

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Τμήμα Πληροφορικής



Ευφύες σύστημα διαχείρισης της
αποθήκευσης σιτηρών αξιοποιώντας ΙΙοΤ

Πτυχιακή Εργασία

Καπετάνιου Ανθή

Π2017067

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Ρίγγας

Ευχαριστίες

Θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δημήτριο Ρίγγα για την πολύτιμη καθοδήγησή και υπομονή του όλο αυτό το διάστημα έως ότου να διεκπεραιωθεί η εργασία αυτή. Όπως και οφείλω να αφιερώσω την πτυχιακή μου εργασία στους γονείς μου και την οικογένεια μου που μου συμπαραστάθηκαν όλα τα χρόνια της φοίτησης μου στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο με κάθε δυνατό τρόπο.

Περίληψη

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής προτείνεται ένα σύστημα διαχείρισης της αποθήκευσης σιτηρών. Το σύστημα αυτό, θα καταγράφει δεδομένα από αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, αερίων και επιπέδου και θα παρακολουθεί τα δεδομένα που θα εξάγονται, ώστε να βοηθήσει στην ενημέρωση της κατάστασης των σιτηρών και στην πρόληψη για πιθανή φθορά του. Ο σκοπός της πτυχιακής είναι να διερευνηθούν οι δυνατότητες, προκλήσεις και τα διάφορα στάδια για την ανάπτυξη του συγκεκριμένου ευφυούς συστήματος. Για την καταγραφή των δεδομένων από τους αισθητήρες έγινε η χρήση συστημάτων Internet of Things (IoT). Η δημιουργία ενός τέτοιου συστήματος αντιμετωπίζει καίρια ζητήματα της σύγχρονης πραγματικότητας, όπως η σπατάλη τροφίμων και η επισιτιστική κρίση που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε. Τα παραπάνω οδήγησαν στην ανάπτυξη συστημάτων παρακολούθησης των σιλό που προλαμβάνουν την φθορά, προειδοποιούν τον χρήστη και τον ενημερώνουν για την ποσότητα του υλικού που εμπεριέχεται σε αυτά. Η δομή της παρούσας πτυχιακής απαρτίζεται από τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος, το οποίο αποτελεί την θεωρητική ανασκόπηση, αναλύονται μερικές βασικές έννοιες της έρευνας και παρουσιάζονται οι θεωρητικές προσεγγίσεις της κατασκευής του συστήματος. Το δεύτερο μέρος, αφορά το πρακτικό στάδιο της παραπάνω διαδικασία. Αναλυτικότερα, παρουσιάζονται όλα τα επιμέρους στάδια ανάπτυξης, τα εργαλεία και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, τα προβλήματα και τρόποι αντιμετώπισης τους. Τέλος, στο τρίτο μέρος, γίνεται μια σύνοψη και παρατίθενται τα αποτελέσματα της εργασίας και γίνεται η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Abstract

In the context of this work, a grain storage management system is proposed. This system will record data from temperature, humidity, gas, and level sensors and monitor the data that will be generated to help update the status of the grains and prevent possible damage. The purpose of this thesis is to explore the possibilities, challenges, and various stages for the development of this specific intelligent system. Internet of Things (IoT) systems were used to collect data from the sensors. The creation of such a system addresses critical issues of modern reality, such as food waste and the food crisis that we are called to face. This has led to the development of silo monitoring systems that prevent damage, alert the user, and inform them about the quantity of material contained in them. The structure of this thesis consists of three parts. In the first part, which constitutes the theoretical overview, some basic research concepts are analyzed, and the theoretical approaches to the construction of the system are presented. The second part concerns the practical stage of the above process. Specifically, all the individual development stages, tools, and technologies used, as well as the problems and their solutions, are presented. Finally, in the third part, a summary is made, the results of the work are presented, and conclusions are drawn.

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες	1
Περίληψη	2
Abstract.....	3
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	5
1.1 Περιγραφή Προβλήματος	5
1.2 Προτεινόμενη Λύση	6
1.3 Αποτελέσματα	6
Κεφάλαιο 2: Θεωρητική Ανασκόπηση	7
2.1 Ανάγκη ένταξης τεχνολογιών IoT στην διαχείριση αποθήκευσης σιτηρών	7
2.2 Internet of Things (IoT)	10
2.3 Industrial Internet of Things (IIoT).....	10
2.4 Τεχνολογίες αισθητήρων μέτρησης του αποθέματος	10
2.5 Τεχνολογίες Πρωτοκόλλων και Δικτύωσης.....	14
2.6 Παρόμοιες εφαρμογές συστημάτων σε σιλό	18
Κεφάλαιο 3: Σχεδιασμός Ευφυούς Συστήματος	47
3.1 Περιορισμοί της έρευνας	49
3.1.1 Υπάρχουσα Τεχνολογία στο σιλό	49
3.2 Τεχνολογίες	50
3.2.1 Raspberry Pi 3 Model B+	50
3.2.2 DHT22.....	51
3.2.3 Tera evo terabee tof sensor	52
3.3 Ανάλυση Λειτουργιών Συστήματος	55
3.3.1 Καταγραφή θερμοκρασίας και υγρασίας μέσα στο σιλό	55
3.3.2 Καταγραφή απόστασης	56
3.3.3 Αρχιτεκτονική Συστήματος:.....	56
Συμπεράσματα:.....	64
Αναφορές.....	65

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή Προβλήματος

Έλλειψη σύγχρονων τεχνολογιών στον χώρο των εγκαταστάσεων της αποθήκευσης των σιτηρών'

Η διαχείριση του μεγάλου όγκου σιτηρών στον γεωργικό κλάδο και πιο συγκεκριμένα στις βιομηχανίες σιτηρών αποτελεί σημαντικό πρόβλημα σε πολλές γεωργικές χώρες στον κόσμο καθώς κάθε χρόνο σπαταλούνται εκατομμύρια τόνοι λόγω παρασίτων και κακής διαχείρισης των αποθεμάτων.

Η σπατάλη σιτηρών τροφίμων είναι ένα σημαντικό ζήτημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί σε κάθε χώρα ανά τον κόσμο καθώς σε συνδυασμό με τον υπερπληθυσμό προκύπτει πρόβλημα τροφοδότησης και κατανομής του τόσο στους ανθρώπους όσο και στα ζώα που τρέφονται με αυτά.

Επιπλέον, επηρεάζει σημαντικά την οικονομία μιας χώρας που στηρίζεται στις γεωργικές καλλιέργειες, σε βαθμό που οι περισσότεροι άνθρωποι αγνοούνε. Η σπατάλη σπόρων τροφίμων συγκαταλέγεται με την σπατάλη νερού και ανθρώπινου δυναμικού που χρησιμοποιείται κατά την καλλιέργεια των τροφίμων. Υπάρχει επίσης μεγάλη ηλεκτρική ενέργεια που σπαταλάτε κατά την επεξεργασία των σιτηρών από τις βιομηχανίες.[2]

Η διαχείριση της αποθήκευσης των σιτηρών υλοποιείται είτε σε μεταλλικά είτε σε τσιμεντένια σιλό, από τα οποία κάθε βιομηχανία διαθέτει αρκετά για να εξυπηρετεί τις ανάγκες της.

Η παρακολούθηση των αποθεμάτων έως τώρα πραγματοποιείται με ανακριβείς και αναξιόπιστους τρόπους βασιζόμενη στις πρακτικές κάθε εταιρείας. Η έλλειψη σύγχρονων τεχνολογιών κάνει τις προβλέψεις παραγγελιών ανακριβείς όπως και επικρατεί άγνοια για την ποιότητα και κατάσταση τους μέσα στις δεξαμενές.

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία έχει εισβάλει στην γεωργία ώστε να μειώσει την σπατάλη των σιτηρών τροφίμων, δημιουργεί συστήματα παρακολούθησης των αποθεμάτων σε συνδυασμό με ενσωματωμένους αισθητήρες οι οποίοι μετρώνε τις εκπομπές αερίων διοξειδίου του άνθρακα, επίπεδα θερμοκρασίας, υγρασίας, εκτιμούν καιρικές συνθήκες, ενεργοποιούν τον αερισμό των σιλό για την καλύτερη δυνατή συντήρηση των σιτηρών και προλαμβάνουν την δημιουργία παρασίτων που αναπαράγονται λόγω ζέστης και σκόνης.

Ένα από τα υψηλότερα οράματα της βιομηχανίας επεξεργασίας είναι ένα ακριβές όργανο μέτρησης συνεχούς στάθμης μέσα στα σιλό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε εφαρμογή. Δεδομένου ότι είναι το πιο σημαντικό ζήτημα για τον προσδιορισμό του περιεχομένου του σιλό, πολλές μέθοδοι μέτρησης επιπέδου έχουν χρησιμοποιηθεί για τη συνεχή μέτρηση του επιπέδου ή της ποσότητας των στερεών στα σιλό. [3]

1.2 Προτεινόμενη Λύση

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως σκοπό την πρόταση ενός ευφυούς συστήματος για την διαχείριση των αποθηκευμένων σιτηρών σε μια αλευροβιομηχανία. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών με την βοήθεια του Διαδικτύου των Πραγμάτων προσαρμοσμένες στην ανάγκη της επιχείρησης. Το προτεινόμενο σύστημα χρησιμοποιεί αισθητήρες για τη μέτρηση των επιπέδων υγρασίας, θερμοκρασίας και της απόστασης-στάθμης μέσα στο σιλό οι οποίοι θα μας βοηθήσουν να παρακολουθήσουμε την ποσότητα των σιτηρών τροφίμων στα σιλό και να έχουμε πλήρη έλεγχο του αποθέματος.

1.3 Αποτελέσματα

Το Σύστημα Παρακολούθησης Αποθήκευσης Σιτηρών, υποστηρίζει πολλές φθορές μέσω αυτής της προσπάθειας μπορούν να ελέγχονται οι ανωμαλίες που συμβαίνουν στην περιοχή αποθήκευσης σιτηρών. Επίσης οι συνθήκες στα σιλό βελτιώνονται με τα οφέλη των αισθητήρων IoT, θερμοκρασίας, υγρασίας και αερίων, που ανιχνεύουν μια ανώμαλη κατάσταση. Αν μια κατάσταση ξεφύγει από τα επιτρεπτά όρια, τότε το σύστημα δίνει με επιτυχία ειδοποίηση στο κέντρο παρακολούθησης για τη διαχείριση της κατάστασης. Έτσι τοποθετώντας έξυπνα αισθητήρες στην περιοχή αποθήκευσης σιτηρών που ανιχνεύουν τις καταστάσεις μέσα στην περιοχή αποθήκευσης σιτηρών και τις προωθούν στη βάση δεδομένων GSMS μέσω τεχνολογιών επικοινωνίας βραχέος και μακράς εμβέλειας, όπως Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi και 4G, 5G. Μόλις η πληροφορία φτάσει στην κεντρική βάση δεδομένων, τότε οι φορείς παρακολούθησης της αποθήκευσης σιτηρών, όπως ο Διαχειριστής της Περιοχής Αποθήκευσης Σιτηρών, ο Ιδιοκτήτης της Αποθήκης Σιτηρών και το Κέντρο Παρακολούθησης μπορούν να προβάλλουν, τροποποιήσουν, προωθήσουν και επίσης οι ειδικοί στη γεωργία μπορούν να δώσουν τις συμβουλές τους για κανονικές/ανώμαλες καταστάσεις.

Κεφάλαιο 2: Θεωρητική Ανασκόπηση

2.1 Ανάγκη ένταξης τεχνολογιών IIoT στην διαχείριση αποθήκευσης σιτηρών

Τα τελευταία χρόνια στον κλάδο της γεωργίας έχουν εισαχθεί τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, με σκοπό της βελτίωσης της παραγωγής τροφίμων, συντήρηση και της μεταφορά τους[10]. Ωστόσο η ενσωμάτωση των τεχνολογιών αυτών δεν έχει υλοποιηθεί ακόμα σε μεγάλο ποσοστό στον γεωργικό κλάδο ανά τον κόσμο.

Πρόκληση αποτελούσε πριν λίγα χρόνια το γεγονός για το πως θα επιτευχθεί ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των συσκευών με ασφάλεια, παροχή νοημοσύνη τους για τον έλεγχο άλλων ηλεκτρονικών συσκευών και η αναβάθμιση της λειτουργικότητάς τους διατηρώντας το κόστος τους σε λογικό επίπεδο. Σημαντικός παράγοντας, για την εφαρμογή και υιοθέτηση τέτοιων τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών, αποτελεί το κόστος. [11]

Επομένως, προκύπτει ως φυσικό συμπέρασμα ότι τα συστήματα ασφάλειας και παρακολούθησης πρέπει να είναι υπεύθυνα για τη μετάδοση δεδομένων μέσω δικτύου, την ανάλυση των πληροφοριών και να ειδοποιούν τον χρήστη με πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο από το περιβάλλον που έχουν εφαρμοσθεί . [11]

Αυτή η έλλειψη μετάδοσης πληροφοριών και ανάλυσης δεδομένων έχει λυθεί με την ενσωμάτωση του Διαδικτύου των πραγμάτων με που διατίθενται επί του παρόντος συσκευές ασφαλείας προκειμένου να επιτευχθούν αποτελεσματική συντήρηση και παραγωγικότητα των τροφίμων. Αν και η καλλιέργεια τροφίμων η απώλεια και η εξασθένηση των ασθενειών οφείλονται σε διάφορες απειλές όπως τρωκτικών, παρασίτων, εντόμων και παθογόνων σιτηρών, ενώ αυτή η έρευνα είναι ο σχεδιασμός και η ανάλυση της συσκευής ασφαλείας, λαμβάνοντας υπόψη ζημιές σε καλλιέργειες μετά τη συγκομιδή από τρωκτικά και αποθήκες σιτηρών καθώς ισχύουσα περιοχή.

Στο πλαίσιο υλοποίησης του ευφυούς συστήματος διαχείρισης της αποθήκευσης των σιτηρών, αντιμετωπίζουμε την πρόκληση της ενσωμάτωσης του Internet of Things με κατάλληλες ηλεκτρονικές συσκευές για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της συντήρησης τροφίμων στις αποθήκες σιτηρών.

Η διατήρηση των επιπέδων αποθεμάτων είναι ένα κρίσιμο μέρος των περισσότερων επιχειρηματικών μοντέλων. Όταν το «απόθεμα» αποτελείται από μεγάλους όγκους στερεών, σκονών ή υγρών σε μεγάλα δοχεία όπως σιλό, η εκτίμηση των επιπέδων αποθεμάτων μπορεί να είναι δύσκολη. Η ψηφιακή παρακολούθηση αποθεμάτων παρέχει μια οικονομικά αποδοτική, γρήγορη και ασφαλή εναλλακτική λύση στη χειροκίνητη παρακολούθηση.

Δεν υπάρχει τίποτα πιο απογοητευτικό από το να συνειδητοποιήσεις ξαφνικά ότι δεν έχεις αρκετό απόθεμα για τις επόμενες εβδομάδες και πρέπει να ψάξεις για προμήθειες έκτακτης

ανάγκης. Ωστόσο, μπορεί να είναι εξίσου προβληματικό όταν εμφανίζεται μια παράδοση και δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος αποθήκευσης επειδή όλα τα δοχεία είναι γεμάτα. Οι επιχειρήσεις πρέπει να διατηρούν τα αποθέματά τους σε επίπεδο που να διασφαλίζει την ομαλή λειτουργία, αλλά να μην απαιτεί περιττή πρόσθετη αποθήκευση. Η ψηφιακή παρακολούθηση και ο αυτοματισμός γίνονται γρήγορα απαραίτητα για τη διατήρηση των κατάλληλων επιπέδων αποθεμάτων σε μια σειρά βιομηχανιών.

Η παρακολούθηση χύδην υλικών είναι πρόκληση

Στον αγροτικό τομέα, τα δημητριακά, ζωοτροφές, καλαμπόκι, σπόροι και βρώμη αποθηκεύονται συνήθως σε μεγάλες δεξαμενές όπως σιλό μέχρι να είναι έτοιμα για χρήση ή παροχή. Παρομοίως τρόφιμα, δομικά υλικά, προϊόντα εξόρυξης, αστικά απόβλητα, ανακύκλωση, πλαστικά συστατικά και καύσιμα αποθηκεύονται επίσης χύμα χρησιμοποιώντας παρόμοιες μεθόδους αποθήκευσης.

Ο έλεγχος των επιπέδων αποθέματος σε τεράστια δοχεία αποθήκευσης όπως σιλό δεν είναι εύκολος. Μπορεί να περιλαμβάνει την αναρρίχηση τεράστιων κατασκευών και τη μέτρηση του επιπέδου του αποθέματος από την κορυφή, αφήνοντας τους εργαζόμενους σε κίνδυνο πτώσης. Ο γεωργικός κλάδος έχει ένα από τα υψηλότερα ποσοστά θανάτων λόγω εργασίας, επομένως η καθιέρωση διαδικασιών ρουτίνας όπως η παρακολούθηση των αποθεμάτων όσο το δυνατόν πιο ασφαλής αποτελεί κορυφαία προτεραιότητα. Επιπλέον, οι χειροκίνητοι έλεγχοι αποθεμάτων είναι χρονοβόροι και συχνά καταλήγουν σε δεδομένα που δεν είναι αρκετά ακριβή.

Η ψηφιακή παρακολούθηση αποθεμάτων είναι απαραίτητη για ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία

Η ψηφιακή παρακολούθηση αποθεμάτων παρέχει αξιόπιστα δεδομένα, ώστε να μπορείτε να βελτιστοποιήσετε τα επίπεδα αποθεμάτων και τις παραδόσεις σας, μειώνοντας τελικά το κόστος αποθήκευσης και μεταφοράς. Τα ψηφιακά συστήματα μπορούν επίσης να σας ειδοποιήσουν για ξαφνικές πτώσεις στα επίπεδα αποθεμάτων, ώστε να μπορείτε να εντοπίζετε γρήγορα διαρροές και να διορθώνετε την κατάσταση.

Τα ψηφιακά συστήματα βασίζονται σε αισθητήρες για να τους μάθουν πόσο απόθεμα υπάρχει σε ένα σιλό ή ένα δοχείο. Ωστόσο, τα επίπεδα στα σιλό είναι συχνά ανομοιόμορφα με ακανόνιστη συσσώρευση και πολλή σκόνη, καθιστώντας τις αυτόματες μετρήσεις εκπληκτικά προκλητικές.

Μια σειρά αισθητήρων είναι διαθέσιμη για ψηφιακή παρακολούθηση αποθεμάτων

Οι απλούστεροι αισθητήρες χρησιμοποιούν μηχανικές τεχνικές. Για παράδειγμα, τα συστήματα βάρους και καλωδίων μετρούν τα επίπεδα αποθεμάτων ρίχνοντας έναν αισθητήρα σε ένα

καλώδιο μέχρι να αγγίξει το υλικό στο δοχείο. Στη συνέχεια μετρά την απόσταση από το υλικό, παρέχοντας μια μέτρηση επιπέδου αποθέματος.

Αν και φθηνές και απλές, οι παραδοσιακές μηχανικές τεχνικές μέτρησης αποθεμάτων έχουν αρκετά μειονεκτήματα. Τα κινούμενα μέρη απαιτούν συχνή συντήρηση και μπορούν να φθαρούν γρήγορα, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα με σκόνη σιλό. Επιπλέον, η επαφή μεταξύ του εξαρτήματος και του υλικού μπορεί να είναι ανεπιθύμητη, ειδικά στη βιομηχανία τροφίμων όπου η μόλυνση αποτελεί διαρκή ανησυχία.

Πολλές νέες λύσεις παρακολούθησης αποθεμάτων χρησιμοποιούν κύματα υπερήχων. Οι αισθητήρες υπερήχων μετρούν τα επίπεδα αποθέματος στέλνοντας κύματα υπερήχων στο υλικό στο δοχείο και ανιχνεύοντας το ανακλώμενο σήμα, το οποίο επιτρέπει τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ του υλικού και του αισθητήρα. Άλλες επιλογές περιλαμβάνουν οπτικούς αισθητήρες και αισθητήρες ραντάρ, οι οποίοι λειτουργούν παρόμοια. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλαπλοί αισθητήρες για να δώσουν ένα τρισδιάστατο πλέγμα επιφάνειας των επιπέδων αποθέματος όταν η κατανομή του υλικού είναι άνιση.

Οι αισθητήρες υπερήχων παρέχουν συνεχή παρακολούθηση και αφαιρούν ορισμένα από τα μειονεκτήματα των μηχανικών λύσεων, όπως η επαφή και η συντήρηση των κινούμενων μερών. Ωστόσο, η ακρίβειά τους μπορεί να περιοριστεί καθώς το σήμα τείνει να αναπηδά και να παρέχει λιγότερο ακριβείς μετρήσεις του όγκου του περιεχομένου. Επιπλέον, οι περισσότεροι αισθητήρες υπερήχων (κάτω από 100 EUR) παρέχουν περιορισμένη εμβέλεια περίπου 7m, 8m, επομένως είναι ακατάλληλοι για μεγάλες μονάδες αποθήκευσης. Πολλοί από τους εναλλακτικούς αισθητήρες, όπως αυτοί που χρησιμοποιούν λέιζερ, είναι ακριβοί και έχουν υψηλή κατανάλωση ενέργειας, περιορίζοντας τη συμβατότητά τους με συστήματα που τροφοδοτούνται από μπαταρίες, για παράδειγμα.

2.2 Internet of Things (IoT)

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ή αλλιώς το Internet of Things (IoT) αποτελεί είναι ένα νέο μοντέλο τεχνολογίας που οραματίζεται ως ένα παγκόσμιο δίκτυο μηχανών και συσκευών ικανών να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.

Οι έξυπνες τεχνολογίες βασίζονται στο Διαδίκτυο των πραγμάτων το οποίο αποτελεί το δίκτυο επικοινωνίας πληθώρας συσκευών, οικιακών συσκευών, αυτοκινήτων καθώς και κάθε αντικείμενου που ενσωματώνει ηλεκτρονικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο ώστε να επιτρέπεται η σύνδεση και η ανταλλαγή δεδομένων.

Το IoT αναγνωρίζεται ως ένας από τους σημαντικότερους τομείς της μελλοντικής τεχνολογίας και κερδίζει τεράστια προσοχή από ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών. Η εφαρμογή του IoT για τις επιχειρήσεις μπορεί να γίνει πλήρως υποστηρικτική όταν οι συνδεδεμένες συσκευές, μηχανήματα και αισθητήρες είναι σε θέση να επικοινωνούν μεταξύ τους και να ενσωματώνονται σε συστήματα διαχείρισης αποθηκών, εφαρμογές επιχειρηματικής ευφυΐας και σε ανάλυση των επιχειρησιακών δεδομένων.[1]

2.3 Industrial Internet of Things (IIoT)

Για τις βιομηχανικές ανάγκες έχει δημιουργηθεί και το Industrial IoT, το Βιομηχανικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IIoT). Το οποίο αναφέρεται σε διασυνδεδεμένους αισθητήρες, όργανα και άλλες συσκευές που είναι δικτυωμένες μαζί με βιομηχανικές εφαρμογές υπολογιστών. Αυτή η συνδεσιμότητα επιτρέπει τη συλλογή, την ανταλλαγή και την ανάλυση δεδομένων, διευκολύνοντας ενδεχομένως βελτιώσεις στην παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα καθώς και άλλα οικονομικά οφέλη.

2.4 Τεχνολογίες αισθητήρων μέτρησης του αποθέματος

Ultrasonic sensor

Ο υπερηχητικός αισθητήρας είναι αναμφισβήτητα ο πιο κοινός αισθητήρας μέτρησης απόστασης, γνωστός και ως αισθητήρας Sonar. Ανιχνεύει την απόσταση από αντικείμενα εκπέμποντας ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας. Οι υπερηχητικοί αισθητήρες απόστασης έχουν σχεδιαστεί για να μετρούν την απόσταση μεταξύ της πηγής και του στόχου χρησιμοποιώντας υπερηχητικά κύματα. Αυτός ο αισθητήρας χρησιμοποιείται επειδή χρησιμοποιεί υπερηχητικά κύματα και είναι σχετικά ακριβής σε μικρές αποστάσεις και δεν προκαλεί ενοχλήσεις στο ανθρώπινο αυτί. Ο χρόνος που απαιτείται για την επιστροφή της συγκεκριμένης συχνότητας στον μετατροπέα σήματος είναι γνωστός ως χρόνος μετ' επιστροφής. Η συνολική απόσταση που διανύθηκε από την εκπομπή υπερήχων στο αντικείμενο και πίσω.[6]

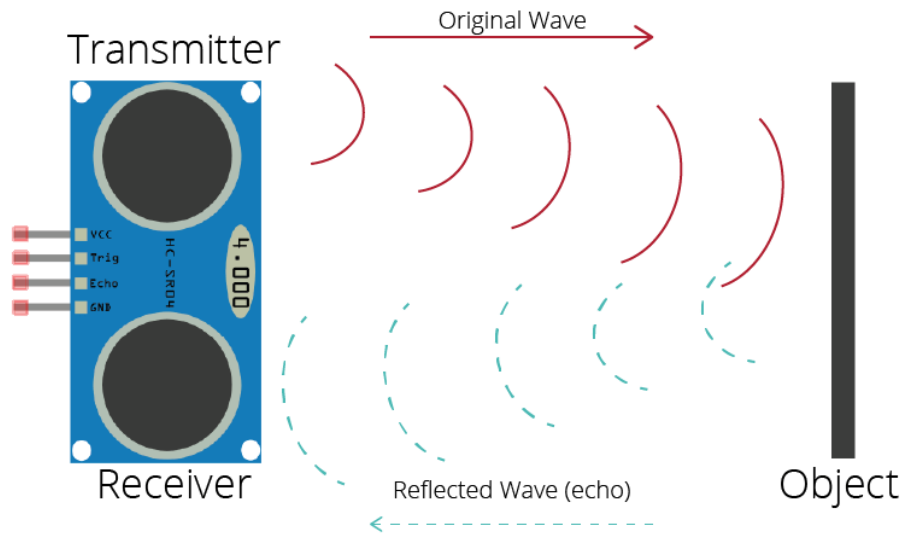
Οφέλη

Οι υπερηχητικοί αισθητήρες απόστασης χρησιμοποιούν σήματα μικρού μήκους κύματος και υψηλής συχνότητας που δεν επηρεάζονται από τη σκόνη, το φως, το χρώμα των ανιχνευμένων αντικειμένων.

