



Σχολή Τεχνολογίας
ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ»

“MSc in Modern Communication Systems and the Internet
of Things”

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

«Ανάπτυξη IoT συστήματος ασφάλειας, παρακολούθησης και ο
ρόλος του Home Assistant για Smart Home εφαρμογές»

Δέδες Δημήτριος του Ζαχαρία

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Τεχνολογίας

ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ»**

**« Master of Science in Modern Communication Systems and
the Internet of Things »**

**«Ανάπτυξη IoT συστήματος ασφάλειας, παρακολούθησης και
ο ρόλος του Home Assistant για Smart Home εφαρμογές»**

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων του

Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση

Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στα Σύγχρονα Συστήματα
Επικοινωνιών και Διαδίκτυο των Πραγμάτων από τον

Δέδε Δημήτριο του Ζαχαρία

Δήλωση Αυθεντικότητας, ζητήματα Copyright

«Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που εκπόνησε την παρούσα διπλωματική εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη-κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός-ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες κ.λπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου».

(θέση υπογραφής Μ.Φ)

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία με τίτλο «Ανάπτυξη IoT συστήματος ασφάλειας, παρακολούθησης και ο ρόλος του Home Assistant για Smart Home εφαρμογές» αφορά ένα σύστημα που έχει ως κύριο στόχο την άμεση και συνεχή ενημέρωση των χρηστών για διάφορα συμβάντα που λαμβάνουν χώρα εντός αλλά και εκτός της οικίας τους.

Το σύστημα αποτελείται κυρίως από ένα μικρό-υπολογιστή Raspberry Pi 4 Model B, στο οποίο έχει πραγματοποιηθεί εγκατάσταση του Home Assistant OS. Με χρήση της συγκεκριμένης πλατφόρμας, έχει δημιουργηθεί ένα «έξυπνο» IoT σύστημα, το οποίο ενσωματώνει, αισθητήρες (για την ανίχνευση διαφόρων συνθηκών), μικροελεγκτές (για τη μετάδοση των πληροφοριών από τους αισθητήρες με χρήση συγκεκριμένων πρωτοκόλλων επικοινωνίας), κάμερες (με χρήση αλγορίθμου τεχνητής νοημοσύνης για αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας).

Όλα αυτά έχουν σκοπό την απομακρυσμένη παρακολούθηση αλλά και την άμεση ενημέρωση του χρήστη ως προς την ασφάλεια του ιδιωτικού του χώρου. Οι ειδοποιήσεις που λαμβάνει ο χρήστης πραγματοποιούνται μέσω πλατφορμών κοινωνικής δικτύωσης, καθώς και στην επίσημη smartphone εφαρμογή του Home Assistant. Επιπλέον, καταγράφεται αντίγραφο ασφαλείας (ειδοποιήσεων και στιγμιότυπα των καμερών με ημερομηνία και ώρα του συμβάντος), προκειμένου να υπάρχει καταγεγραμμένο ιστορικό για οποιαδήποτε χρήση υπέρ του χρήστη.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος βασίζεται στην ιδεολογία «ανοιχτού κώδικα», που σημαίνει ότι οι υπηρεσίες και οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται, διανέμονται δωρεάν. Ακολουθήθηκε η συγκεκριμένη μέθοδος ώστε να διατηρηθεί το κόστος χαμηλό, για να είναι εφικτό να χρησιμοποιηθεί από το ευρύ κοινό.

Abstract

This master's thesis "Development of IoT security and monitoring system and the role of Home Assistant on Smart Home applications", consists of a system that its purpose is to inform users continuously about various events or phenomenon that take place inside and outside of their private property.

The system consists mainly of a Raspberry Pi 4 Model B micro-computer, on which the Home Assistant OS has been installed. Using this platform, a smart IoT system has been created, incorporating sensors (to detect various conditions), microcontrollers (to transmit information from the sensors towards Home Assistant using specific communication protocols), cameras (using artificial intelligence algorithms for human entity recognition).

The two main purposes of the system are the remote monitoring and the continues user notification of the security of their private property. User notifications are delivered through social media platforms and the Home Assistant smartphone application. Additionally, a file backup is created (notifications and snapshots of cameras with date and time of the event), ensuring a recorded history for any suspicious events or phenomenon.

The system architecture is based on the "open-source" ideology, meaning that the services and algorithms used by this system are distributed freely. This approach was followed to keep the cost at the minimum, making it feasible for use by the general public.

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αξιόλογο καθηγητή κ. Αδάμ Γεώργιο, για την εμπιστοσύνη και τη πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε κατά την εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους, για την πολύτιμη βοήθειά τους. Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στην οικογένεια μου, που με στήριξε και με βοήθησε σε όλους τους τομείς καθ' όλη τη διάρκεια φοίτησης των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Δέδες Δημήτριος

2024

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract.....	4
Ευχαριστίες	5
1 Εισαγωγή.....	9
1.1 Διαδίκτυο των Πραγμάτων – Internet of Things (IoT).....	9
1.2 Εισαγωγή στα Συστήματα Ασφαλείας	11
1.2.1 Ανάλυση βασικών χαρακτηριστικών συστήματος ασφαλείας	12
1.2.2 Τύποι αισθητήρων	15
1.3 Εμπορικά IoT Συστήματα Ασφαλείας.....	20
1.3.1 Samsung SmartThings.....	20
1.3.2 LG ThinQ	21
1.3.3 Arenti.....	22
1.4 Συνοπτική περιγραφή του συστήματος της διπλωματικής.....	23
2 Θεωρητικό υπόβαθρο της διπλωματικής	25
2.1 Μικρό-υπολογιστής Raspberry Pi	25
2.1.1 Βασικά Χαρακτηριστικά του Raspberry Pi.....	26
2.1.2 Ο ρόλος του Raspberry Pi στο IoT	28
2.2 Home Assistant.....	30
2.2.1 Τι είναι το Home Assistant	30
2.2.2 Σημαντικά τμήματα του Home Assistant	31
2.2.3 Κεντρικός Πίνακας (Dashboard)	31
2.2.4 Ενσωματώσεις (Integrations)	32
2.2.5 Πρόσθετα (Add-ons).....	33
2.2.6 Συσκευές και Οντότητες (Devices and Entities)	34
2.2.7 Αυτοματισμοί (Automations).....	35

2.2.8	Σενάρια (Scripts)	36
2.2.9	Σκηνές (Scenes).....	37
2.2.10	Εγκατάσταση του Home Assistant	37
2.3	Μικροελεγκτής ESP32-CAM	38
2.3.1	Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά.....	38
2.3.2	Ακροδέκτες της πλακέτας	40
2.3.3	Προγραμματισμός και συνδεσιμότητα	42
2.4	Μικροελεγκτής - ESP32 Dev Board CH340 USB-C.....	43
2.5	Αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν.....	44
2.5.1	Αισθητήρας Πυρανίχνευσης	44
2.5.2	Αισθητήρας Κίνησης PIR	45
2.5.3	Αισθητήρας Θερμοκρασίας DHT11	46
2.6	TensorFlow.....	47
2.6.1	Πως λειτουργεί η βιβλιοθήκη TensorFlow	47
2.6.2	Τι είναι η αναγνώριση αντικειμένου	48
2.6.3	Αναγνώριση αντικειμένου με χρήση της TensorFlow	48
2.6.4	Χρήση της TensorFlow στη διπλωματική.....	49
2.7	Πρωτόκολλο MQTT	50
2.7.1	Ο ρόλος του MQTT στο IoT.....	50
2.7.2	Λειτουργία το πρωτόκολλου MQTT.....	51
2.7.3	Ασφάλεια Πρωτοκόλλου.....	52
3	Απαιτήσεις, αναλυτική περιγραφή του συστήματος και λόγοι υλοποίησης	53
3.1	Απαιτήσεις του συστήματος.....	53
3.2	Αναλυτική περιγραφή του συστήματος	54
3.2.1	Γραφικό Περιβάλλον, Πίνακας Ελέγχου και Καρτέλες.....	55
3.2.2	Ενσωμάτωση και Προγραμματισμός μικροελεγκτών	58
3.2.3	Αυτοματισμοί, ειδοποιήσεις και έλεγχος από απόσταση	64

3.3	Λόγοι υλοποίησης.....	68
3.3.1	Λόγοι χρήσης του Raspberry Pi και ESP32 μικροελεγκτών.....	68
3.3.2	Λόγοι χρήσης αλγορίθμου τεχνητής νοημοσύνης.....	68
4	Κόστος του συστήματος.....	70
5	Συμπεράσματα, προβλήματα και μελλοντικές επεκτάσεις.....	71
5.1	Συμπεράσματα.....	71
5.2	Προβλήματα που προέκυψαν.....	71
5.3	Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	73
6	Βιβλιογραφία.....	74

1 Εισαγωγή

Πριν γίνει η οποιαδήποτε εισαγωγή του συστήματος που έχει αναπτυχθεί για τη παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, κρίνεται απαραίτητη η επεξήγηση της δομής, καθώς και η ανάλυση των βασικών θεωρητικών χαρακτηριστικών των αρχιτεκτονικών ενός IoT Smart Home συστήματος ασφαλείας, για τη πλήρη κατανόηση της λειτουργίας του.

1.1 Διαδίκτυο των Πραγμάτων – Internet of Things (IoT)



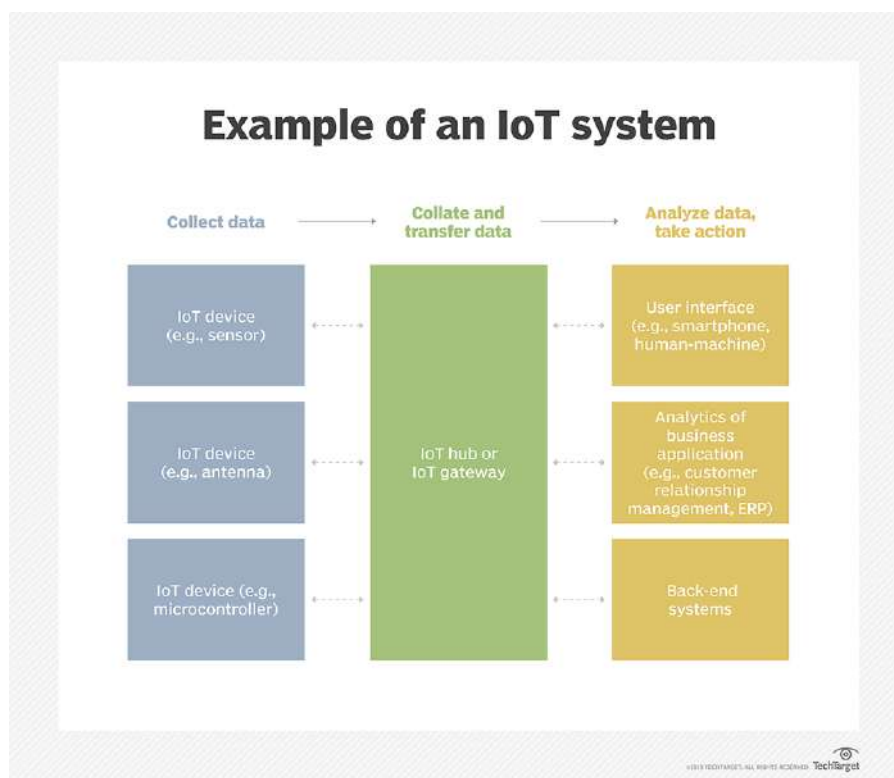
Εικόνα 1: Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων - Internet of Things, αναφέρεται σε ένα δίκτυο φυσικών συσκευών, οχημάτων και άλλων φυσικών αντικειμένων που ενσωματώνουν αισθητήρες, λογισμικό και διασύνδεση δικτύου, επιτρέποντάς τους να συλλέγουν και να μοιράζονται δεδομένα. Οι συσκευές IoT γνωστές και ως «έξυπνα αντικείμενα», μπορούν να κυμαίνονται από απλές συσκευές «έξυπνου σπιτιού», όπως έξυπνοι θερμοστάτες, έως φορητές συσκευές όπως έξυπνα ρολόγια και ρούχα με δυνατότητα RFID, έως πολύπλοκα βιομηχανικά μηχανήματα και συστήματα μεταφοράς. Οι τεχνολόγοι οραματίζονται ακόμη και ολόκληρες «έξυπνες πόλεις» βασισμένες στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

Το IoT επιτρέπει σε αυτές τις έξυπνες συσκευές να επικοινωνούν μεταξύ τους αλλά και με άλλες συσκευές μέσω του Διαδικτύου. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει: παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών, διαχείριση μοτίβων κυκλοφορίας με έξυπνα αυτοκίνητα και άλλες έξυπνες συσκευές αυτοκινήτου, τον έλεγχο μηχανών και διαδικασιών στα εργοστάσια, παρακολούθηση αποθεμάτων και αποστολών σε αποθήκες.

Οι πιθανές εφαρμογές του IoT είναι τεράστιες, ποικίλες και ο αντίκτυπός του είναι ήδη αισθητός σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών, συμπεριλαμβανομένης της μεταποίησης, των μεταφορών, της υγειονομικής περίθαλψης και της γεωργίας. Καθώς ο αριθμός των συσκευών που συνδέονται στο διαδίκτυο συνεχίζει να αυξάνεται, το IoT είναι πιθανό να διαδραματίσει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του κόσμου μας, μεταμορφώνοντας τον τρόπο που ζούμε, εργαζόμαστε και αλληλοεπιδρούμε μεταξύ μας.

Σε ένα εταιρικό πλαίσιο, οι συσκευές IoT χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση ενός ευρέος φάσματος παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ποιότητα του αέρα, η κατανάλωση ενέργειας και η απόδοση του μηχανήματος. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να αναλυθούν σε πραγματικό χρόνο για τον εντοπισμό μοτίβων, τάσεων και ανωμαλιών που μπορούν να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να βελτιστοποιήσουν τις δραστηριότητές τους και να βελτιώσουν τα αποτελέσματα. [1]



Εικόνα 2: Δομή ενός IoT συστήματος

1.2 Εισαγωγή στα Συστήματα Ασφαλείας



Εικόνα 3: IoT Σύστημα ασφαλείας για Smart Home εφαρμογές

Υπάρχουν αρκετά είδη συστημάτων ασφαλείας όπου το κάθε ένα προσφέρει πολλές και διάφορες λειτουργίες. Γενικότερα, η έννοια «σύστημα ασφαλείας» αναφέρεται στο κάθε σύστημα μέσω του οποίου ασφαρίζεται οτιδήποτε είναι ευάλωτο προς παραβίαση, χρησιμοποιώντας διάφορα εξαρτήματα, αισθητήρες και συσκευές. Τα τελευταία χρόνια αρκετά συστήματα τέτοιου είδους τείνουν να έχουν άμεση συσχέτιση με το «Διαδίκτυο των Πραγμάτων». [2]

Το «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» γνωστό και ως “Internet of Things - IoT”, αποτελεί ένα δίκτυο επικοινωνίας πολλών συσκευών που συνήθως χρησιμοποιούνται σε καθημερινή χρήση. Ο όρος αναφέρεται στις συσκευές που λειτουργούν με τη χρήση λογισμικού, αισθητήρων και συνδέονται σε κάποιο δίκτυο. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί γίνει μια απομακρυσμένη σύνδεση για ανταλλαγή δεδομένων. Γενικότερα, το διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελεί τη σύνδεση όλων των ηλεκτρονικών συσκευών μεταξύ τους σε επίπεδο τοπικού δικτύου, το οποίο στη συνέχεια συνδέεται στο διαδίκτυο και έτσι δημιουργείται σημείο πρόσβασης για απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχο. [3]

Με τον όρο αισθητήρας αναφερόμαστε σε μία συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και παράγει από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται συνήθως σε οχήματα, στην αεροναυπηγική, την ιατρική, τη βιομηχανία και τη ρομποτική. [4]

1.2.1 Ανάλυση βασικών χαρακτηριστικών συστήματος ασφαλείας

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα ασφαλείας αποτελείται συνήθως από τις παρακάτω βασικές συσκευές και εξαρτήματα:

- **Πίνακας Ελέγχου**

Ο πίνακας ελέγχου είναι ο κεντρικός υπολογιστής που συνδέει και αποσυνδέει τα συστήματα ασφαλείας, επικοινωνεί με κάθε εγκατεστημένη συσκευή και αισθητήρα και εκπέμπει σχετική ειδοποίηση όταν παρατηρηθεί ασυνήθιστη μεταβολή μετρήσεων από κάποιον αισθητήρα. Ο πίνακας ελέγχου μπορεί να είναι είτε κάποιο μεμονωμένο σύστημα διαχείρισης με συγκεκριμένες προδιαγραφές υλικού, είτε κάποια πλατφόρμα λειτουργικού συστήματος, η οποία μπορεί να εγκατασταθεί σε διάφορους τύπους υπολογιστών ανάλογα πάντα με τις απαιτήσεις επεξεργασίας πληροφοριών.



Εικόνα 4: Πίνακας Ελέγχου

- **Αισθητήρες Πόρτας**

Οι αισθητήρες πόρτας αποτελούνται από δύο μέρη, το ένα είναι εγκατεστημένο στην πόρτα και το άλλο στο πλαίσιο της πόρτας. Όταν μια πόρτα είναι κλειστή, τα δύο μέρη του αισθητήρα ενώνονται μεταξύ τους δημιουργώντας ένα κύκλωμα ασφαλείας. Όταν το σύστημα αυτό είναι ενεργοποιημένο από τον πίνακα ελέγχου, αυτά τα δύο μέρη επικοινωνούν μαζί του αναφέροντας ότι το σημείο εισόδου είναι ασφαλές.

Εάν η πόρτα ανοίξει, τα δύο αυτά μέρη αποσυνδέονται μεταξύ τους και έτσι ο πίνακας ελέγχου αντιλαμβάνεται πως έχει γίνει παραβίαση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ενεργοποιηθεί ένας συναγερμός πολύ υψηλής έντασης.



Εικόνα 5: Αισθητήρας Πόρτας

- **Συναγερμός**

Ο συναγερμός είναι ένα σύστημα εκπομπής ήχου υψηλής έντασης και ενεργοποιείται από τον Πίνακα Ελέγχου του συστήματος ασφαλείας όταν αντιληφθεί πως κάποια συσκευή ή αισθητήρας έχει εντοπίσει κάτι ύποπτο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ειδοποιεί τους ανθρώπους ότι έγινε κάποια παραβίαση σε εκείνο τον χώρο. Επίσης, η υψηλή ένταση του συναγερμού εκφοβίζει τον παραβάτη, με αποτέλεσμα να αναγκαστεί να απομακρυνθεί από τον χώρο, αποτρέποντας την οποιαδήποτε παραβίαση.

Large Security Alarm Strobe Siren



Εικόνα 6: Συναγερμός

- **Κάμερες Παρακολούθησης**

Οι κάμερες παρακολούθησης είναι διαθέσιμες τόσο σε ενσύρματες όσο και σε ασύρματες εκδόσεις. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους ως μέρος ενός συνολικού συστήματος ασφαλείας. Συνήθως χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει δυσκολία στη παρακολούθηση απομακρυσμένων περιοχών όπως: εργοστάσια, κτίρια, αχυρώνες, γκαράζ, σημεία εισόδου τόσο εξωτερικά όσο και εσωτερικά. Η πρόσβαση στις κάμερες παρακολούθησης μπορεί να γίνει από οποιαδήποτε συσκευή έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την καταγραφή οποιωνδήποτε παραβιάσεων ασφάλειάς, οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν στη ταυτοποίηση και στη σύλληψη των εισβολέων. [2]



Εικόνα 7: Κάμερα Παρακολούθησης

1.2.2 Τύποι αισθητήρων

Τα συστήματα ασφαλείας διαθέτουν αρκετούς και διάφορους τύπους αισθητήρων. Ο κάθε ένας από αυτούς είναι υπεύθυνος για μία ή και πολλές λειτουργίες, οι οποίες συμβάλουν στη καλύτερη ασφάλεια. Παρακάτω αναφέρονται αρκετοί από αυτούς, καθώς και ο τρόπος λειτουργίας τους.

- **Αισθητήρες Υπέρυθρων**

Οι αισθητήρες υπέρυθρων λειτουργούν ανιχνεύοντας ηχητικά κύματα που κυμαίνονται σε συχνότητες κάτω από 20Hz. Οι ήχοι σε αυτές τις συχνότητες είναι αδύνατο να γίνουν αντιληπτοί από το ανθρώπινο αυτί και μπορούν να προκληθούν από εκρήξεις ηφαιστείων, σεισμούς, βαρύτιμά κύματα, καθώς και από άνοιγμα ή κλείσιμο πόρτας και παραθύρων. Ένας αισθητήρας υπέρυθρων αποτελείται από ένα μικρόφωνο για τη συλλογή των ηχητικών κυμάτων, ένα μετατροπέα αναλογικού σήματος προς ψηφιακό (ADC) και τέλος ένα φίλτρο χαμηλοπερατών συχνοτήτων. Συνεπώς, κάθε φορά που ένας εισβολέας προσπαθεί να παραβιάσει εισόδους ή παράθυρα, δημιουργεί ήχους χαμηλής συχνότητας οι οποίοι γίνονται αμέσως αντιληπτοί από τον αισθητήρα υπέρυθρων.



Εικόνα 8: Αισθητήρας Υπέρυθρων

- **Παθητικοί Αισθητήρες Υπέρυθρων (PIR)**

Οι παθητικοί αισθητήρες υπέρυθρων (PIR) χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση κίνησης. Ο όρος παθητικός αναφέρεται στο γεγονός ότι δεν παράγει ή εκπέμπει τη δική του ενέργεια, λειτουργεί ανιχνεύοντας τη θερμική ενέργεια που παράγεται από άλλα αντικείμενα. Ο αισθητήρας αυτός είναι ένας από τους πιο συνηθισμένους αισθητήρες στα συστήματα ασφάλειας, προσφέροντας οικονομική και αξιόπιστη λειτουργία.



