

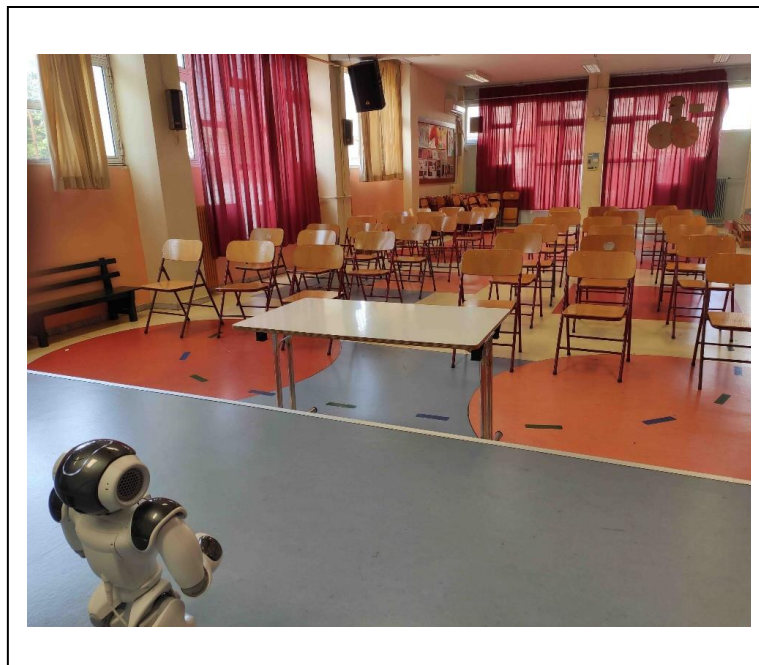


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

## **Διπλωματική Εργασία**

**Σχεδιασμός και ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών για τη χρήση  
Κοινωνικών Ρομπότ (Softbank NAO) στη Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση**



**Φοιτητής: Δημήτριος Αφεντούλης**  
**ΑΜ: 47327**

**Επιβλέπων Καθηγητής**  
**Μ. Φειδάκης**

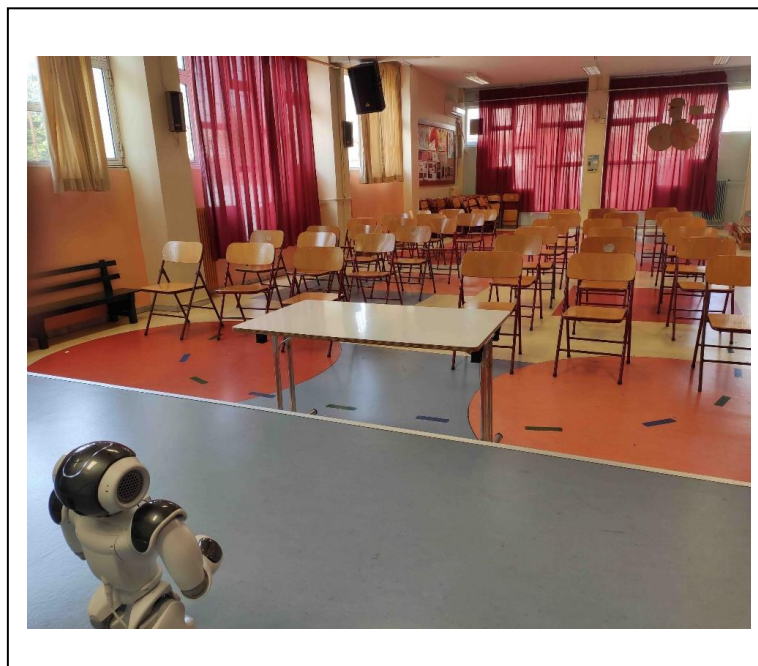
**ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2023**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**  
**FACULTY OF ENGINEERING**  
**DEPARTMENT OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERING**

## **Diploma Thesis**

### **Design & Implementation of educational applications for the use of Social Assistive Robots (Softbank NAO) in Primary Education**



**Student: Dimitrios Afentoulis**  
**Registration Number: 47327**

**Supervisor**  
**M. Feidakis**

**ATHENS-EGALEO, MARCH 2023**

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

(Όνοματεπώνυμο), (βαθμίδα)	(Όνοματεπώνυμο), (βαθμίδα)	(Όνοματεπώνυμο), (βαθμίδα)
Φειδάκης Μιχαήλ	Πατρικάκης Χαράλαμπος	Μυτιληναίος Στυλιανός
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

**Copyright ©** Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ Αφεντούλης Δημήτριος, Μάρτιος, 2023**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, 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 εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

#### **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Δημήτριος Αφεντούλης** του **Γεωργίου**, με αριθμό μητρώου **47327** φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

**δηλώνω υπεύθυνα ότι:**

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι 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 διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι ..... και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος/ουσας καθηγητή/ήτριας.»

Ο Δηλών

Δημήτριος Αφεντούλης



## Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται ο κύκλος των προπτυχιακών μου σπουδών στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών του ΠΑΔΑ.

Προτού, λοιπόν γίνει η παρουσίαση της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους με υποστήριξαν αυτά τα χρόνια.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Μιχάλη Φειδάκη ο οποίος μου μετέδωσε τις γνώσεις και την εμπειρία του. Λόγω της Διπλωματικής Εργασίας είχα την ευκαιρία να παρευρεθώ σε επιστημονικές εκθέσεις το 2021 στο EcoFestival και το 2022 στο Athens Science Festival λόγω της διπλωματικής εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να αφιερώσω αυτή την εργασία στους φίλους μου που στάθηκαν δίπλα μου και μου συμπαραστάθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να αναφερθώ στην οικογένεια μου, η οποία υπήρξε συνεχής πηγή υποστήριξης και έμπνευσης και αποτέλεσε την κινητήρια δύναμη πίσω από τις ακαδημαϊκές μου επιδιώξεις.

Σας ευχαριστώ.

## **Περίληψη**

Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί όλο και μεγαλύτερη έμφαση στην έρευνα για την ενσωμάτωση των ρομπότ στην εκπαίδευση. Μεταξύ των διαφόρων ρομπότ που χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς, το ρομπότ NAO, το οποίο αναπτύχθηκε από την Aldebaran Robotics, η οποία σήμερα ανήκει στη SoftBank Robotics (Softbank 2023), έχει κερδίσει σημαντική προσοχή. Το ρομπότ NAO είναι ένα ανθρωποειδές ρομπότ που έχει σχεδιαστεί για χρήση στην εκπαίδευση, την έρευνα και την ψυχαγωγία. Έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε διάφορα εκπαιδευτικά ιδρύματα, όπως σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, κολέγια και πανεπιστήμια. Με μια σειρά από αισθητήρες και κάμερες, το ρομπότ NAO είναι ικανό να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του και να αναγνωρίζει αντικείμενα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τη χρήση και αξιοποίηση του ανθρωποειδούς NAO (humanoid NAO) σε εκπαιδευτικές και πολιτιστικές συνθήκες, χρησιμοποιώντας και αξιολογώντας τους μηχανισμούς που διαθέτει το ανθρωποειδές για αναγνώριση εικόνων. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκαν πειράματα με μαθητές σε μουσείο και σχολείο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το NAO ήταν αποτελεσματικό και ότι οι μαθητές έδειξαν έντονο ενδιαφέρον. Επίσης, επισημαίνεται η σημασία του προσεκτικού σχεδιασμού και της ανάπτυξης για τη δημιουργία αποτελεσματικών εκπαιδευτικών εφαρμογών με ρομπότ, παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες για το ερευνητικό και εκπαιδευτικό κοινό.

## **Λέξεις – κλειδιά**

Ανθρωποειδές ρομπότ NAO, ρομπότ στην εκπαίδευση, αναγνώριση εικόνας, εκπαιδευτικά και πολιτιστικά περιβάλλοντα, αισθητήρες, κάμερες, πειράματα, κίνητρα, σχεδιασμός και ανάπτυξη.

## **Abstract**

In recent years, there has been a growing focus on researching the incorporation of robots into education. Among the various robots utilized for educational purposes, the NAO humanoid, developed by Aldebaran Robotics (now owned by SoftBank Robotics (Softbank, 2023)), has gained significant attention. This thesis explores the use of the NAO robot in educational and cultural settings, focusing on its application in image recognition. The NAO robot is a humanoid robot designed for use in education, research, and entertainment settings. It has been widely utilized in various educational institutions, including primary and secondary schools, colleges, and universities. With a range of sensors and cameras, the NAO robot is capable of interacting with its environment and recognizing objects.

This thesis presents the application of the NAO humanoid robot for image recognition in an educational setting, deploying the robot's image recognition mechanisms. Two (2) experiments were conducted in a real classroom and a museum, evaluating the use of NAO for image recognition in an educational setting. The results showed that the robot was effective, and students were highly engaged and motivated. The thesis also emphasizes the importance of thorough design and development in creating effective educational applications with robots.

## **Keywords**

NAO humanoid robot, robots in education, image recognition, educational and cultural settings, sensors, cameras, experiments, motivation, design and development.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Κατάλογος Πινάκων</b> .....	10
<b>Κατάλογος Εικόνων</b> .....	10
<b>1 Εισαγωγή</b> .....	13
<b>2 Επισκόπηση</b> .....	14
2.1 Ανθρωποειδή Ρομπότ .....	14
2.1.1 Τα ρομπότ σε ένα φανταστικό κόσμο .....	14
2.1.2 Τα ανθρωποειδή ρομπότ στον πραγματικό κόσμο .....	14
2.1.3 Ορισμός .....	14
2.1.4 Αρχιτεκτονική .....	15
2.1.5 Είδη .....	18
2.1.6 Χρήση .....	25
2.1.7 Αντίκτυπο .....	27
2.1.8 Σύνοψη .....	29
2.1.9 NAO στην Εκπαίδευση .....	30
2.2 NAO Ρομπότ .....	32
2.2.1 Χαρακτηριστικά .....	32
2.2.2 Πλεονεκτήματα .....	34
2.2.3 Choregraphe .....	36
2.2.4 Γιατί το NAO ; .....	38
<b>3 Σχεδίαση - Υλοποίηση Εφαρμογής</b> .....	39
3.1 Ανάλυση όρων .....	40
3.1.1 Speech Recognition .....	40
3.1.2 2D Image Recognition .....	40
3.1.3 Animation .....	40
3.2 Statue .....	41
3.2.1 Πρώτο Σκέλος .....	41
3.2.2 Δεύτερο Σκέλος .....	50
<b>4 Εφαρμογή</b> .....	59
<b>5 Συμπεράσματα</b> .....	60
<b>6 Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές</b> .....	61
<b>7 Παράρτημα</b> .....	65

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Είδη και χρήση των Ρομπότ .....	29
Πίνακας 4. Παραδείγματα χρήσης του NAO από κεφάλαια 2.1.7.5 και 2.1.9 .....	31
Πίνακας 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	33
Πίνακας 3. Σύγκριση αντίστοιχων Ρομπότ .....	36

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1, Ρομπότ Πρεσβευτής .....	18
Εικόνα 2, Ρομπότ Άβαταρ .....	18
Εικόνα 3, Ανθρωποειδές Ανιχνευτής.....	19
Εικόνα 4, Ρομπότ Παράδοσης .....	19
Εικόνα 5, Ψηφιακά Ανθρωποειδή.....	20
Εικόνα 6, Ρομπότ Αστροναύτης .....	20
Εικόνα 7, Ρομπότ Ηθοποιός.....	21
Εικόνα 8, Ρομπότ Ocean One .....	21
Εικόνα 9, Ρομπότ Μπάρμαν .....	22
Εικόνα 10, Ρομπότ ATLAS .....	23
Εικόνα 11, Ρομπότ Petman .....	23
Εικόνα 12, Κοινωνικό Ρομπότ.....	24
Εικόνα 13. Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	34
Εικόνα 14. Περιβάλλον Choregraphe .....	37
Εικόνα 15, Πρώτο σκέλος εφαρμογής.....	41
Εικόνα 16, Αρχικός Διάλογος.....	42
Εικόνα 17, Ένωση εντολών set language και start .....	42
Εικόνα 18, Έξοδος start και η ένωσή του με την εντολή stand up .....	43
Εικόνα 19, Άστυλος ο Κροτωνιάτης.....	43
Εικόνα 20, Ποσειδώνας .....	44
Εικόνα 21, Έφηβος των Αντικυθήρων.....	44

Εικόνα 22, Ερμής του Πραξιτέλη .....	45
Εικόνα 23, Δισκοβόλος του Μύρωνα .....	45
Εικόνα 24, Έφηβος Προσευχόμενος.....	46
Εικόνα 25, Δίας.....	46
Εικόνα 26, Video Monitor NAO.....	47
Εικόνα 27, Video Monitor NAO Recognition .....	47
Εικόνα 28, Video Monitor NAO Learn .....	48
Εικόνα 29, Αποθήκευση της αναγνωρισμένης εικόνας .....	48
Εικόνα 30, Μπάρα λειτουργιών του Video Monitor .....	48
Εικόνα 31, Μορφή τελικού αρχείου .....	49
Εικόνα 32, Προγραμματισμός Switch Case.....	49
Εικόνα 33, Δεύτερο σκέλος εφαρμογής.....	50
Εικόνα 34, Έφηβος των Αντικυθήρων Άγαλμα .....	50
Εικόνα 35, Έφηβος των Αντικυθήρων πειραματικά.....	50
Εικόνα 36, Timeline.....	51
Εικόνα 37, Επεξεργασία Timeline .....	51
Εικόνα 38, Επιλογή των Frames per second.....	51
Εικόνα 39, Ξεκλείδωμα αρθρώσεων NAO .....	52
Εικόνα 40, Keyframes.....	52
Εικόνα 41, Keyframes.....	52
Εικόνα 42, Αστυλος ο Κροτωνιάτης Άγαλμα .....	53
Εικόνα 43, Αστυλος ο Κροτωνιάτης πειραματικά.....	53
Εικόνα 44, Δίας Άγαλμα .....	53
Εικόνα 45, Δίας πειραματικά.....	53
Εικόνα 46, Έφηβος Προσευχόμενος Άγαλμα .....	54
Εικόνα 47, Έφηβος Προσευχόμενος πειραματικά.....	54
Εικόνα 48, Δισκοβόλος του Μύρωνα Άγαλμα .....	54
Εικόνα 49, Δισκοβόλος του Μύρωνα πειραματικά .....	54

Εικόνα 50, Ερμής του Πραξιτέλη Άγαλμα .....	54
Εικόνα 51, Ερμής του Πραξιτέλη πειραματικά .....	54
Εικόνα 52, Ποσειδώνας Άγαλμα .....	55
Εικόνα 53, Ποσειδώνας πειραματικά .....	55
Εικόνα 54, Λειτουργία διαλόγου για κάθε animation.....	55
Εικόνα 55, \$onStopped=1 output σε input Counter.....	56
Εικόνα 56, Λειτουργία Counter .....	56
Εικόνα 57, Η έξοδος που καταλήγει στην αρχή της εντολής .....	57
Εικόνα 58, Ένωση πρώτου με δεύτερου σκέλους.....	57
Εικόνα 59, Ένωση tactile head με εντολή end (αποφώνηση).....	57
Εικόνα 60, Ρύθμιση τελευταίου διαλόγου / αποφώνησης .....	58
Εικόνα 61, Τελική όψη προγράμματος.....	58
Εικόνα 62, Εφαρμογή .....	59
Εικόνα 63, Εφαρμογή .....	72
Εικόνα 64, Εφαρμογή .....	72
Εικόνα 65, Εφαρμογή .....	73
Εικόνα 66, Εφαρμογή .....	73

## 1 Εισαγωγή

Στις μέρες μας τα ρομπότ μπορούν να μας βοηθήσουν εκτελώντας μια σειρά από διαφορετικές εργασίες. Ωστόσο, το μέλλον της ρομποτικής δεν είναι μόνο να έχουμε ρομπότ που εργάζονται μόνα τους ή μαζί με άλλα ρομπότ, αλλά και να μπορούν να συνεργάζονται με τον άνθρωπο. Εάν οι ενέργειες ενός ρομπότ είναι δύσκολο να κατανοηθούν, τότε επηρεάζεται το σύνολο της συνεργασίας ανθρώπου-υπολογιστή. Τα ανθρωποειδή ρομπότ έχουν μια οικεία μορφή στον άνθρωπο, με την οποία μπορεί να ταυτιστεί. Έρευνες δείχνουν ότι αν το ρομπότ παρουσιάζει κινήσεις που μοιάζουν με τις ανθρώπινες, τότε η συνεργασία βελτιώνεται.

Το επίκεντρο της εργασίας αυτής είναι το να διαπιστωθεί εάν ένα ρομπότ, και συγκεκριμένα το Humanoid NAO<sup>6</sup>, μπορεί να εκπαιδεύσει παιδιά και μαθητές με έναν ευχάριστο τρόπο έτσι ώστε να συνδυαστεί γνώση και ψυχαγωγία. προς τον σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε μία εφαρμογή για τη σχολική τάξη. Η υλοποίηση των εφαρμογών έγινε με τη χρήση του Choregraphe, ένα γραφικό περιβάλλον που αναπτύχθηκε από την Aldebaran Robotics για τον προγραμματισμό του ανθρωποειδούς ρομπότ NAO. Το Choregraphe επιτρέπει τη μακροσκοπική σύνδεση συμπεριφορών υψηλού επιπέδου για την εύκολη ανάπτυξη σύνθετου λογισμικού για αυτό το ρομπότ με 25 βαθμούς ελευθερίας. Προσφέρει επίσης, τη δυνατότητα να εκτελείται λεπτός συντονισμός πολύπλοκων κινήσεων άρθρωσης ή καρτεσίας. Στο χαμηλότερο επίπεδο, το Choregraphe επιτρέπει τον προγραμματισμό σε Python.

Οι εφαρμογές που αναπτύχθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν σε μουσείο, σε σχολείο, αλλά και σε εκδηλώσεις όπως ECO Festival 2021 και Athens Science Festival 2022. Η πλειοψηφία των δοκιμών έγιναν σε παιδιά κάτω των 16 ετών, και σε κάποιες περιπτώσεις σε ενηλικιωμένους. Κατά την διάρκεια των παρεμβάσεων οι μαθητές παρατήρησαν τη δράση του NAO, αλληλεπίδρασαν μαζί του, και μιμήθηκαν κάποιες από τις συμπεριφορές του. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, προκύπτει ότι το NAO είχε θετικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων παιχνιδιού προσποίησης στους μαθητές

Στη συνέχεια του παρόντος, στη 2<sup>η</sup> ενότητα γίνεται μια επισκόπηση, δηλαδή το που έχει χρησιμοποιηθεί το NAO ή άλλα αντίστοιχα Robot (παλιές και νέες μελέτες) και με ποια αποτελέσματα. Στη συνέχεια στην 3<sup>η</sup> ενότητα παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της εφαρμογής. Στην 4<sup>η</sup> ενότητα παρουσιάζονται οι πιλοτικές δοκιμές των εφαρμογών, σε πραγματικές συνθήκες, ενώ στην 5<sup>η</sup> ενότητα παρατίθενται τα συμπεράσματα, οι περιορισμοί, και πιθανά μελλοντικά βήματα και βελτιώσεις.

## 2 Επισκόπηση

### 2.1 Ανθρωποειδή Ρομπότ

#### 2.1.1 Τα ρομπότ σε ένα φανταστικό κόσμο

Τα ρομπότ ορίζονται διαφορετικά στον ακαδημαϊκό, βιομηχανικό και καλλιτεχνικό κόσμο. Ειδικότερα, φαίνεται ότι αυτά που ζουν στον κόσμο της επιστημονικής φαντασίας είναι πιο οικεία σε εμάς. Η λέξη ρομπότ λέγεται ότι προέρχεται από την τσεχική λέξη «robot», που σημαίνει σκληρή δουλειά. Η πιο διαδεδομένη θεωρία είναι ότι η λέξη «ρομπότ» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στο R.U.R (Rossum's Universal Robots), ένα θεατρικό έργο που έγραψε ο Τσεχοσλοβάκος συγγραφέας Karel Čapek το 1920. Τα ρομπότ που εμφανίζονται στο έργο είναι τα λεγόμενα ανθρωποειδή που κάνουν χειρωνακτικές εργασίες, όπως δακτυλογράφηση και λογιστική. Έχουν άκρα και πρόσωπα και είναι σε θέση να περπατούν, να τρέχουν, να μιλούν και να πολεμούν. Η ιστορία ενός δυναμικού ανθρωποειδούς ρομπότ απέκτησε τεράστια δημοτικότητα και, μόλις τρία χρόνια μετά τη δημοσίευσή της, μεταφράστηκε σε 30 γλώσσες. Η λέξη «ρομπότ» φάνηκε να ριζώνει γρήγορα.

Από τότε, έχουμε δει ανθρωποειδή να εμφανίζονται στο Metropolis (1927) του Fritz Lang, στο I, Robot (1950) του Isaac Asimov, στο Astro Boy (1952) του Osamu Tezuka, στο franchise Star Wars και σε πολλά άλλα. Τα ανθρωποειδή από τον διςδιάστατο κόσμο εξελίχθηκαν σταθερά στον τρισδιάστατο κόσμο, καθιστώντας τα πιο ρεαλιστικά από ποτέ.

#### 2.1.2 Τα ανθρωποειδή ρομπότ στον πραγματικό κόσμο

Στα τέλη της δεκαετίας του 1920, τρία (3) ανθρωποειδή εμφανίστηκαν στον πραγματικό κόσμο: (1) Το «Telex» της Westinghouse Electric Corporation, εταιρείας κατασκευής γενικών ηλεκτρικών συσκευών στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η εταιρεία εφηύρε το Telex για να μπορεί να χειρίζεται τις συσκευές αυτές. (2) Το «Eric», το οποίο το εφηύραν οι W. Richards και Alan Refel, μηχανικοί αεροσκαφών στην Αγγλία, για να μπορεί να στέκεται και να κάθεται. Και τέλος, ο Ιάπωνας βιολόγος Makoto Nishimura εφηύρε (3) το «Gakutensoku», το οποίο άλλαζε εκφράσεις προσώπου και ήταν σε θέση να γράφει ιαπωνικούς χαρακτήρες.

Τα τελευταία 40 χρόνια, εμφανίστηκε στην Ιαπωνία μια μεγάλη ποικιλία ανθρωποειδών ρομπότ, όπως το ASIMO της Honda, το QRIO της SONY, το WABOT του Πανεπιστημίου Waseda, το HOAP της Fujitsu, η σειρά HRP που αναπτύχθηκε από κοινού από το Εθνικό Ινστιτούτο Προηγμένης Βιομηχανικής Επιστήμης και Τεχνολογίας και την Kawada Robotics και η σειρά KHR του Kondo. Ακόμη και το AIBO της Sony, ένα ρομπότ σκύλος που χρησιμεύει ως κατοικίδιο, έχει δημιουργηθεί.

Τα ανθρωποειδή έγιναν ευρέως γνωστά για τη δυνατότητα που έχουν να περπατούν, να τρέχουν ή να χορεύουν. Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερα έχουν εμφανιστεί με κύριο σκοπό την αλληλεπίδραση με τον άνθρωπο. Το 2014, η Softbank ανακοίνωσε το Pepper. Το 2015, η Vstone ανακοίνωσε το Sota. Το 2016, η Sharp ανακοίνωσε το Robophone (© Kawasaki Heavy Industries, 2022)

#### 2.1.3 Ορισμός

Ένα ανθρωποειδές ρομπότ ορίζεται γενικά ως προγραμματιζόμενη μηχανή η οποία μπορεί να μιμηθεί τις ενέργειες όπως, και την εμφάνιση του ανθρώπου (Graefe, 2003). Αναλυτικότερα έχει δύο κύριες λειτουργίες, την ικανότητα απόκτησης πληροφοριών από το περιβάλλον του και την ικανότητα εκτέλεσης φυσικών εργασιών, όπως η μετακίνηση ή ο χειρισμός

αντικειμένων. Έχει τη δυνατότητα επίσης, να αυτοματοποιεί εργασίες με τρόπο που οδηγεί σε εξοικονόμηση κόστους και αύξηση παραγωγικότητας. Είναι σχετικά μια νέα μορφή ρομπότ επαγγελματικών υπηρεσιών και αρχίζει να γίνεται εμπορικά βιώσιμο σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

Μετά από χρόνια έρευνας και μελέτης, τα ανθρωποειδή σήμερα έχουν διαφορετικά μεγέθη, βάρη και ύψη τα οποία σχετίζονται με την εφαρμογή τους (Leite, 2013). Ο σχεδιασμός τους δηλαδή γίνεται για συγκεκριμένους λειτουργικούς σκοπούς - π.χ. η αλληλεπίδραση με ανθρώπινα εργαλεία και περιβάλλοντα - αλλά και για πειραματικούς σκοπούς, - π.χ. η μελέτη της δίποδης κίνησης. Γενικά, ενεργούν όπως ένας άνθρωπος, όπου μπορούν να εκφράσουν τα συναισθήματα με την κίνηση των βλεφάρων και του στόματός τους καθώς, αναπαράγουν τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά του προσώπου. Επιπλέον, διαθέτουν χέρια και πόδια ώστε να μπορούν να εκτελούν διάφορες εργασίες όπως ο άνθρωπος και έχουν ακόμη, την ικανότητα να μαθαίνουν νέα πράγματα χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες και άλλες τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη. Εν ολίγοις, το ανθρωποειδές είναι στην πραγματικότητα ένα ρομπότ το οποίο είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες για να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του και σε συνδυασμό με τους μηχανισμούς του θα μπορεί να εκτελεί τις επιθυμητές ενέργειες.