Μειονεκτήματα

Ευαίσθητοι σε παρεμβολές από ακουστικό θόρυβο και διασταύρωση από άλλους αισθητήρες με τις ίδιες

συχνότητες, οι αισθητήρες υπερηχητικής απόστασης προσφέρουν σχετικά χαμηλή ανάλυση και μικρό εύρος ανίχνευσης σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες αυτής της κατηγορίας. Προσφέρουν επίσης ευρύτερο **Field of View (FOV)** και μεγαλύτερους χρόνους μετάδοσης-λήψης, με μικρό βεληνεκές. Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι κατάλληλα για την ανίχνευση αντικειμένων που κινούνται γρήγορα.

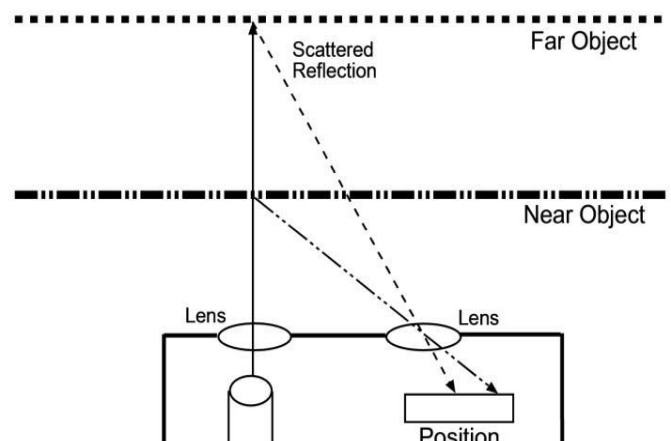


Εικόνα 1: Ultrasonic Sensor

(<https://randomnerdtutorials.com/complete-guide-for-ultrasonic-sensor-hc-sr04/>)

Infrared Distance Sensor (IR)

Οι αισθητήρες υπέρυθρης απόστασης εξοπλισμένοι με διόδους εκπομπής φωτός IR (LED) συχνά λειτουργούν με την αρχή της τριγωνοποίησης: υπολογισμός της απόστασης σύμφωνα με τη γωνία μιας ανακλώμενης δέσμης IR από μια επιφάνεια. Όταν το LED εστιάζει μια δέσμη φωτός σε μια επιφάνεια, αυτό το φως αντανακλάται προς όλες τις κατευθύνσεις. Ένας αισθητήρας απόστασης δίπλα στην πηγή LED αποκτά ένα ανακλώμενο σήμα και ένα τοιπ ενσωματωμένης συσκευής ορίζει τη γωνία ανάκλασης για τον υπολογισμό της απόστασης.



Εικόνα 2: IR Sensor Triangulation method
(<https://www.rhydolabz.com/wiki/?p=12850>)

Οφέλη

Η τριγωνοποίηση IR έχει έναν μικρό παράγοντα μορφής και μια ελαφριά κατασκευή. Οι συνήθεις αισθητήρες IR τείνουν να έχουν μικρό μέγεθος. Χρησιμοποιούνται για ημερήσιες και νυχτερινές χρήσεις. Εξασφαλίζεται ασφαλής επικοινωνία μέσω οπτικής επαφής. Τέλος, παρέχουν δυνατότητα μέτρησης της απόστασης αντικειμένων που έχουν πολύπλοκες επιφάνειες σε αντίθεση με τους υπερηχητικούς αισθητήρες.

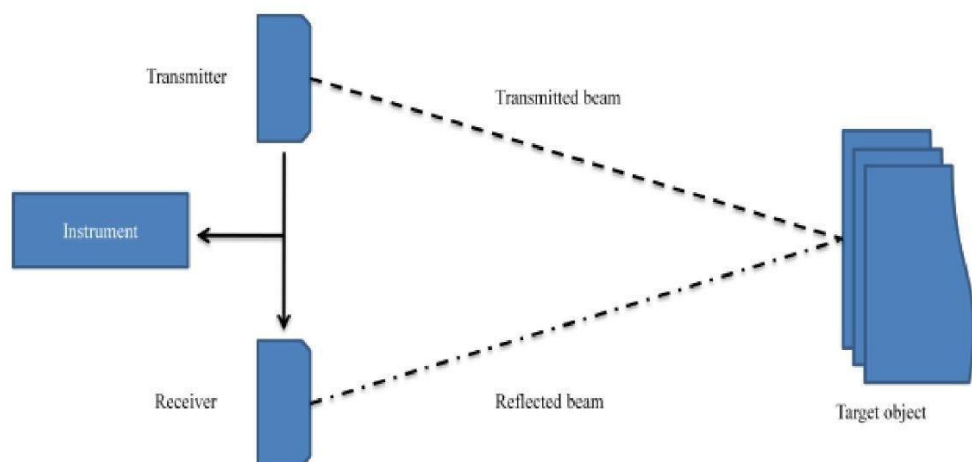
Μειονεκτήματα

Οι αισθητήρες απόστασης IR είναι γενικά λύσεις μικρής εμβέλειας με περιορισμένο εύρος μέτρησης που χρησιμοποιούνται μεμονωμένα, καθώς δεν μπορούν να συνδυαστούν αξιόπιστα με πρόσθετους αισθητήρες. Επηρεάζεται από περιβαλλοντικές συνθήκες και σκληρά αντικείμενα.

LIDAR Sensor

Το LiDAR, εν συντομία η ανίχνευση και το εύρος φωτός (Light Detection and Ranging), μπορεί να θεωρηθεί ως αισθητήρας απόστασης λέιζερ. Μετράει το εύρος των στόχων μέσω κυμάτων φωτός από λέιζερ, μια στενή δέσμη παλλόμενου φωτός να φτάσει σε ένα αντικείμενο και να αντανακλά στον αισθητήρα, αντί για ραδιοκύματα ή ηχητικά κύματα. Ο πομπός στη συσκευή LiDAR εκπέμπει φως λέιζερ στο αντικείμενο –στόχο. Ο παλμός του λέιζερ αντανακλάται από το αντικείμενο –στόχο. Η απόσταση υπολογίζεται στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τη σχέση μεταξύ σταθερής ταχύτητας φωτός στον αέρα και του χρόνου μεταξύ αποστολής/λήψης του σήματος.

Η βασική αρχή αυτού είναι γνωστή ως Time-of-Flight, αν και οι αισθητήρες απόστασης λέιζερ μπορούν να υιοθετήσουν μια επιλογή διαφορετικών αρχών μέτρησης (π.χ. τριγωνισμός, βάση παλμών, σύγκριση φάσης κ.λπ.).



Εικόνα 3: LIDAR Sensor principle (<https://www.quora.com/What-is-the-LIDAR-system>)

Οφέλη

Οι αισθητήρες απόστασης λέιζερ παρέχουν ακριβή και σταθερά αποτελέσματα σε διάφορα περιβάλλοντα λειτουργίας με μεγάλη εμβέλεια. Διαθέτουν επίσης ένα πλήρως ρυθμιζόμενο FOV για να παρέχουν τα πιο σταθερά δυνατά αποτελέσματα και παραμένουν μία από τις πιο ανταγωνιστικές τεχνολογίες αισθητήρων απόστασης για εξωτερικές εφαρμογές.

Μειονεκτήματα

Τα λέιζερ ενέχουν κίνδυνο για την ασφάλεια των ματιών του χειριστικού προσωπικού και είναι γενικά ενσωματωμένα σε εύρωστες συστοιχίες με μεγάλους συντελεστές μορφής και προφίλ μεγάλου βάρους. Παράλληλα, δεν μπορούν να ενσωματωθούν αξιόπιστα με πρόσθετους αισθητήρες για ευρύτερες δυνατότητες μέτρησης. Αυτοί οι αισθητήρες τείνουν επίσης να είναι ακριβότεροι από άλλους.

Time-of-Flight Sensor

Μια νέα λύση τεχνολογίας εύρεσης εύρους λέιζερ, οι αισθητήρες απόστασης IR Time-of-Flight μετρούν την εγγύτητα χρησιμοποιώντας IR-LED σύμφωνα με την αρχή του χρόνου πτήσης. Αυτό έχει πολλά οφέλη με πολύ λίγα μειονεκτήματα, δηλαδή ταχύτερους χρόνους μετάδοσης-λήψης, μεγάλης εμβέλειας (<60 μέτρα), γρήγορους ρυθμούς ανανέωσης, σταθερό FOV, χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και υποστήριξη plug-and-play για ενσωμάτωση πολλαπλών αισθητήρων. Παρόλο που δεν υπάρχει ένας αισθητήρας απόστασης για κάθε εφαρμογή, ο χρόνος πτήσης IR παρέχει το μεγαλύτερο εύρος χρήσης, σύμφωνα με τον βασικό δείκτη απόδοσης **Key Performance Indicator (KPIs)**, για ανίχνευση εγγύτητας σε εσωτερικούς χώρους και συγκεκριμένα εξωτερικά περιβάλλοντα.

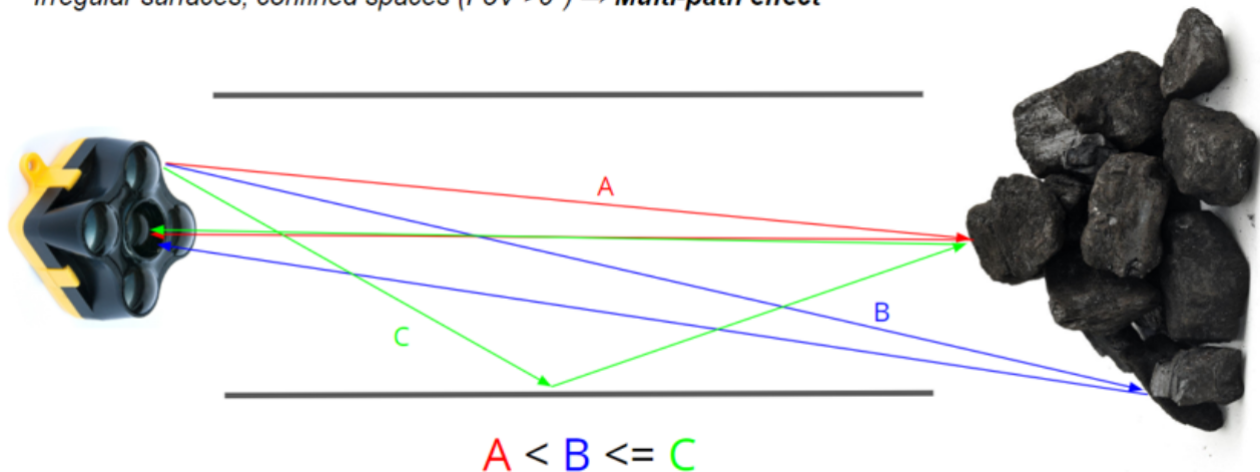
Οφέλη

Οι αισθητήρες LED πτήσης είναι συμπαγείς, ελαφροί και εύχρηστοι. Έρχονται με μια απλή τεχνολογία ανίχνευσης πολλαπλών αξόνων plug-and-play που διευκολύνει την ενσωμάτωση πολλαπλών αισθητήρων. Αυτό το εξαιρετικό υλικό υποστηρίζεται από μεγάλους και γρήγορους ρυθμούς ανανέωσης για εξαιρετικά ακριβείς μετρήσεις απόστασης.

Μειονεκτήματα

Η εξωτερική απόδοση μπορεί να επηρεαστεί από το άμεσο ηλιακό φως και οι ανακλαστικές επιφάνειες μπορούν να εμποδίσουν το εύρος του αισθητήρα. Η τεχνολογία περιορίζεται επίσης στην ακρίβεια του επιπέδου εκατοστών (cm) και οι ενδείξεις των αποστάσεων υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τις μέσες μετρήσεις.

Irregular surfaces, confined spaces (FoV > 0°) → Multi-path effect



Εικόνα 4: time-of-flight sensor

(<https://www.terabee.com/a-brief-introduction-to-time-of-flight-sensing-part-1-the-basics/>)

2.5 Τεχνολογίες Πρωτοκόλλων και Δικτύωσης

Το Wireless Sensor Network (WSN) είναι ένα σύστημα που αποτελείται από πομποδέκτες ραδιοσυχνοτήτων (RF), αισθητήρες, μικροελεγκτές και πηγή ενέργειας. Αυτό το σύστημα με δυνατότητα αυτο-οργάνωσης, αυτοδιαμόρφωσης, αυτοδιάγνωσης και αυτοθεραπείας έχει αναπτυχθεί για την επίλυση προβλημάτων ή για την ενεργοποίηση εφαρμογής που οι παραδοσιακές τεχνολογίες δεν μπορούσαν να αντιμετωπίσουν. Το WSN προέρχεται από στρατιωτική και περιβαλλοντική παρακολούθηση, κινείται προς την επικοινωνία από μηχανή σε μηχανή και τελικά εφαρμόζεται σε όλες τις πτυχές της ζωής μας. Το WSN για παρακολούθηση έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: απλή δομή, λιγότερα προβλήματα από τη σύνδεση καλωδίων, σκοπιμότητα και χαμηλό κόστος εγκατάστασης, και αξιόπιστη και σταθερή επικοινωνία. Το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN) έχει προσελκύσει όλο και περισσότερη προσοχή στην ερευνητική κοινότητα της επιστήμης των υπολογιστών και της επικοινωνίας. Έχει εμφανιστεί με αρκετές δυνατότητες εφαρμογής σε πολλές βιομηχανίες. [7] Μπορεί να βασιστεί στα παρακάτω πρωτόκολλα:

Wi-Fi

Η μονάδα απομακρυσμένης μετάδοσης WiFi ανεβάζει τα ληφθέντα δεδομένα στο Διαδίκτυο για να πραγματοποιήσει την κοινή χρήση δεδομένων σε αυτό.

Η λειτουργική μονάδα Wi-Fi με IoT (Internet of Things) επεξεργάζεται τα συμβάντα που βασίζονται στον αισθητήρα και στέλνει την κατάσταση του αισθητήρα στην ενότητα του ελεγκτή με τον οποίο είναι συνδεδεμένη.

Το NodeMCU (IoT/WiFi module) χρησιμοποιείται σε συσκευές IoT και συνδέεται είτε με μικροελεγκτές είτε με μικροεπεξεργαστές. Το NodeMCU είναι μια μονάδα WiFi ανοιχτού κώδικα χαμηλού κόστους που χρησιμοποιείται για εφαρμογές IoT. Ο αισθητήρας είναι συνδεδεμένος με τη μονάδα IoT, η οποία επεξεργάζεται την έξοδο του αισθητήρα και ενημερώνει την κατάσταση του αισθητήρα σε κύριο κόμβο μέσω WiFi.

Η σύνδεση Wi-Fi είναι ένα πρόσθετο πλεονέκτημα για κάθε σύστημα. Τα δεδομένα μπορούν να ληφθούν από οπουδήποτε και μπορούν να μεταφερθούν στο cloud για αποθήκευση και παρακολούθηση. Επίσης έχει μεγάλη εμβέλεια και υψηλό εύρος ζώνης. Έτσι καθιστά ένα σύστημα οικονομικά αποδοτικό, συμπαγές, ελεγχόμενο και προσβάσιμο σε παγκόσμιο επίπεδο. [9]

NB-IoT- Narrowband Internet of Things

Στενή ζώνη Διαδικτύου των πραγμάτων (NB-IoT) επιλέγεται για πολλούς λόγους:

- Προσφέρει κάλυψη σε απομακρυσμένες τοποθεσίες καθώς και καλή διείσδυση σήματος. Αυτό απαιτείται γιατί τα σιλό σιτηρών βρίσκονται κυρίως σε αγροτικές περιοχές.
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, η οποία επιτρέπει τις συσκευές χρησιμοποιώντας αυτήν την τεχνολογία για μεγαλύτερη μπαταρία διάρκεια ζωής, επιτρέποντας ευκολότερη συντήρηση.
- Λειτουργεί στο αδειοδοτημένο τμήμα του φάσματος, καθιστώντας δυνατή την κλιμάκωση των λύσεων NB-IoT και η επικοινωνία να είναι αξιόπιστη [4].

Λαμβάνονται επίσης υπόψη τα μειονεκτήματα του NB-IoT για να μην περιορίζουν το επιθυμητό χαρακτηριστικά της λύσης:

- Ο χαμηλός ρυθμός δεδομένων του (20 Kbps) δεν αποτελεί πρόβλημα επειδή τα μετρημένα δεδομένα μεταδίδονται μόνο μία φορά την ημέρα, αποτελείται μόνο από μερικές ενδείξεις αισθητήρων.
- Η έλλειψη υποστήριξης για κινητικότητα και τοποθεσία οι πληροφορίες καθιστούν το NB-IoT ακατάλληλο για συσκευές IoT που αλλάζουν θέση, η οποία στην περίπτωση των σιτηρών η αποθήκευση δεν είναι θέμα. [4]

Lo-Ra

Το LoRa είναι συντομογραφία για το Long-Range (Wireless Area Network) και είναι μια τεχνολογία διαμόρφωσης για το LoRaWAN. Το LoRaWAN είναι ένα σχετικό σύνολο προδιαγραφών χαμηλής ισχύος για συσκευές IoT. Οι LoRa και LoRaWAN δεν είναι εναλλάξιμοι όροι. Το LoRaWAN αναφέρεται σε ένα πρότυπο πρωτοκόλλου LPWAN, και δεν αποτελεί τεχνολογία από μόνο του. Το LPWAN σημαίνει Low-Power Wide Area Network, ένα ασύρματο δίκτυο που έχει σχεδιαστεί για να συνδέει αποτελεσματικά έξυπνες συσκευές σε μεγάλες αποστάσεις, συνήθως μέσω χαμηλού ρυθμού bit. Το LoRa ορίζει το φυσικό επίπεδο. Τα πρότυπα

ασφαλείας δίνουν έμφαση στην κρυπτογράφηση από άκρο σε άκρο, τον έλεγχο ταυτότητας δεδομένων και την έξυπνη εξαγωγή κλειδιών.

Αναπτύχθηκε για να βελτιώσει την ασφάλεια, την αποδοτικότητα ισχύος και τη διαλειτουργικότητα για συσκευές IoT. Διαθέτει αμφίδρομη επικοινωνία (που σημαίνει ότι το δίκτυο μπορεί να στείλει δεδομένα στη συσκευή IoT και η συσκευή IoT μπορεί να στείλει πίσω δεδομένα), και έχει σχεδιαστεί για να κλιμακώνεται, από μερικές συσκευές σε εκατομμύρια συσκευές.

Το LoRa είναι ιδανικό για εφαρμογές σε: Έξυπνη μέτρηση, Βιομηχανοποίηση: Το LoRa είναι καλύτερη επιλογή για αισθητήρες χαμηλού κόστους και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.

Επιπλέον, στην παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας: επειδή οι κινητές πύλες της λειτουργούν αξιόπιστα σε κινούμενο όχημα. Δεδομένου ότι οι αποστολές σε μεταφορά ή αποθήκευση δεν χρειάζεται να μεταφέρουν πολλά δεδομένα, η μεγαλύτερη καθυστέρηση της LoRa, οι χαμηλότεροι ρυθμοί δεδομένων και η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας έχουν νόημα. Το LoRa είναι επίσης κατάλληλο για κάλυψη σε αγροτικές αποθήκες.

Έξυπνη πόλη/κτίρια: Το LoRa είναι η καλύτερη επιλογή για τα περισσότερα έξυπνα κτίρια, λόγω της ευκολότερης τοποθέτησης των εισόδων. Ωστόσο, τα κτίρια έχουν τις δικές τους παροχές ηλεκτρικής ενέργειας και επομένως έχουν λιγότερη ανάγκη για απόδοση μπαταρίας της LoRa.

Γεωργία: Το LoRa λειτουργεί ιδιαίτερα καλά για την παρακολούθηση γεωργικών δεικτών, όπως η χρήση νερού, το pH του εδάφους και οι μετρητές θερμοκρασίας, οι οποίοι δεν μετατοπίζονται γρήγορα ή χρειάζονται άμεσες απαντήσεις.

Zigbee

Το ZigBee εντός ζώνης ISM 2,4GHz βασίζεται σε παρεχόμενες λειτουργίες χωρίς άδεια, έχει τεράστια κατανομή φάσματος και παγκόσμια συμβατότητα, έχει αναπτυχθεί ειδικά για την αντιμετώπιση των απαιτήσεων των ασύρματων δικτύων αισθητήρων, συμπεριλαμβανομένης της ανάγκης χειρισμού μεγάλου αριθμού κόμβων (πάνω από 65.000). Το ZigBee βασίζεται στα φυσικά (PHY) και τα επίπεδα ελέγχου πρόσβασης μεσαίου επιπέδου (MAC) που ορίζονται από το πρότυπο IEEE 802.15.4 και επιτρέπει τη δημιουργία υψηλότερης ευελιξίας δικτύου, όπως star, δέντρο συμπλέγματος ή πλέγμα, και είναι πολύ κατάλληλο για βιομηχανικά, γεωργικά, οχήματα, οικιακά και ιατρικά περιβάλλοντα. Ο σκοπός του IEEE 802.15.4 είναι να παρέχει εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και πολύ σύντομες δυνατότητες αφύπνισης με πολύ χαμηλό κόστος σε συσκευές που λειτουργούν σε ασύρματο προσωπικό δίκτυο χαμηλής ταχύτητας (250 kbps) (LR-WPAN). Το IEEE 802.15.4 υποθέτει ότι τα δεδομένα που διαβιβάζονται είναι σύντομα και ότι οι μεταδόσεις πραγματοποιούνται σε έναν κύκλο χαμηλής λειτουργίας

(active/sleep times ratio), μειώνοντας τις συνολικές ανάγκες σε ισχύ και επιτρέποντας την εφαρμογή ενσωματωμένων συστημάτων με μπαταρία. [7]

Στο τμήμα του δικτύου ZigBee υπάρχουν τρεις διαφορετικές συσκευές, συντονιστής (FFD), δρομολογητής (FFD) και τελική συσκευή (RFD). Ο συντονιστής ασχολείται με όλα τα σήματα ελέγχου μέσα στο δίκτυο. Οι δρομολογητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επεκτείνουν το μέγεθος του δικτύου και είναι υπεύθυνοι για τη μετάδοση δεδομένων, επιπλέον για τη συλλογή των δεδομένων του αισθητήρα. Οι τελικές συσκευές χωρίζονται σε δύο τύπους: ένας τύπος χρειάζεται μόνο να συνδεθεί στο δίκτυο και να μεταδώσει δεδομένα, που ονομάζεται κόμβος παρακολούθησης, ένας άλλος είναι ο κόμβος ελέγχου που μπορεί να λάβει τις εντολές από το σύστημα μέσω του συντονιστή για έλεγχο ή για ρύθμιση σύμφωνα με τα δεδομένα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο από τους κόμβους παρακολούθησης. Τα απαιτούμενα δεδομένα από δρομολογητές και τελικές συσκευές μπορούν να παραδοθούν στον συντονιστή και στη συνέχεια να μεταφερθούν στο σύστημα διαχείρισης και ελέγχου ημερομηνιών που εκτελείται στον υπολογιστή μέσω διεπαφής.[8]

GSM

Ένα μόντεμ GSM ή μονάδα GSM είναι μια συσκευή υλικού που χρησιμοποιεί τεχνολογία κινητού τηλεφώνου για την παροχή σύνδεσης δεδομένων σε απομακρυσμένο δίκτυο. Από την άποψη του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, είναι ουσιαστικά πανομοιότυπα με ένα συνηθισμένο κινητό τηλέφωνο, συμπεριλαμβανομένης της ανάγκης για μια κάρτα SIM για να αναγνωριστούν στο δίκτυο.

Το GSM μπορεί να συνδιαστεί με ARDUINO. Το GSM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ολοκλήρωση της απόκτησης και μετάδοσης των παραμέτρων περιβάλλοντος και χρησιμοποιείται για την επίτευξη ακριβούς ελέγχου του ελεγκτή δεδομένων και του GSM για την επίτευξη του απομακρυσμένου ελέγχου του συστήματος, βελτιώνει σημαντικά την ευελιξία και την επεκτασιμότητα της διαχείρισης αποθήκης που στέλνει τα διαθέσιμα δεδομένα στον διαχειριστή της αποθήκης σιτηρών εγκαίρως και φιλτράρει άκυρα δεδομένα επιτόπου. Έτσι εξοικονομεί πολύ ανθρώπινο δυναμικό και υλικούς πόρους και βελτιώνει την εργατική παραγωγικότητα.

2.6 Παρόμοιες εφαρμογές συστημάτων σε σιλό

1. Design of stored grain monitoring system based on NB-IoT

Αυτό το άρθρο συζητά τον σχεδιασμό του συστήματος HDS Tara, ένα αυτοματοποιημένο σύστημα για την απομακρυσμένη παρακολούθηση των αποθηκευμένων σιτηρών χρησιμοποιώντας την τεχνολογία επικοινωνίας NB-IoT, το οποίο σχεδιάστηκε και δοκιμάστηκε το 2019. Το σύστημα χρησιμοποιεί μια συσκευή IoT που εγκαθίσταται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης σιτηρών για να στέλνει δεδομένα μέτρησης σε μια πλατφόρμα IoT. Καταγράφει τη θερμοκρασία, την υγρασία, τη σχετική υγρασία και την υπολειπόμενη χωρητικότητα της δεξαμενής. Η πλατφόρμα IoT παρέχει στους χρήστες μια επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης των σιτηρών. Αυτή η λύση απευθύνεται σε ιδιοκτήτες μικρών και μεσαίων αγροκτημάτων.

