



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

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ  
ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ  
ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ &  
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**Δήμητρα Βλαστού**  
**Αριθμός Μητρώου 71347454**

**Εισηγητές:**  
**Ιωάννης Βογιατζής**

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ  
ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ  
ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**Δήμητρα Βλαστού  
Αριθμός Μητρώου 71347454**

**Εισηγητές:  
Ιωάννης Βογιατζής**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

<b>Α/Α</b>	<b>ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
1	Βογιατζής Ιωάννης	Καθηγητής	
2	Φατούρος Σταύρος	Καθηγητής	
3	Γιαννακόπουλος Παναγιώτης	Καθηγητής	

**Ημερομηνία εξέτασης 12/10/2023**

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

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

Η Δηλούσα

Βλαστού Δήμητρα



**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για τη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**



# ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

## Title

Study of a robotic system for the avoidance of infectious diseases through autonomous support of patients in a controlled & protected environment.

## Περίληψη

Θα μελετηθούν οι προδιαγραφές για παρόμοια συστήματα καθώς και οι συνθήκες υγιεινής και αποστείρωσης στις οποίες θα πρέπει να εργάζεται το σύστημα αυτό. Θα αναφερθούν πιθανοί κίνδυνοι, αδυναμίες και εμπόδια τα οποία θα πρέπει να αντιμετωπίζει.

## Abstract

Standards criteria and similar systems as well as hygienic and sterilization conditions in which the system is applied will be examined accordingly. Possible dangers, weaknesses and obstacles that the system might face will be examined as well and mentioned in the work below.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

## Πίνακας Περιεχομένων

Title.....	8
Περίληψη.....	8
Abstract .....	8
Κατάλογος Πινάκων .....	14
1.Στόχος .....	16
2. Πρόβλημα .....	16
2.1 Νοσοκομειακές λοιμώξεις .....	16
2.1.1 Τρόποι μετάδοσης .....	16
2.1.3 Αντιμετώπιση – Μέθοδοι πρόληψης.....	17
2.2 Κορονοϊός ( Covid-19 ) .....	19
2.2.1 Σοβαρότητα του προβλήματος – κρούσματα και θανάτοι.....	19
2.2.2 Συμπτώματα .....	21
2.2.3 Μετάδοση του ιού .....	21
2.2.4 Ο κορονοϊός ως νοσοκομειακή λοίμωξη.....	22
2.3 Λύση του προβλήματος.....	23
3. Παρόμοια συστήματα που υπάρχουν ήδη στην αγορά.....	24
3.1 Αυτόνομα μηχανήματα της Amazon .....	24
3.1.1 Ρομποτικός βραχίονας .....	25
3.1.2 Κινητές μονάδες.....	26
3.1.3 Amazon scout .....	29
3.2 Canvas Technology .....	30
3.3 Ρομποτικές ηλεκτρικές σκούπες .....	32
3.3.1 Ρομποτικές σκούπες Xiaomi .....	33
3.4 Drones .....	36
3.5 Πατέντες.....	37
3.5.1 US11086328B2.....	37
3.5.2 US20230168679A1.....	45
3.5.3 US20220024486A1.....	47
3.6 Σύγκριση.....	49
4. Προδιαγραφές συστήματος.....	50
4.1 Δυνατότητα κίνησης σε έτοιμους χώρους.....	50

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

4.2	Δυνατότητα αποστείρωσης και απολυμανσης .....	50
4.2.1	Λάμπες UVC .....	50
4.2.2	Αποστείρωση σε κλίβανο .....	51
4.3	Αποφυγή λάθους ανάθεσης φαρμάκων .....	52
4.3.1	Αναγνώριση προσώπου .....	52
4.3.2	Αναγνώριση φλεβικού μοτίβου .....	53
4.4	Αυτονομία κίνησης .....	54
5.	Πιθανή υλοποίηση .....	55
5.1	Arduino .....	56
5.1.1	Arduino Uno R3 .....	57
5.1.2	Arduino Uno R4 WiFi .....	58
5.2	Πιθανά συστήματα πλοήγησης .....	59
5.2.1	Map-based navigation .....	59
5.2.2	Dead Reckoning .....	66
5.2.3	SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) .....	67
5.4	Αισθητήρες .....	68
5.4.1	Ultrasonic Distance Sensors .....	68
5.4.2	Infrared Sensors .....	69
5.4.3	LIDAR .....	71
5.4.5	Light dependent resistor (LDR) .....	72
5.4.6	Infrared Temperature Sensor .....	73
5.4.7	Αισθητήρας παλμών .....	74
5.5	Υλικό κατασκευής .....	75
5.5.1	Χαλκός .....	75
5.5.2	Ανοξείδωτος χάλυβας (Inox) .....	76
5.6	Τροχοί κίνησης .....	77
5.6.1	Omni-directional wheel .....	77
5.6.2	Swivel caster .....	80
5.7	Ανακεφαλαίωση .....	81
6.	Συμπεράσματα .....	82
6.1	Δυνατά σημεία .....	82
6.2	Αδυναμίες .....	82

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

6.3 Απειλές.....	82
6.4 Επιπλέον δυνατότητες.....	82
Βιβλιογραφία.....	84

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

## Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 Η δομή του κορονοϊού .....	19
Εικόνα 2 Κρούσματα κορονοϊού ανα ημέρα .....	20
Εικόνα 3 Θάνατοι απο κορονοϊό ανα ημέρα .....	20
Εικόνα 4 Λειτουργία ρομποτικών συστημάτων με συναργασία ανθρώπων .....	24
Εικόνα 5 Robostow .....	25
Εικόνα 6 Kiva(DU 1000) .....	26
Εικόνα 7 Hercules robot(DU 3000).....	26
Εικόνα 8 Pegasus robot .....	27
Εικόνα 9 Pegasus robot με την προσθήκη μεταφορικού ιμάντα.....	27
Εικόνα 10 Xanthus .....	28
Εικόνα 11 Amazon scout.....	29
Εικόνα 12 Canvas cart.....	30
Εικόνα 13 Εικονικός χάρτης εργοστασίου .....	30
Εικόνα 14 Σύστημα καμερών του Canvas cart.....	31
Εικόνα 15 Σύγκριση 2D LiDAR αισθητήρων και Canvas 3D Map .....	31
Εικόνα 16 Ρομποτική ηλεκτρική σκούπα Trilobite v.2 .....	32
Εικόνα 17 Πρώτη διαδρομή της ρομποτικής σκούπας σε νέο χώρο .....	33
Εικόνα 18 Η ρομποτική σκούπα εντοπίζει τα δύο αντικείμενα με την βοήθεια του Laser Distance Sensor .....	34
Εικόνα 19 Χάρτογράφηση του χώρου απο την ρομποτική σκούπα .....	34
Εικόνα 20 Αισθητήρας ToF .....	35
Εικόνα 21 Απεικόνιση της ρομποτικής σκούπας που αποφεύγει τα αντικείμενα .....	35
Εικόνα 22 Drone Docking station .....	36
Εικόνα 23 Αυτόνομο αμαξίδιο. US11086328B2 .....	37
Εικόνα 24 Αναλυτική παρουσίαση των εξαρτημάτων του αυτόνομου καροτσιού .....	38
Εικόνα 25 Αναλυτική παρουσίαση των εξαρτημάτων που βρίσκονται στο κάτω μέρος του αμαξιδίου ..	39
Εικόνα 26 Αναλυτική παρουσίαση των εξαρτημάτων που αποτελείται κάθε μονάδα κίνησης του αμαξιδίου .....	40
Εικόνα 27 Η κάτοψη τομής του αμαξιδίου στην βάση του .....	41
Εικόνα 28 Κάθετη τομή στο συγκρότημα τροχού .....	42
Εικόνα 29 Κάθετη τομή του συγκροτήματος κυψέλης φορτίου .....	43
Εικόνα 30 Στιγμιότυπο διαδικτυακής διεπαφής για την παρακολούθηση και τον έλεγχο ενός ή περισσότερων αυτόνομων αμαξιδίων .....	44
Εικόνα 31 Ρομποτικό αμαξίδιο US20230168679A1 .....	45
Εικόνα 32 Ρομποτικό αμαξίδιο με προσαρτημένα δύο ράφια .....	46
Εικόνα 33 Ρομποτικό αμαξίδιο με προσαρτημένο ντουλάπι .....	46
Εικόνα 34 Αυτόνομο όχημα US20220024486A1 .....	47
Εικόνα 35 Επιλογή ατόμου που θα ακολουθήσει .....	48
Εικόνα 36 UVC λάμπα.....	50
Εικόνα 37 Διάγραμμα ροής υποχρεωτικής κίνησης .....	51
Εικόνα 38 Face ID .....	52
Εικόνα 39 Palm vein scanner .....	53

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Εικόνα 40 Μπαταρία Λιθίου ιόντων .....	54
Εικόνα 41 Arduino Uno R3 .....	57
Εικόνα 42 Arduino Uno R4 WiFi .....	58
Εικόνα 43 Υπολογισμός καλύτερης διαδρομής με Dijkstra σε χάρτη πλέγματος .....	59
Εικόνα 44 Υπολογισμός απόστασης κελιών απο S σε χάρτη πλέγματος .....	60
Εικόνα 45 Υπολογισμός καλύτερης διαδρομής με Dijkstra σε συνεχή χάρτη .....	61
Εικόνα 46 Το γράφημα που σχεδιάστηκε με βάση την Εικόνα 45 .....	61
Εικόνα 47 Ο συνεχής χάρτης με γραμμές απο γωνία σε γωνία.....	62
Εικόνα 48 Το γράφημα που σχεδιάστηκε με βάση την Εικόνα 47 .....	62
Εικόνα 49 Παράδειγμα απλού χάρτη .....	63
Εικόνα 50 Υπολογισμός κελιών με τον αλγόριθμο A* .....	64
Εικόνα 51 Υπολογισμός συνάρτησης f .....	64
Εικόνα 52 Υπολογισμός καλύτερου μονοπατιού .....	65
Εικόνα 53 Σφάλμα Dead reckoning .....	66
Εικόνα 54 Χαρτογράφηση με αισθητήρες 2D Lidar .....	67
Εικόνα 55 HC-SR04Ultrasonic sensor .....	68
Εικόνα 56 LED Infrared sensor .....	69
Εικόνα 57 Σύστημα infrared sensor .....	70
Εικόνα 58 Αισθητήρας Lidar .....	71
Εικόνα 59 Αισθητήρας φωτός.....	72
Εικόνα 60 Infrared Temperature Sensor .....	73
Εικόνα 61 Αισθητήρας παλμών .....	74
Εικόνα 62 Χαλκός .....	75
Εικόνα 63 Ανοιξείδωτος χάλυβας .....	76
Εικόνα 64 Η πρώτη omni-directional wheel που σχεδιάστηκε το 1919 στην πατέντα του J. Grabowiecki	77
Εικόνα 65 Omni-directional wheel με διπλή πλάκα.....	78
Εικόνα 66 Mecanum wheel .....	78
Εικόνα 67 Πιθανοί τρόποι κίνησης των τροχών Mecanum για την αναπαραγωγή του επιθυμητού συνολικού διανύσματος.....	79
Εικόνα 68 Swivel caster , US1341630A 01/06/1920 .....	80

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1	Θερμοκρασίες ανάπτυξης μικροοργανισμών σύμφωνα με την πηγή [2] της Βιβλιογραφίας .	17
Πίνακας 2	Χρόνοι και θερμοκρασίες αποστείρωσης σύμφωνα με την πηγή [2] της Βιβλιογραφίας .....	18
Πίνακας 3	Θάνατοι απο κορονοϊό ανα περιοχές στον κόσμο .....	19
Πίνακας 4	Συχνότητα συμπτωμάτων covid-19 σύμφωνα με την πηγη [6] της Βιβλιογραφίας.....	21
Πίνακας 5	Θάνατοι προσωπικού υγείας απο κορονοϊό ανα περιοχές στον κόσμο .....	22
Πίνακας 6	Κρούσματα νοσοκομειακής λοίμωξης κορονοϊού ασθενών .....	22
Πίνακας 7	Σύγκριση βασικών χαρακτηριστικών.....	49
Πίνακας 8	Σύγκριση των τεχνικών χαρακτηριστικών των Arduino UNO, Nano, Mega.....	56
Πίνακας 9	Τεχνικά χαρακτηριστικά Arduino Uno R4 WiFi .....	58

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**



# ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

## 1. Στόχος

Εξαιτίας του covid-19 και γενικότερα των νοσοκομειακών λοιμώξεων, είναι απαραίτητη η μείωση της αλληλεπίδρασης των ανθρώπων μεταξύ τους και ειδικότερα αυτήν στα νοσοκομεία, μεταξύ ασθενών και νοσοκόμων.

## 2. Πρόβλημα

### 2.1 Νοσοκομειακές λοιμώξεις

Νοσοκομειακή λοίμωξη ορίζεται η λοίμωξη ( δηλαδή η ύπαρξη μικροβίων σε μέρος του οργανισμού που δεν είναι αναμενόμενη, με αποτέλεσμα την δημιουργία φλεγμονής), η οποία παρουσιάζεται σε κάποιον ασθενή, στο νοσηλευτικό προσωπικό και στους επισκέπτες, μέσα στον χώρο του νοσοκομείου. Πιο συγκεκριμένα, για την κατηγορία των νοσηλευόμενων ασθενών, νοσοκομειακή λοίμωξη ονομάζεται η λοίμωξη η οποία εκδηλώθηκε αφότου πέρασαν 48 με 72 ώρες από την εισαγωγή τους στο νοσοκομείο. Στην περίπτωση της ηπατίτιδας, αλλά και σε μετεγχειρητικά τραύματα η εκδηλωσή αυτή μπορεί να συμβεί ακόμη και μήνες ή και χρόνια μετά.

Αποτελεί λοιπόν ένα μείζον πρόβλημα δημόσιας υγείας, αφού αυξάνει την νοσηρότητα, την θνησιμότητα, την διάρκεια και το κόστος νοσηλείας και με αποτέλεσμα να θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια όλων. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση κάθε χρόνο, περίπου 4.100.000 ασθενείς εμφανίζουν νοσοκομειακή λοίμωξη, ενώ ο εκτιμώμενος αριθμός θανάτων εξαιτίας της αγγίζει τις 37.000 σύμφωνα με τον Εθνικό Οργανισμό Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ) .

Οι πιο συνηθισμένες νοσοκομειακές λοιμώξεις είναι οι εξής:

1. Νοσοκομειακή πνευμονία
2. Λοιμώξεις κεντρικών φλεβικών καθετήρων
3. Χειρουργικές λοιμώξεις
4. Ουρολοιμώξεις
5. Νοσοκομειακή μηνιγγίτιδα

#### 2.1.1 Τρόποι μετάδοσης

Οι συνηθισμένοι τρόποι μετάδοσης των νοσοκομειακών λοιμώξεων στο σύνολό τους είναι οι εξής [21]:

1. Εξ' επαφής, δηλαδή με την άμεση ή έμμεση επαφή ενός φορέα με τον ξενιστή.
2. Μέσω ουσιών, όπως είναι το φαγητό, το νερό, τα φάρμακα, το αίμα και γενικά βιολογικά υγρά.
3. Μέσω του αέρα, όταν οι πυρήνες των μολυσματικών παραγόντων ή η σκόνη αιωρούνται και εισπνευσθούν από τον φορέα.
4. Μέσω μεταφορέα, δηλαδή μέσω εντόμων ή και ζώων.

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 2.1.3 Αντιμετώπιση – Μέθοδοι πρόληψης

Πολύ σημαντική είναι η πρόληψη στα νοσοκομεία, για να μειωθεί όσο γίνεται το συγκεκριμένο φαινόμενο. Οι εργαζόμενοι αλλά και οι ασθενείς θα πρέπει να τηρούν τα μέτρα υγιεινής, όπως συχνό πλύσιμο χεριών αλλά και η απαραίτητη ένδυση, όπως μάσκα και ποδιά. Σημαντικό επίσης είναι η απολύμανση και η αποστείρωση.

#### 2.1.3.1 Απολύμανση

Απολύμανση είναι η διαδικασία με την οποία εξαλείπονται ή μειώνονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί από αντικείμενα και επιφάνειες. Χρησιμοποιώντας μικροβιοκτόνα, δηλαδή χημικές ουσίες οι οποίες καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς, αυτά είναι τα γνωστά σε όλους απολυμαντικά και αντισηπτικά αναλόγως την χρήση.

#### 2.1.3.2 Αποστείρωση

Αποστείρωση είναι η διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται πλήρης εξάλειψη και καταστροφή όλων των μικροβίων από ένα αντικείμενο με φυσικά ή χημικά μέσα. Για να χαρακτηριστεί μια διαδικασία ως αποστείρωση θα πρέπει να τηρηθούν συγκεκριμένες προδιαγραφές σύμφωνα με το ISO 14937:2009. Το αποδεκτό όριο αποστείρωσης είναι  $\log(10^{-6})$  δηλαδή 1/1.000.000.

Η διαδικασία αποστείρωσης των εργαλείων και επιφανειών των νοσοκομείων είναι η εξής, αρχικά γίνεται ο καθαρισμός με ζεστό ή κρύο νερό με προϊόν καθαρισμού, έπειτα ακολουθεί το στέγνωμά τους, η λίπανσή στους συνδέσμους και τις αρθρώσεις των εργαλείων για να αποφευχθεί η τριβή των μετάλλων και η αποστείρωση. Είναι σημαντικό να αποθηκεύονται σε κατάλληλα μέρη για να μην εκτεθούν σε μικρόβια.

Οι μέθοδοι αποστείρωσης είναι:

1. Θερμότητα
2. Θερμός αέρας
3. Βρασμός νερού
4. Ατμός υπο πίεση
5. Ethylene oxide (ETO)
6. Υπεροξειδίου του υδρογόνου  $H_2O_2$
7. Φορμαλδεϋδη
8. Ιονίζουσα ακτινοβολία

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι θερμοκρασίες στις οποίες αναπτύσσονται μικροοργανισμοί:

Είδος βακτηρίων	Ελάχιστη θερμοκρασία(°C)	Άριστη θερμοκρασία(°C)	Μέγιστη θερμοκρασία(°C)
Ψυχρόφιλα	0-7	5-10	37
Μεσόφιλα	5-10	35-37	40-45
Θερμόφιλα	40-45	50-65	75-85

Πίνακας 1 Θερμοκρασίες ανάπτυξης μικροοργανισμών σύμφωνα με την πηγή [2] της Βιβλιογραφίας

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Λαμβάνοντας υπ' όψιν αυτές τις θερμοκρασίες υπολογίστηκαν και οι θερμοκρασίες και οι χρόνοι αποστείρωσης σε κλίβανο, οι οποίες φαίνονται παρακάτω:

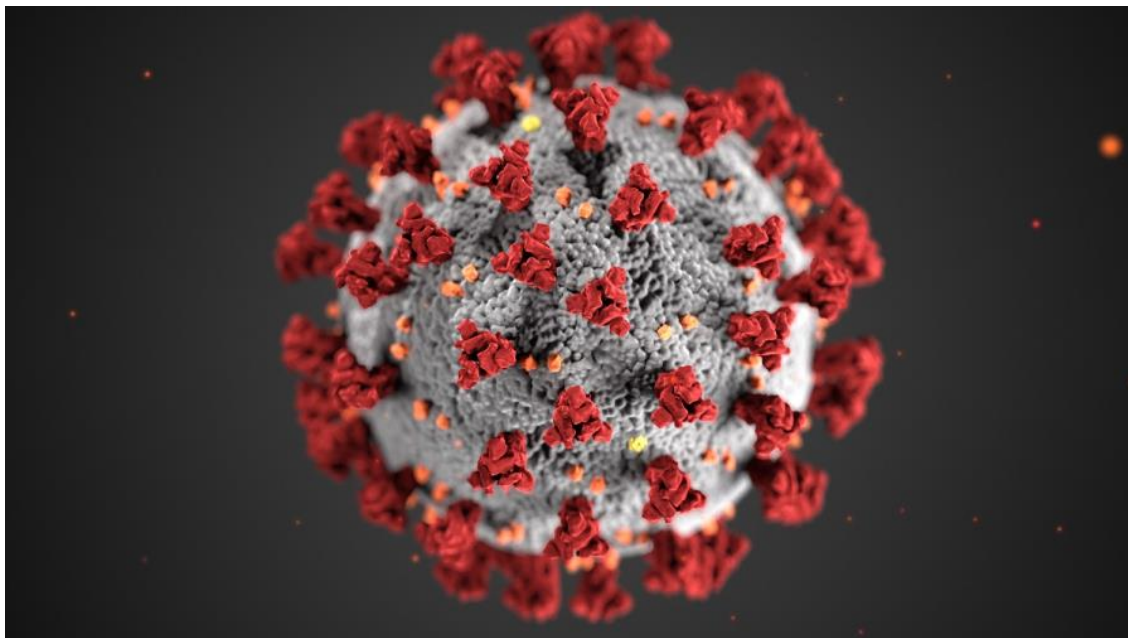
<b>Διαδικασία</b>	<b>Θερμοκρασία (°C)</b>	<b>Διάρκεια κλιβανισμού (min)</b>
<b>Ξηροί κλίβανοι</b>	160	120
	170	60
	180	30
<b>Υγροί κλίβανοι</b>	121	15
	126	10
	134	3

*Πίνακας 2 Χρόνοι και θερμοκρασίες αποστείρωσης σύμφωνα με την πηγή [2] της Βιβλιογραφίας*

# ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

## 2.2 Κορονοϊός ( Covid-19 )

Ο κορονοϊός εμφανίστηκε στα τέλη του 2019, πιθανώς στην πόλη Γουχάν της Κίνας. Ένας πολύ μεταδοτικός ιός, ο οποίος στη συνέχεια μεταδόθηκε σε άλλες 212 χώρες. Τα περισσότερα κρούσματα σημειώθηκαν στην Κίνα, στις ΗΠΑ, την Ινδία, την Βραζιλία, την Ρωσία, την Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο, την Τουρκία, την Ιταλία, την Ισπανία, την Γερμανία, την Κολομβία, την Αργεντινή και το Μεξικό [6]. Ύστερα υπήρξαν αρκετές μεταλλάξεις και με αυτόν τον τρόπο συνεχίστηκε η διασπορά του ιού στην κοινότητα, μέχρι και σήμερα. Η Ελλάδα μέχρι στιγμής, έχει προσμετρήσει εργαστηριακά 5.548.487 κρούσματα και 34.779 νεκρούς.



Εικόνα 1 Η δομή του κορονοϊού  
Πηγή: <https://www.cdc.gov/museum/timeline/covid19.html>

### 2.2.1 Σοβαρότητα του προβλήματος – κρούσματα και θάνατοι

Παγκοσμίως, μέχρι σήμερα έχουν εμφανισθεί 695,781,734 κρούσματα απο τα οποία τα 6,919,573 εξελίχθηκαν σε θανάτους.

Στον πίνακα παρακάτω φαίνονται τα νούμερα θανάτων απο κορονοϊό σε περιοχές ανα τον κόσμο στο χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2020 έως Μάιος 2021 σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας:

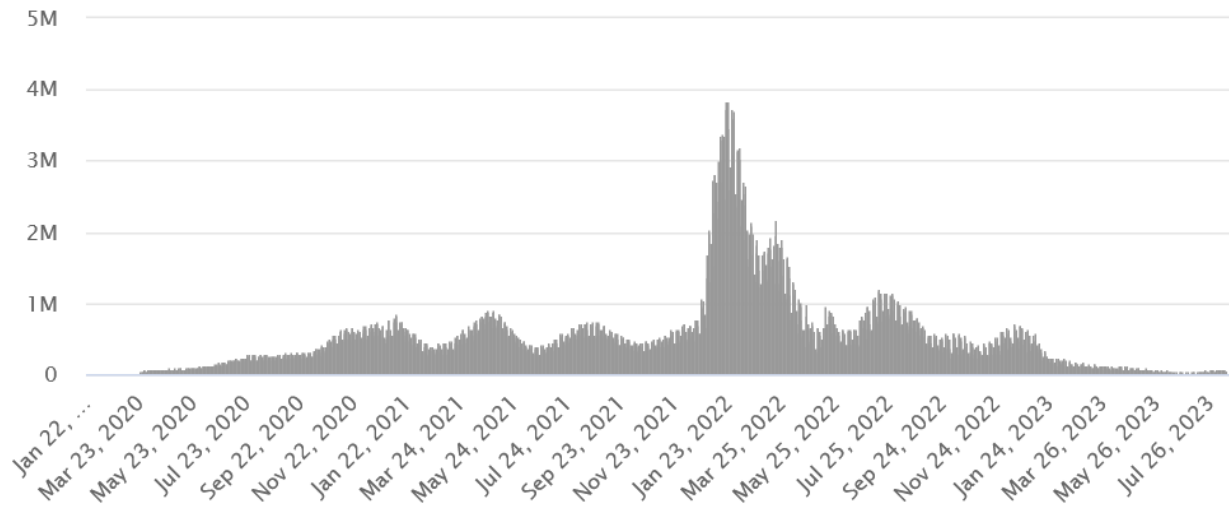
Αφρική	84,376
Αμερική	1,575,005
Νοτιοανατολική Ασία	335,603
Ευρώπη	1,116,828
Ανατολική Μεσόγειος	189,532
Δυτικός Ειρηνικός	40,393
Σύνολο	3,341,737

Πίνακας 3 Θάνατοι απο κορονοϊό ανα περιοχές στον κόσμο

Παρατηρείται πως οι περισσότεροι θάνατοι υπήρχαν στην Αμερική και αμέσως μετά στην Ευρώπη.