#### **2.1.4 Αρχιτεκτονική**

Ένα ανθρωποειδές θα πρέπει να μοιάζει με αντίγραφο του ανθρώπου, τόσο ως προς την εμφάνιση, όσο και ως προς τις λειτουργίες. Με τη πρόοδο της τεχνολογίας σήμερα, η εμφάνιση και τα χαρακτηριστικά του γίνονται όλο και περισσότερο παρόμοια με αυτή του ανθρώπου (Ting, 2014). Στη συνέχεια θα αναλυθούν όλες οι σχετικές τεχνολογίες, δηλαδή το εκφραστικό κεφάλι, τα χέρια, η μετακίνηση και τελικά η συμπεριφορά [Εικόνα 1].

##### **2.1.4.1 Εκφραστικό κεφάλι**

Καθημερινά οι άνθρωποι επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω της έκφρασης του προσώπου, των χειρονομιών με τα χέρια, της ομιλίας και της γλώσσας του σώματος. Οι ενέργειες αυτές πραγματοποιούνται εύκολα καθώς δημιουργούνται τα πρώτα ερεθίσματα από την παιδική ηλικία. Στην επικοινωνία ανθρώπου - ρομπότ, επιθυμούμε το δεύτερο να μπορεί να εκτελεί ό,τι εκτελούμε. Ως εκ τούτου, ερευνητές ανέπτυξαν συστήματα ρομποτικών κεφαλών με εκφραστικό πρόσωπο όπως, το Character Robot Face (CRF) (Fukuda, 2004) και το WE3RV (Miwa, 2001) το οποίο αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία. Για ανθρώπινα συναισθήματα όπως η ευτυχία και ο θυμός, δημιουργούνται αντίστοιχες ρουτίνες στο ρομπότ. Όταν αυτό ανιχνεύσει εξωτερικά ερεθίσματα με τη χρήση αισθητήρων, κάμερας, μικρόφωνο, κτλ., θα τα εκφράσει μετακινώντας τα διάφορα μέρη του προσώπου του, συμπεριλαμβανομένων και των χεριών. Βέβαια, η έκφραση των ανθρώπινων συναισθημάτων από ένα ανθρωποειδές, δεν είναι ποτέ επαρκής. Για παράδειγμα, η ευτυχία του ανθρώπου μπορεί να χωριστεί περαιτέρω σε πολλά διαφορετικά επίπεδα και κάθε επίπεδο έχει μια μοναδική έκφραση. Το βλέμμα είναι επίσης μια πολύ σημαντική ενέργεια στην επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων (Dubal, 2011). Η εφαρμογή ανίχνευσης και αναγνώρισης βλέμματος από ρομπότ, προϋποθέτει τη χρήση κάμερας και κίνησή της σύμφωνα με το αντικείμενο που ανιχνεύεται, όπως έκανε για παράδειγμα το ανθρωποειδές της Honda, ASIMO (Mutlu, 2006), το οποίο είχε τη δυνατότητα να διαβάσει και να αναπαράγει χειρονομίες στους ανθρώπους με αποτέλεσμα να θεωρείται ρομπότ αφήγησης ιστοριών. Σύμφωνα με τους (Gu και Su, 2006), «ο έλεγχος του βλέμματος ενός ανθρωποειδούς

ρομπότ περιλαμβάνει την ανίχνευση του σημείου σταθεροποίησης με το συντονισμό των κινήσεων του κεφαλιού και των ματιών».

#### **2.1.4.2 Χέρια**

Τα χέρια είναι ένα από τα σημαντικά όργανα ενός ανθρώπου για την εκτέλεση καθημερινών εργασιών. Χωρίς αυτά, ο άνθρωπος δεν μπορεί να ολοκληρώσει μια εργασία με εύκολο τρόπο. Αυτά εφαρμόζονται επίσης, και σε ένα ανθρωποειδές. Τα ανθρώπινα χέρια είναι ένα πολύπλοκο σύστημα τα οποία είναι πολύ δύσκολο να αναπαραχθούν στη απόδοση και τα χαρακτηριστικά του. Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά ενός τεχνητού χεριού σε ένα ρομπότ είναι το βάρος, οι διαστάσεις, ο ελάχιστος αριθμός δακτύλων και βασικοί βαθμοί ελευθερίας του (Zollo, 2007). Έχουν διεξαχθεί εκτενής έρευνες για την ανάπτυξη του ανθρωπόμορφου τεχνητού χεριού με βάση σημαντικών χαρακτηριστικών που δίνουν την ουσιαστική λειτουργία του χεριού. Το ανθρώπινο χέρι έχει τη δυνατότητα να εκτελεί διαφορετικούς τύπους εργασιών με τα δάχτυλα, ενώ ταυτόχρονα, μπορεί και να τα ελέγχει κάτι που μαθαίνει από τη γέννησή του. Ωστόσο, για ένα ανθρωποειδές, είναι πολύ δύσκολο να εκτελεί εργασίες όπως σταθερό τσίμπημα χαρτιού ή βελόνας με τις άκρες των δακτύλων (Asada, 1991). Η τεχνική χειρισμού βρίσκεται ακόμη στο στάδιο της ανάπτυξης, παρ' όλα αυτά έχει αναπτυχθεί ρομπότ με τέσσερα δάχτυλα, καθένα από τα οποία έχει τρεις βαθμούς ελευθερίας, για να επιτευχθεί εξ αποστάσεως χειρισμός. Τέλος ερευνητές στην Ιαπωνία έχουν προσθέσει βαθμούς ελευθερίας ανεξαρτήτου της κίνησης στα τερματικά δάχτυλα και περιστροφικές κινήσεις στον αντίχειρα (Hoshino και Kawabuchi, 2005).

#### **2.1.4.3 Μετακίνηση**

Το περπάτημα στον άνθρωπο είναι εύκολο, σε αντίθεση με το ανθρωποειδές που η προσθήκη ενός τέτοιου χαρακτηριστικού δεν είναι εύκολη υπόθεση. Επί του παρόντος, υπάρχουν δύο προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται στον τομέα της δίποδης βάδισης. Η πρώτη είναι η θεωρία Zero-MomentPoint (ZMP). Η ZMP ορίζεται ως το σημείο στο έδαφος όπου η καθαρή ροπή των αδρανειακών δυνάμεων και των δυνάμεων βαρύτητας δεν έχει καμία συνιστώσα κατά μήκος των αξόνων που είναι παράλληλοι προς το έδαφος (Erbatur, 2002). Η τροχιά του ZMP παίζει σημαντικό ρόλο στην εξισορρόπηση των ρομπότ κατά τη διάρκεια της βάδισης. Για ένα εφικτό μοτίβο βάδισης, η τροχιά της ZMP πρέπει να βρίσκεται εντός του πολυγώνου στήριξης που ορίζεται από τη θέση και τα σχήματα των ποδιών στήριξης. Υπάρχουν πολλά ανθρωποειδή που έχουν σχεδιαστεί με βάση τον έλεγχο με βάση το ZMP, όπως για παράδειγμα το δίποδο ανθρωποειδές WABIAN και το Asimo από τη Honda που αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία (Yamaguchi, 1999). Εκτός από το περπάτημα, μπορεί να εκτελεί δραστηριότητες όπως το τρέξιμο και το άλμα. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν το κριτήριο σταθερότητας ZMP προκειμένου να επιτύχουν σταθερό τρέξιμο και άλμα (Nagasaka, 2004). Αποδείχθηκε με αυτή τη μέθοδο ότι η κίνηση τους είναι πιο ανθρωποειδής.

Μια άλλη προσέγγιση είναι η παθητική δυναμική που εισήγαγε ο McGeer. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στο ανθρωποειδές να περπατάει σε μια πλαγιά χωρίς κινητήρες ή ελεγκτές (Trifonov και Hashimoto, 2008). Η ενεργειακή απόδοση όμως, που χρησιμοποιεί είναι υψηλότερη (Ni, 2009). Ο έλεγχος με τους αισθητήρες επαφής των ποδιών είναι εύκολος. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί για αυτή την τεχνολογία, όπως η αδυναμία να παραμείνει ακίνητο λόγω των στρογγυλών ποδιών που χρησιμοποιούνται, η αδυναμία να ξεκινήσει ή να σταματήσει και



τέλος η αδυναμία αλλαγής ταχύτητας και κατεύθυνσης. Ως εκ τούτου, υπήρξαν ορισμένες βελτιώσεις όπως, η τοποθέτηση ενεργοποιητών και η εγκατάσταση άμεσης κίνησης ή ελαστικών ενεργοποιητών σε ορισμένες από τις αρθρώσεις του δίποδου ρομπότ (Omer, 2009).

#### **2.1.4.4 Συμπεριφορά**

Ένα ανθρωποειδές μπορεί να επικοινωνεί με τον άνθρωπο χρησιμοποιώντας την έκφραση του προσώπου και των χεριών. Έχει ακόμη την ικανότητα όπως ήδη προαναφέρθηκε να χρησιμοποιεί τα χέρια του για να μεταφέρει πράγματα και να μετακινείται. Έκτος από αυτά τα σημαντικά χαρακτηριστικά, θα πρέπει να είναι ικανό στο να προσαρμόζεται και να εξελίσσεται καθημερινά. Για την επίτευξη της απαίτησης αυτής, εφαρμόζονται τεχνικές όπως, η εκμάθηση μίμησης (Schaal, 1999), τη δυνατότητα δηλαδή να επαναλαμβάνει μία κίνηση και να τη διατηρεί στη μνήμη του με τη βοήθεια ειδικών αισθητήρων. Πολλές φορές όμως, για ένα ανθρωποειδές αυτό είναι δύσκολο καθώς, υπάρχουν ανθρώπινες κινήσεις οι οποίες λόγω των περιορισμών της γωνίας των αρθρώσεων είναι δύσκολο να εφαρμοστούν. Έτσι, δημιουργήθηκε μια άλλη παρόμοια τεχνική που ονομάζεται προγραμματισμός μέσω επίδειξης. Σύμφωνα με αυτή θα μπορεί να παρατηρεί τη κίνηση που εκτελεί ένας άνθρωπος και στη συνέχεια να εξάγει και να χαρτογραφεί τις πληροφορίες που προέκυψαν σε μια αφηρημένη μορφή για να παρουσιάσει τελικά την κατάλληλη κίνηση (Zollner, 2004) (Calinon και Billard, 2007).

Επιπροσθέτως, μια ακόμη τεχνολογία είναι η ενισχυτική μάθηση. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει σε ένα ανθρωποειδές να βελτιώσει τη συμπεριφορά του σε διαδοχικές εργασίες λήψης αποφάσεων. Με αυτό το τρόπο, εξαλείφεται η πολύ συγκεκριμένη διαδικασία του προγραμματισμού (step-by-step programming). Υπάρχουν μέθοδοι που έχουν εμφυτευτεί σε αυτή την τεχνική, όπως η ενισχυτική μάθηση με δέντρα αποφάσεων (Decision Trees) (Hester, 2010). Πολλές μελέτες έχουν εφαρμόσει την ενισχυτική μάθηση σε διακριτό χώρο καταστάσεων χαμηλής διάστασης. Για να αποφευχθεί το πρόβλημα, μία ερευνήτρια πρότεινε τη μέθοδο για προσαρμοστική κατανομή, με την οποία εφαρμόζεται ένας συνεχής χώρος καταστάσεων υψηλής διάστασης προκειμένου να ελέγχεται ομαλά το ρομπότ “Gaussian Soft max Basis Function Network (AE-GSBFN)” (Bruemmer, 2003).

## 2.1.5 Είδη

### 2.1.5.1 Ρομπότ Πρεσβευτής



**Εικόνα 1, Ρομπότ Πρεσβευτής**

πηγή : <https://www.hansonrobotics.com>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022

Ίσως το πιο αναγνωρίσιμο πρόσωπο των ανθρωποειδών είναι αυτό της Sophia, ενός κοινωνικού ανθρωποειδούς που αναπτύχθηκε από την Hanson Robotics με έδρα το Χονγκ Κονγκ. Ενεργοποιήθηκε για πρώτη φορά τον Απρίλιο του 2015. Με τη τεχνητή νοημοσύνη που διαθέτει συμβάλλει στην προώθηση της έρευνας στη ρομποτική και στις αλληλεπιδράσεις ανθρώπου - ρομπότ.

Διδασκόμενη από ανθρώπους, η Sophia μπορεί να κινείται, να μιλάει, να δείχνει κάποια συναισθήματα, να ζωγραφίζει και να τραγουδάει (Biswas, 2020).

### 2.1.5.2 Ρομπότ Άβαταρ



**Εικόνα 2, Ρομπότ Άβαταρ**

πηγή : [www.toyota.com](http://www.toyota.com)  
Ανακτήθηκε 20/10/2022

Το T-HR3, που παρουσιάστηκε αρχικά από την Toyota το 2017, είναι ένα ανθρωποειδές που μιμείται τις κινήσεις του ανθρώπου - χειριστή του. Ενημερωμένο για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του Τόκιο, έχει ανεπτυγμένους ελέγχους και μπορεί να περπατάει πιο ομαλά και φυσικά. Στο μέλλον αυτά τα ανθρωποειδή θα μπορούν να εκτελούν χειρουργικές επεμβάσεις, ενώ οι γιατροί που θα τα χειρίζονται θα μπορούν να τα ελέγχουν και από απόσταση.

«Λέγεται συχνά ότι η ανθρώπινη μορφή είναι χρήσιμη επειδή το ρομπότ μπορεί να χρησιμοποιεί τα ίδια εργαλεία και το ίδιο περιβάλλον με τον άνθρωπο, αλλά ένας ακόμη σημαντικός λόγος είναι ότι οι άνθρωποι θεωρούν ότι είναι ευκολότερο να ελέγχουν τα ρομπότ με ανθρωποειδή μορφή», εξήγησε ο επικεφαλής της ομάδας ανάπτυξης του T-HR3 (Moridaira, 2017).

### 2.1.5.3 Ανθρωποειδές Ανιχνευτής



**Εικόνα 3, Ανθρωποειδές Ανιχνευτής**

πηγή : <https://ut.ac.ir/en>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022

Οι μηχανολόγοι μηχανικοί του Ιρανικού Πανεπιστημίου της Τεχεράνης εργάζονται πάνω στα ρομπότ Surena από το 2010. Το Surena IV είναι το τελευταίο τους μοντέλο το οποίο είναι ανθρωποειδές ενήλικου μεγέθους που φέρεται να είναι ικανό να ανιχνεύει πρόσωπα και αντικείμενα, να αναγνωρίζει και να παράγει ομιλία και να μπορεί να περπατά με ταχύτητα 0,7 χιλιομέτρων την ώρα. Οι μηχανικοί χρησιμοποιούν το Surena για να ερευνήσουν τη δίποδη μετακίνηση και την τεχνητή νοημοσύνη καθώς, διαθέτει 43 βαθμούς ελευθερίας και τα επιδέξια χέρια του μπορούν να πιάσουν πολλά διαφορετικά σχήματα (Merkusheva, 2020).

### 2.1.5.4 Ρομπότ Παράδοσης



**Εικόνα 4, Ρομπότ Παράδοσης**

πηγή : <https://agilityrobotics.com/>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022

Τον Ιανουάριο του 2020 ανακοινώθηκε ότι η Ford έγινε ο πρώτος πελάτης που ενσωμάτωσε το Digit της Agility Robotics σε εργοστασιακό περιβάλλον. Το ακέφαλο ανθρωποειδές διαθέτει ευκίνητα άκρα και είναι γεμάτο με αισθητήρες. Μπορεί να περιηγηθεί στις σκάλες, σε διάφορα εμπόδια και σε κάθε είδους έδαφος. Μπορεί να ισορροπήσει στο ένα πόδι, αλλά συνήθως περπατάει όρθιο και είναι αρκετά δυνατό για να σηκώνει και να στοιβάζει κουτιά βάρους έως και 40 κιλών. Μπορεί επίσης να διπλωθεί μόνο του για συμπαγή αποθήκευση (Merkusheva, 2020).

#### 2.1.5.5 Ψηφιακά Ανθρωποειδή

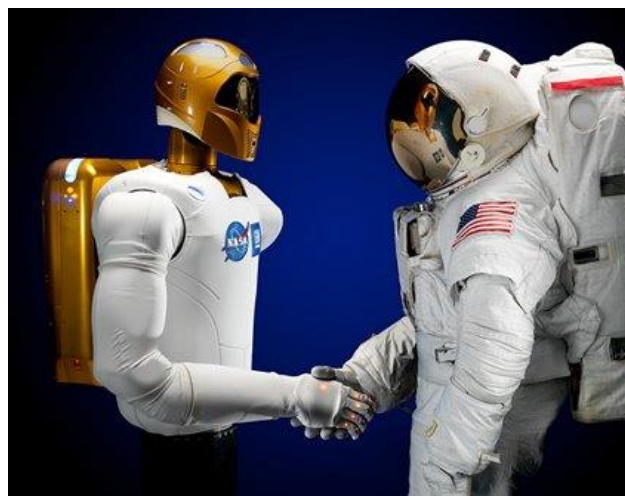


**Εικόνα 5, Ψηφιακά Ανθρωποειδή**

πηγή : <https://neonlife.ai/>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022

Τα ψηφιακά ανθρωποειδή μοιάζουν και ενεργούν όπως οι άνθρωποι, αλλά είναι εντελώς εικονικά. Αυτοί οι τεχνητοί άνθρωποι δεν έχουν σχεδιαστεί για να απαντούν σε ερωτήσεις όπως η Alexa ή η Siri, αλλά υποτίθεται ότι δείχνουν συναισθήματα, μαθαίνουν από εμπειρίες και κάνουν πραγματικές συζητήσεις (Marr, 2021).

#### 2.1.5.6 Ρομπότ Αστροναύτης



**Εικόνα 6, Ρομπότ Αστροναύτης**

πηγή : <https://www.nasa.gov/>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022



Πρακτικά θα μπορούσε να βοηθήσει σε οτιδήποτε, από την εργασία στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό μέχρι την εξερεύνηση άλλων κόσμων. Ένα Ρομπότ Αστροναύτης μπορεί να πάει στο σταθμό, να επιστρέψει στη Γη για αναβαθμίσεις και να κατευθυνθεί ξανά προς το σταθμό. Από το 2019 πολλές χώρες εργάζονται πάνω σε ανθρωποειδή για την εξερεύνηση του διαστήματος, όπως η Ινδία, η Ρωσία και οι ΗΠΑ.

#### 2.1.5.7 Ρομπότ Ηθοποιός



**Εικόνα 7, Ρομπότ Ηθοποιός**

πηγή : <https://www.engineeredarts.co.uk/>

Ανακτήθηκε 20/10/2022

Η Engineered Arts, που ιδρύθηκε από τον σκηνοθέτη Will Jackson το 2004, είναι μια εταιρεία με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο που παράγει διάφορα ανθρωποειδή ψυχαγωγίας μέσω της συνεργασίας μεταξύ καλλιτεχνών, μηχανολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών. Το πρώτο ανθρωποειδές τους είναι ένας ρομποτικός ηθοποιός που διαθέτει μια βιβλιοθήκη με εντυπώσεις, χαιρετισμούς, τραγούδια και χειρονομίες.

Αρκετά από αυτά μπορούν να προστεθούν μεταξύ τους για να αποτελέσουν ένα ρομποτικό θέατρο, ένα ολοκληρωμένο σύστημα ρομπότ, λογισμικού κινούμενων σχεδίων, ελέγχου μέσω οθόνης αφής, φωτισμού, ήχου και ελέγχου εξωτερικών συσκευών. Η εταιρεία εργάζεται για να προσθέσει τη δυνατότητα να περπατάει μόνο του, αλλά προς το παρόν η κίνηση μπορεί να σκηνοθετηθεί μέσω ενός κρυφού συστήματος από ράγες.

#### 2.1.5.8 Ρομπότ Ocean One



**Εικόνα 8, Ρομπότ Ocean One**

πηγή : <https://www.wevolver.com/specs/ocean.one.robot>

Ανακτήθηκε 20/10/2022

Το υποβρύχιο ανθρωποειδές που δημιουργήθηκε από το Εργαστήριο Ρομποτικής του Στάνφορντ για την εξερεύνηση κοραλλιογενών υφάλων, το Ocean One (Brantner, 2022) μπορεί να φτάσει σε βάθη που οι περισσότεροι άνθρωποι δεν μπορούν. Πρόκειται για μια τέλεια συνέργεια ρομποτικής, συστημάτων απτικής ανατροφοδότησης και τεχνητής νοημοσύνης.

Ο σχεδιασμός του διαθέτει δύο πλήρως αρθρωτούς βραχίονες, οκτώ προωθητήρες πολλαπλών κατευθύνσεων και στερεοσκοπική όραση. Σε αντίθεση με το σύνηθες έθιμο της στεγανοποίησης των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων για την αποφυγή διαρροής αέρα λόγω της υποβρύχιας πίεσης, τα ηλεκτρονικά του Ocean One είναι βυθισμένα σε λάδι. Αυτό συμβάλλει στην αντιμετώπιση της τεράστιας πίεσης που ασκείται σε μεγάλα υποβρύχια βάθη. Αυτό που το κάνει να διαφέρει από άλλα μεγαλύτερα οχήματα που υπάρχουν είναι ο ανθρωπόμορφος σχεδιασμός του, παρόμοιος με αυτόν ενός πραγματικού ανθρώπου δύτη, ο οποίος βελτιώνει σημαντικά την ευελιξία και τις δυνατότητες πλοήγησης.

### 2.1.5.9 Ρομπότ Μπάρμαν

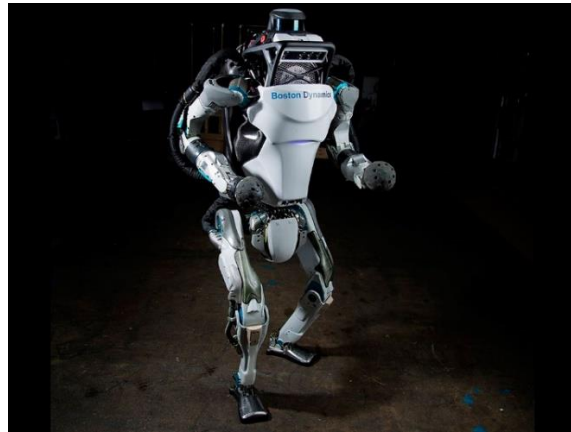


**Εικόνα 9, Ρομπότ Μπάρμαν**

πηγή : <https://www.maccorobotics.com/?lang=en>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022

Το Kime είναι ένα ρομπότ σερβιρίσματος τροφίμων και ποτών, που αναπτύχθηκε από την ισπανική Maccro Robotics. Διαθέτει κεφάλι και κορμό που μοιάζουν με άνθρωπο, με δύο χέρια μέσα σε ένα περίπτερο. Δοκιμασμένο σε βενζινάδικα στην Ευρώπη και σε ένα ισπανικό ζυθοποιείο, το Kime είναι γνωστό ότι είναι αρκετά καλό στο σερβίρισμα μπύρας και μπορεί να σερβίρει έως και 300 ποτήρια ανά ώρα. Το ανθρωποειδές διαθέτει 14 έως 20 βαθμούς ελευθερίας, διαθέτει έξυπνους αισθητήρες και χρησιμοποιεί μηχανική μάθηση για να βελτιώνει τις ικανότητές του (Albrecht, 2020).

### 2.1.5.10 Ρομπότ ATLAS



**Εικόνα 10, Ρομπότ ATLAS**

πηγή : <https://robots.ieee.org/robots/atlas2016>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022

Περιγράφεται ως «το πιο δυναμικό ανθρωποειδές στον κόσμο» από τους δημιουργούς του, και παρουσιάστηκε το 2013. Κατασκευάστηκε για να εκτελεί αποστολές έρευνας και διάσωσης και αναπτύχθηκε από την Boston Dynamics με χρηματοδότηση και επίβλεψη από την Υπηρεσία Προηγμένων Αμυντικών Ερευνητικών Προγραμμάτων των Ηνωμένων Πολιτειών (DARPA). Μπορεί να πλοηγείται μέσα από δύσκολο έδαφος και εμπόδια στο διάβα του, χρησιμοποιώντας την αντίληψη εμβέλειας, τη στερεοσκοπική όραση και άλλους αισθητήρες (Biswas, 2020).