Εισαγωγή: Ο αριθμός των συσκευών που συνδέονται στο διαδίκτυο έχει αυξηθεί σημαντικά, με τις συσκευές IoT να παίζουν κύριο ρόλο. Αυτό το άρθρο επικεντρώνεται στην εφαρμογή του IoT στη γεωργία, και ειδικότερα στην παρακολούθηση των αποθηκευμένων σιτηρών. Τα δοχεία αποθήκευσης σιτηρών είναι οι κύριες δομές αποθήκευσης, και η παρακολούθηση παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, το περιεχόμενο υγρασίας και η υγρασία είναι κρίσιμη για την πρόληψη της διάσπασης.

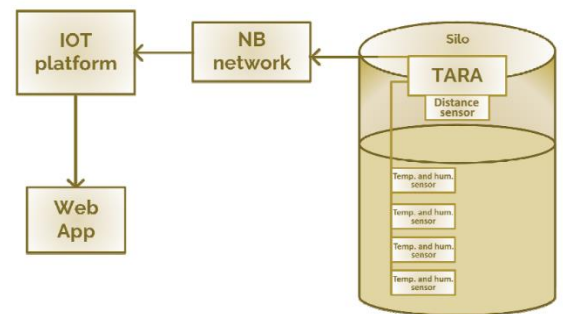


Fig. 1. HDS Tara system components.

Επιλογή του NB-IoT: Το Narrowband Internet of Things (NB-IoT) επιλέγεται λόγω της απομακρυσμένης κάλυψης, της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και της αξιοπιστίας του. Λειτουργεί σε αδειοδοτημένο φάσμα, καθιστώντας το επεκτάσιμο και κατάλληλο για απομακρυσμένα δοχεία αποθήκευσης σιτηρών.

Σύστημα HDS Tara: Το HDS Tara είναι ένα απομακρυσμένο και αυτοματοποιημένο σύστημα παρακολούθησης σιτηρών, σχεδιασμένο για αγρότες. Παρακολουθεί τη θερμοκρασία, την υγρασία και τη χωρητικότητα αποθήκευσης. Το σύστημα αποτελείται από μια συσκευή στην δεξαμενή, μια πλατφόρμα IoT και μια διαδικτυακή εφαρμογή.

Φυσικός Σχεδιασμός: Η συσκευή αποτελείται από ένα πλαίσιο ανάπτυξης και έναν αισθητήρα-sonar. Το πλαίσιο τοποθετείται στην οροφή του δοχείου και περιλαμβάνει αισθητήρα-sonar για την παρακολούθηση της χωρητικότητας αποθήκευσης. Ο αισθητήρας-sonar τοποθετείται στα σιτηρά και μετρά την υγρασία, τη θερμοκρασία και την υγρασία.



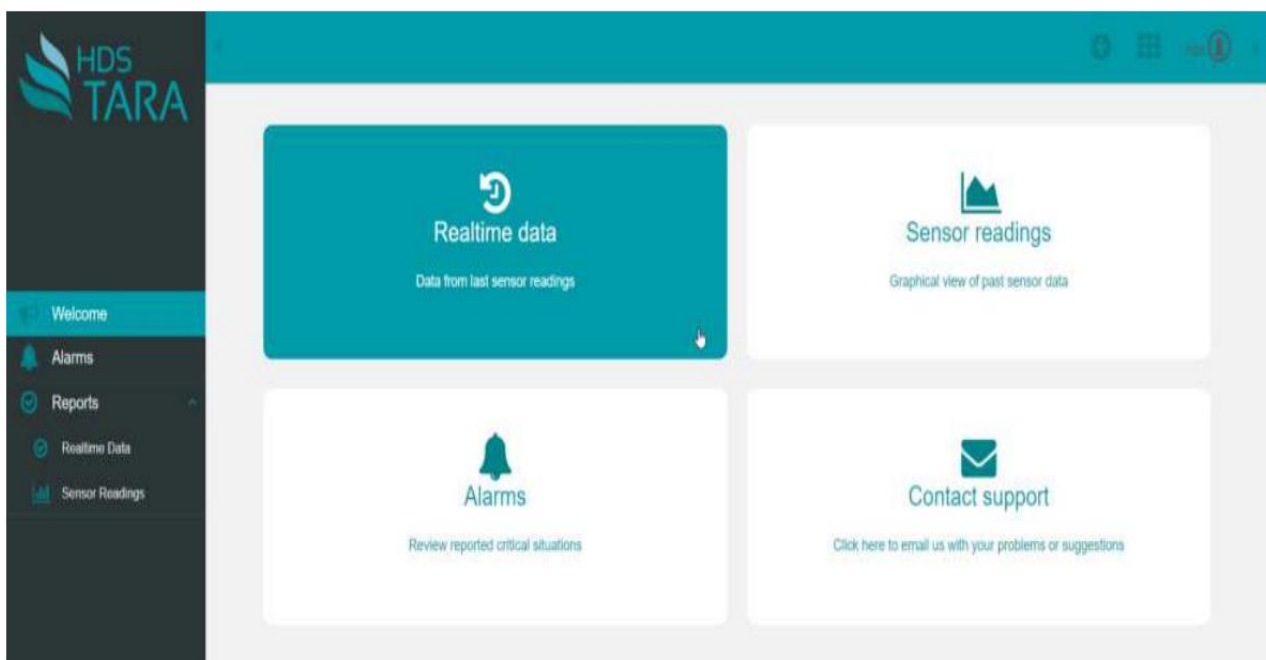
Fig. 2. Model of housing.

Υλικό Συσκευής: Το πλαίσιο ανάπτυξης που χρησιμοποιείται είναι το Sodal SARA AFF R410M, που υποστηρίζει το NB-IoT. Οι αισθητήρες περιλαμβάνουν πίνακες HDC1080 για τη θερμοκρασία και την υγρασία και έναν αισθητήρα-sonar MB7040 για τη μέτρηση απόστασης.

Λογισμικό Συσκευής: Το λογισμικό είναι γραμμένο στο Arduino IDE και περιλαμβάνει τις αναγνώσεις των αισθητήρων, τη μετάδοση δεδομένων στην πλατφόρμα IoT και έναν κύκλο ύπνου. Η πλατφόρμα IoT Cumulocity χρησιμοποιείται για την αποθήκευση δεδομένων και την παρουσίαση τους.

Πλατφόρμα IoT και Διαδικτυακή Εφαρμογή: Η πλατφόρμα IoT Cumulocity χρησιμοποιείται λόγω της ευκολίας της συσκευής και της οπτικοποίησης δεδομένων. Η διαδικτυακή εφαρμογή προσφέρει διάφορες προβολές, συμπεριλαμβανομένων των μετρήσεων των αισθητήρων, ιστορικών δεδομένων, παρακολούθησης συναγερμού και επικοινωνίας για υποστήριξη.

Συμπέρασμα: Το σύστημα HDS Tara συνδυάζει τεχνικές παρακολούθησης σιτηρών με την τεχνολογία IoT. Ενώ το πρωτότυπο είναι λειτουργικό, απαιτούνται βελτιώσεις για εμπορική χρήση, ιδιαίτερα στην ανίχνευση της υγρασίας. Αυτό το άρθρο περιγράφει μια καινοτόμα λύση για την παρακολούθηση των αποθηκευμένων σιτηρών σε αγροτικές ρυθμίσεις, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία IoT για βελτιωμένο αυτοματισμό και αποτελεσματικότητα.



Εικόνα 5: Homepage της εφαρμογής



Εικόνα 6: Απεικόνιση σελίδας μετρήσεων των αισθητήρων

2. IIoT Monitoring System for Grain Storage

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην υλοποίηση ενός συστήματος έξυπνης γεωργικής παρακολούθησης και αποθήκευσης βασισμένη στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IIoT). Το σύστημα χρησιμοποιεί το ESP8266 NodeMCU, διάφορους αισθητήρες (DHT11 και MQ-135) και υπηρεσίες υπολογισμού στον cloud μέσω του Amazon Web Services (AWS) IIoT.

Εισαγωγή:

- Το IIoT παίζει κρίσιμο ρόλο στη βελτίωση των γεωργικών πρακτικών και τη μείωση των απωλειών τροφίμων.
- Η Ινδία αντιμετωπίζει έλλειμμα τροφίμων παρά το γεγονός ότι είναι μεγάλη παραγωγός τροφίμων, εν μέρει λόγω της σπατάλης τροφίμων.
- Το IIoT χρησιμοποιείται στη γεωργία και τη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού.
- Έχουν αναπτυχθεί πολλές προτάσεις και συστήματα για την παρακολούθηση και διαχείριση των συνθηκών στις αποθήκες.

Υπάρχουσα Τεχνολογία:

- Διάφορες τεχνικές χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση τροφίμων στην Ινδία, συμπεριλαμβανομένων επιφανειακών και υπόγειων δομών.

- Διάφορα εμπορικά συστήματα αποθήκευσης χρησιμοποιούνται από οργανισμούς όπως η FCI, η CWC και οι SWCs.

Προβλήματα και Προκλήσεις:

- Η αποσύνθεση τροφίμων αποτελεί σημαντικό πρόβλημα, με παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και οι επιβλαβείς οργανισμοί που συντείνουν στην επιδείνωση.
- Οι ανεπαρκείς εγκαταστάσεις αποθήκευσης στις φάρμες και η έλλειψη κατάλληλων συνθηκών επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα των τροφίμων.
- Η έλλειψη χωρητικότητας αποθήκευσης και ασθένειες/επιδράσεις επιβλαβών οργανισμών επιδεινώνουν το πρόβλημα.

Πειραματική Εγκατάσταση:

- Ο NodeMCU ESP8266 χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και τη μετάδοση δεδομένων.
- Αισθητήρες όπως ο DHT11 και ο MQ-135 χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ποιότητας του αέρα.
- Το Node-RED χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ροής επεξεργασίας δεδομένων και ελέγχου.
- Το Amazon Web Services (AWS) IoT χρησιμοποιείται για αποθήκευση και ανάλυση των δεδομένων στον cloud.

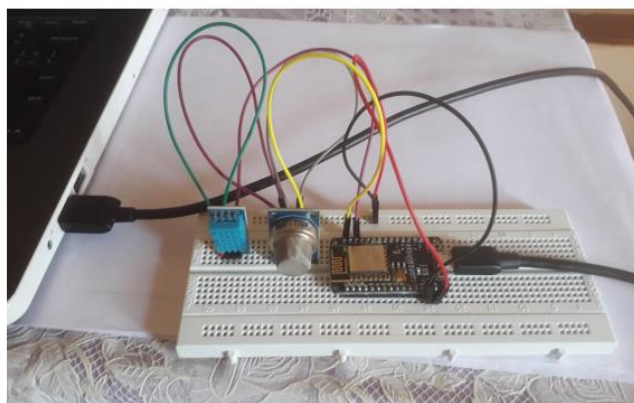


Fig. 4. Monitoring Device

Λειτουργία:

- Οι καλλιέργειες περνούν από διάφορα στάδια από τη γεωργία στην αγορά, και οι συσκευές παρακολούθησης τοποθετούνται σε κάθε στάδιο.
- Το σύστημα παρακολουθεί τη θερμοκρασία, την υγρασία και την ποιότητα του αέρα σε πραγματικό χρόνο.
- Συσκευές ελέγχου IoT, όπως ανεμιστήρες και μονάδες κλιματισμού, βοηθούν στη διατήρηση βέλτιστων συνθηκών αποθήκευσης.
- Τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα παρακολουθούνται για την ανίχνευση μούχλας ή επιδράσεων επιβλαβών οργανισμών.

- Τα δεδομένα λήξης παρακολουθούνται για να αποτραπεί η φθορά και καταστροφή της ποιότητας των σιτηρών στην αποθήκη.
- Τα δεδομένα αποστέλλονται στο AWS IoT, και γραφήματα δημιουργούνται χρησιμοποιώντας το Amazon Quicksight.

Αποτελέσματα:

- Τα γραφήματα θερμοκρασίας και υγρασίας εμφανίζονται χρησιμοποιώντας το Amazon Quicksight.

Προοπτικές για το Μέλλον:

- Το σύστημα μπορεί να επεκταθεί για να περιλαμβάνει πρόσθετες παραμέτρους όπως ποιότητα του εδάφους, χρήση φυτοφαρμάκων και πρόβλεψη βροχής.
- Μπορεί να αναπτυχθεί μια ειδική κινητή εφαρμογή ή ιστότοπος για ευκολότερη πρόσβαση στα δεδομένα και την παρακολούθηση.

3. IoT Management Solution: A Case Study of Fill Level Monitoring for Gravel Silos

Το άρθρο αυτό περιγράφει την εφαρμογή συστήματος βασισμένου σε IoT για αυτόματη ανίχνευση επιπέδου πλήρωσης ενός σιλό χαλικιού. Ακολουθεί μια ανάλυση των βασικών σημείων:

IoT και αυτοματισμός: Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) αφορά τη σύνδεση συσκευών στο Διαδίκτυο για να καταστεί δυνατή η επικοινωνία και η ανταλλαγή δεδομένων. Ο αυτοματισμός είναι μια κρίσιμη πτυχή του IoT και αυτό το σύστημα στοχεύει στην αυτοματοποίηση της διαδικασίας παρακολούθησης του επιπέδου πλήρωσης ενός σιλό με χαλίκι.

Υλικό και λογισμικό: Το σύστημα χρησιμοποιεί το NodeMCU, μια πλατφόρμα υλικού και λογισμικού ανοιχτού κώδικα που έχει δημιουργηθεί γύρω από το ESP8266 SoC (System-on-a-Chip). Αυτή η πλατφόρμα είναι σε θέση να ανιχνεύει το περιβάλλον μέσω των ακίδων GPIO χρησιμοποιώντας αισθητήρες.

Αισθητήρας απόστασης υπερήχων(Ultrasonic Distance Sensor): Ο αισθητήρας απόστασης υπερήχων HC-SR04 χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της απόστασης μεταξύ του αισθητήρα και της επιφάνειας πλήρωσης στο σιλό. Εκπέμπει παλμούς υπερήχων και μετρά το χρόνο που χρειάζεται για να αναπηδήσει ο παλμός.

Σχεδιασμός κυκλώματος: Το κύκλωμα συνδέει τον αισθητήρα υπερήχων στο NodeMCU χρησιμοποιώντας ακίδες GPIO. Το κύκλωμα διαχωριστή τάσης χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της διαφοράς τάσης μεταξύ του αισθητήρα και του NodeMCU.

Πείραμα και αποτελέσματα: Η δέσμη ενεργειών Python χρησιμοποιείται για το χειρισμό των GPIO και τον υπολογισμό της απόστασης με βάση την ταχύτητα του ήχου και τις μετρήσεις χρόνου. Η υπολογισμένη απόσταση χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του επιπέδου πλήρωσης του σιλό.

Οριακή τιμή: Η οριακή τιμή για ειδοποίηση υπερχειλίσης δημιουργείται δυναμικά με βάση τον όγκο του σιλό. Το σύστημα μπορεί να ανιχνεύσει συνθήκες υπορροής (κενό σιλό) και υπερχειλίσης (γεμάτο σιλό).

Διαμόρφωση διακομιστή: Ένας ελαφρύς διακομιστής που χρησιμοποιεί το Flask έχει ρυθμιστεί στο NodeMCU για να εμφανίζει τα αποτελέσματα του πειράματος. Μια σελίδα HTML με δέσμες ενεργειών jQuery χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση και την ενημέρωση των δεδομένων του αισθητήρα σε σχεδόν πραγματικό χρόνο.

Πλατφόρμα Zerynth: Η πλατφόρμα Zerynth χρησιμοποιείται για ανάλυση IoT και συλλογή δεδομένων. Το έργο διαμορφώνεται μέσω της πλατφόρμας, επιτρέποντας την ανάλυση δεδομένων, την οπτικοποίηση και την αποθήκευση. Η πλατφόρμα παρέχει εργαλεία για την ανάλυση των αισθητηριακών δεδομένων και την αποθήκευσή τους σε διάφορες μορφές.

Εφαρμογή: Η εφαρμογή του συστήματος δεν περιορίζεται σε σιλό από χαλίκι. Μπορεί να επεκταθεί και σε άλλα σενάρια, όπως συστήματα πλυσίματος αυτοκινήτων, υπόγεια φρεάτια και πολλά άλλα.

Συνολικά, αυτή η υλοποίηση δείχνει πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία IoT για την αυτοματοποίηση και τη βελτίωση διαφόρων βιομηχανικών διαδικασιών ενσωματώνοντας αισθητήρες, υλικό, λογισμικό και ανάλυση δεδομένων.

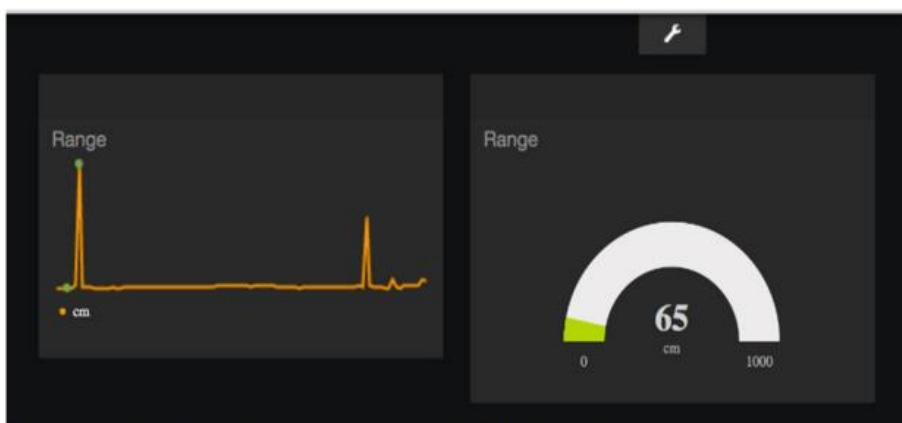
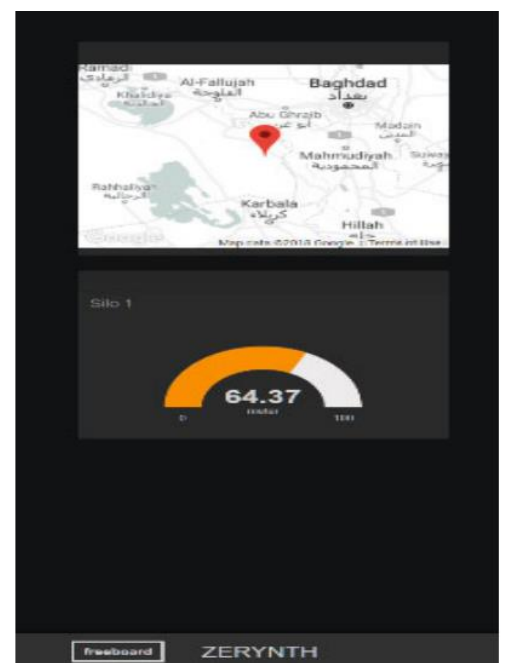


Figure 5. Daily analysis of fill level on Zerynth studio.



4. IoT Based Grain Storage Monitoring with Android Application

Η έρευνα υπογραμμίζει τη σημασία των συστημάτων παρακολούθησης και ελέγχου βασισμένων σε IoT για τη διατήρηση της αποθήκευσης των σιτηρών. Αναπτύχθηκαν ασύρματα δίκτυα αισθητήρων που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο Zigbee για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της πτώσης της ατμοσφαιρικής πίεσης στα αποθηκευμένα σιτηρά. Αυτά τα συστήματα αποδείχθηκαν αποδοτικότερα ως προς τον χρόνο και το κόστος σε σύγκριση με τα παραδοσιακά καλώδια. Επιπλέον, η έξυπνη γεωργία που εκμεταλλεύεται το Internet of Things μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των αποβλήτων, βελτιστοποίηση της χρήσης λιπασμάτων και αύξηση της παραγωγής καλλιεργειών. Συστήματα βασισμένα σε αισθητήρες που παρακολουθούν τη θερμοκρασία, την υγρασία, το φως και την υγρασία του εδάφους, μαζί με το αυτόματο ποτίσματος, συμβάλλουν στην αποτελεσματική καλλιέργεια.

Η πρώτη ανίχνευση των εντόμων στα αποθηκευμένα σιτηρά είναι κρίσιμη λόγω των δυνητικών κινδύνων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν. Μια προσέγγιση επεξεργασίας εικόνων που ενσωματώνεται σε smartphones έχει επιδείξει ακρίβεια στην καταμέτρηση και την αναγνώριση των εντόμων που βρίσκονται στα σιτηρά. Επίσης, η ασφάλεια επισημαίνεται ως ουσιαστική κατά τη διάρκεια της διαδικασίας καλλιέργειας, προτείνοντας τη χρήση ενός συστήματος βασισμένου σε IoT για τη συλλογή δεδομένων αισθητήρων και την παροχή ενημερώσεων ασφαλείας απομακρυσμένα.

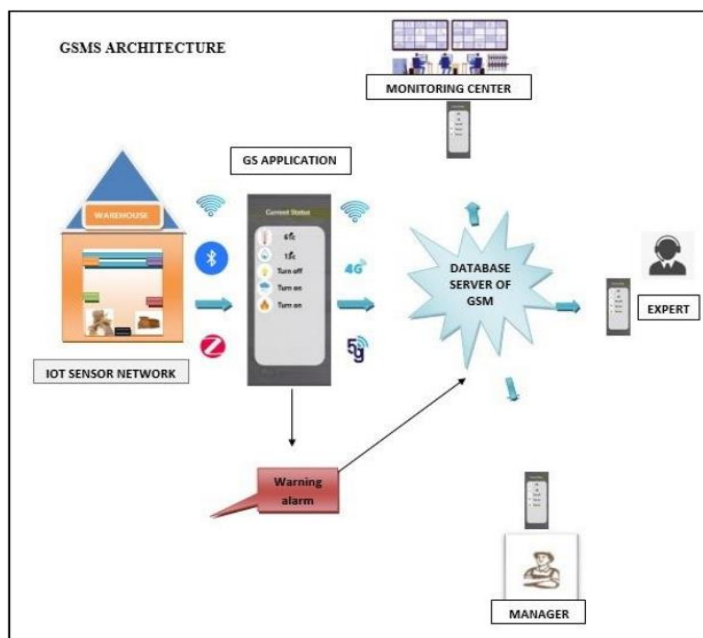


Figure 3.1: Grain Storage Monitoring System Architecture

Η έρευνα περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός συστήματος παρακολούθησης αποθήκευσης σιτηρών βασισμένου σε IoT. Το σύστημα περιλαμβάνει διάφορους αισθητήρες, όπως αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, πυρός, βροχής και φωτός, που συνδέονται σε έναν μικροελεγκτή ESP32. Τα συλλεγμένα δεδομένα αποστέλλονται σε μια βάση για ανάλυση, ενεργοποιώντας ειδοποιήσεις εάν τα δεδομένα ξεπερνούν τις οριακές τιμές. Από πλευράς του λογισμικού, χρησιμοποιούνται προγραμματισμός Arduino και προγραμματισμός Android για τον έλεγχο του υλικού και τον σχεδιασμό της εφαρμογής Android για την παρακολούθηση των αποθηκευμένων σιτηρών.

Η εφαρμογή η οποία αναπτύχθηκε προσφέρει λειτουργίες όπως η παρακολούθηση της τρέχουσας κατάστασης των αποθηκευμένων σιτηρών, τα οποία πρέπει να διατηρούνται σε συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτεινότητας. Σε περίπτωση ανωμαλιών, όπως πυρκαγιά ή υπερβολική υγρασία, η εφαρμογή δημιουργεί ειδοποιήσεις και τις στέλνει σε ένα κέντρο παρακολούθησης για έγκαιρη παρέμβαση.

Συνολικά, το σύστημα παρακολούθησης αποθήκευσης σιτηρών βασισμένο σε ΙοΤ παρουσιάζει μια ελπιδοφόρα λύση για τη μείωση των απωλειών τροφίμων και τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας ποιοτικών τροφίμων. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας ΙοΤ βελτιώνει την ακρίβεια της παρακολούθησης, μειώνει τις απώλειες και συμβάλλει στην αποτελεσματική πρακτική αποθήκευσης τροφίμων.



5. Smart Grain Storage Monitor and Control

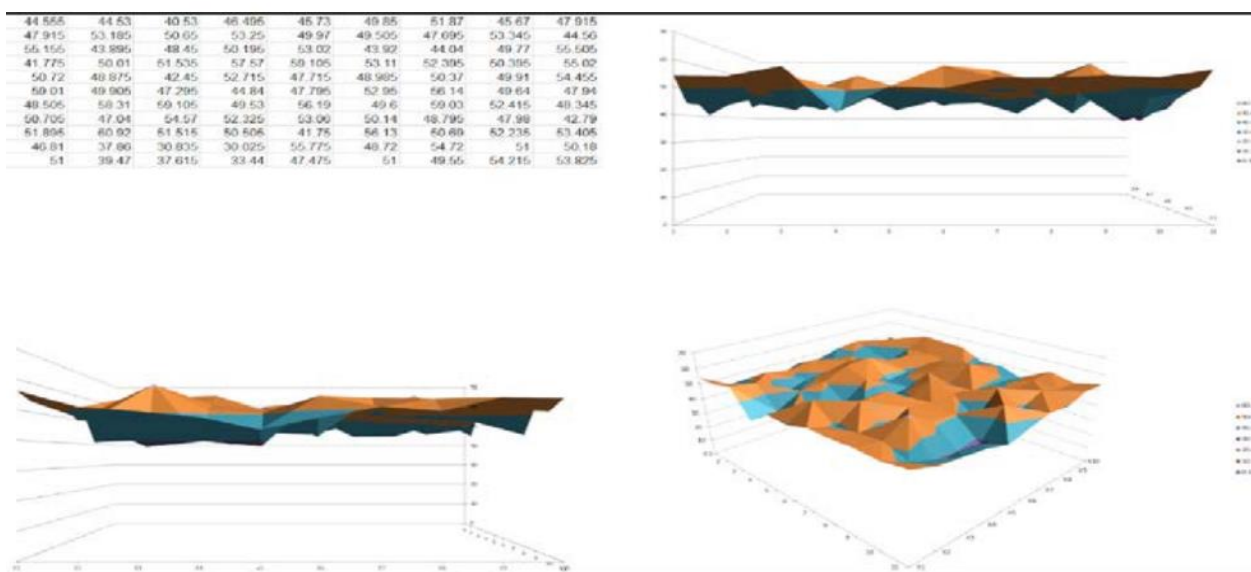
Το προτεινόμενο σύστημα στοχεύει στο να ξεπεράσει τα όρια των υπάρχοντων συστημάτων χρησιμοποιώντας έξυπνες τεχνικές παρακολούθησης και ελέγχου. Ένας αισθητήρας υπερήχων που συνδέεται σε έναν σέρβο σαρώνει την επιφάνεια των σιτηρών, εμποδίζοντας την προσθήκη ψευδών ποσοτήτων. Οι αισθητήρες περιβάλλοντος παρακολουθούν τη θερμοκρασία, την υγρασία και τη ροή του αέρα, ενεργοποιώντας δράσεις όπως η ενεργοποίηση ανεμιστήρων ή θερμαντήρων για τη διατήρηση βέλτιστων συνθηκών. Τα δεδομένα αποστέλλονται σε έναν κεντρικό σταθμό μέσω ενός προσαρτημένου μόντεμ GSM και εμφανίζονται σε μια οθόνη LCD.