Εικόνα 9: PIR Αισθητήρας

- **Αισθητήρες Υπερήχων**

Οι αισθητήρες υπερήχων χρησιμοποιούν συχνότητες που κυμαίνονται από τα 15 έως και τα 75kHz. Βασίζονται στην αρχή του Doppler, δηλαδή μπορούν να ανιχνεύσουν αλλαγές στις συχνότητες που προκαλούνται από κινούμενα αντικείμενα. Οι αισθητήρες υπερήχων αποτελούνται από πομπό και δέκτη. Ο πομπός εκπέμπει υπερηχητικό σήμα το οποίο ανακλάται από στερεά αντικείμενα και στη συνέχεια επιστρέφει στο δέκτη.

Όταν τα αντικείμενα στο χώρο είναι ακίνητα, η συχνότητα των κυμάτων που ανιχνεύεται από τον δέκτη θα είναι ίση με τη συχνότητα αποστολής του πομπού.

Μια αλλαγή στη συχνότητα θα έχει ως αποτέλεσμα ο δέκτης να λάβει διαφορετικό σήμα από αυτό που στάλθηκε, οπότε ο αισθητήρας αντιλαμβάνεται ότι κάτι έχει μετακινηθεί. Αυτή η τεχνολογία θεωρείται ξεπερασμένη από πολλές εταιρείες συστημάτων ασφαλείας και δεν είναι πλέον ενεργή.



Εικόνα 10: Αισθητήρας Υπερήχων

- **Ασθητήρες Δονήσεων**

Οι αισθητήρες δονήσεων χρησιμοποιούνται συνήθως σε παράθυρα ή πόρτες που αποτελούνται από γυάλινες επιφάνειες. Πιο συγκεκριμένα, ένας τέτοιος αισθητήρας έχει ενσωματωμένο μικρόφωνο το οποίο ανιχνεύει τις συχνότητες που προκαλούνται από το σπάσιμο του γυαλιού, οι οποίες κυμαίνονται από τα 3 έως και τα 5kHz. Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να τοποθετηθούν είτε στο περίβλημα του παραθύρου ή της πόρτας, είτε σε τοίχους και ταβάνι, ανάλογα με την απόσταση που διανύουν οι ηχητικές δονήσεις οι οποίες εξαρτώνται από τον τύπο γυαλιού.



Εικόνα 11: Αισθητήρας Δονήσεων

- **Αισθητήρες Μαγνητικού Πεδίου**

Οι αισθητήρες αυτοί λειτουργούν ως ανιχνευτές των ανωμαλιών που δημιουργούνται από τα μαγνητικά πεδία. Πιο συγκεκριμένα, διαθέτουν μια γεννήτρια ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, η οποία τροφοδοτείται από δύο σύρματα που βρίσκονται σε παράλληλη σύνδεση και είναι τοποθετημένα μέσα στη δομική κατασκευή του προστατευόμενου χώρου. Τα σύρματα διασχίζουν περιμετρικά τον χώρο καταλήγοντας στον επεξεργαστή του αισθητήρα, ο οποίος στη συνέχεια εξετάζει αν υπάρχουν αλλαγές στο σήμα του μαγνητικού πεδίου. Επίσης, μια άλλη παραλλαγή αυτού του αισθητήρα είναι η τοποθέτηση των συρμάτων κάτω από το έδαφος, προσφέροντας έτσι ανίχνευση μαγνητικού πεδίου και σε εξωτερικούς χώρους. Γενικότερα, οι αισθητήρες μαγνητικού πεδίου έχουν πολύ χαμηλά ποσοστά εσφαλμένης ανίχνευσης εισβολών, αρκεί πάντα να είναι τοποθετημένοι σε σημεία που δεν επηρεάζονται από καλώδια υψηλής τάσης ή από άλλους αισθητήρες που παράγουν ηλεκτρομαγνητική ενέργεια. [5]



Εικόνα 12: Αισθητήρας Μαγνητικού Πεδίου

Ανιχνευτής Καπνού και Πυρκαγιάς

Ένας ανιχνευτής πυρκαγιάς λειτουργεί ανιχνεύοντας καπνό ή και θερμότητα. Αυτές οι συσκευές ανταποκρίνονται όταν υπάρξει παρουσία καπνού ή σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες που υπάρχουν με μια πυρκαγιά. Αφού ενεργοποιηθεί η συσκευή, θα στείλει ένα σήμα στο σύστημα συναγερμού για να εκτελέσει την προγραμματισμένη απόκριση για τη συγκεκριμένη ζώνη. Μόλις ενεργοποιηθεί ο ανιχνευτής, θα στείλει ένα σήμα στον πίνακα ελέγχου για να εκτελέσει μια προκαθορισμένη απόκριση. Ωστόσο, είναι επίσης κοινή πρακτική ο αισθητήρας να πραγματοποιεί επαλήθευση πυρκαγιάς πριν στείλει την οποιαδήποτε ειδοποίηση στον πίνακα ελέγχου. Αυτό συνήθως περιλαμβάνει την ενεργοποίηση του αισθητήρα δύο φορές μέσα σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα. Προγραμματίζοντας ο χρήστης τον αισθητήρα με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να αποτρέψει ψευδείς συναγερμούς. [6]



Εικόνα 13: Ανιχνευτής καπνού και πυρκαγιάς

Αισθητήρας Θερμοκρασίας

Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας για Smart Home χρήση, είναι μια συσκευή που μετρά και αναφέρει τη θερμοκρασία μιας συγκεκριμένης περιοχής στον οικιακό χώρο. Έχει σχεδιαστεί για να ενσωματώνεται απρόσκοπτα με έξυπνες οικιακές συσκευές και συστήματα, επιτρέποντάς την παρακολούθηση και τον έλεγχο της θερμοκρασίας από απόσταση. Όπως οι προηγούμενοι αισθητήρες, έτσι κι ο συγκεκριμένος συνδέεται στον πίνακα ελέγχου, ο οποίος συλλέγει και αναλύει τα δεδομένα θερμοκρασίας. [7]

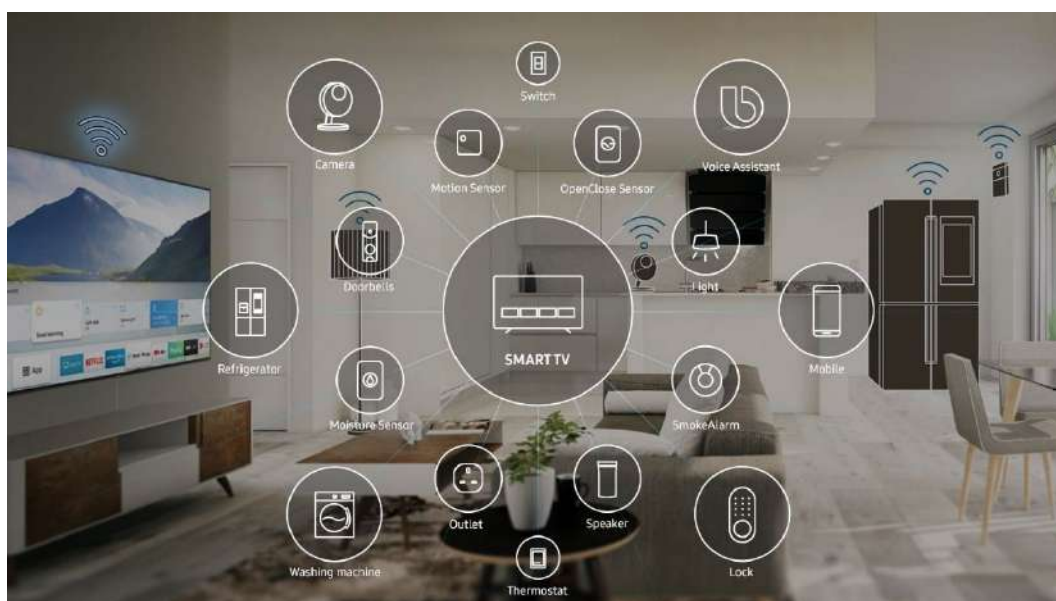


Εικόνα 14: Αισθητήρας Θερμοκρασίας

1.3 Εμπορικά IoT Συστήματα Ασφαλείας

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούν κάποιες από τις πιο γνωστές εμπορικές υλοποιήσεις IoT συστημάτων ασφαλείας καθώς, η ανάλυση των χαρακτηριστικών και ο τρόπος λειτουργίας τους.

1.3.1 Samsung SmartThings



Εικόνα 15: IoT σύστημα – Samsung SmartThings

Το Smart Home της Samsung, γνωστό και ως SmartThings, είναι μια πλατφόρμα που επιτρέπει στους χρήστες να ελέγχουν και να παρακολουθούν τις συμβατές συσκευές τους μέσω μιας μόνο εφαρμογής. Κυκλοφόρησε το 2013 ως ανεξάρτητος πάροχος και εξαγοράστηκε από τη Samsung το 2014. Το SmartThings λειτουργεί με εκατοντάδες συμβατές συσκευές, όπως φώτα, κάμερες, βοηθούς φωνής, κλειδαριές, θερμοστάτες και πολλά άλλα. Είναι ένα ανοιχτό σύστημα που παρέχει πολλές επιλογές για την ενσωμάτωση διαφορετικών συσκευών. Χρησιμοποιεί το Matter, ένα πρότυπο συνδεσιμότητας που υποστηρίζεται από περισσότερες από 280 εταιρείες, ώστε οι χρήστες να έχουν την επιλογή μιας μεγάλης γκάμας συμβατών συσκευών.

Το SmartThings Hub είναι ο εγkéφαλος όλου του συστήματος και συνδέεται ασύρματα με μια ευρεία γκάμα έξυπνων συσκευών, οι οποίες συνεργάζονται μεταξύ τους. Οι χρήστες μπορούν να συνδέουν με ευκολία τους αισθητήρες στο SmartThings Hub, δημιουργώντας έτσι ένα ολοκληρωμένο Smart Home σύστημα. Συνολικά, το Smart Home της Samsung προσφέρει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών και συμβατότητα με πολλές συσκευές, καθιστώντας το μια ολοκληρωμένη IoT πλατφόρμα.

1.3.2 LG ThinQ



Εικόνα 16: IoT σύστημα – LG ThinQ

Το LG ThinQ είναι μια Smart Home λύση που επιτρέπει στους χρήστες να ελέγχουν και να παρακολουθούν τις έξυπνες LG συσκευές τους ή άλλες και άλλες συμβατές με την πλατφόρμα. Είναι διαθέσιμο για τις περισσότερες οικιακές συσκευές, συμπεριλαμβανομένων των ψυγείων, των πλυντηρίων ρούχων και των κλιματιστικών. Οι χρήστες μπορούν να πραγματοποιούν έλεγχο από απόσταση και να ορίζουν ρουτίνες που αυτοματοποιούν πολλές διεργασίες ταυτόχρονα. Οι συσκευές ThinQ έχουν σχεδιαστεί για να κάνουν την καθημερινή ζωή πιο απλή, με χαρακτηριστικά όπως ο φωνητικός έλεγχος και δεδομένα από αισθητήρες. Η εφαρμογή ThinQ παρέχει ειδοποιήσεις και ελέγχει ανά τακτά χρονικά διαστήματα όλες τις συνδεδεμένες συσκευές. Η πλατφόρμα της LG ThinQ είναι συμβατή με το Google Assistant αλλά και το Amazon Alexa.

1.3.3 Arenti



Εικόνα 17: IoT σύστημα – Arenti

Η Arenti ειδικεύεται σε κάμερες εσωτερικού και εξωτερικού οικιακού χώρου, σε παρακολούθηση νεογέννητων μωρών και παρέχει μια σειρά επιλογών που έχουν σχεδιαστεί για να ικανοποιούν όλες τις ανάγκες. Η Arenti ισορροπεί μεταξύ ποιότητας και κόστους, προσφέροντας κορυφαίες λειτουργίες έξυπνης οικιακής ασφάλειας χαμηλού κόστους και αποδεικνύει ότι η ασφάλεια δεν χρειάζεται πάντα είναι δαπανηρή. Επίσης, παρέχει λύσεις αποθήκευσης σε cloud, οι οποίες φιλοξενούνται στο AWS της Amazon και εγγυάται ότι τα δεδομένα αποθηκεύονται με ασφάλεια. Με την εφαρμογή της Arenti, μπορεί να πραγματοποιηθεί παρακολούθηση του οικιακού χώρου, αλλά

επιτρέπει και την αλληλεπίδραση με το σύστημα σε πραγματικό χρόνο. Η Arenti είναι συμβατή και με άλλες οικιακές συσκευές προσφέροντας μια ολοκληρωμένη IoT λύση οικιακής ασφάλειας που συνδυάζει την ποιότητα και την ευελιξία σε προσιτή τιμή. [8]

1.4 Συνοπτική περιγραφή του συστήματος της διπλωματικής

Μετά από μελέτη και κατανόηση των λειτουργιών των εμπορικών συστημάτων ασφαλείας τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό υπόβαθρο, αποφασίστηκε η δημιουργία ενός αντίστοιχου συστήματος που έχει ως κύριο στόχο τη παροχή ασφάλειας σε ικανοποιητικό επίπεδο με τη λιγότερη οικονομική δαπάνη.

Συγκεκριμένα, το σύστημα ασφαλείας που αναπτύχθηκε για τη παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία χωρίζεται σε 3 μεγάλες κατηγορίες. Παρακάτω γίνεται μια εισαγωγική επεξήγηση των κατηγοριών, καθώς και κάποια βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος που έχει αναπτυχθεί.

- 1) Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τη φυσική υπόσταση του συστήματος, δηλαδή το υλικό μέρος. Αποτελείται από ένα κεντρικό υπολογιστή (Raspberry Pi 4 Model B με Home Assistant OS) ως κεντρικό πίνακα ελέγχου, αισθητήρες, κάμερες για την άντληση πληροφοριών, την αποστολή ειδοποίησης και την ενεργοποίηση διάφορων λειτουργιών σε συγκεκριμένα ερεθίσματα αλλά και την απομακρυσμένη παρακολούθηση σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 1.1.1, συστήματα με αυτά τα χαρακτηριστικά ονομάζονται ολοκληρωμένα συστήματα ασφαλείας. Επίσης, είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι πριν την υλοποίηση, έχει προηγηθεί έρευνα αγοράς (θα πραγματοποιηθεί αναλυτικότερη αναφορά έρευνας αγοράς σε επόμενο κεφάλαιο) για την επιλογή των κατάλληλων και ταυτόχρονα οικονομικών εξαρτημάτων που μπορούν να φέρουν εις πέρας τις απαιτήσεις ενός τέτοιου συστήματος.
- 2) Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει το λογισμικό μέρος του συστήματος, το οποίο είναι υπεύθυνο για την ορθή λειτουργία του, τη συλλογή και τη

μεταβίβαση των πληροφοριών από τις συσκευές/αισθητήρες προς το χρήστη. Δηλαδή, έχει δημιουργηθεί σχετικό Dashboard με γραφικό περιβάλλον, όπου ο χρήστης μπορεί με ευκολία να αλληλοεπιδράσει με το σύστημα και να προγραμματίσει διάφορες λειτουργίες ανάλογα με τις ανάγκες του.

- 3) Η τρίτη και τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει την επίσημη smartphone εφαρμογή για το Home Assistant που αφορά τη διαχείριση διάφορων λειτουργιών από απόσταση και η οποία είναι προσβάσιμη μόνο μέσω σύνδεσης VPN για μεγαλύτερη ασφάλεια σε περίπτωση απόπειρας πρόσβασης στο σύστημα από μη εξουσιοδοτημένα. Επίσης η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει και τις εφαρμογές τρίτων (Gmail, Telegram), οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη λήψη και την απεικόνιση ειδοποιήσεων, αλλά και τη διατήρηση αντιγράφων ασφαλείας για ιστορικό και στατιστικά.

2 Θεωρητικό υπόβαθρο της διπλωματικής

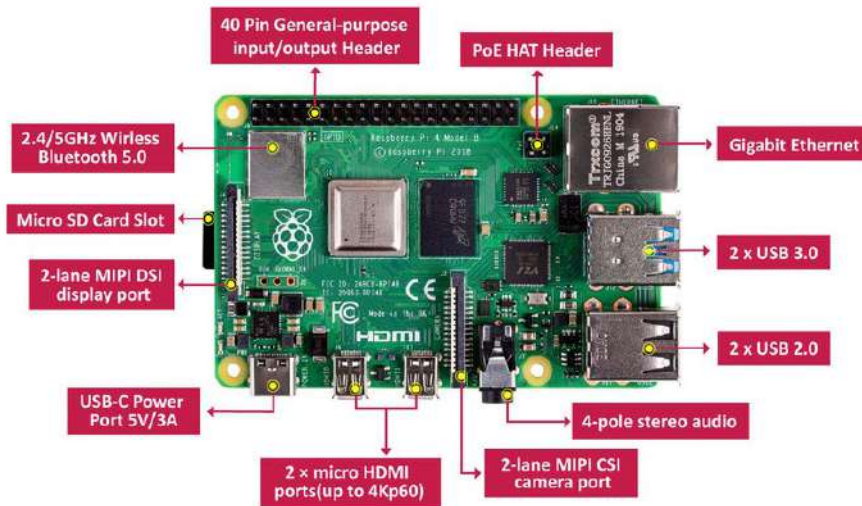
Εφόσον έχει γίνει κατανόηση των εισαγωγικών θεωριών που πραγματοποιήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, κρίνεται απαραίτητη η επεξήγηση της δομής, καθώς και η ανάλυση των βασικών θεωρητικών χαρακτηριστικών των εξαρτημάτων (Μικρό-υπολογιστές/ελεγκτές, αισθητήρες και ενεργοποιητές) που χρησιμοποιήθηκαν σε επίπεδο υλικού αλλά και λογισμικού. Με πιο απλά λόγια, στο παρόν κεφάλαιο θα συναντήσουμε το βασικό θεωρητικό κομμάτι της μεταπτυχιακής διπλωματικής, προκειμένου να γίνει καλύτερη η κατανόηση του συστήματος.

2.1 Μικρό-υπολογιστής Raspberry Pi

Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 1.3, ο μικρό-υπολογιστής Raspberry Pi αποτελεί τη βασική συσκευή του συστήματος ασφαλείας που έχει αναπτυχθεί για τη παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία. Λειτουργεί ως Πίνακας Ελέγχου, δηλαδή είναι υπεύθυνος για τη συλλογή και τη μεταφορά δεδομένων από και προς το χρήστη και αποτελεί σημείο πρόσβασης με γραφικό περιβάλλον για καλύτερη και πιο άμεση εμπειρία χρήστη.

Συνεπώς, αμέσως γίνεται αντιληπτό πως ο μικρό-υπολογιστής δέχεται αρκετό φόρτο εργασίας. Συνεπώς, επιβάλλεται να διαθέτει τα κατάλληλα χαρακτηριστικά σε επίπεδο υλικού, προκειμένου να φέρει εις πέρας τις λειτουργίες αυτές. Παρακάτω θα γίνει αναλυτική επεξήγηση των χαρακτηριστικών του, καθώς και οι ιδιότητες που διαθέτει.

2.1.1 Βασικά Χαρακτηριστικά του Raspberry Pi



Εικόνα 18: Raspberry Pi 4 Model B

Το Raspberry Pi ορίζεται ως ένας μικρός υπολογιστής στο μέγεθος μιας πιστωτικής κάρτας, οποίος μπορεί να συνδεθεί με οποιαδήποτε συσκευή υλικού εισόδου και εξόδου, όπως οθόνη, τηλεόραση, ποντίκι ή πληκτρολόγιο, μεταφέροντας αποτελεσματικά τις δυνατότητες ενός συμβατού Η/Υ σε ένα πλήρη σύστημα με χαμηλό κόστος.