### 2.1.5.11 Ρομπότ Petman



**Εικόνα 11, Ρομπότ Petman**

πηγή : <https://robots.ieee.org/robots/petman/>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022

Το Protection Ensemble Test Mannequin (PETMAN) είναι ένα ανθρωποειδές που αναπτύχθηκε για τον αμερικανικό στρατό για τη δοκιμή του ειδικού ρουχισμού που χρησιμοποιούν οι στρατιώτες για την προστασία τους από παράγοντες χημικού πολέμου. Αναπτύχθηκε από την Boston Dynamics το 2009 και είναι ένα ανθρωποειδές πλήρους μεγέθους που μπορεί να ισορροπεί μόνο του στα δύο του πόδια και να κινείται ελεύθερα, να περπατάει, να σέρνεται και να εκτελεί ασκήσεις γυμναστικής που καταπονούν τη στολή. Μπορεί επίσης να ισορροπήσει όταν τον σπρώχνουν. Το ρομπότ παρέχει ρεαλιστικές συνθήκες δοκιμής, παρουσιάζοντας τα ανθρώπινα φυσιολογικά χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια της σωματικής άσκησης, όπως ο έλεγχος της θερμοκρασίας, η εφίδρωση και η υγρασία, μέσα στον προστατευτικό ρουχισμό (Keating, 2021).

#### 2.1.5.12 Κοινωνικό Ρομπότ



**Εικόνα 122, Κοινωνικό Ρομπότ**

πηγή : <https://www.softbankrobotics.com/>

Ανακτήθηκε 20/10/2022

Η έρευνα στην κοινωνική ρομποτική διαφοροποιείται κατά πολύ από τις παραπάνω δηλαδή την έρευνα για διαστημικές, νοσοκομειακές, εργοστασιακές, στρατιωτικές και υποθαλάσσιες εφαρμογές. Ένα κοινωνικό ρομπότ είναι ένα ρομπότ που έχει στόχο να εξυπηρετεί μια αλληλεπίδραση φροντίδας και όχι να εκτελεί μια μηχανική εργασία για τον άνθρωπο. Λόγω της στενότερης ψυχολογικής παρά τεχνολογικής έμφασής της, η έρευνα στην κοινωνική ρομποτική διαφέρει.

Ένα κοινωνικό ρομπότ είναι ένα αυτόνομο ρομπότ που αλληλεπιδρά και επικοινωνεί με ανθρώπους ή άλλους αυτόνομους φυσικούς παράγοντες ακολουθώντας κοινωνικές συμπεριφορές και κανόνες που συνδέονται με το ρόλο του. Όπως και άλλα ρομπότ, ένα κοινωνικό ρομπότ έχει φυσική ενσάρκωση. Παραδείγματα κοινωνικών ρομπότ είναι το NAO και το PEPPER. Για το πρώτο θα μιλήσουμε εκτενέστερα στη πορεία.



### **2.1.6 Χρήση**

Όπως είδαμε η διαρκής ανάπτυξη των ανθρωποειδών ρομπότ τα καθιστά ικανά να χρησιμοποιούνται στο χώρο της υγείας, του αθλητισμού, της βιομηχανίας, της έρευνα και της εξερεύνησης του διαστήματος, της κατασκευής και της συντήρησης, της εκπαίδευσης και της ψυχαγωγίας, των δημοσίων σχέσεων, της προσωπικής βοήθειας και φροντίδας κ.α..

Τα ανθρωποειδή χρησιμοποιούνται στην επιθεώρηση, τη συντήρηση και την αντιμετώπιση καταστροφών σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας για να απαλλάξουν τους ανθρώπινους εργαζόμενους από τα επίπονα και επικίνδυνα καθήκοντα. Ομοίως, είναι έτοιμα να αναλάβουν καθήκοντα ρουτίνας για τους αστροναύτες στα διαστημικά ταξίδια. Άλλες ποικίλες εφαρμογές περιλαμβάνουν την παροχή συντροφιάς σε ηλικιωμένους και αρρώστους, τη λειτουργία ως οδηγός και την αλληλεπίδραση με τους πελάτες σε ρόλο ρεσεψιονίστ, και ενδεχομένως ακόμη και ως ξενιστές για την ανάπτυξη ανθρώπινων μεταμοσχευμένων οργάνων.

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα καθηκόντων που μπορεί να αυτοματοποιηθεί ένα ανθρωποειδές, από επικίνδυνες διασώσεις μέχρι και συμπονετική φροντίδα. Οι τρόποι με τους οποίους αναπτύσσονται αυτά τα ρομπότ διευρύνονται συνεχώς, και καθώς η υποκείμενη τεχνολογία βελτιώνεται, η αγορά θα ακολουθήσει το παράδειγμά της. Ορισμένες από τις εφαρμογές του ανθρωποειδούς ρομπότ θα αναλυθούν στη συνέχεια όπου εκεί θα χωριστούν σε συγκεκριμένους τομείς, όπως αυτός της ψυχαγωγίας, της υγείας, της κατασκευαστικής βιομηχανίας, του διαστήματος και της εκπαίδευσης.

#### **2.1.6.1 Ψυχαγωγία**

Η ψυχαγωγία αποτελεί μια εξαιρετική ευκαιρία για τα ανθρωποειδή να επεκτείνουν σταδιακά τις δυνατότητές τους και παράλληλα να διεξάγουν δοκιμές στον πραγματικό κόσμο. Τα ρομπότ για εφαρμογές ψυχαγωγίας μπορούν να αναπτυχθούν με διάφορα επίπεδα αυτονομίας των συμπεριφορών και εγγύτητας με τον άνθρωπο. Όπως, τα ρομπότ για διαδραστικές παραστάσεις μπορούν να είναι πλήρως τηλεχειριζόμενα, απαιτώντας λιγότερη αυτονομία και επομένως ευκολότερη ανάπτυξη (Anderson, 2022). Οι προγραμματιστές μπορούν πρώτα να επικεντρωθούν στον σχεδιασμό και τον έλεγχο του υλικού χωρίς να ανησυχούν για την αυτόνομη αλληλεπίδραση. Τέλος, θα να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα που συλλέγονται από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του τηλεχειριζόμενου ρομπότ και των ανθρώπων για να βελτιωθεί σταδιακά και η αυτονομία του.

#### **2.1.6.2 Υγεία**

Στο χώρο της υγείας τα ανθρωποειδή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εξ' αποστάσεως εκτέλεση καθηκόντων. Αυτά πέρα από τις ανθρώπινες ικανότητες που κατέχουν για να βοηθούν τους φροντιστές και τους ασθενείς ιδίως σε μολυσμένα περιβάλλοντα, θα πρέπει να διαθέτουν ορισμένα χαρακτηριστικά για να αλληλεπιδρούν σωστά μεταξύ τους (άνθρωπος – ρομπότ). Ωστόσο, τα τηλεχειριζόμενα ημι - αυτόνομα ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση βοηθητικών καθηκόντων υγειονομικής περίθαλψης κατά τη διάρκεια επιδημιών, γεγονός που θα μειώσει το χρόνο περάσματος του προσωπικού σε επικίνδυνες μολυσμένες περιοχές.

Σε περιοχές επίσης, όπου παρατηρούνται συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας όπως αυτές της Δυτικής Αφρικής που ένας άνθρωπος θα δυσκολευόταν να ανταπεξέλθει, το ρομπότ θα μπορεί να φοράει τον ατομικό προστατευτικό εξοπλισμό του χωρίς καμία παρενέργεια. Το

ρομπότ Cody είναι σε θέση να πλένει τα ανθρώπινα άκρα αυτόνομα, άλλα χρησιμεύουν στην αποκατάσταση, στη βοήθεια ανύψωσης ασθενών ή ακόμη και στη λήψη αίματος.

### **2.1.6.3 Κατασκευαστική Βιομηχανία**

Ο ανθρωποειδής εργάτης είναι ένα αυτόνομο ρομπότ με χαρακτηριστικά που μοιάζουν με αυτά του ανθρώπου. Ένα μοντέλο λοιπόν που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για αυτό το σκοπό είναι το HRP-5P (BigRentz, 2022), το οποίο αναπτύχθηκε από την ιαπωνική Advanced Industrial Science and Technology και χρησιμοποιεί ένα μείγμα τεχνολογίας ανίχνευσης περιβάλλοντος και αναγνώρισης αντικειμένων για την εκτέλεση διαφόρων εργασιών. Παρόλο που βρίσκεται ακόμη σε φάση πρωτοτύπου, το HRP-5P είναι ήδη ικανό στο να χρησιμοποιεί ηλεκτρικά εργαλεία και να τοποθετεί φύλλα γυψοσανίδας τελείως αυτόνομα.

Ένα ακόμη παράδειγμα δημιουργήθηκε από την ανάγκη της διαστημικής κατασκευής η οποία περιλαμβάνει τη διαδικασία της ανάπτυξης και της οικοδόμησης στο διάστημα. Παρόλο που αυτή η πτυχή γίνεται ήδη πραγματικότητα, υπάρχουν πολλά δύσκολα βήματα, όπως η οικοδόμηση και η εγκατάσταση στον Άρη. Η NASA λοιπόν σχεδίασε το R5 γνωστό και ως Valkyrie ένα στιβαρό, πλήρως ηλεκτρικό ανθρωποειδές ικανό να λειτουργεί σε υποβαθμισμένα ή κατεστραμμένα περιβάλλοντα.

### **2.1.6.4 Διάστημα**

Σε ένα ακόμη πεδίο που άρχισαν να διεисδύουν τα ανθρωποειδή όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι η εφαρμογή τους στο διάστημα (Staff, 2021). Οι ερευνητές άρχισαν να μελετούν την αναγκαιότητα να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο και να εισέλθουν στο διάστημα. Το γεγονός αυτό οφείλεται διότι, η υποστήριξη της ανθρώπινης ζωής στο διάστημα είναι πολύ δαπανηρή και οι διαστημικές αποστολές είναι πάντα επικίνδυνες. Το ανθρωποειδές προσφέρει μια σειρά από πλεονεκτήματα που περιλαμβάνουν:

- Την εύκολη επικοινωνία
- Την επιδεξιότητα και δεξιοτεχνία που έχουν τα χέρια τους για να εκτελούν εντυπωσιακές πράξεις
- Την πολύ υψηλή αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και του προγραμματισμού (Stoica και Keymeulen, 2006)

### **2.1.6.5 Εκπαίδευση**

Μέσα από το παιχνίδι, τα εκπαιδευτικά ρομπότ βοηθούν τα παιδιά να αναπτύξουν μία από τις βασικές γνωστικές δεξιότητες σε μικρή ηλικία, την υπολογιστική σκέψη. Δηλαδή, βοηθούν στην ανάπτυξη της νοητικής διαδικασίας που χρησιμοποιούμε για την επίλυση προβλημάτων διαφόρων ειδών μέσω μιας οργανωμένης ακολουθίας ενεργειών. Είναι επίσης, ένα θαυμάσιο εκπαιδευτικό βοήθημα για τη διδασκαλία παιδιών με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού. Το να έχουν ανθρώπινη μορφή έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί μια ισχυρότερη σύνδεση με τους μαθητές.

Η σωματική αλληλεπίδραση που προσφέρει ενισχύει την περιέργεια των μαθητών και τα παρακινεί να μάθουν, αιχμαλωτίζοντας το ενδιαφέρον τους και κρατώντας την προσοχή τους. Στο πλαίσιο της εκμάθησης νέων λέξεων, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά προτιμούν έντονα τη μάθηση με ένα ρομπότ (αντί για μια ταμπλέτα), αφού αντιλαμβάνονταν ότι μοιάζει με άνθρωπο

(Westlund, 2015). Επομένως, η παρουσία ενός ανθρωποειδούς στην εκπαίδευση φαίνεται να είναι απαραίτητη.

Θα γίνει ακριβής αναφορά στο NAO και στο αντίκτυπό του στις επόμενες ενότητες.

## **2.1.7 Αντίκτυπο**

### **2.1.7.1 Ψυχαγωγία**

Στην παγκόσμια έκθεση EXPO 2005 στη νομαρχία Αϊτσι της Ιαπωνίας η αυτοκινητοβιομηχανία Toyota εγκαινίασε το ρομποτικό της εγχείρημα, μια μουσική μπάντα που αποτελούνταν αποκλειστικά από ρομπότ. Η εταιρία κατασκεύασε τρεις τύπους ρομπότ, ο πρώτος είναι που κινείται με δύο πόδια, ο δεύτερος είναι ο κυλιόμενος που έχει δύο τροχούς και ο τρίτος που έχει πόδια αλλά όχι κορμό. Οι τρεις τύποι διαθέτουν αισθητήρες υψηλής ακρίβειας για να μπορούν να ελέγχουν την κλίση τους και μένουν σταθερά. Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά τους όμως, είναι τα ευκίνητα χέρια και χείλη, τα οποία κινούνται με την ίδια λεπτότητα όπως και του ανθρώπου. Στην έκθεση λοιπόν, έπαιζαν τρομπέτα και τύμπανα σε 2.550 παραστάσεις σε διάστημα 180 ημερών (Koki, 2005).

### **2.1.7.2 Υγεία**

Πριν από την πανδημία του κορονοϊού, η Statistics Market Research Consulting (Joseph, 2018) ανέμενε ότι η παγκόσμια αγορά ανθρωποειδών ρομπότ θα έφτανε τα 13 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2026. Ενώ η μελλοντική συμπεριφορά της αγοράς ήταν πλέον ασαφής, οι κινεζικές εταιρείες ανέπτυξαν ρομπότ και τεχνολογίες αυτοματισμού, για την αντιμετώπιση του ιού. Για παράδειγμα, ένα νοσοκομείο στη Wuhan της Κίνας (Smart Field Hospital) άνοιξε στις αρχές Μαρτίου του 2020 στελεχωμένο από ρομπότ. Εκεί, τα ανθρωποειδή απολυμαίνουν τους χώρους, μετρούν θερμοκρασίες, παραδίδουν τρόφιμα και φάρμακα και ψυχαγωγούν το ιατρικό προσωπικό και τους ασθενείς. Αυτά δημιουργήθηκαν από την CloudMinds Technology, μια εταιρεία της Silicon Valley.

Εφόσον ο ιός εξαπλωνόταν και στον υπόλοιπο κόσμο, πολλές χώρες άρχισαν να αναπτύσσουν τα δικά τους ρομπότ. Ορισμένα μπορούν να βοηθούν στην ανακούφιση του προσωπικού των νοσοκομείων, να κάνουν βασικές εργασίες καθαρισμού και παραδόσεων, και ταυτόχρονα να βρίσκονται στο χώρο των αποθηκών και να βοηθούν στη σωστή ταξινόμηση των φαρμάκων. Τέλος τα βιομηχανικά ρομπότ μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση της παραγωγής φαρμάκων, масκών, ενώ οι ανθρώπινοι συνάδελφοί τους θα βρίσκονται σε καραντίνα.

### **2.1.7.3 Εξερεύνηση**

Το 2016, το Ocean One βούτηξε 100 μέτρα κάτω από τη Μεσόγειο και εξερεύνησε τα συντρίμια της ναυαρχίδας του βασιλιά Λουδοβίκου XIV της Γαλλίας «La Lune» που, βυθίστηκε στα ανοικτά των νότιων ακτών της Γαλλίας το 1664.

Τον Ιούνιο του 2017 πραγματοποιήθηκε η δεύτερη αποστολή του Ocean One στη Σαντορίνη. Κατά τη διάρκεια αυτής της ανάπτυξης, το ZDF (Zweites Deutsches Fernsehen) παρήγαγε ένα ντοκιμαντέρ για τη Σαντορίνη και περιλάμβανε τη συνεργατική αλληλεπίδραση μεταξύ του Ocean One και των ανθρώπινων δυτών. Σκοπός αυτής της αποστολής ήταν να δοκιμαστούν οι δυνατότητες του σε μικρότερα βάθη και η εξερεύνηση των ηφαιστειακών δομών που ευδοκιμούν λόγω της γεωμορφολογίας του νησιού.

#### **2.1.7.4 Διάστημα**

Η Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος “NASA” είχε συνεργαστεί με τη General Motors για την ανάπτυξη διαστημικού ανθρωποειδούς. Δημιουργήθηκε μια νέα γενιά ανθρωποειδών ρομπότ με την ονομασία Robonaut 2 (Diftler, 2011), το οποίο ήταν το πρώτο ανθρωποειδές που στάλθηκε στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό το 2011. Η κύρια λειτουργία του ήταν να εργάζεται μαζί με τους ανθρώπινους αστροναύτες βέβαια, είχε και τη δυνατότητα ενεργοποίησης διακοπών και χειρισμού εργαλείων. Ο Robonaut 2 λοιπόν, χρησίμευσε ως ένας ευέλικτος βοηθός για τους αστροναύτες.

Τον Ιανουάριο του 2020, ο Ινδικός Οργανισμός Διαστημικής Έρευνας (ISRO) ανακοίνωσε ότι έστειλ ένα ανθρωποειδές στο διάστημα με την ονομασία Vyommitra (Johnson, 2020). Αυτό, έχει ένα κεφάλι, δύο χέρια και κορμό. Μοιάζει με γυναίκα και μπορεί να μιλάει δύο γλώσσες. Εξαρχής ο στόχος ήταν να λάβει μέρος σε μια απροσδιόριστη αποστολή το καλοκαίρι του 2020 και σε μια άλλη στα μέσα του 2022. Λόγω της απρόσμενης πανδημίας ο Ινδικός Οργανισμός έπρεπε να το αναβάλει πρόσφατα όμως, ανακοινώθηκε η νέα αποστολή με όνομα Gaganyaan η οποία προγραμματίστηκε για το 2022. Πρόκειται για ένα από τα πιο σύγχρονα ρομπότ που μπορεί να μιμείται ορισμένες στάσεις του αστροναύτη, οι οποίες είναι απαραίτητες κατά την εκτόξευση, να συνομιλεί με άλλους αστροναύτες και να εκτελεί όλες τις διαδικασίες του πληρώματος, όπως η παρακολούθηση του περιβάλλοντος και των συστημάτων υποστήριξης της ζωής. Τέλος η ISRO έκανε χρήση ανθρωποειδούς για να δοκιμάσει την αποτελεσματικότητα πυραύλου ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για τη μεταφορά ενός ανθρώπου στο διάστημα και την επιστροφή του το 2022 σε αντίθεση με άλλες χώρες οι οποίες παλιότερα χρησιμοποιούσαν ζώα για τη διεξαγωγή δοκιμών πυραύλων και συστημάτων ανάκτησης του πληρώματος.

#### **2.1.7.5 Εκπαίδευση**

Το σχολείο ειδικής αγωγής στο Somerset της Αγγλίας χρησιμοποίησε το Pepper από τον Ιούλιο του 2021, στο πλαίσιο ενός προγράμματος που καθοδηγήθηκε από ερευνητές του Πανεπιστημίου της Δυτικής Αγγλίας (UWE Bristol). Το ρομπότ υποστήριζε μαθητές με αυτισμό ηλικίας 12 έως 19 με σκοπό τη διαχείριση της ευημερίας και των συναισθημάτων τους για μια περίοδο τριών εβδομάδων (E&T, 2021). Ένα μεγάλο ποσοστό παιδιών με αυτισμό μπορεί να δυσκολεύονταν να ρυθμίσουν τα συναισθήματά τους και χρειάζονταν ηρεμία για να συμμετάσχουν σε σχολικές δραστηριότητες. Το Pepper λοιπόν, καλύπτει αυτό το τομέα καθώς, μόλις ένα παιδί ερχόταν σε επικοινωνία μαζί του, αυτό άρχιζε να το ρωτάει για τα συναισθήματά του και να απαντάει με κατάλληλες δραστηριότητες όπως, χορό, αστεία και ιστορίες που θα υποστήριζαν τη διάθεση του παιδιού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μαθητές που κανονικά δεν θα αλληλεπιδρούσαν κοινωνικά με άλλους, πλέον το δοκιμάζουν με θετικό αντίκτυπο και ταυτόχρονα ανοίγουν ένα κύκλο γνωριμιών με άλλα παιδιά που επικοινωνούν με το ρομπότ. Έτσι οι μαθητές ανέπτυξαν τις κοινωνικές, επικοινωνιακές και κινητικές τους δεξιότητες.

#### *Παράδειγμα 1.*

Μια ερευνήτρια στο Γκέτεμποργκ της Σουηδίας, η Serholt, το 2017 διερεύνησε πώς αντιδρούν τα παιδιά του δημοτικού σχολείου στην παρουσία ενός ανθρωποειδούς ρομπότ (το οποίο έχει σώμα, κεφάλι και χέρια) στην τάξη. Το ρομπότ αυτό ήταν το NAO. Πιο συγκεκριμένα η

Serholt στην ιστοσελίδα του Πανεπιστημίου του Γκέτεμποργκ εξηγεί τη διαδικασία που ακολούθησε και ποια ήταν τελικά τα αποτελέσματα της (Nuse, 2017).

- Δοκίμασε πώς ανταποκρίνονταν τα παιδιά όταν λάμβαναν οδηγίες είτε από ένα ρομπότ είτε από έναν δάσκαλο όταν κατασκεύαζαν μια φιγούρα Lego
- Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα παιδιά είναι πρόθυμα να ακούσουν οδηγίες από το ρομπότ. Αλλά σε αντίθεση με την αλληλεπίδρασή τους με τον δάσκαλο, δεν ζητούν βοήθεια από εκείνο όταν τη χρειαστούν
- Τα παιδιά ανταποκρίνονται στην επικοινωνία του ρομπότ, είναι δεκτικά στον έπαινο από εκείνο και απαντούν στις ερωτήσεις του.
- Τέλος και πιο σπουδαίο, τα παιδιά αντιμετώπισαν το ρομπότ ως μια πολύ σημαντική ύπαρξη στην τάξη.

### 2.1.8 Σύνοψη

Παρακάτω στον πίνακα 1 γίνεται μια σύνοψη για τα είδη των ρομπότ καθώς και το που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

**Πίνακας 1.** *Είδη και χρήση των Ρομπότ*

Πρεσβευτής	Ψηφιακά	Ηθοποιός	Άβαταρ	Παράδοσης	ATLAS	Ανιχνευτής	Ocean One	Αστροναύτης	Κοινωνικά
Ψυχαγωγία			Υγεία	Βιομηχανία		Εξερεύνηση		Διάστημα	Εκπαίδευση

Στη συνέχεια θα αναλυθεί περαιτέρω το ρομπότ NAO το οποίο επιλέχθηκε για την αξιοποίησή του στον τομέα της εκπαίδευσης στο χώρο του σχολείου και του μουσείου. Ο λόγος της συγκεκριμένης επιλογής επιβεβαιώνει και η ερευνήτρια, η οποία δοκίμασε το συγκεκριμένο ρομπότ στη τάξη ενός σχολείου στο Γκέτεμποργκ της Σουηδίας το 2017 και διαπίστωσε ότι «τα παιδιά αντιμετώπιζαν το ρομπότ ως μια πολύ σημαντική ύπαρξη στην τάξη».

### 2.1.9 NAO στην Εκπαίδευση

#### *Παράδειγμα 2.*

Πέρα από τη Σουηδή ερευνήτρια Serholt που εισήγαγε το NAO σε δημοτικό σχολείο του Γκέτεμποργκ, υπάρχουν και άλλα παραδείγματα όπως η Woodward, η οποία κάνει μεταπτυχιακές σπουδές στην τεχνητή νοημοσύνη (AI) και την κοινωνική ρομποτική στο IT Sligo, πανεπιστήμιο της κομητείας County Sligo στην Ιρλανδία (McDonag, 2021). Σκοπός της ήταν να παρουσιάσει το ρομπότ σε πέντε δημοτικά σχολεία της κομητείας ξεκινώντας από τις αρχές Σεπτεμβρίου του 2021. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να μάθουν μία νέα ξένη γλώσσα και πιο συγκεκριμένα τη γαλλική. Το κοινωνικό ρομπότ το οποίο έχει την ικανότητα να διδάσκει πολλά μαθήματα, όπως μαθηματικά, ανάγνωση, μουσική και άλλα, δίδαξε γαλλικό λεξιλόγιο σε παιδιά ηλικίας επτά και οκτώ ετών.

#### *Παράδειγμα 3.*

Χάρη σε μια αίτηση επιχορήγησης που συντάχθηκε από μια ομάδα εκπαιδευτικών, συμπεριλαμβανομένης της δασκάλας ειδικής αγωγής Miles το 2021, το δημοτικό σχολείο Jefferson που βρίσκεται στην πολιτεία της Αϊόβα των Ηνωμένων Πολιτειών, αγόρασε το ανθρωποειδές NAO με στόχο, να βοηθήσει τους μαθητές στην ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού και τεχνολογίας (Grubaugh, 2021). Με τη βοήθεια λοιπόν των μελών της ομάδας ρομποτικής του λυκείου και του προπονητή, κατάφεραν όχι μόνο να εξελίξουν σε μεγάλο βαθμό τις προγραμματιστικές ικανότητες των μικρών μαθητών (πράγμα που δεν συναντάται συχνά σε ένα δημοτικό σχολείο), αλλά και να το χρησιμοποιήσουν σε προγράμματα ειδικής αγωγής για την υποστήριξη παιδιών στο φάσμα του αυτισμού, προωθώντας μεγαλύτερη κοινωνική και ακαδημαϊκή δέσμευση.