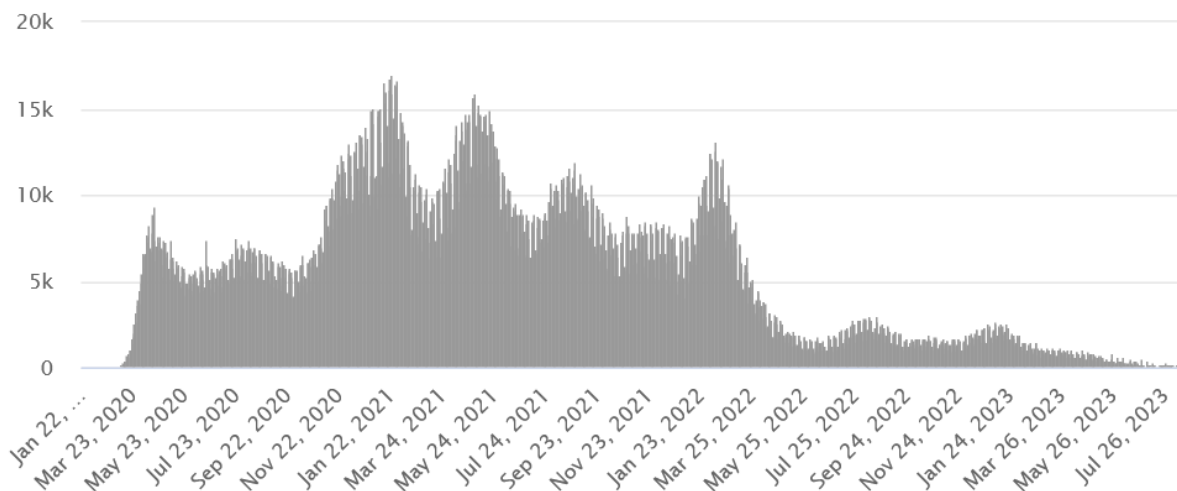
## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Παρακάτω φαίνονται σε χρονικό διάγραμμα τα κρούσματα κορονοϊού παγκοσμίως απο τον Ιανουάριο του 2020 έως τον Ιούλιο του 2023, τα περισσότερα σημειώθηκαν στις 21 Ιανουαρίου 2022 με 3,847,143 κρούσματα:



Εικόνα 2 Κρούσματα κορονοϊού ανα ημέρα  
Πηγή: <https://www.worldometers.info/coronavirus/#countries>

Ενώ στο παρακάτω χρονικό διάγραμμα παρουσιάζονται οι θάνατοι απο κορονοϊό σε παγκόσμια κλίμακα απο τον Ιανουάριο του 2020 έως τον Ιούλιο του 2023, οι περισσότεροι σημειώθηκαν στις 21 Ιανουαρίου 2021 με τον αριθμό να φτάνει τους 16,951 θανάτους:



Εικόνα 3 Θάνατοι απο κορονοϊό ανα ημέρα  
Πηγή: <https://www.worldometers.info/coronavirus/#countries>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 2.2.2 Συμπτώματα

Τα συμπτώματα ποικίλουν απο οργανισμό σε οργανισμό, κάποια απο αυτά είναι ο πυρετός, ο ξηρός βήχας, η κόπωση, ο πονόλαιμος και ο πονοκέφαλος. Ο χρόνος που χρειάζεται για να εμφανιστούν αυτα τα συμπτώματα , μπορεί να είναι εώς και 14 ημέρες, με μέσο όρο τις 5 ημέρες. Μερικοί ασθενείς συνέχισαν να νιώθουν ακόμη και για μήνες κούραση, δυσκολία αναπνοής, πόνο στις αρθρώσεις και στο στήθος και άλλα μέχρι και κατάθλιψη σε κάποιες περιπτώσεις.

Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας με την συχνότητα εμφάνισης των συμπτωμάτων στους ασθενείς.

Σύμπτωμα	Ποσοστό
Πυρετός	87.9%
Ξηρός βήχας	67.7%
Κόπωση	38.1%
Φλέγματα	33.4%
Δύσπνοια	18.6%
Μυαλγία ή αρθραλγία	14.8%
Πονόλαιμος	13.9%
Πονοκέφαλος	13.6%
Ρίγος	11.4%
Ναυτία ή εμετός	5.0%
Ρινική συμφόρηση	4.8%
Διάρροια	3.7%
Αιμόπτυση	0.9%
Επιπεφυκίτιδα	0.9%

Πίνακας 4 Συχνότητα συμπτωμάτων covid-19 σύμφωνα με την πηγη [6] της Βιβλιογραφίας

Το 80% περίπου, όσων εμφάνισαν συμπτώματα, δεν χρειάστηκαν νοσηλεία. Το 15% χρειάστηκε νοσηλεία με οξυγόνο. Ενώ το υπόλοιπο 5% των ασθενών χρειάστηκε να εισέλθει στην εντατική μονάδα, απο τους οποίους το ποσοστό θνησιμότητας κυμαίνεται απο 39% - 72%.

### 2.2.3 Μετάδοση του ιού

Ο μετάδοση του ιού μεταξύ ανθρώπων γίνεται μέσω των υγρών σωματιδίων τα οποία εξέρχονται από το στόμα ή τη μύτη ενός μολυσμένου ατόμου και εισέρχονται στο στόμα, τη μύτη ή τα μάτια του ατόμου που πρόκειται να μολυνθεί κι αυτό απο τον ιό. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν οι φορείς μιλούν, φτερνίζονται, βήχουν ή αναπνέουν έντονα [3]. Ο κίνδυνος μετάδοσης είναι πιο πιθανός όταν η απόσταση με το μολυσμένο άτομο είναι κοντινή, δηλαδή μικρότερη απο 2 μέτρα , ή ακόμα και σε μεγαλύτερη απόσταση σε εσωτερικούς, πολυσύχναστους και ανεπαρκώς αεριζόμενους χώρους. Η διάγνωση μπορεί να γίνει με τέστ PCR, rapid και self, παίρνοντας δηλαδή δείγμα απο την μύτη ή το στόμα και τοποθετώντας το σε ενα συγκεκριμένο διάλυμα, και αναλόγως την αντίδραση βγαίνει θετικό ή αρνητικό αποτέλεσμα .

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**2.2.4 Ο κορονοϊός ως νοσοκομειακή λοίμωξη**

Λόγω της τόσο εύκολης μετάδοσης του ιού, ο κορονοϊός αποτελεί και νοσοκομειακή λοίμωξη, αφού πολλοί είναι οι ιατροί και οι νοσοκόμοι οι οποίοι μολύνθηκαν από τον ιό από ασθενείς που περιθάλπτανε.

Σύμφωνα με δημοσιοποιήσεις της Public Services International, διεθνής συννομοσπονδία εργαζομένων του δημόσιου τομέα, από τον Μάρτιο του 2020 έως τον Δεκέμβριο του 2021 καταγράφηκαν τουλάχιστον 4.500 θάνατοι εργαζομένων στις υπηρεσίες υγείας στη Βραζιλία, οι οποίοι μολύνθηκαν από τον ιό Covid-19 μέσω των ασθενών που περιέθαλπταν.

Στον πίνακα παρακάτω φαίνονται τα νούμερα θανάτων των εργαζομένων υγείας και φροντίδας από κορονοϊό σε περιοχές ανά τον κόσμο στο χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2020 έως Μάιος 2021 σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας:

<b>Περιοχή</b>	<b>Αριθμός θανάτων</b>
Αφρική	2,003
Αμερική	56,997
Νοτιοανατολική Ασία	2,717
Ευρώπη	49,374
Ανατολική Μεσόγειος	1,804
Δυτικός Ειρηνικός	1,289
<b>Σύνολο</b>	<b>115,493</b>

*Πίνακας 5 Θάνατοι προσωπικού υγείας από κορονοϊό ανά περιοχές στον κόσμο*

Μέσα σε διάστημα 17 μηνών έχασαν την ζωή τους 115,493 εργαζόμενοι, οι οποίοι προσβλήθηκαν από τον ιό εν ώρα εργασίας και απέβη θανατηφόρος.

Εκτός του νοσηλευτικού προσωπικού όμως, βρέθηκαν κρούσματα νοσοκομειακής λοίμωξης κορονοϊού και αρκετοί ασθενείς οι οποίοι παρευρέθηκαν στο νοσοκομείο είτε για κάποια εξέταση είτε νοσηλεύονταν, για άλλο λόγο όμως.

Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας με κάποια από τα κρούσματα νοσοκομειακής λοίμωξης από κορονοϊό:

<b>Περιοχή</b>	<b>Ημερομηνία</b>	<b>Κρούσματα ασθενών με νοσοκομειακή λοίμωξη</b>	<b>Θάνατοι</b>
Πε-de-France, Γαλλία	1 Μαρτίου–5 Απριλίου 2020	15	2
Καναδάς	3-23 Μαΐου 2020	252	22
Νότια Κορέα	11 Φεβρουαρίου – 2 Μαρτίου 2020	119	7
11 νοσοκομεία στην Αγγλία και την Ιταλία	27 Φεβρουαρίου – 28 Απριλίου 2020	196	53

*Πίνακας 6 Κρούσματα νοσοκομειακής λοίμωξης κορονοϊού ασθενών*

### 2.3 Λύση του προβλήματος

Αντιλαμβανόμαστε πως οι λοιμώξεις είναι ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα για την ανθρωπότητα για το οποίο η Ιατρική έχει κάνει πολλές προσπάθειες να αντιμετωπίσει. Ο Covid-19 όμως και οι νοσοκομειακές λοιμώξεις γενικότερα, δυσκολεύουν αυτο το έργο, αυξάνοντας τα κρούσματα αλλά και μειώνοντας την δυνατότητα των εργαζομένων υγείας (ιατρούς και νοσοκόμους) να μπορούν να εργαστούν εφόσον πολλοί απο αυτούς βρίσκονται να είναι και αυτοί ασθενείς. Η αντιμετώπιση τους θα ήταν μια ανακούφιση στην κοινωνία, αφού θα αναστηλώσει τον ιατρικό μηχανισμό.

Η τεχνολογία έχει ραγδαία ανάπτυξη και είναι βοηθητική σε πολλούς τομείς, όπως και στην Ιατρική. Εμπνευσμένα από πολλά αυτοφερόμενα τα οποία έχουν κατασκευαστεί για διάφορες χρήσεις, όπως σκούπες οι οποίες σκουπίζουν και μεταφέρονται στον χώρο μόνες τους, βαλίτσες οι οποίες ακολουθούν ένα συγκεκριμένο άτομο και μετακινούνται μόνες τους, μηχανήματα που βοηθούν στην ταξινόμηση προϊόντων σε αποθήκες, παράδοση προϊόντων σε σπίτια και πολλά άλλα, ακόμη και αυτοκίνητα τα οποία μπορούν να οδηγήσουν μόνα τους. Όλα αυτά έχουν ως κοινό σημείο την αυτόνομη μεταφορά τους στον χώρο ως προς την διευκόλυνση των ανθρωπίνων αναγκών. Με παρόμοιο τρόπο λοιπόν, θα μπορούσαν να κατασκευαστούν αυτόματα και αυτόνομα συστήματα εξυπηρέτησης ασθενών, τα οποία θα «αντικαθιστούν» τον εργαζόμενο υγείας στα πολύ απλά καθήκοντα του, τα οποία είναι η μεταφορά φαγητών και φαρμάκων στους ασθενείς, όπου μπορούν να αυτοεξυπηρετηθούν. Με αποτέλεσμα την μείωση της αλληλεπίδρασης των ασθενών με τους νοσοκόμους, κάτι που είναι πολύ βοηθητικό, αφού τα πιο σημαντικά μέτρα πρόληψης του covid-19 είναι η κοινωνική αποστασιοποίηση. Αυτό επίσης μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του φόρτου εργασίας στο προσωπικό των νοσοκομείων και να τους επιτρέψει να επικεντρωθούν στα υπόλοιπα καθήκοντά τους, όπως η φροντίδα των ασθενών, αλλά και την αφιέρωση περισσότερου χρόνου για την τήρηση των μέτρων υγιεινής δηλαδή κατάλληλη ένδυση (στολή, μάσκα) και καθαριότητα (πλύσιμο χεριών, αποστείρωση εργαλείων και επιφανειών). Έτσι θα μειωθούν και οι πιθανότητες μετάδοσης των ιών στο ιατρικό προσωπικό και στους ασθενείς.



### 3. Παρόμοια συστήματα που υπάρχουν ήδη στην αγορά

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν κάποια συστήματα τα οποία έχουν δημιουργηθεί με σκοπό την εξυπηρέτηση των ανθρώπων και έχουν σαν κοινό χαρακτηριστικό την αυτονομία κίνησης.

#### 3.1 Αυτόνομα μηχανήματα της Amazon

Η Amazon είναι μια αμερικάνικη εταιρεία ,η οποία έχει παγκόσμιο εύρος και δραστηριοποιείται στο ηλεκτρονικό εμπόριο. Με σκοπό την καλύτερη αποτελεσματικότητα έχουν αποκτήσει πολύ προοδευτικούς μηχανισμούς όσον αφορά την τεχνολογία.

Απο το χρονικό διάστημα 2012 έως το 2018 κατάφεραν να έχουν 100.000 ρομποτικά συστήματα, τα οποία εργάζονταν στην παραγωγή σε συνεργασία με ανθρώπινο δυναμικό. Το έτος 2020 , έφτασαν το νούμερο των 200.000 ρομποτικών συστημάτων , σε συνδιασμό 250.000 εργαζομένων. Έτσι, πλέον η συνεργασία ανθρώπων και ρομποτικών συστημάτων μπορεί να φέρει ως αποτέλεσμα την συσκευασία περίπου 300 έως 400 προϊόντων την ώρα αντί για μόλις 100 στην περίπτωση εργασίας μόνο ανθρώπων.



Εικόνα 4 Λειτουργία ρομποτικών συστημάτων με συναργασία ανθρώπων

Πηγή: <https://www.agvnetwork.com/robots-amazon>

Παραπάνω παρατηρούμε τις λειτουργίες που μπορεί να έχουν τα ρομποτικά συστήματα στις αποθήκες της Amazon , παίρνουν τα πακέτα, τα μεταφέρουν , τα ανεβάζουν ή τα κατεβάζουν απο τα ράφια και τα ταξινομούν.

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 3.1.1 Ρομποτικός βραχίονας

Το Robostow, είναι ένας ρομποτικός βραχίονας που χρησιμοποιεί η amazon για να μετακινεί βαριά αντικείμενα. Είναι το πιο μεγάλο ρομπότ της αφού έχει ύψος 3.7 m (12 feet) και μπορεί να αντέξει βάρος φορτίου έως 1360 κιλά.



Εικόνα 5 Robostow

Πηγή: <https://www.allaboutlean.com/amazon-robotics-family/robostow/>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 3.1.2 Κινητές μονάδες

Το 2012 η Amazon αγόρασε την Kiva (DU 1000), μια κινητή μονάδα η οποία σηκώνει και μεταφέρει το φορτίο στον υπάλληλο αυτόνομα. Έχει διαστάσεις 75x60 cm, ύψος 30 cm και βάρος 110 κιλά, το οφέλιμο φορτίο μπορεί να φτάσει τα 450 κιλά(1000 pounds) και να αναπτύξει ταχύτητα έως 4.68 χιλιόμετρα/ώρα (3 μίλια/ώρα).



Εικόνα 6 Kiva(DU 1000)

Πηγή: <https://www.allaboutlean.com/amazon-robotics-family/>

Το Hercules robot (DU 3000) είναι η παραλλαγή της Kiva και μπορεί να αντέξει μεγαλύτερο βάρος, 1360 κιλά(3000 pounds), τρεις φορές μεγαλύτερο οφέλιμο φορτίο.



Εικόνα 7 Hercules robot(DU 3000)

Πηγή: <https://www.agvnetwork.com/robots-amazon>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το Pegasus robot είναι η αναβαθμισμένη έκδοση της Kiva. Έχει 10 cm μικρτερο ύψος και το οφέλιμο φορτίο είναι 110 κιλά (242 pounds) μεγαλύτερο απο αυτό της Kiva. Επίσης περιλαμβάνει την μισή ποσότητα των εξαρτημάτων, άρα είναι και πιο οικονομικό.



Εικόνα 8 Pegasus robot

Πηγή: <https://www.allaboutlean.com/amazon-robotics-family/>

Έχει την δυνατότητα προσθήκης μεταφορικού ιμάντα μήκους 0.5 m (1.6 feet) στο πάνω μέρος του, με αποτέλεσμα να μπορεί να μεταφέρει τα πακέτα και ονομάζεται Pegasus X-Sort Drive.



Εικόνα 9 Pegasus robot με την προσθήκη μεταφορικού ιμάντα  
Πηγή: <https://www.allaboutlean.com/amazon-robotics-family/>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση και μεταφορά των πακέτων. Με βάση την Amazon, πλέον έχουν μειωθεί τα λάθη στην ταξινόμηση των πακέτων, χάρη στην εξελιγμένη μορφή του Pegasus robot.

Τον Ιούνιο του 2019 δημιούργησαν το ρομπότ Xanthus ή αλλιώς X-bot, αρκετά μικρότερο σε όγκο αφού περιέχει το 1/3 των εξαρτημάτων. Μπορεί επίσης να εξοπλιστεί με πρόσθετα εξαρτήματα, με αποτέλεσμα να μπορεί κάνει διαλογή ή να στοιβάξει εμπορευματοκιβώτια.



Εικόνα 10 Xanthus

Πηγή: <https://www.amazon.science/latest-news/amazon-robotics-autonomous-drive-units-hercules-pegasus-xanthus-xbot>

Όλες οι τρέχουσες μονάδες κίνησης χρησιμοποιούν κάμερες για την ανάγνωση barcodes ουτως ώστε να γνωρίζουν την διαδρομή που πρέπει να κατευθυνθούν. Επιπροσθέτως δημιούργησαν το σύστημα Robotic Tech Vest. Οι εργαζόμενοι φοράνε ένα γιλέκο και τα ρομποτικά συστήματα λαμβάνουν σήματα από τα γιλέκα, έτσι τους επισημαίνεται η περιοχή γύρω από τους υπαλλήλους ως εμπόδιο και με τον τρόπο αυτό καθιστάται ασφαλής η συνύπαρξη αυτόνομων συστημάτων και ανθρώπων.

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 3.1.3 Amazon scout

Στις 23 Ιανουαρίου 2019 έκανε δοκιμαστικά την αρχή του το Amazon scout με ανθρώπινη επίβλεψη , σε μια γειτονιά της Ουάσινγκτον , Snohomish. Ένα πρωτοποριακό ηλεκτροκινούμενο αυτόνομο σύστημα παράδοσης (delivery) με έξι τροχούς που είναι σχεδιασμένο για να μεταφέρει και να παραδίδει τα πακέτα στους πελάτες παίρνοντάς τα απο τα τοπικά σημεία διανομής στα σπίτια των πελατών. Κινείται στα πεζοδρόμια και έχει τον ρυθμό περπατήματος. Εφόσον λειτούργησε επιτυχώς , επεκτάθηκε και στην γειτονιά της Νότιας Καλιφόρνιας (Irvine) αλλά και σε άλλες περιοχές των ΗΠΑ , για να δοκιμαστεί σε ποικίλες γειτονιές και κλίματα. Ανταπεξήλθε σε όλες τις καιρικές συνθήκες, κατάφερε να παραδίδει τα πακέτα , εκτελώντας το καθορισμένο δρομολόγιο, προσπερνόνταν τυχόν εμπόδια που βρίσκονταν στον δρόμο , σταθερά και κινούμενα. Βέβαια τον Οκτόμβριο του 2022 σταμάτησε την λειτουργία του για την αναβάθμισή του.



Εικόνα 11 Amazon scout

Πηγή: <https://www.aboutamazon.com/news/transportation/meet-scout>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 3.2 Canvas Technology

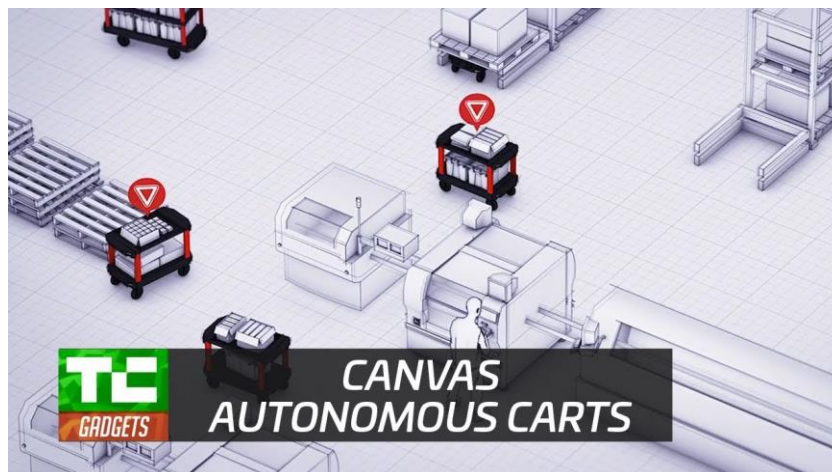
Η Canvas Technology ιδρύθηκε το 2015 με σκοπό την αποτελεσματικότερη μετακίνηση αντικειμένων σε μια αποθήκη. Η Amazon εξαγόρασε αυτήν την εταιρεία το 2019. Το Canvas Cart, είναι ένα αυτόνομο βιομηχανικό καρότσι, το οποίο μπορεί να κινείται στον χώρο αποφεύγοντας ανθρώπους και εμπόδια με συνεχή χαρτογράφηση του περιβάλλοντος σε τρισδιάστατη απεικόνιση και να μοιράζεται τα δεδομένα με άλλα αμαξίδια του στόλου, γνωρίζοντας το καθένα την ακριβή του τοποθεσία στον χάρτη. Σε περίπτωση που εντοπίσει μπροστά του εμπόδιο ή άνθρωπο, ακόμη και αν το πάτωμα είναι ανασηκωμένο, τότε θα σταματήσει και θα επαναυπολογίσει την διαδρομή ουτως ώστε να φτάσει στον προορισμό του. Χρησιμοποιεί λογισμικό το οποίο θα μπορούσε να παρομοιαστεί με αυτόνομο αυτοκίνητο σε εσωτερικό χώρο. Φέρνει τη δική του ενσωματωμένη ασφάλεια με το αυτόνομο σύστημα όρασής του.



Εικόνα 12 Canvas cart

Πηγή: <https://mobilerobotguide.com/2019/04/11/amazon-robotics-to-acquire-canvas-technology/>

Παρακάτω φαίνεται μια εικόνα της συνύπαρξης των Canvas carts και των ανθρώπων:



Εικόνα 13 Εικονικός χάρτης εργοστασίου

Πηγή: <https://techcrunch.com/unified-video/canvas-robot-cart-could-change-how-factories-work/>

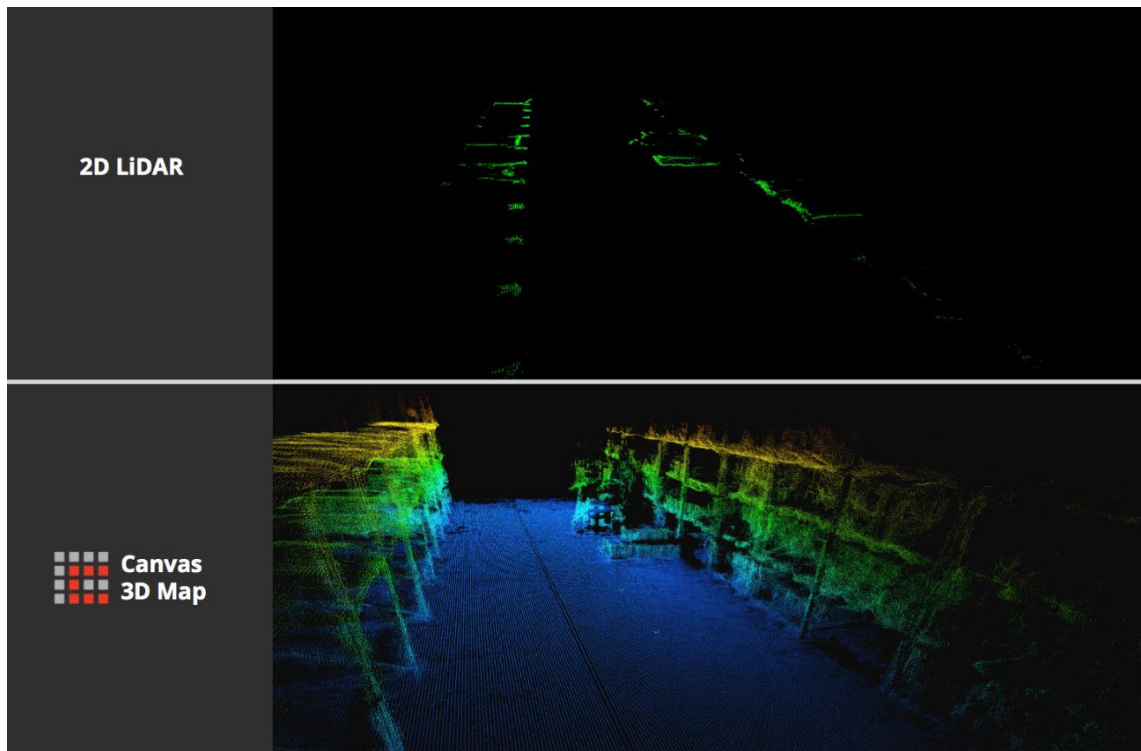
## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Στην συνέχεια φαίνονται οι κάμερες που χρησιμοποιεί το Canvas cart:



Εικόνα 14 Σύστημα καμερών του Canvas cart  
Πηγή: <https://techcrunch.com/2017/07/14/canvas-autonomous-cart/>

Παρακάτω φαίνονται οι διαφορές στον χάρτη που δημιουργείται από 2D Lidar αισθητήρες και από την τρισδιάστατη χαρτογράφηση της τεχνολογίας Canvas.



Εικόνα 15 Σύγκριση 2D LiDAR αισθητήρων και Canvas 3D Map  
Πηγή: <https://techcrunch.com/2017/07/14/canvas-autonomous-cart/>



## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 3.3 Ρομποτικές ηλεκτρικές σκούπες

Το 1996 η εταιρεία Electrolux κυκλοφόρησε την πρώτη ηλεκτρική ρομποτική σκούπα και την ονόμασε Trilobite. Ήταν επιτυχημένη προσπάθεια, με μόνες αστοχίες τις συγκρούσεις με τα εμπόδια που συναντούσε, και την παράλειψη κάποιων σημείων λόγω του ότι σταματούσε σε κάποια απόσταση από αντικείμενα και τοίχους. Η φιλοσοφία της ρομποτικής σκούπας είναι να σκουπίζει μόνη της ούτως ώστε να εξυπηρετεί τους ανθρώπους και να τους απαλλάσσει από αυτήν την υποχρέωση. Πρέπει να κινείται μόνη της μέσα στον χώρο αποφεύγοντας εμπόδια, και να μην παραλείπει κανένα σημείο του σπιτιού. Παρακάτω φαίνεται η δεύτερη έκδοση της Trilobite η οποία κυκλοφόρησε το 2004.



Εικόνα 16 Ρομποτική ηλεκτρική σκούπα Trilobite v.2  
Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Electrolux\\_Trilobite](https://en.wikipedia.org/wiki/Electrolux_Trilobite)

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 3.3.1 Ρομποτικές σκούπες Χιαομι

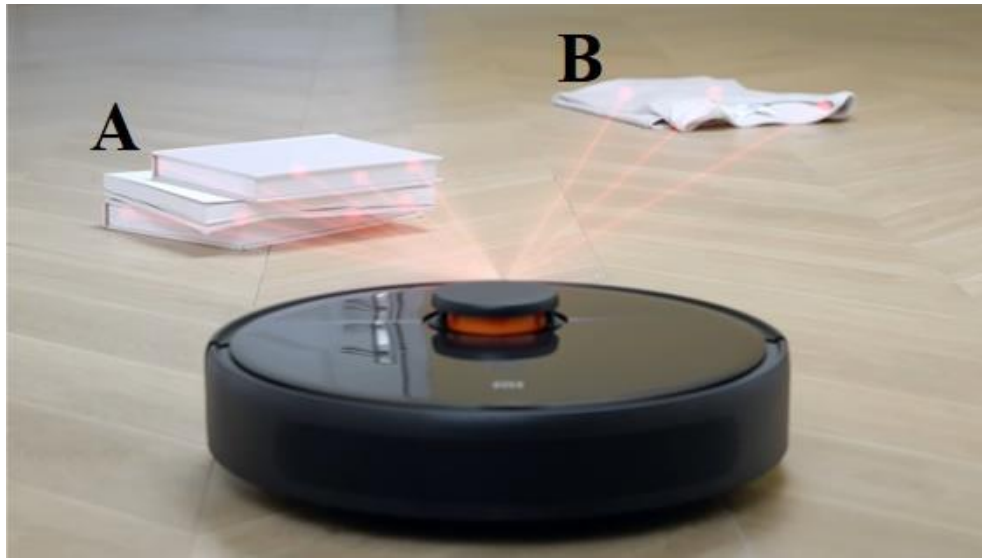
Η Χιαομι είναι μια εταιρεία με προϊόντα τεχνολογίας εκ των οποίων, κάποια απο αυτά είναι οι ρομποτικές σκούπες. Θα μελετήσουμε το μοντέλο Mi Robot Vacuum Mop 2 Ultra.