Περιγραφή Συστήματος: Το σύστημα αποτελείται από ένα Arduino Mega 2560 R3 που συνδέεται σε αισθητήρες επιπέδου και περιβάλλοντος. Αποστέλλει δεδομένα στον κεντρικό σταθμό χρησιμοποιώντας ένα μόντεμ GSM και εμφανίζει τα αποτελέσματα σε μια οθόνη LCD. Ένα βομβητήριο ειδοποιεί τους χρήστες για απρόσμενες αλλαγές και οι ανεμιστήρες ή οι θερμαντήρες ενεργοποιούνται για τον έλεγχο του περιβάλλοντος.

Σημασία της μελέτης: Το προτεινόμενο σύστημα αντιμετωπίζει το πρόβλημα της φθοράς του σίτου στην Αίγυπτο με την εισαγωγή αποτελεσματικών τεχνικών παρακολούθησης και ελέγχου.

Οι επωφελείς παράγοντες περιλαμβάνουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχο, την πρόληψη της φθοράς του σίτου, τη μείωση της ανθρώπινης παρέμβασης, τη βελτιωμένη ακρίβεια, τη μείωση των απωλειών και την εξοικονόμηση χρόνου.

Το σύστημα έχει τη δυνατότητα να εξοικονομήσει χρήματα, να αυξήσει την παραγωγή και να ξεπεράσει τους περιορισμούς των υπάρχοντων συστημάτων.



Κατά βάση, το προτεινόμενο έξυπνο σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζει η Αίγυπτος στις αποθήκες σιτηρών της, προσφέροντας μια τεχνολογικά προηγμένη λύση για τη βελτίωση της ακρίβειας, την πρόληψη της φθοράς και την ενίσχυση της συνολικής αποτελεσματικότητας.

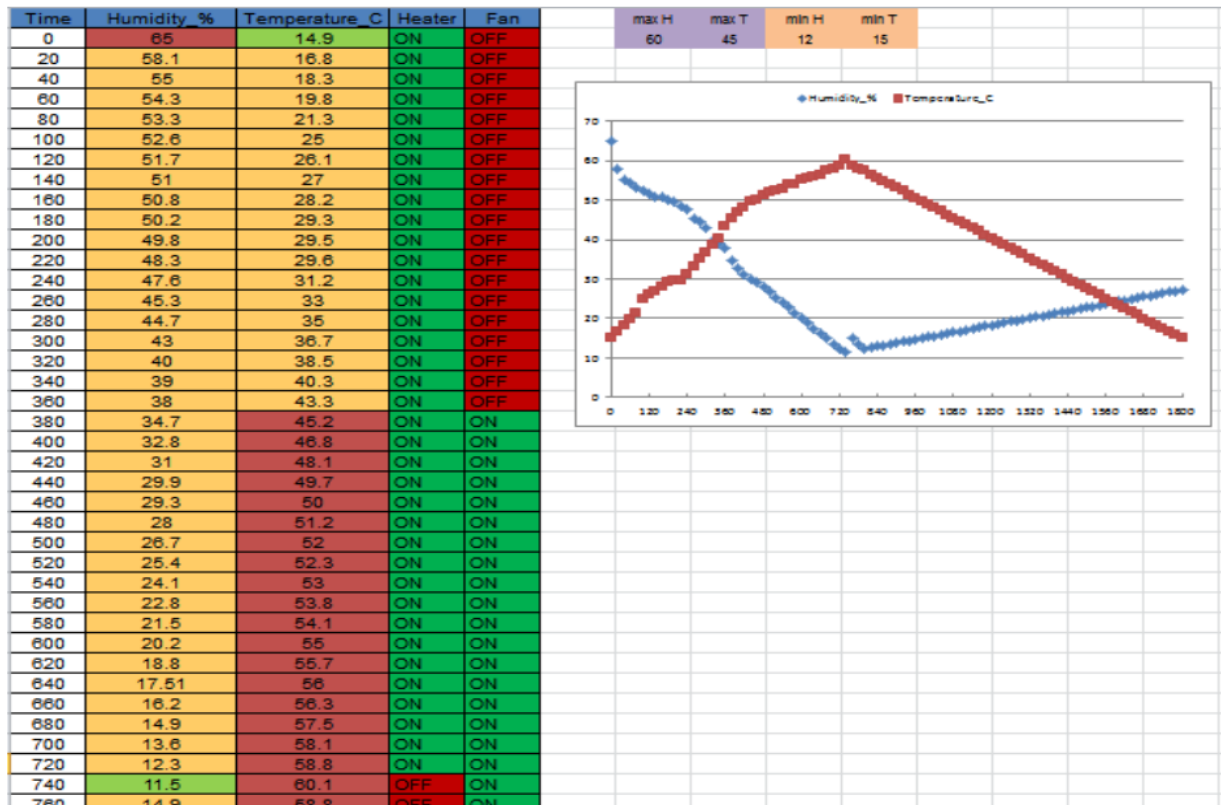


Figure 3: Environmental measurements

6. Design and Development of a Model Smart Storage System

Το παρόν ερευνητικό άρθρο περιγράφει την ανάπτυξη ενός προτύπου για ένα έξυπνο σύστημα αποθήκευσης γεωργικών προϊόντων με χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IIoT). Ο στόχος είναι η καταπολέμηση της ανεπάρκειας τροφίμων και η βελτίωση της τροφικής ασφάλειας μέσω της παροχής ελεγχόμενων συνθηκών αποθήκευσης.

Εισαγωγή: Η ανεπάρκεια τροφίμων είναι ένα αυξανόμενο παγκόσμιο πρόβλημα, κυρίως λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της απώλειας τροφίμων. Ανεπαρκείς συνθήκες αποθήκευσης και χειρισμού οδηγούν σε σημαντικές απώλειες τροφίμων. Για παράδειγμα, χάνονται δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως λόγω της απώλειας τροφίμων που προκαλείται από ανεπαρκείς δομές αποθήκευσης. Αυτό το πρόβλημα προκειμένου να αντιμετωπιστεί, αναπτύσσονται αυτόματα συστήματα αποθήκευσης, και η τεχνολογία IIoT παίζει κρίσιμο ρόλο σε αυτόν τον τομέα.

Μεθοδολογία: Το πρότυπο για το έξυπνο σύστημα αποθήκευσης αποτελείται από αρκετά στοιχεία, συμπεριλαμβανομένης μιας πηγής ενέργειας, ενός θαλάμου αποθήκευσης, ενός κεντρικού συστήματος επεξεργασίας και περιφερειακών στοιχείων, όπως ένα θερμαντήρα και ένα ανεμιστήρα. Το κεντρικό σύστημα επεξεργασίας, εφοδιασμένο με αισθητήρες, παρακολουθεί τη θερμοκρασία και την υγρασία μέσα στον θάλαμο αποθήκευσης. Το σύστημα μπορεί να ελέγχει αυτόματα το περιβάλλον ενεργοποιώντας το θερμαντήρα ή τον ανεμιστήρα όταν απαιτείται.

Ανάλυση του Συστήματος: Η απόδοση του έξυπνου συστήματος αποθήκευσης αξιολογήθηκε βάσει της αποτελεσματικότητάς του. Η απόδοση υπολογίστηκε να είναι 85%, υποδεικνύοντας ότι το σύστημα ρύθμιζε αποτελεσματικά τη θερμοκρασία και την υγρασία μέσα στον θάλαμο

αποθήκευσης. Ωστόσο, υπήρχε ένα ποσοστό αποτυχίας 15%, κυρίως από προβλήματα με τον αισθητήρα υγρασίας.

Συμπέρασμα: Η έρευνα καταλήγει ότι το πρότυπο του έξυπνου συστήματος αποθήκευσης, παρά το ποσοστό αποτυχίας του 15%,

αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό βήμα προόδου στην ανάπτυξη αυτόματων συστημάτων αποθήκευσης για γεωργικά προϊόντα. Επισημαίνει τη σημασία του ελέγχου της θερμοκρασίας και της υγρασίας στη διατήρηση της ποιότητας και της ποσότητας των τροφίμων.

S/No	Component	Specification
1	NodeMCU	Model ESP8266
2	Arduino uno Microcontroller	Arduino Mega 2560
3	Relay module	5 V
4	Humidity sensor	5V DC SL module
5	Gas sensor	CCS811 module sensor
6	Temperature sensor	DHT11 sensor
7	Jumper Wire	
8	Liquid crystal display (LCD)	16x2 LCD screen
9	Wi - fi module	ESP8266 01S
10	Bread board	
11	Storage chamber	Capacity of 0.2 m ² , and made from aluminum sheet
12	Heater	100°C, sensitivity of ± 0.1°C
13	Fan	SL-PCI-02_SML, DC 12 V, speed 2500 rpm



Figure 3. System dashboard design.

Time (h)	Humidity (%)	Temperature (°C)	Heater	Fan
0	75	35	OFF	ON
1	71	38	OFF	ON
2	68	33	OFF	ON
3	72	34	OFF	ON
4	57	30	ON	ON
5	59	31	ON	ON
6	63	29	ON	ON
7	65	28	ON	ON
8	54	31	OFF	OFF
9	50	30	OFF	OFF
10	51	25	ON	OFF
11	52	24	ON	OFF
12	60	23	ON	ON
13	61	24	ON	ON
14	63	25	ON	ON
15	62	20	ON	ON
16	67	25	ON	ON
17	62	27	ON	ON
18	55	29	ON	OFF
19	49	33	OFF	OFF
20	51	32	OFF	OFF

7. IIOT Based Smart Warehouse Monitoring System

Το άρθρο παρέχει μια επισκόπηση ενός προτεινόμενου συστήματος παρακολούθησης έξυπνων αποθηκών βασισμένου στο Διαδίκτυο των πραγμάτων (IIoT) με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας και της ασφάλειας των αποθηκευμένων αντικειμένων στις αποθήκες, ιδιαίτερα των δημητριακών. Το άρθρο τονίζει τη σημασία της αντιμετώπισης των απωλειών μετά τη συγκομιδή, των απωλειών τροφίμων και των συνθηκών αποθήκευσης σε έναν κόσμο με αυξανόμενο πληθυσμό. Εδώ είναι μια περίληψη των βασικών σημείων σε κάθε ενότητα:

I. Εισαγωγή:

- Συζητά την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και τη συνδεόμενη αύξηση της ζήτησης τροφίμων.
- Επισημαίνει τη σημασία της αντιμετώπισης των απωλειών μετά τη συγκομιδή και των απωλειών τροφίμων.
- Επισημαίνει τη σημασία της παραγωγής και της αποθήκευσης σιτηρών για την οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας.
- Παραθέτει στατιστικά στοιχεία από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας σχετικά με τις απώλειες τροφίμων.
- Αναγνωρίζει τις προκλήσεις στα υπάρχοντα συστήματα παρακολούθησης αποθηκών και την ανάγκη για λύσεις βασισμένες στο IIoT.
- Συζητά διάφορες πτυχές όπως παρακολούθηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και των επιπέδων αερίων, ελέγχου πρόσβασης με RFID και διαχείρισης αποθεμάτων στα υπάρχοντα συστήματα.
- Επισημαίνει τη σημασία της τεχνολογίας IIoT στη βελτίωση της ασφάλειας των αποθηκών, της διάθεσης πόρων και της λήψης αποφάσεων.

II. Μεθοδολογία:

- Περιγράφει τους στόχους του προτεινόμενου συστήματος, που περιλαμβάνουν τη μείωση των απωλειών σιτηρών και την ανάπτυξη μιας κινητής εφαρμογής για απομακρυσμένη παρακολούθηση.
- Περιγράφει το σύστημα ως ένα Δίκτυο Ασύρματων Αισθητήρων (WSN) με διάφορα στοιχεία.
- Συζητά τον ρόλο διάφορων αισθητήρων όπως ο DHT11, οι αισθητήρες φορτίου, οι αισθητήρες RFID και ο αισθητήρας αερίων MQ2.

- Εισάγει τους επεξεργαστές ESP32 και ESP-CAM για τη συλλογή δεδομένων και την ανίχνευση αντικειμένων.
- Παρέχει μια επισκόπηση του τρόπου επεξεργασίας δεδομένων και αποστολής τους στον χώρο αποθήκευσης IIoT για απομακρυσμένη πρόσβαση.
- Εξηγεί πώς το σύστημα ειδοποιεί τους ιδιοκτήτες αποθηκών για θέματα όπως οι μολυσμένες από αρουραίους μαζί χρησιμοποιώντας προ-εκπαιδευμένα μοντέλα μηχανικής μάθησης.

III. Λεπτομερής Περιγραφή του Υλικού:

- Λεπτομεροποιεί τα υλικά που χρησιμοποιούνται στο σύστημα, συμπεριλαμβανομένων των ESP32, ESP-CAM, DHT11, αισθητήρων φορτίου, αισθητήρων RFID και του αισθητήρα αερίων MQ2.
- Εξηγεί τις λειτουργίες και τις εφαρμογές κάθε υλικού στο σύστημα.



IV. Πειραματική Ρύθμιση και Συζήτηση Αποτελεσμάτων:

- Περιγράφει την πειραματική ρύθμιση του συστήματος.
- Παρουσιάζει τα αποτελέσματα των παραμέτρων απόδοσης ανίχνευσης αρουραίων.
- Δείχνει στιγμιότυπα οθόνης της κινητής εφαρμογής για την είσοδο του ιδιοκτήτη και την παρακολούθηση του συστήματος.
- Παρουσιάζει μια εικόνα του 3D πρωτοτύπου του προτεινόμενου συστήματος.

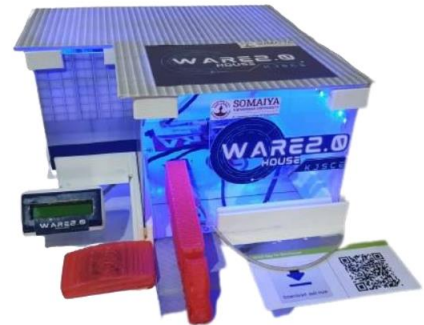
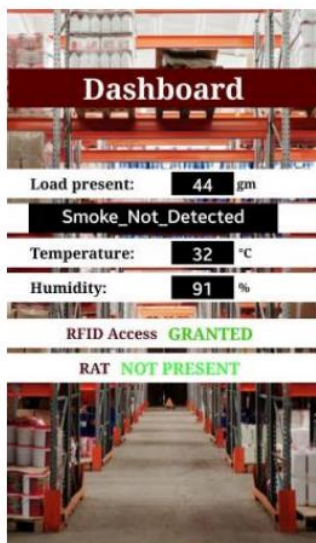


Fig. 10. 3D prototype

V. Συμπέρασμα και Μελλοντικές Επεκτάσεις:



- Καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το προτεινόμενο σύστημα μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα και την ασφάλεια των αποθηκευμένων αντικειμένων στις αποθήκες.

- Συζητά πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματος, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης τεχνολογίας blockchain για περισσότερη ασφάλεια και διαφάνεια.

8. Development of IoT-Based Smart Security and Monitoring Devices for Agriculture

Το προτεινόμενο σύστημα στοχεύει στην ανάπτυξη μιας έξυπνης συσκευής ασφαλείας για γεωργικές εφαρμογές χρησιμοποιώντας το IIoT, το πλαίσιο M2M (Machine-to-Machine), δίκτυα αισθητήρων και διαχείριση βάσεων δεδομένων. Ενώ έχουν αναπτυχθεί συσκευές ασφαλείας βασισμένες σε IIoT σε διάφορους τομείς, υπάρχει περιορισμένη εργασία στον γεωργικό τομέα.

Στο πλαίσιο της ασφάλειας των καλλιεργειών, οι αναπτυσσόμενες χώρες αντιμετωπίζουν συχνά προκλήσεις στην προστασία των καλλιεργειών τροφίμων που αποθηκεύονται σε παραδοσιακές εγκαταστάσεις, με αποτέλεσμα τη σημαντική απώλεια γεωργικών προϊόντων, όπως ρύζι και καλαμπόκι. Η ζημία από τα ποντίκια αποτελεί ένα συγκεκριμένο πρόβλημα που απαιτεί προσοχή. Οι ερευνητές προτείνουν την ενσωμάτωση του IIoT και των έξυπνων γεωργικών συστημάτων για να αντιμετωπίσουν αυτά τα ζητήματα και να υποστηρίξουν τους αγρότες με δεδομένα παρακολούθησης για τον έλεγχο των ποντικών.

Η ενσωμάτωση των υλικών πόρων χρησιμοποιώντας τεχνολογία οπτικοποίησης μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη διανομή πόρων, έλεγχο και ισορροπία φορτίου, βελτιώνοντας τελικά την αποδοτικότητα. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές αισθητήρων, όπως το RFID και η ασύρματη επικοινωνία, μπορούν να συλλέγουν μεγάλο όγκο δεδομένων, τα οποία στη συνέχεια ενσωματώνονται σε ένα νέφος πληροφοριών για να δημιουργηθούν έξυπνες γεωργικές συσκευές.

Η συλλογή δεδομένων είναι ένα κρίσιμο κομμάτι των συσκευών ασφαλείας. Οι αισθητήρες συγκεντρώνουν τις πληροφορίες, οι οποίες στη συνέχεια μεταδίδονται σε ένα διακομιστή ή

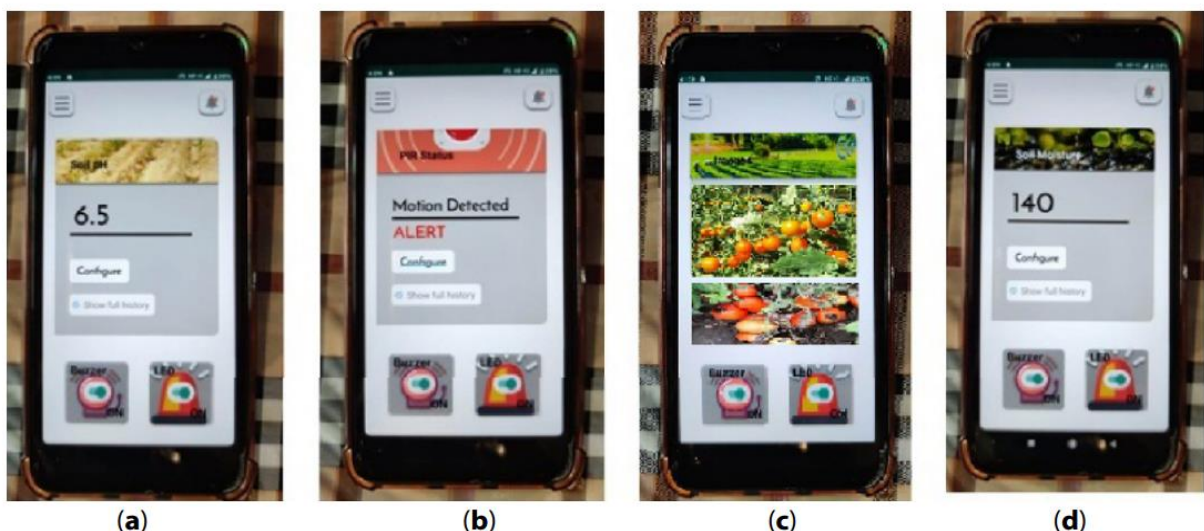


Figure 8.4 Snapshots of readings of sensors: (a) pH reading of soil using ph sensor; (b) motion detected alert using PIR sensor; (c) images clicked using RGB-D sensor, (d) soil moisture reading using capacitance dielectric soil moisture sensor.

σε ένα IIoT βασισμένο πλαίσιο M2M. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να αποκτηθούν

απομακρυσμένα για περαιτέρω επεξεργασία και παρακολούθηση. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα πλαίσια IoT για να διευκολύνει την προβολή, την αντιμετώπιση και την αλληλεπίδραση των δεδομένων. Το σύστημα παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα εγγραφής αισθητήρων, δημιουργίας ροών δεδομένων και επεξεργασίας δεδομένων, βελτιώνοντας τη συνολική λειτουργικότητα των συστημάτων ασφαλείας.

Το προτεινόμενο σύστημα θα παρέχει ασφάλεια για τα γεωργικά προϊόντα παρακολουθώντας τα πεδία και τις περιοχές αποθήκευσης σιτηρών. Θα ανιχνεύει και θα ειδοποιεί τους χρήστες για γεγονότα όπως πυρκαγιές ή κινήσεις εισβολέα και θα λαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα για τη μείωση αυτών των προβλημάτων. Το σύστημα θα αναλύει επίσης τα δεδομένα και θα μεταδίδει πληροφορίες σε ένα νέφος μέσω ενός Raspberry Pi, καθιστώντας το προσβάσιμο στους τελικούς χρήστες.

Συνολικά, το προτεινόμενο έξυπνο σύστημα ασφαλείας για τη γεωργία αξιοποιεί τεχνολογίες IoT και M2M για να βελτώσει την ασφάλεια των γεωργικών προϊόντων και των περιοχών αποθήκευσης. Μέσω της ενσωμάτωσης διαφόρων αισθητήρων και τεχνικών ανάλυσης δεδομένων, αυτό το σύστημα στοχεύει στο να ελαχιστοποιήσει τις απώλειες και να βελτιώσει τη συνολική αποδοτικότητα της γεωργικής ασφαλείας.

Τα χρησιμοποιούμενα εξαρτήματα είναι:

1. Raspberry Pi 2 Model B+
2. Αισθητήρας PIR
3. Αισθητήρας υπερήχων

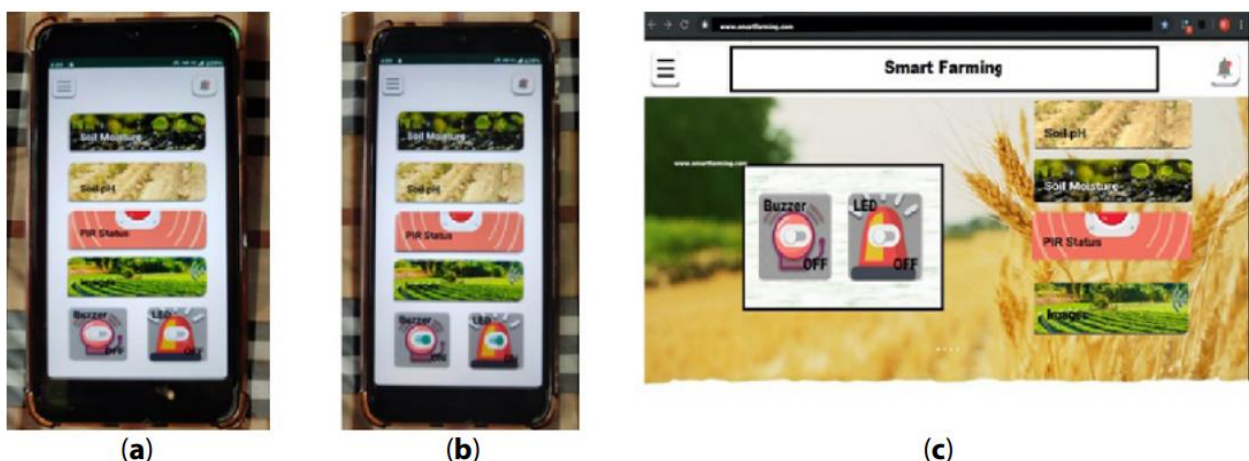


Figure 8.3 Snapshots of (a) home screen of phone application when buzzer and LED OFF; (b) the home screen of phone application when buzzer and LED ON (c) home screen of the website.

4. Web κάμερα

5. Απωθητής υπερήχων

Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται:

1. IIoT πλατφόρμα για υπηρεσίες M2M
2. Raspbian Java
3. Βασισμένο σε Linux λειτουργικό σύστημα Raspbian (Jessie Debian)

9. Smart Security for agriculture using IIoT

Η προτεινόμενη λύση εισάγει ένα προτεινόμενο σύστημα που ενσωματώνει τεχνολογίες IIoT και cloud computing για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της εισβολής των τρωκτικών ζώων και να ενισχύσει την ασφάλεια στη γεωργία. Το σύστημα στοχεύει στην ανάπτυξη μιας έξυπνης λύσης ασφαλείας που αποτρέπει την είσοδο των ζώων στις φάρμες χρησιμοποιώντας περιφράξεις που ανήκουν στον κάτοχο της φάρμας. Αναμένεται ότι αυτή η λύση θα προστατεύσει τις καλλιέργειες από τη ζημιά και, στη συνέχεια, θα αυξήσει την παραγωγή των καλλιεργειών.

Συστατικά και Χαρακτηριστικά του Συστήματος:

Το προτεινόμενο σύστημα αποτελείται από διάφορα υλικά συστατικά όπως αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες υγρασίας, αισθητήρες υγρασίας, αισθητήρες εμποδίων (υπερήχων), Raspberry Pi και ηλεκτρικές περιφράξεις.