#### *Παράδειγμα 4.*

Ερευνητές του Πανεπιστημίου του Μόντρεαλ το 2017 (Université de Montréal) δοκίμασαν την τεχνολογία του NAO σε 4 σχολεία του Κεμπέκ (Steuter, 2017). Σκοπός του ρομπότ ήταν να παρακινήσει τους μαθητές να μάθουν, να νιώσουν και να εμπλακούν με τη διαδραστική, προγραμματιζόμενη τεχνολογία. Στο τέλος της σχολικής χρονιάς υπήρξαν παιδιά, που εμπνεύστηκαν από αυτή την έρευνα και συνειδητοποίησαν ότι θα ήθελαν να γίνουν είτε προγραμματιστές, είτε μηχανικοί ή ακόμα και δημιουργοί βιντεοπαιχνιδιών στο μέλλον. Αυτό προέκυψε από τη πολύμηνη τριβή που είχαν με το αυτό και τη δύναμη που απέκτησαν τελικά στο να το ελέγχουν. Ο Karsenti έδειξε σε μαθητές ηλικίας οκτώ ετών στο δημοτικό σχολείο Paul-Jarry του Lachine πώς να προγραμματίζουν το NAO να τραγουδάει, να χορεύει, ακόμη και να παίζει ποδόσφαιρο. Εξήγησε ότι πέρα από την έμπνευση και την πρόκληση των νέων μυαλών, το ρομπότ μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές με διαταραχή στο φάσμα του αυτισμού να διαπρέψουν και στην τάξη. Αυτό συνέβη σε ένα σχολείο για παιδιά με ειδικές ανάγκες, το CFER de Bellechasse στο Saint-Raphaël-de-Bellechasse όπου η δασκάλα του σχολείου Diana Osorio δήλωσε ότι είχε μεγάλη επιτυχία.

#### *Παράδειγμα 5.*

Ένα ακόμη παράδειγμα που έγινε χρήση του NAO στο χώρο της εκπαίδευσης είναι αυτό που υλοποιήθηκε από ερευνητές του Νορβηγικού Κέντρου Πληροφορικής. Για να διερευνήσουν την αξία των κοινωνικών ρομπότ στην εκπαίδευση, χρησιμοποίησαν το NAO για να διδάξει νορβηγικά σε παιδιά μεταναστών στην περιοχή Grogud στο Όσλο (Schulz, 2020). Η ιδέα

δημιουργήθηκε εξαιτίας της ύπαρξης παιδιών που δε τα μιλούν στο σπίτι όπως δήλωσαν οι Schulz και Halbach, δύο από τους ερευνητές που εκπόνησαν τη μελέτη. Οι δυο τους σκέφτηκαν τη δυνατότητα χρήσης ρομπότ συνδυάζοντας διαδραστικότητα και γνώση στα ήδη υπάρχον προγράμματα διέυρυνσης του λεξιλογίου από τους παιδικούς σταθμούς. Το πρόγραμμα αυτό προσφέρεται επί του παρόντος σε παιδιά ηλικίας τριών έως έξι ετών σε τοπικούς παιδικούς σταθμούς στην περιοχή, και ταυτόχρονα παρέχεται στις οικογένειες των παιδιών για να τα βοηθήσει να εξασκήσουν τις γλωσσικές τους δεξιότητες στο σπίτι.

Κάνοντας πράξη την αρχική τους ιδέα οι ερευνητές ήθελαν να διαπιστώσουν εάν τελικά η χρήση του ρομπότ είχε κάποιο αντίκτυπο. Έτσι, το φθινόπωρο του 2018 διεξήγαγαν μια μικρής κλίμακας μελέτη για να αξιολογήσουν τις δυνατότητες του σχεδιασμού τους. Σε αυτή συμμετείχαν παιδιά από διάφορα κέντρα ημερήσιας φροντίδας στην περιοχή Grogud. Κάθε φορά οι συνεδρίες αφορούσαν το πολύ 15 παιδιά και γινόταν χρήση του NAO το οποίο συνδεόταν με μια εφαρμογή που προβαλλόταν σε έναν τοίχο μπροστά τους. Αυτή παρήγαγε εικόνες που αναπαριστούσαν τους όρους που έπρεπε να μάθουν τα παιδιά και στη πορεία το ίδιο το ρομπότ ζητούσε από αυτά να τις ονομάσουν φωναχτά. Τέλος επεξεργαζόταν τις απαντήσεις τους χρησιμοποιώντας μια μηχανή αναγνώρισης ομιλίας για να καθορίσει αν ήταν σωστή ή λάθος.

Η μελέτη διήρκησε έξι εβδομάδες σε δύο κέντρα ημερήσιας φροντίδας και περιλάμβανε συνεδρίες με και χωρίς το ρομπότ. Τα ποσοτικά αποτελέσματα από τα τεστ λεξιλογίου έδειξαν ότι υπάρχει αξιοσημείωτη θετική επίδραση της χρήσης ενός κοινωνικού ρομπότ στη διαδικασία εκμάθησης γλωσσών. Το πιο σημαντικό είναι ότι το ρομπότ οδήγησε σε 13 % ταχύτερη εκμάθηση γλωσσών, ένα σταθερό αποτέλεσμα που παρατηρήθηκε και στα δύο κέντρα.

**Πίνακας 2.** Παραδείγματα χρήσης του NAO από κεφάλαια 2.1.7.5 και 2.1.9

Παράδειγμα	1	2	3	4	5
<b>Χώρα</b>	Σουηδία	Ιρλανδία	Ηνωμένες Πολιτείες	Καναδάς	Νορβηγία
<b>Πόλη / Πολιτεία</b>	Γκέτεμποργκ	County Sligo	Αϊόβα	Κεμπέκ	Όσλο
<b>Ερευνητές</b>	Sofia Serholt	Deborah Woodward	Μέλη ομάδας Ρομποτικής	Thierry Karsenti	Trenton Schulz & Till Halbach
<b>Έτος</b>	2017	2021	2021	2017	2018
<b>Σχολείο</b>	Δημοτικό	Δημοτικό	Δημοτικό	Δημοτικό/Ειδικό	Δημοτικό
<b>Σκοπός</b>	Ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων	Εκμάθηση ξένης γλώσσας	Ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού και τεχνολογίας	Ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού και τεχνολογίας	Εκμάθηση ξένης γλώσσας

## 2.2 NAO Ρομπότ

Το NAO είναι ένα αυτόνομο, προγραμματιζόμενο ανθρωποειδές ρομπότ που αναπτύχθηκε από την Aldebaran Robotics, μία από τις κορυφαίες εταιρείες παγκοσμίως στην ταχεία ανάπτυξη ανθρωποειδούς ρομποτικής. Η Aldebaran ιδρύθηκε το 2005 και διαθέτει γραφεία στη Γαλλία, τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Κίνα. Η ανάπτυξη του ρομπότ ξεκίνησε με την έναρξη του Project NAO το 2004 και τον Αύγουστο του 2007 το NAO αντικατέστησε τον ρομποτικό σκύλο Aibo της Sony ως το ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε στο RoboCup Standard Platform League (SPL), έναν διεθνή διαγωνισμό ρομποτικού ποδοσφαίρου. Εν τέλει χρησιμοποιήθηκε και στους επόμενους διαγωνισμούς RoboCup 2008 και 2009 και στο RoboCup 2010 το NaoV3R επιλέχθηκε ως πλατφόρμα για το SPL. Από το 2008 μέχρι το 2010 κυκλοφόρησαν τρεις εκδόσεις του ρομπότ Nao Academics Edition (V3+, V3.2, V3.3) για πανεπιστήμια και εργαστήρια για ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το 2011 αναπτύχθηκε η έκδοση Nao Next Gen και το 2014 αναβαθμίστηκε σε Nao Evolution. Τέλος η πιο σύγχρονη και βελτιωμένη έκδοση είναι το Nao Power 6 του 2018. Μέχρι τώρα πάνω από 13.000 μονάδες NAO χρησιμοποιούνται σε περισσότερες από 70 χώρες. Περισσότερα από 600 κορυφαία πανεπιστήμια, εργαστήρια και σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως εργάζονται καθημερινά με αυτό. Η εταιρία πιστεύει ότι τα επόμενα χρόνια τα ρομπότ θα επηρεάσουν τη ζωή μας θετικά, όπως ακριβώς έκαναν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και οι κινητές συσκευές τις τελευταίες δεκαετίες, αλλάζοντας ουσιαστικά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι επικοινωνούν, μαθαίνουν και εργάζονται. Στο όραμα της Aldebaran, ένας ρομποτικός σύντροφος που θα βοηθά τους ανθρώπους δεν θα είναι πλέον επιστημονική φαντασία αλλά μια ρεαλιστική απάντηση στις απαιτήσεις μιας γηράσκουσας κοινωνίας. Το 2015 η εταιρία εξαγοράστηκε από τη SoftBank.

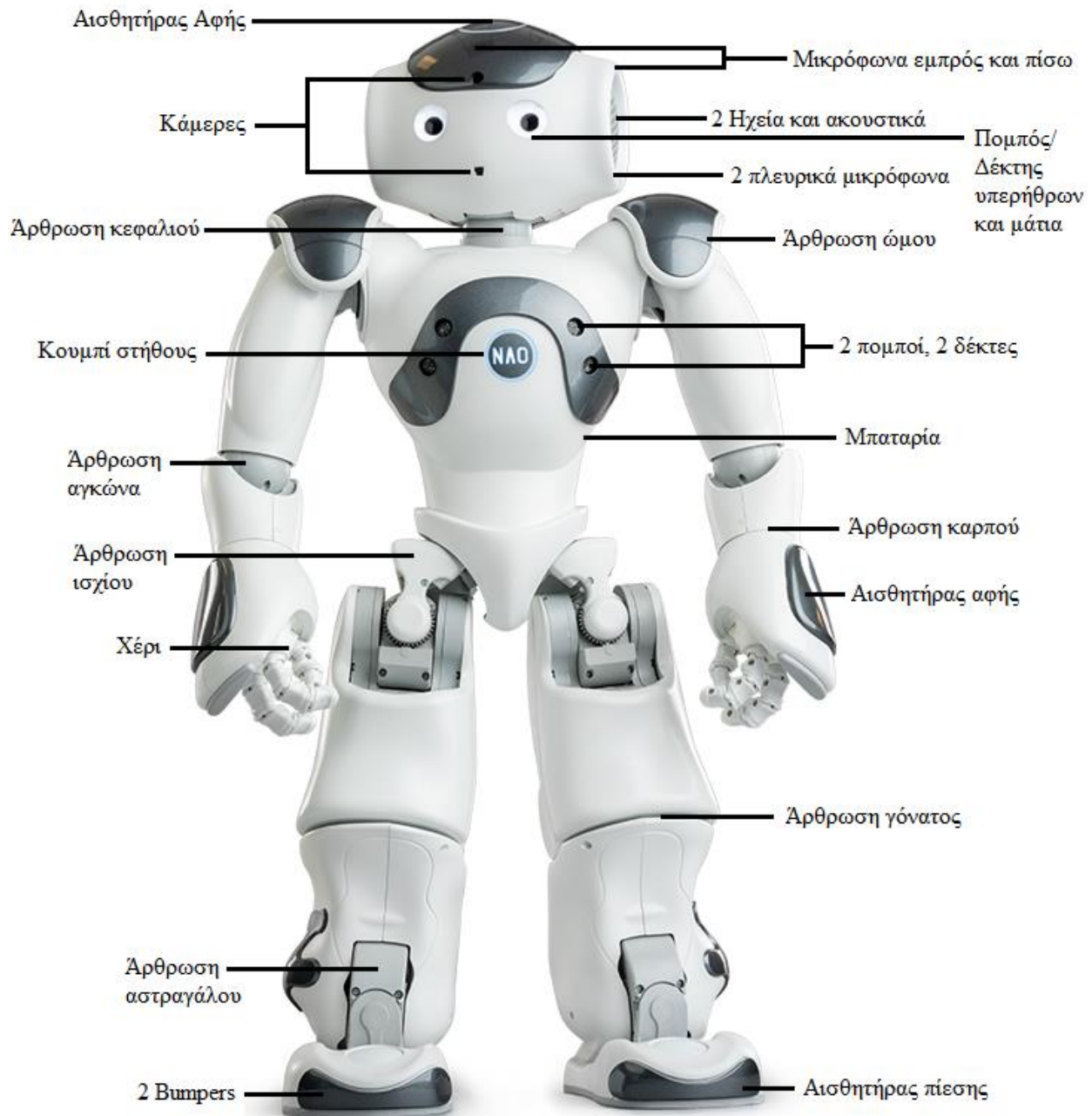
### 2.2.1 Χαρακτηριστικά

Το NAO αποτελείται από ένα κεφάλι, κορμό, δύο χέρια και δύο πόδια που μαζί με τα στρογγυλεμένα χαρακτηριστικά του το κάνει πιο οικείο λόγω της ανθρώπινης μορφής του. Έχει ύψος 58 εκατοστά και βάρος 5.50 κιλά. Η αυτονομία του πλήρως φορτισμένο είναι στα 90 λεπτά και έχει 25 βαθμούς ελευθερίας σε κινήσεις κεφαλιού, χεριών, ποδιών και κορμού. Ο επεξεργαστής που διαθέτει είναι ένας Intel Atom E3845 με μνήμη RAM 4 GB και διαθέσιμου αποθηκευτικού χώρου (ROM) 32 GB. Οι γλώσσες προγραμματισμού που αναγνωρίζει είναι οι εξής, C++, Python, Java, MATLAB, Urbi, και C. Το πιο γνωστό και εύχρηστο περιβάλλον λογισμικού για το προγραμματισμό του ρομπότ είναι το Choregraphe το οποίο χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη εργασία και θα αναλυθεί στη πορεία του κεφαλαίου. Διαθέτει επίσης δύο ψηφιακές κάμερες υψηλής ευκρίνειας (HD) με ανάλυση 5 mega pixel (MP) και πάνω από 50 αισθητήρες που βρίσκονται σε όλα τα μέρη του σώματός του. Η συνδεσιμότητα επιτυγχάνεται είτε με καλώδιο Ethernet ενσύρματα, είτε ασύρματα με WiFi. Επιπροσθέτως, έχει εξοπλιστεί με 4 μικρόφωνα και 2 ηχεία. Με τη βοήθεια ραντάρ εσωτερικής μονάδας και επτά αισθητήρων αφής που τοποθετήθηκαν στο κεφάλι, στα χέρια και στα πόδια του μπορεί να αντιληφθεί το περιβάλλον και να προσαρμόζεται σε αυτό ομαλά (America, 2019).



**Πίνακας 3.** Τεχνικά χαρακτηριστικά

<b>Ύψος</b>	57.4 εκατοστά
<b>Βάρος</b>	5.48 κιλά
<b>Παροχή Ρεύματος</b>	Μπαταρία λιθίου 62.5 Watt/Hour (Wh) στα 21.6 V
<b>Αυτονομία</b>	90 λεπτά
<b>Βαθμοί ελευθερίας</b>	25
<b>Επεξεργαστής</b>	Intel Atom E3845 Quad Core 1.91 GHz
<b>Μνήμη</b>	4 GB τύπου DDR3
<b>Αποθηκευτικός χώρος</b>	32 GB τύπου SSD
<b>Γλώσσες προγραμματισμού</b>	C++, Python, Java, MATLAB, Urbi, C
<b>Συνδεσιμότητα</b>	Ethernet, Wi-Fi IEEE 802.11 a/b/g/n
<b>Αισθητήρες</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 36 x MRE (Μαγνητικοί Περιτροφικοί Κωδικοποιητές) με τεχνολογία αισθητήρων Hall-effect. Ακρίβεια 12 bit, 4096 τιμές δηλαδή ανά στροφή που αντιστοιχούν σε ακρίβεια περίπου 0,1°</li> <li>- Γυροσκόπιο 3 αξόνων</li> <li>- Επιταχυνσιόμετρο 3 αξόνων</li> <li>- 2 κουμπιά (Bumpers) που βρίσκονται στην άκρη κάθε ποδιού. Πρόκειται για απλούς διακόπτες ON/OFF. Δεν υπάρχει καμία διαφορά μεταξύ ενός πατήματος στο αριστερό ή στο δεξί πόδι.</li> <li>- 8 FSR (Αντιστάσεις ευαίσθητες στη δύναμη).</li> <li>- 2 πομποί, 2 δέκτες με συχνότητα 40kHz</li> <li>- 2 I/R (Αισθητήρες Υπερύθρων)</li> <li>- 4 μικρόφωνα</li> <li>- Χωρητικός αισθητήρας</li> <li>- 2 κάμερες ανάλυσης εικόνας 5 mega pixel (Mp) και βίντεο ανάλυσης 640*480 στα 30 fps ή 2560*1920 στα 15 fps</li> </ul>



Εικόνα 13. Τεχνικά χαρακτηριστικά

### 2.2.2 Πλεονεκτήματα

Γενικά πλεονεκτήματα (MobileTechnology, 2019):

- Μπορούν να προγραμματιστούν για ένα ευρύ φάσμα εργασιών και εφαρμογών, καθιστώντας τα μια ευέλικτη επιλογή για πολλούς διαφορετικούς τομείς και βιομηχανίες.
- Ο ανθρωποειδής σχεδιασμός τους τα καθιστά κατάλληλα για εργασίες που απαιτούν κινήσεις και αλληλεπιδράσεις που μοιάζουν με του ανθρώπου, καθιστώντας τα μια καλή επιλογή για εργασίες που απαιτούν αλληλεπίδραση ανθρώπου-ρομπότ.

- Είναι εξοπλισμένα με υψηλής ποιότητας κάμερες, μικρόφωνα, αισθητήρες αφής και σόναρ, καθιστώντας τα κατάλληλα για εργασίες που απαιτούν αντίληψη και αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.
- Είναι συμβατά με διάφορες πλατφόρμες λογισμικού ανοικτού κώδικα, επιτρέποντας την εύκολη προσαρμογή και ανάπτυξη νέων εφαρμογών.
- Είναι κατασκευασμένα για να αντέχουν σε σκληρά περιβάλλοντα και έχουν σχεδιαστεί για συνεχή χρήση, καθιστώντας τα ιδανικά για απαιτητικές εφαρμογές.
- Διαθέτουν μια μεγάλη κοινότητα χρηστών, παρέχοντας υποστήριξη, πόρους και πληροφορίες για χρήστες, προγραμματιστές και ερευνητές.
- Σε σύγκριση με άλλα ανθρωποειδή, είναι σχετικά προσιτά, αποσκοπώντας σε ένα ευρύτερο φάσμα χρηστών και οργανισμών.

Το NAO επίσης, χρησιμοποιείται στην έρευνα και την εκπαίδευση παγκοσμίως και ταυτόχρονα η ρομποτική είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη και πιο προηγμένη τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε αυτούς τους τομείς. Είναι ιδανικό για τη διδασκαλία εννοιών επιστήμης, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών (STEM) σε όλα τα επίπεδα. Συνδυάζοντας τη θεωρία με τη πράξη μπορεί κανείς να ανακαλύψει τη ρομποτική, την ηλεκτρονική και τον έλεγχο. Προωθεί επίσης την ομαδική εργασία, τη διαχείριση έργων, την επίλυση προβλημάτων και δεξιοτήτων επικοινωνίας και αυτοεκτίμησης. Αυτό συμβαίνει καθώς το συγκεκριμένο κοινωνικό ρομπότ βοηθάει τα παιδιά να μειώσουν την απροθυμία, την έλλειψη αυτοπεποίθησης και την απογοήτευση. Είναι πρόσθετα, ένας καλός φορέας για την ενθάρρυνση της αποδοχής της ειδικής αγωγής στην κανονική τάξη, αναπτύσσοντας θετικές στάσεις και αντιλήψεις.

Μαθητές και εκπαιδευτικοί μπορούν να αξιοποιήσουν συνοπτικά τα παρακάτω:

- Έμπνευση υψηλού επιπέδου κινήτρων και ενδιαφέροντος για επαγγέλματα μηχανικών όπως, η μελέτη του ελέγχου για τη σύλληψη αντικειμένων, η υπολογιστική μήτρα ή η ανίχνευση προσώπου για να κινηθεί το NAO
- Προσέγγιση βασισμένη σε έργα ή εργαστήρια για τη διδασκαλία βασικών μαθημάτων όπως, η ανάγνωση, η γραφή, η τριγωνομετρία, η άλγεβρα και η πληροφορική
- Βελτίωση της επίδοσης και της αποτελεσματικότητας στη μάθηση
- Ανάπτυξη αυτοπεποίθησης θέτοντας και κατακτώντας στόχους
- Ανάπτυξη σημαντικών κοινωνικών δεξιοτήτων όπως η συνεργασία, η κριτική σκέψη, η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, η επικοινωνία και προσαρμοστικότητα
- Βελτίωση των λεπτών κινητικών και κατασκευαστικών δεξιοτήτων τους
- Να εισαχθούν σε επιστημονικές μεθόδους εργασίας.

### 2.2.2.1 Σύγκριση με αντίστοιχα Ρομπότ

Πίνακας 4. Σύγκριση αντίστοιχων Ρομπότ

Όνομα	NAO	ASIMO	iCUB	REEM-A	REEM-B	REEM-C
Ύψος (εκατοστά)	58	130	100	140	147	170
Βάρος (κιλά)	5.5	54	36.5	49	64	90
Αυτονομία (λεπτά)	90	60	-	90	120	180
Βαθμοί ελευθερίας	25	34	53	30	41	22
Επεξεργαστής	Intel Atom E3845, 1.91 GHz	Mobile Pentium III 1.2 GHz	Intel i7 7600	Intel Pentium M 1.6GHz	Intel Core Duo 1.66GHz	Intel Core 2 Duo + ATOM
Γλώσσες προγραμματισμού	C++, Python, Java, MATLAB, Urbi, C	C++, Python, Java	C++	C++, Python	C++, Python	C++, Python
Συνδεσιμότητα	Ethernet, Wi-Fi	Ethernet	Wifi	Ethernet, Wi-Fi	Ethernet, Wi-Fi	Ethernet, Wi-Fi
Αισθητήρες	50	57	16	15	20	30

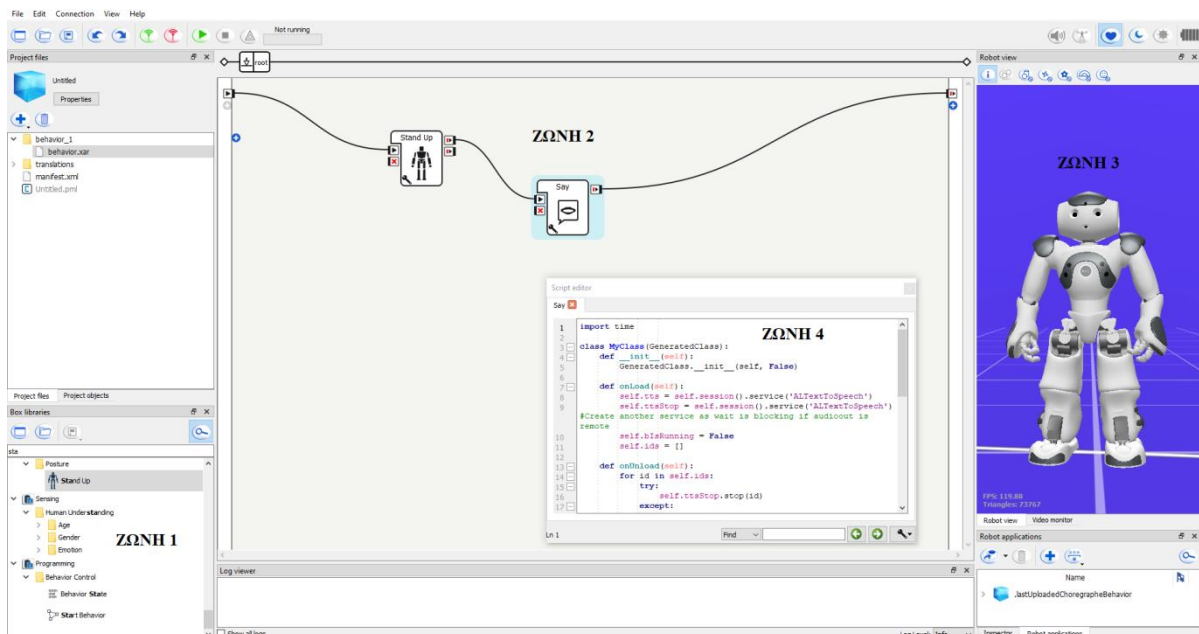
Τα παραπάνω ρομπότ (Πίνακας 3) (Raju, 2020) είναι συγκρίσιμα στη λειτουργία, στη διαμόρφωση, και στην ημερομηνία ανάπτυξης. Αρχικά αυτό που παρατηρείται είναι ότι το NAO συγκριτικά με τα άλλα είναι το πιο ελαφρύ και πιο μικρό κάτι που το κάνει φορητό και εύκολο στη μεταφορά. Ταυτόχρονα, η αυτονομία της μπαταρίας του είναι αισθητά καλύτερη, αν αναλογιστεί κανείς ότι τα υπόλοιπα ρομπότ υπερτερούν σε ύψος και βάρος. Το NAO συνδυάζει εύκολη φορητότητα και μεγάλη αυτονομία. Έχει επίσης, τον δεύτερο ισχυρότερο επεξεργαστή όπως, και τη μεγαλύτερη συμβατότητα σε γλώσσες προγραμματισμού που σε συνδυασμό με το δικό του λογισμικό (Choregraphe), ακόμη και ένας μη έμπειρος χρήστης θα μπορεί εύκολα να το προγραμματίσει για να αναπτύξει οποιαδήποτε λειτουργία ή εργασία πάνω του. Τέλος όπως ήδη αναφέρθηκε έχει πάνω από 50 αισθητήρες. Είναι ικανό λοιπόν, να ανιχνεύει τη τοποθεσία που βρίσκεται, να αντιλαμβάνεται οτιδήποτε το προσεγγίζει και να κάνει οποιαδήποτε κίνηση με το κεφάλι, τα χέρια και τα πόδια του, προσεγγίζοντας αυτή του ανθρώπου.