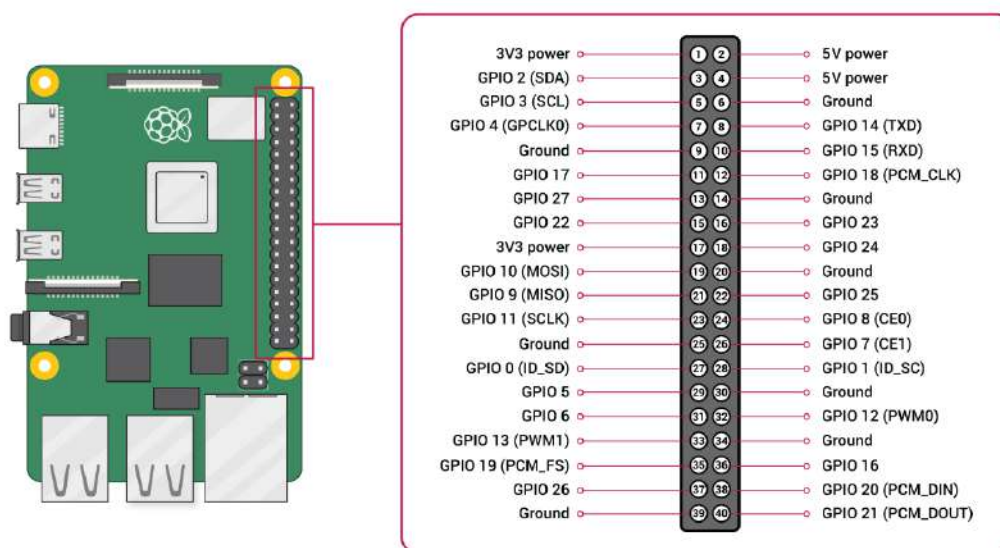
Στην ουσία είναι αναπτυξιακές μητρικές πλακέτες που σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν στο Ηνωμένο Βασίλειο από το ίδρυμα Raspberry Pi. Αποτελούνται από διάφορα μοντέλα τα οποία ποικίλουν ανάλογα με τις απαιτήσεις. [9] Χρησιμοποιούνται ευρέως για επεξεργασία εικόνας/βίντεο σε πραγματικό χρόνο, εφαρμογές βασισμένες στο IoT και εφαρμογές ρομποτικής. Το Raspberry Pi είναι πιο αργό από έναν φορητό ή επιτραπέζιο υπολογιστή, αλλά εξακολουθεί να είναι ένας υπολογιστής που μπορεί να παρέχει όλες τις αναμενόμενες δυνατότητες με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Family	Model	SoC	Memory	Form Factor	Ethernet	Wireless	GPIO	Released	Discontinued
Raspberry Pi	B	BCM2835	256 MB	Standard ^[a]	Yes	No	26-pin	2012	Yes
			512 MB					2012 ^[37]	
	256 MB		No		2013				
	B+		512 MB	Yes	40-pin		2014	No	
	A+		256MB	No				Yes	
			512MB						
Raspberry Pi 2	B	BCM2836 / 7	1 GB	Standard ^[a]	Yes	No	40-pin	2015	No
Raspberry Pi Zero	W / WH	BCM2835	512 MB	Ultra-compact ^[c]	No	No		2017	
		2 W				BCM2710A1 ^{[d][38]}		Yes	
Raspberry Pi 3	B	BCM2837A0 / B0	1 GB	Standard ^[a]	Yes	Yes		2016	
	A+	BCM2837B0	512 MB	Compact ^[b]	No	Yes ^[e]		2018	
	B+		1 GB	Standard ^[a]	Yes ^[f]			2018	
Raspberry Pi 4	B	BCM2711B0 / C0 ^[39]	1 GB	Standard ^[a]	Yes ^[g]	Yes ^[e]		2019 ^[40]	Yes (2020) ^[41]
			2 GB					2021 ^[42]	
			4 GB					2019 ^[40]	
			8 GB						
	400		4 GB	Keyboard					2020
Raspberry Pi Pico		RP2040	264 KB	Pico ^[h]	No	No		2021	
	W					Yes ^[i]		2022	
Raspberry Pi 5 ^[43]		BCM2712	4 GB	Standard ^[a]	Yes ^[g]	Yes ^[e]		2023	
			8 GB						

Πίνακας 1: Γενιές και χαρακτηριστικά των Raspberry Pi.

Το Raspberry Pi Foundation παρέχει επίσημα το Raspbian Λειτουργικό Σύστημα που βασίζεται στο διανομή Debian, αλλά μπορούν να εγκατασταθούν κι άλλα λειτουργικά όπως Ubuntu, Archlinux, RISC OS, Windows 10 IoT Core ή Home Assistant OS όπως εφαρμόστηκε για το παρόν σύστημα.

Όλα τα παραπάνω λειτουργικά συστήματα είναι αποτελεσματικά βελτιστοποιημένα για χρήση με το Raspberry Pi. Δηλαδή, διαθέτουν εργαλεία για περιήγηση και προγραμματισμό. Η εγκατάσταση των λειτουργικών πραγματοποιείται σε κάρτα μνήμης τύπου Micro SD. Το Raspberry Pi είναι κάτι περισσότερο από υπολογιστής, καθώς παρέχει πρόσβαση στους ακροδέκτες GPIO (General Purpose Input/Output) για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής. Με την πρόσβαση στα GPIO μπορούν να συνδεθούν συσκευές όπως LED, κινητήρες, αισθητήρες, ενεργοποιητές και πολλές άλλες συσκευές. [10]



Εικόνα 19: GPIO Ακροδέκτες του Raspberry Pi.

2.1.2 Ο ρόλος του Raspberry Pi στο IoT

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) έχει φέρει επανάσταση στον τρόπο που αλληλοεπιδρούμε με τις συσκευές και τον κόσμο γύρω μας. Έχει ανοίξει το δρόμο για έναν πιο συνδεδεμένο και βολικό τρόπο ζωής, όπου τα καθημερινά αντικείμενα είναι ενσωματωμένα με αισθητήρες, λογισμικό και συνδεσιμότητα δικτύου για να μπορούν να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα. Στο επίκεντρο αυτής της τεχνολογικής επανάστασης βρίσκεται το Raspberry Pi που έχει γίνει ακρογωνιαίος λίθος στον κόσμο του IoT. Συγκεκριμένα, παρέχει:

Ευελιξία: Ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους το Raspberry Pi χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές IoT είναι η ευελιξία του. Με τους ακροδέκτες GPIO μπορεί να διασυνδέεται με διάφορους αισθητήρες και ενεργοποιητές, επιτρέποντάς του να αλληλοεπιδρά με τον φυσικό κόσμο. Αυτή η ευελιξία το καθιστά ιδανική επιλογή για την κατασκευή πρωτοτύπων και καινοτόμων IoT συστημάτων.

Χαμηλό κόστος: Ένα άλλο πλεονέκτημα του Raspberry Pi είναι η προσιτή τιμή του. Αυτό το καθιστά προσβάσιμο από ένα ευρύ κοινό χρηστών, ακόμη και από μικρές επιχειρήσεις που μπορεί να έχουν περιορισμούς προϋπολογισμού.

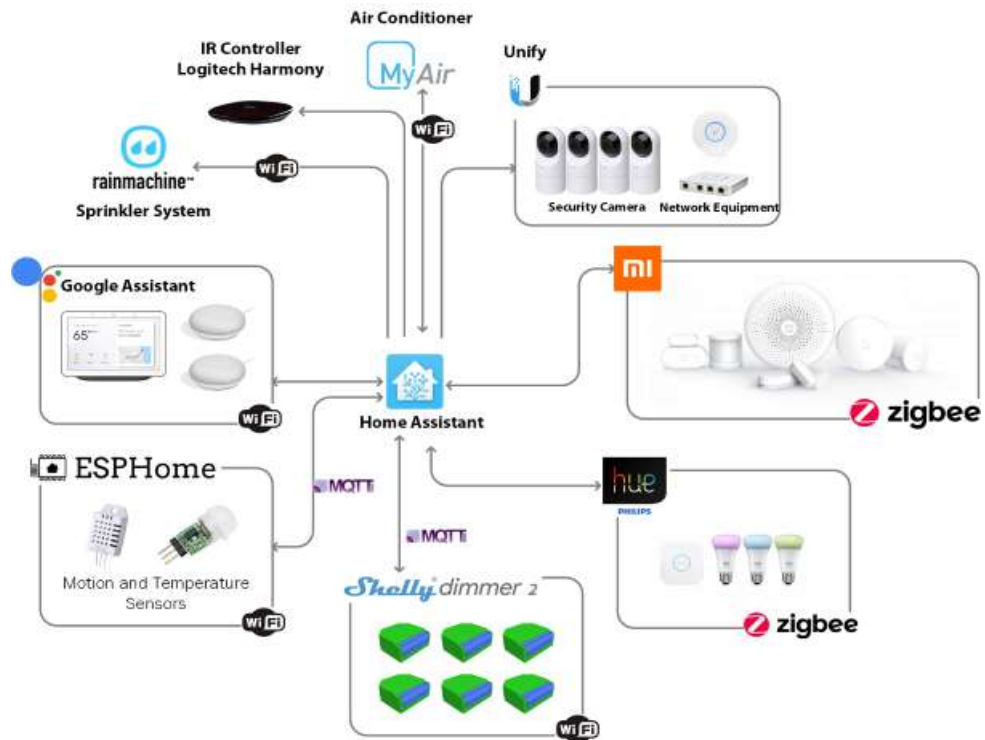
Υποστήριξη κοινότητας: Το Raspberry Pi έχει μια ζωντανή και ενεργή κοινότητα προγραμματιστών που μοιράζονται τις γνώσεις και την τεχνογνωσία τους και αυτό είναι ανεκτίμητο τόσο για αρχάριους όσο και για έμπειρους χρήστες. Ο επίσημος ιστότοπος του Raspberry Pi παρέχει εκτενή τεκμηρίωση, σεμινάρια και φόρουμ όπου οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν βοήθεια, να μοιραστούν έργα και να συνεργαστούν με άλλους. Αυτό το περιβάλλον συνεργασίας προωθεί την καινοτομία και ενθαρρύνει τη μάθηση, διευκολύνοντας τους νέους να ασχοληθούν με το IoT χρησιμοποιώντας το Raspberry Pi.

Συμβατότητα λογισμικού: Το Raspberry Pi τρέχει σε λειτουργικό σύστημα που βασίζεται σε Linux, το οποίο είναι εξαιρετικά συμβατό με ένα ευρύ φάσμα λογισμικού και γλωσσών προγραμματισμού. Αυτό επιτρέπει στους προγραμματιστές να επιλέξουν τα εργαλεία και τις γλώσσες που επιθυμούν, καθιστώντας την ανάπτυξη ταχύτερη και πιο αποτελεσματική.

Επεκτασιμότητα: Το Raspberry Pi προσφέρει επιλογές επεκτασιμότητας για συστήματα IoT. Με τη δικτύωση πολλαπλών συσκευών Raspberry Pi, μπορεί να δημιουργηθεί ένα κατακεντρωμένο σύστημα IoT που κάνει δυνατή την διαχείριση εφαρμογών μεγαλύτερης κλίμακας. Αυτή η επεκτασιμότητα είναι ζωτικής σημασίας για τις επιχειρήσεις που θέλουν να επεκτείνουν την υποδομή τους χωρίς να επιβαρύνονται με σημαντικό κόστος.

Απόδοση ισχύος: Το Raspberry Pi έχει σχεδιαστεί για να είναι αποδοτικό από πλευράς ενέργειας, καθιστώντας το κατάλληλο για εφαρμογές IoT που τροφοδοτούνται από μπαταρίες ή με γνώμονα την ενέργεια. Η χαμηλή κατανάλωση, του επιτρέπει να λειτουργεί με ελάχιστη πηγή ενέργειας, επεκτείνοντας τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας των συσκευών. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε εφαρμογές όπως η παρακολούθηση του περιβάλλοντος, όπου οι συσκευές πρέπει να λειτουργούν για παρατεταμένες περιόδους χωρίς πρόσβαση σε πρίζα. Το Raspberry Pi παίζει ζωτικό ρόλο στο οικοσύστημα Internet of Things. Η ευελιξία, το χαμηλό κόστος, η υποστήριξη της κοινότητας, η συμβατότητα λογισμικού, η επεκτασιμότητα και η απόδοση ισχύος το καθιστούν ιδανική επιλογή για συστήματα IoT όλων των μεγεθών και παρέχει μια σταθερή βάση για την κατασκευή καινοτόμων και συνδεδεμένων συσκευών. [11]

2.2 Home Assistant



Εικόνα 20: Home Assistant

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες ενότητες, το Home Assistant έχει χρησιμοποιηθεί ως βασική πλατφόρμα διαχείρισης/αλληλεπίδρασης με το σύστημα ασφάλειας που έχει αναπτυχθεί. Στη παρακάτω ενότητα γίνεται μια αναλυτική επεξήγηση της πλατφόρμας αυτής, καθώς και οι ιδιαιτερότητες που διαθέτει για την καλύτερη διαχείριση τέτοιων συστημάτων.

2.2.1 Τι είναι το Home Assistant

Το Home Assistant είναι μια έξυπνη οικιακή πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που σας επιτρέπει την συνδεσιμότητα μεταξύ έξυπνων οικιακών συσκευών, όπως τηλεοράσεις, ανεμιστήρες, κάμερες, θερμοστάτες, φώτα και διάφορους αισθητήρες. Ο χρήστης, μπορεί να δημιουργήσει περίπλοκους αυτοματισμούς χρησιμοποιώντας το φιλικό προς τον χρήστη γραφικό περιβάλλον.

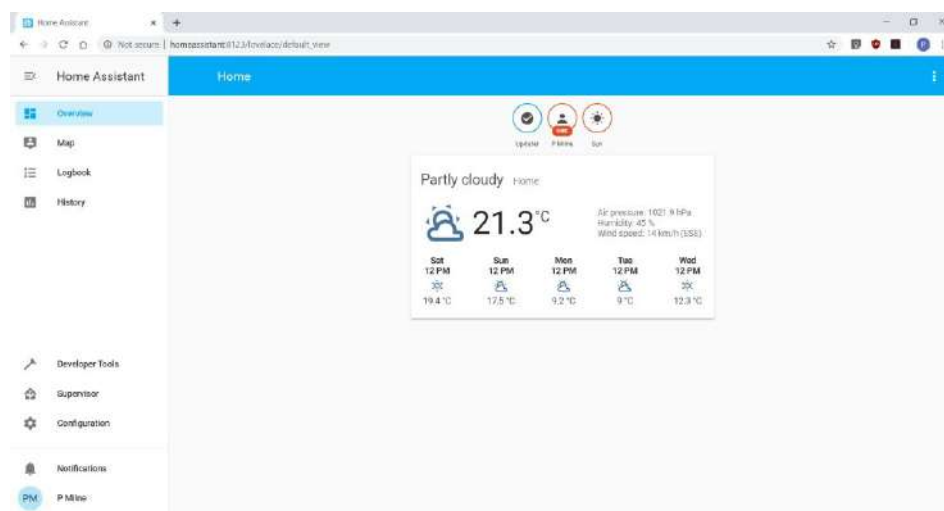
Η πλατφόρμα αυτή δεν χρειάζεται απαραίτητες γνώσεις πληροφορικής και προγραμματισμού προκειμένου να είναι εφικτή η διασύνδεση συσκευών.

2.2.2 Σημαντικά τμήματα του Home Assistant

Η πλατφόρμα διαθέτει μερικά πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά, τα οποία περιλαμβάνουν τα ακόλουθα τμήματα:

- Κεντρικός Πίνακας
- Ενσωματώσεις
- Πρόσθετα
- Συσκευές και Οντότητες
- Αυτοματισμοί
- Σενάρια
- Σκηνές

2.2.3 Κεντρικός Πίνακας (Dashboard)

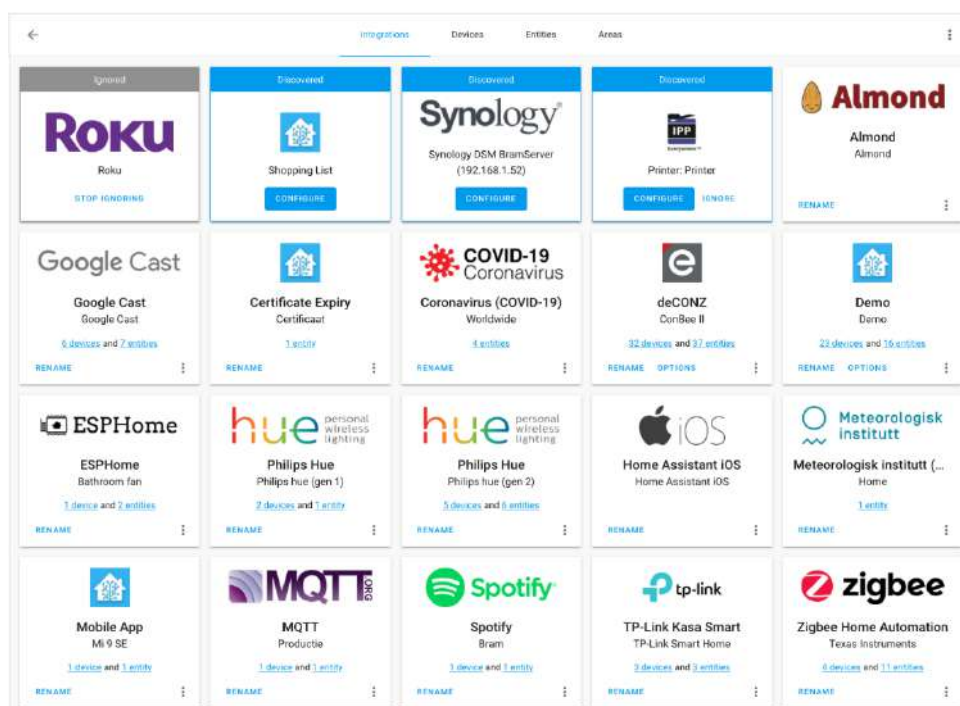


Εικόνα 21: Κεντρικός Πίνακας (Dashboard)

Το πρώτο πράγμα που γίνεται ορατό μετά την εγκατάσταση και τη σύνδεση στο Home Assistant είναι ο κεντρικός πίνακας. Ο πίνακας αυτός είναι η κεντρική σελίδα που

χρησιμοποιείται για την εμφάνιση πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στο Home Assistant. Όσο περισσότερες συσκευές και υπηρεσίες έχουν προστεθεί στο Home Assistant, τόσο περισσότερες πληροφορίες θα είναι διαθέσιμες για προβολή. Κάθε φορά που προστίθενται συσκευές ή υπηρεσίες, η πλατφόρμα προσθέτει αυτόματα τις πληροφορίες τους σε έναν προεπιλεγμένο πίνακα εργαλείων. Φυσικά, παρέχεται η επιλογή στο χρήστη να διαμορφώσει τον πίνακα όπως επιθυμεί. Οι πίνακες ελέγχου αποτελούνται από καρτέλες που εμφανίζουν πληροφορίες σχετικά με τις συσκευές και τις υπηρεσίες που συνδέονται στο Home Assistant. Οι καρτέλες αυτές μπορούν να προστεθούν μέσω της διεπαφής χρήστη ή με επεξεργασία YAML script η οποία είναι μια γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου και συνδυάζει κωδικοποιήσεις αρχείων από διάφορες γνωστές γλώσσες προγραμματισμού, για περισσότερη ευκολία στη χρήση και στην ανάπτυξη. [12]

2.2.4 Ενσωματώσεις (Integrations)

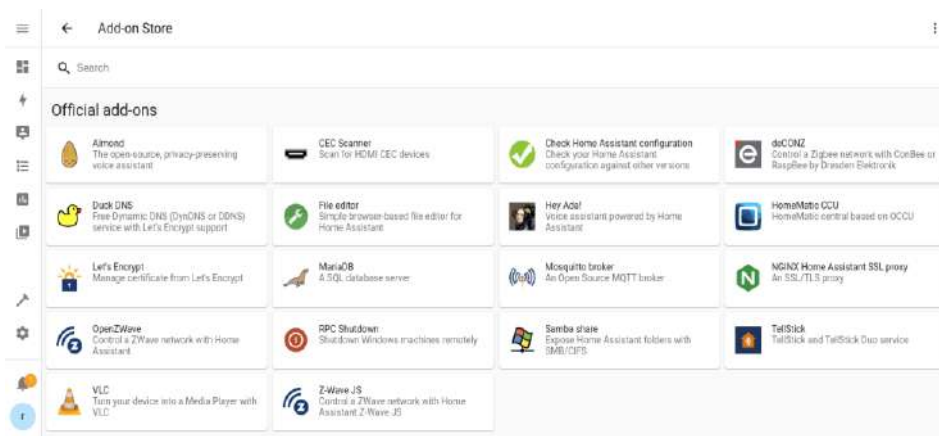


Εικόνα 22: Ενσωματώσεις (Integrations)

Οι ενσωματώσεις είναι πρόσθετο λογισμικό που μπορεί να εγκατασταθεί στο Home Assistant και του επιτρέπει να αλληλοεπιδρά με διαφορετικές πλατφόρμες οι

οποίες ενσωματώνουν δεδομένα και συσκευές. Όταν εγκαθίστανται ενσωματώσεις, τα δεδομένα αντιπροσωπεύονται στο Home Assistant ως συσκευές και οντότητες. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν περισσότερες από 1.000 ενσωματώσεις στο Home Assistant που υποστηρίζονται πλήρως από την κοινότητα του. Για προσαρμοσμένες ενσωματώσεις, υπάρχει επίσης ένα κατάστημα κοινότητας (store), το οποίο μπορεί να εγκατασταθεί και να παρέχει πρόσβαση σε χιλιάδες από αυτές τις προσαρμοσμένες ενσωματώσεις.

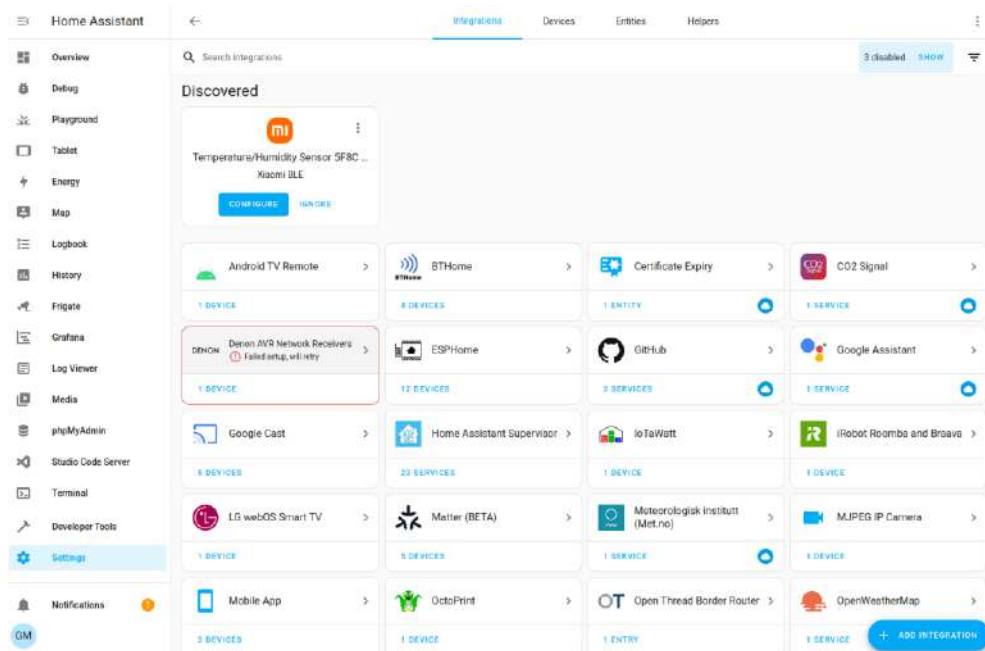
2.2.5 Πρόσθετα (Add-ons)



Εικόνα 23: Πρόσθετα (Add-ons)

Μερικές φορές οι ενσωματώσεις και τα πρόσθετα συγχέονται μεταξύ τους, αλλά στην πραγματικότητα διαφέρουν το ένα από το άλλο, ανάλογα με τον τύπο εγκατάστασης. Τα πρόσθετα είναι εφαρμογές που εκτελούνται παράλληλα με το Home Assistant και μπορούν να εγκατασταθούν, να ρυθμιστούν και να εκτελεστούν εύκολα, ενώ οι ενσωματώσεις συνδέουν το Home Assistant μόνο με πολλές εφαρμογές, συσκευές και υπηρεσίες. Ένα παράδειγμα πρόσθετου είναι τα προγράμματα επεξεργασίας αρχείων (file editors), τα οποία μπορούν να επιτρέψουν την επεξεργασία αρχείων διαμόρφωσης του Home Assistant απευθείας μέσα από τη πλατφόρμα.