Το Raspberry Pi δρα ως η κεντρική μονάδα επεξεργασίας και συνδέει τους διάφορους αισθητήρες και συσκευές.

Το σύστημα στοχεύει στην ανίχνευση των ζώων και στην ενεργοποίηση προστατευτικών μηχανισμών όπως συναγερμοί, φώτα και απωθητικές συσκευές.

Το σύστημα χρησιμοποιεί το cloud computing και τις πλατφόρμες IIoT για την ανάλυση των δεδομένων και τη μετάδοση πληροφοριών σε απομακρυσμένη τοποθεσία, επιτρέποντας την παρακολούθηση και τον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο.

Οφέλη και Εφαρμογές:

Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών IIoT και cloud computing στη γεωργία προσφέρει πολλαπλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της αποτελεσματικής χρήσης των πόρων, της μείωσης των δαπανών, της παρακολούθησης των κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων και των έξυπνων θερμοκηπίων.

Η εφαρμογή του συστήματος περιλαμβάνει την παρακολούθηση της ποιότητας του νερού, των συστατικών του εδάφους, της υγρασίας και των συστημάτων άρδευσης, καθώς και την παρακολούθηση ασθενειών και εντόμων.

Προκλήσεις

Συζητούνται προκλήσεις που σχετίζονται με την υιοθέτηση του IoT στη γεωργία στην Ινδία, συμπεριλαμβανομένων θεμάτων πρόσβασης στο διαδίκτυο και ευαισθητοποίησης των καταναλωτών.

Τονίζεται ότι υπάρχουν δυνατά οφέλη του συνδυασμού του IoT με το cloud computing για την παροχή προσιτών και αποδοτικών λύσεων στους αγρότες της Ινδίας.

Συμπέρασμα: συμπεριλαμβάνοντας τη σημασία του προτεινόμενου συστήματος για την αντιμετώπιση του προβλήματος της εισβολής των τρωκτικών ζώων στη γεωργία. Το δυναμικό του συστήματος για την ενίσχυση της προστασίας των καλλιεργειών, την αύξηση της παραγωγής και την παροχή προσιτών λύσεων στους αγρότες αναδεικνύεται.

Εδώ είναι μια ανάλυση των υλικών συστατικών:

1. **Αισθητήρας Θερμοκρασίας LM35:** Ο LM35 είναι ένας υψηλής ακρίβειας αισθητήρας θερμοκρασίας που παρέχει ένα επιστραμμένο τάσης που είναι απευθείας ανάλογη με τη θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου. Δεν απαιτεί εξωτερική βαθμονόμηση και είναι οικονομικός. Ο LM35 έχει χαμηλή εξόδου και γραμμική απόκριση εξόδου. Η θερμοκρασιακή του περιοχή λειτουργίας είναι από -55°C έως +150°C.
2. **Αισθητήρας Υγρασίας:** Ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους μετρά το περιεχόμενο νερού στο έδαφος. Χρησιμοποιεί την αρχή της ηλεκτρικής αντίστασης του εδάφους, η οποία αλλάζει με την υγρασία. Η σχέση μεταξύ της μετρούμενης ιδιότητας και της υγρασίας του εδάφους προσαρμόζεται βάσει περιβαλλοντικών παραγόντων όπως η θερμοκρασία, ο τύπος του εδάφους και η αγωγιμότητα. Αυτός ο αισθητήρας ανιχνεύει τα επίπεδα υγρασίας στο χωράφι και μεταδίδει αυτές τις πληροφορίες στο μικροελεγκτή για τον έλεγχο ενεργειών, όπως η ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των αντλιών νερού.
3. **Αισθητήρας Υγρασίας (DHT11):** Ο DHT11 είναι ένας φθηνός ψηφιακός αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας. Παρέχει ψηφιακή έξοδο, εξαλείφοντας την ανάγκη για αλγόριθμους μετατροπής στον ADC του μικροελεγκτή. Ο αισθητήρας χρησιμοποιεί έναν χωρητικό στοιχείο για τη μέτρηση της υγρασίας. Έχει τον περιορισμό ότι μπορεί να παρέχει νέα δεδομένα μόνο κάθε λίγα δευτερόλεπτα.
4. **Αισθητήρας Εμποδίων (Υπερηχητικός):** Ο υπερηχητικός αισθητήρας ανιχνεύει εμπόδια χρησιμοποιώντας ηχητικά κύματα και τις ιδιότητες ανακλάσεων τους. Αποτελείται από έναν υπερηχητικό πομπό και έναν υπερηχητικό δέκτη. Ο πομπός εκπέμπει έναν ήχο στα 40 KHz, ο οποίος ανακλάται από εμπόδια και ανιχνεύεται από

τον δέκτη. Ο χρόνος που απαιτείται για το ανακλώμενο κύμα να επιστρέψει χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απόστασης από το εμπόδιο. Αυτός ο αισθητήρας χρησιμοποιείται για την ανίχνευση εμποδίων, όπως σε ένα κινητό ρομπότ ή ως αισθητήρας κίνησης για σκοπούς ασφαλείας.

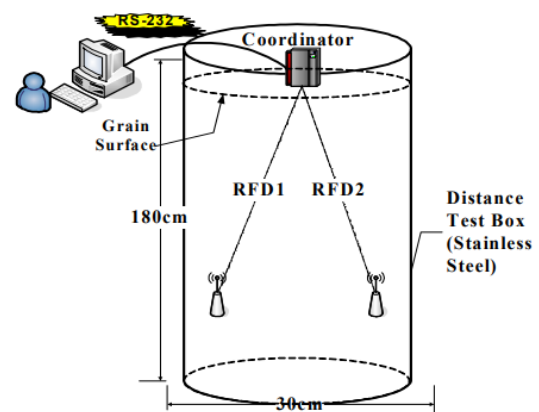
5. **Raspberry Pi:** Το Raspberry Pi είναι ένας συμπαγής υπολογιστής που διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στο προτεινόμενο σύστημα. Επιτρέπει τη σύνδεση στο διαδίκτυο και επιτρέπει συστήματα αυτοματισμού να συνδεθούν με απομακρυσμένες συσκευές. Το Raspberry Pi Model 3B, με την τετραπύρηνη CPU ARM Cortex-A53, μνήμη RAM, ακροδέκτες GPIO, θύρες USB και άλλα χαρακτηριστικά, χρησιμοποιείται σε αυτό το πλαίσιο.
6. **Λειτουργικό Σύστημα Raspbian:** Το Raspbian είναι ένα δωρεάν και ανοιχτού κώδικα λειτουργικό σύστημα που έχει βελτιστοποιηθεί για το Raspberry Pi. Παρέχει μια συλλογή προγραμμάτων και εργαλείων που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του Raspberry Pi. Το Raspbian περιλαμβάνει μια ευρεία γκάμα προεγκατεστημένων πακέτων λογισμικού, κάνοντας την εγκατάσταση εύκολη. Το λειτουργικό σύστημα εξελίσσεται διαρκώς για τη βελτίωση της απόδοσης και της σταθερότητας.

Αυτά τα υλικά συνδυάζονται για την ανάπτυξη ενός συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορες εφαρμογές, όπως η γεωργία και η ασφάλεια.

10. A Real-time Monitoring and Controlling System for Grain Storage with ZigBee Sensor Network

Αυτή η μελέτη επικεντρώνεται στην ανάπτυξη και δοκιμή ενός συστήματος πραγματικού χρόνου για την παρακολούθηση και έλεγχο της αποθήκευσης σιτηρών. Το σύστημα χρησιμοποιεί τεχνολογία ZigBee λόγω της αξιοπιστίας της, του κόστους, της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και της γρήγορης δημιουργίας δικτύου. Το σύστημα περιλαμβάνει έναν υπολογιστή-οικοδεσπότη, λογισμικό διαχείρισης δεδομένων και έλεγχου βασισμένο στο LabWindows/CVI και ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee. Αυτό το δίκτυο σχεδιάστηκε για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης μέσα στην αποθήκευση των σιτηρών, επιτρέποντας την έγκαιρη εξαερισμό και αποτρέποντας προβλήματα όπως η ανάπτυξη μικροβίων και η επιδρομή εντόμων.

Η τεχνολογία ZigBee επιλέγεται λόγω της καταλληλότητάς της για ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, προσφέροντας χαμηλή κατανάλωση



ενέργειας και γρήγορη δημιουργία δικτύου. Το δίκτυο ZigBee αποτελείται από συντονιστή, δρομολογητή και τέλος συσκευές για τη συλλογή δεδομένων και τον έλεγχο. Η υλικού των αισθητήρων ZigBee (Tech2) αναλύεται αναλυτικά, με έμφαση στον μικροελεγκτή, τον ασύρματο πομποδέκτη RF και τους διάφορους αισθητήρες. Αυτό το σύστημα ενσωματώνει επίσης έναν αποδοτικό μετατροπέα DC-DC για την τροφοδοσία ενέργειας του κόμβου.

Το σύστημα διαχείρισης και έλεγχος δεδομένων, αναπτυγμένο με τη χρήση του LabWindows/CVI, εκτελεί εργασίες όπως η πραγματικού χρόνου εμφάνιση δεδομένων, η αποστολή εντολών ελέγχου, η διαχείριση δεδομένων και η υλοποίηση στρατηγικής εξαερισμού. Επικοινωνεί αποτελεσματικά με τους κόμβους ZigBee και διατηρεί μια βάση δεδομένων για την αποθήκευση δεδομένων.

Η μελέτη παρουσιάζει πειράματα που διεξήχθησαν για τον προσδιορισμό της απόστασης μετάδοσης του Tech2 μέσα στην αποθήκευση σιτηρών. Χρησιμοποιεί την τεχνολογία Received Signal Strength Indication (RSSI) για να εκτιμήσει την απόσταση και αξιολογεί την αξιοπιστία των κόμβων. Τα αποτελέσματα δείχνουν μια επικοινωνιακή απόσταση περίπου 115 εκατοστών για τους κόμβους Tech2 μέσα στον σιτηρό.

Επιπλέον, η μελέτη αναφέρεται στον εκτιμώμενο χρόνο ζωής του κόμβου, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες λειτουργικές καταστάσεις και κατανάλωση ενέργειας. Ο εκτιμώμενος χρόνος ζωής του κόμβου υποδηλώνει ότι αυτό το σύστημα μπορεί να προσφέρει μια πρακτική λύση για την παρακολούθηση της αποθήκευσης σιτηρών σε πραγματικό χρόνο.

Σε συμπέρασμα, το σύστημα βασισμένο στην τεχνολογία ZigBee προσφέρει μια αποτελεσματική λύση για την παρακολούθηση και έλεγχο της αποθήκευσης σιτηρών σε πραγματικό χρόνο. Μελλοντικές εργασίες περιλαμβάνουν τη βελτιστοποίηση του ασύρματου δικτύου, την ενίσχυση των αποστάσεων μετάδοσης και την ανάπτυξη μηχανισμών βελτιστοποίησης δρομολόγησης.

11. Intelligent system for monitoring and controlling of the Grain condition based on ARM9

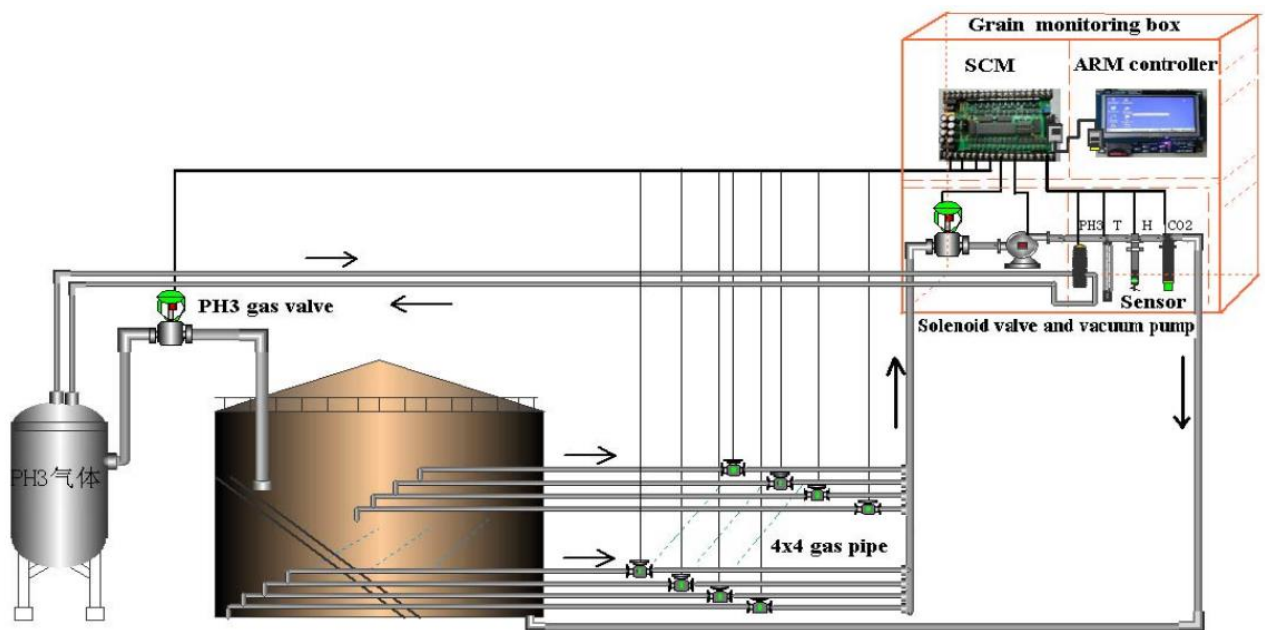
Το άρθρο περιγράφει το σχεδιασμό ενός εξυπνού συστήματος για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συνθηκών των σιτηρών. Το σύστημα βασίζεται σε ένα ενσωματωμένο πυρήνα ARM9 και χρησιμοποιεί ένα μικροελεγκτή ενιαίας τσιπ (SCM) για τον έλεγχο της χαμηλής μηχανής. Συλλέγει δεδομένα για τις περιβαλλοντικές συνθήκες των σιτηρών, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα, χρησιμοποιώντας πολλαπλούς αισθητήρες. Στη συνέχεια, επεξεργάζεται αυτά τα δεδομένα μέσω πολυπεριοχικής συνένωσης πληροφοριών και προβλέπει τις συνθήκες των σιτηρών χρησιμοποιώντας ένα νευρικό δίκτυο BP. Το άρθρο συζητά επίσης τον σχεδιασμό του κυκλώματος υλικού και τις αρχές της πολυπεριοχικής συνενώσεως βαρών.

Βασικά συστατικά και έννοιες που συζητούνται στο άρθρο περιλαμβάνουν:

1. Υλικά Υπολογιστών: Το σύστημα βασίζεται σε έναν επεξεργαστή ARM9, τον Samsung-S3C2440A, ο οποίος ρυθμίζεται με ένα ενσωματωμένο λειτουργικό σύστημα WinCE. Διαθέτει διάφορα διεπαφές για οθόνες LCD, κάρτες SD, επικοινωνία UART, μετατροπή A/D, USB, λεωφορίο IIC και λεωφορίο IIS.
2. Κύκλωμα Έλεγχου MCU: Αυτό το κύκλωμα χρησιμοποιεί τον SCM STC89C52/S52RC για τον έλεγχο σε χαμηλό επίπεδο. Συνδέεται με συσκευές όπως αντλίες κενού, ηλεκτροβαλβίδες και ρελέ για τον έλεγχο του περιβάλλοντος αποθήκευσης σιτηρών.
3. Συλλογή Πληροφοριών για τα Σιτηρά: Το σύστημα περιλαμβάνει αισθητήρες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας χρησιμοποιεί πλατίνης αντίστασης (Pt100), και η υγρασία μετράται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της υγρής και ξηρής λυγαριάς. Το CO₂ ανιχνεύεται χρησιμοποιώντας έναν αναλογικό αισθητήρα GM811.
4. Κύκλωμα Δύο Σταδίων Ενίσχυσης: Ένα κύκλωμα προενίσχυσης χρησιμοποιείται για την ενίσχυση των αναλογικών σημάτων από τους αισθητήρες. Ακολουθείται από ένα φίλτρο περιοχής πέρασης για να αποτραπεί η αυτοδιέγερση που προκαλείται από μονοστάδια υψηλής ενίσχυσης.
5. Συλλογή και Συνένωση Δεδομένων: Τα συλλεγμένα δεδομένα από πολλούς αισθητήρες και περιοχές συνενώνονται για να προστεθούν ακριβέστερα αποτελέσματα από ό,τι μια απλή αριθμητική μέση. Το σύστημα διαιρείται σε 16 περιοχές, και τα δεδομένα συλλέγονται και αναλύονται για να επιτευχθούν αξιόπιστες μετρήσεις.
6. Νευρικό Δίκτυο BP: Ένα νευρικό δίκτυο Back Propagation (BP) χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη των συνθηκών των σιτηρών με βάση τα δεδομένα που συνενώνονται. Το δίκτυο αποτελείται από επίπεδα εισόδου για παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η συγκέντρωση CO₂, κρυφά επίπεδα για την επεξεργασία και επίπεδα εξόδου για δείκτες ασφαλείας.

7. Ρυθμίσεις Συστήματος και Συλλογή: Το σύστημα προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας το VC++ και την εφαρμογή MFC βασισμένη στο λειτουργικό σύστημα Windows CE. Παρέχει ρυθμίσεις για τους χρόνους συλλογής δεδομένων και τις μεθόδους και εμφανίζει τα συλλεγμένα δεδομένα.

8. Προβλεπόμενα Αποτελέσματα: Το άρθρο παρουσιάζει προβλεπόμενα αποτελέσματα για τις συνθήκες των σιτηρών χρησιμοποιώντας το προτεινόμενο σύστημα και τα συγκρίνει με μια συμβατική μέθοδο. Το προτεινόμενο σύστημα επιδεικνύει υψηλότερη ακρίβεια και μικρότερα σφάλματα πρόβλεψης σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους.



Συνοψίζοντας, το άρθρο περιγράφει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός έξυπνού συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου των συνθηκών των σιτηρών, περιλαμβάνοντας συστατικά υλικού, συλλογή δεδομένων, σύντηξη και πρόβλεψη χρησιμοποιώντας ένα νευρικό δίκτυο. Το σύστημα προσφέρει αυξημένη ακρίβεια σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους παρακολούθησης σιτηρών.

12. ControlLogix-based Large Bulk Grain Silos Control System Design

Αυτή η μελέτη επικεντρώνεται στη βελτίωση του ελέγχου των συστημάτων μεγάλης χωρητικότητας σιλό για σιτηρά, τα οποία περιλαμβάνουν πολλές συσκευές και πολύπλοκες ροές ελέγχου. Για να αντιμετωπίσει αυτήν την πολυπλοκότητα, η μελέτη προτείνει μια δομημένη προσέγγιση σχεδιασμού προγραμμάτων χρησιμοποιώντας το σύστημα ControlLogix ως πλατφόρμα λειτουργίας. Επιπλέον, παρουσιάζεται ένας έξυπνος τρόπος επιλογής της ροής βάσει ενός πίνακα ροής για την απλοποίηση της επιλογής της ροής ελέγχου. Αυτή η μέθοδος βελτιώνει την αναγνωσιμότητα του κώδικα και επιτρέπει τον ομαλό έλεγχο ακολουθίας για εξοπλισμό μεγάλης κλίμακας. Το λογισμικό iFIX χρησιμοποιείται για την υλοποίηση διάφορων λειτουργιών, συμπεριλαμβανομένης της επιλογής ροής, της έναρξης, της διακοπής, της αναστολής και της πραγματικής χρονικής παρακολούθησης.

Βασικά σημεία και στοιχεία:

Εισαγωγή: Τα σιλό μεγάλης χωρητικότητας για σιτηρά διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στους σύγχρονους λιμένες, αλλά τα συστήματα ελέγχου τους έχουν γίνει όλο και πιο πολύπλοκα λόγω της οικονομικής ανάπτυξης. Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις προγραμματισμού είναι δύσκολες στη χρήση λόγω της πολύπλοκης λογικής και των αλληλεξαρτήσεων των συσκευών.

Δομημένος Σχεδιασμός Προγραμμάτων: Η μελέτη υιοθετεί μια δομημένη προσέγγιση σχεδιασμού προγραμμάτων για να βελτιώσει την modularität και την ιεραρχία στην υλοποίηση λογισμικού. Διασπά τις ελεγχόμενες λειτουργίες σε διαδικασίες ροής, επικεντρώνοντας στην επιλογή, την έναρξη, την εκτέλεση, τη διακοπή και την αναστολή των ροών.

Αρχιτεκτονική Ελέγχου Τριών Επιπέδων: Εφαρμόζεται μια αρχιτεκτονική ελέγχου τριών επιπέδων, που αποτελείται από το επίπεδο ελέγχου της συσκευής, το αυτόματο ελεγκτικό επίπεδο και το επίπεδο ελέγχου ροής. Αυτή η αρχιτεκτονική βοηθά στη διαχείριση αποτελεσματικά των πολύπλοκων ροών διαδικασίας.

Επιλογή Ελέγχου Ροής: Το κλειδί για τον αποτελεσματικό έλεγχο είναι η επιλογή της κατάλληλης διαδρομής ροής. Η μελέτη παρουσιάζει μια έξυπνη μέθοδο επιλογής ροής χρησιμοποιώντας έναν πίνακα ροής. Αυτή η μέθοδος είναι πλεονεκτική για συστήματα με πολλές συσκευές και πολύπλοκες εξαρτήσεις.

Σύστημα Παρακολούθησης Ροής: Οι υλικοί παράγοντες του συστήματος παρακολούθησης περιλαμβάνουν γραφικούς υπολογιστές που συνδέονται με τον κύριο διακομιστή μέσω Ethernet. Η απόκτηση δεδομένων πραγματοποιείται μέσω του λογισμικού διαμόρφωσης iFIX, το οποίο υποστηρίζει πολλαπλές εργασίες και πολλές πλατφόρμες, εξασφαλίζοντας την έγκαιρη και ανοιχτή λειτουργία.

Λειτουργία Εικονικής Προβολής: Το λογισμικό iFIX παρέχει γραφικές προβολές που προσομοιώνουν τις λειτουργικές διαδικασίες του συστήματος και την κατάσταση των ελεγχόμενων συσκευών με ανιμέιτεντ τρόπο. Η εκτέλεση της ροής παρουσιάζεται μέσα από τρία επίπεδα καρτέ, επιτρέποντας την εύκολη παρακολούθηση.

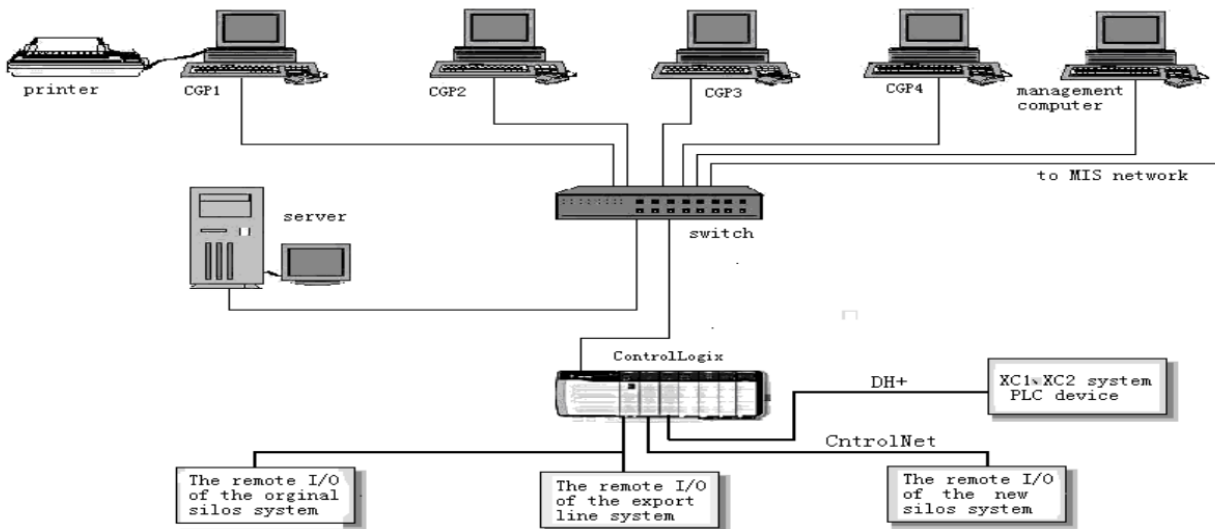


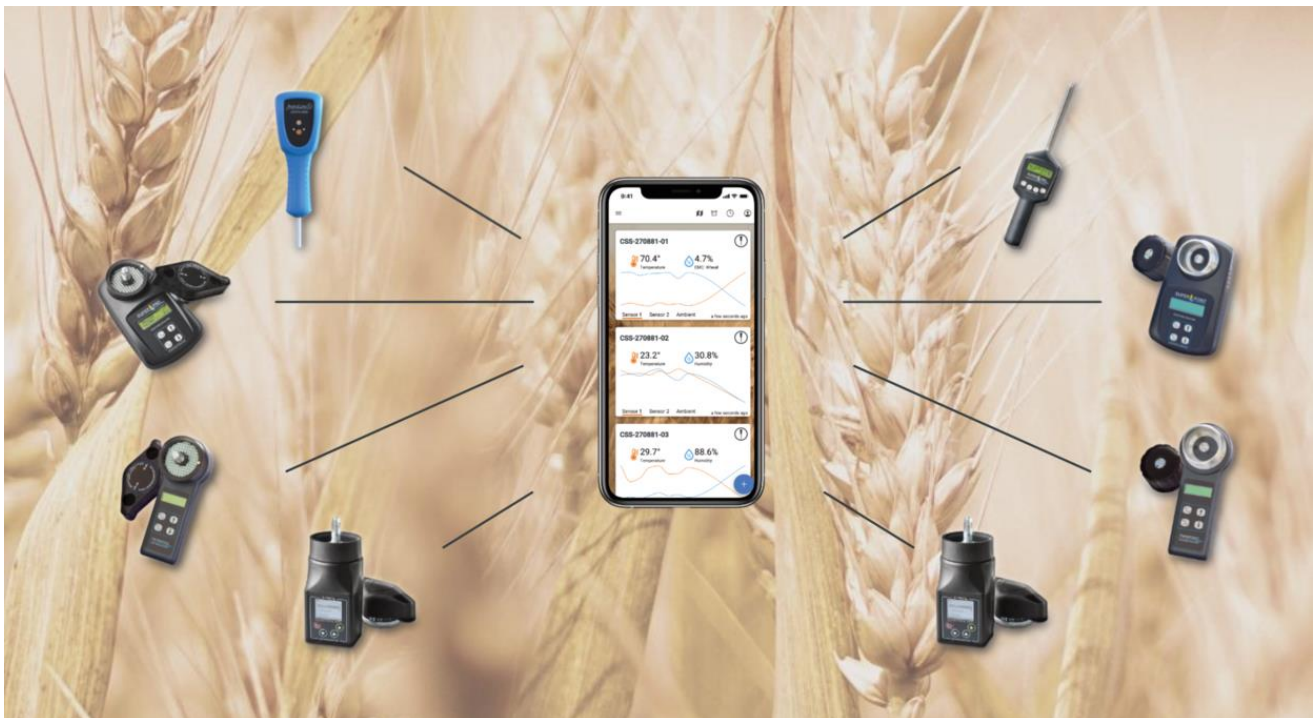
Figure 1. The Network Structure of the Control System

Κύριες Λειτουργίες του Συστήματος Παρακολούθησης Ροής: Το σύστημα προσφέρει λειτουργίες έλεγχου εκτέλεσης (π.χ. επιλογή ροής και εκκίνηση/διακοπή), λειτουργίες απόδοσης (εμφάνιση κατάστασης συσκευής), λειτουργίες ειδοποίησης και ερωτήματος κατάστασης (έλεγχος κατάστασης συσκευής και ειδοποίηση) και λειτουργίες δημιουργίας φύλλου αναφοράς (αυτόματη δημιουργία φύλλου αναφοράς).