### 2.2.3 Choregraphe

Το λογισμικό αυτό είναι ένα γραφικό περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού που αναπτύχθηκε από την Aldebaran Robotics για τον προγραμματισμό του ανθρωποειδούς ρομπότ NAO. Επιτρέπει τη μακροσκοπική σύνδεση συμπεριφορών υψηλού επιπέδου για την εύκολη ανάπτυξη σύνθετου λογισμικού για το NAO με 25 βαθμούς ελευθερίας (Pot, 2009). Προσφέρει

επίσης, τη δυνατότητα να εκτελείται λεπτός συντονισμός πολύπλοκων κινήσεων άρθρωσης, ενώ μάλιστα καθιστά εφικτό το προγραμματισμό σε Python. Επιτρέπει την ταχεία ανάπτυξη σύνθετων εφαρμογών από αρχάριους προγραμματιστές, ενώ παρέχει τη δυνατότητα λεπτού ελέγχου των κινήσεων στους πιο απαιτητικούς και έμπειρους.

Κατά την εκκίνηση του, εμφανίζεται στην οθόνη το γραφικό περιβάλλον χρήστη που φαίνεται στην Εικόνα 3. Το παράθυρο της εφαρμογής χωρίζεται σε τρεις ζώνες. Ζώνη 1, η βιβλιοθήκη (Box Library) που ομαδοποιεί τον κατάλογο των διαθέσιμων συμπεριφορών. Ζώνη 2, το διάγραμμα ροής που επιτρέπει στο χρήστη να σχεδιάσει γραφικά συμπεριφορές (Behavior), που αποτελούνται από κουτιά της βιβλιοθήκης και συνδέσεις μεταξύ τους. Στη Ζώνη 3 βρίσκεται μια γραφική αναπαράσταση του NAO που είναι σε θέση να εκτελέσει την υλοποιημένη συμπεριφορά.



Εικόνα 14. Περιβάλλον Choregraphe

Ο προγραμματισμός του NAO συνίσταται στην υλοποίηση συμπεριφορών, μικρών προγραμμάτων δηλαδή που υλοποιούν συμπεριφορές του NAO οι οποίες αποτελούνται από άλλες. Στη βιβλιοθήκη Box Library προτείνεται ένα σύνολο κλασικών προ-εγκατεστημένων συμπεριφορών από λειτουργίες υψηλού επιπέδου (περπάτημα, χορός, ορθοστασία, σύνθεση ομιλίας, αναγνώριση ομιλίας) έως πιο χαμηλού (ανάγνωση αισθητήρων, ενεργοποίηση και απενεργοποίηση LEDS). Με τη συναρμολόγηση λοιπόν αυτών των βασικών συμπεριφορών είναι δυνατή η δημιουργία μιας πρωτότυπης συμπεριφοράς/λειτουργίας.

Η συναρμολόγηση των συμπεριφορών πραγματοποιείται στο διάγραμμα ροής. Με μεταφορά και απόθεση (drag & drop) εικονιδίων συμπεριφορών από τη Ζώνη 1 στη Ζώνη 2, είναι δυνατή η υλοποίηση συμπεριφορών στον ενσωματωμένο υπολογιστή του NAO. Στη Ζώνη 2, μια συμπεριφορά αναπαρίσταται ως εικονίδιο εξοπλισμένο με μικρά τετράγωνα στα αριστερά (πλαίσια εισόδου) και μικρά τετράγωνα στα δεξιά (πλαίσια εξόδου). Η σύνδεση του πλαισίου εξόδου μιας συμπεριφοράς με το πλαίσιο εισόδου μιας άλλης σημαίνει ότι η δεύτερη θα εκτελεστεί αφού ολοκληρωθεί η πρώτη (προγραμματισμός γεγονότων). Στην πάνω αριστερή πλευρά της Ζώνης 2, το γενικό πλαίσιο εισόδου αντιπροσωπεύει το σημείο εκκίνησης της

συμπεριφοράς και στο επάνω δεξιά αντιπροσωπεύει το τέλος της. Η αρχή του προγραμματισμού του NAO είναι να συνδέει διαδοχικές ή παράλληλες συμπεριφορές μεταξύ του κουτιού εισόδου και εξόδου. Όταν οι συμπεριφορές συνδέονται αλυσιδωτά από το πλαίσιο εισόδου στο πλαίσιο εξόδου, μπορούν να εκτελεστούν κάνοντας κλικ στο κουμπί «play» στο επάνω μέρος της διεπαφής. Σε περίπτωση που είναι συνδεδεμένο το NAO με τον υπολογιστή μέσω του Wi-Fi τότε θα εκτελέσει το behavior. Εάν όμως πρέπει πρώτα να δοκιμαστεί το behavior πριν από την πραγματική χρήση ή δεν υπάρχει διαθέσιμο ρομπότ τότε, συνδέεται με το τρισδιάστατο γραφικό NAO της Ζώνης 3 και εκτελεί την προγραμματισμένη συμπεριφορά. Έτσι επιτυγχάνεται λοιπόν, ο προγραμματισμός απλών συμπεριφορών για το NAO που όπως αποδείχθηκε γίνονται με γρήγορο, εύκολο και κατανοητό τρόπο.

Τέλος υπάρχει και η Ζώνη 4 η οποία είναι πρόγραμμα επεξεργασίας σεναρίων χρησιμοποιώντας τη γλώσσα Python για την ανάπτυξη νέων πλαισίων με πιο κλασικό τρόπο (υπολογισμός, κλάδοι υπό όρους κλπ.).

#### **2.2.4 Γιατί το NAO ;**

Εύλογα λοιπόν δημιουργείται αυτή η ερώτηση. Όλα τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του, το καθιστούν οικείο και γνώσιμο προς τον ανυποψίαστο μαθητή/ φοιτητή. Όπως είδαμε ενδείκνυται για τη χρήση στο χώρο της εκπαίδευσης. Τα παραδείγματα χρήσης του επίσης, επιβεβαιώνουν την αποτελεσματικότητα του καθώς, σε όλες τις περιπτώσεις το αντίκτυπο ήταν θετικό. Μέσω του εύκολου περιβάλλοντος προγραμματισμού που διαθέτει (Choregraphe), δίνει τη δυνατότητα ακόμα και σε ένα παιδί ηλικίας οχτώ ετών να το χειριστεί. Έτσι, υπάρχει περίπτωση να τα παρακινήσει και να τα ωθήσει μελλοντικά στο τομέα της ρομποτικής του προγραμματισμού, της μηχανικής και άλλα. Τέλος τα παιδιά μπορούν να αναπτύξουν τις κοινωνικές τους δεξιότητες, μπορούν επιπροσθέτως να αναπτύξουν τις ικανότητες τους σε ένα μάθημα ή μια τέχνη, όπως και να μάθουν μια ξένη γλώσσα.

πληρο της συγκεκριμένης εργασίας είναι τα παιδιά να αναπτύξουν τις κοινωνικές τους δεξιότητες μέσω του παιχνιδιού, να γνωρίσουν κάποια αγάλματα καθώς και την ιστορία τους. Στόχος λοιπόν είναι αυτό να επιτευχθεί, με τη συνεχή αλληλεπίδραση που θα έχει το παιδί με το ρομπότ κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού.

### 3 Σχεδίαση - Υλοποίηση Εφαρμογής

#### *Σχεδίαση*

Η χρήση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση αυξάνεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια, παρέχοντας στους μαθητές νέους και καινοτόμους τρόπους μάθησης και εμπλοκής με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Ένας τομέας της τεχνολογίας που έχει δείξει μεγάλη υπόσχεση στην εκπαίδευση είναι η ρομποτική και η χρήση ρομπότ στην τάξη γίνεται όλο και πιο συνηθισμένη. Για να ικανοποιήσουμε αυτή την αυξανόμενη ζήτηση για καινοτόμα εκπαιδευτικά εργαλεία, αναπτύξαμε μια εφαρμογή αναγνώρισης εικόνων χρησιμοποιώντας το ρομπότ NAO. Η εφαρμογή εμπνεύστηκε από τις ανάγκες μιας καθηγήτριας που ήθελε έναν νέο και διαδραστικό τρόπο διδασκαλίας των μαθητών της.

Αφού πραγματοποιήσαμε αρκετές συνεντεύξεις και ερευνήσαμε τους διαθέσιμους πόρους, αποφασίσαμε ότι μια εφαρμογή αναγνώρισης εικόνας με βάση το NAO θα ήταν η πιο αποτελεσματική λύση για τις ανάγκες του εκπαιδευτικού. Με τις προηγμένες δυνατότητες αναγνώρισης εικόνων και τη διαδραστική διεπαφή του, το ρομπότ NAO παρέχει μια μοναδική και ελκυστική εκπαιδευτική εμπειρία για τους μαθητές. Η εφαρμογή αναγνώρισης εικόνας έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν και αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο.

Η εφαρμογή αφορά την αναγνώριση εφτά διαφορετικών αγαλμάτων που εικονίζονται σε 2D μορφή, δηλαδή δύο διαστάσεων. Κατά την αναγνώριση της κάθε εικόνας το ρομπότ αναπαριστά τη μορφή του αγάλματος και ο ακροατής θα πρέπει να βρει το όνομα του αγάλματος. Σε περίπτωση σωστής απάντησης το ρομπότ κάνει μια μικρή αναφορά στο άγαλμα και συνεχίζει για την επόμενη εικόνα. Σε περίπτωση λάθους απάντησης ξαναρωτάει περιμένοντας τη σωστή απάντηση.

#### *Υλοποίηση*

Όπως είδαμε και στη σχεδίαση η εφαρμογή που θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα αφορά μια εφαρμογή αναγνώρισης εικόνων και πιο συγκεκριμένα το Statue. Για την επίτευξή του χρησιμοποιήθηκαν κάποιοι βασικοί μηχανισμοί αναγνώρισης, έκφρασης και επικοινωνίας. Συγκεκριμένα γίνεται λόγος για την Αναγνώριση Ομιλίας (Speech Recognition), για την Αναγνώριση Εικόνων δύο διαστάσεων (2D Image Recognition) καθώς και για την Κίνηση (Animation). Μέσω αυτών λοιπόν και άλλων που θα παρουσιαστούν στη πορεία το NAO κατάφερε να αλληλοεπιδράσει και να γίνει πλήρως κατανοητό απέναντι στο συνομιλητή του.

### **3.1 Ανάλυση όρων**

#### **3.1.1 Speech Recognition**

Η ομιλία ως επί το πλείστον είναι η επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων για να μοιραστούν ή να αποκτήσουν απαραίτητες πληροφορίες και να αλληλεπιδράσουν. Η επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής γίνεται με τη βοήθεια στοιχείων υλικού και λογισμικού. Έχοντας αυτά και με αρκετές δοκιμές σε πραγματικό χρόνο το ρομπότ μπορεί να αναγνωρίζει την ομιλία και να είναι σε θέση να ανταποκριθεί στο άτομο εκείνη τη στιγμή.

#### **3.1.2 2D Image Recognition**

Η αναγνώριση αντικειμένων είναι ένας από τους ερευνητικούς τομείς στην περιοχή της υπολογιστικής όρασης (computer vision) και της επεξεργασίας εικόνας λόγω των ποικίλων εφαρμογών σε συστήματα επιτήρησης, ασφάλειας, βιομετρικών κ.λπ.. Είναι μια διαδικασία αναγνώρισης όλων των αντικειμένων σε μια δεδομένη εικόνα, δηλαδή από μια δεδομένη εικόνα, το σύστημα θα αναγνωρίσει και θα επισημάνει όλα τα αντικείμενα με το όνομά τους. Ο άνθρωπος μπορεί εύκολα να αναγνωρίζει τα πράγματα του πραγματικού κόσμου, σε αντίθεση με μια μηχανή, που πρέπει να εκπαιδευτεί παίρνοντας δείγματα.

#### **3.1.3 Animation**

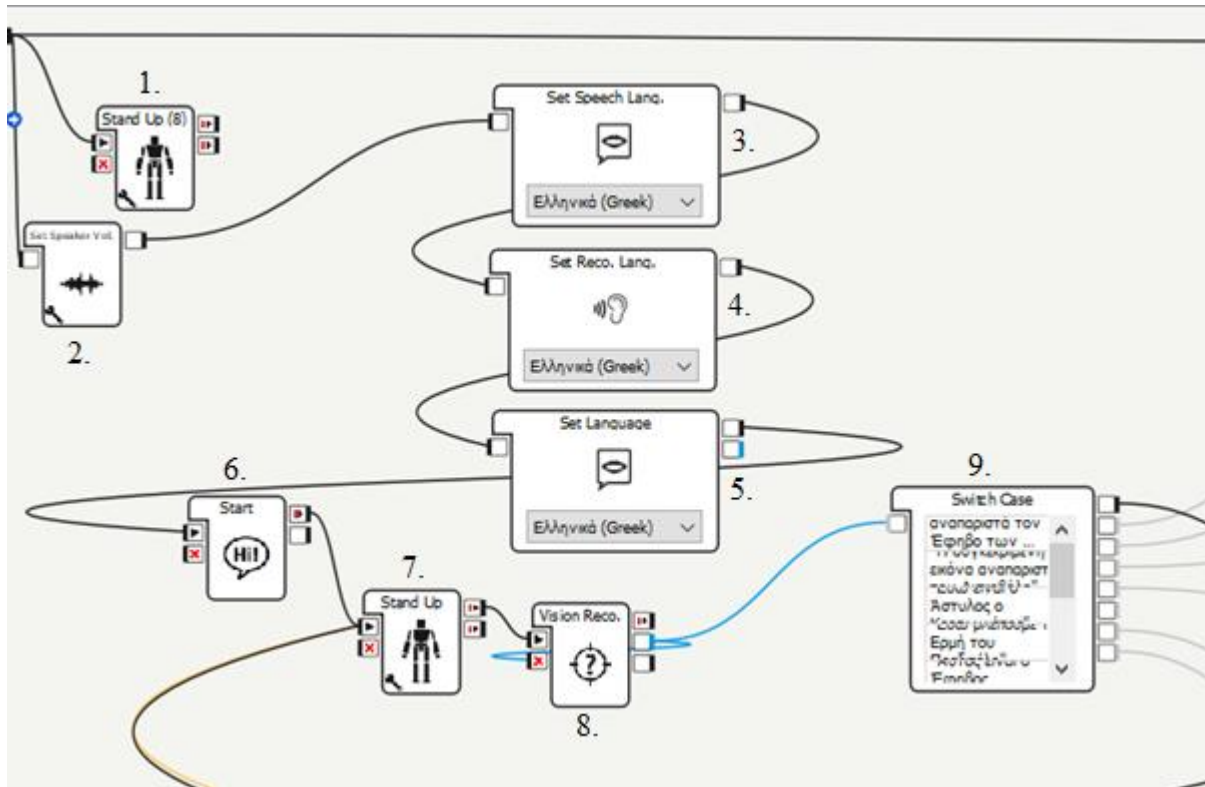
Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους ένα ρομπότ μπορεί να κινηθεί. Ένας τρόπος είναι η χρήση τεχνικών του χρονοδιαγράμματος (Timeline) για να δοθεί εντολή στο ρομπότ να κινηθεί. Τα animation βελτιώνουν την αλληλεπίδραση του ατόμου με τα ρομπότ, βελτιώνοντας την αντίληψη του ατόμου για τις ιδιότητες του και την κατανόηση του τί σκοπεύει να κάνει. Μέσω των animation ο άνθρωπος νιώθει πιο οικεία με κάτι ξένο προς αυτόν καθώς πλέον το ανθρωποειδές όχι μόνο μοιάζει, αλλά κινείται και σαν αυτόν.



## 3.2 Statue

Η υλοποίηση του Statue θα παρουσιαστεί σε δύο σκέλη. Το πρώτο επικεντρώνεται στη διαδικασία της αναγνώρισης των εικόνων, δηλαδή πώς το ρομπότ μπορεί να αντιλαμβάνεται την εικόνα και πώς αυτή η πληροφορία που θα λάβει, θα χρησιμοποιηθεί για να την αναπαραστήσει. Το δεύτερο σκέλος αφορά τη διαδικασία σύνδεσης του πρώτου σκέλους με τα animation που προκύπτουν, αναλόγως την εικόνα που θα αναγνωρίσει το ίδιο το ρομπότ.

### 3.2.1 Πρώτο Σκέλος



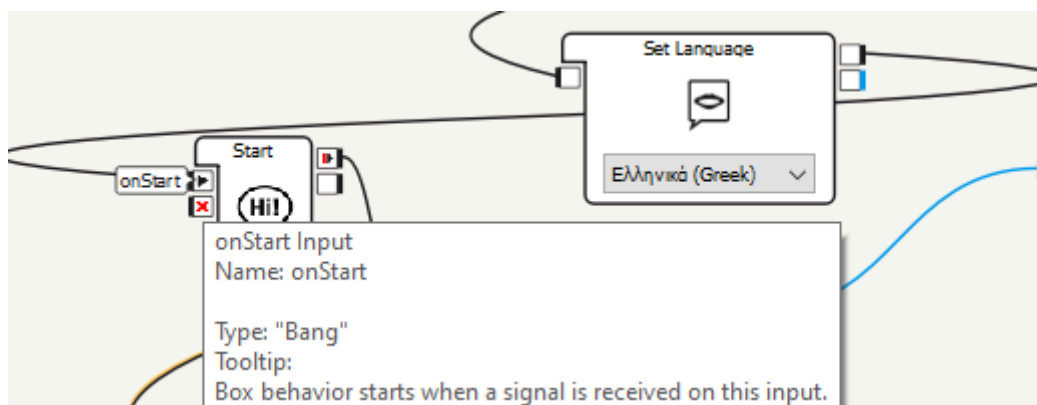
Εικόνα 15, Πρώτο σκέλος εφαρμογής

Στο πρώτο σκέλος της εφαρμογής διακρίνουμε την εντολή 1 η οποία είναι απαραίτητη σε κάθε εφαρμογή. Επειδή ποτέ δε μπορούμε να είμαστε σίγουροι σε ποια στάση θα βρίσκεται το ρομπότ, κατά την έναρξη οποιασδήποτε εφαρμογής, πρέπει πάντα να μπαίνει η εντολή Stand Up με την οποία έρχεται στη φυσική του θέση, όρθιο και σταθερό. Στην πορεία με την εντολή 2 Set Speaker Volume ρυθμίζουμε τον ήχο με τον οποίο θα ακούγεται. Με την εντολή 3, 4, 5 Set Speech Language, Set Recognition Language, Set Language αντίστοιχα ρυθμίζουμε τη γλώσσα, που στην περίπτωσή μας είναι τα Ελληνικά, με την οποία θέλουμε το ρομπότ να επικοινωνήσει και να διακρίνει. Αφού τοποθετηθούν οι βασικές εντολές μπορούμε πλέον να συνεχίσουμε στην εντολή 6 που είναι ο αρχικός διάλογος του προγράμματος, ως ακολούθως.

```
1 |topic: ~Start()
2 |language: grg
3
4 |u: (e:onStart) Γεια σας παιδιά. \rau=500\Με λένε NAO, \rau=500\και
  έχω έρθει εδώ για να παίξουμε \rau=500\και να μάθουμε μαζί.
  \rau=500\Είστε έτοιμοι?
5 |u1: (ναι) Ήμουν σίγουρος. \rau=500\Σήμερα θα ασχοληθούμε με
  την πολιτιστική κληρονομιά. \rau=500\θα ήθελα να χωριστείτε
  \rau=500\σε δύο ομάδες \rau=500\και όταν είστε έτοιμοι πείτε όλοι
  μαζί \rau=500\πάμε.
6 |u2: (Πάμε) Ωραία παιδιά ξεκινάμε \rau=500\δείξτε μου
  την πρώτη εικόνα.
7 $onStopped=1
8
9
```

Εικόνα 16, Αρχικός Διάλογος

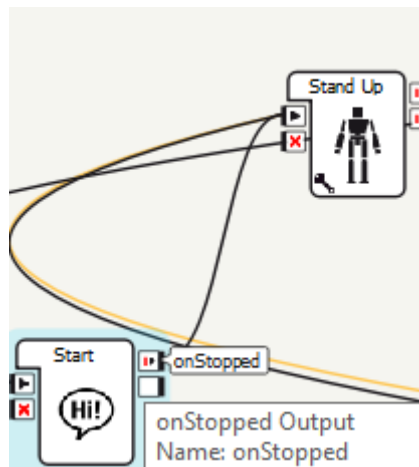
Ο διάλογος ξεκινάει με τη μορφή u: (e:onStart) βάσει της σύνδεσης που έχει με τη προηγούμενη εντολή, όπως αναπαριστάται στην εικόνα. Το u υποδηλώνει την έναρξη του αρχικού διαλόγου.



Εικόνα 17, Ένωση εντολών set language και start

Στη συνέχεια ακολουθεί ο πρόλογος στον οποίο εμφανίζεται η εντολή \rau=500\ με την οποία δημιουργείται μικρή παύση καθώς το ρομπότ δεν αντιλαμβάνεται την τελεία και το κόμμα. Χωρίς αυτή την εντολή, το ρομπότ θα μιλούσε συνεχόμενα και δεν θα ήταν κατανοητό στους ακροατές. Ο πρόλογος τελειώνει με μια ερώτηση και το ρομπότ αναμένει από τους ακροατές την απάντηση (ναι). Σημειώνεται ότι, από τη στιγμή που μέσα στον διάλογο έχει τοποθετηθεί παρένθεση και λέξη/εις, το ρομπότ περιμένει να την/τις ακούσει. Μόλις λάβει την απάντηση,

συνεχίζει τον διάλογο. Προκειμένου να συμβούν τα προαναφερόμενα, πρέπει να δημιουργηθεί το u1. Το u1 υποδηλώνει ένα νέο διάλογο που προκύπτει από την απάντηση που θα λάβει το ρομπότ. Κατά συνέπεια, η απάντηση (ναι) τοποθετείται στην αρχή. Αντίστοιχα μόλις ολοκληρωθεί το u1, το ρομπότ περιμένει από τους ακροατές τη λέξη (πάμε) για να ακολουθήσει ο διάλογος u2. Το ρομπότ πλέον αναμένει από τους ακροατές να του δείξουν τα αγάλματα για να τα αναπαραστήσει. Ο διάλογος τελειώνει με το \$onStopped=1, δηλαδή μετά το πέρας του Start να ακολουθεί η εντολή Stand Up όπως φαίνεται και στην εικόνα. Στην περίπτωση μη χρήσης της εντολής \$onStopped=1, δεν λειτουργεί η έξοδος (Output) του διαλόγου Start και δεν μπορεί να πάει στην επόμενη εντολή. Κατά τον διάλογο το ρομπότ έχει την τάση να κινεί τα χέρια του σαν τον άνθρωπο. Γι' αυτό τον λόγο, επιλέγεται η εντολή Stand Up που, όπως ήδη αναφέρθηκε, φέρνει το ρομπότ στη φυσική του θέση.