Εικόνα 17 Πρώτη διαδρομή της ρομποτικής σκούπας σε νέο χώρο  
Πηγή: <https://www.youtube.com/watch?v=C4OygEqf0bg>

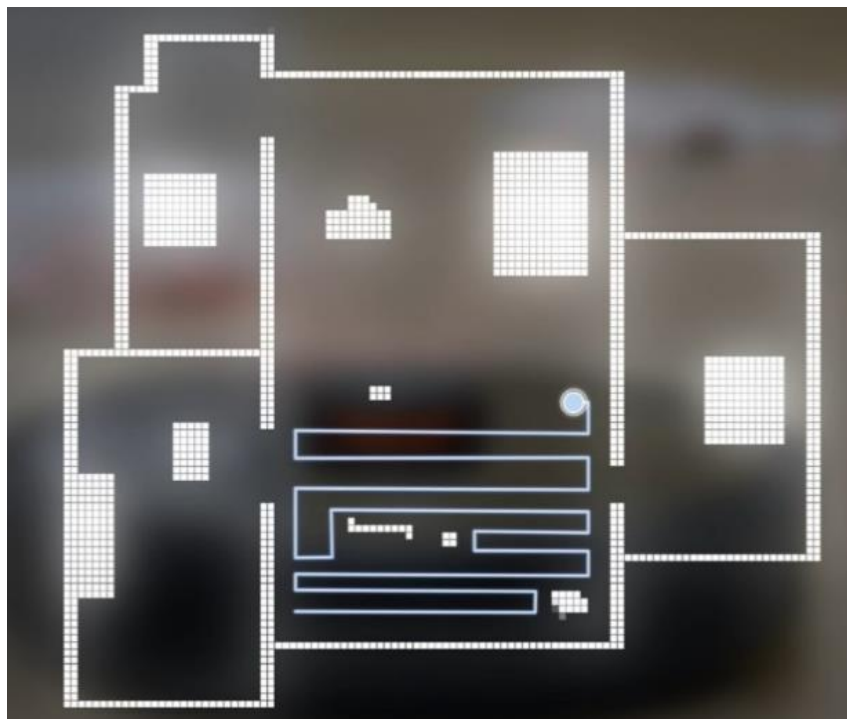
Η πρώτη διαδρομή που κάνει η σκούπα σε έναν άγνωστο χώρο γίνεται διασχίζοντας κατά μήκος τις άκρες του σπιτιού, με σκοπό να μάθει τον χώρο και να τον χαρτογραφήσει. Χρησιμοποιεί την τεχνολογία LDS SLAM (Laser Distance Sensor Simultaneous Localization and Mapping). Επάνω στην σκούπα υπάρχει ο αισθητήρας Laser Distance Sensor, ο οποίος σκανάρει τον χώρο και εντοπίζει τα αντικείμενα εκπέμποντας ακτίνες laser, οι οποίες όταν συναντήσουν ένα αντικείμενο σχηματίζουν σημεία επάνω του, όταν βρίσκεται μακριά απο το αντικείμενο είναι λιγότερα, ενώ όσο πιο κοντά είναι τόσο αυξάνονται. Με αυτόν τον τρόπο αντιλαμβάνεται την απόσταση που απέχει το αντικείμενο από την σκούπα. Αυτός ο αισθητήρας δεν χρειάζεται απαραίτητα φως, μπορεί να λειτουργήσει και στο σκοτάδι. Όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα, η σκούπα εντοπίζει μπροστά της δύο αντικείμενα και αντιλαμβάνεται πως το αντικείμενο «Α» βρίσκεται σε κοντινότερη απόσταση απο την σκούπα σε σχέση με το αντικείμενο «Β», εφόσον αποτυπώνονται περισσότερα σημεία στην πρώτη περίπτωση και λιγότερα στην δεύτερη.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**



*Εικόνα 18 Η ρομποτική σκούπα εντοπίζει τα δύο αντικείμενα με την βοήθεια του Laser Distance Sensor  
Πηγή: <https://www.youtube.com/watch?v=C4OygEqf0bg>*

Έτσι συλλέγοντας και αναλύοντας αυτήν την πληροφορία, δημιουργεί έναν χάρτη του χώρου στον οποίον η σκούπα θα καθοδηγείται βάσει αυτού αποφεύγοντας τα εμπόδια και μην παραλείποντας κανένα σημείο. Παρακάτω φαίνεται και ο χάρτης που μπορεί να δημιουργηθεί σχηματίζοντας τα δωμάτια του σπιτιού, τα έπιπλα και τα λοιπά εμπόδια. Βάσει αυτού υπολογίζεται η διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει για να περάσει απο όλα τα διαθέσιμα σημεία που πρέπει.



*Εικόνα 19 Χάρτογράφηση του χώρου απο την ρομποτική σκούπα  
Πηγή: <https://www.youtube.com/watch?v=C4OygEqf0bg>*

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Την ώρα της κίνησής της χρησιμοποιεί και την τεχνολογία ToF(Time of flight) για να αποφεύγει τα αντικείμενα που βρίσκονται μπροστά της. Μέσω του αισθητήρα ToF, ο οποίος εκπέμπει υπέρυθρο φώς το οποίο αντανακλά στα αντικείμενα και λαμβάνεται ξανά στην σκούπα, υπολογίζει την απόσταση κάθε σημείου των αντικειμένου απο αυτήν.



Εικόνα 20 Αισθητήρας ToF

Πηγή: <https://www.youtube.com/watch?v=C4OygEaf0bg>

Υπολογίζει τις διαστάσεις των αντικειμένων ύψος, μήκος, πλάτος και δημιουργεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο με τα εμπόδια. Υπολογίζει την ασφαλή απόσταση για να προσπεράσει το αντικείμενο απο γύρω του ή και από πάνω του. Όπως φαίνεται και παρακάτω η σκούπα εντοπίζει τα εμπόδια σε τρισδιάστατη μορφή και υπολογίζει την διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει για να τα αποφύγει.



Εικόνα 21 Απεικόνιση της ρομποτικής σκούπας που αποφεύγει τα αντικείμενα

Πηγή: <https://www.mi.com/gr/product/mi-robot-vacuum-mop-2-ultra/>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 3.4 Drones

Τα drones ή αλλιώς συστήματα μη επανδρωμένων αεροσκαφών (ΣμηΕΑ) είναι ιπτάμενα οχήματα, τα οποία, είτε ελέγχονται από κάποιον χειριστή, είτε είναι εντελώς αυτόνομα ακολουθώντας κάποιο σχέδιο πτήσης [48]. Έχουν αρκετές χρήσεις, είτε για τον στρατό (οπου ήταν και η αρχική τους χρήση), είτε για φωτογραφίες, ακόμη και για τις καλλιέργειες. Πρόσφατα όμως άρχισε να χρησιμοποιείται και για μεταφορά αγαθών. Αρκετές εταιρείες, όπως είναι η Amazon, η Google, η Walmart και η FedEx, έχουν καθιερώσει αυτόν τον τρόπο παράδοσης, και μέχρι στιγμής αποδεικνύεται ιδιαίτερα αποτελεσματικός, αφού με αυτόν τον τρόπο εξοικονομούν χρόνο. Τα drones αποτελούνται από έλικες, κινητήρα, μπαταρία για την τροφοδοσία, κύρια πλακέτα, και διάφορους αισθητήρες, κάμερες, GPS, επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια και συστήματα μέτρησης απόστασης με laser.

Επίσης υπάρχουν και drone docking stations, τα οποία είναι ειδικά «κουτιά» για να κρατάνε ασφαλή τα drones χωρίς να χρειάζεται επίβλεψη από τον ιδιοκτήτη τους. Μπορούν επίσης να απογειώνονται και να προσγειώνονται σε αυτά, αλλά και να φορτιστούν εκεί .



Εικόνα 22 Drone Docking station  
Πηγή: <https://www.copters.gr/dji-dock.html>

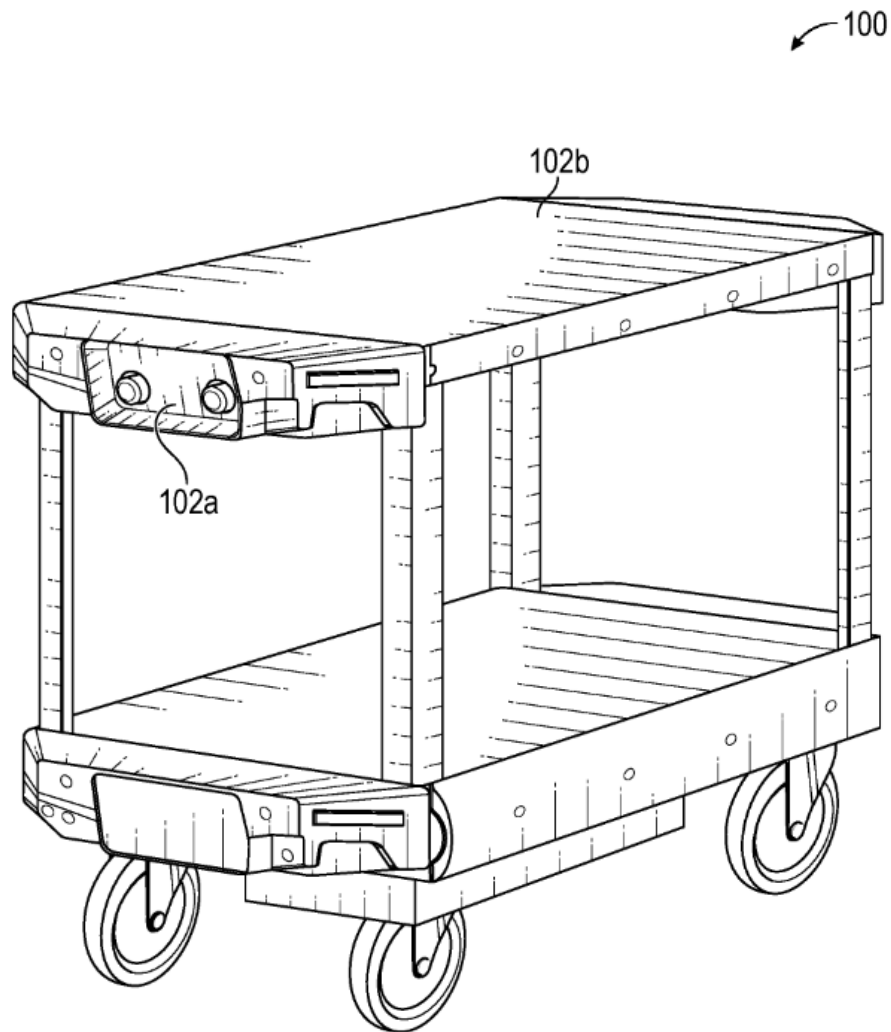
**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

### 3.5 Πατέντες

#### 3.5.1 US11086328B2

Η πατέντα αυτή δημοσιεύτηκε στις 10 Αυγούστου 2021 με τον τίτλο «Autonomous cart for manufacturing and warehouse applications» (Αυτόνομο αμαξίδιο για εφαρμογές παραγωγής και αποθήκης) με κωδικό US11086328B2 από τις εταιρείες A9 com Inc. και Canvas Technology LLC.

Παρακάτω παρουσιάζεται το μοντέλο του αυτόνομου αμαξιδίου κατάλληλου για χρήση σε αποθήκες, εγκαταστάσεις παραγωγής και εξωτερικούς χώρους. Το αυτόνομο καρότσι περιλαμβάνει εμπρόσθια κοιτάζουσες και οπίσθια κοιτάζουσες μονάδες αισθητήρων διόφθαλμης όρασης.



Εικόνα 23 Αυτόνομο αμαξίδιο US11086328B2  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US11086328B2>

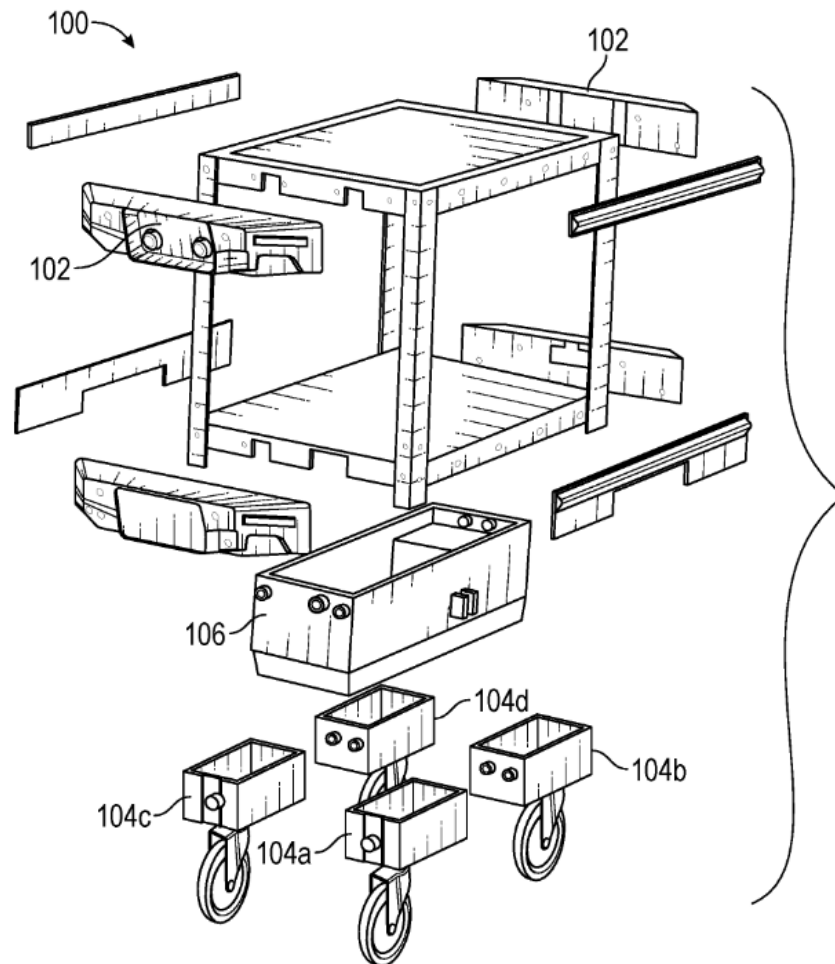
100: Αυτόνομο αμαξίδιο

102a: Εμπρόσθια κοιτάζουσες μονάδες αισθητήρων διόφθαλμης όρασης

102b: Οπίσθια κοιτάζουσες μονάδες αισθητήρων διόφθαλμης όρασης

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Εδώ φαίνονται οι μονάδες κίνησης, όπου κάθε μία είναι τοποθετημένη κάτω από μια διαφορετική γωνία του πλαισίου και το κάτω μέρος του αμαξιδίου που περιέχει πρόσθετα ηλεκτρονικά στοιχεία. Το αυτόνομο καρότσι μπορεί επίσης να περιλαμβάνει έναν αισθητήρα lidar 2D για να κοιτάζει προς τα πλάγια και να εντοπίζει αντικείμενα ή άτομα που πλησιάζουν το καρότσι από το πλάι και τα οποία οι μονάδες αισθητήρων διόφθαλμης όρασης μπορεί να μην αντιλαμβάνονται ή να μην εντοπίζουν. Το αυτόνομο αμαξίδιο μπορεί επίσης να περιλαμβάνει άλλους αισθητήρες και ηλεκτρονικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων εικόνας ή ήχου που βλέπουν στο πλάι, καθώς και μια κεραία για την επικοινωνία με ένα ασύρματο δίκτυο επικοινωνίας χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας.



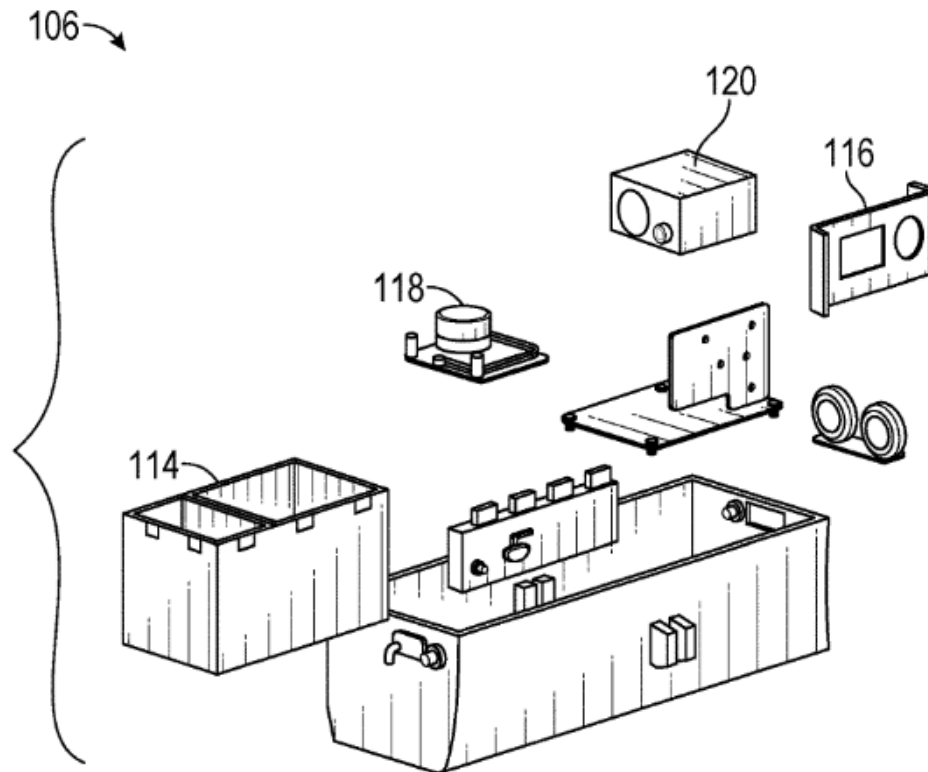
Εικόνα 24 Αναλυτική παρουσίαση των εξαρτημάτων του αυτόνομου καροτσιού  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US11086328B2>

104: Μονάδες κίνησης

106: Κάτω μέρος του αμαξιδίου

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Στο κάτω μέρος του αμαξιδίου υπάρχει η μπαταρία για την τροφοδοσία του, μια μονάδα επεξεργαστή γραφικών GPU, μια κεντρική μονάδα επεξεργαστή CPU για την επεξεργασία πληροφοριών από τους αισθητήρες του αμαξιδίου, από άλλα αμαξίδια, και από διακομιστές ή άλλες συσκευές που επικοινωνούν με το αμαξίδιο μέσω της κεραίας, μια μονάδα αισθητήρα θέσης PSU, η οποία μετρά την επιτάχυνση (συμπεριλαμβανομένης της σταθερής επιτάχυνσης της βαρύτητας, η οποία δείχνει αν το αμαξίδιο ανεβαίνει ή κατεβαίνει) και το ρυθμό μεταβολής του προσανατολισμού.



Εικόνα 25 Αναλυτική παρουσίαση των εξαρτημάτων που βρίσκονται στο κάτω μέρος του αμαξιδίου  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US11086328B2>

114: Μπαταρία

116: Μονάδα επεξεργαστή γραφικών GPU

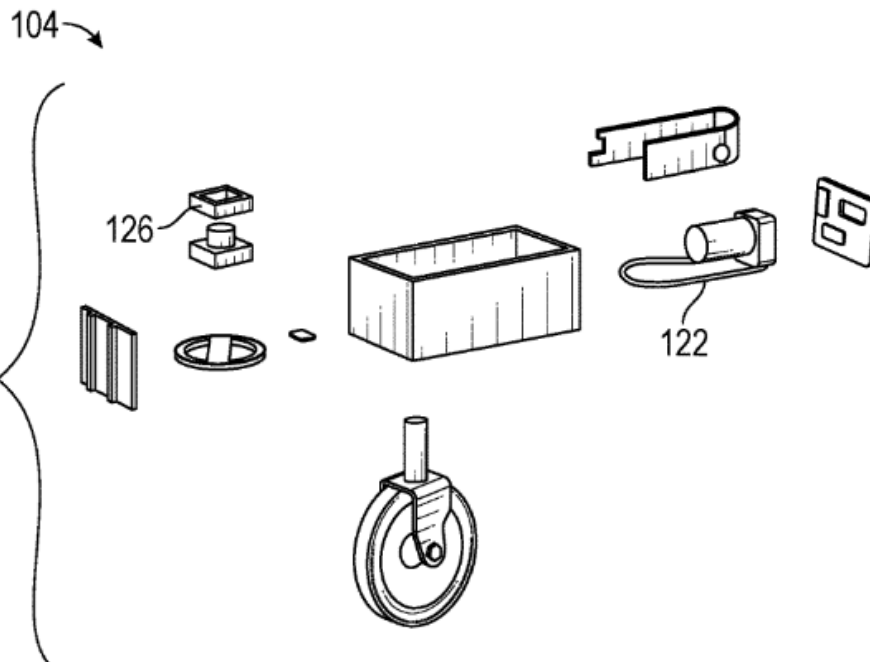
118: Κεντρική μονάδα επεξεργαστή CPU

120: Μονάδα αισθητήρα θέσης PSU



**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Η μονάδα κίνησης περιλαμβάνει έναν κινητήρα διεύθυνσης που περιστρέφει έναν τροχό τοποθετημένο σε κατακόρυφο άξονα. Περιλαμβάνει επίσης ένα μπλοκ κωδικοποιητή που μπορεί να μετρήσει τον αριθμό των περιστροφών ενός άξονα που είναι συνδεδεμένος με τον κινητήρα διεύθυνσης, προκειμένου να παρέχει μια ένδειξη για το πόσο μακριά και ποσο γρήγορα μετακινείται το καρότσι. Μια κυψέλη φορτίου που είναι τοποθετημένη μέσα ή πάνω στη μονάδα κίνησης μετρά τη δύναμη που ασκείται στο καρότσι. Η μονάδα μετάδοσης κίνησης μπορεί να περιλαμβάνει ένα φρένο για να επιβραδύνει το καρότσι ή να το εμποδίζει να κινηθεί. Η μονάδα μετάδοσης κίνησης μπορεί επίσης να στρέφει τον τροχό ελαφρώς προς τα μέσα, για να επιβραδύνει ,να σταματήσει ή να κρατήσει σταματημένο το αμαξίδιο. Η στροφή των τροχών ελαφρώς προς τα μέσα είναι σχετικά εύκολη στον έλεγχο και πολύ αποτελεσματική, ακόμη και σε μια κλίση. Κάθε τροχός περιλαμβάνει μια μονάδα κίνησης και έναν κινητήρα διεύθυνσης και μπορεί να κινείται και να στρέφεται ανεξάρτητα, επιτρέποντας την ολονομική κίνηση του αυτόνομου αμαξιδίου.



Εικόνα 26 Αναλυτική παρουσίαση των εξαρτημάτων που αποτελείται κάθε μονάδα κίνησης του αμαξιδίου  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US11086328B2>

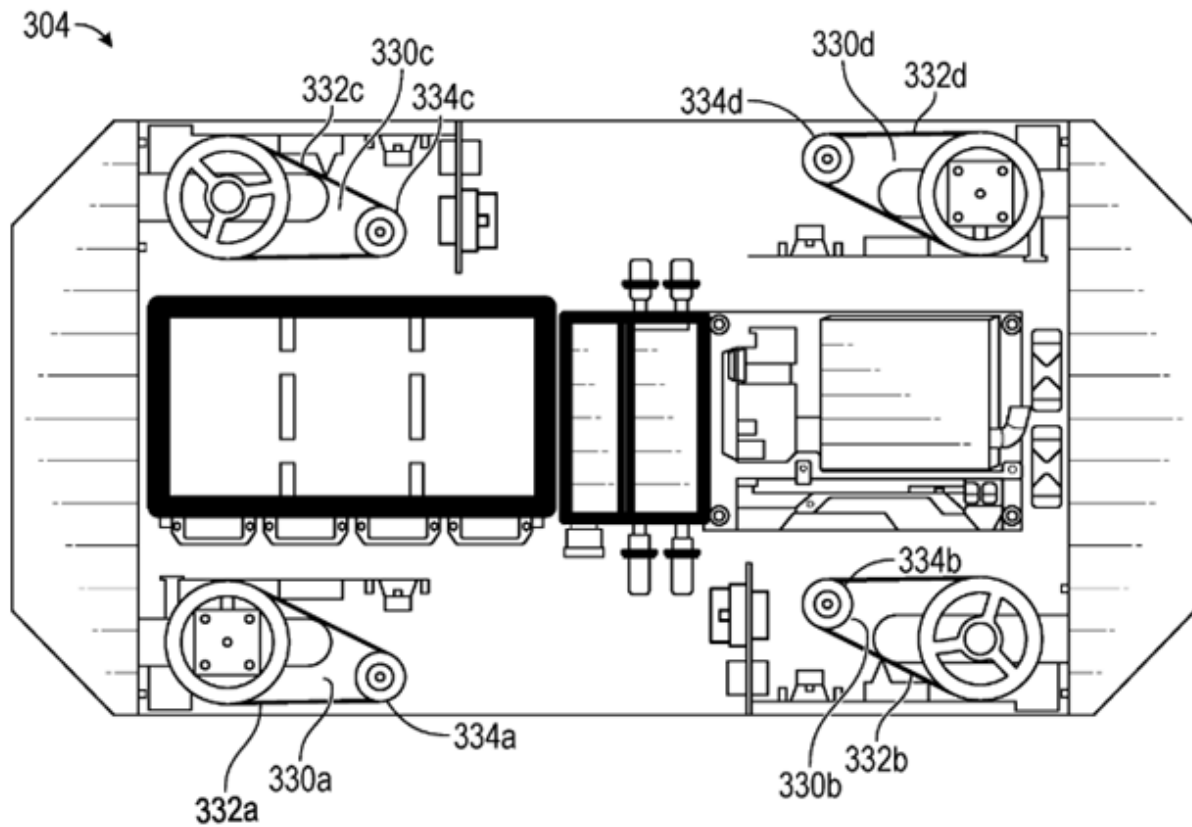
122: Κινητήρας διεύθυνσης

126: Κυψέλη φορτίου

Ολονομικό σύστημα είναι ένα σύστημα στο οποίο μπορεί κανείς να συμπεράνει την κατάσταση ενός συστήματος γνωρίζοντας μόνο την αλλαγή των θέσεων των εξαρτημάτων του συστήματος με την πάροδο του χρόνου, αλλά χωρίς να χρειάζεται να είναι γνωστή η ταχύτητα ή με ποιιά σειρά μετακινούνται.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Η κυψέλη φόρτωσης περιλαμβάνει συγκροτήματα τεσσάρων τροχών με τροχαλίες διεύθυνσης και κινητήρες. Ο άξονας διεύθυνσης είναι κατακόρυφος και περιστροφικός. Είναι πιο δύσκολο να ελεγχθεί, αλλά παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία.