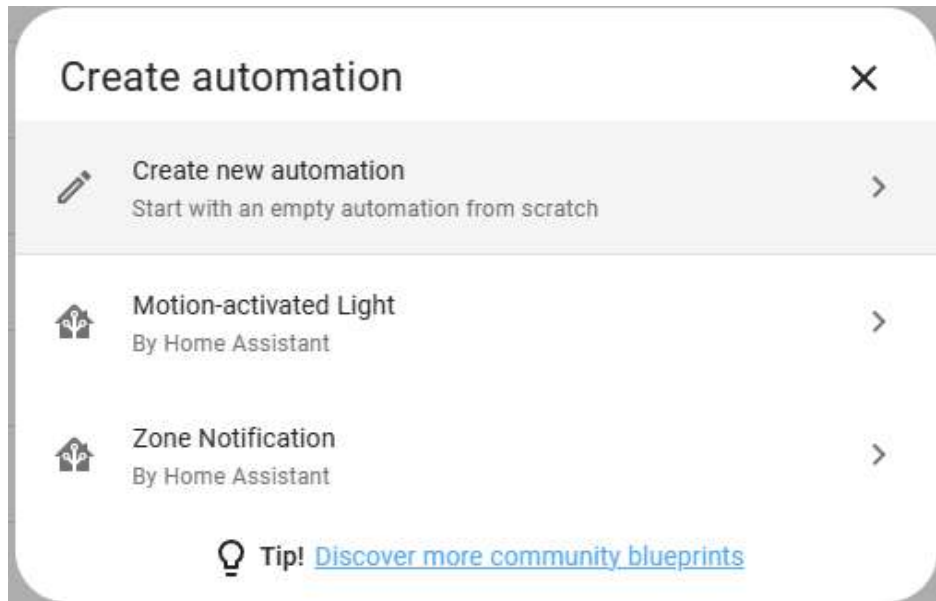
2.2.6 Συσκευές και Οντότητες (Devices and Entities)



Εικόνα 24: Συσκευές και οντότητες (Devices and Entities)

Οι οντότητες στο Home Assistant αντιπροσωπεύουν λογικές ομαδοποιήσεις συναρτήσεων εντός του συστήματος. Μια συσκευή, από την άλλη πλευρά, σημαίνει μια φυσική συσκευή που είναι συνδεδεμένη στο Home Assistant μέσω ενσωματώσεων. Ωστόσο, οι οντότητες μπορούν να προστεθούν ανεξάρτητα χωρίς να ομαδοποιηθούν σε συσκευές. Περιλαμβάνουν όχι μόνο συσκευές αλλά και αυτοματισμούς, σενάρια και σκηνές. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας κίνησης, θερμοκρασίας, φωτισμού αντιπροσωπεύει ξεχωριστή οντότητες στην ομάδα συσκευών. Οι οντότητες μπορεί να έχουν διαφορετικούς τύπους, όπως δυαδικούς αισθητήρες και να παρουσιάζουν διάφορες καταστάσεις. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας κίνησης μπορεί να έχει κατάσταση "ON" όταν ανιχνεύεται κίνηση και κατάσταση "OFF" όταν δεν ανιχνεύεται κίνηση. Είναι επίσης εφικτές και αριθμητικές καταστάσεις, όπως ένας αισθητήρας θερμοκρασίας με κατάσταση 50°C. Επιπλέον, οι οντότητες μπορούν να διαθέτουν χαρακτηριστικά που παρέχουν περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με την κατάστασή τους.

2.2.7 Αυτοματισμοί (Automations)



Εικόνα 25: Αυτοματισμοί (Automations)

Ο αυτοματισμός είναι μια διαδικασία αυτόματης εκτέλεσης ορισμένων ενεργειών. Η αυτοματοποίηση στο Home Assistant περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα:

Ερεθίσματα: Είναι οι προτροπές για να πραγματοποιηθούν οι ενέργειες των αυτοματισμών.

Προϋποθέσεις: Είναι οι κανόνες που υπαγορεύουν εάν πρέπει και πότε να πραγματοποιηθούν οι αυτοματισμοί.

Ενέργειες: Αντιπροσωπεύει τις ενέργειες που πραγματοποιεί η πλατφόρμα όταν ενεργοποιείται ο αυτοματισμός.

Ένα παράδειγμα απλού αυτοματισμού είναι το ακόλουθο:

Ένας αισθητήρας κίνησης έχει μια οντότητα για την ανίχνευση κίνησης. Όταν αυτή η οντότητα ενεργοποιείται (που σημαίνει ότι υπάρχει κίνηση), ενεργοποιεί έναν αυτοματισμό που έχει ορίσει ο χρήστης σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

2.2.8 Σενάρια (Scripts)

STATES SERVICES LOGS TEMPLATE EVENTS

The service dev tool allows you to call any available service in Home Assistant.

Service
media_player.play_media

Entity
media_player.openplanspeaker

Service Data (YAML, optional)

```
1 entity_id: media_player.openplanspeaker
2 media_content_id: 'spotify:user:spotify:playlist'
3 media_content_type: playlist
4
```

Εικόνα 26: Σενάρια (Scripts)

Τα σενάρια είναι παρόμοια με τους αυτοματισμούς, καθώς επιτρέπουν την εκτέλεση πολλαπλών ενεργειών στη σειρά, βήμα προς βήμα. Η κύρια διαφορά είναι ότι τα σενάρια δεν έχουν ενεργοποιητές, που σημαίνει ότι δεν μπορούν να εκτελεστούν αυτόματα. Πρέπει να καλούνται από την αυτοματοποίηση. Για παράδειγμα, εάν υπάρχει μια σειρά ενεργειών για εκτέλεση σε πολλαπλούς αυτοματισμούς, μπορεί να δημιουργηθεί μόνο ένα σενάριο για κάθε αυτοματισμό. Με αυτόν τον τρόπο, αν μια ενέργεια πρέπει να αλλάξει, τροποποιείται μόνο το συγκεκριμένο σενάριο αντί όλων. Σε ένα σενάριο, μπορούν να προστεθούν καθυστερήσεις μεταξύ των βημάτων, εάν χρειάζεται. Επίσης, μπορούν να ενεργοποιηθούν σενάρια από τον πίνακα ελέγχου του Home Assistant μέσω των καρτελών που αναφέρθηκαν στην ενότητα 2.2.3.

2.2.9 Σκηνές (Scenes)



Εικόνα 27: Σκηνές (Scenes)

Οι σκηνές είναι ένα σύνολο αποθηκευμένων καταστάσεων οντοτήτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αυτοματισμοί ή σενάρια στο Home Assistant. Για παράδειγμα, μπορούν να ρυθμιστούν δύο διαφορετικές σκηνές, μία για το πρωί και μία για το βράδυ, που και οι δύο έχουν συγκεκριμένη φωτεινότητα και ανοιχτά χρώματα. Στη συνέχεια μπορεί να εκτελεστεί ένας αυτοματισμός που αλλάζει τη σκηνή με βάση την ώρα της ημέρας. Ωστόσο, ο αυτοματισμός και τα σενάρια είναι περισσότερο για δράσεις, ενώ οι σκηνές για τον καθορισμό της κατάστασης των οντοτήτων. Ο αυτοματισμός και τα σενάρια ακολουθούν μια διαδοχική ροή και μπορούν να διακοπουν εάν δεν πληρούνται οι κανόνες ενεργοποίησης, ενώ οι σκηνές εκτελούνται ταυτόχρονα

2.2.10 Εγκατάσταση του Home Assistant

Το πρώτο βήμα για τη ρύθμιση του Home Assistant σε κάποιο σύστημα είναι η εγκατάσταση του. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για τη λειτουργία της πλατφόρμας σε κάποια συσκευή, μερικοί από τους οποίους περιλαμβάνουν τους παρακάτω: [13]

- Raspberry Pi
- Virtual machine
- Docker
- Windows
- MacOS
- Linux

2.3 Μικροελεγκτής ESP32-CAM

Ο μικροελεγκτής ESP32-CAM λειτουργεί ως συσκευή κάμερας και μετάδοσης οπτικού υλικού (βίντεο/εικόνας) σε απευθείας μετάδοση προς τον πίνακα ελέγχου, όπου εκεί γίνεται επεξεργασία εικόνας με αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης για την αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας με τα κατάλληλα εργαλεία (integrations) που διαθέτει το Home Assistant.

Συνεπώς, αμέσως γίνεται αντιληπτό πως ο μικροελεγκτής ESP32-CAM δέχεται αρκετό φόρτο εργασίας. Συνεπώς, επιβάλλεται να διαθέτει τα κατάλληλα χαρακτηριστικά σε επίπεδο υλικού, προκειμένου να φέρει εις πέρας τις λειτουργίες αυτές. Παρακάτω θα γίνει αναλυτική επεξήγηση των χαρακτηριστικών του, καθώς και οι ιδιότητες που διαθέτει.

2.3.1 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά



Εικόνα 28: Πλακέτα ESP32-CAM

Αρχικά, η πλακέτα ESP32-CAM έχει δημιουργηθεί από την εταιρία Espressif. Αποτελεί την μεταγενέστερη έκδοση των ESP8266 και ESP32, όπου είναι μικροελεγκτές της ίδιας εταιρίας και έχουν σχεδιαστεί για απαιτητικές λειτουργίες συστημάτων.

Ενσωματώνει τον Xtensa, που είναι ένας 32-bit μικροελεγκτής με ταχύτητα ρολογιού στα 160MHz. Διαθέτει 520Kb εσωτερική μνήμη τύπου SRAM και 4Mb εξωτερική μνήμη τύπου PSRAM, η οποία χρησιμοποιείται για λόγους επέκτασης της SRAM. Επίσης, έχει ενσωματωμένα WiFi και Bluetooth module, τα οποία χρησιμοποιούνται για να παρέχουν ασύρματη επικοινωνία προς και από τον μικροελεγκτή. Αυτό που κάνει όμως το ESP32-CAM να ξεχωρίζει είναι η κάμερα (OV2640) που διαθέτει, όπως άλλωστε αναγράφεται και στην ονομασία της πλακέτας. Δηλαδή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές

εφαρμογές που σχετίζονται με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, όπως έξυπνες οικιακές συσκευές για ασύρματη πρόσβαση και παρακολούθηση μέσω της κάμερας.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) αναφέρονται αναλυτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά του μικροελεγκτή ESP32-CAM.

Module Model	ESP32-CAM
Package	DIP-16
Size	27*40.5*4.5C±0.23mm
SPI Flash	Default 32Mbit
RAM	520KB SRAM +4M PSRAM
Bluetooth	Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE standards
Wi-Fi	802.11 b/g/n/
Support interface	UART $\leq$ SPI $\leq$ I2C $\leq$ PWM
Support TF card	Maximum support 4G
IO port	9
UART Baudrate	Default 115200 bps
Image Output Format	JPEG(OV2640 support only),BMP,GRAYSCALE
Spectrum Range	2412 ~2484MHz
Antenna	Onboard PCB antenna, gain 2dBi
Transmit Power	802.11b: 17±2 dBm (@11Mbps) 802.11g: 14±2 dBm (@54Mbps) 802.11n: 13±2 dBm (@MCS7)
Receiving Sensitivity	CCK, 1 Mbps : -90dBm CCK, 11 Mbps: -85dBm 6 Mbps (1/2 BPSK): -88dBm 54 Mbps (3/4 64-QAM): -70dBm MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps): -67dBm
Power Dissipation	Turn off the flash lamp:180mA@5V Turn on the flash lamp and turn on the brightness to the maximum:310mA@5V Deep-sleep: Minimum power consumption can be achieved 6mA@5V Modern-sleep: Minimum up to 20mA@5V Light-sleep: Minimum up to 6.7mA@5V
Security	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
Power Supply Range	5V
Operating Temperature	-20 ° ~ 85 °
Storage Environment	-40 ° ~ 90 ° , < 90%RH

Πίνακας 2: Τεχνικά χαρακτηριστικά του ESP32-CAM

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 2), αναγράφονται οι κλίμακες αναλύσεων της κάμερας OV2640, καθώς και οι κωδικοποιήσεις εικόνας που υποστηρίζει.

Format Size	QQVGA	QVGA	VGA	SVGA
JPEG	6	7	7	8
BMP	9	9	-	-
GRAYSCALE	9	8	-	-

Πίνακας 3: Αναλύσεις και ποιότητες της κάμερας OV2640

2.3.2 Ακροδέκτες της πλακέτας

Στον πίνακα 3, αναγράφονται τα ονόματα και το πλήθος των ακροδεκτών που διαθέτει η πλακέτα ESP32-CAM.

CAM	ESP32	SD	ESP32
D0	PIN5	CLK	PIN14
D1	PIN18	CMD	PIN15
D2	PIN19	DATA0	PIN2
D3	PIN21	DATA1/Flash lamp	PIN4
D4	PIN36	DATA2	PIN12
D5	PIN39	DATA3	PIN13
D6	PIN34		
D7	PIN35		
XCLK	PIN0		
PCLK	PIN22		
VSYNC	PIN25		
HREF	PIN23		

SDA	PIN26		
SCL	PIN27		
POWER PIN	PIN32		

Πίνακας 4: Ακροδέκτες του ESP32-CAM

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται οι θέσεις των ακροδεκτών της πλακέτας, που αναφέρθηκαν στον πίνακα 3.



Εικόνα 29: Θέσεις ακροδεκτών του ESP32-CAM

Συγκεκριμένα, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 21, η αριστερή πλευρά της πλακέτας διαθέτει 8 συνολικά ακροδέκτες. Οι 6 από αυτούς με την ονομασία GPIO 4,2,14,15,13,12 χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση εξαρτημάτων και αισθητήρων ως ακροδέκτες εισόδου/εξόδου. Οι επόμενοι 2 ακροδέκτες στη σειρά με την ένδειξη GND και 5V, χρησιμοποιούνται για τη γείωση και την τροφοδοσία του μικροελεγκτή με τάση στα 5V.

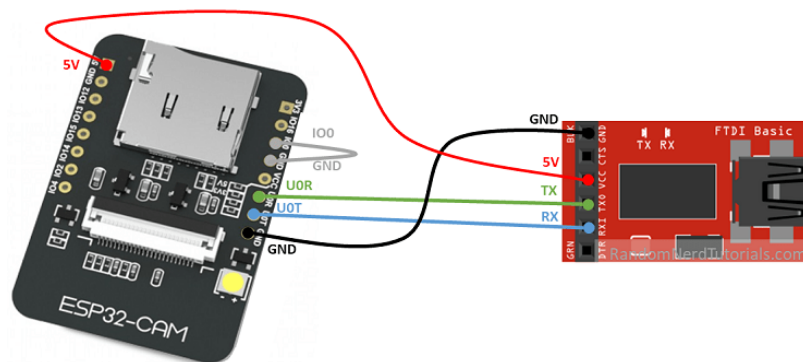
Η δεξιά πλευρά του μικροελεγκτή, διαθέτει ακόμη μια σειρά 8 ακροδεκτών. Οι 4 από αυτούς με την ονομασία GPIO 1,3,0,16 χρησιμοποιούνται επίσης ως ακροδέκτες εισόδου/εξόδου για τη διασύνδεση συσκευών. Ο GPIO 0 ακροδέκτης όμως χρησιμοποιείται και για έναν ακόμη σκοπό. Όταν συνδεθεί με τον αμέσως από πάνω ακροδέκτη γείωσης (εικόνα 29), ο μικροελεγκτής μπαίνει σε κατάσταση flash. Αυτό γίνεται για να είναι εφικτή η ενσωμάτωση κώδικα στον μικροελεγκτή. Ο ακροδέκτης με την ένδειξη 3.3/5V σε συνδυασμό με τον πρώτο ακροδέκτη γείωσης, χρησιμοποιούνται για την παροχή τροφοδοσίας σε εξωτερικές συσκευές με τάση στα 3.3 ή 5V αντίστοιχα.

Ο τελευταίος στη σειρά ακροδέκτης με την ένδειξη 3.3V σε συνδυασμό με τον ακροδέκτη γείωσης στην αριστερή πλευρά της πλακέτας, χρησιμοποιούνται για τη παροχή τροφοδοσίας στον μικροελεγκτή με τάση στα 3.3V. [14]

2.3.3 Προγραμματισμός και συνδεσιμότητα

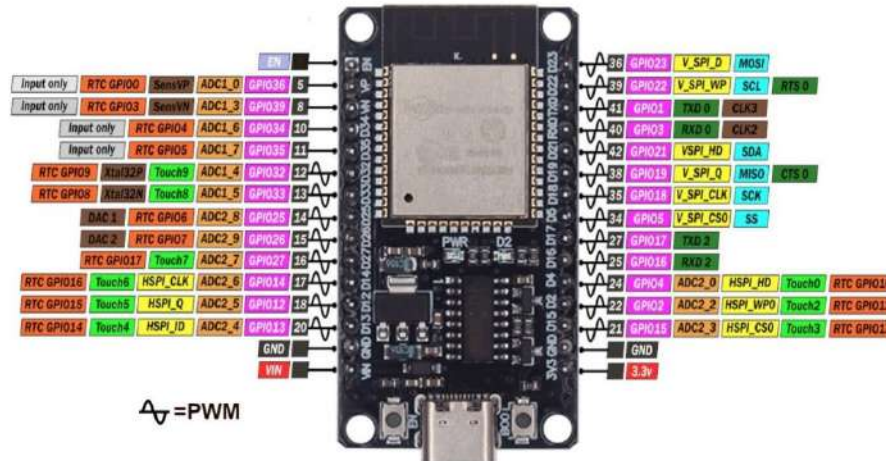
Για τον προγραμματισμό του ESP32-CAM συνήθως χρησιμοποιείται μια FTDI πλακέτα, η οποία διαθέτει σειριακή επικοινωνία για σύνδεση μέσω USB θήρας. Ο τρόπος συνδεσιμότητας προβάλλεται στη παρακάτω εικόνα.

Η μονάδα σειριακού μετατροπέα FTDI USB είναι μια πλακέτα UART (Universal asynchronous receiver-transmitter) που χρησιμοποιείται για σειριακή επικοινωνία. Είναι μια πλακέτα με διασύνδεση USB, μπορεί να χρησιμοποιήσει 3.3 ή 5 V DC και διαθέτει Tx/Rx ακροδέκτες για την αποστολή και λήψη δεδομένων. Οι μονάδες σειριακού μετατροπέα FTDI χρησιμοποιούνται για γενικές σειριακές εφαρμογές, καθώς και για την επικοινωνία προς και από πλακέτες ανάπτυξης μικροελεγκτών, όπως τα ESP και τα Arduino micro, που δεν διαθέτουν σειριακές θήρες. [15]



Εικόνα 30: Σύνδεση του ESP32-CAM με FTDI πλακέτα

2.4 Μικροελεγκτής - ESP32 Dev Board CH340 USB-C



Εικόνα 31: ESP32 Dev Board CH340 USB-C

Επίσης, στην ανάπτυξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε και ο συγκεκριμένος ESP32 μικροελεγκτής (Dev Board CH340 USB-C), ο οποίος διαθέτει ενσωματωμένη σειριακή θήρα USB Type-C για πιο άμεση επικοινωνία από και προς τον μικροελεγκτή. Προσφέρει παρόμοιες δυνατότητες με το SoC που διαθέτει το ESP32-CAM και παρέχει την επιλογή για διασύνδεση με περισσότερα GPIOs. [16]

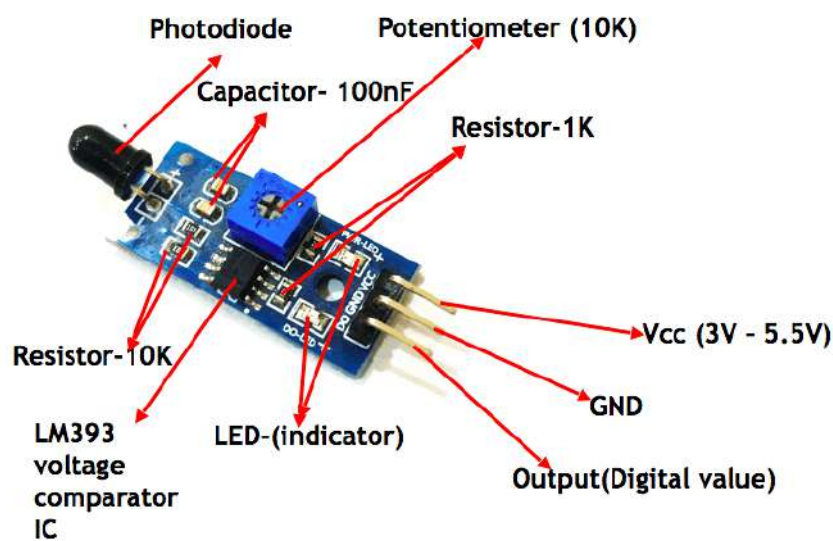
Χαρακτηριστικά:

- Μικροεπεξεργαστής ESP-WROOM-32 32-bit 240 MHz
- Τάση τροφοδοσίας: 5V
- Wi-Fi 2,4 GHz
- Bluetooth 4.2
- 4 MByte (32 Mbit) SPI Flash
- 448 KB ROM
- 520 KB SRAM
- 16 KB SRAM σε RTC
- Κεραία PCB
- Τροφοδοτείται μέσω USB Type-C Connector ή μέσω pin header
- Κουμπιά επαναφοράς
- Χρήστης και LED τροφοδοσίας
- Υποδοχή USB Type-C
- Συναρμολογείται με μονάδα ESP-WROOM-32

2.5 Αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν

Παρακάτω γίνεται επεξήγηση των χαρακτηριστικών από τους αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα διπλωματική, προκειμένου να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούν και ανιχνεύουν διάφορα ερεθίσματα στο περιβάλλον.