Εικόνα 18, Έξοδος start και η ένωση του με την εντολή stand up

Η εντολή 8 έχει ως στόχο τη δημιουργία μίας βάσης αναγνώρισης εικόνων. Οι εικόνες που θα αναγνωρίζει το ρομπότ είναι οι εξής (εικόνα 19-25):



Εικόνα 19, Άστυλος ο Κροτωνιάτης

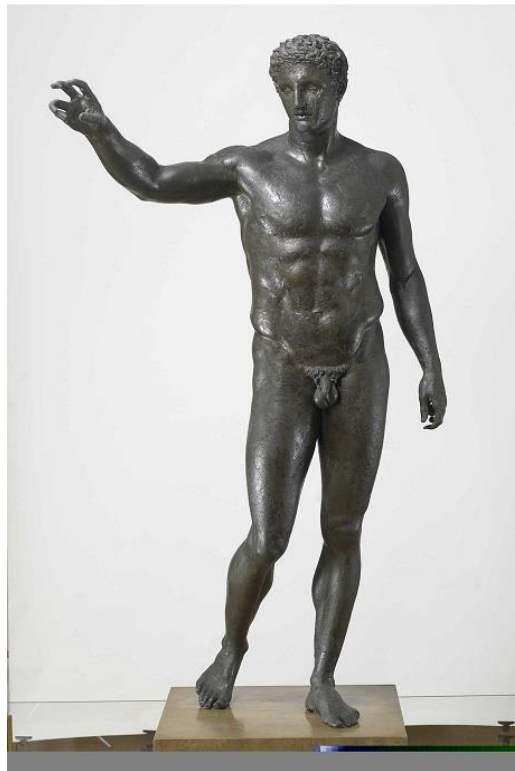
Πηγή : [https://m.eirinika.gr/sites/default/files/sitefiles\\_2018-03/astylos-of-croton.jpg](https://m.eirinika.gr/sites/default/files/sitefiles_2018-03/astylos-of-croton.jpg)

Ανακτήθηκε 20/10/2022



**Εικόνα 20, Ποσειδώνας**

Πηγή : [https://www.therosae.com/images/products/clean/by\\_model/2.4970009.JPG](https://www.therosae.com/images/products/clean/by_model/2.4970009.JPG)  
Ανακτήθηκε 20/10/2022



**Εικόνα 21, Έφηβος των Αντικυθήρων**

Πηγή : [https://i1.wp.com/www.mixanitouxronou.gr/wp-content/uploads/2014/09/Antikythira-efivos\\_national-museum2.png?ssl=1](https://i1.wp.com/www.mixanitouxronou.gr/wp-content/uploads/2014/09/Antikythira-efivos_national-museum2.png?ssl=1)  
Ανακτήθηκε 20/10/2022



**Εικόνα 22, Ερμής του Πραξιτέλη**

Πηγή : [http://odysseus.culture.gr/java/image?foto\\_id=3002&size=11](http://odysseus.culture.gr/java/image?foto_id=3002&size=11)  
Ανακτήθηκε 20/10/2022



**Εικόνα 23, Δισκοβόλος του Μύρωνα**

Πηγή : [https://www.archaiologia.gr/wp-content/uploads/2013/08/Discovolos\\_British.jpg](https://www.archaiologia.gr/wp-content/uploads/2013/08/Discovolos_British.jpg)  
Ανακτήθηκε 20/10/2022



**Εικόνα 24, Έφηβος Προσευχόμενος**

Πηγή : <https://c8.alamy.com/comp/PC4W4W/665-falke-jacob-von-1887-PC4W4W.jpg>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022



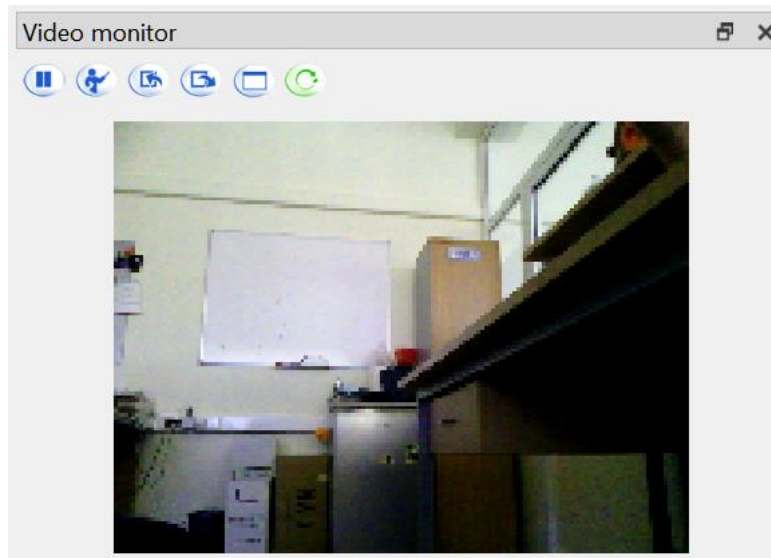
**Εικόνα 25, Δίας**

Πηγή : <https://www.artgreka.gr/image/cache/catalog/artgreka/070-700x700.jpg>  
Ανακτήθηκε 20/10/2022



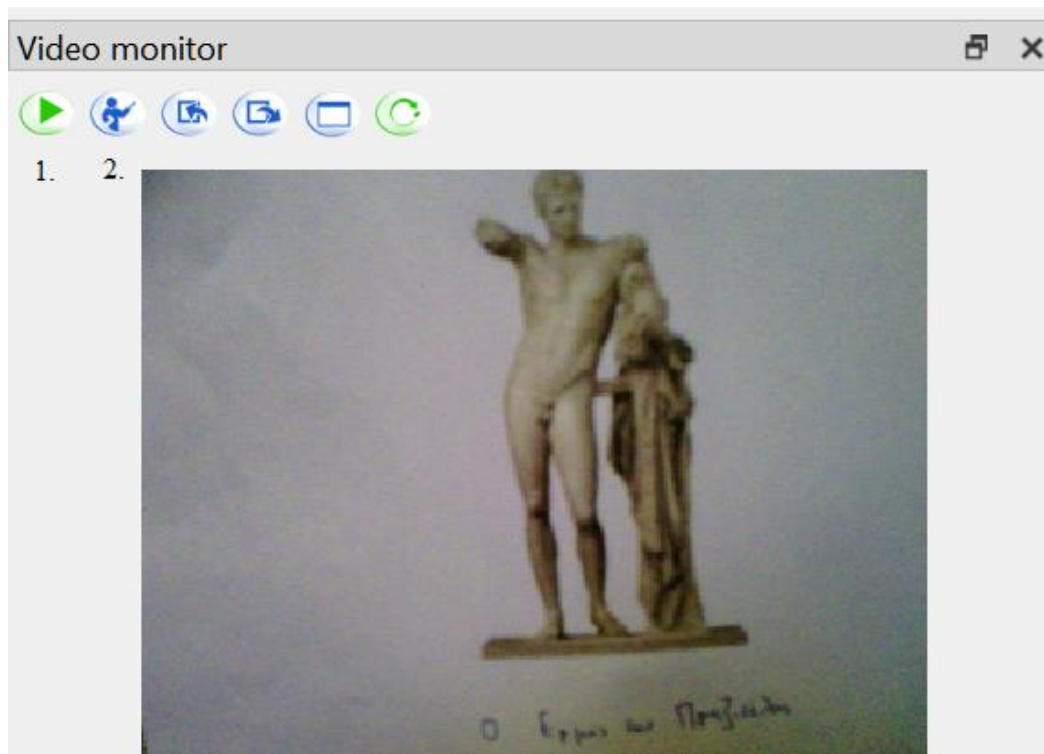
Ο τρόπος με τον οποίο οι παραπάνω εικόνες θα ενταχθούν στη βάση αναγνώρισης του ρομπότ θα αναλυθεί βήμα - βήμα και με παράδειγμα παρακάτω.

Για αρχή ανοίγουμε το video monitor δηλαδή το πεδίο που εμφανίζει τη κάμερα του ρομπότ.



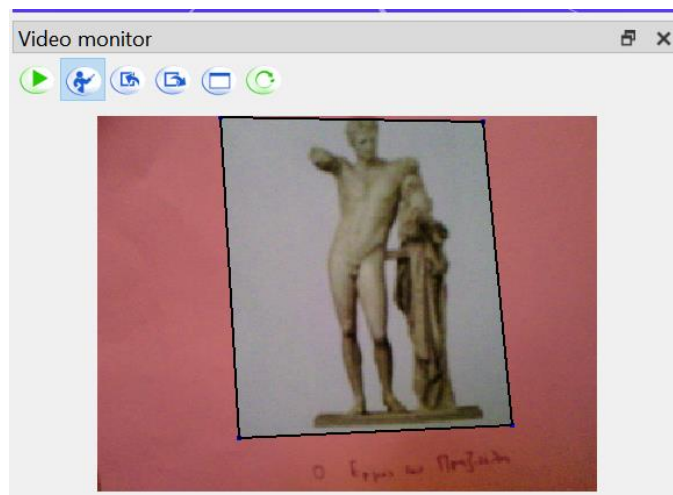
**Εικόνα 26, Video Monitor NAO**

Σε αυτή τη φάση μπορούμε να βλέπουμε το οπτικό πεδίο του. Στη συνέχεια τοποθετούμε την εικόνα που θέλουμε να αναγνωρίσει.



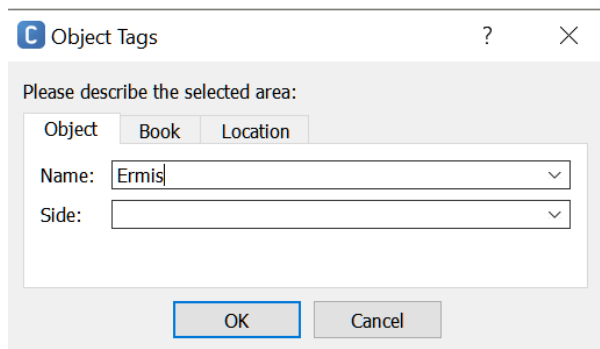
**Εικόνα 27, Video Monitor NAO Recognition**

Σε αυτή την περίπτωση επιλέχθηκε ο Ερμής του Πραξιτέλη. Όταν δούμε ότι η ανάλυση της εικόνας είναι ευκρινής πατάμε το 1 (ένδειξη:Play/Pause), το κουμπί που μπορεί να ακινητοποιήσει την κάμερα. Αν το αποτέλεσμα μας ικανοποιεί τότε πατάμε το 2 (ένδειξη:Learn).



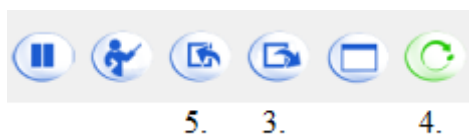
Εικόνα 28, Video Monitor NAO Learn

Κατόπιν οριοθετούμε την εικόνα προκειμένου το ρομπότ να επικεντρωθεί σε αυτήν. Τέλος αποθηκεύουμε την εικόνα με την ονομασία που θα χρησιμοποιηθεί στις επόμενες εντολές και πατάμε ok.



Εικόνα 29, Αποθήκευση της αναγνωρισμένης εικόνας

Η ίδια διαδικασία θα ακολουθηθεί και για τις υπόλοιπες εικόνες. Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία, (εικόνα 31) πατάμε το 4 το οποίο αυτόματα στέλνει τη βάση αναγνώρισης στο ρομπότ. Σε περίπτωση που θέλουμε να αποθηκεύσουμε τη βάση πατάμε το 3 και γίνεται εξαγωγή στη μορφή αρχείου .vrd. Με αυτό τον τρόπο, θα μπορούμε μελλοντικά να ανατρέξουμε στο αρχείο και μέσω του κουμπιού 5 να το εισάγουμε ξανά στο πρόγραμμα.



Εικόνα 30, Μπάρα λειτουργιών του Video Monitor



Η μορφή του τελικού αρχείου βάσης αναγνώρισης αποτυπώνεται στην εικόνα 32.



Εικόνα 31, Μορφή τελικού αρχείου

Το πρώτος σκέλος ολοκληρώνεται με την εντολή 9 της εικόνας 15. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η ονομασία της κάθε εικόνας είναι σημαντική καθώς πλέον χρειάζεται επεξεργασία του αποτελέσματος της καθεμίας αναγνώρισης. Ο τρόπος που επιλέχθηκε για να υλοποιηθεί αυτό είναι το πλαίσιο Switch Case. Το Switch Case λαμβάνει τη πληροφορία από την αναγνώριση της εντολής 8 και ενεργοποιεί μια αντίστοιχη έξοδο.

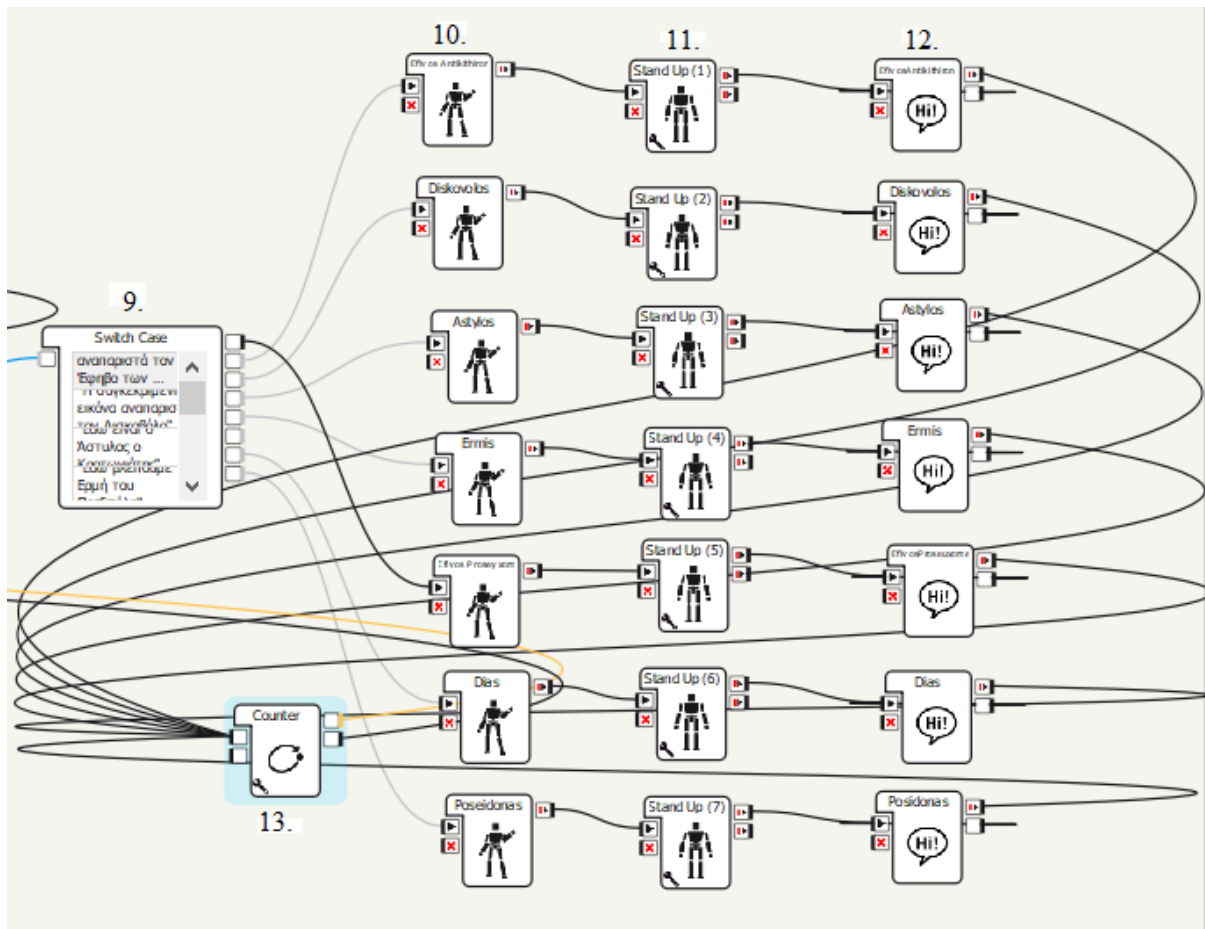
```
Script editor
Switch Case x

1  # /\ Generated content. Do not edit!
2  class MyClass(GeneratedClass):
3      def __init__(self):
4          try: # disable autoBind
5              GeneratedClass.__init__(self, False)
6          except TypeError: # if NAOqi < 1.14
7              GeneratedClass.__init__( self )
8
9      def onInput_onStart(self, p):
10         p = self.typeConversion(p)
11         if(p == self.typeConversion("Η εικόνα αναπαριστά τον Έφηβο των Αντικυθήρων")):
12             self.output_1(p)
13         elif(p == self.typeConversion("Η συγκεκριμένη εικόνα αναπαριστά τον Δισκοβόλο")):
14             self.output_2(p)
15         elif(p == self.typeConversion("Εδώ είναι ο Άστυλος ο Κροτωνιάτης")):
16             self.output_3(p)
17         elif(p == self.typeConversion("Εδώ βλέπουμε τον Ερμή του Πραξιτέλη")):
18             self.output_4(p)
19         elif(p == self.typeConversion("Αυτός είναι ο Έφηβος Προσευχόμενος")):
20             self.output_5(p)
21         elif(p == self.typeConversion("Η εικόνα μας δείχνει τον Δία")):
22             self.output_6(p)
23         elif(p == self.typeConversion("Αυτός είναι ο Ποσειδώνας")):
24             self.output_7(p)
25         else:
26             self.onDefault()
27
28     def typeConversion(self, p):
29         try:
30             p = float(p)
31             pint = int(p)
32             if( p == pint ):
```

Εικόνα 32, Προγραμματισμός Switch Case

Πιο συγκεκριμένα η εικόνα 33 δείχνει τον τρόπο με τον οποίο το Switch Case εκμεταλλεύεται την κάθε μια εικόνα αφού αναγνωριστεί από το ρομπότ. Βλέπουμε λοιπόν ότι στη γραμμή 11 σε περίπτωση που το ρομπότ αναγνωρίσει τον Έφηβο των Αντικυθήρων τότε οδηγούμαστε στο output 1. Στην δε γραμμή 13, εάν αναγνωρίσει τον Δισκοβόλο τότε οδηγούμαστε στο output 2 και ούτω καθεξής.

### 3.2.2 Δεύτερο Σκέλος

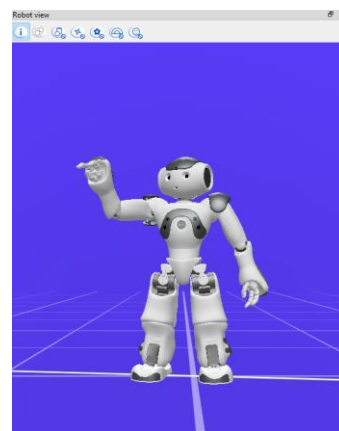


Εικόνα 33, Δεύτερο σκέλος εφαρμογής

Στην εικόνα 34 παρατηρείται η ένωση του πρώτου σκέλους με το δεύτερο. Η κάθε έξοδος της εντολής 9 (Switch Case), όπως προγραμματίστηκε προηγουμένως, οδηγείται σε ένα αντίστοιχο animation. Αυτό το animation είναι η αναπαράσταση της εικόνας που έχει αναγνωρίσει το ρομπότ. Για παράδειγμα, θα επεξηγηθεί πώς από την εικόνα 35 καταλήγουμε στην εικόνα 36.



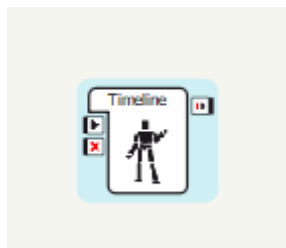
Εικόνα 34, Έφηβος των Αντικυθήρων Αγαλμα



Εικόνα 35, Έφηβος των Αντικυθήρων πειραματικά

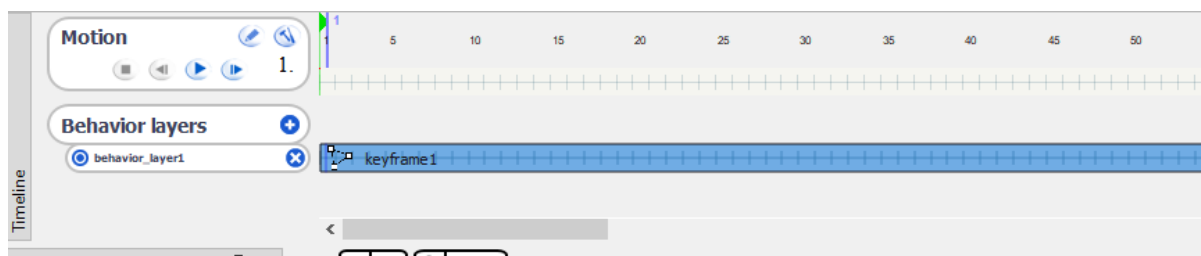
Η εικόνα 36 προκύπτει από το animation της εντολής 10. Η κίνηση αυτή υλοποιήθηκε πειραματικά στο εργαστήριο της Σχολής ως ακολούθως.

Δημιουργούμε στο περιβάλλον του προγράμματος ένα timeline όπως φαίνεται στην εικόνα 37.



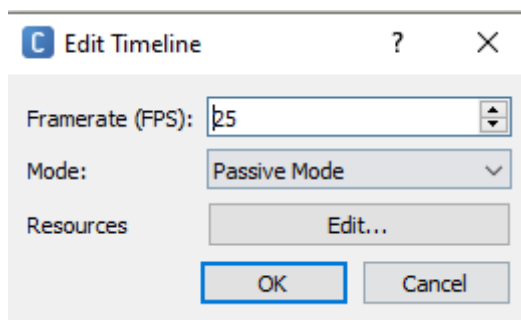
Εικόνα 36, Timeline

Στη συνέχεια το επεξεργαζόμαστε και οδηγούμαστε στο παρακάτω περιβάλλον της εικόνας 37.



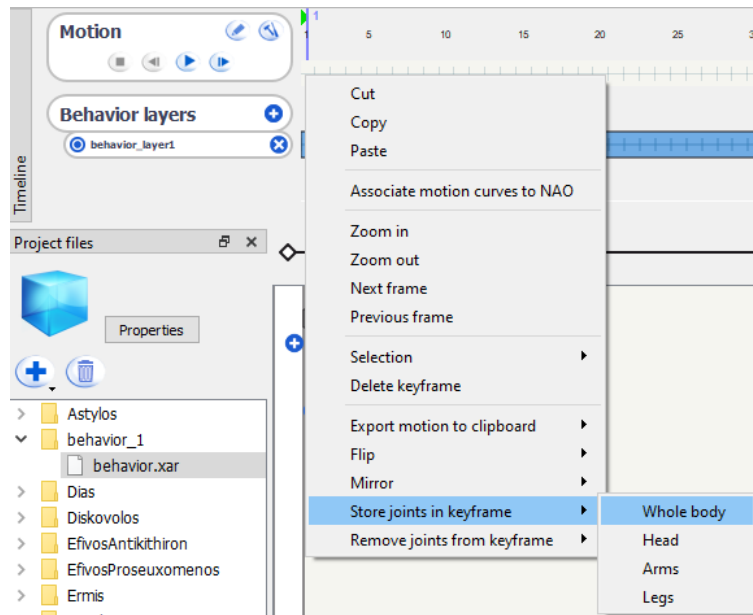
Εικόνα 37, Επεξεργασία Timeline

Επιλέγουμε το 1 το οποίο είναι οι ρυθμίσεις του timeline. Μέσω αυτού ρυθμίζουμε τα FPS (Frames per second) που στη περίπτωση μας είναι 25. Η επιλογή αυτή δεν είναι τυχαία, καθώς όσο περισσότερα είναι τα FPS τόσο πιο ομαλά και ανθρώπινα θα ανταποκριθεί το ρομπότ.



Εικόνα 38, Επιλογή των Frames per second

Από τη στιγμή που επιλέχθηκε το animation να γίνει πρακτικά και όχι σε περιβάλλον virtual μέσω της εφαρμογής Choregraphe, πρέπει οι αρθρώσεις του ρομπότ να ξεκλειδωθούν. Αυτό επιτυγχάνεται επιλέγοντας στο πρώτο keyframe την εντολή (Store joints in keyframe → Whole Body) η οποία δίνει την δυνατότητα να έχουμε πλήρη έλεγχο στις κινήσεις του ρομπότ (εικόνα 39).

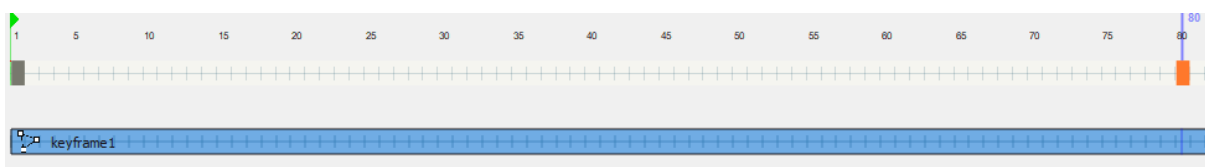


**Εικόνα 39, Ξεκλείδωμα αρθρώσεων NAO**

Πλέον πρέπει να εντοπισθούν συγκεκριμένα οι απαραίτητες κινήσεις για να επιτευχθεί το αποτέλεσμα της εικόνας 35. Αναλυτικότερα στην εικόνα 34 παρατηρούνται οι ακόλουθες κινήσεις:

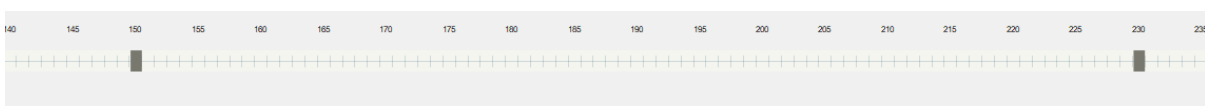
1. Κίνηση δεξιού χεριού μέχρι το ύψος του ώμου
2. Ελάχιστη κλίση του αγκώνα του δεξιού χεριού
3. Ανασήκωση των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού
4. Ελάχιστη δεξιά κλίση του κεφαλιού
5. Ελάχιστη κίνηση αριστερού χεριού προς τα πίσω

Οι ανωτέρω τρεις κινήσεις (1, 2, 3) ολοκληρώθηκαν πειραματικά και αποθηκεύτηκαν στο keyframe 80 πατώντας με δεξί κλικ την επιλογή της εικόνας 40.