Εικόνα 27 Η κάτωψη τομής του αμαξιδίου στην βάση του  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US11086328B2>

304: Κυψέλη φόρτωσης

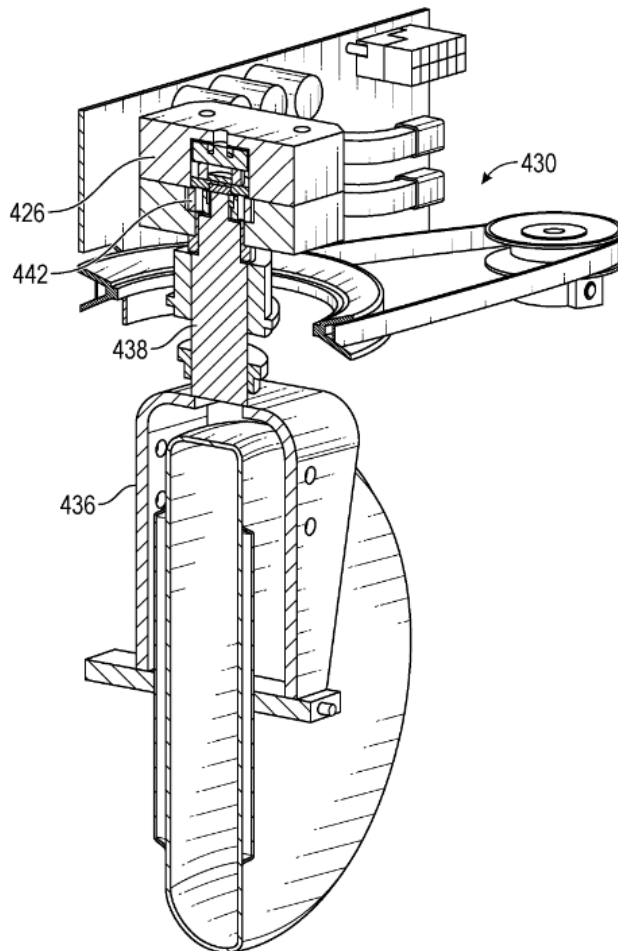
330a-330d: Τροχοί

332a-332d: Τροχαλίες διεύθυνσης

334a-d: Κινητήρες

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Παρακάτω φαίνεται ένα συγκρότημα τροχού. Κάθε τροχός συγκρατείται στη θέση του με έναν ζυγό, ο οποίος συνδέεται απευθείας στον κατακόρυφο άξονα διεύθυνσης. Ο άξονας διεύθυνσης συγκρατείται στη θέση του από ένα άνω και κάτω ρουλεμάν, που του επιτρέπει να περιστρέφεται και να κινείται κατακόρυφα. Η κατακόρυφη κίνηση είναι κρίσιμη επειδή ο άξονας διεύθυνσης σπρώχνει πάνω σε μια κυψέλη φορτίου, ενεργοποιώντας το σύστημα κυψελών φόρτωσης. Ο άξονας περιστρέφει επίσης έναν κωδικοποιητή ο οποίος παρέχει περιστροφικές μετρήσεις για να καταστεί δυνατός ο έλεγχος του συστήματος διεύθυνσης.



Εικόνα 28 Κάθετη τομή στο συγκρότημα τροχού  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US11086328B2>

426: Κυψέλη φορτίου

430: Συγκρότημα τροχού

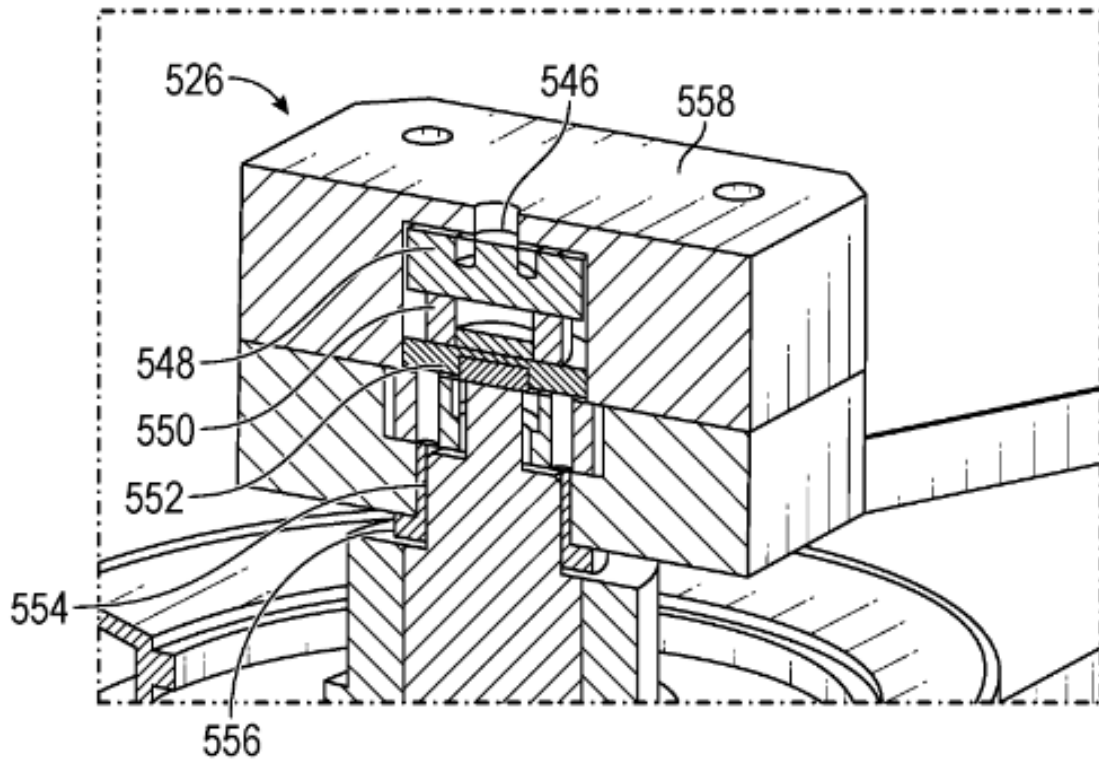
436: Ζυγός

438: Άξονας διεύθυνσης

442: Κωδικοποιητής

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Το συγκρότημα κυψέλης φορτίου περιλαμβάνει βίδα ρύθμισης προφορτίου, κυψέλη φορτίου, ελατήριο, πλάκα κατανομής δύναμης, έδρανο που επιτρέπει την κατακόρυφη και περιστροφική κίνηση και διάκενο που επιτρέπει την κατακόρυφη κίνηση του άξονα. Το διάκενο κλείνει προτού υπερφορτωθεί η κυψέλη φορτίου. Το περίβλημα είναι προσαρτημένο απευθείας στο πλαίσιο του αυτόνομου αμαξιδίου



Εικόνα 29 Κάθετη τομή του συγκροτήματος κυψέλης φορτίου  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US11086328B2>

526: Συγκρότημα κυψέλης φορτίου

546: Βίδα ρύθμισης προφόρτισης

548: Κυψέλη φορτίου

550: Ελατήριο

552: Πλάκα κατανομής δύναμης

554: Έδρανο

556: Διάκενο

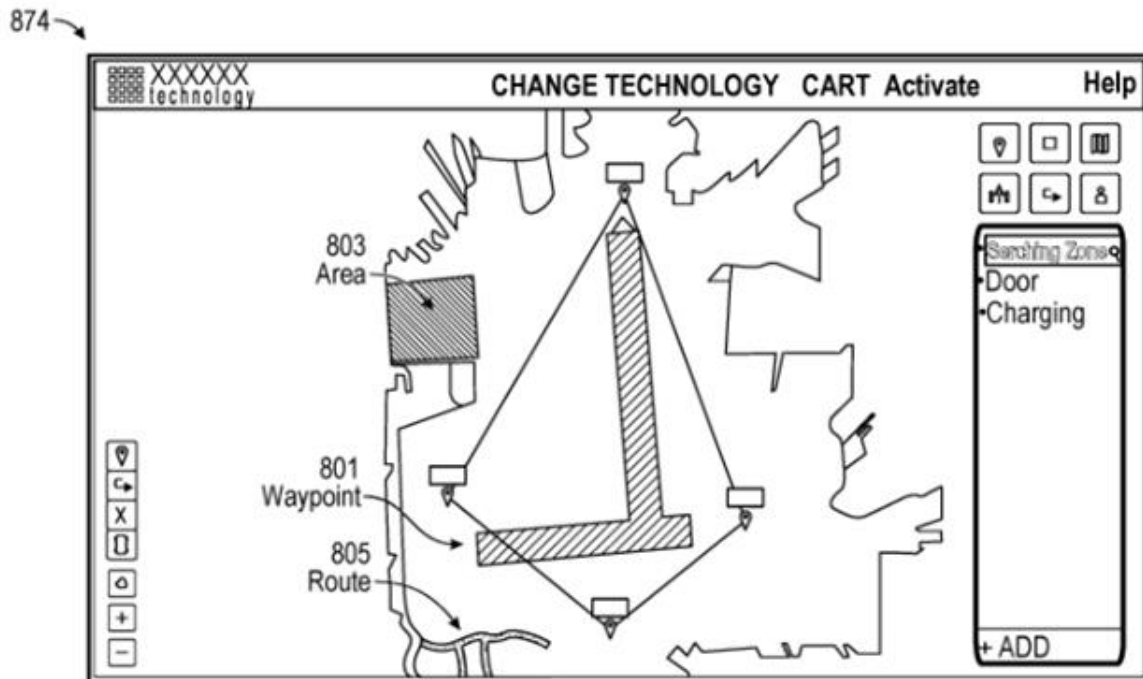
558: Περίβλημα

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Παρακάτω φαίνεται ένα στιγμιότυπο της διαδικτυακής διεπαφής για τον έλεγχο ενός αυτόνομου αμαξιδίου. Είναι μια κάτοψη του χώρου, όπου με γκρι χρώμα είναι η περιοχή που είναι προσβάσιμη, ενώ με λευκό η αδιαπέραστη περιοχή. Είναι ένας "χάρτη κόστους", ο οποίος κατασκευάζεται από τα αμαξίδια και χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό και την εκτέλεση διαδρομής για να μετρήσει τη δυνατότητα διέλευσης του περιβάλλοντος.

Το στιγμιότυπο απεικονίζει επίσης ένα καρότσι, το οποίο εμφανίζεται με γκρι χρώμα επειδή είναι επί του παρόντος εκτός λειτουργίας. Η θέση και η κατάσταση του καροτσιού ενημερώνονται δυναμικά καθώς αλλάζουν.

Οι χρήστες μπορούν να σχολιάσουν τον χάρτη κόστους με χαρακτηριστικά όπως σημεία διαδρομής, περιοχές ή διαδρομές. Οι διαδρομές είναι ένας κατάλογος σημείων διαδρομής που θα διασχίζονται/επισκέπτονται συνεχώς από ένα ή περισσότερα αμαξίδια. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να υποδεικνύονται με διαφορετικά χρώματα, σκίαση κ.λπ. Οι περιοχές σημειώνονται ως πολύγωνα στο χάρτη, με χρώματα που ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της περιοχής ( πόρτα, εμπόδιο, στάθμευση, φόρτιση κ.λπ.)



Εικόνα 30 Στιγμιότυπο διαδικτυακής διεπαφής για την παρακολούθηση και τον έλεγχο ενός ή περισσότερων αυτόνομων αμαξιδίων

Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US11086328B2>

874: Στιγμιότυπο της διαδικτυακής διεπαφής

801: Σημεία διαδρομής

803: Περιοχές

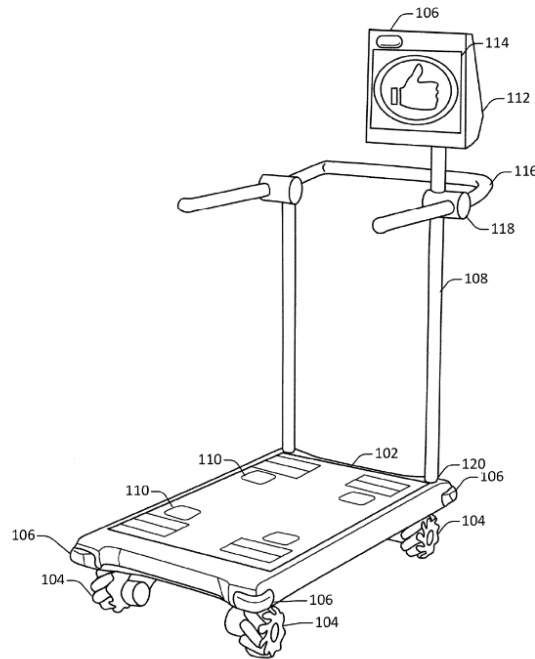
805: Διαδρομές

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 3.5.2 US20230168679A1

Η πατέντα US20230168679A1 δημοσιεύτηκε στις 1 Ιουνίου 2023 από την Robust Ai Inc με τίτλο «Robotic cart» (Ρομποτικό αμαξίδιο).

Παρακάτω φαίνεται το αμαξίδιο στην βασική του μορφή. Αποτελείται από μια βάση, μονάδες κίνησης, αισθητήρες, σημεία πρόσδεσης για έξτρα εξαρτήματα, όπως είναι η οθόνη για αλληλεπίδραση και επικοινωνία του ανθρώπου με το αμαξίδιο και άλλα.

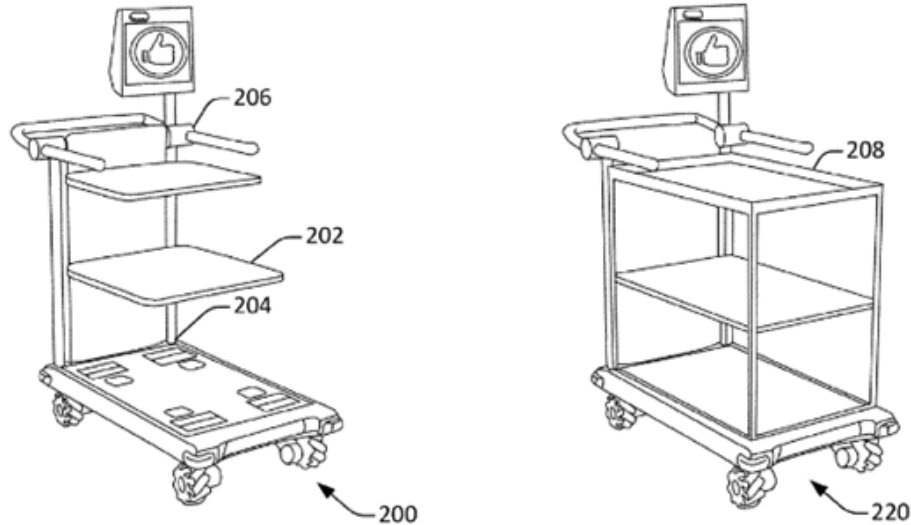


Εικόνα 31 Ρομποτικό αμαξίδιο US20230168679A1  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US20230168679A1>

- 102: Βάση
- 104: Μονάδες κίνησης
- 106: Αισθητήρες
- 108: Ράγα
- 110: Σημεία πρόσδεσης
- 112: Πρόσθετο εξάρτημα
- 114: Μέσο επικοινωνίας
- 116: Χειρολαβές
- 118: Αισθητήρας ροπής
- 120: Σύνδεσμος

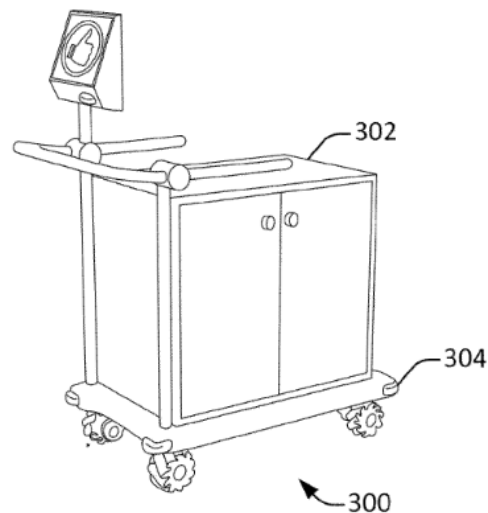
## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Παρακάτω φαίνονται ποικίλοι τρόποι διαμόρφωσης του αμαξιδιού αναλόγως τις ανάγκες που πρέπει να εξυπηρετήσει:



Εικόνα 32 Ρομποτικό αμαξίδιο με προσαρτημένα δύο ράφια  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US20230168679A1>

Εδώ φαίνεται το ρομποτικό αμαξίδιο με πρόσθετο ένα ντουλάπι το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και σαν κατάψυξη ή χώρο για αποστείρωση. Επίσης οι τροχοί του είναι πανκατευθυντήριοι, συνεπώς του επιτρέπεται η εύκολη κίνηση στον χώρο.



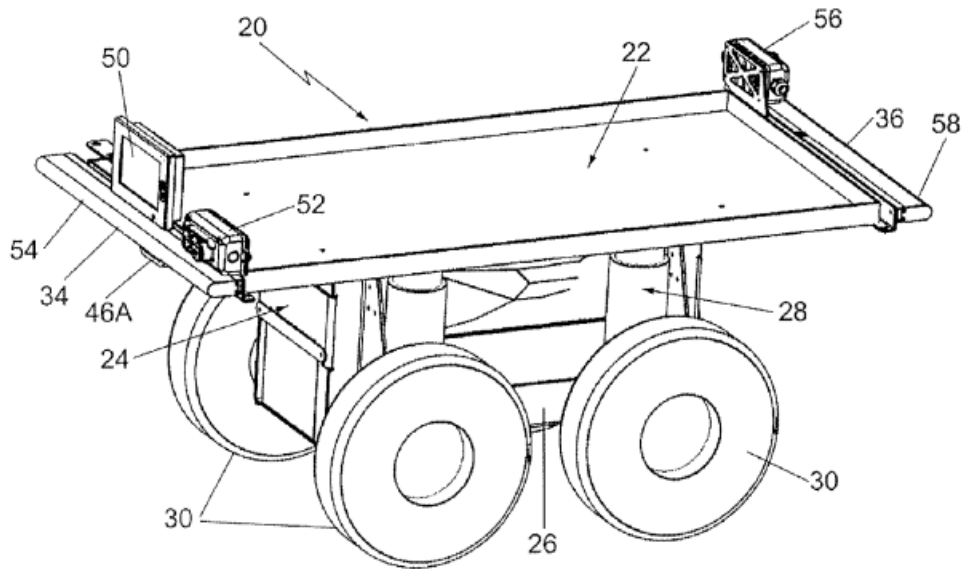
Εικόνα 33 Ρομποτικό αμαξίδιο με προσαρτημένο ντουλάπι  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US20230168679A1>

Βασικό χαρακτηριστικό του είναι ο αισθητήρας που διαθέτει στην χειρολαβή όπου εάν κάποιος την αγγίξει και δώσει μικρή ώθηση στο καρτόσι προς κάποια κατεύθυνση, αυτό θα την αντιληφθεί και θα κινηθεί προς αυτήν αυτόνομα.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

3.5.3 US20220024486A1

Η πατέντα US20220024486A1 δημοσιεύτηκε στις 27 Ιανουαρίου 2022 από την εταιρεία Auquan Robotics Inc με τίτλο «Collaborative autonomous ground vehicle».



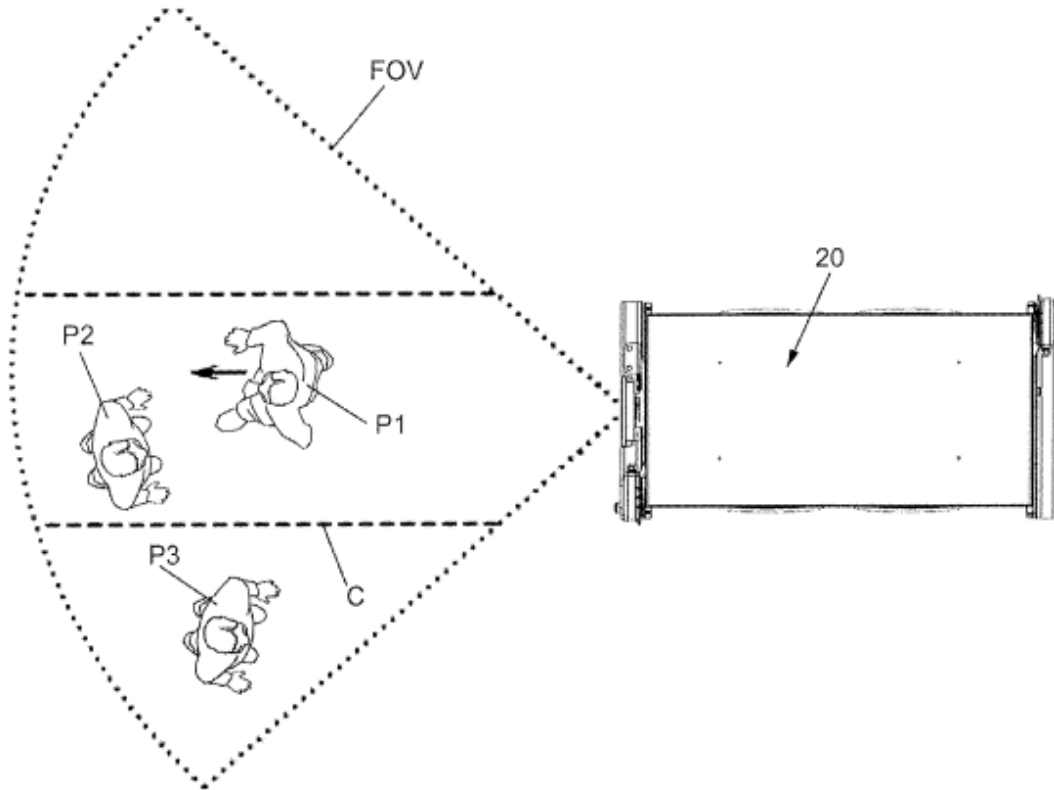
Εικόνα 34 Αυτόνομο όχημα US20220024486A1  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US20220024486A1>

- 20: Αυτόνομο όχημα
- 22: Βάση οφέλιμου φορτίου
- 24: Τροχήλατο πλαίσιο
- 26: Πλαίσιο
- 28: Κινητήρας
- 30: Τροχοί
- 34: Εμπρόσθιο άκρο
- 36: Οπίσθιο άκρο
- 46A: Ομάδα εμπρόσθιων καμερών
- 50: Οθόνη αφής
- 54: Μπροστινή ακμή ασφάλειας
- 56: Χειριστήριο
- 58: Πίσω ακμή ασφάλειας



## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Στο αυτόνομο όχημα υπάρχουν μπροστινές και πίσω κάμερες αλλά και αισθητήρες. Το σύστημα ελέγχου του μπορεί να λειτουργήσει σε λειτουργία διδασκαλίας, επιτρέποντάς του να μαθαίνει την διαδρομή και να την αποθηκεύει ακολουθώντας ένα άτομο. Μέσα στο οπτικό του πεδίο μπορεί να αναγνωρίσει πρόσωπα και αντικείμενα, όπως εμπόδια, όπου θα μπορέσει και να τα αποφύγει .



Εικόνα 35 Επιλογή ατόμου που θα ακολουθήσει  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US20220024486A1>

Το αυτόνομο όχημα επιλέγει το άτομο που θα ακολουθήσει βασισμένο σε τρεις παράγοντες:

- Θα πρέπει να κινείται με ταχύτητα μεγαλύτερη από την ταχύτητα που θα του οριστεί.
- Θα πρέπει να είναι μέσα στον διάδρομο που θα του έχει δοθεί προγραμματιστικά
- Θα πρέπει να απέχει την λιγότερη απόσταση από το όχημα

Με βάση αυτά στην εικόνα που φαίνεται παραπάνω το όχημα θα επιλέξει να ακολουθήσει το άτομο P1. Το ίδιο θα γινόταν ακόμη και εάν το άτομο P1 είχε κίνηση προς το όχημα.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

### 3.6 Σύγκριση

Η πατέντα US11086328B2 είναι αρκετά βοηθητική ως προς τον τρόπο σχεδίασης του συστήματος μας, εφόσον είναι αρκετά αναλυτική για τα εξαρτήματα που χρειάζονται, αισθητήρες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να γίνει πιο εύχρηστο. Επίσης περιγράφει αναλυτικά την διαδικτυακή διεπαφή του χρήστη, πράγμα το οποίο θα χρειαστεί στο σύστημα που εξετάζουμε για τον χειρισμό του.

Στην US20230168679A1 μπορούμε να πάρουμε την ιδέα των ποικίλων μορφών που μπορεί να πάρει, όπως το ντουλάπι, αλλά επίσης και την τεχνική οπου μπορεί να μετακινηθεί αυτόνομα με βάση της ώθησης και του προσανατολισμού που μπορεί να του δώσει ο χρήστης με το χέρι του.

Στην US20220024486A1 βασικό χαρακτηριστικό είναι οτι το όχημα κάνει εκμάθηση των διαδρομών και επίσης επιλέγει μόνο του και ακολουθεί κάποιον άνθρωπο με βάση κάποιους κανόνες.

	Αποφυγή εμποδίων / ανθρώπων	Κατάλληλο για εξωτερικούς χώρους	Κίνηση σε μικρούς και έτοιμους χώρους	Ακολουθεί τον άνθρωπο	Χαρτογράφηση του χώρου
Amazon κινητές μονάδες	✓ (μέσω σημάτων)				
Amazon scout	✓	✓			
Canvas Technology (US11086328B2)	✓				✓
Mi Robot Vacuum Mop 2 Ultra	✓		✓		✓
US20230168679A1	✓		✓		
US20220024486A1	✓			✓	
Drones	✓	✓			

*Πίνακας 7 Σύγκριση βασικών χαρακτηριστικών*

Τα συστήματα που αναφέρονται σε αυτήν την ενότητα, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό που μελετάμε, είτε λόγω υλικών, αφού θέλουμε να είναι ανтимικροβιακά και να μπορούν να αποστειρώνονται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Είτε λόγω λειτουργικών θεμάτων, εφόσον οι χώροι των νοσοκομείων είναι αρκετά μικροί κάνοντας λίγο πιο δύσκολη την κίνηση του αυτόνομου συστήματος μέσα σε αυτούς. Όπως και τα drones, ενώ είναι πολύ καλή λύση μεταφοράς αγαθών, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κλειστούς χώρους. Είναι όμως αρκετά βοηθητικά ως προς τους αισθητήρες, τις τεχνικές και τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούν όλα όσα αναφέραμε παραπάνω.