2.5.1 Αισθητήρας Πυρανίχνευσης

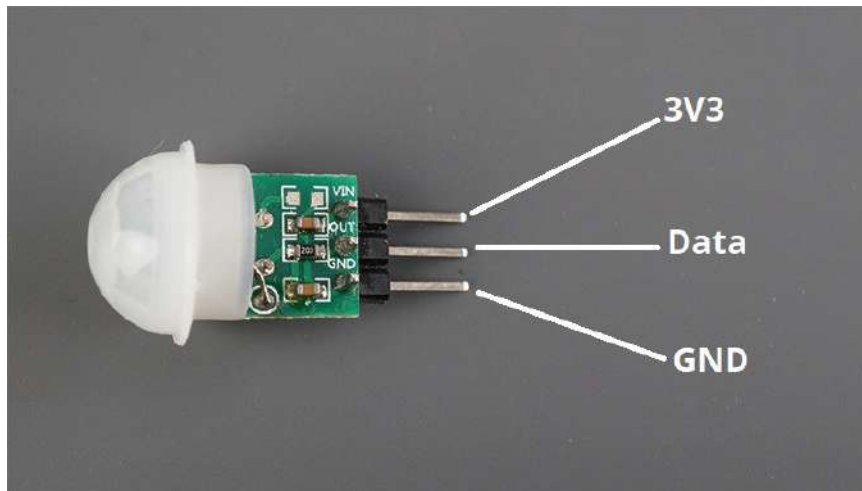


Εικόνα 32: Αισθητήρας Πυρανίχνευσης

Ο αισθητήρας πυρανίχνευσης αποτελείται από έναν αισθητήρα φλόγας (IR δέκτη), μια αντίσταση, έναν πυκνωτή, ένα ποτενσιόμετρο και ένα τσιπ LM393 για σωστή τροφοδοσία όλων σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα. Μπορεί να ανιχνεύσει υπέρυθρο φως με μήκος κύματος που κυμαίνεται από 700 nm έως 1000 nm. Ο ανιχνευτής φλόγας μακρινής υπέρυθρης ακτινοβολίας μετατρέπει το φως που ανιχνεύεται με τη μορφή υπέρυθρου φωτός σε αλλαγές ρεύματος. Η ευαισθησία ρυθμίζεται μέσω της ενσωματωμένης μεταβλητής αντίστασης με γωνία ανίχνευσης 60 μοιρών.

Η τάση λειτουργίας είναι μεταξύ 3,3v και 5,2v DC, με ψηφιακή έξοδο που υποδεικνύει την παρουσία σήματος. Η ανίχνευση ρυθμίζεται από το τσιπ LM393. [20]

2.5.2 Αισθητήρας Κίνησης PIR

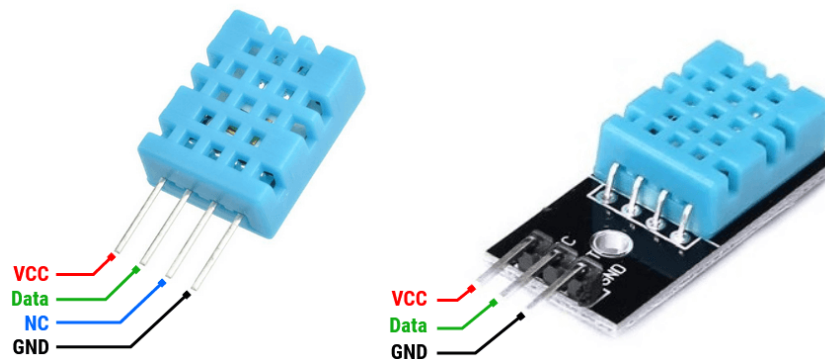


Εικόνα 33: Αισθητήρας Κίνησης PIR

Οι αισθητήρες PIR (passive infrared - παθητικό υπέρυθρο) χρησιμοποιούν την ανίχνευση υπέρυθρων που εκπέμπεται από όλα τα αντικείμενα που εκπέμπουν θερμότητα. Αυτός ο τύπος εκπομπής δεν είναι ορατός στο ανθρώπινο μάτι. Μερικές φορές αναφέρονται ως «ανιχνευτές που βασίζονται στην κίνηση», καθώς αντιλαμβάνονται την παρουσία ανθρώπων, ζώων και αντικειμένων μέσω της κίνησης των υπέρυθρων μηκών κύματός τους. Αναφέρονται ως «παθητικά» λόγω του γεγονότος ότι δεν εκπέμπεται θερμότητα ή ενέργεια από τον ίδιο τον αισθητήρα. Είναι αξίζει να σημειωθεί ότι οι αισθητήρες PIR ανιχνεύουν την εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας και όχι θερμότητα.

Οι PIR αισθητήρες λειτουργούν χρησιμοποιώντας θετική αλλαγή διαφορικού. Δύο υποδοχές που είναι ευαίσθητες στο υπέρυθρο κάθονται μπροστά από τον φακό, με το πεδίο «όρασής» τους να καθορίζει το εύρος ανίχνευσης. Ενώ είναι «αδρανές», το επίπεδο υπέρυθρων που ανιχνεύεται (αυτό που εκπέμπεται φυσικά από όλα τα αντικείμενα) είναι το ίδιο και στις δύο υποδοχές. Μόλις ένα αντικείμενο, άτομο ή ζώο κινείται μέσα από την περιοχή ανίχνευσης, γίνεται αισθητό από τη μία από τις εγκοπές πριν από την άλλη, προκαλώντας μια θετική διαφορά στις υποδοχές. Αυτά τα διαφορικά είναι αυτά που χρησιμοποιεί ο αισθητήρας για την ανίχνευση κίνησης, στέλνοντας ένα μήνυμα στον πίνακα ελέγχου για το ερέθισμα που ανίχνευσε. [21]

2.5.3 Αισθητήρας Θερμοκρασίας DHT11



Εικόνα 34: Αισθητήρας Θερμοκρασίας DHT11

Ο DHT11 είναι ένας χαμηλού κόστους ψηφιακός αισθητήρας για ανίχνευση θερμοκρασίας και υγρασίας. Αυτός ο αισθητήρας μπορεί εύκολα να συνδεθεί με οποιονδήποτε μικροελεγκτή, όπως Arduino, Raspberry και ESP32 για να μετρήσει στιγμιαία την υγρασία και τη θερμοκρασία. Ο DHT11 διατίθεται ως αισθητήρας και ως μονάδα. Η διαφορά μεταξύ αυτών είναι η αντίσταση έλξης και ένα LED ενεργοποίησης. Ο DHT11 είναι ένας αισθητήρας σχετικής υγρασίας. Για τη μέτρηση του περιβάλλοντος χρησιμοποιεί μία αντίσταση τύπου θερμίστορ και έναν χωρητικό αισθητήρα υγρασίας.

Πιο συγκεκριμένα, ο πυκνωτής ανίχνευσης υγρασίας έχει δύο ηλεκτρόδια με ένα υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας ως διηλεκτρικό μεταξύ τους. Η αλλαγή στην τιμή της χωρητικότητας συμβαίνει με την αλλαγή στα επίπεδα υγρασίας. Το κύκλωμα μετράει, επεξεργάζεται αυτές τις μεταβαλλόμενες τιμές αντίστασης και τις αλλάζει σε ψηφιακή μορφή. Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας ο αισθητήρας χρησιμοποιεί ένα θερμίστορ αρνητικού συντελεστή θερμοκρασίας, το οποίο προκαλεί μείωση της τιμής αντίστασής του με την αύξηση της θερμοκρασίας. Το εύρος θερμοκρασίας του DHT11 είναι από 0 έως 50 βαθμούς Κελσίου με ακρίβεια 2 μοιρών. Το εύρος υγρασίας είναι από 20 έως 80% με ακρίβεια 5%. Ο ρυθμός δειγματοληψίας αυτού του αισθητήρα είναι 1Hz. Ο DHT11 έχει μέγεθος με τάση λειτουργίας από 3V έως 5V. Το μέγιστο ρεύμα που χρησιμοποιείται κατά τη μέτρηση είναι 2,5 mA. [22]

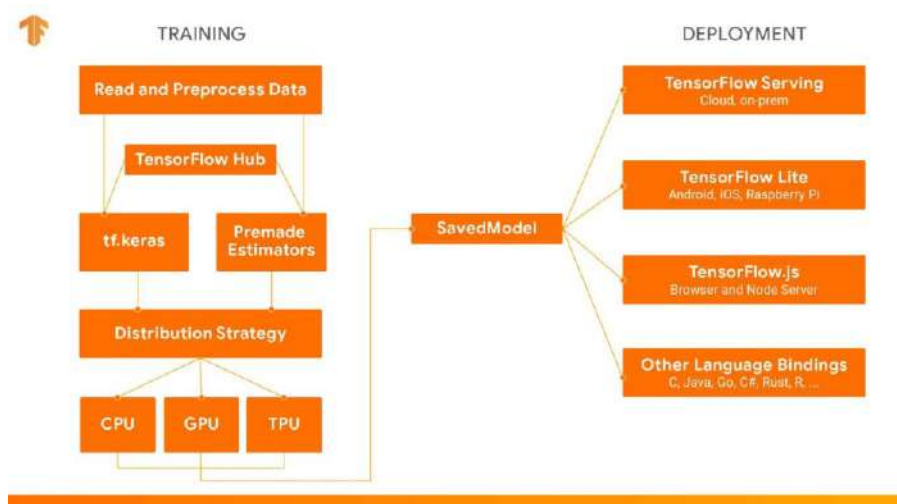
2.6 TensorFlow

Η TensorFlow είναι μια βιβλιοθήκη τεχνητής νοημοσύνης ανοιχτού κώδικα, γραμμένη σε γλώσσα προγραμματισμού Python και έχει αναπτυχθεί από την ομάδα Google Brain. Η βιβλιοθήκη αυτή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό περίπλοκων αριθμητικών εξισώσεων και για μηχανική μάθηση σε μεγάλη κλίμακα. Συγχωνεύει μοντέλα μηχανικής μάθησης με νευρωνικά δίκτυα και παρέχει ένα εύκολα διαχειρίσιμο front-end API για την ανάπτυξη εφαρμογών.

Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη χρησιμοποιήθηκε μέσω του Frigate Integration στο Home Assistant, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία εικόνας και αναγνώριση αντικειμένου από τα στιγμιότυπα που λαμβάνει μέσω του ESP32-CAM. Το Integration καθώς και οι ιδιότητές του θα αναλυθούν περαιτέρω στην αναλυτική περιγραφή του συστήματος που έχει αναπτυχθεί σε επόμενο κεφάλαιο. Στη συγκεκριμένη ενότητα θα αναλυθεί η βιβλιοθήκη τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιήθηκε για αναγνώριση αντικειμένου.

2.6.1 Πως λειτουργεί η βιβλιοθήκη TensorFlow

Η βιβλιοθήκη επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν διαγράμματα ροής δεδομένων, τα οποία περιγράφουν τον τρόπο διακίνησης των δεδομένων μέσα σε αυτά. Κάθε κόμβος των διαγραμμάτων αντιπροσωπεύει μια μαθηματική λειτουργία και κάθε σύνδεση μεταξύ των κόμβων αντιπροσωπεύει έναν πίνακα δεδομένων πολλαπλών διαστάσεων. Όλα αυτά παρέχονται στον προγραμματιστή μέσω της γλώσσας Python, η οποία είναι εύκολα διαχειρίσιμη και παρέχει έναν βολικό τρόπο ενοποίησης όλων των λειτουργιών. Ωστόσο, οι μαθηματικές συναρτήσεις που χρησιμοποιεί η βιβλιοθήκη δεν είναι γραμμένες σε Python, αλλά σε δυαδικά ψηφία της C++. Η Python χρησιμοποιείται μόνο για την διακίνηση των δεδομένων μεταξύ των κόμβων και παρέχει προγραμματισμό υψηλού επιπέδου για την εύκολη ενοποίηση τους. [17]



Εικόνα 35: Ιεραρχική δομή της TensorFlow

2.6.2 Τι είναι η αναγνώριση αντικειμένου

Η αναγνώριση αντικειμένου είναι η διαδικασία εύρεσης αντικειμένων του πραγματικού κόσμου, που έχουν αποτυπωθεί σε εικόνες και βίντεο. Παραδείγματα τέτοιων αντικειμένων είναι: άνθρωποι - πρόσωπα, ζώα, οχήματα, κτήρια και γενικότερα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται σε καθημερινή βάση.

Οι αλγόριθμοι αναγνώρισης χρησιμοποιούν τους αλγόριθμους εκμάθησης για την αναγνώριση της δομής και των χαρακτηριστικών ενός αντικειμένου. Η αναγνώριση αντικειμένου συνήθως χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπως, συστήματα ασφαλείας – παρακολούθησης, συστήματα υποστήριξης στην οδήγηση (self driving), οικιακοί βοηθοί και πολλά άλλα συστήματα που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα.

2.6.3 Αναγνώριση αντικειμένου με χρήση της TensorFlow

Όπως προαναφέρθηκε, η βιβλιοθήκη TensorFlow παρέχει ένα εύκολο στη χρήση front-end API, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αναγνώριση αντικειμένων, με βάσει τους αλγόριθμους εκμάθησης της βιβλιοθήκης. Το API είναι διαθέσιμο στην πλατφόρμα του GitHub και μπορεί με ευκολία να χρησιμοποιηθεί από τους χρήστες, χωρίς να είναι απαραίτητο να υπάρχουν οι κατάλληλες γνώσεις για τον τρόπο λειτουργίας της βιβλιοθήκης.

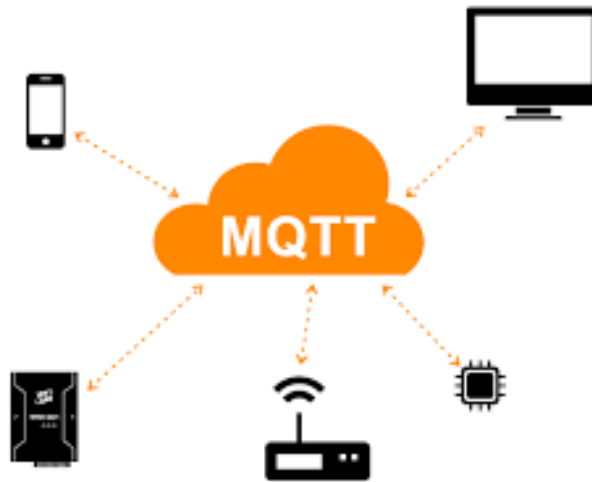


Εικόνα 36: Αναγνώριση αντικειμένου με χρήση της TensorFlow

2.6.4 Χρήση της TensorFlow στη διπλωματική

Το σύστημα ασφαλείας που έχει αναπτυχθεί για την παρούσα διπλωματική εργασία, έχει ως κύριο στόχο την αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας μέσω της κάμερας του μικροελεγκτή ESP32-CAM. Αυτό επιτυγχάνεται, με τη χρήση του API της TensorFlow από τη Frigate ενσωμάτωση του Home Assistant. Δηλαδή, γίνεται κλήση του API μέσω του YAML script και συνδυάζει την μετάδοση βίντεο από την κάμερα του μικροελεγκτή. Συνεπώς, το κάθε καρέ της κάμερας που προβάλλεται στην διαδικτυακή εφαρμογή, εξετάζεται από τον αλγόριθμο τεχνητής νοημοσύνης, με αποτέλεσμα να γίνεται εφικτή η αναγνώριση αντικειμένου. [18]

2.7 Πρωτόκολλο MQTT



Εικόνα 37: Πρωτόκολλο MQTT

Το MQTT είναι ένα πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων που βασίζεται σε πρότυπα ή ένα σύνολο κανόνων, που χρησιμοποιείται για επικοινωνία από μηχανή με μηχανή. Οι έξυπνοι αισθητήρες, τα έξυπνα ρολόγια και άλλες συσκευές Internet of Things (IoT) πρέπει συνήθως να μεταδίδουν και να λαμβάνουν δεδομένα μέσω ενός δικτύου περιορισμένων πόρων με περιορισμένο εύρος ζώνης. Αυτές οι συσκευές IoT χρησιμοποιούν MQTT για μετάδοση δεδομένων, καθώς είναι εύκολο να εφαρμοστεί και μπορούν να επικοινωνήσουν αποτελεσματικά. Το MQTT υποστηρίζει την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ συσκευών στο cloud και από το cloud στη συσκευή.

2.7.1 Ο ρόλος του MQTT στο IoT

Το πρωτόκολλο MQTT έχει γίνει πρότυπο για τη μετάδοση δεδομένων IoT επειδή παρέχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

Είναι ελαφρύ και αποτελεσματικό: Η ενσωμάτωση MQTT σε συσκευές IoT απαιτεί ελάχιστους πόρους, επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και σε μικρούς μικροελεγκτές. Για παράδειγμα, ένα ελάχιστο μήνυμα ελέγχου MQTT μπορεί να είναι μόλις δύο byte δεδομένων.

Οι κεφαλίδες μηνυμάτων MQTT είναι επίσης μικρές, ώστε να μπορεί να βελτιστοποιηθεί το εύρος ζώνης του δικτύου.

Είναι κλιμακούμενο: Το MQTT απαιτεί μια ελάχιστη ποσότητα κώδικα που καταναλώνει πολύ λίγη ενέργεια στις λειτουργίες. Το πρωτόκολλο διαθέτει επίσης ενσωματωμένες δυνατότητες για υποστήριξη επικοινωνίας με μεγάλο αριθμό συσκευών IoT. Διαθέτει ενσωματωμένες λειτουργίες που μειώνουν τον χρόνο που χρειάζεται η συσκευή IoT για να επανασυνδεθεί με το cloud. Ορίζει επίσης τρία διαφορετικά επίπεδα ποιότητας υπηρεσιών για να διασφαλίσει την αξιοπιστία για περιπτώσεις χρήσης IoT το πολύ μία φορά (0), τουλάχιστον μία φορά (1) και ακριβώς μία φορά (2).

Είναι ασφαλής: Το MQTT διευκολύνει τους προγραμματιστές να κρυπτογραφούν μηνύματα και να ελέγχουν την ταυτότητα των συσκευών και των χρηστών χρησιμοποιώντας σύγχρονα πρωτόκολλα ελέγχου ταυτότητας, όπως OAuth, TLS1.3, Πιστοποιητικά διαχείρισης πελατών και άλλα.

Έχει μεγάλη υποστήριξη: Πολλές γλώσσες όπως η Python έχουν εκτενή υποστήριξη για την υλοποίηση του πρωτοκόλλου MQTT. Ως εκ τούτου, οι προγραμματιστές μπορούν να το εφαρμόσουν γρήγορα με ελάχιστη κωδικοποίηση σε κάθε τύπο εφαρμογής.

2.7.2 Λειτουργία το πρωτόκολλου MQTT

Παρακάτω περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας του MQTT.

- 1) Ένας πελάτης MQTT δημιουργεί μια σύνδεση με τον MQTT broker.
- 2) Μόλις συνδεθεί, ο πελάτης μπορεί είτε να δημοσιεύσει μηνύματα, να κάνει συνδρομή σε συγκεκριμένα μηνύματα ή και τα δύο.
- 3) Όταν ο MQTT broker λαμβάνει ένα μήνυμα, το προωθεί στους συνδρομητές που ενδιαφέρονται.

Ας αναλύσουμε τις λεπτομέρειες για περαιτέρω κατανόηση.

MQTT Topic: Ο όρος “Topic” αναφέρεται σε λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιεί ο broker για να φιλτράρει μηνύματα για τους πελάτες. Τα Topic οργανώνονται ιεραρχικά, παρόμοια με έναν κατάλογο αρχείων ή φακέλων. Για παράδειγμα, ένα σύστημα έξυπνου σπιτιού που λειτουργεί σε μια πολυεπίπεδη κατοικία που έχει διαφορετικές έξυπνες συσκευές σε κάθε όροφο. Σε αυτήν την περίπτωση, ο broker μπορεί να οργανώσει διάφορα topics για κάθε επίπεδο του σπιτιού.

MQTT Publish: Οι πελάτες MQTT δημοσιεύουν μηνύματα που περιέχουν το θέμα και τα δεδομένα σε μορφή byte. Ο πελάτης καθορίζει τη μορφή δεδομένων, όπως δεδομένα κειμένου, δυαδικά δεδομένα, αρχεία XML ή JSON. Για παράδειγμα, μια λάμπα στο σύστημα έξυπνου σπιτιού μπορεί να δημοσιεύσει ένα μήνυμα για το κάθε topic.

