases (2007), Gaze vs. Mouse: An evaluation of user experience and planning in problem solving games, University of Joensuu, Department of Computer Science.