## 4. Προδιαγραφές συστήματος

### 4.1 Δυνατότητα κίνησης σε έτοιμους χώρους

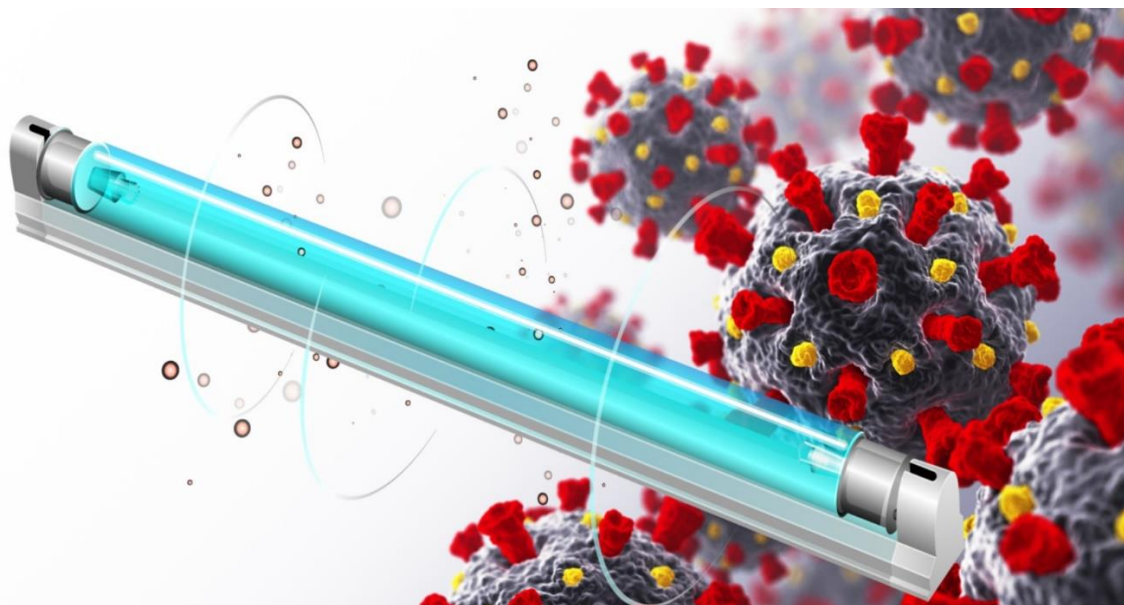
Τα αυτόνομα συστήματα εξυπηρέτησης ασθενών που μελετάμε, θα πρέπει να κατασκευαστούν με τέτοιο τρόπο οπου θα έχουν την ικανότητα να κινούνται μέσα σε ήδη έτοιμους χώρους, όπως είναι τα νοσοκομεία δηλαδή. Δεν θα έχει προμελετηθεί ο χώρος για να κινούνται μέσα σε αυτόν, αλλά θα πρέπει να προσαρμοστούν, στην ανίχνευση εμποδίων και την αποφυγή τους αλλά και σε πιθανές ανωμαλίες του εδάφους, όπως είναι τα σκαλοπάτια. Έπισης ο χώρος στα νοσοκομεία συνήθως είναι περιορισμένος και με αρκετούς ανθρώπους. Σε παρόμοια περιβάλλοντα, δηλαδή έτοιμους χώρους, λίγων τεταργωνικών, έχουν την ικανότητα να κινηθούν οι ρομποτικές σκούπες, που αναφέραμε και στην ενότητα [3.3](#).

### 4.2 Δυνατότητα αποστείρωσης και απολυμανσης

Πολύ σημαντικό είναι η δυνατότητα αποστείρωσης και απολυμανσης αυτών των συστημάτων, αφού ο κύριος λόγος κατασκευής τους είναι η αποφυγή διασποράς των μικροβίων.

#### 4.2.1 Λάμπες UVC

Οι λάμπες UVC είναι λάμπες υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) που κατασκευάζονται για να εκπέμπουν υπεριώδες φως σε συγκεκριμένο μήκος κύματος, 100 έως 280 nm. Το φως αυτό έχει αποδεδειγμένα εξαιρετικά αποτελεσματικές μικροβιοκτόνες ιδιότητες, σκοτώνοντας πολλούς τύπους βακτηρίων και ιών, καθώς και αποτρέποντας τη μούχλα και το αϊδίο. [44]



Εικόνα 36 UVC λάμπα

Πηγή: <https://www.light-sources.com/blog/killing-bacteria-with-uv-light/>

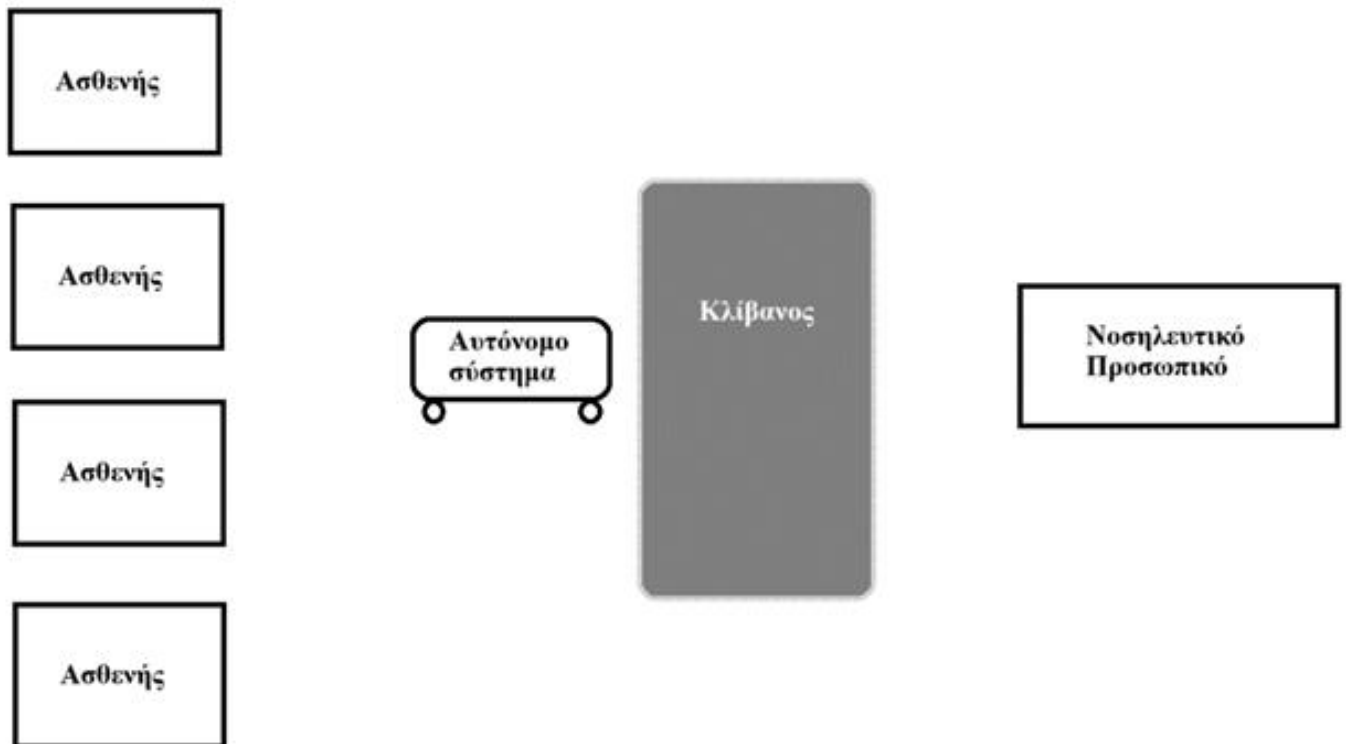
Το φως UVC στα 222 nm εξαλείφει γρήγορα πολλά βακτήρια και ιούς συμπεριλαμβανομένου του SARS-CoV-2, του ιού που προκαλεί το COVID-19. Σύμφωνα με μελέτες του AJIC (American Journal of Infection Control) το ποσοστό αποτελεσματικότητας σε εργαστηριακές επιφάνειες είναι 99,7 %.

Συνεπώς, θα μπορούσε να υπάρχει μια λάμπα UVC στο σύστημά μας, η οποία θα προσδίδει την δυνατότητα απολύμανσης σε διάφορα αντικείμενα, απλώς με την έκθεσή τους σε αυτήν.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**4.2.2 Αποστείρωση σε κλίβανο**

Λαμβάνοντας υπόψιν την ενότητα [2.1.3.2](#) όπου αναφέρονται οι θερμοκρασίες και οι χρόνοι που χρειάζεται για να γίνει αποστείρωση, αντιλαμβανόμεστε πως για να μπορούν να αποστειρωθούν τα συστήματα που μελετάμε, θα πρέπει τα υλικά και τα εξαρτήματα απο τα οποία αποτελείται να μπορούν να αντέξουν πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Αυτή η αποστείρωση είναι απαραίτητη να γίνεται μετά από κάθε διαδρομή σε ασθενή πριν συναντήσει το ιατρικό προσωπικό, όπως απεικονίζεται και παρακάτω στο διάγραμμα ροής υποχρεωτικής κίνησης.



Εικόνα 37 Διάγραμμα ροής υποχρεωτικής κίνησης

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 4.3 Αποφυγή λάθους ανάθεσης φαρμάκων

Κυριότερο απ' όλα είναι να μην γίνει λάθος στην κατανομή φαρμάκων, δηλαδή ο ασθενής να πάρει το λάθος φάρμακο, κάποιου άλλου ασθενή. Για να αποφευχθεί αυτό το αμαξίδιο μας θα είναι εξοπλισμένο με ντουλαπάκια, τα οποία θα είναι κλειδωμένα, και θα ανοίγουν αυτόματα τα αντίστοιχα για κάθε ασθενή. Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί με την ανίχνευση του δακτυλικού αποτυπώματος ή του προσώπου, ή την ανίχνευση του φλεβικού μοτίβου ανέπαφα. Για την αποφυγή μετάδοσης μικροβίων, θα αποφευχθεί ο τρόπος με το δακτυλικό αποτύπωμα.

#### 4.3.1 Αναγνώριση προσώπου

Με την αρχή της νοσηλείας κάθε ασθενή, μαζί με τα στοιχεία που καταχωρούνται, θα καταχωρηθεί και η εικόνα του προσώπου του. Έτσι όταν το αυτόνομο σύστημα μας φτάνει σε κάθε ασθενή, συλλέγοντας στοιχεία από κάποια κάμερα που θα είναι εξοπλισμένο, θα αναγνωρίζει τον ασθενή και θα ξεκλειδώνει το αντίστοιχο ντουλάπι. Με αυτόν τον τρόπο μηδενίζεται κάθε πιθανότητα λάθους στην ανάθεση φαρμάκων.



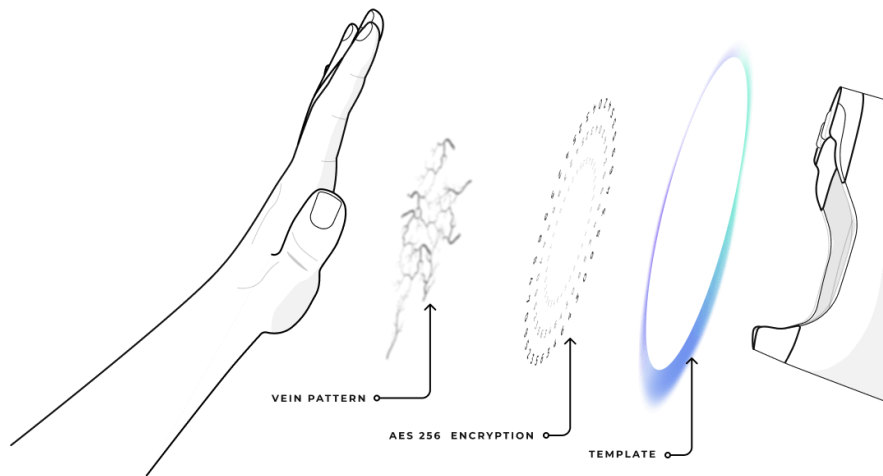
Εικόνα 38 Face ID

Πηγή: <https://www.istockphoto.com/photos/face-recognition-india>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 4.3.2 Αναγνώριση φλεβικού μοτίβου

Ο ανιχνευτής φλεβικού μοτίβου παλάμης (Palm vein scanner) είναι ένα βιομετρικό σύστημα που λειτουργεί με τη χρήση υπέρυθρου φωτός για να χαρτογραφήσει τη μοναδική δομή των φλεβών της παλάμης, καταγράφοντας πάνω από 5 εκατομμύρια σημεία δεδομένων. Στη συνέχεια, ο σαρωτής φλεβών παλάμης μετατρέπει αυτά τα σημεία δεδομένων σε έναν μοναδικό κρυπτογραφημένο κωδικό που γίνεται η βιομετρική ταυτότητα. [50] Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε ο κάθε ασθενής να δημιουργήσει την δική του βιομετρική ταυτότητα και να λαμβάνει την φαρμακευτική του αγωγή αφού έχει ταυτοποιηθεί ξεκλειδώνοντας αυτόματα το αντίστοιχο ντουλάπι.



Εικόνα 39 Palm vein scanner

Πηγή: <https://www.keyo.com/biometric-news/5-reasons-why-palm-vein-scan-is-the-best-biometric>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 4.4 Αυτονομία κίνησης

Επειδή θα κινείται σε εσωτερικό χώρο, η μοναδική λύση είναι η ηλεκτροκίνηση και όχι η μηχανοκίνηση, λόγω της εκπομπής ρύπων. Θα χρειαστεί να έχει πολλές ώρες αυτονομία και γρήγορη φόρτιση. Τα περισσότερα ηλεκτροκινούμενα οχήματα είναι εξοπλισμένα με μπαταρία ιόντων λιθίου (Li-ion battery). Αυτό γιατί έχουν υψηλή τάση, καλή απόδοση ασφάλειας, γρήγορη φόρτιση και μεγάλη διάρκεια ζωής. [46]



Εικόνα 40 Μπαταρία Λιθίου ιόντων

Πηγή: <https://www.istockphoto.com/photo/ev-li-ion-battery-concept-distant-view-3d-rendering-gm868516074-144901191>

## 5. Πιθανή υλοποίηση

Το αυτοφερόμενο θα αποτελείται από μια κινητή πλατφόρμα, ένα σύστημα πλοήγησης και ένα σύστημα ελέγχου. Το σύστημα πλοήγησης μπορεί να χρησιμοποιήσει έναν συνδυασμό αισθητήρων, όπως κάμερες, lidar και αισθητήρες υπερήχων, για να χαρτογραφήσει το περιβάλλον και να καθορίσει τη θέση και την τροχιά του ρομπότ, τα οποία θα μελετηθούν παρακάτω. Το σύστημα ελέγχου είναι υπεύθυνο για την εκτέλεση των καθηκόντων του και τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τον τρόπο αποφυγής εμποδίων και πλοήγησης στον προορισμό του. Θα οριστούν συγκεκριμένα πρωτόκολλα ασφαλείας, όπως η αποφυγή περιοχών με υψηλή κυκλοφορία ασθενών ή η επιβράδυνση παρουσία άλλων ανθρώπων.

Τέλος, πρέπει να διασφαλιστεί ότι το αυτοφερόμενο είναι αξιόπιστο και ασφαλές. Γι αυτόν τον λόγο, είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθούν εξαρτήματα υψηλής ποιότητας και να δοκιμαστεί διεξοδικά πριν από την λειτουργία του στα νοσοκομεία. Θα μελετηθεί λοιπόν το παραπάνω σύστημα, οι προδιαγραφές κατασκευής του, διάφοροι αισθητήρες και ο τρόπος χρήσης.



**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

### 5.1 Arduino

Arduino είναι μια εταιρεία λογισμικού και υλικού ανοιχτού κώδικα η οποία κατασκευάζει πλακέτες μικροελεγκτών για την κατασκευή ψηφιακών συσκευών. Οι πλακέτες διαθέτουν επίσης αναλογικές και ψηφιακές εισόδους και εξόδους ούτως ώστε να διασυνδέονται και με άλλα κυκλώματα. Επίσης μπορούν να προγραμματιστούν από τον χρήστη με την γλώσσα προγραμματισμού Wiring C (παραλλαγή της C++). Μπορεί να συνδεθεί μέσω καλωδίου από την θύρα USB με τον υπολογιστή, για να μεταφερθεί στην πλακέτα ο πηγαίος κώδικας που έχει μεταγλωττιστεί και να αποθηκευτεί στην Flash memory του μικροελεγκτή. Σε συνδιασμό με αισθητήρες και άλλες συσκευές εισόδου και εξόδου δημιουργείται μια συσκευή η οποία μπορεί να αλληλεπιδράει με το περιβάλλον που βρίσκεται.

Έχουν κυκλοφορήσει πολλές σειρές Arduino όπως είναι η Uno, Nano, Mega. Η κάθε μια με δικά της χαρακτηριστικά, παρακάτω φαίνεται ένας ενδεικτικός πίνακας με αυτά.

	<b>Arduino Uno Rev3</b>	<b>Arduino Nano</b>	<b>Arduino Mega 2560 Rev3</b>
<b>Microcontroller</b>	ATmega328P	ATmega328	ATmega2560
<b>Operating Voltage</b>	5V	5 V	5V
<b>Input Voltage (recommended)</b>	7-12V	7-12V	7-12V
<b>Digital I/O Pins</b>	14 (of which 6 provide PWM output)	22 (of which 6 provide PWM output)	54 (of which 15 provide PWM output)
<b>Analog Input Pins</b>	6	8	16
<b>DC Current per I/O Pin</b>	20 mA	40 mA	20 mA
<b>Flash Memory</b>	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader	32 KB of which 2 KB used by bootloader	256 KB of which 8 KB used by bootloader
<b>SRAM</b>	2 KB	2 KB	8 KB
<b>EEPROM</b>	1 KB	1 KB	4 KB
<b>Clock Speed</b>	16 MHz	16 MHz	16 MHz
<b>LED_BUILTIN</b>	13	-	13
<b>Length</b>	68.6 mm	45 mm	101.52 mm
<b>Width</b>	53.4 mm	18 mm	53.3 mm
<b>Weight</b>	25 g	7 g	37 g

*Πίνακας 8 Σύγκριση των τεχνικών χαρακτηριστικών των Arduino UNO, Nano, Mega*

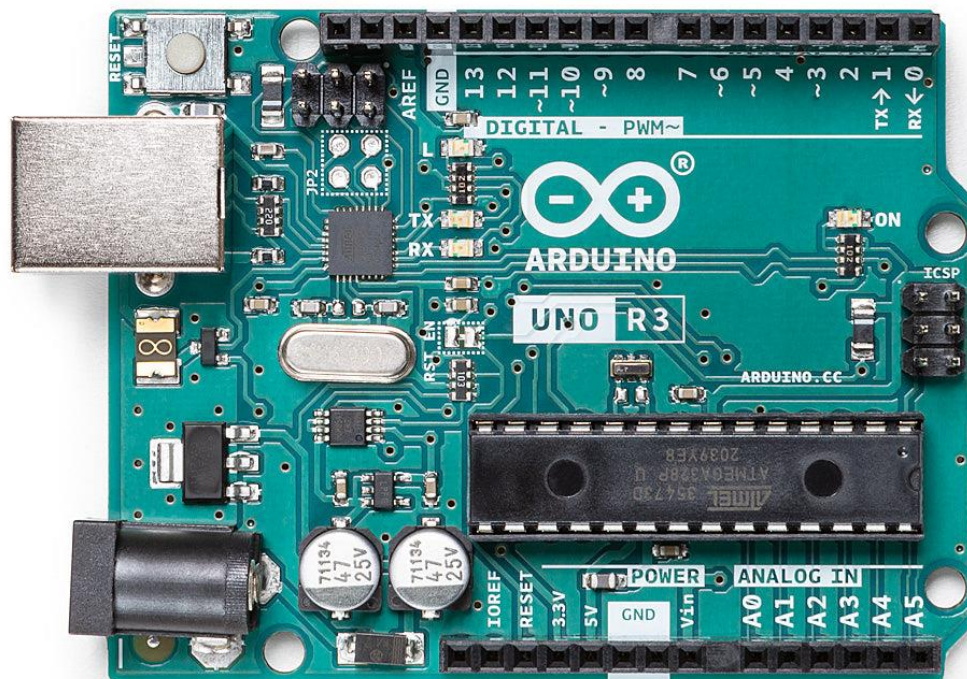
# ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

## 5.1.1 Arduino Uno R3

Η πιο διαδεδομένη και πιο συγνή πλακέτα είναι το Arduino Uno R3.

Στην πλακέτα βρίσκονται:

1. Pin ψηφιακής εισόδου/ εξόδου
2. Pin αναλογικής εισόδου
3. Led σειριακής επικοινωνίας, TX ανάβει όταν στέλνει δεδομένα στον υπολογιστή, RX ανάβει όταν λαμβάνει δεδομένα
4. Pin σειριακής επικοινωνίας (0-1), περιέχουν την ανάλογη πληροφορία με τα led
5. Κουμπί επανεκκίνησης, για να αρχικοποιεί κανα την λειτουργία της πλακέτας
6. Pin επανεκκίνησης
7. Led, το οποίο συνδέεται άμεσα με το pin 13, για την δυνατότητα κάποιας δοκιμής
8. Pin AREF, για τον προσδιορισμό τάσης αναφοράς
9. Ακροδέκτες γείωσης και τροφοδοσίας 3.3 V και 5 V
10. Led λειτουργίας, ανάβει για να δείξει οτι λειτουργεί η πλακέτα
11. Θύρα USB, σύνδεση και τροφοδοσία απο υπολογιστή
12. Θύρα εξωτερικής τροφοδοσίας, τροφοδοσία απο μπαταρία
13. Pin εξωτερικής τροφοδοσίας, εναλλακτικός τρόπος τροφοδοσίας



Εικόνα 41 Arduino Uno R3

Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US20220024486A1>

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

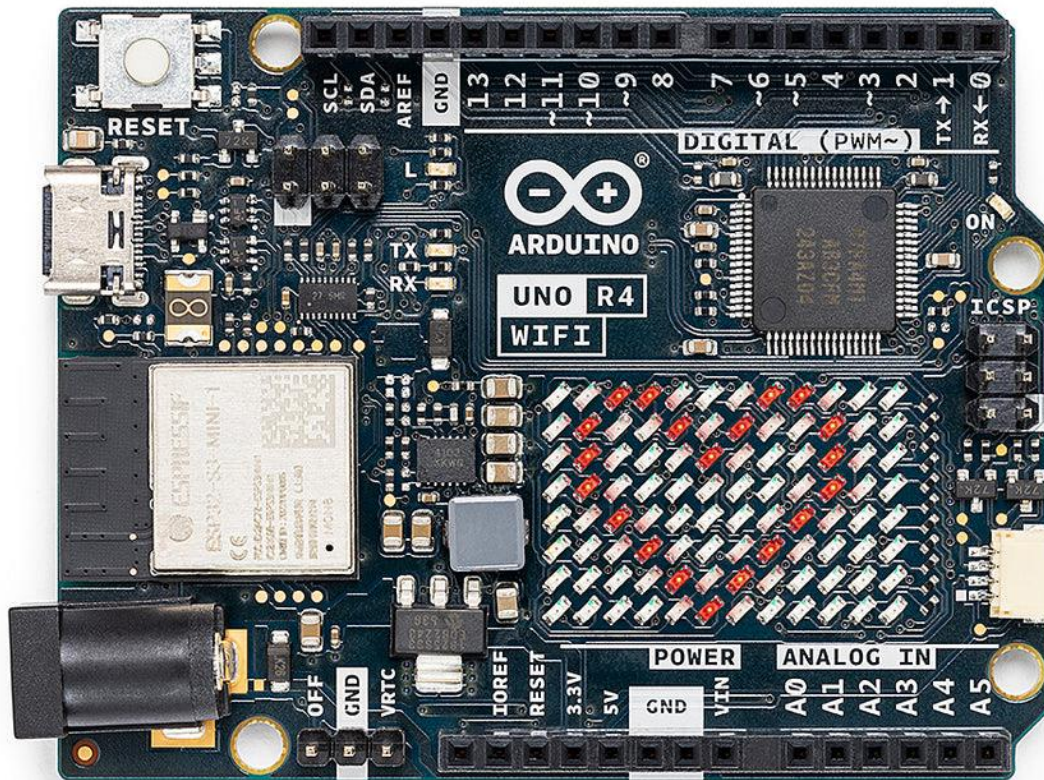
5.1.2 Arduino Uno R4 WiFi

Πρόσφατα, στις 26 Ιουνίου 2023, κυκλοφόρησε το Arduino Uno R4 WiFi, μια πολύ βελτιωμένη έκδοση των πλακετών. Προσφέρει μεγαλύτερη ταχύτητα και μνήμη για ακριβέστερους υπολογισμούς και χειρισμό πολύπλοκων έργων. Επίσης πρόσθετες ενσωματωμένες περιφερειακές συσκευές όπως DAC, CAN BUS, UART, I2C, SPI προσδίδοντας ευελιξία στην σχεδίαση και επιπλέον δυνατότητες. Ακόμη επιτρέπει την ασύρματη συνδεσιμότητα μέσω Bluetooth ή WiFi λόγω της μονάδας ESP32-S3 που διαθέτει.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά φαίνονται παρακάτω:

Microcontroller	USB	Analog input pins	DAC	PWM pins	Main core	ESP32-S3	RA4M1	ESP32-S3	Width	Length
Renesas RA4M1 (Arm® Cortex®-M4)	USB-C	6	1	6	48 MHz	up to 240 MHz	256 kB Flash, 32 kB RAM	384 kB ROM, 512 kB SRAM	68.85 mm	53.34 mm

*Πίνακας 9 Τεχνικά χαρακτηριστικά Arduino Uno R4 WiFi*



*Εικόνα 42 Arduino Uno R4 WiFi  
Πηγή: <https://store.arduino.cc/products/uno-r4-wifi>*

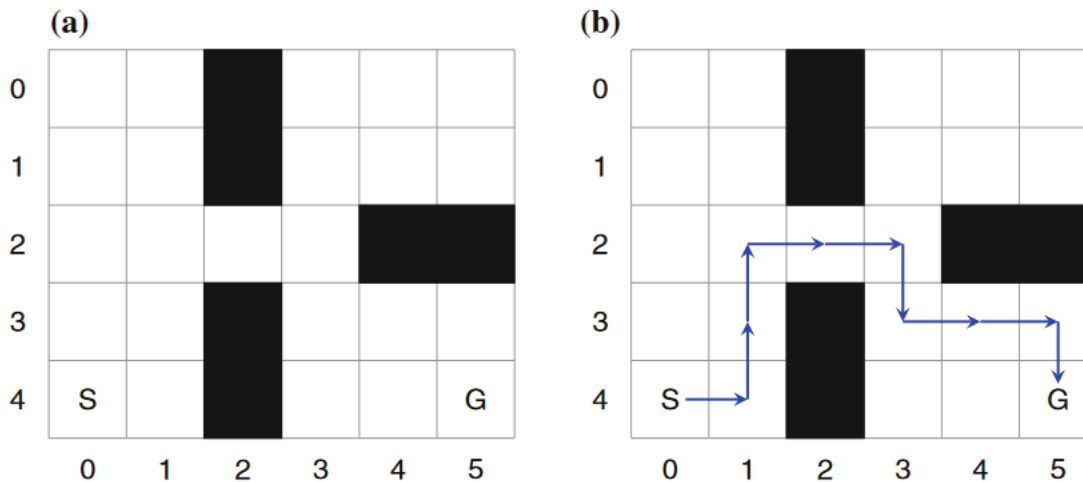
**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

## 5.2 Πιθανά συστήματα πλοήγησης

### 5.2.1 Map-based navigation

Το αυτοφερόμενο μπορεί να χρησιμοποιήσει έναν προϋπάρχοντα χάρτη του περιβάλλοντος που είναι αποθηκευμένος στη μνήμη του Arduino και με την βοήθεια αλγορίθμων να καθορίσει τη θέση του μέσα στον χάρτη και να επιλέξει τη βέλτιστη διαδρομή προς τον προορισμό του. Έτσι με την χρήση ενός χάρτη του ορόφου του νοσοκομείου που θα βρίσκεται το σύστημά μας, θα γνωρίζει την θέση του μέσα σε αυτήν και όσο κινείται και με αυτόν τον τρόπο θα σχεδιάζει την διαδρομή του αποφεύγοντας τους τοίχους και τα έπιπλα. Η μόνη ιδιαιτερότητα είναι οτι απαιτεί χάρτη του χώρου, ο οποίος θα πρέπει να είναι καλά σχεδιασμένος με κάθε λεπτομέρεια, καλό θα ήταν να περιέχονται και έπιπλα π.χ. κρεβάτια, κομοδίνα, ντουλάπες. Σε περίπτωση μεταγενέστερης αλλαγής θέσης θα χρειαστεί να ξανασχεδιαστεί ο χάρτης και να μεταφορτωθεί στη μνήμη του Arduino. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό καλύτερης διαδρομής μπορεί να είναι οι εξής: ο αλγόριθμος συντομότερης διαδρομής του Dijkstra για χάρτη πλέγματος, ο αλγόριθμος Dijkstra για συνεχόμενο χάρτη και ο αλγόριθμος A\*.