MQTT Subscribe: Οι πελάτες MQTT στέλνουν ένα μήνυμα subscribe στον broker, για να λάβουν μηνύματα για συγκεκριμένα topics που ενδιαφέρουν τους πελάτες. Αυτό το μήνυμα περιέχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό και μια λίστα συνδρομών. Για παράδειγμα, η εφαρμογή smart home στο τηλέφωνό θέλει να εμφανίσει πόσα φώτα είναι αναμμένα στο σπίτι. Θα εγγραφεί στο συγκεκριμένο topic και θα αυξήσει τον μετρητή για όλα τα μηνύματα.

2.7.3 Ασφάλεια Πρωτοκόλλου

Η επικοινωνία MQTT χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο SSL για την προστασία ευαίσθητων δεδομένων που μεταδίδονται από συσκευές IoT. Μπορεί να εφαρμοστεί έλεγχος ταυτότητας και εξουσιοδότηση μεταξύ των subscriber και του broker χρησιμοποιώντας πιστοποιητικά SSL ή κωδικούς πρόσβασης. Ο broker συνήθως ελέγχει την ταυτότητα των subscriber χρησιμοποιώντας τους κωδικούς πρόσβασής τους καθώς και τα μοναδικά αναγνωριστικά που εκχωρεί σε κάθε subscriber. Στις περισσότερες υλοποιήσεις, ο client ελέγχει την ταυτότητα του server με πιστοποιητικά ή αναζητήσεις DNS. Στο MQTT μπορούν επίσης να εφαρμοστούν πρωτόκολλα κρυπτογράφησης. [19]

3 Απαιτήσεις, αναλυτική περιγραφή του συστήματος και λόγοι υλοποίησης

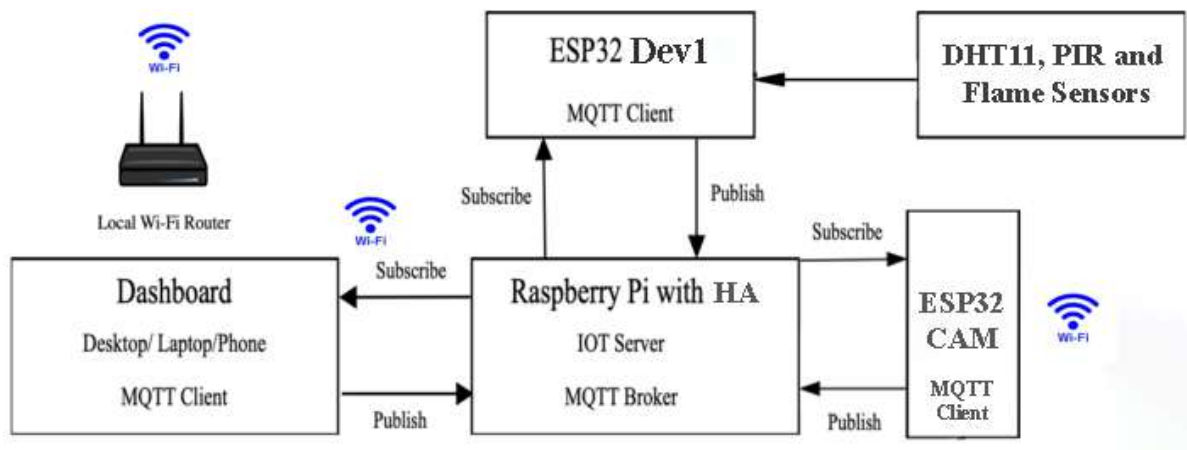
Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε αναλυτική επεξήγηση των εννοιών, χαρακτηριστικών και λειτουργιών όλων των βασικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιήθηκαν σε επίπεδο υλικού αλλά και λογισμικού, για την ανάπτυξη του συστήματος της μεταπτυχιακής διπλωματικής.

Εφόσον έχει γίνει κατανόηση όλων των προηγούμενων, στο παρόν κεφάλαιο θα ακολουθήσει η αναλυτική περιγραφή του συστήματος αυτού. Συγκεκριμένα, θα γίνει επεξήγηση όλων των λειτουργιών, αλλά και οι λόγοι που οδήγησαν στην συγκεκριμένη υλοποίηση, ανάλογα με τις απαιτήσεις.

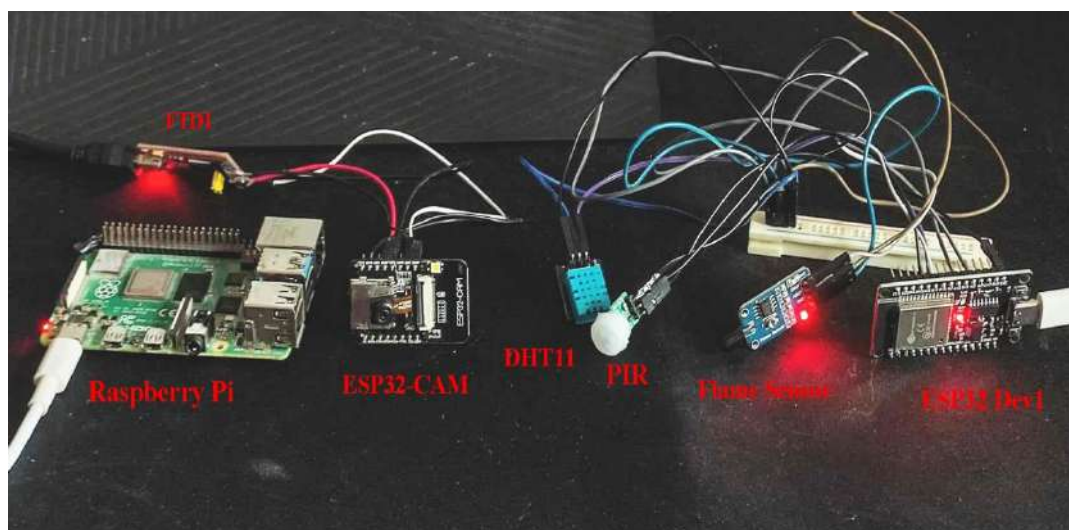
3.1 Απαιτήσεις του συστήματος

Αρχικά, μετά από μελέτη υλοποίησης, λειτουργιών και χαρακτηριστικών διάφορων εμπορικών συστημάτων, αποφασίστηκε η δημιουργία ενός αντίστοιχου συστήματος. Ο κύριος στόχος της υλοποίησης είναι να μειώσει τον προϋπολογισμό κόστους, διατηρώντας παρόμοιες δυνατότητες και χαρακτηριστικά με ένα εμπορικό σύστημα. Επομένως, όλα τα εξαρτήματα του συστήματος που έχουν επιλεχθεί αλλά και ο τρόπος υλοποίησης, έχουν ως βασικό περιορισμό το κόστος.

3.2 Αναλυτική περιγραφή του συστήματος



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής δεδομένων του συστήματος της διπλωματικής



Εικόνα 38: Φυσική υπόσταση και διασύνδεση του συστήματος της διπλωματικής

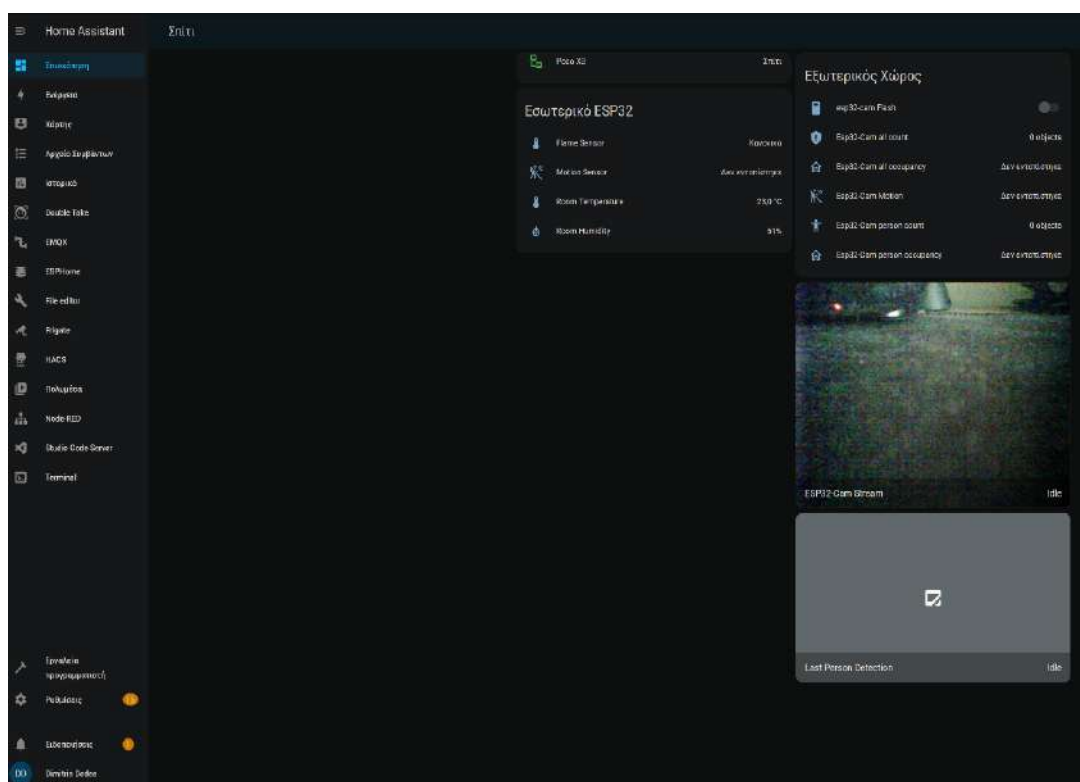
Όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 38, γίνεται αντιληπτός ο σχεδιασμός του συστήματος που έχει αναπτυχθεί, ο οποίος αποτελείται από βασικά τρία μέρη:

- 1) Το Raspberry Pi, το οποίο όπως έχει προαναφερθεί λειτουργεί ως βασικός εγκέφαλος (Πίνακας Ελέγχου) του συστήματος καθώς ενσωματώνει το Home Assistant.

- 2) Ο μικροελεγκτής ESP32-CAM, το οποίο είναι υπεύθυνο για την αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας και την αποστολή οπτικού υλικού και ειδοποίησης στο Home Assistant.
- 3) Ο μικροελεγκτής ESP32 Dev1, οποίος είναι υπεύθυνος για την συλλογή δεδομένων από τα ερεθίσματα των αισθητήρων (DHT11, PIR και Flame Sensor) και την αποστολή των πληροφοριών αυτών στο Home Assistant.

Σε πρώτο στάδιο, μόλις το Raspberry συνδεθεί στο WiFi του σπιτιού, αμέσως γίνεται διαθέσιμη η πρόσβαση στο Home Assistant σε τοπικό δίκτυο. Πληκτρολογώντας την τοπική IP διεύθυνση του Raspberry μαζί με το port του Home Assistant (192.168.1.107:8123) σε έναν περιηγητή, ανοίγει το γραφικό περιβάλλον με τον κεντρικό πίνακα του Home Assistant, αφού πρώτα γίνει σύνδεση με όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης.

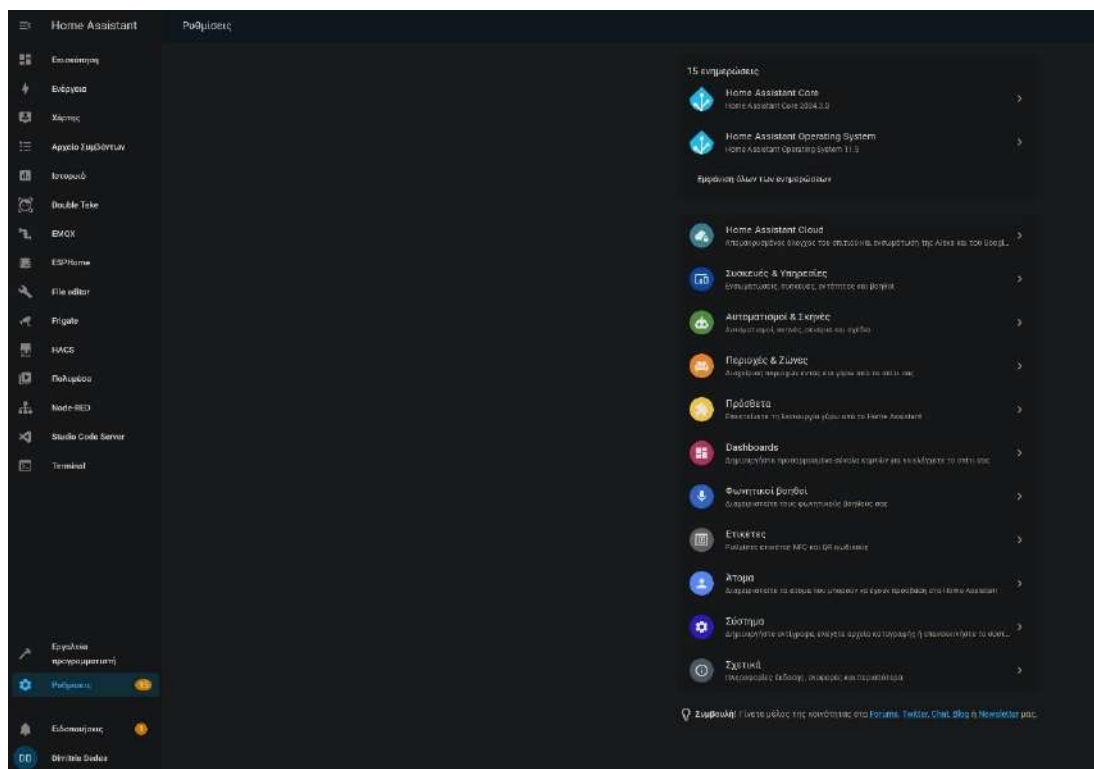
3.2.1 Γραφικό Περιβάλλον, Πίνακας Ελέγχου και Καρτέλες



Εικόνα 39: Κεντρικός Πίνακας – Home Assistant

Όπως διακρίνεται στην Εικόνα 39, πάνω αριστερά του κεντρικού πίνακα εντοπίζεται το πάνελ με τα πρόσθετα που έχουν ενσωματωθεί για το πέρας του συγκεκριμένου συστήματος.

Κάτω αριστερά εντοπίζονται οι ρυθμίσεις και τα εργαλεία προγραμματιστή (Εικόνα 40) όπου παρέχουν τη δυνατότητα ρυθμίσεων διάφορων παραμέτρων για τις συσκευές που έχουν συνδεθεί, αλλά διατάξεις και σχεδίαση του κεντρικού πίνακα ανάλογα με τις προτιμήσεις του χρήστη.



Εικόνα 40: Ρυθμίσεις – Home Assistant

Επίσης, στη δεξιά πλευρά της Εικόνας 39, έχει σχεδιαστεί κεντρικός πίνακας σύμφωνα με τις συσκευές/αισθητήρες που έχουν συνδεθεί για το συγκεκριμένο σύστημα.

Συγκριμένα, στο τέρμα δεξιά πάνω άκρο εντοπίζεται η ονομασία «Εξωτερικός Χώρος». Η καρτέλα αυτή αφορά τον μικροελεγκτή ESP32-CAM με την ζωντανή μετάδοση εικόνας από τον εξωτερικό χώρο του σπιτιού και εμφανίζει με μετρητές αλλά και ροή στιγμιότυπων την αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας.

Η αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας πραγματοποιείται μέσω της ενσωμάτωσης “Frigate”, η οποία εντοπίζεται στην αριστερό πάνελ (Εικόνα 39). Το Frigate είναι μια ενσωμάτωση που δέχεται ως είσοδο ροή βίντεο και χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο τεχνητής

νοημοσύνης “Tensorflow” για την αναγνώριση αντικειμένου. Στη συγκεκριμένη υλοποίηση της διπλωματικής έχει ενεργοποιηθεί μόνο η αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας, προκειμένου να είναι πιο ελαφρύς ο αλγόριθμος ώστε το Raspberry να παράγει πιο άμεσα αποτελέσματα αναγνώρισης.

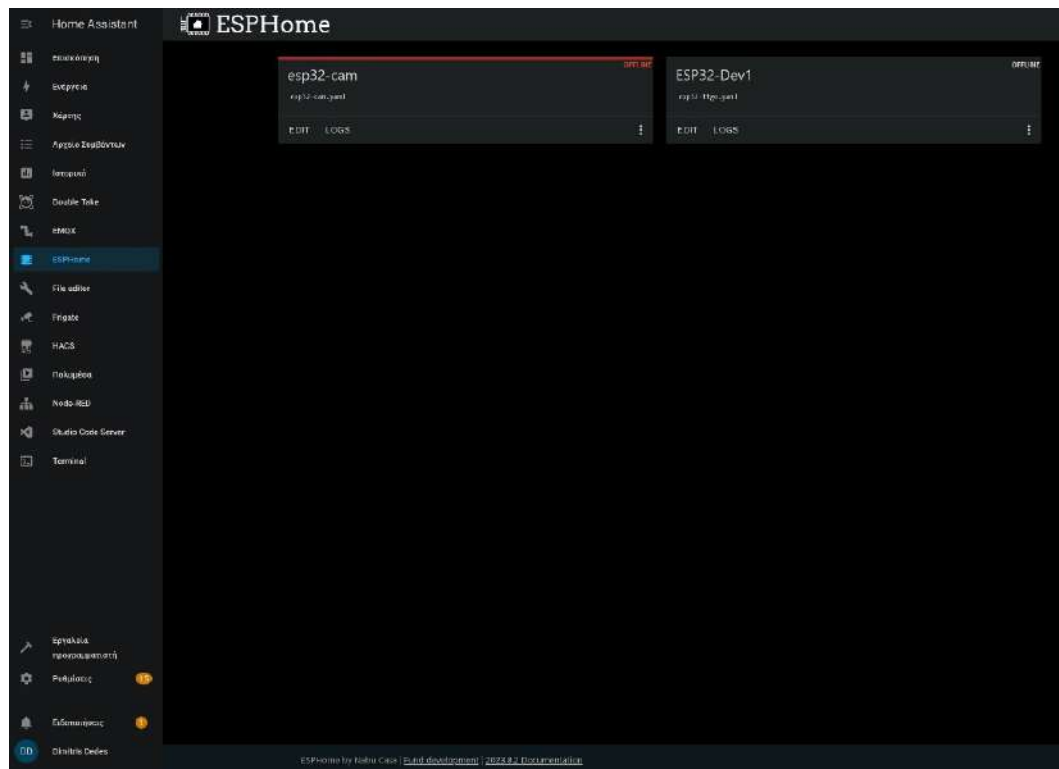
Επίσης, να σημειωθεί πως η ανάλυση της κάμερας του μικροελεγκτή έχει προγραμματισθεί σε επίπεδα χαμηλής ποιότητας διότι ο CPU είναι σχετικά αδύναμος για τέτοιου είδους επεξεργασία.

Συνεχίζοντας στη περιγραφή του Πίνακα Ελέγχου, παρακάτω στην ίδια καρτέλα εντοπίζεται το παράθυρο “ESP32-CAM Stream” το οποίο αφορά την ένδειξη ζωντανής μετάδοσης βίντεο από τον μικροελεγκτή, ενώ το αμέσως παρακάτω παράθυρο “Last Person Detection” αφορά την πιο πρόσφατη αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας που πραγματοποιήθηκε.

Στο αριστερό μέρος του Πίνακα Ελέγχου εντοπίζονται δύο καρτέλες. Η καρτέλα “Εσωτερικό ESP32”, αναφέρεται στον μικροελεγκτή που βρίσκεται εντός του οικιακού χώρου και περιέχει τους αισθητήρες κίνησης, πυρανίχνευσης, θερμοκρασίας και υγρασίας, οι οποίοι ανάλογα με τα ερεθίσματα αναγράφουν και την κατάλληλη ένδειξη στο παράθυρο. Η όλη επικοινωνία μεταξύ μικροελεγκτών και Raspberry (Home Assistant) πραγματοποιείται μέσω του πρωτοκόλλου MQTT για λόγους αμεσότητας και εξοικονόμησης πόρων (όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο). Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως η αρχικοποίηση της MQTT επικοινωνίας πραγματοποιήθηκε με την εγκατάσταση πρόσθετου (EMQX) στο Home Assistant, προκειμένου να οριστούν ο broker και τα topic στα οποία θα στέλνονται τα δεδομένα από τους μικροελεγκτές.

Η δεύτερη καρτέλα στον Πίνακα Ελέγχου αναγράφει τη smartphone συσκευή του χρήστη αν έχει εντοπιστεί εντός του οικιακού δικτύου ή αν βρίσκεται εκτός. Αυτό συμβαίνει έτσι ώστε να απενεργοποιηθούν οι ειδοποιήσεις των συσκευών/αισθητήρων όταν εντοπιστεί η IP της smartphone συσκευής, ενώ όταν είναι εκτός οικιακού δικτύου οι ειδοποιήσεις ενεργοποιούνται αυτόματα.