Συμπέρασμα:

Αυτή η μελέτη δείχνει την αποτελεσματικότητα του συστήματος ControlLogix και της δομημένης προσέγγισης σχεδιασμού προγραμμάτων στη διαχείριση πολύπλοκων συστημάτων μεγάλης χωρητικότητας για σιτηρά. Η έξυπνη μέθοδος επιλογής διαδρομής ροής βάσει πίνακα ροής απλοποιεί σημαντικά τις λειτουργίες ελέγχου σε συστήματα με πολλές συσκευές και περίπλοκες εξαρτήσεις. Επιπλέον, το λογισμικό διαμόρφωσης iFIX διαδραματίζει καίριο ρόλο στην απόκτηση δεδομένων και την οπτικοποίηση.

AGROLOG APP



Η εφαρμογή AgroLog προέρχεται από την ιδέα της προσαρμογής του λογισμικού συστήματος παρακολούθησης δεξαμενών σιτηρών στις ανάγκες των αγροτών. Για το λόγο αυτό, αναπτύχθηκε η εφαρμογή AgroLog για την ικανοποίηση των αναγκών των αγροτών.

Με την εφαρμογή δίνεται πάντα η δυνατότητα για τον έλεγχο των προϊόντων και του αποθηκευτικού χώρου, λαμβάνονται πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και μια ιστορική επισκόπηση των καλλιεργειών. Διότι οι αγρότες πρέπει να μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις γρήγορα και αποτελεσματικά και αυτό είναι δυνατό με την εφαρμογή AgroLog.

Ανεξάρτητα την τοποθεσία που βρίσκεται ο αγρότης, όλα είναι προσβάσιμα μέσω του smartphone του. Έχει πρόσβαση σε όλα τα προϊόντα σε μια ενιαία πλατφόρμα.

Με δυνατότητα δημιουργίας της δικής σου πλατφόρμας. Η εφαρμογή AgroLog έχει φιλική διεπαφή χρήστη, είναι διαδραστική. Επιπλέον, είναι κατασκευασμένη τόσο για iOS όσο και για Android.

Εύχρηστο

Μπορεί ο αγρότης να ορίσει ειδοποιήσεις για τα όρια θερμοκρασίας και υγρασίας. Αυτό σημαίνει ότι μόλις ενεργοποιηθεί το αλάρμ, λαμβάνετε ένα SMS ή email. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγετε κάθε είδους ζημιά στις καλλιεργειές σας.

Ευφύες σύστημα διαχείρισης της αποθήκευσης σιτηρών αξιοποιώντας IIoT

...



Τύποι Αισθητήρων:

➤ Παρακολούθηση Θερμοκρασίας

➤ Αισθητήρες θερμοκρασίας για τις αποθήκες σίτου

Αποφύγετε την φθορά του σιταριού ανιχνεύοντας θερμά σημεία

- ❖ Ελέγχετε τη θερμοκρασία τακτικά μέχρι να επιτευχθούν οι στόχοι θερμοκρασίας. Χαμηλότερες θερμοκρασίες επιτρέπουν την αποθήκευση του σιτηρού σε υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία. Τα έντομα, οι μύκητες και οι μικροτοξίνες αναπτύσσονται σε υψηλές θερμοκρασίες.

➤ Παρακολούθηση Υγρασίας

➤ Αισθητήρες υγρασίας για το δοχείο σίτου

Για καλύτερη ποιότητα και ασφάλεια αποθήκευσης

- ❖ Τα συστήματα παρακολούθησης του σίτου μας προσφέρουν έλεγχο υγρασίας και συρρίκνωσης, μετρώντας το περιεχόμενο υγρασίας και τη θερμοκρασία σε αρκετά σημεία σε όλο τον σιλό.

➤ Παρακολούθηση Επιπέδου

Η παρακολούθηση των αποθεμάτων στους σιλό είναι σημαντικό μέρος

Χρησιμοποιώντας το Λογισμικό AgroLog και τον αυτόματο μηχανικό αισθητήρα

επιπέδου μας, είναι εύκολο να γνωρίζετε πού βρίσκονται τα υλικά και πόσα υπάρχουν.

➤ Έλεγχος Αερισμού

Ο αυτόματος έλεγχος των ανεμιστήρων βελτιώνει την ποιότητα του σιτηρού

- ❖ Βελτιστοποιήστε την υγρασία και τη θερμοκρασία του σιτηρού. Αποφεύγετε τη συρρίκνωση. Η παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας μας σε συνδυασμό με δεδομένα θερμοκρασίας και υγρασίας από το περιβάλλον εκκινεί και σταματά αυτόματα τους ανεμιστήρες.

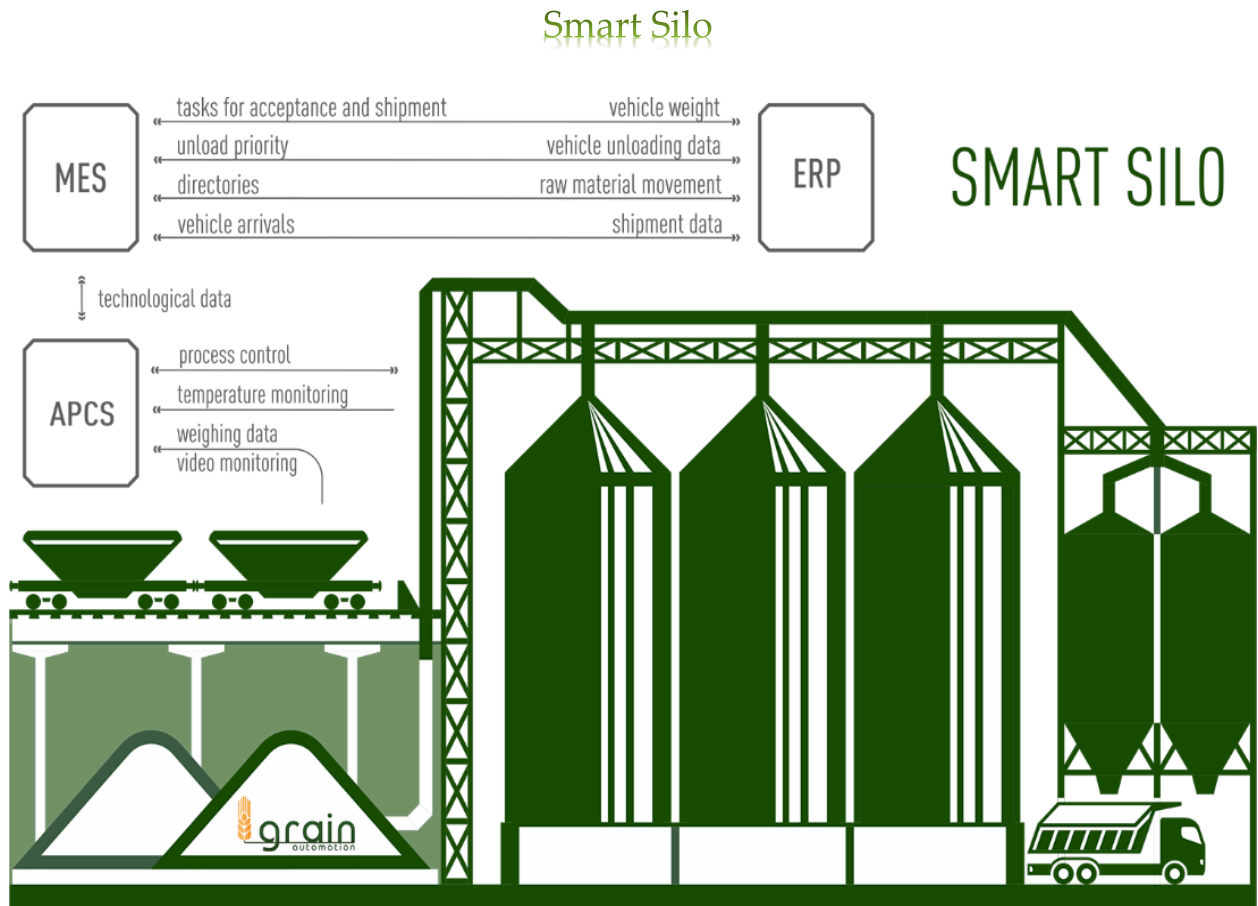
➤ Παρακολούθηση CO₂

➤ Οι αισθητήρες CO₂ μπορούν να παρέχουν πρόωρη ανίχνευση φθοράς

➤ έλεγχος co₂ στους σιλό σας

- ❖ Τα έντομα και οι μούχλες είναι οργανισμοί που αναπνέουν και εκπέμπουν CO₂. Το αέριο θα μεταβεί στον χώρο του σιλού λόγω της εσωτερικής ανοδικής ροής του αέρα
- ❖ Οι ανεμιστήρες εξαερισμού της οροφής ελέγχονται από δεδομένα του αισθητήρα του χώρου της κεφαλής και ο υδρατμός υπολογίζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία

- Παρακολούθηση Περιβάλλοντος
- Η παρακολούθηση των καιρικών συνθηκών παρέχει έλεγχο για τον αερισμό
 - ❖ Ο μετεωρολογικός σταθμός διατηρεί μόνιμη επίβλεψη των περιβαλλοντικών συνθηκών. Βεβαιωθείτε ότι χρησιμοποιείται μόνο αέρας με τις σωστές ιδιότητες για αερισμό.



Το σύστημα Smart Silo σας επιτρέπει να δημιουργήσετε και να συνδυάσετε όλα τα υποσυστήματα διαχείρισης:

- Σύστημα λογιστικής ERP,
- Συστήματα MES που δημιουργούν αλγόριθμους διαχείρισης της διαδικασίας παραγωγής,
- Αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου διαδικασιών:
 - παρακολούθηση του καταστρώματος,
 - αυτοματοποίηση των τοπικών βιομηχανικών διαδικασιών
(φόρτωση/εκφόρτωση σιτηρών, καθαρισμός, στεγνωτήριο, επεξεργασία),
 - σύστημα ελέγχου πρόσβασης,
 - βίντεο παρακολούθηση;
- Δεδομένα από αισθητήρες και συστήματα τρίτων.

Χαρακτηριστικά του συστήματος:

❖ ΕΞΥΠΝΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

Ανάλογα με τον τύπο και την ποιότητα των πρώτων υλών, το σύστημα θα προσφέρει την καλύτερη διαδρομή για τη μεταφορά τους στον αποθηκευτικό κάδο.

❖ ΠΟΛΛΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ

Ο χρόνος ανενεργότητας των μηχανημάτων μειώνεται δραστικά με τη δημιουργία αυτόματης λίστας εργασιών από τις διαδικασίες της αποδοχής, της επεξεργασίας και της αποστολής που πραγματοποιούνται ταυτόχρονα.

❖ ΧΩΡΙΣ ΛΑΘΗ

Η παράληψη μεταφοράς, η λήψη δειγμάτων, η αποδοχή πρώτων υλών και άλλες διαδικασίες πραγματοποιούνται άμεσα, χωρίς λάθη και αντιφάσεις που προκύπτουν από τον "ανθρώπινο παράγοντα".

❖ ΙΧΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ

Το σύστημα πραγματοποιεί τον λογιστικό έλεγχο παρτίδας, που επιτρέπει τον καθορισμό της ποσότητας και της ποιότητας των πρώτων υλών σε κάθε δεξαμενή αποθήκευσης.

❖ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όλα τα δεδομένα των διαδικασιών παραγωγής, των λειτουργιών και των προϊόντων καταγράφονται και είναι διαθέσιμα για περαιτέρω ανάλυση.

❖ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ

Τα συστήματα αυτοματισμού και παρακολούθησης των αποθηκών, τα σημεία έλεγχου βάρους και άλλα υποσυστήματα συνδυάζονται με το ανώτερο σύστημα λογιστικής για τη δημιουργία ενός ενιαίου περιβάλλοντος διαχείρισης.

Κεφάλαιο 3: Σχεδιασμός Ευφυούς Συστήματος

Ο Χρήστος ως ιδιοκτήτης πρέπει να έχει στο μυαλό του όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν το εργοστάσιο του. Χρειάζεται στατιστικά στοιχεία ανά τακτά διαστήματα για να κάνει προβλέψεις για μελλοντικές ενέργειες όπως παραγγελία νέων προμηθειών και πιθανή κοστολόγηση τους ανάλογα με την περσινή χρονιά.

Φέτος οι τιμές των σιτηρών παρουσιάζουν μεγάλη αύξηση, πρέπει να προσέξω την ποσότητα που θα παραγγείλω!

Κάθε χρόνο αχρηστεύονται μεγάλες ποσότητες σιταριού λόγω παρασίτων και υγρασίας στα σιλό!

Πόσο σιτάρι χρειαστήκαμε πέρσι τον Νοέμβριο για να καλύψουμε τις παραγγελίες μας?



Ο Χρήστος διαχειρίζεται όλα τα οικονομικά της εταιρείας και η λήψη σωστών αποφάσεων είναι ζωτικής σημασίας για την ομαλή λειτουργία της.

ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΤΗΤΑ

- Εργατικός
- Ηγετικός
- Οργανωτικός
- Υπεύθυνος
- Απαιτητικός

ΒΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ο Χρήστος συνεχίζει όπως και οι πρόγονοι του να δραστηριοποιείται στην βιομηχανία άλεσης σιτηρών την οποία κληρονόμησε από τον πατέρα του. Είναι ο επικεφαλής της επιχείρησης και λαμβάνει τις τελικές αποφάσεις. Η μόνιμη κατοικία του βρίσκεται σε ένα προάστιο λίγα χιλιόμετρα από την πόλη της Θεσσαλονίκης. Εκεί ζει με την γυναίκα και τα τρία παιδιά του.

Κίνητρα

ΕΠΙΠΤΩΣΗ

ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΟΥΛΕΙΑ

ΠΡΟΑΓΩΓΗ

ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Καπετάνιος Χρήστος

Επάγγελμα

Ιδιοκτήτης Βιομηχανίας

- Φύλο
Άντρας
- Οικογενειακή Κατάσταση
Έγγαμος
- Ηλικία
50
- Τοποθεσία
Θεσσαλονίκη

Στόχοι

- Διασφάλιση της καλύτερης απόδοσης της εταιρίας
- Ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στην εργοστασιακή μονάδα
- Μείωση σπατάλης πρώτης ύλης
- Οικονομική επένδυση σε τεχνολογίες

Απογοητεύσεις

- Έλλειψη γνώσεων σχετικά με τις νέες τεχνολογίες
- Έλλειψη χρόνου για έρευνα λόγω καθημερινών αρμοδιοτήτων
- Εκπαίδευση προσωπικού για την ένταξη τους στα νέα δεδομένα

User-personas-just in mind-Template

“Θέλω την καλύτερη δυνατή απόδοση της εταιρείας μου με τις πιο σύγχρονες πρακτικές μεθόδους”

Συμπεριφορά

Επίβλεψη διαδικασιών

Συντονισμός παραγωγής

Διόρθωση λαθών

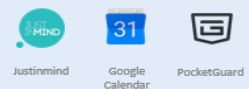
Συναντήσεις

Δοκιμή προϊόντος

Επιρροές

- Αξιοπιστία
- Οικονομία
- Τεχνολογία

Frequently used apps



Ευφρές σύστημα διαχείρισης της αποθήκευσης σιτηρών αξιοποιώντας IIoT

Ο Πέρης μέσω του υπολογιστή καθημερινά παρακολουθεί τις διαδικασίες προ καθαρισμού, παραπροϊόντων, καθαρισμού, μεταφοράς, εισαγωγής, άλεσης των σιτηρών στα μηχανήματα μέχρι την δημιουργία και συσκευασία του τελικού προϊόντος.



Πρέπει να επιβλέπω την διαδικασία και να δίνω έγκαιρα εντολές ώστε να εκτελεστούν οι παραγγελίες



Ο Πέρης πολλές φορές δεν γνωρίζει επακριβώς το επίπεδο που είναι γεμάτο το σιλό. Γνωρίζει μόνο αν είναι γεμάτο ή άδειο.



Πρέπει να δώσω εντολή για την άλεση. Πόσο σιτάρι να έχει όμως μέσα το σιλό?



© dreamstime.com

ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΤΗΤΑ

- Κοινωνικός
- Αυθόρμητος
- Ευδιάθετος
- Οργανωτικός
- Υπεύθυνος

ΒΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ο Πέρης εργάζεται ως μυλωνάς τα τελευταία 15 χρόνια σε μια βιομηχανία άλεσης σιτηρών. Κατοικεί σε ένα χωριό έξω από την πόλη της Θεσσαλονίκης με τα δύο παιδιά του και την γυναίκα του. Του αρέσει να περνάει χρόνο με την οικογένεια του και να κάνει βόλτες με το μηχανάκι του.

Κίνητρα

ΕΠΙΠΤΩΣΗ
ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΟΥΛΕΙΑ

ΠΡΟΑΓΩΓΗ
ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Στόχοι

- Επίβλεψη των αποθηκευτικών χώρων των σιτηρών σε πραγματικό χρόνο
- Ενημέρωση για επίπεδα υγρασίας και θερμοκρασίας στα σιλό για αποφυγή αλλοίωσης των πόρων
- Καλύτερη οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας

Απογοητεύσεις

- Ο επικεφαλής αποφασίζει για την ένταξη νέων συστημάτων
- Δεν γνωρίζω το επίπεδο του αποθέματος για να δώσω εντολή παραγγελίας
- Έλλειψη χρόνου για αλλαγές, καθώς ο πελάτης θα παραπονεθεί

User-personas-just in mind-Template

“Θέλω να συμβάλω στην καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των πόρων”

Συμπεριφορά

Επίβλεψη διαδικασιών
Συντονισμός παραγωγής
Διόρθωση λαθών
Συναντήσεις
Δοκιμή προϊόντος

Επιρροές

- Οικογένεια
- Τεχνολογία

Frequently used apps

JustInMind
Google Calendar
PocketGuard

Κατεπάνιος Πέρης

Επάγγελμα

Μυλωνάς

- Φύλο
Άντρας
- Ηλικία
43
- Οικογενειακή Κατάσταση
Έγγαμος
- Τοποθεσία
Θεσσαλονίκη

Τίτλος εργασίας- Μυλωνάς

Οι μυλωνάδες τείνουν να αλέθουν τις καλλιέργειες δημητριακών για να πάρουν αλεύρι. Ρυθμίζουν τη ροή των υλικών που πηγαίνουν στους μύλους και προσαρμόζουν το άλεσμα σε μια καθορισμένη λεπτότητα. Εξασφαλίζουν τη βασική συντήρηση και καθαρισμό του εξοπλισμού. Αξιολογούν το δείγμα του προϊόντος για να επαληθεύσουν τη λεπτότητα του άλεσης.

Μύλος δημητριακών

Καθήκοντα & Ευθύνες Εργαζομένων

- 1) Λειτουργία των μηχανών αποξήρανσης, αποφλοίωσης, διαχωρισμού και κυλίνδρου για την παραγωγή αλεύρι σίτου, σύμφωνα με τις προδιαγραφές.
- 2) Ρύθμιση των αγωγών και των βαλβίδων ώστε να ρυθμίζεται η ροή των κόκκων προς τις μηχανές.
- 3) Προσαρμογή της ροής του αέρα σε ξηρό κόκκο για τον καθορισμό της ικανότητας αποφλοίωσης.
- 4) Επίβλεψη της διαδικασίας αποφλοίωσης και προσαρμογή της ταχύτητας των μηχανών που αφαιρούν τον φλοιό του σίτου από το εσωτερικό.
- 5) Περιστροφή των βαλβίδων για να ρυθμιστεί η θερμοκρασία και η υγρασία καθώς και η τάση στα ρολά της μηχανής αποφλοίωσης, ανάλογα με το μέγεθος σκληρότητας του κόκκου.

3.1 Περιορισμοί της έρευνας

Η αρχική ιδέα για την υλοποίηση τους συστήματος ξεκίνησε με στόχο να εφαρμοσθεί το σύστημα σε μεταλλικό σιλό αποθήκευσης σιτηρών εκτός του εργοστασίου. Όπου εκεί υπήρχε ιδιαίτερη ανάγκη για επίβλεψη της κατάστασης καθώς δεν υπήρχαν καθόλου αισθητήρες μέτρησης της στάθμης της μεταλλικής δεξαμενής. Έχοντας επισκεφθεί τον χώρο διαπιστώθηκε ότι:

1. Το σιλό έχει ύψος 15 με 20 μέτρα
2. Δεν υπήρχε παροχή ρεύματος

Βάσει αυτών των δεδομένων, πρακτικά ήταν αδύνατον η εγκατάσταση του συστήματος στο μεταλλικό σιλό. Πρώτον, λόγω επικινδυνότητας αφού θα χρειαζόταν να σκαρφαλώσεις ως την κορυφή για την τοποθέτηση του συστήματος και δεύτερον ήταν ανέφικτο να φτάσει παροχή ρεύματος στο σημείο χωρίς την συμβολή κάποιου ειδικού τεχνικού.

Έχοντας λάβει υπόψη τα παραπάνω, πραγματοποιήθηκε έρευνα στα τιμμεντένια σιλό εντός του εργοστασίου τα οποία αποθηκεύουν και αυτά τα δημητριακά. Με την βοήθεια του μυλωνά του εργοστασίου, ανεβήκαμε στον κατάλληλο όροφο στον οποίο βρισκόταν η οροφή του σιλό. Διαπιστώθηκε η ύπαρξη τεχνολογιών στα σιλό.

3.1.1 Υπάρχουσα Τεχνολογία στο σιλό

Guided wave radar

Το ραντάρ κατευθυνόμενων κυμάτων (Guided wave radar) βασίζεται στην τεχνολογία μικροκυμάτων. Τα μικροκύματα επηρεάζονται μόνο από υλικά που αντανακλούν ενέργεια, πράγμα που σημαίνει ότι οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, η σκόνη, η πίεση και το ιξώδες δεν επηρεάζουν την ακρίβεια.

Η συσκευή στέλνει έναν παλμό μικροκυμάτων χαμηλής ενέργειας στον αισθητήρα ανίχνευσης δηλαδή το διευρυμένο κομμάτι της συσκευής. Όταν ο παλμός χτυπήσει το μέσο, ένα σημαντικό ποσοστό της ενέργειας ανακλάται πίσω από τον αισθητήρα στη συσκευή. Το επίπεδο είναι ευθέως ανάλογο με την ανακλασομετρία στο πεδίο του χρόνου. Επειδή ένα ποσοστό του εκπεμπόμενου παλμού θα συνεχίσει στον ανιχνευτή, μπορεί επίσης να ανιχνευθεί μια διαπαφή. Όπως και στην περίπτωση μας, όταν το σιτάρι ακουμπήσει τον αισθητήρα τότε ανιχνεύεται η στάθμη στο σιλό.



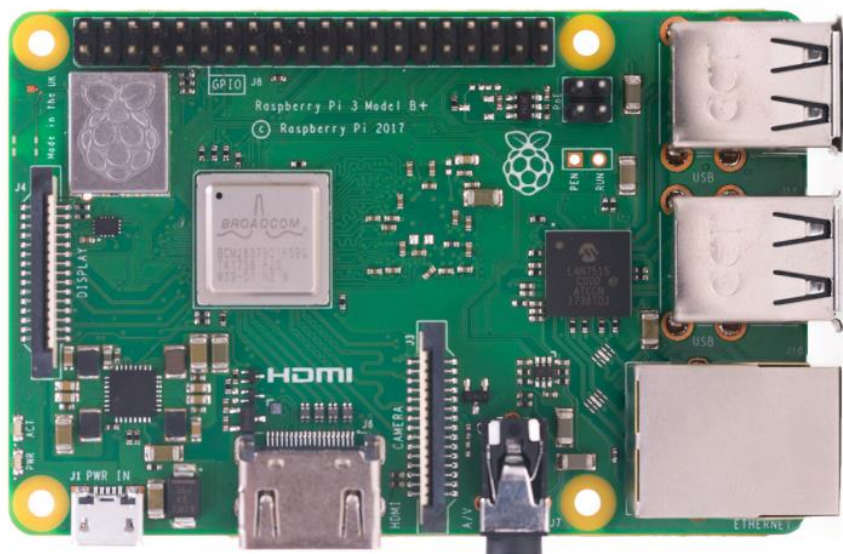
Εικόνα 7: Συσκευή ραντάρ κατευθυνόμενων κυμάτων
(<https://www.indiamart.com/proddetail/elgwr40-guided-wave-radar-level-transmitter-20160268188.html>)

Κάθε σιλό του εργοστασίου διαθέτει δύο ραντάρ κατευθυνόμενων κυμάτων, ένα στην κορυφή του και ένα στον πυθμένα του. Αυτή η τοποθέτηση συμβάλει έτσι ώστε ο χρήστης να διαπιστώνει αν το σιλό είναι πλήρες ή άδειο από σιτηρά. Συμπερασματικά, δεν διαθέτει πλήρη εικόνα για το επίπεδο που είναι γεμάτη η δεξαμενή.