#### 5.2.1.1 Αλγόριθμος Dijkstra σε χάρτη πλέγματος



Εικόνα 43 Υπολογισμός καλύτερης διαδρομής με Dijkstra σε χάρτη πλέγματος  
Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

Όπου S=Start, G=Goal.

Η κίνηση απο κάθε κελί μπορεί να γίνει οριζόντια ή κάθετα, όχι όμως διαγώνια.

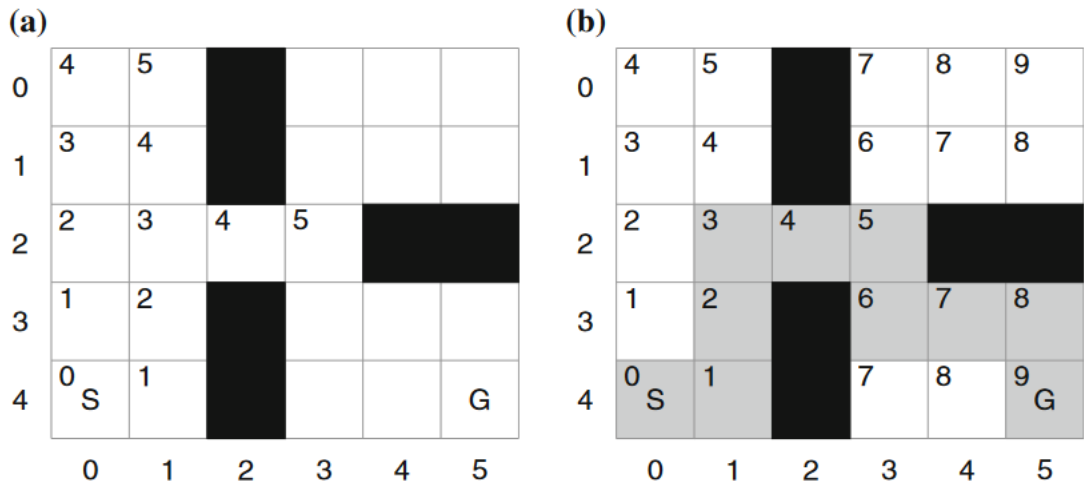
Παραδείγματος χάριν, για το S (4,0) γειτονικά κελιά είναι τα (4,1) και (3,0), ουσιαστικά κάθε φορά θα μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί ένας απο τους δύο άξονες y ή x.

Με αυτόν τον τρόπο υπολογίστηκε η πιο σύντομη διαδρομή απο το σημείο S στο σημείο G.

$(4,0) \rightarrow (4,1) \rightarrow (3,1) \rightarrow (2,1) \rightarrow (2,2) \rightarrow (2,3) \rightarrow (3,3) \rightarrow (3,4) \rightarrow (3,5) \rightarrow (4,5)$ .

Στο σημείο S θα μπορούσε να βρίσκεται το αυτοφερόμενο μας που θέλει να φτάσει στο σημείο G, όπου βρίσκεται το κρεβάτι του ασθενή που θέλει να μεταφέρει τα φαρμακά του, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα εμπόδια που υπάρχουν, όπως τοίχοι και έπιπλα, τα οποία στον χάρτη αυτόν είναι τα μαύρα κελιά.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**



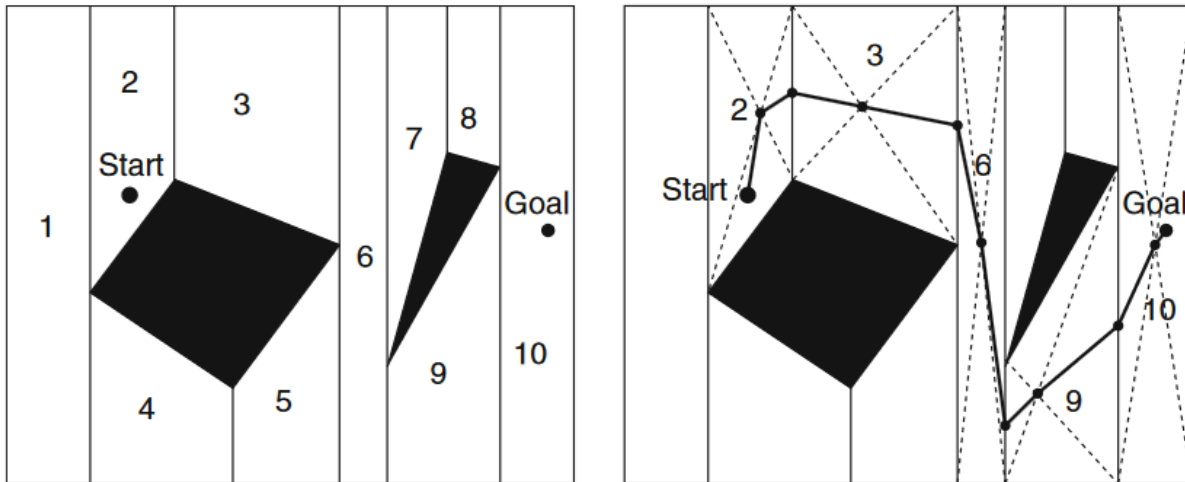
*Εικόνα 44 Υπολογισμός απόστασης κελιών από S σε χάρτη πλέγματος  
Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)*

Εδώ υπολογίζονται οι τιμές των κελιών ανάλογα την απόστασή τους από το S το οποίο θα πάρει τιμή 0. Ξεκινάμε από τα γειτονικά κελιά του, που είναι το (3,0) και (4,1) άρα το κάθε ένα από αυτά θα πάρει τιμή 1 γιατί έχουν απόσταση μόνο ένα κελί από την αφετηρία. Στην συνέχεια τα γειτονικά τους κελιά τα οποία δεν έχουν τιμή ακόμα θα πάρουν την τιμή τους + 1. Για το (3,0) τα γειτονικά του κελιά είναι τα (2,0), (3,1), (4,0). Το (4,0) έχει ήδη τιμή οπότε δεν ξαναυπολογίζεται, τα υπόλοιπα δύο θα πάρουν την τιμή του [(3,0) + 1] => 1+1=2. Για το (4,1) τα γειτονικά του κελιά είναι τα (4,0) και (3,1) τα οποία είναι και τα δύο ήδη υπολογισμένα. Δεν έχει γειτονικό κελί το (4,2) διότι είναι μη διαθέσιμο, αφού είναι από τα κελιά που αποτελούν το εμπόδιο.

Με αυτήν την λογική υπολογίζονται όλα τα κελιά του πίνακα, όπως φαίνεται και παραπάνω στο σχήμα b. Έπειτα αυτήν την φορά ξεκινώντας από το σημείο G, υπολογίζεται η συντομότερη διαδρομή. Βρισκόμαστε αρχικά στο G με τιμή 9, συνεχίζει στο κελί (3,5) με τιμή 8, και ούτω καθεξής, διαλέγοντας πάντα το γειτονικό του κελί με την μικρότερη τιμή. Παραδείγματος χάριν όταν βρίσκεται στην θέση (3,3) έχει σαν επιλογή να συνεχιστεί στο (4,3) ή στο (3,4) ή στο (2,3), τα δύο πρώτα έχουν τιμή 7 ενώ το τελευταίο έχει την τιμή 5 και άρα θα διαλέξει αυτό για να συνεχίσει. Έτσι υπολογίστηκε και η παρακάτω διαδρομή: (4,5) → (3,5) → (3,4) → (3,3) → (2,3) → (2,2) → (2,1) → (3,1) → (4,1) → (4,0).

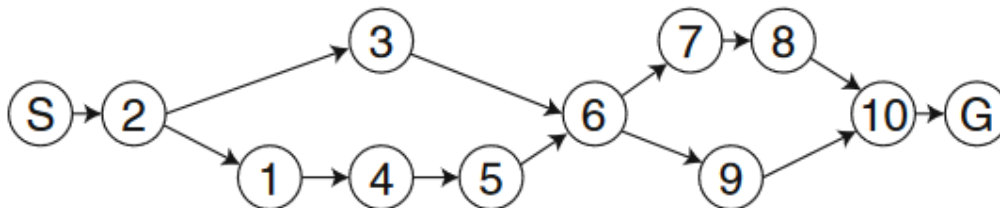
**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

5.2.1.2 Αλγόριθμος Dijkstra σε συνεχή χάρτη



Εικόνα 45 Υπολογισμός καλύτερης διαδρομής με Dijkstra σε συνεχή χάρτη  
 Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

Εδώ έχουμε την περίπτωση του συνεχή χάρτη, ο οποίος μετασχηματίζεται σε ένα διακριτό γράφημα σχεδιάζοντας κάθετες γραμμές από το πάνω και κάτω άκρο του περιβάλλοντος σε κάθε γωνία ενός εμποδίου. Αυτό διαιρεί την περιοχή σε έναν πεπερασμένο αριθμό τμημάτων, καθένα από τα οποία μπορεί να αναπαρασταθεί ως κόμβος σε ένα γράφημα. Οι ακμές του γραφήματος είναι το μέσον κάθε τμήματος, δηλαδή το σημείο που εφάπτονται οι δύο διαγώνιες γραμμές κάθε τμήματος όπως φαίνεται και παραπάνω.



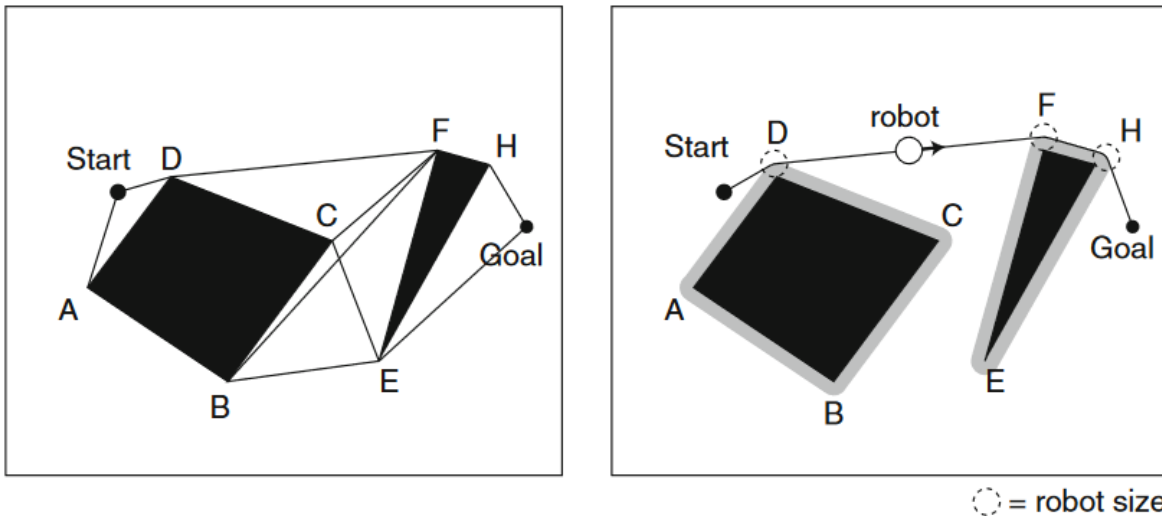
Εικόνα 46 Το γράφημα που σχεδιάστηκε με βάση την Εικόνα 45  
 Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

$S \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 10 \rightarrow G$

Αυτή είναι η συντομότερη διαδρομή ως προς τον αριθμό των άκρων του γραφήματος, δεν είναι όμως η συντομότερη διαδρομή στο περιβάλλον. Ο λόγος είναι ότι εκχωρήσαμε σταθερό κόστος σε κάθε άκρη, αν και τα τμήματα του χάρτη έχουν διάφορα μεγέθη.

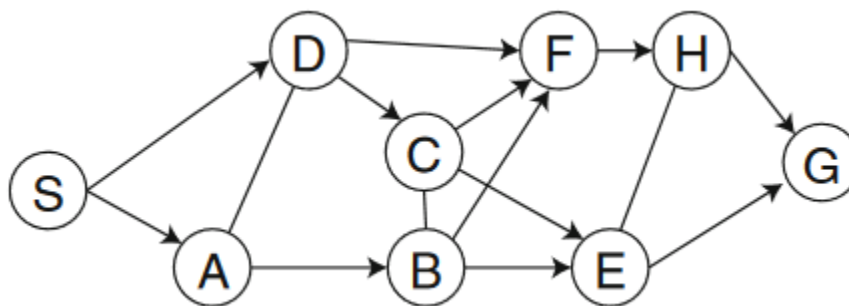
Δεδομένου ότι κάθε κορυφή αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο τμήμα του περιβάλλοντος, πρέπει να γνωρίζουμε πώς η μετακίνηση από τη μια κορυφή στην άλλη μεταφράζεται σε μετακίνηση από το ένα τμήμα στο άλλο. Αν και αυτή η μέθοδος είναι λογική χωρίς περαιτέρω γνώση του περιβάλλοντος, δεν δίνει τη βέλτιστη διαδρομή που θα πρέπει να παραμείνει κοντά στα όρια των εμποδίων.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**



Εικόνα 47 Ο συνεχής χάρτης με γραμμές απο γωνία σε γωνία  
Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

Παραπάνω παρουσιάζεται μια άλλη προσέγγιση στο σχεδιασμό διαδρομής σε έναν συνεχή χάρτη, όπου σχηματίζονται μονοπάτια ενώνοντας κάθε γωνία των εμποδίων. Αυτά τα μονοπάτια είναι τα συντομότερα μονοπάτια, αφού παραδείγματος χάριν για την ευθεία A προς B, δεν υπάρχει πιο σύντομο μονοπάτι από την ίδια την ευθεία. Ο αλγόριθμος του Dijkstra δίνει τη συντομότερη διαδρομή ως: S→D→F→H→G.



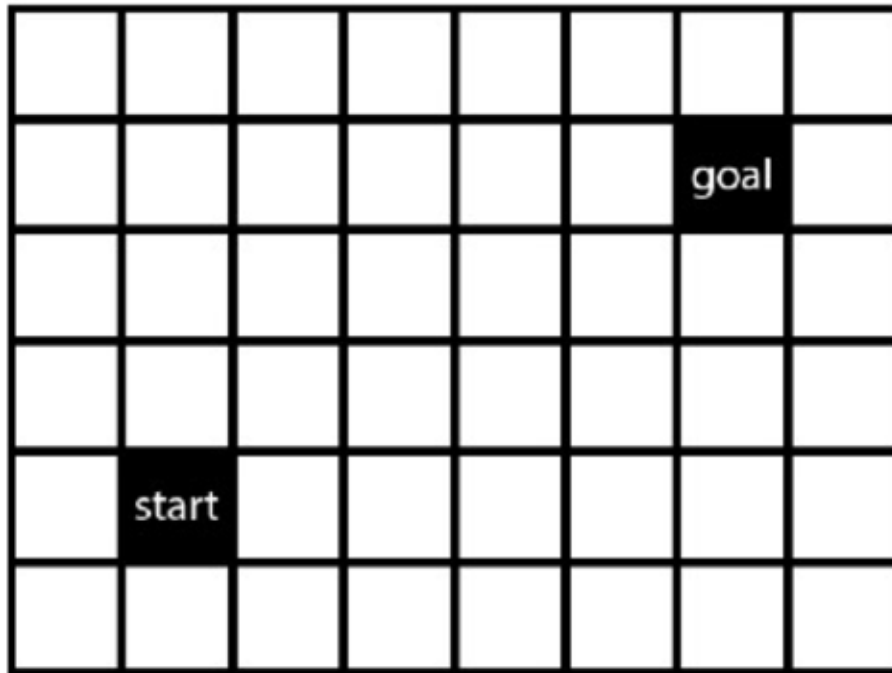
Εικόνα 48 Το γράφημα που σχεδιάστηκε με βάση την Εικόνα 47  
Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

Σε αυτή την περίπτωση, η συντομότερη διαδρομή ως προς τον αριθμό των ακμών είναι και η γεωμετρικά συντομότερη διαδρομή. Αν και αυτό είναι το συντομότερο μονοπάτι, το αυτοφερόμενό μας δεν μπορεί να ακολουθήσει αυτό το μονοπάτι, επειδή έχει πεπερασμένο μέγεθος, επομένως το κέντρο του δεν μπορεί να ακολουθήσει το όριο ενός εμποδίου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 14 με τον συμβολισμό “robot”. Θα πρέπει να διατηρεί μια ελάχιστη απόσταση από κάθε εμπόδιο, αυτό μπορεί να υλοποιηθεί μετακινώντας την διαδρομή του όσο είναι το πλάτος του. Η διαδρομή που προκύπτει είναι βέλτιστη και μπορεί να διασχιστεί από το αυτοφερόμενο.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**5.2.1.3 Αλγόριθμος A\***

Ο αλγόριθμος του Dijkstra αναζητά το μονοπάτι προς όλες τις κατευθύνσεις. αυτό μπορεί να είναι αποτελεσματικό σε ένα πολύπλοκο περιβάλλον, αλλά όχι όταν η διαδρομή είναι απλή, για παράδειγμα στην Εικόνα 49.



Εικόνα 49 Παράδειγμα απλού χάρτη

Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

Εδώ είναι πασιφανές πως δεν υπάρχει λόγος να συνεχίσουμε να εξερευνούμε την περιοχή στα αριστερά του πλέγματος αφού το κελί “goal” βρίσκεται στην δεξιά πλευρά, αλλά ο αλγόριθμος του Dijkstra συνεχίζει να το κάνει.

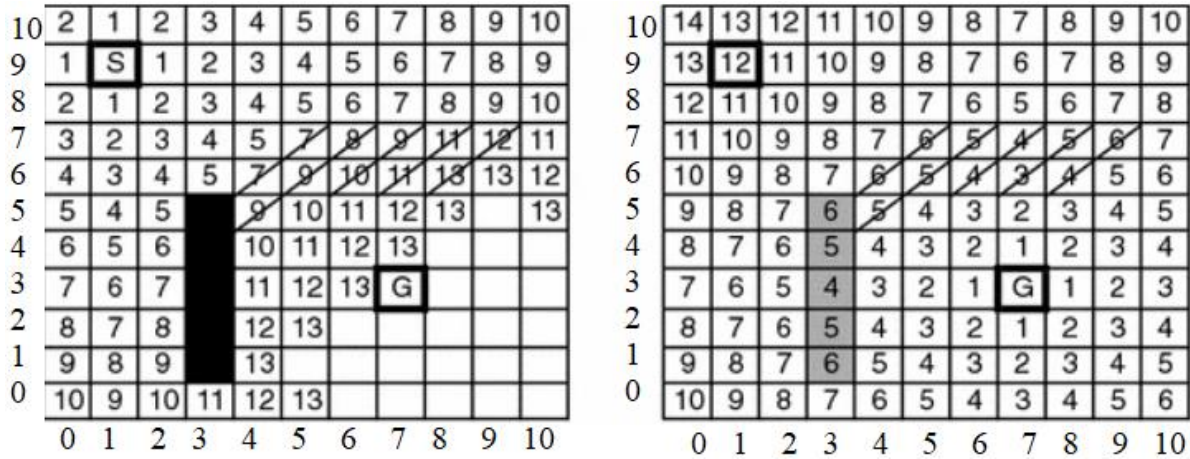
Ο αλγόριθμος A\* είναι παρόμοιος με τον αλγόριθμο του Dijkstra, η διαφορά είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη μόνο τον αριθμό των βημάτων από το κελί έναρξης, αλλά και μια ευρετική συνάρτηση που δίνει μια ένδειξη της προτιμώμενης κατεύθυνσης αναζήτησης. Στο Dijkstra, χρησιμοποιήσαμε μια συνάρτηση κόστους  $g(x, y)$  που δίνει τον πραγματικό αριθμό βημάτων από το κελί έναρξης και έτσι έκανε την αναζήτηση ξεκινώντας με τα κελιά που σημειώθηκαν με τις υψηλότερες τιμές  $g(x, y)$ . Στον αλγόριθμο A\* η συνάρτηση κόστους  $f(x, y)$  υπολογίζεται προσθέτοντας τον πραγματικό αριθμό βημάτων από το κελί έναρξης και τις τιμές μιας ευρετικής συνάρτησης  $h(x, y)$ :  $f(x, y) = g(x, y) + h(x, y)$ .

Ως ευρετική συνάρτηση θα χρησιμοποιήσουμε την απόσταση του κάθε κελιού από το κελί “G”.



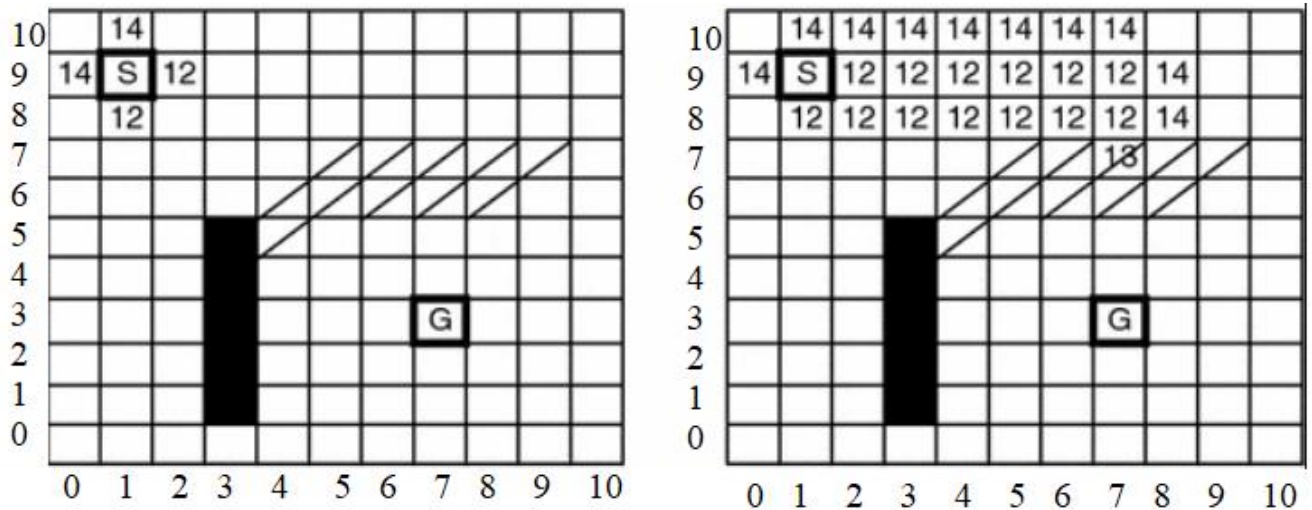
**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Παρακάτω, στην Εικόνα 50 υπολογίζεται στον αριστερό πίνακα ο αριθμός βημάτων απο το κελί “S”, και σχηματίζει την συνάρτηση  $g(x,y)$ , και στον δεξιό πίνακα υπολογίζεται ο αριθμός βημάτων απο το κελί “G” και σχηματίζει την συνάρτηση  $h(x,y)$ .



Εικόνα 50 Υπολογισμός κελιών με τον αλγόριθμο A\*  
Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

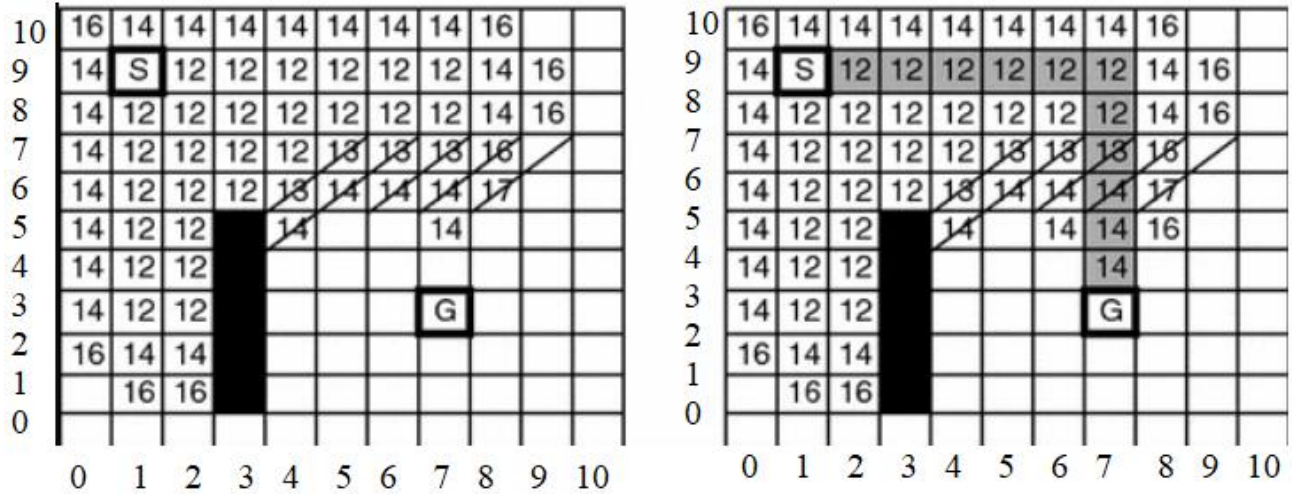
Τα κελιά με την διαγώνια γραμμή όπως το (5,6) έχουν μια σταθερή τιμή g, η οποία είναι ανεξάρτητη απο την αποστασή του απο το “S”. Επίσης παρατηρούμε πως δεν έχουν συμπληρωθεί όλα τα κελιά με τιμή, κάτω δεξιά του πίνακα στην συνάρτηση g στην Εικόνα 50, επειδή υπάρχει κελί που απέχει 13 κελιά απο το “S” και είναι γειτονικό του “G”, οπότε δεν υπάρχει νόημα να υπολογιστούν τα κελιά που θα έχουν τιμή μεγαλύτερη του 13, κατι που ο αλγόριθμος Dijkstra θα έκανε.



Εικόνα 51 Υπολογισμός συνάρτησης f  
Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Στην συνέχεια ,όπως φαίνεται στην Εικόνα 51, προστίθονται οι δύο τιμές g+h σε κάθε κελί, παραδείγματος χάριν  $f(2,9)=g(2,9)+h(2,9)=1+11=12$ . Με αυτον τον τρόπο υπολογίστηκε όλος ο πίνακας της Εικόνας 52.