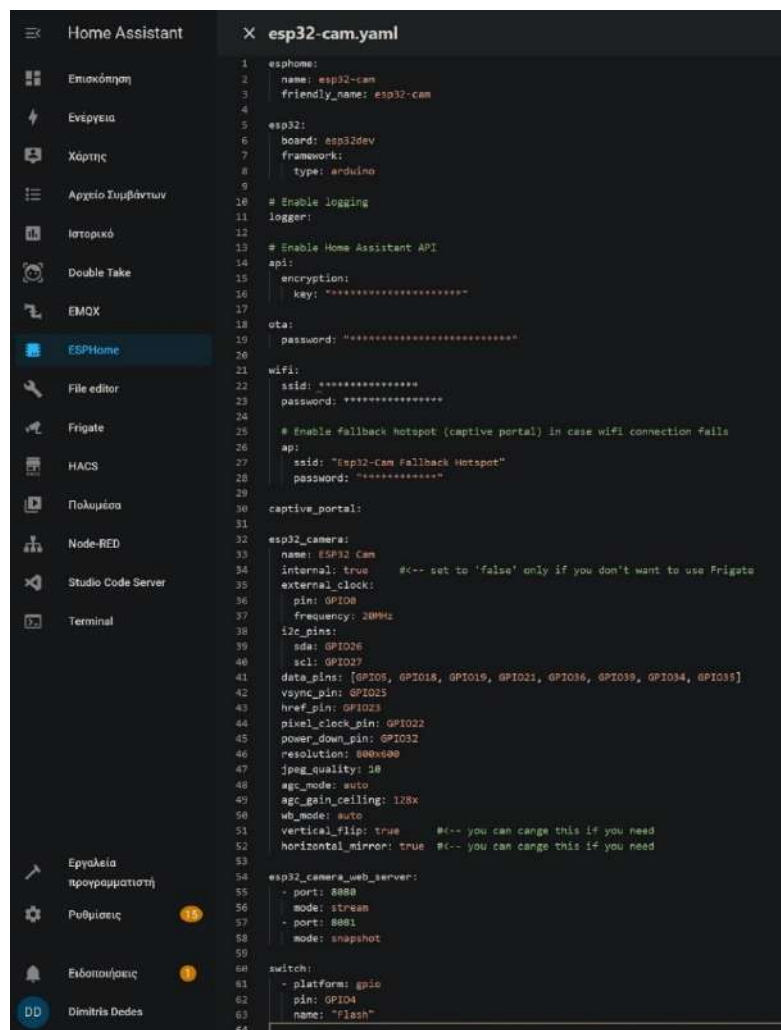
3.2.2 Ενσωμάτωση και Προγραμματισμός μικροελεγκτών



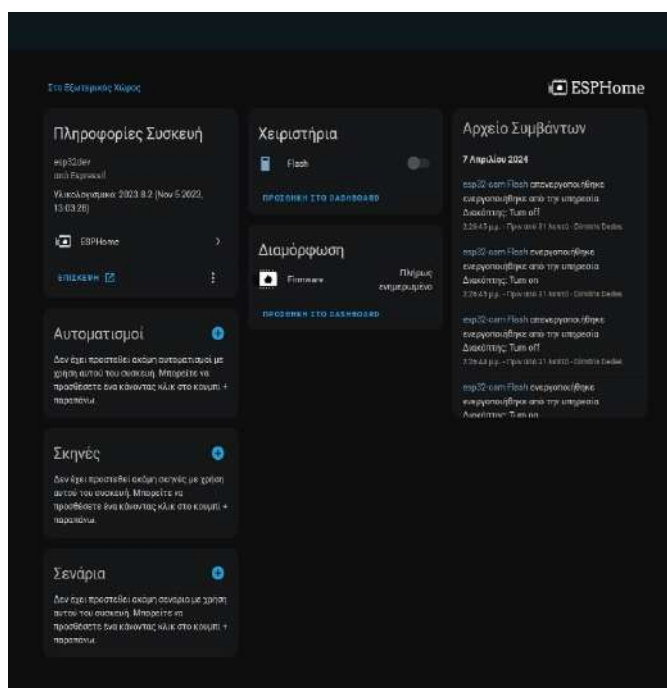
Εικόνα 41: Ενσωμάτωση ESPHome

Η ενσωμάτωση ESPHome χρησιμοποιήθηκε για να γίνει εφικτή η επικοινωνία των μικροελεγκτών ESP32 με το Home Assistant. Όπως απεικονίζεται και στην Εικόνα 41, έχουν δημιουργηθεί δύο YAML αρχεία για τα ESP32-CAM και ESP32 Dev όπου στη συνέχεια μεταφορτώνονται στο κάθε μικροελεγκτή.

Παρακάτω στην Εικόνα 42, δίνεται το YAML script για το ESP32-CAM, στην ουσία το script αρχικοποιεί SSID και κωδικό του οικιακού WiFi, καθώς και ρυθμίσεις ποιότητας κάμερας για τη ροή βίντεο. Η μετάδοση βίντεο πραγματοποιείται στο port 8080, οπότε κατά το πέρας της μεταφόρτωσης του YAML αρχείου, ο μικροελεγκτής έχει συνδεθεί στο τοπικό δίκτυο. Στη συνέχεια, πληκτρολογώντας σε έναν περιηγητή την IP διεύθυνση που έχει δώσει ο DHCP του router στον μικροελεγκτή, μαζί με το port 8080, αμέσως παρέχεται πρόσβαση στη ροή βίντεο του ESP32-CAM, αφού πρώτα γίνει η αρχικοποίηση του μικροελεγκτή σαν συσκευή εντός του Home Assistant, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 43.



Εικόνα 42: YAML αρχείο για ESP32-CAM



Εικόνα 43: Αρχικοποίηση ESP32-CAM ως συσκευή

Μετά την αρχικοποίηση της συσκευής, πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση της Frigate ενσωμάτωσης προκειμένου να γίνει η ενοποίηση της ροής βίντεο από τον μικροελεγκτή μαζί με τον αλγόριθμο τεχνητής νοημοσύνης της TensorFlow, ώστε να γίνει εφικτή η αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας.

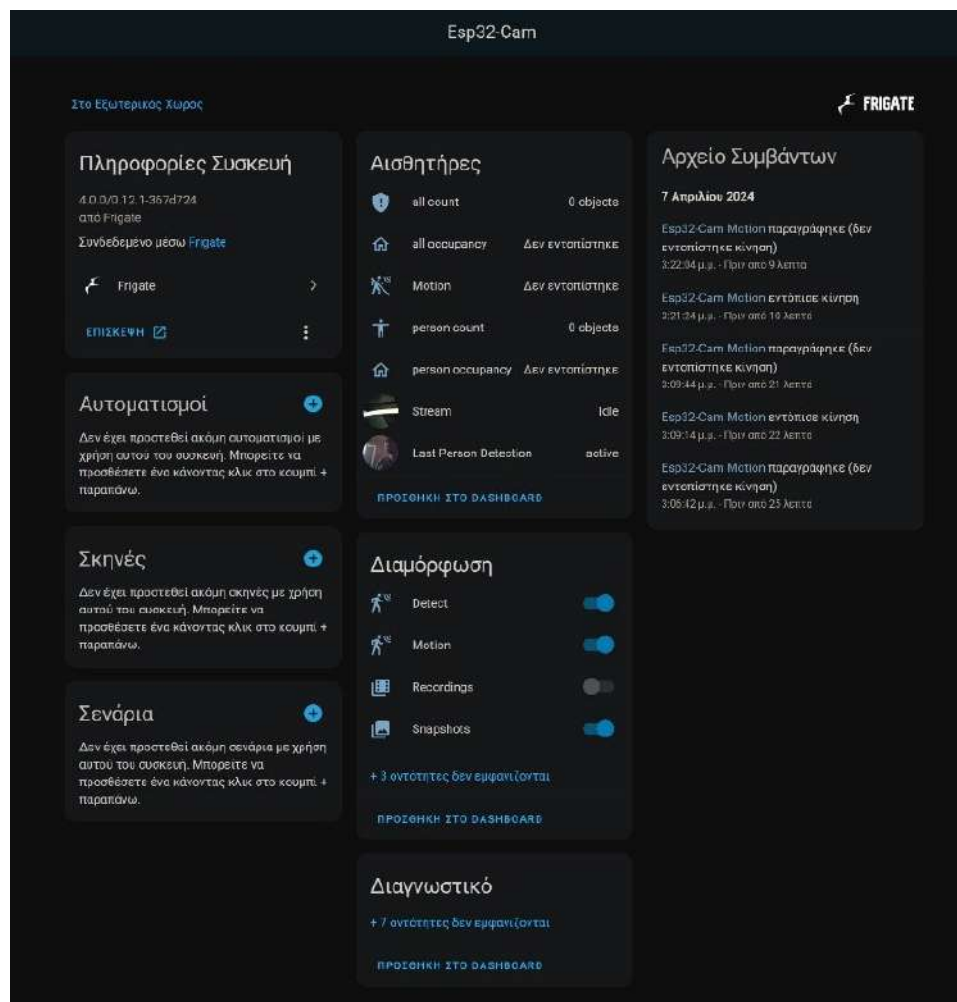
Στην Εικόνα 44, δίνεται το τροποποιημένο “frigate.yml” script, το οποίο είναι υπεύθυνο για την ενοποίηση αυτή (δίνοντας την IP και Port από το ESP32-CAM), καθώς και την αρχικοποίηση παραμέτρων της MQTT επικοινωνίας προκειμένου να λάβει ασύρματα το Home Assistant οπτικό υλικό σε περίπτωση αναγνώρισης ανθρώπινης οντότητας. Επίσης, πραγματοποιείται ορισμός ανάλυσης/μορφής ροής βίντεο, καθορισμός τύπου αναγνώρισης αντικειμένου “Person” και εκτέλεση στιγμιότυπου. Στη συνέχεια αναλαμβάνει το Home Assistant με τη σειρά του να στείλει ειδοποίηση προς το χρήστη το οπτικό υλικό που έλαβε από τον μικροελεγκτή.

```
/config/frigate.yml
1 mqtt:
2   host: *****
3   port: *****
4   user: *****
5   password: *****
6   topic_prefix: frigate
7   client_id: frigate
8
9 detectors:
10  #cpu0:
11    type: cpu
12
13 cameras:
14   esp32-cam:
15     ffmpeg:
16       inputs:
17         path: http://192.168.1.xxx:8080/
18       roles:
19         detect:
20           rtsp:
21             record:
22               input_args: --avoid_negative_ts=make_zero --fflags=nobuffer --flags=low_delay --strict=experimental --flags+genpts+discardcorrupt --use_wallclock_as_timestamps=1 --cvt=mjpeg
23               output_args:
24                 detect: -f rawvideo -pix_fmt yuv420p --an
25                 record: -f segment -pix_fmt yuv420p -segment_time 10 -segment_format mp4 -reset_timestamps 1 --strftime 1 --cvt libx264 -preset ultrafast --an
26                 rtsp: -f flv -pix_fmt yuv420p --cvt libx264 -preset ultrafast --an
27             rtsp:
28               enabled: False
29             record:
30               enabled: False
31             detect:
32               enabled: True
33               width: 640
34               height: 480
35               fps: 5
36             objects:
37               track:
38                 person:
39                   snapshots:
40                     enabled: True
41                     timestamp: True
42                     bounding_box: True
43                     retain:
44                       default: 34
45             mqtt:
46               enabled: True
47               timestamp: True
48               bounding_box: True
49               crop: false
50               quality: 100
51             height: 1200]
```

Εικόνα 44: Αρχείο “frigate.yml”

Κατά το πέρας της τροποποίησης του αρχείου “frigate.yml”, είναι πλέον διαθέσιμη η ροή βίντεο μαζί με την αναγνώριση ανθρώπινης οντότητας στις καρτέλες του Πίνακα Ελέγχου (Εικόνα 39).

Οι καρτέλες ενεργοποιούνται αυτόματα από το Frigate αφού πρώτα καθοριστεί νέα συσκευή στις ρυθμίσεις του Home Assistant όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 45.



Εικόνα 45: ESP32-CAM + Frigate

Όπως στο ESP32-CAM, έτσι και στο ESP32-Dev1 ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία μέσω της ενσωμάτωσης ESPHome με το παρακάτω YAML αρχείο όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 46. Συγκεκριμένα γίνεται πάλι η εγκαθίδρυση της MQTT επικοινωνίας, της σύνδεσης με το οικιακό WiFi και στη συνέχεια γίνεται η αρχικοποίηση των δυαδικών αισθητήρων πυρανίχνευσης, θερμοκρασίας, υγρασίας και κίνησης στους GPIO ακροδέκτες εισόδου του μικροελεγκτή, ανάλογα και με τη φυσική συνδεσμολογία που έχει πραγματοποιηθεί.

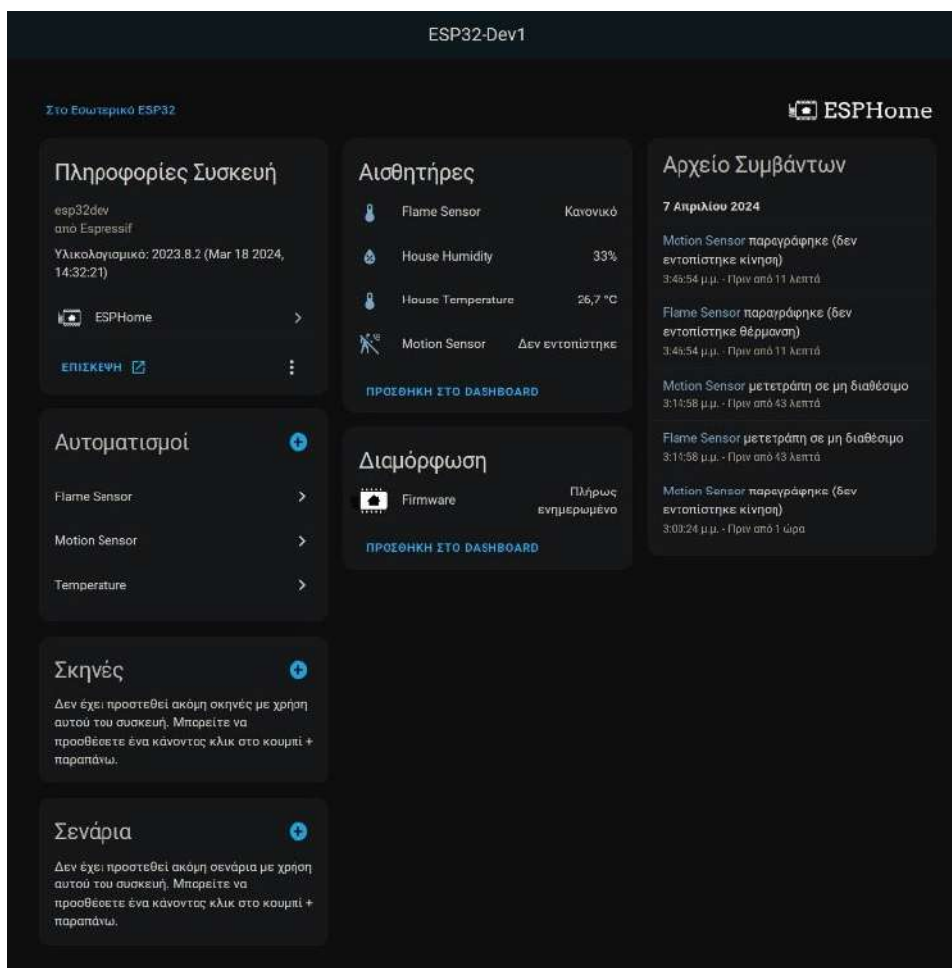
```

✕ esp32-ttgo.yaml
1  esphome:
2    name: esp32-dev1
3    friendly_name: ESP32-Dev1
4
5  esp32:
6    board: esp32dev
7    framework:
8      type: arduino
9
10 logger:
11 api:
12   encryption:
13     key: "*****"
14 ota:
15   password: "*****"
16
17 wifi:
18   ssid: *****
19   password: *****
20   ap:
21     ssid: "Esp32-Ttgo Fallback Hotspot"
22     password: "uYcUzn95jbSR"
23
24 captive_portal:
25
26 mqtt:
27   broker: "*****"
28   username: "*****"
29   password: "*****"
30
31 binary_sensor:
32   - platform: template
33     name: "Flame Sensor"
34     device_class: heat
35     lambda: |-
36       return !id(flame_sensor).state; // Invert the state of the original sensor
37
38   - platform: gpio
39     pin:
40       number: 27 # Replace with your GPIO pin number connected to the flame sensor
41     id: flame_sensor
42     internal: true # Marks this sensor as internal, won't appear in the frontend
43
44   - platform: gpio
45     pin:
46       number: 25 # GPIO pin number connected to the PIR motion sensor
47       mode: INPUT_PULLUP # Use INPUT_PULLUP mode for most PIR sensors
48       inverted: false # Invert the logic if needed
49     name: "Motion Sensor"
50     device_class: motion # Set the device class to motion for Home Assistant
51
52 sensor:
53   - platform: dht
54     pin: 26
55     model: DHT11
56     temperature:
57       name: "Living Room Temperature"
58       id: living_room_temperature
59     humidity:
60       name: "Living Room Humidity"
61       id: living_room_humidity
62
63 output:
64   - platform: gpio
65     pin: 15
66     id: buzzer

```

Εικόνα 46: YAML αρχείο ESP32-Dev1

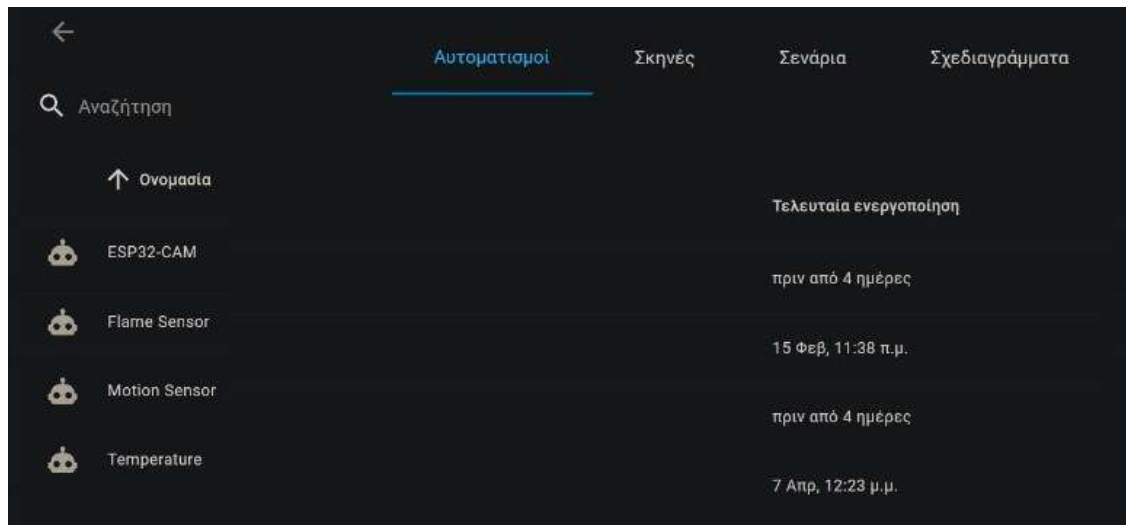
Κατά το πέρας της μεταφόρτωσης του YAML αρχείου, ο μικροελεγκτής αποκτά πρόσβαση στο οικιακό δίκτυο. Πληκτρολογώντας την IP διεύθυνση που έχει δώσει ο DHCP του router στον μικροελεγκτή, εντός των συσκευών του Home Assistant, αμέσως αναγνωρίζεται από τη πλατφόρμα (Εικόνα 47) και προστίθεται αυτόματα στον Πίνακα Ελέγχου μαζί με τις καρτέλες/τιμές των αισθητήρων.



Εικόνα 47: ESP32-Dev1 ως συσκευή

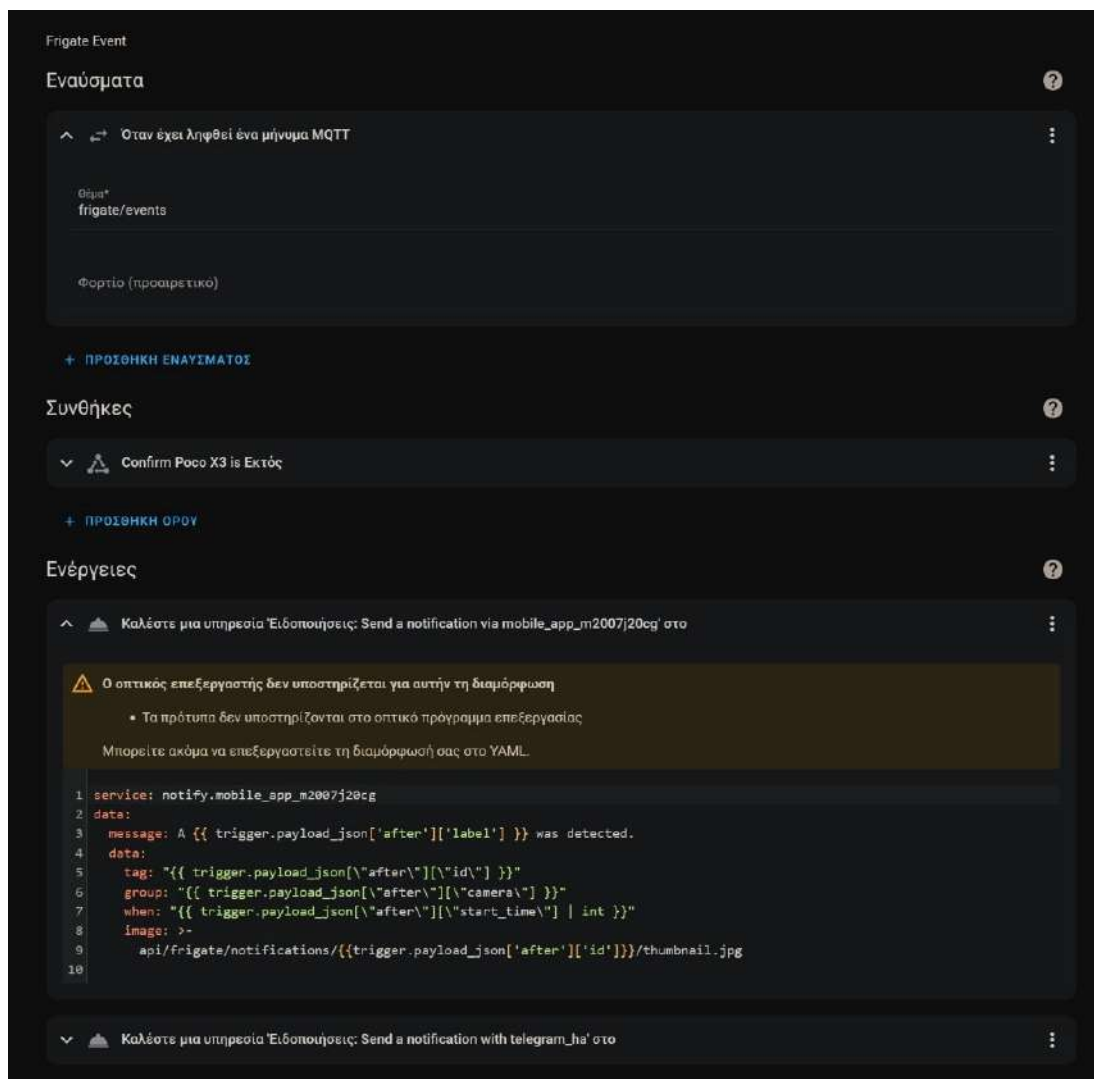
3.2.3 Αυτοματισμοί, ειδοποιήσεις και έλεγχος από απόσταση

Στο παρόν σύστημα έχουν δημιουργηθεί τέσσερις αυτοματισμοί για την αποστολή ειδοποιήσεων σε περίπτωση που οι αισθητήρες διαπιστώσουν κάποιο ερέθισμα στο περιβάλλον.