3.2 Τεχνολογίες

3.2.1 Raspberry Pi 3 Model B+

Για τις ανάγκες του συστήματος της εφαρμογής θα χρησιμοποιηθεί ένα Raspberry Pi 3 Model B+. Το Raspberry Pi 3 Model B+ είναι ένας μικροεπεξεργαστής ένας οικονομικός υπολογιστής μεγέθους παλάμης. Αυτή η πλακέτα διαθέτει 4x θύρες USB, Θύρα Ethernet, δυνατότητα Wi-Fi, θύρα HDMI, υποδοχή κάρτας SD, και 40 pins. Εκτελεί μικρές λειτουργίες υπολογισμού και να



διαχείρισης συστημάτων. Είναι το πρωταρχικό συστατικό στον τομέα του ίντερνετ των πραγμάτων .

Το Raspberry Pi 3 είναι μια συσκευή που έχει την δυνατότητα σύνδεσης με αισθητήρες, και παράλληλα να συνδέεται ασύρματα με συστήματα λογισμικού.

Raspberry Pi 3 παρέχει μια περιστασιακή πλατφόρμα τιμών για διασύνδεση ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές συσκευές και πολυάριθμοι αισθητήρες σε ένα υπερβολικά περιβάλλον μέσω του δικτύου.

3.2.2 DHT22

Αισθητήρας DHT22: Είναι ένας αισθητήρας που μας βοηθά να αποτυπώσουμε αριθμητικά τη θερμοκρασία του αέρα καθώς και την υγρασία που υπάρχει στον αέρα στην έκτασή του, ψηφιακά. Ο αισθητήρας χρησιμοποιεί χωρητικούς αισθητήρες υγρασίας και θερμοκρασίας για να ποσοτικοποιήσει τις συνθήκες θερμοκρασίας περιβάλλοντος του περιβάλλοντός του. Το DHT22 αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια, τα οποία συγκρατούν ανάμεσά τους την υγρασία του υποστρώματος. Οποιαδήποτε αλλαγή στην υγρασία αντανακλά μια αλλαγή στο υπόστρωμα, η οποία μας βοηθά να διαβάσουμε το υγρασία.



Εικόνα 8:

<https://www.electronicshobby.com/dht22-temperature-humidity-sensor-module-india>

Specifications:

- Supply voltage: 5V
- Temperature range:-40-80°C resolution0.1°C error <±0.5°C
- Humidity range:0-100%RH resolution0.1%RH error±2%RH
- Sequence of the line:VCC,GND,S
- Size: 38 x 20mm

Pin Description:-

Pin 1: Power +Ve (5V Max wrt. GND)

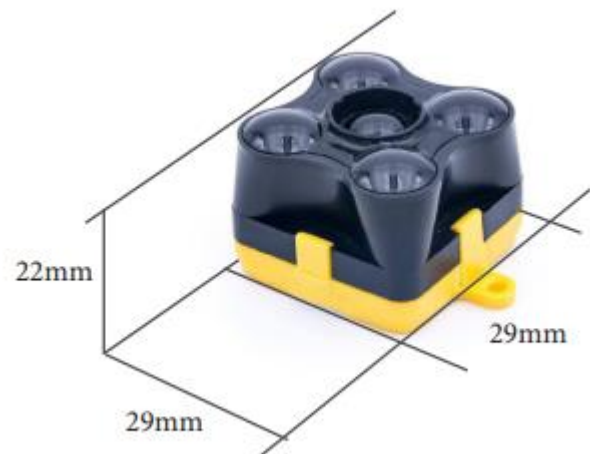
Pin 2: Digital I/O interface connected to microcontroller

Pin 3: Power Ground or Power -Ve

3.2.3 Tera evo terabee tof sensor

TeraRanger Evo 15μ

Με εμβέλεια 15 μέτρων σε ένα lightweight (12 γραμμάρια) και σχεδιασμό χαμηλού κόστους, TeraRanger Evo 15m παρέχει υψηλή απόδοση για ανίχνευση απόστασης στο μεσαίο εύρος. Είναι ιδανικό για ενσωμάτωση σε drone εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου, εφαρμογές ρομποτικής και παρακολούθησης επιπέδου.

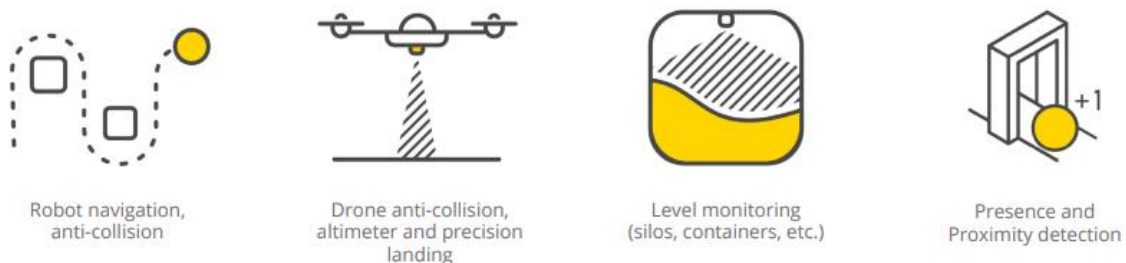


Εικόνα 9: Tera Evo 15m

Βασικά χαρακτηριστικά

Εφαρμογές

- Τεχνολογία Υπέρυθρων Time-of-Flight
- Έως 15 μέτρα εμβέλεια ανίχνευσης
- Μικρός και ελαφρύς σχεδιασμός (από 9 γραμμάρια)
- USB, I2C και UART clip-on και εναλλάξιμες διεπαφές
- Συμβατό με Arduino, Raspberry Pi, Pixhawk και ROS
- Λειτουργεί σε χαμηλό φωτισμό και απόλυτο σκοτάδι
- Σχεδιασμός προϊόντος βελτιστοποιημένος για OEM και εύκολη ενσωμάτωση



Εικόνα 10: εφαρμογες τερα ΠΗΓΗ

Σύστημα αποθήκευσης και οπτικοποίησης των δεδομένων με την χρήση goormide και graphana

GOORMIDE



Το GoormIDE (Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης) είναι ένα ανάπτυξης περιβάλλον βασισμένο στον νέφος και πλατφόρμα για προγραμματιστές λογισμικού. Παρέχει ένα online χώρο εργασίας όπου οι προγραμματιστές μπορούν να

γράφουν, επεξεργάζονται, δημιουργούν και εκτελούν κώδικα, να συνεργάζονται με μέλη της ομάδας τους και να έχουν πρόσβαση σε διάφορα εργαλεία και πόρους ανάπτυξης. Το GoormIDE στοχεύει στο να απλοποιήσει τη διαδικασία εγκατάστασης και ρύθμισης για περιβάλλοντα ανάπτυξης, καθιστώντας πιο εύκολο στους προγραμματιστές να ξεκινήσουν την προγραμματισμό χωρίς την ανάγκη να εγκαταστήσουν και να ρυθμίσουν λογισμικό τοπικά στους υπολογιστές τους.

Κύρια χαρακτηριστικά του GoormIDE περιλαμβάνουν:

1. Βασισμένο στο Νέφος: Τρέχει εξολοκλήρου στο νέφος, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να έχουν πρόσβαση στο περιβάλλον ανάπτυξής τους από οπουδήποτε υπάρχει σύνδεση στο Διαδίκτυο.
2. Υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών: Το GoormIDE υποστηρίζει πολλές γλώσσες προγραμματισμού, καθιστώντας το κατάλληλο για μια ευρεία γκάμα αναπτυξιακών έργων.
3. Ενσωματωμένα Εργαλεία: Περιλαμβάνει μια σειρά από ενσωματωμένα εργαλεία για επεξεργασία κώδικα, αποσφαλμάτωση και έλεγχο εκδόσεων, μειώνοντας την ανάγκη για εξωτερικά εργαλεία και ενσωματώσεις.
4. Συνεργασία: Οι προγραμματιστές μπορούν να συνεργάζονται σε πραγματικό χρόνο σε έργα, καθιστώντας το κατάλληλο για την ομαδική ανάπτυξη.
5. Εύκολη Ρύθμιση: Λόγω του ότι είναι βασισμένο στο νέφος, υπάρχει ελάχιστη ρύθμιση που απαιτείται και οι προγραμματιστές μπορούν να ξεκινήσουν γρήγορα.
6. Προσαρμογή: Οι χρήστες μπορούν να προσαρμόσουν τα περιβάλλοντα ανάπτυξής τους για να ταιριάζουν με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις τους.
7. Ενσωμάτωση: Το GoormIDE μπορεί να ενσωματώνεται με άλλες αναπτυξιακές πλατφόρμες και υπηρεσίες για να ενισχύσει τη λειτουργικότητά του.

Συνολικά, το GoormIDE σχεδιάστηκε για να προσφέρει ένα βολικό και προσβάσιμο περιβάλλον για τον προγραμματισμό και την ανάπτυξη λογισμικού, ιδιαίτερα για όσους προτιμούν λύσεις βασισμένες στο νέφος ή χρειάζονται μια απλή και αποδοτική ρύθμιση ανάπτυξης.

Grafana

Το Grafana είναι μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για την παρακολούθηση και την παρατήρηση. Χρησιμοποιείται ευρέως για την οπτικοποίηση και την ανάλυση δεδομένων από διάφορες πηγές, ιδίως δεδομένα χρονοσειράς. Το Grafana παρέχει μια ευέλικτη και φιλική προς τον χρήστη διεπαφή για τη δημιουργία διαδραστικών και προσαρμόσιμων πινάκων ελέγχου που εμφανίζουν τα δεδομένα σε μορφή γραφημάτων, διαγραμμάτων, πινάκων και άλλων. Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά και περιπτώσεις χρήσης του Grafana περιλαμβάνουν:

1. **Οπτικοποίηση Δεδομένων:** Το Grafana επιτρέπει στους χρήστες να συνδέονται με διάφορες πηγές δεδομένων, όπως βάσεις δεδομένων, υπηρεσίες cloud και συσκευές IoT, για να οπτικοποιούν τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Εξαιρετικά καλή στην εμφάνιση δεδομένων χρονοσειράς, γεγονός που την καθιστά δημοφιλή για εφαρμογές παρακολούθησης.
2. **Δημιουργία Πινάκων Ελέγχου:** Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν προσαρμοσμένους πίνακες ελέγχου προσθέτοντας πάνελ που αντιπροσωπεύουν διάφορες πηγές δεδομένων ή μετρικές. Αυτοί οι πίνακες μπορούν να περιλαμβάνουν πολλές οπτικοποιήσεις σε μια μόνο σελίδα, κάνοντας εύκολο τον έλεγχο και την ανάλυση πολύπλοκων συστημάτων.
3. **Ειδοποιήσεις:** Το Grafana υποστηρίζει ειδοποιήσεις βασισμένες σε καθορισμένα όρια ή συνθήκες. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν ειδοποιήσεις για να ειδοποιούνται όταν ορισμένες μετρικές υπερβαίνουν ή υποβαίνουν τιμές που έχουν καθοριστεί προκαταρκτικά, εξασφαλίζοντας την προληπτική παρακολούθηση.
4. **Πρόσθετα και Ενσωματώσεις:** Το Grafana έχει έναν πλούσιο οικοσύστημα προσθετικών και ενσωματώσεων με διάφορες πηγές δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων δημοφιλών βάσεων δεδομένων όπως το Prometheus, το InfluxDB, το Elasticsearch και πλατφόρμες cloud όπως AWS, Azure και Google Cloud.
5. **Ταυτοποίηση Χρηστών και Έλεγχος Πρόσβασης:** Παρέχει μηχανισμούς ταυτοποίησης χρηστών και έλεγχου πρόσβασης, εξασφαλίζοντας ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση και να τροποποιούν πίνακες ελέγχου και πηγές δεδομένων.



6. Κοινότητα και Υποστήριξη: Το Grafana έχει μια μεγάλη και ενεργή κοινότητα, πράγμα που σημαίνει ότι μπορείτε να βρείτε εκτενή τεκμηρίωση, οδηγούς και πίνακες ελέγχου που συνεισφέρει η κοινότητα. Υπάρχει επίσης επιχειρησιακή υποστήριξη διαθέσιμη για όσους την χρειάζονται.

7. Διασυννοριακή Χρήση: Το Grafana μπορεί να εκτελεστεί σε διάφορα λειτουργικά συστήματα, όπως Windows, Linux και macOS. Μπορεί να αναπτυχθεί εντός της εγκατάστασης ή στον cloud.

8. Προτύπων: Το Grafana υποστηρίζει προτύπων, επιτρέποντας στους χρήστες να δημιουργούν δυναμικούς πίνακες ελέγχου που προσαρμόζονται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες ή πηγές δεδομένων.



Συνολικά, το Grafana είναι ένα ισχυρό εργαλείο για παρακολούθηση και παρατήρηση, ευρέως χρησιμοποιούμενο σε βιομηχανίες όπως οι λειτουργίες της πληροφορικής, η DevOps, το Internet of Things (IoT) και άλλες. Βοηθά τις οργανώσεις να αποκτήσουν εισηγήσεις για τα συστήματά τους και τις εφαρμογές τους, να εντοπίζουν προβλήματα και να λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένες σε δεδομένα με την οπτικοποίηση και την ανάλυση δεδομένων με φιλικό τρόπο για τον χρήστη.

Με την χρήση του Goorm Ide θα γίνει η συλλογή δεδομένων από τους αισθητήρες στο raspberry pi και θα αποθηκευτούν σε μια βάση δεδομένων που θα δημιουργήσουμε. Από την οποία τα δεδομένα θα οπτικοποιούνται μέσω του Grafana με την δημιουργία προσαρμοσμένων πινάκων ελέγχου προσθέτοντας πάνελ που αντιπροσωπεύουν διάφορες πηγές δεδομένων ή μετρικές.

3.3 Ανάλυση Λειτουργιών Συστήματος

3.3.1 Καταγραφή Θερμοκρασίας και υγρασίας μέσα στο σιλό

Η λειτουργία καταγραφής της θερμοκρασίας και υγρασίας μέσα στο σιλό έχει σκοπό να βοηθήσει τον χρήστη να εντοπίσει πιθανά θερμά σημεία στην δεξαμενή και υψηλά επίπεδα υγρασίας, τα οποία εφόσον συνδυαστούν, συνεισφέρουν στην φθορά των σιτηρών λόγω της ανάπτυξης επιβλαβών μικροοργανισμών. Έχοντας ως συνέπεια την αλλοίωση της ποιότητας των δημητριακών με αποτέλεσμα να αχρηστεύονται και να πετιούνται γιατί σαπίζουν και προκαλούν αναθυμιάσεις. Για την συντήρηση του σιταριού απαιτούνται σταθερή θερμοκρασία, πολύ χαμηλά επίπεδα υγρασίας και σωστός αερισμός. Ιδιαίτερη προσοχή χρήζουν οι καλοκαιρινοί μήνες στους οποίους η θερμοκρασία είναι αρκετά υψηλή.

Λόγω των περιορισμών που σημειώθηκαν παραπάνω, η συγκεκριμένη λειτουργία έχει συμβολικό χαρακτήρα καθώς δεν υπήρχε η δυνατότητα καταγραφής της θερμοκρασίας υγρασίας σε όλη την επιφάνεια του σιλό πάρα μόνο στην κορυφή του.

3.3.2 Καταγραφή απόστασης

Η λειτουργία καταγραφής απόστασης με την βοήθεια του αισθητήρα επιπέδου σε ένα σιλό εξυπηρετεί το σημαντικό σκοπό της μέτρησης και παρακολούθησης του επιπέδου του υλικού που αποθηκεύεται. Διαχειρίζεται το αποθεμα: Οι αισθητήρες επιπέδου παρέχουν ακριβείς πληροφορίες σχετικά με το ποσό του υλικού στο σιλό. Αυτές οι πληροφορίες είναι κρίσιμες για τη διαχείριση των αποθεμάτων, επιτρέποντας στους χειριστές να παρακολουθούν τα επίπεδα αποθεμάτων, να σχεδιάζουν την επαναπλήρωση και να αποτρέπουν την υπερχείλιση ή την έλλειψη υλικού.

Πρόληψη Υπερχείλισης: Η υπερχείλιση ενός σιλό μπορεί να οδηγήσει σε διαρροή υλικού, δομικές ζημιές και κινδύνους ασφάλειας. Οι αισθητήρες επιπέδου βοηθούν στην πρόληψη της υπερχείλισης ενεργοποιώντας συναγερμούς ή απενεργοποιώντας τη ροή υλικού όταν επιτυγχάνεται το προκαθορισμένο επίπεδο.

Πρόληψη Αδειάσματος: Σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι ουσιώδες να διατηρείτε ένα ελάχιστο επίπεδο υλικού στο σιλό για να εξασφαλίσετε συνεχή προμήθεια στις διαδικασίες προς τα κάτω. Οι αισθητήρες επιπέδου μπορούν να στέλνουν ειδοποιήσεις ή να ελέγχουν την τροφοδοσία του υλικού για να αποτρέψουν το άδειασμα του σιλό.

Έλεγχος Διαδικασίας: Τα σιλό αποτελούν συχνά μέρος μεγαλύτερων κατασκευαστικών ή παραγωγικών διαδικασιών. Οι αισθητήρες επιπέδου βοηθούν στη διατήρηση συνεπούς ροής υλικού, εξασφαλίζοντας ότι το εξοπλισμός προς τα κάτω λειτουργεί αποτελεσματικά και χωρίς διακοπές.

Ασφάλεια: Η διατήρηση κατάλληλων επιπέδων υλικού στα σιλό είναι κρίσιμη για την ασφάλεια. Η ακριβής παρακολούθηση του επιπέδου μπορεί να αποτρέψει καταστάσεις όπου το περισσότερο βάρος του υλικού προκαλεί δομικές ζημιές ή οδηγεί σε επικίνδυνες συνθήκες όπως αβάντζες υλικού.

Συμμόρφωση: Ορισμένες βιομηχανίες και κανονισμοί απαιτούν ακριβή καταγραφή των αποθεμάτων υλικών και μέτρα ασφαλείας. Οι αισθητήρες επιπέδου μπορούν να βοηθήσουν τις εταιρείες να συμμορφώνονται με αυτούς τους κανονισμούς παρέχοντας δεδομένα σχετικά με τα επίπεδα των υλικών και τα μέτρα ασφαλείας που έχουν ληφθεί.

Οικονομική Αποδοτικότητα: Η αποτελεσματική παρακολούθηση του επιπέδου μπορεί να βελτιστοποιήσει τη χρήση υλικού, να μειώσει τα αποβλήτα, να αποτρέψει διακοπές ή ζημιές σε εξοπλισμό και δομές που θα μπορούσαν να είναι δαπανηρές.

3.3.3 Αρχιτεκτονική Συστήματος:

Ένα έξυπνο σύστημα αποθήκευσης σιτηρών, γνωστό και ως έξυπνο σύστημα αποθήκευσης και διαχείρισης σιτηρών, σχεδιάζεται για τη βελτιστοποίηση της αποθήκευσης, της

παρακολούθησης και της διαχείρισης των σιτηρών σε γεωργικά περιβάλλοντα. Ένα τέτοιο σύστημα εκμεταλλεύεται προηγμένες τεχνολογίες για να εξασφαλίσει την ποιότητα και την ποσότητα των αποθηκευμένων σιτηρών ενώ ταυτόχρονα μειώνει τις απώλειες και τα κόστη λειτουργίας. Παρακάτω παρατίθεται μια επισκόπηση της αρχιτεκτονικής ενός τυπικού έξυπνου συστήματος αποθήκευσης σιτηρών:

1. Υποδομή Αποθήκευσης Σιτηρών:

- **Δοχεία Σιτηρών:** Αυτά είναι τα φυσικά μονάδες αποθήκευσης όπου αποθηκεύονται τα σιτηρά. Έχουν διάφορα μεγέθη και τύπους, όπως σιλό, δοχεία με επίπεδο πάτωμα ή με πάτωμα κάδου, ανάλογα με τα συγκεκριμένα σιτηρά και την εφαρμογή.

2. Δίκτυο Αισθητήρων:

- **Αισθητήρες Θερμοκρασίας:** Κατανεμημένοι σε όλο τον χώρο αποθήκευσης για την παρακολούθηση των αλλαγών της θερμοκρασίας. Οι αλλαγές στη θερμοκρασία μπορούν να υποδείξουν όξυνση ή μόλυνση.
- **Αισθητήρες Υγρασίας:** Μετρούν τα επίπεδα υγρασίας για να αποτρέψουν την υπερβολική υγρασία, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μούχλα και οξείδωση.
- **Αισθητήρες Βάρους:** Παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την ποσότητα των αποθηκευμένων σιτηρών σε κάθε δοχείο.
- **Αισθητήρες Αερίων:** Εντοπίζουν επικίνδυνα αέρια, όπως διοξείδιο του άνθρακα και αιθυλένιο, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα των σιτηρών.
- **Αισθητήρες Υγρασίας:** Μετρούν το περιεχόμενο υγρασίας των σιτηρών για να διασφαλίσουν ότι βρίσκονται εντός του βέλτιστου εύρους.

3. Σύστημα Συλλογής Δεδομένων και Έλεγχου:

- **Σύστημα Συλλογής Δεδομένων (DAS):** Συλλέγει δεδομένα από τους αισθητήρες σε πραγματικό χρόνο και τα μεταφέρει σε μια κεντρική μονάδα ελέγχου.
- **Κεντρική Μονάδα Ελέγχου:** Διαχειρίζεται τη λειτουργία του συστήματος αποθήκευσης σιτηρών με βάση τα δεδομένα που λαμβάνει από τους αισθητήρες. Μπορεί να προσαρμόζει τα συστήματα αερισμού, ψύξης ή ξήρανσης για να διατηρήσει τις ιδανικές συνθήκες αποθήκευσης.

4. Υποδομή Επικοινωνίας:

- **Συνδεσιμότητα IoT:** Χρησιμοποιεί την τεχνολογία του Internet of Things (IoT) για να συνδέει τους αισθητήρες και τις μονάδες ελέγχου με τον νέφος ή μια κεντρική μονάδα παρακολούθησης.

- **Ασύρματα Δίκτυα:** Χρησιμοποιεί ασύρματες τεχνολογίες όπως Wi-Fi, κινητή τηλεφωνία ή άλλες ασύρματες τεχνολογίες για τη μετάδοση δεδομένων.

5. Πλατφόρμα Βασισμένη στο Νέφος(Cloud):

- **Αποθήκευση Δεδομένων:** Αποθηκεύει ιστορικά και δεδομένα σε πραγματικό χρόνο που συλλέγονται από τους αισθητήρες σε μια βάση δεδομένων στο νέφος.
- **Αναλυτικά και Προγνωστικά Συστήματα:** Χρησιμοποιεί αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για να αναλύσει τα πρότυπα των δεδομένων και να προβλέπει τις ανάγκες συντήρησης, την ποιότητα των σιτηρών και τυχόν προβλήματα.
- **Απομακρυσμένη Παρακολούθηση:** Επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα και να ελέγχουν το σύστημα αποθήκευσης απομακρυσμένα μέσω ενός διαδικτυακού ή κινητού εφαρμογή.

6. Διεπαφή Χρήστη:

- **Ιστοσελίδα ή Κινητή Εφαρμογή:** Παρέχει σε αγρότες και χειριστές μια φιλική διεπαφή για την παρακολούθηση της κατάστασης του συστήματος αποθήκευσης σιτηρών, την λήψη ειδοποιήσεων και την πραγματοποίηση αναγκαίων προσαρμογών.

7. Αυτοματισμός και Έλεγχος:

- **Αυτοματισμένα Συστήματα:** Ανάλογα με το επίπεδο προηγμένης τεχνολογίας, μπορεί να ελέγχει αυτόματα τον αερισμό, τη θερμοκρασία, την υγρασία και τον εξοπλισμό επεξεργασίας σιτηρών.
- **Συναγερμοί και Ειδοποιήσεις:** Αποστέλλει ειδοποιήσεις στους χρήστες όταν οι κρίσιμοι παράμετροι αποκλίνουν από τα προκαθορισμένα όρια.

8. Ασφάλεια και Έλεγχος Πρόσβασης:

- **Ταυτοποίηση:** Βεβαιώνει ότι μόνο εξουσιοδοτημένα πρόσωπα μπορούν να έχουν πρόσβαση και έλεγχο του συστήματος.
- **Κρυπτογράφηση Δεδομένων:** Ασφαλίζει τη μετάδοση και την αποθήκευση δεδομένων για να προστατευθούν τα ευαίσθητα πληροφορίες.

9. Συντήρηση και Υποστήριξη:

- **Απομακρυσμένη Διαγνωστική:** Επιτρέπει την απομακρυσμένη επίλυση προβλημάτων και συντήρηση για να μειώσει το χρόνο αδράνειας.

- **Συμβόλαια Υπηρεσιών:** Παρέχει υπηρεσίες υποστήριξης για συντήρηση και αναβαθμίσεις του συστήματος.