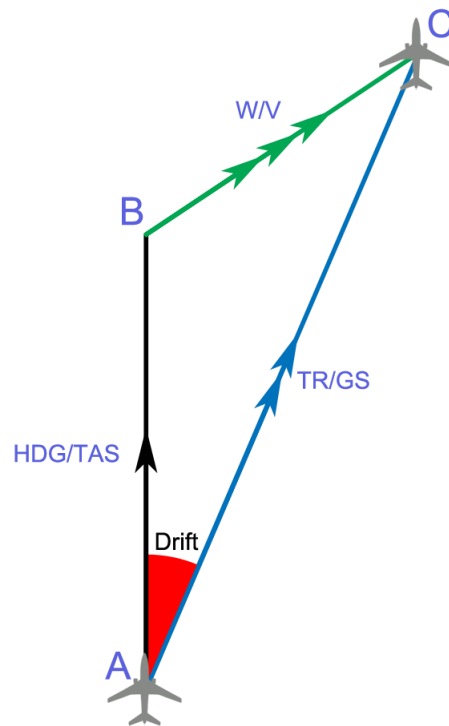
Εικόνα 52 Υπολογισμός καλύτερου μονοπατιού  
Πηγή: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

Και τέλος, υπολογίζεται το πιο σύντομο μονοπάτι, όπως και στον αλγόριθμο Dijkstra, ξεκινώντας απο το κελί “G” και ψάχνοντας την πιο μικρή τιμή της f για να φτάσει στο κελί “S”.

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.2.2 Dead Reckoning

Πρόκειται για μια μέθοδο πλοήγησης που χρησιμοποιεί την αρχική θέση και τον προσανατολισμό του αυτοφερόμενου, καθώς και τις κινήσεις και τις μετρήσεις του αισθητήρα, για να εκτιμήσει τη θέση του με την πάροδο του χρόνου. Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιήσει τις μετρήσεις από κωδικοποιητές, επιταχυνσιόμετρα ή γυροσκόπια για να υπολογίσει τη θέση του και να καθορίσει την επόμενη κίνησή του.



Εικόνα 53 Σφάλμα Dead reckoning  
Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Dead\\_reckoning](https://en.wikipedia.org/wiki/Dead_reckoning)

Παραπάνω φαίνεται ένα παράδειγμα σφάλματος αυτής της μεθόδου, επειδή δεν λήφθηκε υπόψιν η ταχύτητα ενός μέσου, στην συγκεκριμένη περίπτωση η ταχύτητα του ανέμου. Το σημείο A είναι η αφετηρία, B η θέση που υπολογίζεται ότι βρίσκεται την συγκεκριμένη στιγμή το αντικείμενό μας και C είναι η πραγματική θέση μετά το χρονικό διάστημα.

(HDG): αρχική κατεύθυνση

(TAS): ταχύτητα αέρα

(W/V): ταχύτητα του ανέμου

(TR): πραγματική τροχιά

(GS): ταχύτητα εδάφους

$(TAS=GS-W/V)$

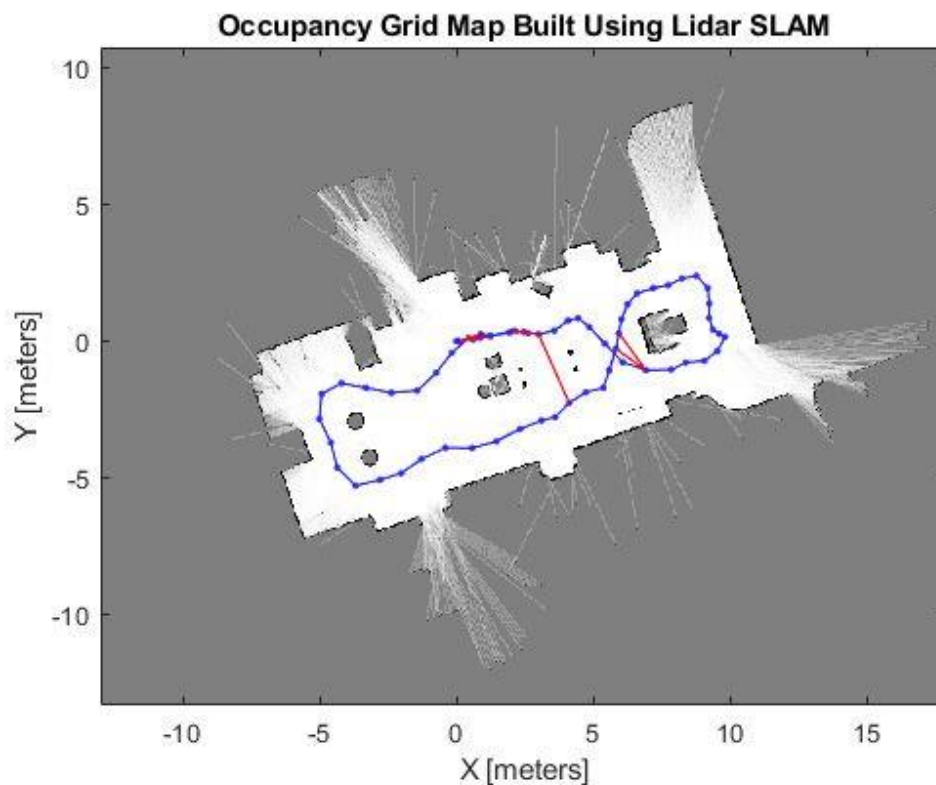
## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.2.3 SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)

Μια μέθοδος που συνδυάζει χαρτογράφηση και πλοήγηση για να επιτρέψει στο αυτοφερόμενο να δημιουργήσει έναν χάρτη του περιβάλλοντός του και να καθορίσει τη θέση του μέσα σε αυτόν σε πραγματικό χρόνο. Χρησιμοποιεί κάμερες, άλλους οπτικούς αισθητήρες ή αισθητήρες Lidar για να κάνει την χαρτογράφηση του χώρου αλλά και να αναγνωρίσει τα αντικείμενα γύρω του και τα εμπόδια με αποτέλεσμα να μπορέσει να τα αποφύγει..

Εξάγει την πληροφορία που “βλέπει” και ύστερα προσπαθεί να συνδιάσει όλες τις εικόνες για να συνθέσει ένα σύνολο το οποίο αποτελεί τον χάρτη. Αυτό θα συμβεί στην πρώτη του βόλτα στον χώρο. Σε κάθε νέα διαδρομή το αυτόνομο ρομπότ προσδιορίζει το στίγμα της τοποθεσίας του με την βοήθεια μιας συσκευής εντοπισμού και χρησιμοποιεί τον χάρτη που έχει ήδη δημιουργήσει. Επίσης συνεχίζει να σκανάρει το περιβάλλον γύρω του μέσω των οπτικών μέσων και αισθητήρων, για τυχόν αλλαγές που μπορεί να υπάρχουν στα έπιπλα, αλλά και για την αποφυγή σύγκρουσης με ανθρώπους ή με άλλα ρομπότ και έπειτα ενημερώνει τον χάρτη με τις αλλαγές που υπάρχουν.

Παρακάτω φαίνεται ένας χάρτης ο οποίος πρόερχεται από χαρτογράφηση μέσω αισθητήρα 2D Lidar, όπως και η διαδρομή που φαίνεται να έκανε ένα ρομπότ αφού πρώτα εντόπισε την θέση του στον χάρτη.



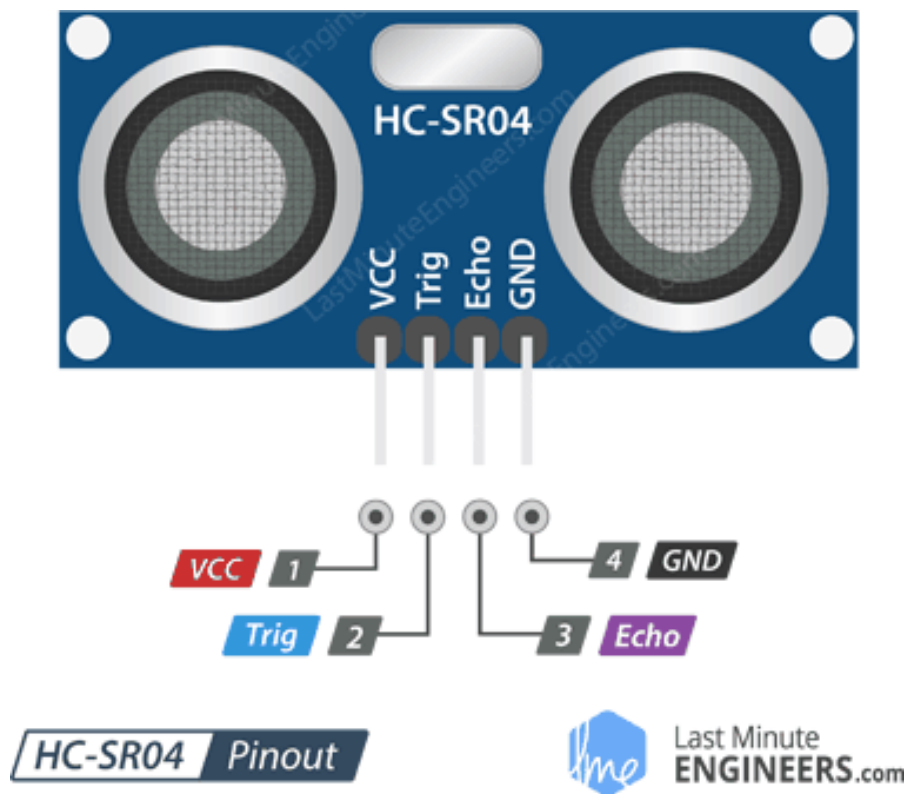
Εικόνα 54 Χαρτογράφηση με αισθητήρες 2D Lidar

Πηγή: <https://www.mathworks.com/help/nav/ug/implement-simultaneous-localization-and-mapping-with-lidar-scans.html>

## 5.4 Αισθητήρες

### 5.4.1 Ultrasonic Distance Sensors

Αυτός ο αισθητήρας χρησιμοποιείται για μέτρηση αποστάσεων. Διαθέτει έναν πομπό και έναν δέκτη υπερήχων και 4 ακροδέκτες. Αρχικά πρέπει να λάβει έναν παλμό στο pin ενεργοποίησης για τουλάχιστον 11  $\mu\text{sec}$ , ύστερα ο πομπός στέλνει ένα υπέρηχο σήμα, το οποίο κινείται στον χώρο, μόλις βρεί εμπόδιο αυτό αντανακλάται και κινείται προς τον αισθητήρα, μόλις ο δέκτης του αισθητήρα λάβει το σήμα τότε το pin εξόδου γίνεται HIGH για χρόνο ίσον με αυτόν που χρειάστηκε το σήμα απο την αποστολή του μέχρι την λήψη του. Έτσι, με αυτόν τον τρόπο μπορεί να υπολογιστεί και η απόσταση του αισθητήρα με το εμπόδιο.



Εικόνα 55 HC-SR04 Ultrasonic sensor

Πηγή: <https://lastminuteengineers.com/arduino-sr04-ultrasonic-sensor-tutorial/>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.4.2 Infrared Sensors

Ο αισθητήρας infrared sensor μετρά και ανιχνεύει την υπέρυθη ακτινοβολία, η οποία είναι αόρατη στο ανθρώπινο μάτι, αφού το μήκος κύματος της είναι μεγαλύτερο από αυτό του ορατού φωτός. Υπάρχουν δύο τύποι αισθητήρων υπέρυθρων, οι ενεργοί και οι παθητικοί.

Οι ενεργοί (IR) εκπέμπουν υπέρυθρο φως από μια δίοδο εκπομπής φωτός (LED), το οποίο μόλις συναντήσει κάποιο αντικείμενο ανακλάται και ανιχνεύεται από τον δέκτη του αισθητήρα.

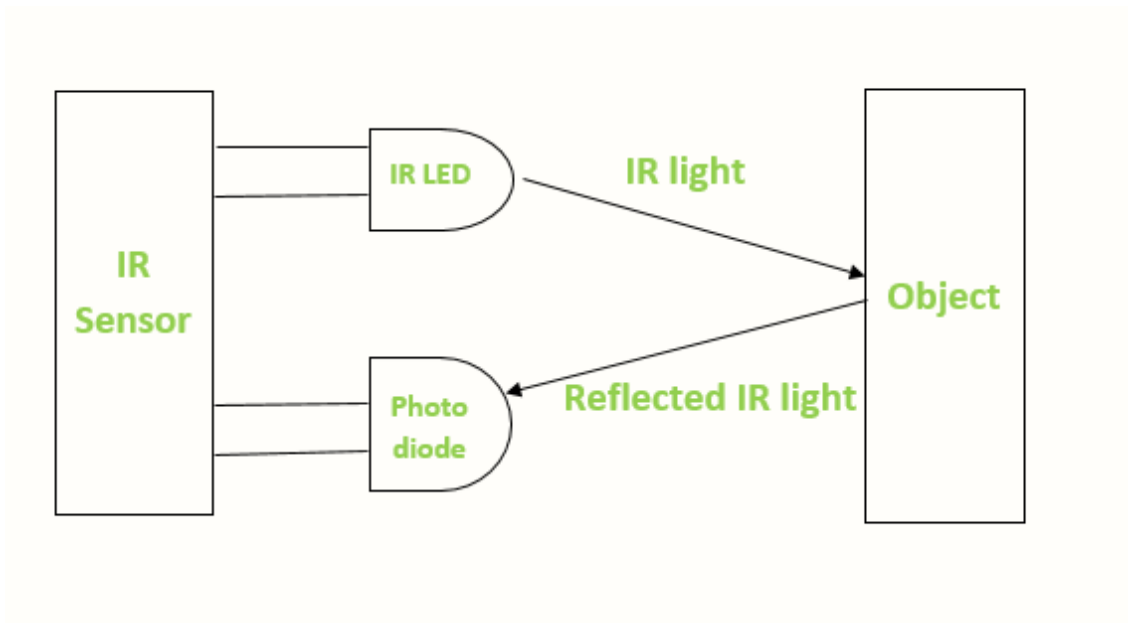
Ενώ οι παθητικοί (PIR) δεν εκπέμπουν τίποτα, ανιχνεύουν την υπέρυθη ενέργεια που ακτινοβολείται από το αντικείμενο. Το πιο συνηθισμένο αντικείμενο του οποίου ανιχνεύει την ακτινοβολία που εκπέμπεται είναι το ανθρώπινο σώμα. Κάθε αντικείμενο με θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν εκπέμπει υπέρυθη ενέργεια με μορφή ακτινοβολίας [51]. Στον πυρήνα του υπάρχει πυροηλεκτρικό υλικό, το οποίο όταν υποβάλλεται σε υπέρυθη ακτινοβολία, δημιουργεί ένα ηλεκτρικό φορτίο παρόμοιο με το ηλεκτρικό φορτίο που δημιουργείται όταν το ορατό φως χτυπάει ένα ηλιακό κύτταρο.



Εικόνα 56 LED Infrared sensor  
Πηγή: <https://robu.in/ir-sensor-working/>

Παραπάνω φαίνεται ο αισθητήρας υπέρυθρων με led, το λευκό λαμπακι είναι το led που εκπέμπει το φως, ενώ το μαύρο είναι φωτοδίοδος που λαμβάνει το φως αφού αντανακλάσει σε κάποιο αντικείμενο.

ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ



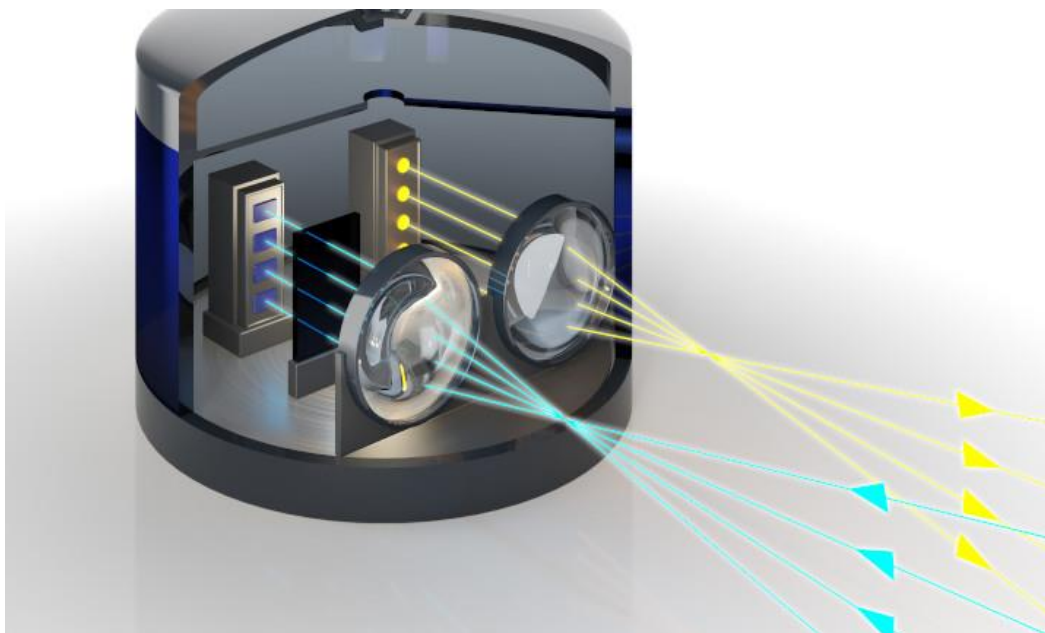
Εικόνα 57 Σύστημα infrared sensor  
Πηγή: <https://robu.in/ir-sensor-working/>

Εδώ φαίνεται ο infrared sensor, ο οποίος αποτελείται από το IR LED και την φωτοδίοδο. Το IR LED εκπέμπει IR light, το οποίο συναντά ένα αντικείμενο, αντανακλάται και το λαμβάνει η φωτοδίοδος. Σύμφωνα με την διαφορά χρόνου από την στιγμή που έφυγε το σήμα φως μέχρι να ληφθεί, υπολογίζεται η απόσταση που απέχει από το αντικείμενο.

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.4.3 LIDAR

Οι αισθητήρες LIDAR χρησιμοποιούν λέιζερ για να δημιουργήσουν έναν 3D χάρτη του περιβάλλοντος. Ο πομπός εκπέμπει κύματα φωτός τα οποία αντανακλώνται στις επιφάνειες και τα λαμβάνει ο δέκτης, έτσι από τον χρόνο που έκανε να ληφθεί το σήμα υπολογίζεται και η απόσταση του αντικειμένου. Συγκεντρώνοντας αυτές τις αποστάσεις δημιουργείται ένα σύνολο από σημεία, τα οποία αποτελούν τον 3D χάρτη του χώρου. Η χαρτογράφηση με τους αισθητήρες LIDAR είναι πολύ ακριβής με απόκλιση 5 χιλιοστών σε απόσταση 2.5 χιλιομέτρων, πολύ γρήγορη και αξιόπιστη. Μια αστοχία υπάρχει όταν πρέπει να γίνει αντανάκληση σε κατοπτρικές επιφάνειες, όπως είναι ο καθρέφτης και το γυαλί, λόγω της ανακλαστικότητάς τους που είναι πιο ασθενής, είναι πιθανό να μην ανιχνευθούν από τον δέκτη. Επίσης λόγω των δονήσεων, είναι πιθανό να προκληθεί μια μικρή ανακρίβεια στον υπολογισμό, όμως μπορεί να βοηθήσει σε αυτό ο απορροφητής κραδασμών.



Εικόνα 58 Αισθητήρας Lidar

Πηγή: <https://www.schott.com/en-dk/products/hermetic-packages-for-lidar-sensors-p1000281/applications>

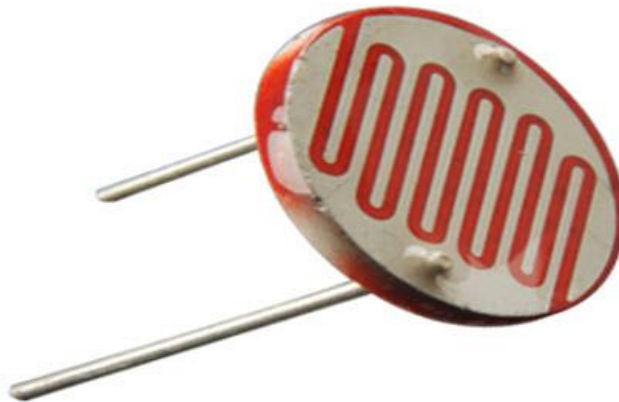
Παραπάνω φαίνεται και η εικόνα του αισθητήρα, με τον πομπό που εκπέμπει laser (κίτρινες ακτίνες) και τον δέκτη που λαμβάνει τις αντανακλάσεις (γαλάζιες ακτίνες).



## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.4.5 Light dependent resistor (LDR)

Ο αισθητήρας φωτός αναγνωρίζει την φωτεινότητα που αντανακλάται πάνω του. Στην πραγματικότητα είναι μια αντίσταση φωτός, η οποία είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασής του. Δηλαδή, μειώνεται στο έντονο φως, πιο συγκεκριμένα παίρνει τιμή περίπου 1K ohm, και αυξάνεται στο σκοτάδι, φτάνοντας το 1M ohm. Με αυτόν τον αισθητήρα μας δίνεται η δυνατότητα προσανατολισμού του αυτοφερούμενου, με την χρήση μιας αυτοκόλλητης μαυρης ταινίας στο δάπεδο. Τοποθετώντας δυο τέτοιους αισθητήρες, έναν στην δεξιά και έναν στην αριστερή του πλευρά, και προγραμματίζοντας το με τις κατάλληλες συνθήκες, ανάλογα την αντίσταση των δύο πλευρών, το αυτοφερόμενο θα κινείται ευθεία, αριστερά, δεξιά και θα σταματάει.



Εικόνα 59 Αισθητήρας φωτός

Πηγή: <https://mifraelectronics.com/shop/iot-sensors/sensors-module/ldr-sensor-from-mifra-electronics-store/ldr-sensor-light-dependent-resistor/>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.4.6 Infrared Temperature Sensor

Ο Infrared Temperature Sensor μπορεί να μετρήσει την θερμοκρασία ενός αντικειμένου ή και ενός ανθρώπου χωρίς να έρθει σε επαφή μαζί του, ανέπαφα με υψηλή ακρίβεια και γρήγορη απόκριση. Θα ήταν πολύ χρήσιμος για την θερμομέτρηση των ασθενών.



Εικόνα 60 Infrared Temperature Sensor

Πηγή: <http://www.mindsensors.com/products/175-ir-thermometer-for-arduino>

Όταν η υπέρυθη ακτινοβολία πέφτει στην επιφάνεια του αισθητήρα, απορροφάται και μετατρέπεται σε θερμότητα. Παράγεται τάση εξόδου ανάλογη με την προσπίπτουσα υπέρυθη ενέργεια και ο ανιχνευτής χρησιμοποιεί αυτή την έξοδο για να προσδιορίσει τη θερμοκρασία. [49]

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.4.7 Αισθητήρας παλμών

Αυτός ο αισθητήρας μετράει τους καρδιακούς παλμούς όταν έρθει σε απευθείας επαφή με το δέρμα. Είναι ένας αισθητήρας ο οποίος είναι πολύ χρήσιμος στις νοσοκομειακές μονάδες, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη κι αν δεν είναι ανέπαφος. Μετά απο κάθε χρήση μπορεί να αποστειρώνεται στην λάμπα UVC που μελετήσαμε και παραπάνω.



Εικόνα 61 Αισθητήρας παλμών

Πηγή: <https://www.cableworks.gr/ilektronika/arduino-and-microcontrollers/mcu-and-components/heart-pulse/heart-rate-pulse-sensor-module-for-arduino/>

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.5 Υλικό κατασκευής

Οι επιλογές του υλικού κατασκευής είναι αρκετές, πλαστικό, αλουμίνιο, χαλκός, ανοξείδωτος χάλυβας και άλλα. Το κύριο χαρακτηριστικό όμως που πρέπει να προϋποθέτει είναι η ιδιότητα της εξουδετέρωσης των μικροβίων.

#### 5.5.1 Χαλκός

Ο αντιμικροβιακός χαλκός, δηλαδή στερεό χαλκό και κράματα χαλκού, με την περιεκτικότητα του χαλκού να είναι τουλάχιστον 60% , δίδει να υπερτερεί σε αυτό το σημείο, αφού εξουδετερώνει τα μικρόβια σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 90% , έχει εγκριθεί από την «Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος της Αμερικής» ως η μοναδική στερεά αντιμικροβιακή επιφάνεια επαφής και έχει αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικότερος αντιμικροβιακός παράγοντας από το ανοξείδωτο ασάλι. Είναι ένα υλικό που τελευταία έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται πολύ στα νοσοκομεία. Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν, η επιβίωση του ιού SARS-CoV-2 σε χάλκινη επιφάνεια είναι 4 ώρες, σε επιφάνεια από χαρτόνι 24 ώρες, ενώ 2-3 ημέρες είναι πάνω σε πλαστικές ή ανοξείδωτες επιφάνειες. Έχουν γίνει επίσης κλινικές δοκιμές στις ΗΠΑ, στο Ηνωμένο Βασίλειο, την Γερμανία και την Φινλανδία όπου χρησιμοποιώντας αντικείμενα και έπιπλα από χαλκό σε δομές υγείας, διαπιστώθηκε πως πράγματι το ποσοστό των μικροβίων σε αυτές τις επιφάνειες είχε μειωθεί κατά 97 % και το ποσοστό μείωσης λοιμώξεων κατά 40 έως 70% .



Εικόνα 62 Χαλκός

Πηγή: [https://el.wikipedia.org/wiki/Χαλκός\\_και\\_υγεία](https://el.wikipedia.org/wiki/Χαλκός_και_υγεία)

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.5.2 Ανοξείδωτος χάλυβας (Inox)

Ο ανοξείδωτος χάλυβας ή αλλιώς ανοξείδωτο ατσάλι είναι κράμα σιδήρου άνθρακα και χρωμίου με ελάχιστη περιεκτικότητα σε χρώμιο, το οποίο είναι ένα στοιχείο που αυξάνει την αντοχή του στην οξείδωση και στη διάβρωση. Κάποια είδη ανοξείδωτου χάλυβα μπορεί να περιέχουν επίσης νικέλιο, μολυβδαίνιο, τιτάνιο και άλλα [47]. Είναι ανθεκτικός στην θερμοκρασία, με αντιβακτηριακές ιδιότητες και εύκολο στον καθαρισμό. Χρησιμοποιείται πάρα πολύ στα νοσοκομεία και πιο συγκεκριμένα στα χειρουργεία .