**Εικόνα 40, Keyframes**

Οι κινήσεις 4 και 5 ολοκληρώθηκαν εξίσου πειραματικά και αποθηκεύτηκαν στο keyframe 150 και 230 αντίστοιχα.



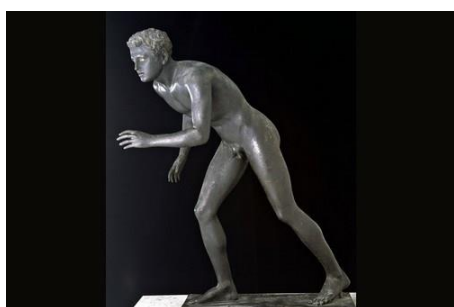
**Εικόνα 41, Keyframes**

Ο λόγος της μεγάλης απόστασης των keyframes μεταξύ τους προκύπτει από εργαστηριακές δοκιμές οι οποίες έδειξαν ότι όσο μεγαλύτερο διάστημα υπάρχει μεταξύ των κινήσεων τόσο πιο ομαλή και σταδιακή και λιγότερο μηχανική φαίνεται η τελική κίνηση του ρομπότ.

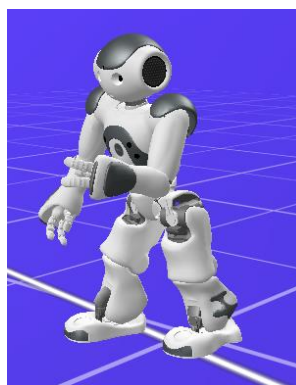
Με τον ίδιο τρόπο ολοκληρώθηκαν οι επόμενες έξι κινήσεις (animations) των εικόνων αναπαράστασης.

Σημειώνεται ότι στο πρώτο animation η ελαφρά κίνηση του ποδιού δεν επετεύχθη καθώς εντοπίστηκε ανωμαλία στην ισορροπία του ρομπότ. Αντίστοιχα στα επόμενα animations υπήρξαν παρόμοιοι περιορισμοί, το αποτέλεσμα όμως προσέγγισε κατά πολύ την αρχική αναπαράσταση.

Τα αποτελέσματα των αναπαραστάσεων εμφανίζονται παρακάτω:



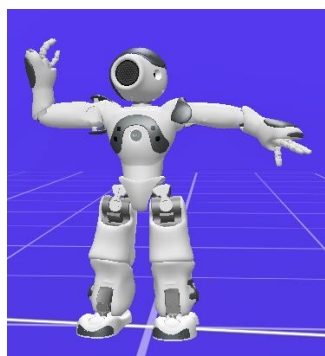
Εικόνα 42, Αστυλος ο Κροτωνιάτης Άγαλμα



Εικόνα 43, Αστυλος ο Κροτωνιάτης πειραματικά



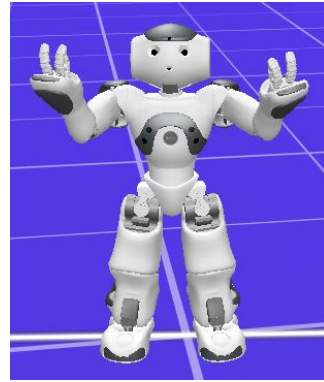
Εικόνα 44, Δίας Άγαλμα



Εικόνα 45, Δίας πειραματικά



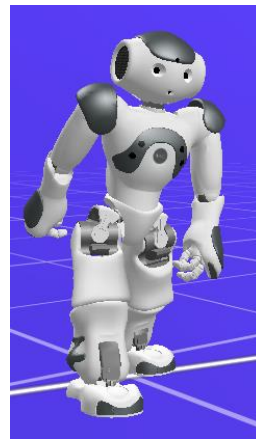
**Εικόνα 46, Έφηβος Προσευχόμενος Άγαλμα**



**Εικόνα 47, Έφηβος Προσευχόμενος πειραματικά**



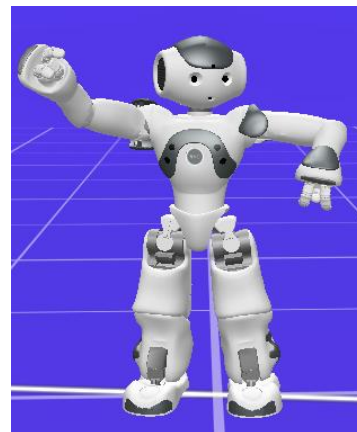
**Εικόνα 48, Δισκοβόλος του Μύρωνα Άγαλμα**



**Εικόνα 49, Δισκοβόλος του Μύρωνα πειραματικά**



**Εικόνα 50, Ερμής του Πραξιτέλη Άγαλμα**

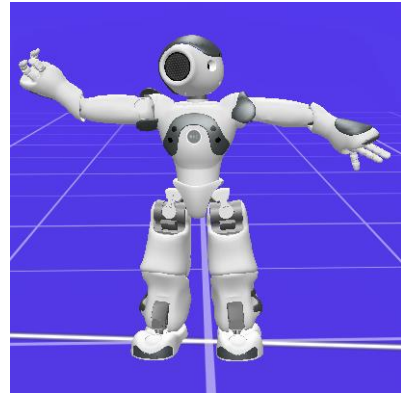


**Εικόνα 51, Ερμής του Πραξιτέλη πειραματικά**





Εικόνα 52, Ποσειδώνας Άγαλμα



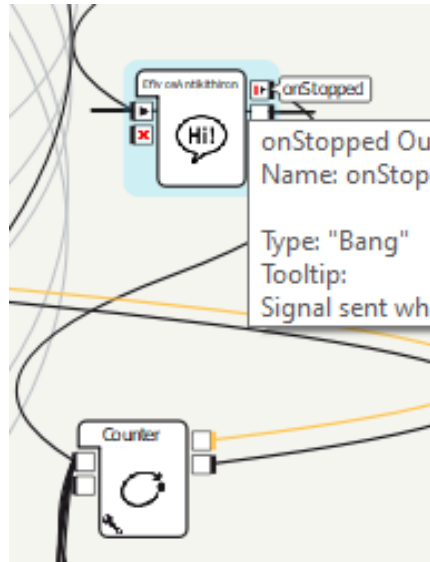
Εικόνα 53, Ποσειδώνας πειραματικά

Κατά την ολοκλήρωση του animation έρχεται η εντολή 11 (Stand Up) σύμφωνα με την εικόνα 34. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει μετά από οποιαδήποτε κίνηση που εφαρμόζει το ρομπότ θα πρέπει να έρχεται στη φυσική του θέση, έτσι ώστε να αποφευχθούν πιθανές πτώσεις και ζημιές. Έπεται η εντολή 12 η οποία είναι ένας διάλογος επεξήγησης της αναπαράστασης. Ουσιαστικά το ρομπότ ρωτά τους ακροατές ποιο άγαλμα αναπαριστά και δημιουργούνται δύο ενδεχόμενα. Στην περίπτωση που οι ακροατές απαντήσουν ορθά, τότε το ρομπότ κάνει μια σύντομη περιγραφή του αγάλματος και αναμένει την επόμενη εικόνα προς αναπαράσταση. Στην περίπτωση που οι ακροατές απαντήσουν λανθασμένα, το ρομπότ υποδεικνύει το λάθος και αναμένει τη σωστή απάντηση. Ειδικότερα στην εικόνα 54 παρουσιάζεται ο σχετικός διάλογος.

```
Script editor
EfivosAntikithiron/EfivosAntikithiron_grg.top
1  topic: ~EfivosAntikithiron()
2  language: grg
3
4  # Defining extra concepts out of words or group of words
5  #concept:(hello) [hello hi hey "good morning" greetings]
6
7  # Catching inputs and triggering outputs
8  #u:(e:onStart) $onStopped=1
9
10 # Replying to speech
11 #u:(~hello) ~hello
12
13 u:(e:onStart) Για πείτε μου ποιος είμαι ?
14   u1:(["Εφηβος Αντικυθήρων"]) Πολύ σωστά. \raυ=500\Είμαι χάλκινο άγαλμα, \raυ=500\ της
    Υστεροκλασικής πρώιμης \raυ=500\Ελληνιστικής περιόδου, \raυ=500\δηλαδή 340 προ Χριστού.
    \raυ=500\Ανεγκύθηκα από ναυάγιο \raυ=500\του πρώτου αιώνα προ Χριστού
15     $onStopped=1
16
17   u1:(["Άστυλος" "Εφηβος Προσευχόμενος" "Ερμης" "Δίας" "Ποσειδωνας" "Δισκοβολος"]) Λάθος
    ξαναπροσπάθησε.
18     $output=1
```

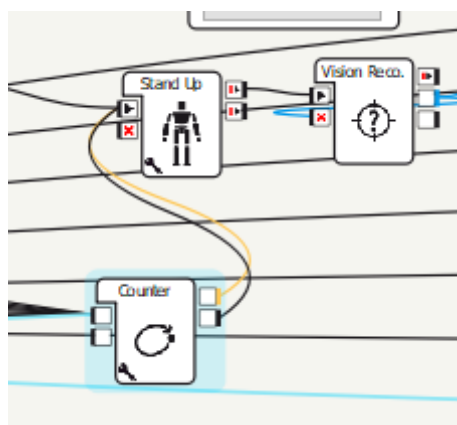
Εικόνα 54, Λειτουργία διαλόγου για κάθε animation

Η πρώτη περίπτωση σύμφωνα με την εικόνα 54 καλύπτεται από τις γραμμές 13-15. Γίνεται η ερώτηση (Για πείτε μου ποιος είμαι?) και αφού λάβει τη σωστή απάντηση προχωρά σε μια σύντομη περιγραφή. Στο τέλος βλέπουμε την εντολή \$onStopped=1 η οποία ενεργοποιείται ως έξοδος και πηγαίνει στο Counter (εικόνα 55).



Εικόνα 55, \$onStopped=1 output σε input Counter

Στόχος του counter είναι η δημιουργία μιας επανάληψης. Ως εκ τούτου, κατά το πέρας του ενός animation ωθεί το ρομπότ στο αρχικό στάδιο της αναγνώρισης με σκοπό να προχωρήσει στην επόμενη εικόνα προς αναπαράσταση. Άρα η έξοδος του Counter επιστρέφει στην εντολή αναγνώρισης εικόνας (εικόνα 56).

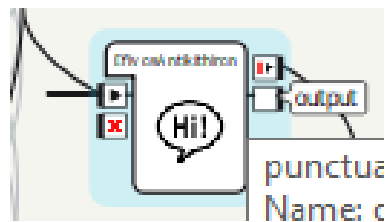


Εικόνα 56, Λειτουργία Counter

Η δεύτερη περίπτωση σύμφωνα με την εικόνα 54 καλύπτεται από τις γραμμές 17-18. Έχουν τοποθετηθεί όλες οι λάθος απαντήσεις που περιμένει να ακούσει το ρομπότ και αφού συμβεί αυτό, το ρομπότ απαντάει (Λάθος ξαναπροσπάθησε) με τελική εντολή \$output=1. Αυτή η

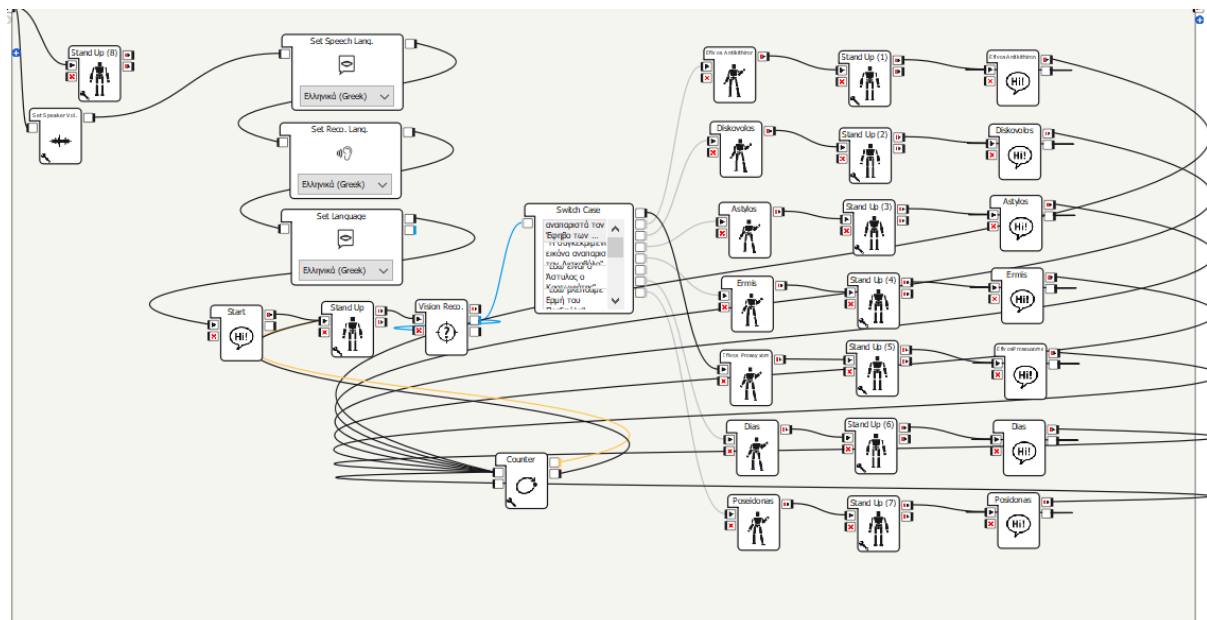


εντολή ενεργοποιείται ως έξοδος και επιστρέφει στον αρχικό διάλογο μέχρι το ρομπότ να ακούσει τη σωστή απάντηση (εικόνα 57).



Εικόνα 57, Η έξοδος που καταλήγει στην αρχή της εντολής

Αντίστοιχα το ίδιο στάδιο συμβαίνει σε οποιαδήποτε αναγνώριση όπως φαίνεται και στην εικόνα 33. Η σύνδεση των δύο σκελών εμφανίζεται στην εικόνα 58.

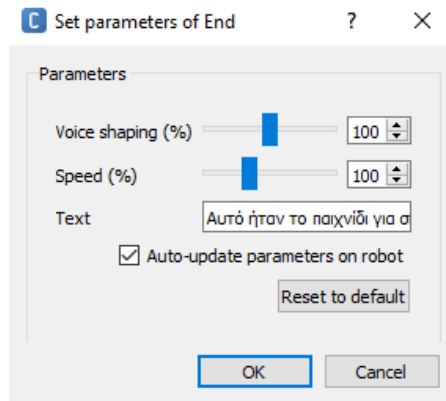


Εικόνα 58, Ένωση πρώτου με δεύτερου σκέλους

Σε συνέχεια των προαναφερόμενων περιπτώσεων, το πρόγραμμα τερματίζει με την εντολή Tactile Head (εικόνα 59), η οποία ενεργοποιείται με το ανθρώπινο άγγιγμα στο κεφάλι του NAO. Με την εντολή End, το ρομπότ κάνει μια σύντομη αποφώνηση λέγοντας το εξής: «Αυτό ήταν το παιχνίδι για σήμερα παιδιά. Αν θέλετε να ξαναπαιζετε ρωτήστε τη δασκάλα σας»(εικόνα 60).

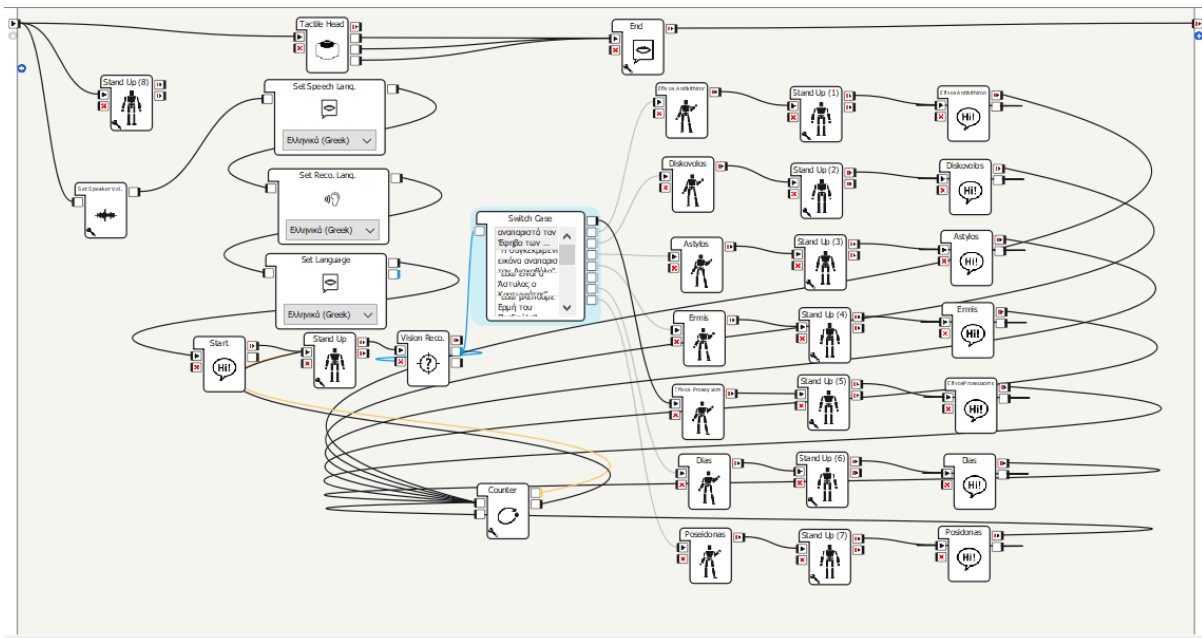


Εικόνα 59, Ένωση tactile head με εντολή end (αποφώνηση)



Εικόνα 60, Ρύθμιση τελευταίου διαλόγου / αποφώνησης

Η ολοκληρωμένη όψη του προγράμματος εμφανίζεται στην εικόνα 61.



Εικόνα 61, Τελική όψη προγράμματος

## 4 Εφαρμογή

Η εφαρμογή Statue δοκιμάστηκε σε ρεαλιστικές συνθήκες σε Δημοτικό Σχολείο το 2022. Οι τέσσερις τελευταίες τάξεις του σχολείου είχαν τη δυνατότητα να γνωρίσουν από κοντά το NAO. Να παίξουν μαζί του, να επικοινωνήσουν και το πιο σημαντικό να αλληλεπιδράσουν μαζί του. Η πληροφορικός του σχολείου μέσω του μαθήματος είχε μεταφέρει στα παιδιά έννοιες όπως ανθρωποειδές ρομπότ, τεχνητή νοημοσύνη και προγραμματισμός. Κατάφερε λοιπόν να φέρει στη καθημερινότητα τους θέματα επίκαιρα τα οποία θα τους δώσουνε σίγουρα ερεθίσματα για τη μετέπειτα πορεία τους στις επόμενες τάξεις του σχολείου. Το πιο σημαντικό που επιτεύχθηκε συλλογικά μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή είναι ότι μεταδώσαμε σε αυτά τα παιδιά τη δυνατότητα να μη μείνουν στη θεωρία και να δουν για πρώτη φορά ένα αληθινό ανθρωποειδές ρομπότ, το οποίο θα αλληλεπιδράει με αυτά.

Στο παράρτημα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα που πήραμε και από τις τέσσερις τάξεις καθώς και ενός δοκιμαστικού ελέγχου πριν τη παρουσίαση. Εκεί θα δούμε τις τυχόν διαφορές που παρατηρήθηκαν. Τέλος στα συμπεράσματα θα αναφερθεί το πόρισμα των μετρήσεων.



Εικόνα 62, Εφαρμογή

## 5 Συμπεράσματα

Το NAO έχει τη δυνατότητα να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση και έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα για να βελτιώσει τη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών. Ωστόσο, απαιτούνται περισσότερες έρευνες και δοκιμές για την πλήρη κατανόηση του αντίκτυπου του στην εκπαίδευση και για τον προσδιορισμό των πιο αποτελεσματικών τρόπων αξιοποίησής του σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

Από τα αποτελέσματα του παραρτήματος έγινε κατανοητό σε απόλυτη ηρεμία χώρου το ρομπότ μπορεί πιο εύκολα να ακούσει την απάντηση του συνομιλητή του και να αποφύγει τυχόν λάθη. Κατά μέσο όρο είχε περίπου 70% επιτυχία αναγνώρισης ομιλίας. Στις δοκιμές που έγιναν με τα παιδιά όπου η αίθουσα ήταν γεμάτη, το ρομπότ πολλές φορές δυσκολεύτηκε άκουσε λάθος, ενώ μπορεί η απάντηση που θα έπαιρνε να ήταν η σωστή. Φαίνεται λοιπόν ότι έφτανε ακόμα και σε επίπεδα του 39%, γεγονός που δυσκόλεψε τη διαδικασία. Παρά τις αντίξοες συνθήκες για το ρομπότ καταφέραμε να βγάλουμε εις πέρας όλο το πρόγραμμα αφήνοντας ικανοποιημένα πρωτίστως τα παιδιά, αλλά και εμάς. Παρακάτω θα εμφανιστούν φωτογραφίες από εκείνη την ημέρα.

Επιπλέον, θα πρέπει να διεξαχθεί περαιτέρω έρευνα για χρήση NLP στο NAO για εκπαιδευτικούς σκοπούς και για τον εντοπισμό βέλτιστων πρακτικών για την εφαρμογή του. Το NLP, ή Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας, αποτελεί ερευνητικό πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης που επικεντρώνεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ υπολογιστών και ανθρώπων με τη χρήση φυσικής γλώσσας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο NAO για να του επιτρέψει να κατανοεί και να ανταποκρίνεται στην ανθρώπινη γλώσσα, επιτρέποντας μια πιο φυσική και διαισθητική αλληλεπίδραση ανθρώπου-ρομπότ. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την αναγνώριση λέξεων-κλειδιών ή φράσεων από το ρομπότ και στη συνέχεια την επιλογή μιας κατάλληλης απάντησης από ένα σύνολο προκαθορισμένων απαντήσεων. Επίσης, υπήρξε έρευνα σχετικά με τη χρήση της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP) στο NAO για την αναγνώριση εικόνων.

Συμπερασματικά, η χρήση του NAO έδειξε ότι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μίας διαδραστικής μαθησιακής εμπειρίας μέσω της χρήσης του ανθρωποειδούς, μπορεί να αποτελέσει δυναμικά ένα χρήσιμο μέσο στην κατεύθυνση καινοτόμων μεθόδων μάθησης. Για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να σχεδιαστούν σενάρια τα οποία να αξιοποιούν τις δυνατότητες του ανθρωποειδούς (στο πλαίσιο που παρουσιάστηκε στην παρούσα εργασία), και να αξιολογηθούν στην τάξη.

## 6 Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές

A, J. T. (2020, January 25). Explained: What is Vyommitra's space job? Ανακτήθηκε 20/9/22 από <https://indianexpress.com/article/explained/vyommitra-space-job-half-humanoid-isro-6234069/>

America, S. I. R. (n.d.). NAO. Ανακτήθηκε από <https://us.softbankrobotics.com/nao>

Anderson, M. (2022, October 27). Robots in the Entertainment Industry: What are They? Ανακτήθηκε 20/9/22 από <https://www.iflexion.com/blog/entertainment-robots>

Asada, H., & Slotine, J. J. E. (1991). *Robot Analysis and Control*. Hoboken, NJ, United States: Wiley.

ASIMO by Honda | The World's Most Advanced Humanoid Robot. (n.d.). Ανακτήθηκε 20/9/22 από <https://asimo.honda.com/asimo-specs/>

BigRentz, B. (2022, October 7). How Construction Robots Will Change The Industry. Ανακτήθηκε 20/9/22 από <https://www.bigrentz.com/blog/construction-robots>

Biswas, J. (2020, May 1). 7 Popular Humanoid Robots Designed With Closest Semblance To Humans. Ανακτήθηκε 20/9/22 από <https://analyticsindiamag.com/best-humanoid-robots-2018/>

Brantner, G., & Khatib, O. (2020). Controlling Ocean One: Human–robot collaboration for deep-sea manipulation. *Journal of Field Robotics*, 38(1), 28–51. <https://doi.org/10.1002/rob.21960>

Bruemmer, D. J., & Swinson, M. S. (2003). Humanoid Robots. *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, 401–425. <https://doi.org/10.1016/b0-12-227410-5/00317-3>

E&T editorial staff. (2021, June 24). The Institution of Engineering and Technology. Ανακτήθηκε 15/9/22 από <https://eandt.theiet.org/content/articles/2021/06/pepper-the-robot-joins-school-to-support-children-with-autism/>

Grubaugh, A. (2021, August 4). Jefferson Elementary buys new NAO robot for young learners and coders alike.