10. Ενσωμάτωση:

- **Ενσωμάτωση με Συστήματα Διαχείρισης Αγροκτημάτων:** Συνδέεται με ευρύτερο λογισμικό διαχείρισης αγροκτημάτων για τον συντονισμό της διαχείρισης των σιτηρών με άλλες γεωργικές δραστηριότητες.

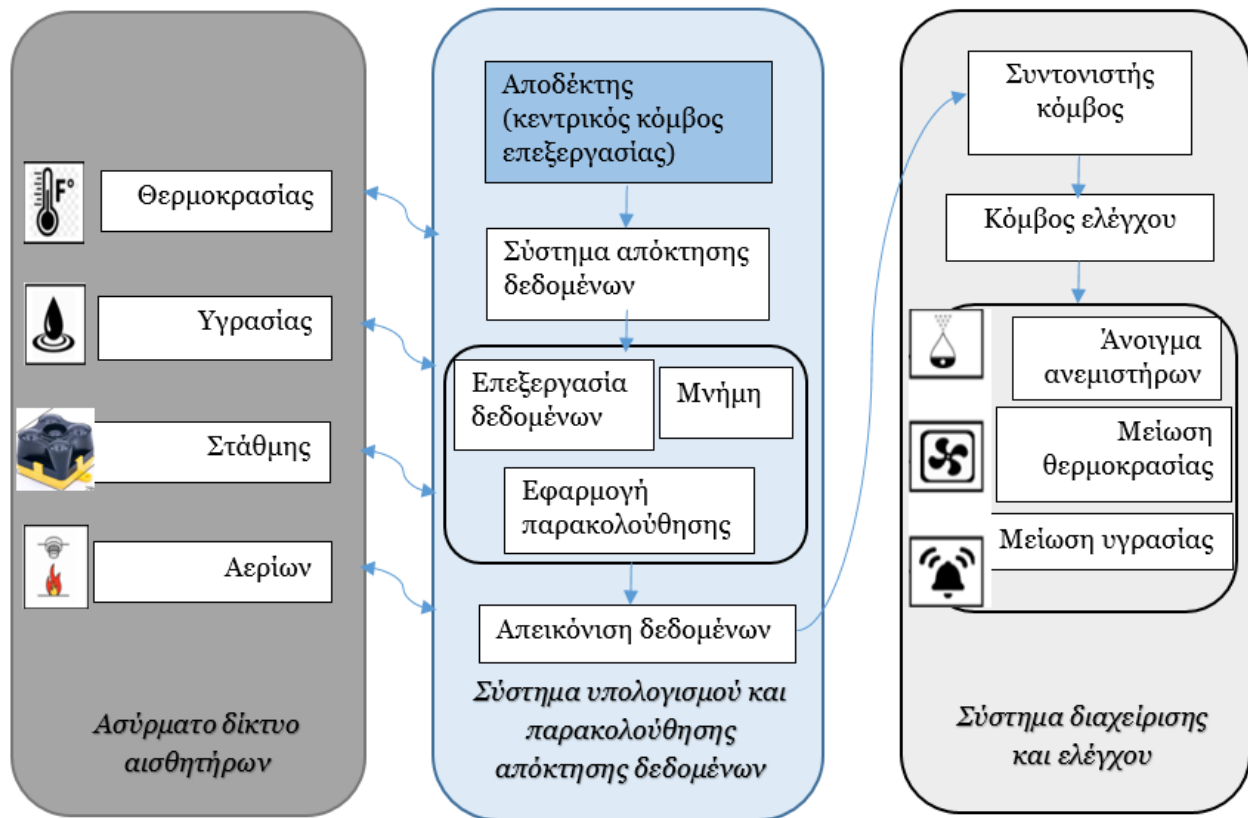
11. Διαχείριση Ενέργειας:

- **Ενεργειακά Αποδοτικά Συστήματα:** Εφαρμόζει ενεργειακές τεχνολογίες που εξοικονομούν ενέργεια, όπως η ηλιακή ενέργεια ή τα συστήματα ανάκτησης ενέργειας, για να μειώσει τα λειτουργικά έξοδα.

12. Επεκτασιμότητα:

Η αρχιτεκτονική πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι εύκολα επεκτάσιμη για να υποστηρίξει μεγαλύτερες εγκαταστάσεις αποθήκευσης σιτηρών ή πρόσθετους αισθητήρες όπως απαιτείται.

Η αρχιτεκτονική ενός έξυπνου συστήματος αποθήκευσης σιτηρών στοχεύει στη βελτίωση της ποιότητας των σιτηρών, τη μείωση των απωλειών και τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης της αποθήκευσης και της διαχείρισης των σιτηρών, με σκοπό την αύξηση της παραγωγής και τη μείωση των λειτουργικών εξόδων για τους αγρότες.



Αρχιτεκτονική Συστήματος

Κάλυψη αναγκών από το προτεινόμενο σύστημα:

Ένα έξυπνο σύστημα σιλό μπορεί να ικανοποιήσει τους χρήστες παρέχοντας μια σειρά από οφέλη και χαρακτηριστικά που βελτιώνουν την αποτελεσματικότητα, την ευκολία και την ασφάλεια σε διάφορους τομείς όπως η γεωργία, η κατασκευή και η λογιστική. Εδώ είναι κάποιοι τρόποι με τους οποίους ένα έξυπνο σύστημα σιλό μπορεί να ικανοποιήσει τους χρήστες:

1. **Αυτόματη Παρακολούθηση:** Τα έξυπνα σιλό είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες που παρακολουθούν συνεχώς παράγοντες όπως τα επίπεδα αποθεμάτων, η θερμοκρασία, η υγρασία και περισσότερα. Αυτά τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο εξασφαλίζουν ότι οι χρήστες είναι πάντα ενημερωμένοι για την κατάσταση του σιλού τους, βοηθώντας τους να αποφεύγουν έλλειψη αποθεμάτων ή εκφόρτωση.
2. **Απομακρυσμένη Πρόσβαση:** Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα από το έξυπνο σύστημα σιλό από απόσταση μέσω smartphone, tablet ή υπολογιστή. Αυτό επιτρέπει εύκολη παρακολούθηση και έλεγχο, ακόμα και όταν οι χρήστες δεν είναι φυσικά παρόντες στην τοποθεσία του σιλού.

3. **Προβλεπτική Συντήρηση:** Τα έξυπνα σιλό μπορούν να προβλέπουν πότε χρειάζεται συντήρηση βάσει δεδομένων αισθητήρων. Αυτό μειώνει το χρόνο ανακοπής και τις απροσδόκητες επισκευές, με τελικό αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων για τους χρήστες.
4. **Βελτιστοποίηση Αποθεμάτων:** Το σύστημα μπορεί να προσφέρει ενδιαφέρουσες πληροφορίες για τη διαχείριση αποθεμάτων. Οι χρήστες μπορούν να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με το πότε να παραγγέλλουν υλικά, βοηθώντας τους να βελτιστοποιήσουν τα επίπεδα αποθεμάτων και να μειώσουν τα κόστη αποθήκευσης.
5. **Αποτελεσματικότητα στην Ενέργεια:** Τα έξυπνα σιλό μπορούν να βελτιστοποιήσουν την κατανάλωση ενέργειας ελέγχοντας εξοπλισμό όπως ανεμιστήρες και θερμαντικά συστήματα βάσει των πραγματικών συνθηκών. Οι χρήστες επωφελούνται από μειωμένους λογαριασμούς ενέργειας και μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα.
6. **Ασφάλεια:** Τα έξυπνα συστήματα σιλο μπορεί να περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά ασφαλείας όπως βίντεο παρακολούθηση και ανίχνευση διείσδυσης. Οι χρήστες μπορούν να είναι βέβαιοι ότι τα πολύτιμα αγαθά τους προστατεύονται από κλοπή ή μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.
7. **Ανάλυση Δεδομένων:** Το σύστημα μπορεί να συλλέγει και να αναλύει δεδομένα στον χρόνο, παρέχοντας στους χρήστες πολύτιμες εισηγήσεις. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση των διαδικασιών, την αναγνώριση των τάσεων και την λήψη ενημερωμένων αποφάσεων.
8. **Διεπαφή Χρήστη Φιλική:** Μια διεπαφή χρήστη φιλική προς τον χρήστη εξασφαλίζει ότι οι χρήστες μπορούν να περιηγηθούν και να αλληλεπιδράσουν εύκολα με το σύστημα. Οι λειτουργικοί πίνακες και οι κινητές εφαρμογές καθιστούν απλό τον χειρισμό και την πρόσβαση στις πληροφορίες που χρειάζονται.
9. **Προσαρμογή:** Τα συστήματα έξυπνων σιλό μπορούν συχνά να προσαρμοστούν για να ικανοποιήσουν τις συγκεκριμένες ανάγκες των χρηστών και των βιομηχανιών τους. Αυτή η ευελιξία εξασφαλίζει ότι το σύστημα συμμορφώνεται με τις μοναδικές απαιτήσεις του χρήστη.
10. **Συμμόρφωση και Αναφορές:** Για βιομηχανίες με κανονιστικές απαιτήσεις, τα συστήματα έξυπνων σιλό μπορούν να αυτοματοποιήσουν τον έλεγχο της συμμόρφωσης και την κατάρτιση αναφορών, μειώνοντας το διοικητικό φόρτο για τους χρήστες.
11. **Εξοικονόμηση Κόστους:** Τελικά, ένα καλά υλοποιημένο έξυπνο σύστημα σιλό μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονομήσεις χρημάτων μέσω της βελτιωμένης αποτελεσματικότητας, της μείωσης των απωλειών και της βελτιστοποίησης των λειτουργιών. Οι χρήστες εκτιμούν τα οικονομικά οφέλη από τέτοια συστήματα.

- 12. Αίσθηση Ευημερίας:** Γνωρίζοντας ότι το σιλό τους παρακολουθείται και διαχειρίζεται ενεργά, οι χρήστες μπορούν να απολαύσουν την αίσθηση ευημερίας, μειώνοντας το άγχος που σχετίζεται με τη διαχείριση αποθεμάτων.

Συνολικά, ένα έξυπνο σύστημα σιλό ικανοποιεί τους χρήστες παρέχοντάς τους πραγματικά δεδομένα, αυτοματισμό, εξοικονόμηση χρημάτων και βελτιωμένη απόδοση. Αυτό δεν βελτιώνει μόνο την εμπειρία του χρήστη, αλλά συμβάλλει επίσης στην καλύτερη λήψη αποφάσεων και στην συνολική επιτυχία της επιχείρησης.

Λήψη Απόφασης Συστήματος:

Η σύγκριση των τεχνολογιών για έξυπνα σιλό απαιτεί μια λεπτομερή αξιολόγηση των χαρακτηριστικών, των δυνατοτήτων και της καταλληλότητάς τους για τις συγκεκριμένες απαιτήσεις που υπάρχουν. Είναι σημαντικό να συμπεριληφθούν οι σχετικοί ενδιαφερόμενοι και ειδικοί στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για να εξασφαλιστεί ότι η τεχνολογία που θα επιλεγεί είναι η κατάλληλη για τη συγκεκριμένη περίπτωση.

1. Αναγνώριση Αναγκών και Στόχων:

- Καθορισμός των συγκεκριμένων απαιτήσεων για το έξυπνο σιλό , συμπεριλαμβανομένου του τύπου του υλικού που θα αποθηκεύετε, της χωρητικότητας, των περιβαλλοντικών συνθηκών και της συμμόρφωσης με την νομοθεσία.

2. Καταγραφή των Τεχνολογιών και τα Χαρακτηριστικά τους:

- Δημιουργία λίστας των διαφορετικών τεχνολογιών και χαρακτηριστικών που είναι διαθέσιμα για έξυπνα σιλό. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν:
 - Αισθητήρες (επίπεδο, θερμοκρασία, υγρασία, πίεση)
 - Πρωτόκολλα επικοινωνίας (Wi-Fi, κινητή τηλεφωνία, LoRa, κλπ.)
 - Εργαλεία ανάλυσης δεδομένων και οπτικοποίησης
 - Αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου
 - Μέτρα ασφαλείας (πρόληψη πυρκαγιάς, ανίχνευση εισβολής)
 - Δυνατότητες απομακρυσμένης παρακολούθησης και ελέγχου
 - Ενσωμάτωση με υπάρχοντα λογισμικά ή συστήματα

3. Αξιολόγηση των Τεχνολογιών των Αισθητήρων:

- Συγκριση των τύπων και της ακρίβειας των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση παραμέτρων όπως το επίπεδο υλικού, η θερμοκρασία, η υγρασία και η πίεση. Αξιολογηση της καταλληλότητάς τους για το υλικό και το περιβάλλον σας.

4. Επικοινωνία και Χειρισμός Δεδομένων:

- Ανάλυση των πρωτόκολλων επικοινωνίας και των δυνατοτήτων χειρισμού δεδομένων κάθε τεχνολογίας. Λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως το εύρος μετάδοσης δεδομένων, η αξιοπιστία και η συμβατότητα με την υφιστάμενη υποδομή σας.

5. Ανάλυση Δεδομένων και Οπτικοποίηση:

- τις δυνατότητες ανάλυσης δεδομένων κάθε τεχνολογίας. Μπορεί να παρέχονται εισηγήσεις σχετικά με μοτίβα χρήσης υλικών, πιθανά προβλήματα και προληπτική συντήρηση. Αξιολόγηση της ποιότητας των εργαλείων οπτικοποίησης για την παρακολούθηση και τη λήψη αποφάσεων.

6. Συστήματα Αυτοματισμού και Ελέγχου:

- Αξιολόγηση του επιπέδου αυτοματισμού που προσφέρει κάθε τεχνολογία. Μπορεί να αυτοματοποιήσει τη διανομή υλικών, το μίξιμο και τη διαχείριση αποθεμάτων. Επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο και τις προσαρμογές των παραμέτρων του σιλό;

7. Ασφάλεια και Προστασία:

- Εξέταση των μέτρων ασφαλείας και προστασίας της κάθε τεχνολογίας. Αυτό περιλαμβάνει τα μέτρα πρόληψης πυρκαγιάς, την ανίχνευση εισβολής και τα μέτρα προστασίας από τη μόλυνση ή τη διαρροή του υλικού.

8. Επεκτασιμότητα και Ενσωμάτωση:

- Εξετάστε εάν η τεχνολογία μπορεί να επεκταθεί για να υποστηρίξει μελλοντική ανάπτυξη. Αξιολογήστε τη δυνατότητά της να ενσωματωθεί με άλλα συστήματα ή λογισμικά που ενδέχεται να χρησιμοποιείτε ήδη στη λειτουργία σας.

9. Ανάλυση Κόστους:

- Συγκρίνετε τα αρχικά κόστη, τα διαρκή έξοδα συντήρησης και το δυνητικό κέρδος από την εφαρμογή κάθε τεχνολογίας. Λάβετε υπόψη παράγοντες όπως η ενεργειακή απόδοση και οι εξοικονομήσεις σε εργατικό δυναμικό.

10. Φήμη του Προμηθευτή και Υποστήριξη:

- Ερευνήστε τη φήμη και το ιστορικό των εταιρειών που προσφέρουν αυτές τις τεχνολογίες. Αξιολογήστε την υποστήριξη πελατών και τις υπηρεσίες που παρέχουν.

11. Ανατροφοδότηση Χρηστών και Μελέτες Περιπτώσεων:

- Αναζητήστε ανατροφοδότηση από χρήστες και μελέτες περιπτώσεων για κάθε τεχνολογία σε παρόμοιες εφαρμογές για να λάβετε ενδείξεις σχετικά με την απόδοση στον πραγματικό κόσμο και τις εμπειρίες των χρηστών.

12. Συμμόρφωση με τη Νομοθεσία:

- Βεβαιωθείτε ότι η επιλεγμένη τεχνολογία συμμορφώνεται με τα σχετικά πρότυπα και τη νομοθεσία της βιομηχανίας για θέματα ασφάλειας και περιβαλλοντικές ανησυχίες.

13. Δοκιμές Πιλοτικής Λειτουργίας:

- Εάν είναι δυνατόν, διενεργήστε πιλοτικές δοκιμές με μερικές επιλεγμένες τεχνολογίες για να αξιολογήσετε την απόδοσή τους στο συγκεκριμένο σας περιβάλλον.

14. Λάβετε Απόφαση:

- Βάσει της αξιολόγησής σας, επιλέξτε την τεχνολογία που ταιριάζει καλύτερα με τις ανάγκες, τους στόχους και τον προϋπολογισμό σας.

Συμπεράσματα:

Το προτεινόμενο σύστημα ευφυνούς παρακολούθησης αποθηκευμένων σιτηρών το οποίο ενσωματώνεται από αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας DHT22 , Raspberry Pi 3 Model B+ και TeraRanger Eno 15μ αποτελεί μια λύση στο πρόβλημα της αποθήκευσης στα σιλό. Τα οποία χωρίς την χρήση τεχνολογιών καθιστούν ιδιαίτερα δύσκολη την επίγνωση της κατάστασης των σιτηρών που εμπεριέχονται σε αυτά. Το σύστημα που προτείνεται είναι οικονομικό και ανταπεξέρχεται στις ανάγκες των χρηστών και των παραγωγών δημητριακών. Εξασφαλίζει διατήρηση των αναγκαίων συνθηκών συντήρησης των σιτηρών με την ρύθμιση της θερμοκρασίας στα κατάλληλα θερμά σημεία του σιλό, ενεργοποιεί τον εξαερισμό όταν τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας υπερβούν τα επιτρεπτά όρια που έχουν προκαθοριστεί στον προγραμματισμό της εφαρμογής παρακολούθησης. Και όλα αυτά μέσω μιας εφαρμογής σε οποιαδήποτε συσκευή επιθυμεί ο χρήστης να παρακολουθεί απομακρυσμένα και με ασφάλεια την κατάσταση και τα δεδομένα του σιλό.

Αναφορές

- [1] In Lee, Kyoochun Lee,(2015) The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. [Business Horizons](#),Volume 58, Issue 4, Pages 431-440
- [2] A. Akila, P. Shalini, (2018) Food grain storage management system, International Journal of Engineering & Technology, 7 (2.31) (2018) 170-173
- [3] E.Yigit , H. İsiker, A. Toktas and S. Tjuatja,(2015) CS-BASED RADAR MEASUREMENT OF SILOS LEVEL, IEEE Xplore
- [4]Karličić Mihajlo, Gavrić Luka, Nešković Nikola, Rajović Vladimir, (2020) Design of stored grain monitoring system based on NB-IoT, IEEE Xplore, 28th Telecommunications forum TELFOR 2020
- [5] J.S.Beni Shilpa, G.Merlin Sheeba, 2018 Automated Real Time Monitoring for Food Grain Storage , International Journal of Pure and Applied Mathematics Volume 118 No. 24 2018
- [6] Saif Aldeen Saad Obayes Al-Kadhim, Ibtesam R. K. Al-Saedi, 2021 IoT Management Solution: A Case Study of Fill Level Monitoring for Gravel Silos, Journal of Physics: Conference Series 1804 (2021) 012045 IOP Publishing
- [7] Huiling Zhou , Xuechuan Chen , Xiangdong Liu , Jun Yang, APPLICATIONS OF ZIGBEE WIRELESS TECHNOLOGY TO MEASUREMENT SYSTEM IN GRAIN STORAGE, Computer and Computing Technologies in Agriculture II, Volume 3, p.2020-2029
- [8] Huiling Zhou, Fengying Zhang, Jingyun Liu and Fenghui Zhang, A Real-time Monitoring and Controlling System for Grain Storage with ZigBee Sensor Network , IEEE, 2009 5th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing
- [9] Sruthy S, Sudhish N George , 2017 WiFi Enabled Home Security Surveillance System using Raspberry Pi and IoT Module, IEEE
- [10] Nikkila, R., Seilonen, I., Koskinen, K. 2010. “Software Architecture for Farm Management Information Systems in Precision Agriculture.”
- [11] Alexandros Kaloxyllos, J Wolfert, Tim Verwaart, Carlos Maestre Terol, Christopher Brewster, Robbert Robbemon and Harald Sundmaker. “The Use of Future Internet Technologies in the Agriculture and Food Sectors: Integrating the Supply Chain” in 6th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment
- [12] Ashritha Suresh, Rakshiha Rajeev, Rithvik Chandra, Varshitha MD, Mohammed Muddasir N, (2017), Development of IoT based Smart Security and Monitoring Devices for Agriculture, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)
- [13] Karličić Mihajlo, Gavrić Luka, Nešković Nikola, Rajović Vladimir, Design of stored grain monitoring system based on NB-IoT, 28th Telecommunications forum TELFOR 2020

[14] Ravi Kishore Kodali ,Jeswin John, Lakshmi Boppana, Department of E.C.E. National Institute of Technology, IoT Monitoring System for Grain Storage

[15] IoT Management Solution: A Case Study of Fill Level Monitoring for Gravel Silos Saif Aldeen Saad Obayes Al-Kadhim¹ , Ibtesam R. K. Al-Saedi² ¹ Shiite Endowment Diwan Babylon, Iraq. ² Communication Eng. Dept. University of Technology (UoT) Baghdad IRAQ.

[16] IoT Based Grain Storage Monitoring with Android Application Mir Sajjad Hussain Talpur¹ , Soofia Khan¹ , Ammar Oad² , Raheel Sarwar¹ , Akhtar Hussain Soomro¹ , , Hina Rehman¹ , Fauzia Talpur³ ,Abida Luhrani¹ , Shakir Hussain Talpur¹ , Erum Saba Chang¹ ¹ Information Technology Centre, Sindh Agriculture University, TandoJam, Pakistan, mirsajjadhussain@sau.edu.pk ² Faculty of Information Engineering, Shaoyang University, Shaoyang 422000, China

[17] Smart Grain Storage Monitor and Control Said Mabrouka *, Aya Abdelmonsefb *, Ahmed Tomanc * a,b,cMSA University, 6 October, Giza, 00202, Egypt

[18] Design and Development of a Model Smart Storage System Omokaro IDAMAaID, Ovuakporaye Godwin EKRUYOTAa*ID aDepartment of Computer Engineering, Delta State University of Science and Technology, Ozoro, NIGERIA

[19] IOT Based Smart Warehouse Monitoring System, Janak Borwankar, Sanika Pandit, Vilok Patel, Jagannath Nirmal

[20] Development of IoT-Based Smart Security and Monitoring Devices for Agriculture Himadri Nath Saha¹ *, Reek Roy² , Monojit Chakraborty³ and Chiranmay Sarkar³ ¹ Department of Computer Science, Surendranath Evening College, Calcutta University, Kolkata, India ² Department of Computer Science, Belda College, Vidyasagar University, Paschim Medinipur, India ³ Department of Information Technology, RCC Institute of Information Technology, Kolkata, India

[21] Smart Security for agriculture using IoT M Prabhavathi¹ , A Kiranmai² ¹PG Scholar, Department of ECE, SVEW, Tirupathi Email: prabhavathi4293@gmail.com ² Assistant Professor, Department of ECE, SVCE, Tirupathi

[22] A Real-time Monitoring and Controlling System for Grain Storage with ZigBee Sensor Network Huiling Zhou, Fengying Zhang, Jingyun Liu and Fenghui Zhang Automation School , Beijing University of Posts and Telecommunications Beijing, China

[23] Intelligent system for monitoring and controlling of the Grain condition based on ARM9 Qidi Zhao, Yanju Liu*, Yang Yu, Jianhui Song, Guang Zhou School of Information Science and Engineering, Shenyang Ligong University, Shenyang 110159

[24] ControlLogix-based Large Bulk Grain Silos Control System Design Xing Guo¹ , Haiying Wang ² , Guoxian Wang¹ ¹ School of Logistics Engineering Wuhan University of Technology Wuhan, Hubei Province, China ² Bulk Division Company Qinhuangdao Port Group Co., Ltd. Qinhuangdao Hebei Province, China

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1: Ultrasonic Sensor

Εικόνα 2: IR Sensor Triangulation method (<https://www.rhydolabz.com/wiki/?p=12850>)

Εικόνα 3: LIDAR Sensor principle (<https://www.quora.com/What-is-the-LIDAR-system>)

Εικόνα 4: time-of-flight sensor

Εικόνα 5: Homepage της εφαρμογής

Εικόνα 6: Απεικόνιση σελίδας μετρήσεων των αισθητήρων

Εικόνα 7: Μυλωνάς

Εικόνα 8:

Εικόνα 9:

Εικόνα 10:

Εικόνα 11: Συσκευή ραντάρ κατευθυνόμενων κυμάτων

(<https://www.indiamart.com/proddetail/elgwr40-guided-wave-radar-level-transmitter-20160268188.html>)

Εικόνα 5: Μυλωνάς (<https://www.dreamstime.com/d-illustration-smiling-happy-man-tablet-cartoon-close-up-portrait-standing-businessman-isolated-white-d-illustration-image199646648>)

Εικόνα 6: Ιδιοκτήτης βιομηχανίας (https://www.123rf.com/photo_81182283_cartoon-man-wearing-tie-icon-over-white-background-colorful-desing-vector-illustration.html)

Εικόνα 7: Σενάριο για Μυλωνά (1. <https://www.dreamstime.com/d-illustration-smiling-man-laptop-bulb-over-head-sitting-armchair-cartoon-businessman-creating-new-good-ideas-image184308418>, 2. <https://www.gettyimages.com/detail/photo/illustration-of-businessman-thinking-with-question-royalty-free-image/174176314>, 3. <https://gr.depositphotos.com/stock-photos/lumbung-logam.html?offset=700>, 4. υπολογιστής εργοστασίου)

Εικόνα 8: Σενάριο για ιδιοκτήτη βιομηχανίας

(1. <https://www.istockphoto.com/vector/computer-on-desk-cartoon-gm165689871-10937930>,

2. https://www.123rf.com/photo_81182283_cartoon-man-wearing-tie-icon-over-white-background-colorful-desing-vector-illustration.html,

3. <https://m.facebook.com/pg/Spss%CE%A3%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BB%CF%8D%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-424057261347340/posts/>,

4. <https://gr.depositphotos.com/stockphotos/%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%B1.html>)