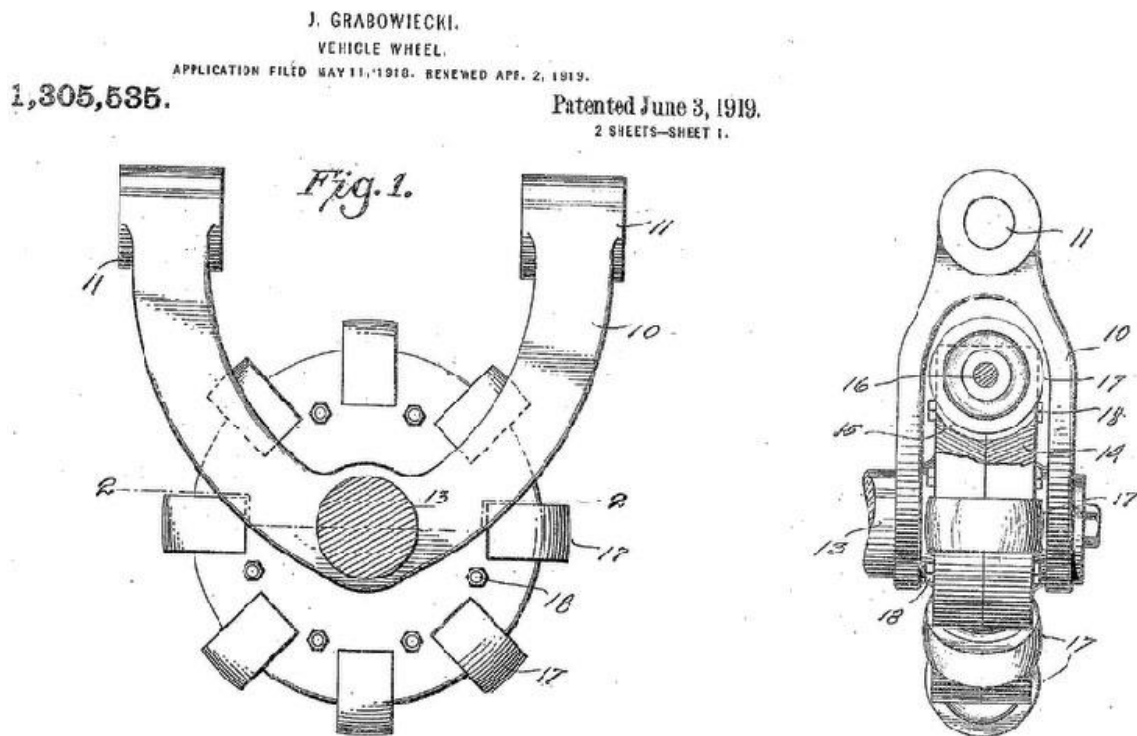
Εικόνα 63 Ανοξείδωτος χάλυβας  
Πηγή: <https://ladyfox.gr/stainless-steel-and-its-properties/>

# ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

## 5.6 Τροχοί κίνησης

### 5.6.1 Omni-directional wheel

Omni-directional wheels (πανκατευθυντικός τροχός): είδος τροχού που μπορεί να κυλήσει ελεύθερα σε περισσότερες από μία κατευθύνσεις. Χρησιμοποιείται συχνά σε ρομποτικές κατασκευές, καθώς δεν χρειάζεται να περιστραφεί πρώτα για να μετακινηθεί από το ένα σημείο στο άλλο σε μια ευθεία διαδρομή. Επιπλέον, η μετακίνηση κατά μήκος μιας διαδρομής μπορεί να συνδυαστεί με περιστροφή, ώστε το ρομπότ να μπορεί να φτάσει στο στόχο του με τη σωστή γωνία. Είναι μια πατέντα που κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1919 από τον J. Grabowiecki στις ΗΠΑ (US1305535A).



Εικόνα 64 Η πρώτη omni-directional wheel που σχεδιάστηκε το 1919 στην πατέντα του J. Grabowiecki  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US1305535A/>

Η γενική αρχή ενός πανκατευθυντικού τροχού είναι ότι ενώ ο κύριος τροχός παρέχει έλξη στην κατεύθυνση που είναι κάθετη στον άξονα του κινητήρα, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές στην κατεύθυνση του άξονα του κινητήρα λόγω των μικρών κυλίνδρων.

Ο αριθμός των κυλίνδρων μπορεί να επηρεάσει την απόδοσή τους. Η περιοχή μεταξύ των τροχών προκαλεί τριβές και κραδασμούς και μπορεί να μειωθεί με την τοποθέτηση των κυλίνδρων πιο κοντά μεταξύ τους ή με τη χρήση τροχών διπλής επίστρωσης που κατασκευάζονται με δύο πλάκες παθητικών κυλίνδρων. Οι τροχοί με διπλή επίστρωση δεν έχουν τη νεκρή περιοχή μεταξύ των κυλίνδρων διότι όταν κυλούν, οι διπλές πλάκες αναλαμβάνουν εναλλάξ το φορτίο με αποτέλεσμα πιο ομαλές κινήσεις από τους τροχούς με μία πλάκα.

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

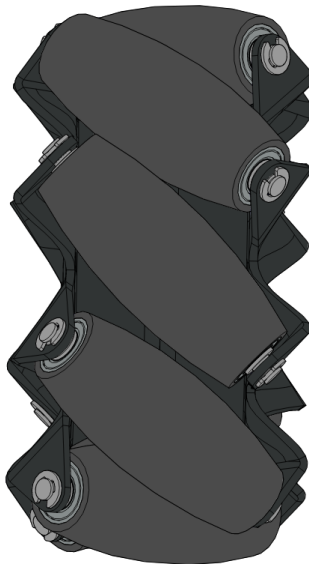


Εικόνα 65 Omnidirectional wheel με διπλή πλάκα

Πηγή: <https://www.servomagazine.com/magazine/article/get-rolling-with-omni-directional-wheels>

Επειδή οι κύλινδροι είναι κάθετοι στους τροχούς, θα πρέπει οι τροχοί να τοποθετούνται κάθετα ως προς το κέντρο του ρομπότ.

Ένα είδος omnidirectional wheel είναι το Mecanum, η διαφοροποίηση που έχει, είναι πως οι κύλινδροι βρίσκονται σε γωνία 45 μοιρών από τον τροχό. Αυτό τους επιτρέπει να τοποθετούνται όπως οι κανονικοί τροχοί, αλλά να παρέχουν και αυτοί πολυ-κατευθυντήρια κίνηση.



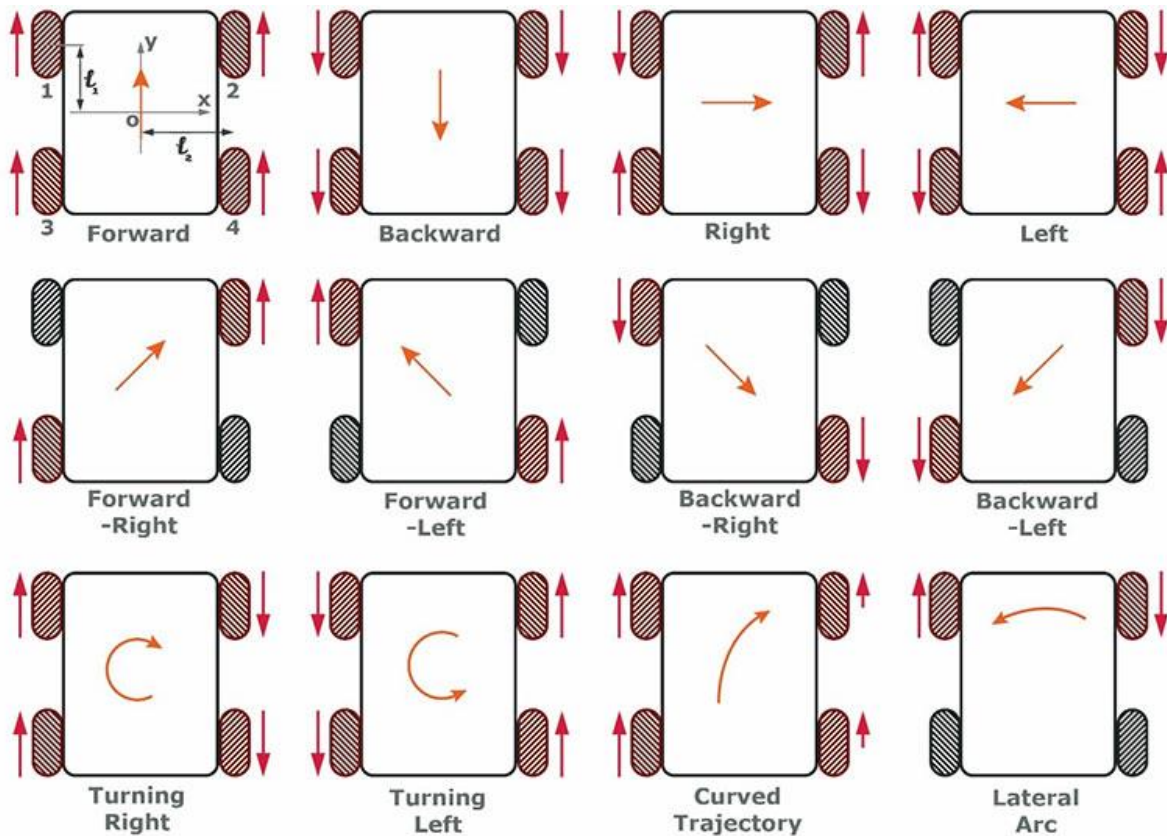
Εικόνα 66 Mecanum wheel

Πηγή: <https://docs.revrobotics.com/duo-build/ftc-starter-kit-mecanum-drivetrain/mecanum-wheel-setup-and-behavior>

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Με αυτόν τον τρόπο παράγεται ένα συνολικό διάνυσμα δύναμης προς οποιαδήποτε επιθυμητή κατεύθυνση και γίνεται επιτρεπτή η κίνηση προς οποιαδήποτε κατεύθυνση χωρίς να αλλάξει η κατεύθυνση του τροχού.

Παρακάτω φαίνεται πως υπολογίζεται το συνολικό διάνυσμα και προς ποια κατεύθυνση χρειάζεται να κινείται ο κάθε τροχός (εμπρός ή πίσω), για να δημιουργηθεί και το ανάλογο επιθυμητό αποτέλεσμα.



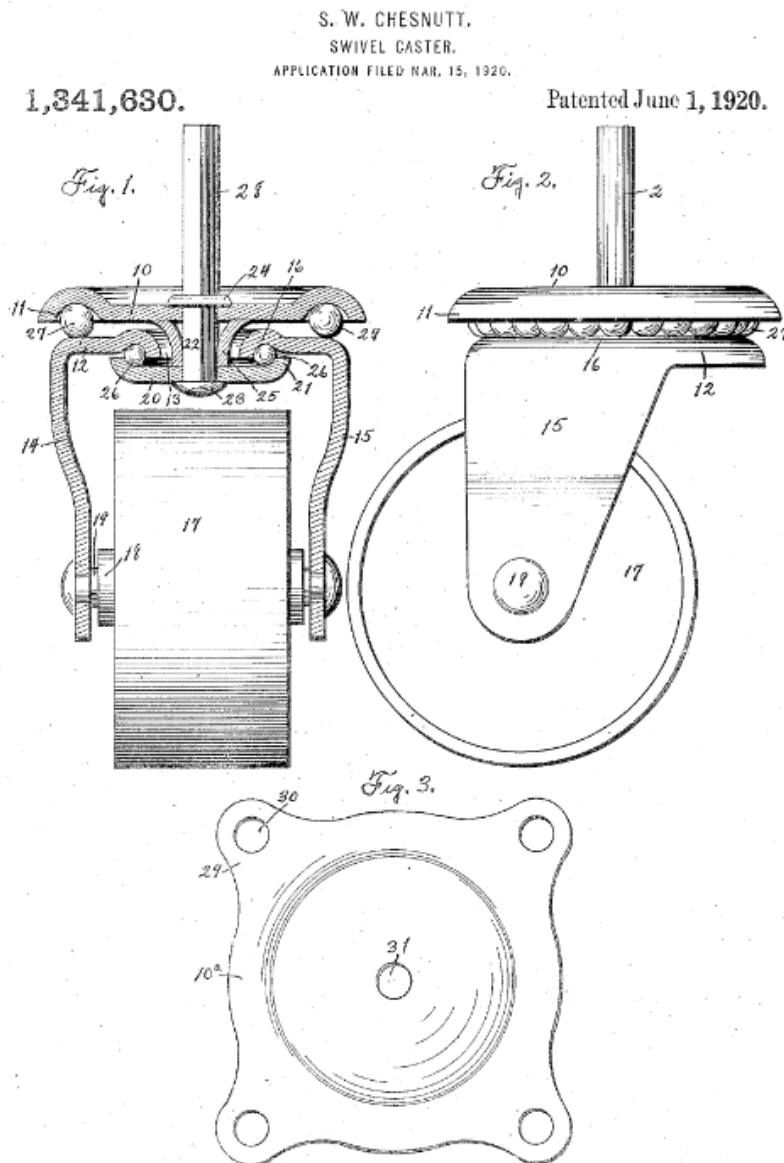
Εικόνα 67 Πιθανοί τρόποι κίνησης των τροχών Mecanum για την αναπαραγωγή του επιθυμητού συνολικού διανύσματος  
Πηγή: <https://www.servomagazine.com/magazine/article/get-rolling-with-omni-directional-wheels>



**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

5.6.2 Swivel caster

Swivel caster είναι ο περιστρεφόμενος τροχός, ο οποίος βρίσκεται τοποθετημένος σε ένα περιστρεφόμενο δίσκο, με αποτέλεσμα να γίνεται εφικτή η κίνηση του σε γωνία 360°. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να μετακινείται προς οποιαδήποτε κατεύθυνση χωρίς να αλλάζει απαραίτητα ο προσανατολισμός του. Η πρώτη του εμφάνιση ήταν την δεκαετία του 1840 στη «καρέκλα γραφείου του Κάρολου Δαρβίνου» και αργότερα το 1920 παρουσιάστηκε η εξελιγμένη μορφή των περιστρεφόμενων τροχών από τον Seibert Chesnutt, στην πατέντα με αριθμό US1341630A, ο οποίος ενσωμάτωσε ρουλεμάν.



Εικόνα 68 Swivel caster, US1341630A 01/06/1920  
Πηγή: <https://patents.google.com/patent/US1341630A/en>

Σημαντικό είναι ο άξονας του τροχού να μην ταυτίζεται με τον κεντρικό άξονα του συνολικού μέρους κίνησης του αντικειμένου, ούτως ώστε να γίνεται εύκολα η αλλαγή κατεύθυνσης του όταν χρειάζεται.

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.7 Ανακεφαλαίωση

Συνεπώς, το αυτοφερόμενο που μελετάμε θα είναι φτιαγμένο απο αντιμικροβιακό χαλκό σε συνδιασμό με τον ανοξειδωτο χάλυβα, με αποτέλεσμα τον μειωμένο αριθμό μικροβίων στην επιφάνεια του. Θα είναι εξοπλισμένο με πολλά ντουλάπια τα οποία θα κλειδώνουν και θα ξεκλειδώνουν αυτόματα, μία οθόνη με ενσωματωμένη κάμερα, για την ανίχνευση του προσώπου των ασθενών ή συσκευή ανίχνευσης παλμικού μοτίβου. Όπως επίσης και ανέπαφο αισθητήρα θερμοκρασίας, αισθητήρα παλμών και λάμπα UVC για την αποστείρωση αντικειμένων. Στο κάτω μέρος του θα είναι τοποθετημένοι τέσσερις τροχοί , ένας σε κάθε άκρη του , για την κίνησή του. Η χρήση omni-directional τροχών είναι πολύ βοηθητική για το αυτοφερόμενο μας, αφού θα του προσφέρει ευκολία κινήσεων , κάτι που είναι αρκετά σημαντικό αφού θα κινείται σε περιορισμένο χώρο λίγων τετραγωνικών μέτρων οπου θα βρίσκεται και πλήθος ανθρώπων. Ειδικά θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος Mecanum επειδή είναι πιο χρηστικός στο σχεδιαστικό κομμάτι. Ο «εγκέφαλος» του θα είναι το Arduino Uno Rev3, οπου θα επεξεργάζεται και θα αναλύει τις πληροφορίες που λαμβάνει απο τους αισθητήρες.

Όσον αφορά την χαρτογράφηση και πλοήγηση, θα πραγματοποιείται με την μέθοδο SLAM , δηλαδή παίρνοντας δεδομένα απο κάμερες και αισθητήρες Lidar που θα βρίσκονται περιμετρικά του αυτοφερούμενου, για μεγαλύτερο εύρος του «οπτικού πεδίου» του και άρα πιο ασφαλή πλοήγηση. Με αυτόν τον τρόπο το αυτοφερούμενο θα δημιουργήσει τον χάρτη του νοσοκομείου. Σε κάθε διαδρομή που θα χρειάζεται να κάνει θα εντοπίζει την θέση του στον χάρτη με την βοήθεια της συσκευής εντοπισμού που θα έχει και το νοσηλευτικό προσωπικό θα του ορίζει το στίγμα στον χάρτη οπου θα πρέπει να οδηγηθεί σε αυτό. Κατα την διάρκεια της πλοήγησης, κινείται με βάση τον χάρτη που έχει ήδη δημιουργήσει, όμως συνεχίζει την ανίχνευση εμποδίων με την βοήθεια αισθητήρων Lidar και καμερών. Αυτό γιατί υπάρχει πιθανότητα σε κάποια έπιπλα (ειδικά τα πιο ελαφριά πχ. καρέκλες) να έχει αλλάξει η θέση τους, έτσι μόλις ανιχνευθεί κάτι διαφορετικό στον χάρτη, αυτός ανανεώνεται με την νέα εικόνα που υπάρχει. Επίσης , ο πιο σημαντικός λόγος είναι πως θα υπάρχουν άτομα στον χώρο αυτό, τα οποία μπορεί και να κινούνται, όπως και άλλα αυτόνομα αμαξίδια, οπου θα πρέπει να είναι σίγουρη η αποφυγή συγκρούσής μαζί τους. Γι αυτόν τον λόγο το σύστημα αποφυγής εμποδίων θα πρέπει να είναι πλήρως μελετημένο και με δικλίδα ασφαλείας.

## 6. Συμπεράσματα

### 6.1 Δυνατά σημεία

Είναι ένα πρωτοπόρο προϊόν που δεν υπάρχει άλλο παρόμοιο στην αγορά μέχρι στιγμής. Είναι πολύ χρήσιμο και αναγκαίο, για την αντιμετώπιση των νοσοκομειακών λοιμώξεων. Εκτός αυτών μπορεί να προσφέρει μια έξτρα βοήθεια στους νοσηλευτές, μειώνοντας τον φόρτο εργασίας τους.

### 6.2 Αδυναμίες

Είναι όμως ένα σύστημα εκτεθειμένο στους ανθρώπους, αυτό σημαίνει ότι μπορεί να του προκληθεί κάποια υλική ζημιά είτε σκόπιμα είτε όχι.

Επίσης, στην περίπτωση που ο ασθενής δεν μπορεί να αυτοεξυπηρετηθεί, το σύστημα αυτό δεν θα μπορεί να βοηθήσει, εφόσον δεν μπορεί να καλύψει εντελώς τις αρμοδιότητες του νοσηλευτικού προσωπικού, όπως να σηκώσει κάποιον ασθενή καθιστό στο κρεβάτι, να του προσφέρει τα φάρμακά του ακόμη και να τον ταισεί. Ή στις περιπτώσεις που ο ασθενής δεν είναι δεκτικός με το να λάβει την φαρμακευτική αγωγή που χρειάζεται. Άρα το αυτόνομο σύστημά μας, δεν μπορεί να καλύψει όλα τα περιστατικά που μπορεί να προκύψουν.

### 6.3 Απειλές

Το σύστημα αυτό θα μπορούσε να απειληθεί στην περίπτωση όπου οι ασθενείς δεν το αποδεχτούν, αφού είναι αρκετά σημαντική η ανθρώπινη διεπαφή, και προτιμότερη για αρκετούς από ένα αυτοφερόμενο σύστημα. Όπως επίσης και στην περίπτωση της εξάλειψης του κορονοϊού, αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση οποιασδήποτε νοσοκομειακής λοίμωξης, οι οποίες είναι αρκετά δύσκολο να εξαλειφθούν. Και τέλος εάν υπάρξει ανταγωνιστικό προϊόν από κάποιον άλλο κλάδο.

### 6.4 Επιπλέον δυνατότητες

Η κατασκευή αυτή όμως, θα μπορούσε να έχει κάποια πρόσθετα εξαρτήματα, τα οποία θα προσέδιδαν σε αυτήν περισσότερες δυνατότητες, αναλόγως τις ανάγκες που έχει το κάθε τμήμα του νοσοκομείου, με σκοπό να εξυπηρετεί περισσότερο και να είναι πιο χρηστικό.

#### Για την λειτουργία που μελετάμε

Θα μπορούσε να προσαρτηθεί:

- Ένας ρομποτικός βραχίονας στο αυτόνομο καρότσι ούτως ώστε να εξυπηρετεί τους ασθενείς δίνοντάς τους τα φάρμακα και τους δίσκους με το φαγητό, χωρίς να χρειάζεται αυτοί να σηκωθούν ή να τα σηκώσουν μόνοι τους. Αυτό θα βοηθούσε τους ανθρώπους που αυτοεξυπηρετούνται με δυσκολία.
- Ένα ντουλάπι συντήρησης, το οποίο θα μας προσφέρει μια ελεγχόμενη θερμοκρασία, είτε υψηλή είτε χαμηλή, ανάλογα τις ανάγκες. ούτως ώστε να περιέχει μέσα τα τρόφιμα και τα φάρμακα που χρειάζεται να βρίσκονται σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Θα είναι πολύ χρήσιμο αφού έτσι θα αποφεύγεται ο κίνδυνος να χαλάσει κάτι από αυτά, αλλά επίσης θα εξοικονομεί χώρο και χρόνο στους νοσηλευτές.
- Μία οθόνη με ενσωματωμένη κάμερα, προσδίδοντας την δυνατότητα βιντεοκλήσης των ασθενών με συγγενείς και αγαπητά τους πρόσωπα, ειδικά στις περιπτώσεις καραντίνας, όπου απαγορεύεται να έρθουν σε επαφή για μέρες. Έτσι οι ασθενείς θα νιώσουν πιο οικεία με το μααζίδιο, αφού θα το συνδιάσουν με κάτι θετικό.

## ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### Χρήση και σε άλλον τομέα

Εκτός απο τον χώρο του νοσοκομείου, είναι πιθανό να φαινόταν χρήσιμο και σε άλλους χώρους. Ένας απο αυτούς είναι οι φοιτητικές λέσχες, εκεί οπου οι φοιτητές τρώνε το γεύμα τους παίρνοντάς το απο την κουζίνα της λέσχης. Αυτή η μεταφορά του δίσκου απο την κουζίνα προς τα τραπέζια θα μπορούσε να την αναλάβει το αυτοφερούμενο που μελετήσαμε, προς αποφυγήν πιθανού ατυχήματος αλλά και συνωστισμού.

## Βιβλιογραφία

- [1] <https://eody.gov.gr/disease/nosokomeiakas-loimoxeis/>
- [2] [https://www.4type.gr/uploads/e\\_paper/beltiosi/nos-prot/Vasikes\\_arxes\\_aposteirwsis.pdf](https://www.4type.gr/uploads/e_paper/beltiosi/nos-prot/Vasikes_arxes_aposteirwsis.pdf)
- [3] <https://el.wikipedia.org/wiki/COVID-19>
- [4] <https://www.loimwxilogos.gr/index.php/astheneies/nosokomeiakas-loimokseis>
- [5] <https://www.worldometers.info/coronavirus/#countries>
- [6] <https://www.who.int/>
- [7] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7891837/>
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=C4OygEqf0bg&t=54s>
- [9] <https://techcrunch.com/2017/07/14/canvas-autonomous-cart/>
- [10] <https://techcrunch.com/2019/04/10/amazon-acquires-autonomous-warehouse-robotics-startup-canvas-technology/>
- [11] <https://roboticsandautomationnews.com/2017/09/08/canvas-technology-launches-worlds-first-self-driving-carts-for-factories-and-warehouse/13989/>
- [12] [https://ijiset.com/vol7/v7s8/IJISSET\\_V7\\_I8\\_07.pdf](https://ijiset.com/vol7/v7s8/IJISSET_V7_I8_07.pdf)
- [13] <https://www.youtube.com/watch?v=C4OygEqf0bg>
- [14] <https://web.archive.org/web/20210512060042/https://iamarey.com/blogs/industry-report/the-history-of-robot-vacuum-cleaner/>
- [15] <https://patents.google.com/patent/US11086328B2>
- [16] <https://patents.google.com/patent/US20230168679A1>
- [17] <https://patents.google.com/patent/US20220024486A1>
- [18] <https://www.amazon.science/latest-news/amazon-robotics-autonomous-drive-units-hercules-pegasus-xanthus-xbot>
- [19] <https://www.allaboutlean.com/amazon-robotics-family/>
- [20] <https://www.aboutamazon.com/news/transportation/whats-next-for-amazon-scout>
- [21] <https://www.filoktitis.com.gr/item/21-νοσοκομειακές-λοιμώξεις-ως-δείκτης-ποιότητας>
- [22] <https://www.id-shop.gr/article.php?id=3549>
- [23] <https://www.arduino.cc/>
- [24] <https://lastminuteengineers.com/arduino-sr04-ultrasonic-sensor-tutorial/>
- [25] <https://www.elprocus.com/ltr-light-dependent-resistor-circuit-and-working>

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΣΘΕΝΩΝ/ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ & ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

[26] Ανάπτυξη εφαρμογών με το Arduino 2η Έκδοση , Παπάζογλου Παναγιώτης-Λιωνής , Σπυρίδων-Πολυχρόνης

[27] <https://www.mathworks.com/discovery/slam.html>

[28] [https://en.wikipedia.org/wiki/Dead\\_reckoning](https://en.wikipedia.org/wiki/Dead_reckoning)

[29] [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_10)

[30] <https://www.agvnetwork.com/robots-amazon>

[31] <https://www.copperhealth.gr/βασικές-κλινικές-μελέτες/>

[32] <https://www.copperhealth.gr/wp-content/uploads/2020/05/efarmogi-entimikroviakou-xalkou.pdf>

[33] <https://eody.gov.gr/odigies-gia-ton-katharismo-perivallontos-choron-parochis-ypiresion-ygeias-poy-echoyn-ektethei-ston-io-sars-cov-2/>

[34] [https://el.wikipedia.org/wiki/Χαλκός\\_και\\_υγεία](https://el.wikipedia.org/wiki/Χαλκός_και_υγεία)

[35] <https://www.servomagazine.com/magazine/article/get-rolling-with-omni-directional-wheels>

[36] <https://docs.revrobotics.com/duo-build/ftc-starter-kit-mecanum-drivetrain/mecanum-wheel-setup-and-behavior>

[37] <https://en.wikipedia.org/wiki/Caster>

[38] <https://patents.google.com/patent/US1341630A>

[39] <https://robu.in/ir-sensor-working/>

[40] <https://innodata.com/an-introduction-to-3d-lidar/>

[41] <https://www.sparkfun.com/news/7335>

[42] <https://www.mi.com/gr/product/mi-robot-vacuum-mop-2-ultra/>

[43] <https://patents.google.com/patent/US1305535A/>

[44] <https://www.light-sources.com/blog/uvc-lamp-uses-and-options/>

[45] [https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553\(20\)30809-9/fulltext](https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553(20)30809-9/fulltext)

[46] <https://gr.torphanbattery.com/info/do-you-know-the-pros-and-cons-of-lithium-ion-b-79645567.html>

[47] [https://el.wikipedia.org/wiki/Ανοξειδωτος\\_χάλυβας](https://el.wikipedia.org/wiki/Ανοξειδωτος_χάλυβας)

[48] <https://myhelis.com/blog/τι-είναι-τα-drones-και-ποια-η-χρήση-τους-οδηγ/>

[49] <https://www.omega.com/en-us/resources/infrared-thermometer-how-work>

[50] <https://www.keyo.com/biometric-news/5-reasons-why-palm-vein-scan-is-the-best-biometric>

[51] <https://www.id-shop.gr/article.php?id=3549>