Ανακτήθηκε 15/9/22 από [https://muscatinejournal.com/muscatine/news/local/jefferson-elementary-buys-new-nao-robot-for-young-learners-and-coders-alike/article\\_71f70c53-d66f-5455-bcf0-6334ac97b3a4.html](https://muscatinejournal.com/muscatine/news/local/jefferson-elementary-buys-new-nao-robot-for-young-learners-and-coders-alike/article_71f70c53-d66f-5455-bcf0-6334ac97b3a4.html)

Joseph, A., Christian, B., Abiodun, A. A., & Oyawale, F. (2018). A review on humanoid robotics in healthcare. *MATEC Web of Conferences*, 153, 02004. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815302004>

Koki, T. (2005). NIPPONIA. Ανακτήθηκε 15/9/22 από <https://web-japan.org/nipponia/nipponia31/en/feature/feature05.html>

McDonagh, M. (2021, August 30). Sligo schoolchildren's new teacher will be Nao – a robot. Ανακτήθηκε 15/9/22 από <https://www.irishtimes.com/news/education/sligo-schoolchildren-s-new-teacher-will-be-nao-a-robot-1.4659247>

Merkusheva, D. M. (2020, March 25). Top 10 Examples of Humanoid Robots - ASME. Ανακτήθηκε 15/9/22 από <https://www.asme.org/topics-resources/content/10-humanoid-robots-of-2020>

Nao - ROBOTS: Your Guide to the World of Robotics. (n.d.). Ανακτήθηκε 15/9/22 από <https://robots.ieee.org/robots/nao/>

nao-robot. (n.d.). Ανακτήθηκε 16/9/22 από <https://www.mobiletechnology.gr/content/247/nao-/>

Nuse, I. P. (2017, September 30). Humanoid robot takes over as teacher. Ανακτήθηκε 16/9/22 από <https://sciencenordic.com/forskningno-robotics-sweden/humanoid-robot-takes-over-as-teacher/1449770>

Pot, E., Monceaux, J., Gelin, R., & Maisonnier, B. (2009). Choregraphe: a graphical tool for humanoid robot programming. *RO-MAN 2009 - the 18th IEEE International*

*Symposium on Robot and Human Interactive Communication.*

<https://doi.org/10.1109/roman.2009.5326209>

Raju, I. P., Sikka, S., Garg, A., & Pandey, M. (2020). A Brief Review Of Recent Advancement In Humanoid Robotics Research. *Mukt Shabd, IX(VI)*, 3743–3748.

REEM-C technical specifications. (2013). Ανακτήθηκε 16/9/22 από <http://www.pal-robotics.com/press-kit/brochures/reemc-brochure.pdf>

ReportBuyer, R. (2018, June 26). Humanoid Robot Market by Component, Motion Type, Application And Geography - Global Forecast to 2023. Ανακτήθηκε 16/9/22 από <https://www.prnewswire.com/news-releases/humanoid-robot-market-by-component-motion-type-application-and-geography---global-forecast-to-2023-300550711.html>

Robotics, P.. REEM-A Technical Specifications - Pal Robotics - Modular Robotics | Service Robots | Humanoid Robots | Mobile Robots. Ανακτήθηκε 17/9/22 από <https://web.archive.org/web/20110302213317/http://www.pal-robotics.com/robots/reem-a/34-reem-a-spec>

Robotics, P.. REEM-B Technical Specifications - Pal Robotics - Modular Robotics | Service Robots | Humanoid Robots | Mobile Robots. Ανακτήθηκε 17/9/22 από <https://web.archive.org/web/20110302213337/http://www.pal-robotics.com/robots/reem-b/33-reem-b-spec>

Schulz, T., Halbach, T., & Solheim, I. (2020). Using Social Robots to Teach Language Skills to Immigrant Children in an Oslo City District. *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. <https://doi.org/10.1145/3371382.3378257>

Sheridan, T. B. (2020). A review of recent research in social robotics. *Current Opinion in Psychology, 36*, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2020.01.003>

Silverstein, S. & Yamane, K. (2017). Humanoid Robots for Entertainment. Ανακτήθηκε 17/9/22 από [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-94-007-7194-9\\_111-1?error=cookies\\_not\\_supported&code=b26ae7e3-3d83-40ab-b6ee-226a8892b447](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-94-007-7194-9_111-1?error=cookies_not_supported&code=b26ae7e3-3d83-40ab-b6ee-226a8892b447)

Staff, D. (2021, June 28). 5 robots pushing the frontiers of space exploration. Ανακτήθηκε 17/9/22 από <https://knowhow.distrelec.com/defence-aerospace-and-marine/5-robots-pushing-the-frontiers-of-space-exploration/>

Steuter-Martin, M. (2017, May 21). Meet the interactive robot making a mark on Quebec's classrooms. Ανακτήθηκε 28/9/22 από <https://www.cbc.ca/news/canada/montreal/nao-robot-teaching-tool-quebec-school-1.4125692>

Ting, C. H., Yeo, W. H., King, Y. J., Chuah, Y. D., Lee, J. V., & Khaw, W. B. (2014). Humanoid Robot: A Review of the Architecture, Applications and Future Trend. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 7(7), 1364–1369. <https://doi.org/10.19026/rjaset.7.402>

What is a humanoid robot? Explore their history and milestones of their development| XYZ | Kawasaki Heavy Industries, Ltd. (2021, February 22). Ανακτήθηκε 28/9/22 από <https://robotics.kawasaki.com/ja1/xyz/en/2101-01/index.htm>

Wikipedia contributors. (2022, December 1). Social robot. Ανακτήθηκε από [https://en.wikipedia.org/wiki/Social\\_robot](https://en.wikipedia.org/wiki/Social_robot)

Jain, M., Gasic, M., Mrkšić, N., & Davis, T. (2015). A survey of natural language processing techniques for human-robot interaction. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 7(1), 57-71. <https://doi.org/10.1007/s12652-014-0234-3>

Johnston, M., Chollet, R., & Kuipers, J. (2017). Robot NLP: A review of natural language processing for social robotics. *Journal of Social Robotics*, 9(2), 365-384. <https://doi.org/10.1007/s12369-016-0372-2>



## 7 Παράρτημα

Η πρώτη τάξη που παρουσιάσαμε την εφαρμογή ήταν η 3<sup>η</sup> Δημοτικού και τα αποτελέσματα θα εμφανιστούν παρακάτω.

Robot: Γειά σας παιδιά. Με λένε NAO , και έχω έρθει εδώ για να παίξουμε και να μάθουμε μαζί. Είστε έτοιμοι ?

Human: <...> ναι <...> (49.31%)

Robot: Ήμουν σίγουρος. Σήμερα θα ασχοληθούμε με την πολιτιστική κληρονομιά. Θα ήθελα να χωριστείτε σε δύο ομάδες και όταν είστε έτοιμοι πείτε όλοι μαζί πάμε .

Human: <...> Πάμε <...> (49.17%)

Robot: Ωραία παιδιά ξεκινάμε δείξτε μου την πρώτη εικόνα .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ποσειδωνας <...> (46.91%)

Human: <...> Ερμης <...> (45.85%)

Human: <...> Εφηβος <...> (47.2%)

Human: <...> Αστυλος <...> (44.94%)

Human: <...> Ποσειδωνας <...> (52.96%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (47.87%)

Human: <...> Διας <...> (53.93%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (44.5%)

Human: <...> Εφηβος <...> (46.67%)

Human: <...> Αστυλος <...> (48.49%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Δισκοβόλος <...> (57.82%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , νεαρός δισκοβόλος , λίγο πριν ρίξω τον δίσκο. Με έφτιαξε ο καλλιτέχνης Μύρωνας περίπου το 450 προ Χριστού .

Robot: Πάμε για τη επόμενη

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Αστυλος <...> (48.21%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (34.99%)

Human: <...> Διας <...> (49.6%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Εφηβος <...> (47.2%)

Human: <...> Διας <...> (47.05%)

Human: <...> Ερμης <...> (47.82%)

Human: <...> Ερμης <...> (47.63%)

Human: <...> Εφηβος <...> (47.77%)

Human: <...> Ερμης <...> (45.95%)

Human: <...> Εφηβος <...> (57.96%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ο έφηβος προσευχόμενος, ένα ελληνιστικό άγαλμα και φυλάσσομαι στο Μουσείο του Βερολίνου .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Δίας <...> (53.69%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (47.77%)

Human: <...> Αστυλος <...> (46.43%)

Human: <...> Δίας <...> (47.15%)

Human: <...> Ερμης <...> (48.4%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ποσειδωνας <...> (45.03%)

Human: <...> Δίας <...> (46.72%)

Human: <...> Ερμης <...> (47.05%)

Human: <...> Αστυλος <...> (48.35%)

Robot: Πολύ σωστά. Ο Πausanias αναφέρει ότι εγώ ο Άστυλος ήμουν νικητής σε τρεις συνεχόμενες Ολυμπιάδες , από το 488 έως το 480 προ Χριστού στα αγωνίσματα του σταδίου και του διαύλου

Robot: Συνεχίζουμε με την επόμενη

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Αστυλος <...> (49.55%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Ησυχία καλέ

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Έφηβος <...> (49.65%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , της Υστεροκλασσικής πρώιμης Ελληνιστικής περιόδου , δηλαδή 340 προ Χριστού. Ανεγκύθηκα από ναύαγιο του πρώτου αιώνα προ Χριστού

Robot: Αυτό ήταν το παιχνίδι για σήμερα παιδιά. Αν θέλετε να ξαναπαίξετε ρωτήστε τη δασκάλα σας.

Στη συνέχεια ήρθε η 4<sup>η</sup> Δημοτικού και πήραμε τα εξής αποτελέσματα.

Robot: Γεια σας παιδιά. Με λένε NAO , και έχω έρθει εδώ για να παίζουμε και να μάθουμε μαζί. Είστε έτοιμοι ?

Human: <...> ναι <...> (49.84%)

Robot: Ήμουν σίγουρος. Σήμερα θα ασχοληθούμε με την πολιτιστική κληρονομιά. Θα ήθελα να χωριστείτε σε δύο ομάδες και όταν είστε έτοιμοι πείτε όλοι μαζί πάμε .

Human: <...> Πάμε <...> (49.5%)

Robot: Ωραία παιδιά ξεκινάμε δείξτε μου την πρώτη εικόνα .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Έφηβος <...> (61.42%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , της Υστεροκλασσικής πρώιμης Ελληνιστικής περιόδου , δηλαδή 340 προ Χριστού. Ανεγκύθηκα από ναύαγιο του πρώτου αιώνα προ Χριστού

Robot: Δείξτε μου την επόμενη εικόνα

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Δίας <...> (41.14%)

Human: <...> Δισκοβολος <...> (61.47%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (46.62%)

Human: <...> Αστυλος <...> (64.5%)

Robot: Πολύ σωστά. Ο Πausανίας αναφέρει ότι εγώ ο Άστυλος ήμουν νικητής σε τρεις συνεχόμενες Ολυμπιάδες , από το 488 έως το 480 προ Χριστού στα αγωνίσματα του σταδίου και του διαύλου

Robot: Δείξτε μου την επόμενη εικόνα

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (57.58%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ορειχάλκινο γλυπτό του Δια με κεραυνό .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Δισκοβόλος <...> (53.49%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , νεαρός δισκοβόλος , λίγο πριν ρίξω τον δίσκο. Με έφτιαξε ο καλλιτέχνης Μύρωνας περίπου το 450 προ Χριστού .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Robot: Για να σας δω

Human: <...> Ερμης <...> (49.41%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Εφηβος <...> (58.64%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ο έφηβος προσευχόμενος , ένα ελληνιστικό άγαλμα και φυλάσσομαι στο Μουσείο του Βερολίνου .

Robot: Αυτό ήταν το παιχνίδι για σήμερα παιδιά. Αν θέλετε να ξαναπαίζετε ρωτήστε τη δασκάλα σας.

Robot: Γειά σας παιδιά. Με λένε NAO , και έχω έρθει εδώ για να παίζουμε και να μάθουμε μαζί. Είστε έτοιμοι ?

Human: <...> ναι <...> (50.75%)

Robot: Ήμουν σίγουρος. Σήμερα θα ασχοληθούμε με την πολιτιστική κληρονομιά. Θα ήθελα να χωριστείτε σε δύο ομάδες και όταν είστε έτοιμοι πείτε όλοι μαζί πάμε .

Human: <...> Πάμε <...> (43.3%)

Human: <...> Πάμε <...> (49.5%)

Robot: Ωραία παιδιά ξεκινάμε δείξτε μου την πρώτη εικόνα .

Robot: Για να σας δω

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Έφηβος <...> (43.83%)

Robot: Ευκολακι

Human: <...> Έφηβος <...> (48.88%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , της Υστεροκλασσικής πρώιμης Ελληνιστικής περιόδου , δηλαδή 340 προ Χριστού. Ανεκτύχηκα από ναυάγιο του πρώτου αιώνα προ Χριστού

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (45.66%)

Human: <...> Ερμης <...> (41.67%)

Human: <...> Διας <...> (48.06%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Αστυλος <...> (50.03%)

Robot: Πολύ σωστά. Ο Πausανίας αναφέρει ότι εγώ ο Άστυλος ήμουν νικητής σε τρεις συνεχόμενες Ολυμπιάδες , από το 488 έως το 480 προ Χριστού στα αγωνίσματα του σταδίου και του διαύλου

Robot: Πολύ ορθοστασία ρε παιδιά, πάμε για την επόμενη φωτογραφία γρήγορα!

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (56.71%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ορειχάλκινο γλυπτό του Δια με κεραυνό .

Robot: Άντε πάμε λίγο γρήγορα

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (49.41%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι μαρμάρινο σύμπλεγμα που απεικονίζω τον Θεό Ερμή να κρατάω τον μικρό Διόνυσο. Με έφτιαξε ο γλύπτης Πραξιτέλης περίπου το 340 προ Χριστού .

Robot: Μου ανέβηκε και η πρεσβιοπεια ρε παιδιά δε βλέπω καλά, καταλαβαίνετε γηρατειά

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (44.99%)

Human: <...> Έφηβος <...> (48.45%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , της Υστεροκλασικής πρώιμης Ελληνιστικής περιόδου , δηλαδή 340 προ Χριστού. Ανεκύβηκα από ναυάγιο του πρώτου αιώνα προ Χριστού

Έπειτα είχε σειρά η 5<sup>η</sup> Δημοτικού.

Robot: Γεια σας παιδιά. Με λένε NAO , και έχω έρθει εδώ για να παίξουμε και να μάθουμε μαζί. Είστε έτοιμοι ?

Human: <...> ναι <...> (49.65%)

Robot: Ήμουν σίγουρος. Σήμερα θα ασχοληθούμε με την πολιτιστική κληρονομιά. Θα ήθελα να χωριστείτε σε δύο ομάδες και όταν είστε έτοιμοι πείτε όλοι μαζί πάμε .

Robot: Καλά ντε

Human: <...> Πάμε <...> (48.3%)

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (46.67%)

Human: <...> Αστυλος <...> (48.45%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Εφηβος <...> (47.53%)

Human: <...> Αστυλος <...> (47.1%)

Human: <...> Διας <...> (47.82%)

Human: <...> Ερμης <...> (48.54%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (39.75%)

Human: <...> Δισκοβόλος <...> (55.56%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , νεαρός δισκοβόλος , λίγο πρίν ρίξω τον δίσκο. Με έφτιαξε ο καλλιτέχνης Μύρωνας περίπου το 450 προ Χριστού .

Robot: Για πάμε για την επόμενη εικόνα

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (45.8%)

Human: <...> Αστυλος <...> (46.57%)

Human: <...> Ποσειδωνας <...> (49.5%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι αριστουργηματικό έργο αρχαίας ελληνικής τέχνης. Φιλοξενούμαι στο εθνικό αρχαιολογικό μουσείο. Πιστεύεται ότι αναπαριστώ τον Δια που κραδαίνει μύδρο ή κεραυνό ή τον Ποσειδώνα που κρατά την τρίαινα. Το αντικείμενο που κρατούσα δεν βρέθηκε

Robot: Για πάμε

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (49.41%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (39.51%)

Human: <...> Δισκοβολος <...> (59.65%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Αστυλος <...> (45.71%)

Human: <...> Αστυλος <...> (50.75%)

Robot: Πολύ σωστά. Ο Πausανίας αναφέρει ότι εγώ ο Άστυλος ήμουν νικητής σε τρεις συνεχόμενες Ολυμπιάδες , από το 488 έως το 480 προ Χριστού στα αγωνίσματα του σταδίου και του διαύλου

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (52.24%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ορειχάλκινο γλυπτό του Δια με κεραυνό .

Robot: Πάμε Διονύση

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (48.88%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Μεγάλα λόγια

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Robot: Σιγά μη το βρείτε

Human: <...> Έφηβος <...> (48.88%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , της Υστεροκλασσικής πρώιμης Ελληνιστικής περιόδου , δηλαδή 340 προ Χριστού. Ανεγκύθηκα από ναύαγιο του πρώτου αιώνα προ Χριστού

Robot: Αυτό ήταν το παιχνίδι για σήμερα παιδιά. Αν θέλετε να ξαναπαίξετε ρωτήστε τη δασκάλα σας.

Και τέλος η 6<sup>η</sup> Δημοτικού.

Robot: Γειά σας παιδιά. Με λένε NAO , και έχω έρθει εδώ για να παίξουμε και να μάθουμε μαζί. Είστε έτοιμοι ?

Human: <...> ναι <...> (55.13%)

Robot: Ήμουν σίγουρος. Σήμερα θα ασχοληθούμε με την πολιτιστική κληρονομιά. Θα ήθελα να χωριστείτε σε δύο ομάδες και όταν είστε έτοιμοι πείτε όλοι μαζί πάμε .

Human: <...> Πάμε <...> (54.89%)

Robot: Ωραία παιδιά ξεκινάμε δείξτε μου την πρώτη εικόνα .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Αντικυθήρων <...> (52.58%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , της Υστεροκλασσικής πρώιμης Ελληνιστικής περιόδου , δηλαδή 340 προ Χριστού. Ανεγκύθηκα από ναύαγιο του πρώτου αιώνα προ Χριστού

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ποσειδωνας <...> (62.29%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (43.5%)

Human: <...> Δίας <...> (58.01%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ορειχάλκινο γλυπτό του Δια με κεραυνό .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Δίας <...> (56.52%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ορειχάλκινο γλυπτό του Δια με κεραυνό .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (41.81%)

Human: <...> Ερμης <...> (46.81%)

Human: <...> Δισκοβόλος <...> (65.41%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , νεαρός δισκοβόλος , λίγο πριν ρίξω τον δίσκο. Με έφτιαξε ο καλλιτέχνης Μύρωνας περίπου το 450 προ Χριστού .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Προσευχόμενος <...> (54.79%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ο έφηβος προσευχόμενος , ένα ελληνιστικό άγαλμα και φυλάσσομαι στο Μουσείο του Βερολίνου .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Δίας <...> (48.11%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Αστυλος <...> (57.15%)

Robot: Πολύ σωστά. Ο Πausanias αναφέρει ότι εγώ ο Αστυλος ήμουν νικητής σε τρεις συνεχόμενες Ολυμπιάδες , από το 488 έως το 480 προ Χριστού στα αγωνίσματα του σταδίου και του διαύλου

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ερμης <...> (50.51%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι μαρμάρινο σύμπλεγμα που απεικονίζω τον Θεό Ερμή να κρατάω τον μικρό Διόνυσο. Με έφτιαξε ο γλύπτης Πραξιτέλης περίπου το 340 προ Χριστού .

Robot: Γειά σας παιδιά. Με λένε NAO , και έχω έρθει εδώ για να παίξουμε και να μάθουμε μαζί. Είστε έτοιμοι ?

Human: <...> ναι <...> (52.72%)

Robot: Ήμουν σίγουρος. Σήμερα θα ασχοληθούμε με την πολιτιστική κληρονομιά. Θα ήθελα να χωριστείτε σε δύο ομάδες και όταν είστε έτοιμοι πείτε όλοι μαζί πάμε .

Human: <...> Πάμε <...> (38.88%)

Human: <...> Πάμε <...> (47.29%)

Human: <...> Πάμε <...> (61.23%)

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Έφηβος <...> (48.35%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , της Υστεροκλασσικής πρώιμης Ελληνιστικής περιόδου , δηλαδή 340 προ Χριστού. Ανεγκύθηκα από ναύαγιο του πρώτου αιώνα προ Χριστού

Robot: Αυτό ήταν το παιχνίδι για σήμερα παιδιά. Αν θέλετε να ξαναπαίξετε ρωτήστε τη δασκάλα σας.

Αυτά ήταν τα αποτελέσματα που πήραμε και από τις τέσσερις τάξεις. Παρακάτω θα παρουσιαστεί και ένα δοκιμαστικό που έγινε πριν ξεκινήσουμε και να βρούμε τυχόν διαφορές.



Robot: Γεια σας παιδιά. Με λένε NAO , και έχω έρθει εδώ για να παίξουμε και να μάθουμε μαζί. Είστε έτοιμοι ?

Human: <...> ναι <...> (65.13%)

Robot: Ήμουν σίγουρος. Σήμερα θα ασχοληθούμε με την πολιτιστική κληρονομιά. Θα ήθελα να χωριστείτε σε δύο ομάδες και όταν είστε έτοιμοι πείτε όλοι μαζί πάμε .

Human: <...> Πάμε <...> (64.89%)

Robot: Ωραία παιδιά ξεκινάμε δείξτε μου την πρώτη εικόνα .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Αντικυθήρων <...> (72.58%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , της Υστεροκλασσικής πρώιμης Ελληνιστικής περιόδου , δηλαδή 340 προ Χριστού. Ανεκύβηκα από ναυάγιο του πρώτου αιώνα προ Χριστού

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Ποσειδωνας <...> (72.29%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (68.01%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ορειχάλκινο γλυπτό του Δια με κεραυνό .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (66.52%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ορειχάλκινο γλυπτό του Δια με κεραυνό .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Δισκοβόλος <...> (65.41%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι χάλκινο άγαλμα , νεαρός δισκοβόλος , λίγο πριν ρίξω τον δίσκο. Με έφτιαξε ο καλλιτέχνης Μύρωνας περίπου το 450 προ Χριστού .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Προσευχόμενος <...> (74.79%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι ο έφηβος προσευχόμενος , ένα ελληνιστικό άγαλμα και φυλάσσομαι στο Μουσείο του Βερολίνου .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Διας <...> (68.11%)

Robot: Λάθος ξαναπροσπάθησε .

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι ?

Human: <...> Αστυλος <...> (67.15%)

Robot: Πολύ σωστά. Ο Πausanias αναφέρει ότι εγώ ο Άστυλος ήμουν νικητής σε τρεις συνεχόμενες Ολυμπιάδες , από το 488 έως το 480 προ Χριστού στα αγωνίσματα του σταδίου και του διαύλου

Robot: Για πείτε μου ποιος είμαι?

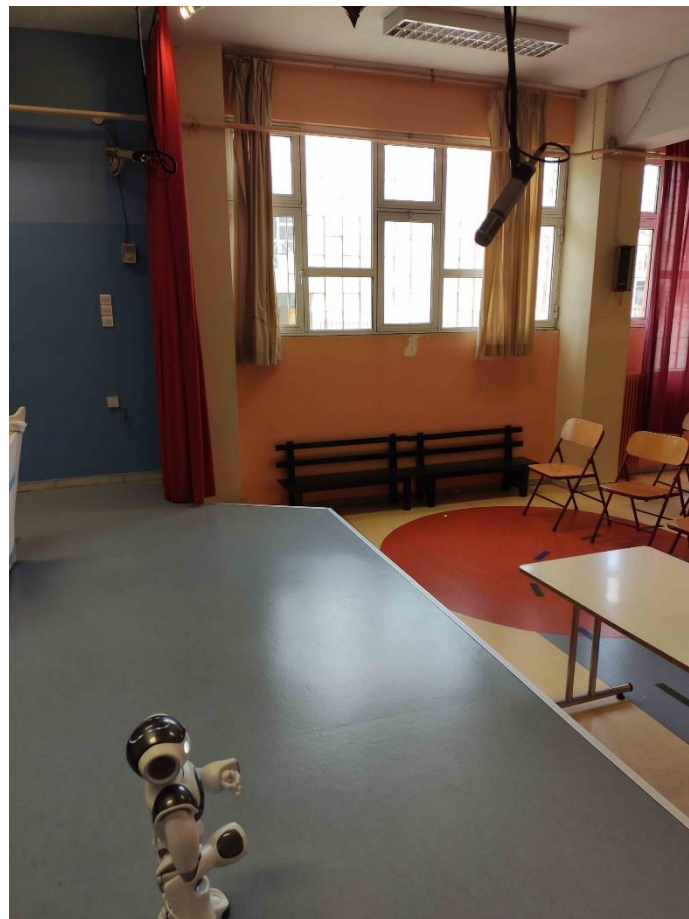
Human: <...> Ερμης <...> (70.51%)

Robot: Πολύ σωστά. Είμαι μαρμάρινο σύμπλεγμα που απεικονίζω τον Θεό Ερμή να κρατάω τον μικρό Διόνυσο. Με έφτιαξε ο γλύπτης Πραξιτέλης περίπου το 340 προ Χριστού.

Η κύρια διαφορά είναι στο ποσοστό επί τις εκατό που αντιλαμβάνεται το NAO.



**Εικόνα 63, Εφαρμογή**



**Εικόνα 64, Εφαρμογή**





**Εικόνα 65, Εφαρμογή**



**Εικόνα 66, Εφαρμογή**