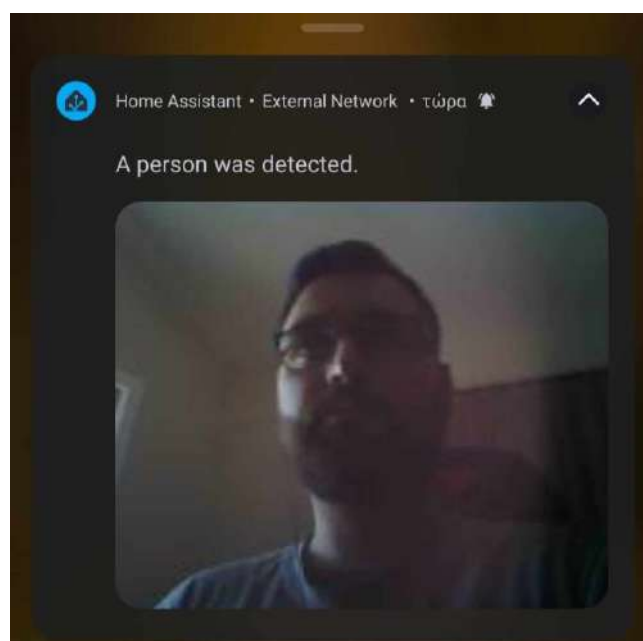


Εικόνα 48: Αυτοματισμοί Συστήματος Διπλωματικής

Συγκεκριμένα, στο πρώτο αυτοματισμό που αφορά το ESP32-CAM, μόλις γίνει αποστολή στιγμιότυπου από τον μικροελεγκτή στο Home Assistant μέσω MQTT επικοινωνίας στο topic “frigate/events” (όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 49) και εφόσον έχει εντοπίσει τη smartphone συσκευή του χρήστη εντός του οικιακού δικτύου, τότε αποστέλλει ειδοποιητικό μήνυμα καθώς και εικόνα από την αναγνώριση (η εικόνα αναγνώρισης επιλέγεται από το YAML script στις Ενέργειες) προς τη smartphone εφαρμογή του Home Assistant (Εικόνα 50) αλλά και στην πλατφόρμα της Telegram με σκοπό να υπάρχει συνεχόμενη ροή ιστορικού αποθήκευσης στιγμιότυπων (Εικόνα 51).



Εικόνα 49: Αυτοματισμός ESP32-CAM

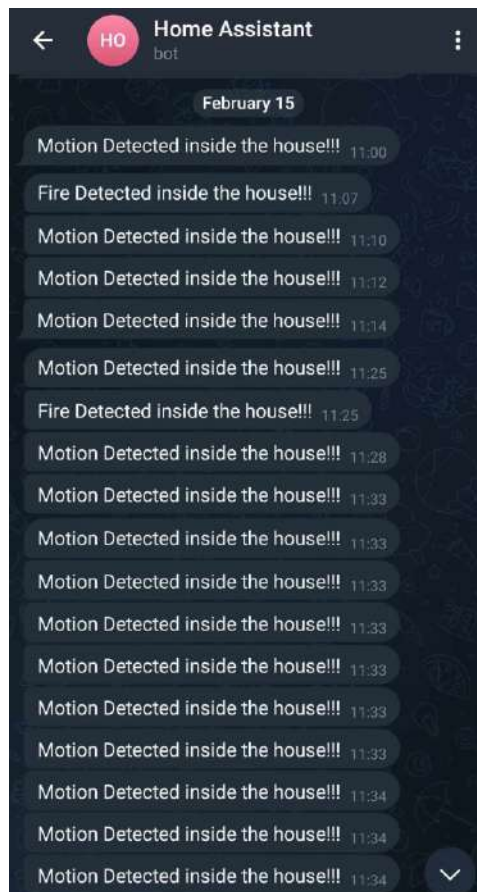


Εικόνα 50: Ειδοποίηση αναγνώρισης στη smartphone εφαρμογή του HA



Εικόνα 51: Ειδοποίηση αναγνώρισης με στιγμιότυπο στο Telegram

Στους υπόλοιπους αυτοματισμούς (Εικόνα 48), ισχύει η ίδια διαδικασία ειδοποιήσεων σε smartphone εφαρμογή, telegram καθώς και email (Gmail) με σχετική περιγραφή και συνοδευόμενο κείμενο ανάλογα με το ερέθισμα συγκεκριμένου αισθητήρα (Flame & Motion Sensors) όπως εξεικονίζεται στην Εικόνα 52.



Εικόνα 52: Ειδοποιήσεις υπόλοιπων αισθητήρων στο Telegram

Για τον έλεγχο από απόσταση έχει πραγματοποιηθεί ενσωμάτωση VPN (ZeroTier One) πρόσθετου, στο οποίο έχει δημιουργηθεί εικονικό δίκτυο με δύο προσβάσιμες συσκευές, το Home Assistant και το smartphone του χρήστη.

Το VPN χρησιμοποιήθηκε για δύο κύριους λόγους:

- 1) Είναι ασφαλές, δηλαδή κατά τη δημιουργία του εικονικού δικτύου ο χρήστης παρέχει άδεια σε συσκευή ή συσκευές (συγκεκριμένα με την MAC τους διεύθυνση) που επιθυμεί να έχουν πρόσβαση σε αυτό το δίκτυο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποτρέψει την πρόσβαση σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες καθώς την άδεια πρόσβασής την εγκρίνει μόνο ο διαχειριστής του συστήματος.

- 2) Το VPN είναι πιο εύκολο στη χρήση και στην εγκατάσταση, καθώς παρακάμπτει τη διαδικασία του Port Forwarding η οποία δεν παρέχει ασφάλεια, είναι εύκολα παραβιάσιμη και η δυσκολία ποικίλει ανάλογα με τις ρυθμίσεις του εκάστοτε οικιακού δρομολογητή.

3.3 Λόγοι υλοποίησης

Λαμβάνοντας υπόψη τις λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά που προσφέρουν συστήματα ασφαλείας του εμπορίου, αλλά και το κόστος υλοποίησης που είναι ο βασικός περιορισμός, οδήγησαν στην συγκεκριμένη υλοποίηση προκειμένου να διατηρηθεί η λειτουργικότητα αλλά και να κρατηθεί σε χαμηλά επίπεδα ο συνολικός προϋπολογισμός ολόκληρου του συστήματος.

3.3.1 Λόγοι χρήσης του Raspberry Pi και ESP32 μικροελεγκτών

Τόσο ο μικρό-υπολογιστής Raspberry Pi όσο και οι μικροελεγκτές ESP32, επιλέχθηκαν για την εκπόνηση του συγκεκριμένου συστήματος, επειδή διαθέτουν πολύ καλά χαρακτηριστικά σε επίπεδο υλικού, αλλά παρέχουν και πληθώρα από επιλογές επικοινωνίας, είτε αυτή είναι ενσύρματη είτε ασύρματη. Επίσης, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια, στις συγκεκριμένες πλατφόρμες παρέχεται μεγάλη υποστήριξη από το ευρύ κοινό με αποτέλεσμα να υπάρχει πάρα πολύ καλή συμβατότητα ενσωμάτωσης IoT συσκευών.

3.3.2 Λόγοι χρήσης αλγορίθμου τεχνητής νοημοσύνης

Πολλά επίκαιρα συστήματα ασφαλείας διαθέτουν αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης, τα οποία λειτουργούν αυτόνομα χωρίς την άμεση παρέμβαση ή επιβεβαίωση του χρήστη. Αυτό πολλές φορές έχει ως αποτέλεσμα, τα συστήματα ασφαλείας να είναι σε θέση να κρίνουν αν πρόκειται για αληθής ή εσφαλμένη παραβίαση, χωρίς να ταλαιπωρούν και να ειδοποιούν άσκοπα τους χρήστες.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, επιλέχθηκε ο αλγόριθμος τεχνητής νοημοσύνης TensorFlow για την αναγνώριση ύπαρξης ανθρώπινης οντότητας. Αυτό οδηγεί στο αποτέλεσμα, να μην κρίνεται απαραίτητη η χρήση αισθητήρων για παρόμοιους σκοπούς οι οποίοι διαθέτουν μεγαλύτερο ποσοστό εσφαλμένης αναγνώρισης και ειδοποίησης. Με λίγα λόγια, η χρήση αλγορίθμου τεχνητής νοημοσύνης, παρέχει καλύτερη και οικονομικότερη λύση με μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχημένης αναγνώρισης, από ότι με την χρήση αισθητήρων.

4 Κόστος του συστήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί ένα εκτιμώμενο κόστος του υλικού που χρησιμοποιήθηκε για το πέρας της διπλωματικής εργασίας.

Εξάρτημα	Εκτιμώμενη Τιμή
Raspberry Pi 4 Model B 8GB	€80
ESP32-CAM	€10
ESP32 Dev Board	€8
Καλώδια Jumper	€8
Προγραμματιστής FTDI	€6
Καλώδιο Mini USB	€5
2 Καλώδια Type-C	€8
Αισθητήρας Πυρανίχνευσης	€3
Αισθητήρας DHT11	€5
Αισθητήρας PIR	€4
Κάρτα Micro SD 128GB	€20
Συνολικό Εκτιμώμενο Κόστος	€167

Πίνακας 2: Κόστη συσκευών και εξαρτημάτων που χρησιμοποιήθηκαν

Όπως γίνεται αντιληπτό στον Πίνακα 2, το συνολικό κόστος προκύπτει μόνο από τα φυσικά εξαρτήματα και τη διασύνδεση του συστήματος, χωρίς να υπάρχει χρέωση συνδρομής παροχής υπηρεσιών της πλατφόρμας που χρησιμοποιήθηκε, όπως χρίζουν απαραίτητα διάφορα εμπορικά σύστημα παρόμοιου τύπου. Συνεπώς, αυτό σημαίνει πως παρέχεται η ελευθερία αρχικοποίησης συσκευών/αισθητήρων, αποθήκευσης δεδομένων, πρόσβαση σε ιστορικά αυτών, καθώς και ρυθμίσεις με οποιοδήποτε τρόπο επιθυμεί ο χρήστης. Αυτός άλλωστε είναι και ένας από τους λόγους υλοποίησης τέτοιου τύπου συστήματος στη παρούσα διπλωματική εργασία.

5 Συμπεράσματα, προβλήματα και μελλοντικές επεκτάσεις

5.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία κατασκευάστηκε ένα σύστημα ασφαλείας με την χρήση του Home Assistant και τεχνητής νοημοσύνης, το οποίο έχει δύο κύριους στόχους:

- 1) Τη διατήρηση των χαρακτηριστικών και λειτουργιών που παρέχει ένα εμπορικό σύστημα, με τη χαμηλότερη οικονομική δαπάνη, προκειμένου να καλύπτει τις ανάγκες των χρηστών σε ικανοποιητικό επίπεδο, χωρίς να ξεφεύγει ο προϋπολογισμός από τα επιθυμητά όρια. Επιπλέον, με την χρήση τεχνητής νοημοσύνης παρέχεται η δυνατότητα αντίληψης ανθρώπινης οντότητας χωρίς την χρήση περεταίρω αισθητήρων, οι οποίοι αφενός αυξάνουν το κόστος του συστήματος και αφετέρου διαθέτουν μεγαλύτερο ποσοστό εσφαλμένης αντίληψης.
- 2) Τη δυνατότητα αρχικοποίησης, επεξεργασίας και χρήσης των διασυνδεδεμένων συσκευών, αισθητήρων και ενεργοποιητών στο Home Assistant από το ευρύ κοινό. Συνεπώς, αυτό σημαίνει πως δε χρίζεται απαραίτητη η γνώση προγραμματιστικού κώδικα, αρχιτεκτονικές δικτύωσης ή συνδεσιμότητας για τις λειτουργίες ενσωματώσεων, προσθέτων, οντοτήτων, αυτοματισμών και ειδοποιήσεων από και προς τη πλατφόρμα.

5.2 Προβλήματα που προέκυψαν

Κατά την ανάπτυξη του συστήματος ασφαλείας, τόσο σε επίπεδο υλικού όσο και επίπεδο λογισμικού προέκυψαν κάποια προβλήματα, τα περισσότερα εκ των οποίων προήλθαν από την ανάγκη διατήρησης του κόστους σε χαμηλά επίπεδα. Μερικά από αυτά είναι τα εξής:

- Αρχικά, έπρεπε να χρησιμοποιηθεί μια πλατφόρμα με μεγάλη συμβατότητα συσκευών, η οποία να είναι ικανή να φέρει εις πέρας τις απαιτήσεις ενός τέτοιου συστήματος, χωρίς να ξεπεράσει το κόστος εμπορικών συστημάτων ασφαλείας με παρόμοιες δυνατότητες.
- Ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα που προέκυψε σε επίπεδο λογισμικού ήταν η επιλογή του αλγορίθμου τεχνητής νοημοσύνης, καθώς και την ανάγκη επεξεργαστικής ισχύος.
 - Πέρα από αυτό, υπήρξε πρόβλημα και στον τρόπο με τον οποίο θα γινόταν εφικτή η αντίληψη ανθρώπινης οντότητας, διότι αρχικά είχε επιλεγεί αλγόριθμος αντίληψης προσώπου, ο οποίος οδηγούσε στο συμπέρασμα αντίληψης χαρακτηριστικών ανθρώπου. Βέβαια η μέθοδος αυτή απορρίφθηκε, διότι ο αλγόριθμος δεν μπορούσε να αντιληφθεί πρόσωπα σε αποστάσεις άνω των 2 μέτρων και επιπλέον, έκανε το σύστημα ευάλωτο επειδή στις περισσότερες περιπτώσεις όταν πρόκειται για τέτοιου είδους παραβιάσεις, ο εισβολέας θα έχει καλυμμένο πρόσωπο για προφανείς λόγους.
- Ένα ακόμη εξίσου σημαντικό πρόβλημα που προέκυψε, ήταν ο τρόπος με τον οποίο ο χρήστης θα μπορούσε να αποπλίσκει του σύστημα συναγερμού, κατά την είσοδο στον χώρο του.
 - Μία πρώτη σκέψη ήταν η χρήση του αλγορίθμου αναγνώρισης προσώπου, ώστε να είναι εφικτή η δυνατότητα στον χρήστη να αποπλίσκει αυτοματοποιημένα το σύστημα συναγερμού, χωρίς την απαίτηση χειροκίνητης ενέργειας. Αυτός ο τρόπος βέβαια έκανε το σύστημα πάλι ευάλωτο, διότι ο αλγόριθμος δεν είναι σε θέση να αντιληφθεί αν το πρόσωπο που αναγνωρίζει είναι φυσικό ή απομίμηση (από φωτογραφία). Για αυτό άλλωστε επιλέχθηκε και η αναγνώριση της φυσικής διεύθυνσης από τη smartphone συσκευή του χρήστη, ώστε να μη μπορεί να παραβιαστεί η αναγνώριση του διαχειριστή.

5.3 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Σε ένα σύστημα τέτοιου είδους παρέχονται αρκετές δυνατότητες για μελλοντικές επεκτάσεις. Όπως αναφέρθηκε και στο εισαγωγικό κεφάλαιο, τα συστήματα ασφαλείας τείνουν να έχουν άμεση συσχέτιση με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), με αποτέλεσμα ο χρήστης να έχει την δυνατότητα διαχείρισης όλων των συσκευών του οικιακού του χώρου από απόσταση.

Μερικές σημαντικές μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματος ασφαλείας που έχει αναπτυχθεί, είναι οι εξής:

- Δυνατότητα ενσωμάτωσης του συστήματος σε μικρό-υπολογιστή με καλύτερα χαρακτηριστικά, προκειμένου να πραγματοποιεί ακόμη πιο άμεσες ενέργειες ασφάλειας αλλά και ειδοποίησης.
- Δυνατότητα προσθήκης ενεργοποιητών προκειμένου να προβαίνει σε αυτοματοποιημένες ενέργειες το σύστημα ανάλογα με τα ερεθίσματα ανίχνευσης κάποιου αισθητήρα.
- Επέκταση κάμερας με δυνατότητα νυχτερινής όρασης, προκειμένου να μην είναι απαραίτητη η ενεργοποίηση πηγής φωτός. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα, να βελτιστοποιήσει την ορατότητα σε συνθήκες πολύ χαμηλού φωτισμού αλλά και την διατήρηση της διακριτικότητας του συστήματος.
 - Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η συγκεκριμένη επέκταση θα ανεβάσει το κόστος του συστήματος, αλλά με αυτόν τον τρόπο παρέχεται μια λειτουργία που είναι απαραίτητη να διαθέτει ένα τέτοιο σύστημα.
- Βελτιώσεις στην ποιότητα, την ανάλυση και την μετάδοση εικόνας από την κάμερα, προκειμένου να είναι πιο εύκολη η ταυτοποίηση της ανθρώπινης οντότητας.

6 Βιβλιογραφία

- [1] IBM, “What is the IoT?”, , (2024).
- [2] “What Is a Security System and How Does it Work”, <https://www.safewise.com/home-security-faq/how-do-security-systems-work>, (12/10/2018).
- [3] Χρυσή Χρυσοχού, “Το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things): Προστασία προσωπικών δεδομένων και ιδιωτικότητα”, <https://www.cyberinsurancegreece.com/nomothesia/iot/>, (1/2/2018).
- [4] Peter Elgar, “Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου”, Εκδόσεις TZIOΛΑ, 2003.
- [5] Home Security Adviser, “How Motion Sensors Work with a Security System”, <https://thehomesecurityadviser.com/how-motion-sensors-work-with-a-security-system/>, (22/12/2019).
- [6] Alarm Grid, “How Does a Fire Detector Work?”, <https://www.alarmgrid.com/faq/how-does-a-fire-detector-work>, (30/03/2018).
- [7] Lamda Geeks, “Home Automation Temperature Sensor: A Comprehensive Guide”, <https://lambdageeks.com/home-automation-temperature-sensor/>, (24/09/2023).
- [8] Kamil Rogiński , “9 Smart Home Technology Companies Leading the Industry”, <https://www.netguru.com/blog/top-smart-home-companies>, (30/10/2023).
- [9] Chiradeep BasuMallick, “What Is Raspberry Pi? Models, Features, and Uses”, <https://www.spiceworks.com/tech/networking/articles/what-is-raspberry-pi/>, (26/08/2022).
- [10] ElectronicWings, <https://www.electronicwings.com/raspberry-pi/raspberry-pi-introduction>, (2023).
- [11] Faster Capital, “Internet of Things: IoT: Connecting Devices with RPi”, <https://fastercapital.com/content/Internet-of-Things--IoT---Connecting-Devices-with-RPi.html>, (17/12/2023).
- [12] Erik Francis, “YAML Tutorial: Everything You Need to Get Started in Minutes”, <https://www.cloudbees.com/blog/yaml-tutorial-everything-you-need-get-started>, (8/03/2023).

- [13] “Home Assistant Tutorial: A Beginner’s Guide to Automation”, <https://www.influxdata.com/blog/home-assistant-tutorial-beginners-guide-automation-influxdb/>, (05/01/2024).
- [14] ESP32-CAM datasheet, “ESP32-CAM Module”, <https://loboris.eu/ESP32/ESP32-CAM%20Product%20Specification.pdf>, (2017).
- [15] Renier Delport, “The FTDI USB to TTL serial converter module”, <https://behind-the-scenes.net/ftdi-usb-uart-module/>, (05/06/2018).
- [16] Micro Robotics, “ESP32 Dev Board USB-C”, <https://www.robotics.org.za/ESP32-DEV-CP2102-C>, (2024).
- [17] Serdar Yegulalp, “What is TensorFlow? The Machine learning library explained”, <https://www.infoworld.com/article/3278008/what-is-tensorflow-the-machine-learning-library-explained.html>, (18/6/19).
- [18] Geeks for Geeks, “Training Image Classifier using Tensorflow Object Detction API”, <https://www.geeksforgeeks.org/ml-training-image-classifier-using-tensorflow-object-detection-api/>, (2019).
- [19] Amazon Web Services, “What is MQTT?”, <https://aws.amazon.com/what-is/mqtt/>, (2024).
- [20] ElectroBot, “Infrared Flame Sensor Module”, <https://electrobot.gr/infrared-flame-sensor-module>, (2024).
- [21] AAI Security Systems, “What is a PIR Sensor and How does it Work?”, <https://www.aaisecurity.co.uk/news/pir-sensor/>, (2024).
- [22] El-Pro-Cus, “DHT11 Sensor and Its Working”, <https://www.elprocus.com/a-brief-on-dht11-sensor/>, (2024).