

ΕΛΛΗΝΙΚΗ VERSION

Agrobox.gr

Πλατφόρμα λογισμικού προσανατολισμένη στο IoT που εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις αγρού – Βασισμένο σε αισθητήρες WSN που αποστέλλουν δεδομένα σε βάσεις δεδομένων τεχνολογίας cloud

Περίληψη

Αυτή η μελέτη περιγράφει το σχεδιασμό ενός συστήματος διαχείρισης κλιματικών δεδομένων αγρού προσανατολισμένου στο IoT που χρησιμοποιεί WSN χαμηλού κόστους. Μετά την μέτρηση των κλιματικών συνθηκών, τα δεδομένα αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων SQL και στην συνέχεια γίνεται η επεξεργασία τους. Η επεξεργασία αυτών των δεδομένων χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό μελλοντικών δράσεων που εφαρμόζονται στην πλατφόρμα λογισμικού. Βασικός στόχος της δημιουργίας αυτού του λογισμικού είναι να διασφαλιστεί ο έλεγχος του αγρού από απόσταση, να μειωθούν τα έξοδα του παραγωγού και να επιβεβαιωθούν θεωρητικά μαθηματικά μοντέλα καλλιέργειας. Η επίτευξη αυτών των στόχων αποτελεί προϋπόθεση για την εφαρμογή της αειφόρου γεωργίας που συνιστά την μείωση κατανάλωσης νερού. Η σύνδεση μεταξύ παραδοσιακών συστημάτων καλλιέργειας και καινοτόμων τεχνολογιών επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης ασύρματων ηλεκτρονικών μονάδων arduino χαμηλού κόστους για την απόκτηση δεδομένων από συνδεδεμένους αισθητήρες. Χάρη στους κόμβους αισθητήρων που είναι σωστά τοποθετημένοι στον αγρό, οι κλιματικές παράμετροι ενδιαφέροντος όσο και άλλες μετρήσεις μεταδίδονται σε βάση δεδομένων on-cloud. Αυτό γίνεται για να επιτρέπεται η παρακολούθηση και η εκτίμηση ενεργειών που πρέπει να γίνουν από ενεργοποιημένους χρήστες (αγρότης ή γεωπόνος). Για το σκοπό αυτό, η εφαρμογή που δημιουργήθηκε, επιτρέπει στους χρήστες να οπτικοποιήσουν μέσω γραφημάτων και τελικά να παρέμβουν από απόσταση χρησιμοποιώντας ένα έξυπνο τηλέφωνο ή tablet.

Εισαγωγή

Πολλοί διαφορετικοί τομείς όπως η ηλεκτρονική μηχανική, η ρομποτική, η πληροφορική, η αγρονομία, η γεωργική μηχανική και οι τηλεπικοινωνίες δρουν συνεργατικά στην ανάπτυξη της αειφόρου γεωργίας [1]. Στο μέλλον οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της αειφόρου γεωργίας και να βοηθήσουν τον παραγωγό, χάρη στην δυνατότητα παρακολούθησης και μέτρησης συνεχώς διαφόρων ποσοτήτων που σχετίζονται με το περιβάλλον και τον αγρό[2]. Η μελέτη των καλλιεργειών, παράγει τεράστιες ποσότητες δεδομένων με έναν άνευ προηγουμένου ρυθμό [3]. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων, με τις τεχνολογίες IoT, θα επιτρέψει στους αγρότες και τις εταιρείες να αντλήσουν αξία από αυτά, βελτιώνοντας έτσι την παραγωγικότητά τους. Αξίζει να σημειωθεί πως η χρήση αισθητήρων (WSN) στη γεωργία αναπτύσσεται ταχύτατα τα τελευταία χρόνια. Οι αισθητήρες είναι τοποθετημένοι μέσα στον αγρό με τέτοιον τρόπο ώστε να μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας. Η έξυπνη καλλιέργεια και η γεωργία ακριβείας είναι αναπτυσσόμενες στρατηγικές που ενθαρρύνουν την παραπάνω χρήση αισθητήρων για την δημιουργία ολοκληρωμένων συστημάτων με υψηλά επίπεδα εξειδίκευσης[4-5]. Το ανεπτυγμένο σύστημα προσανατολισμένο στο IoT είναι μια έξυπνη πλατφόρμα πρόβλεψης ενεργειών και λήψης αποφάσεων, ενσωματωμένη με WSN χαμηλού κόστους για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο δεδομένων που αφορούν τις καλλιέργειες. Ο στόχος είναι η απόκτηση ορθολογικής χρήσης λιπασμάτων και υδάτινων πόρων σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες των καλλιεργειών. Αυτό έχει ως συνέπεια τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

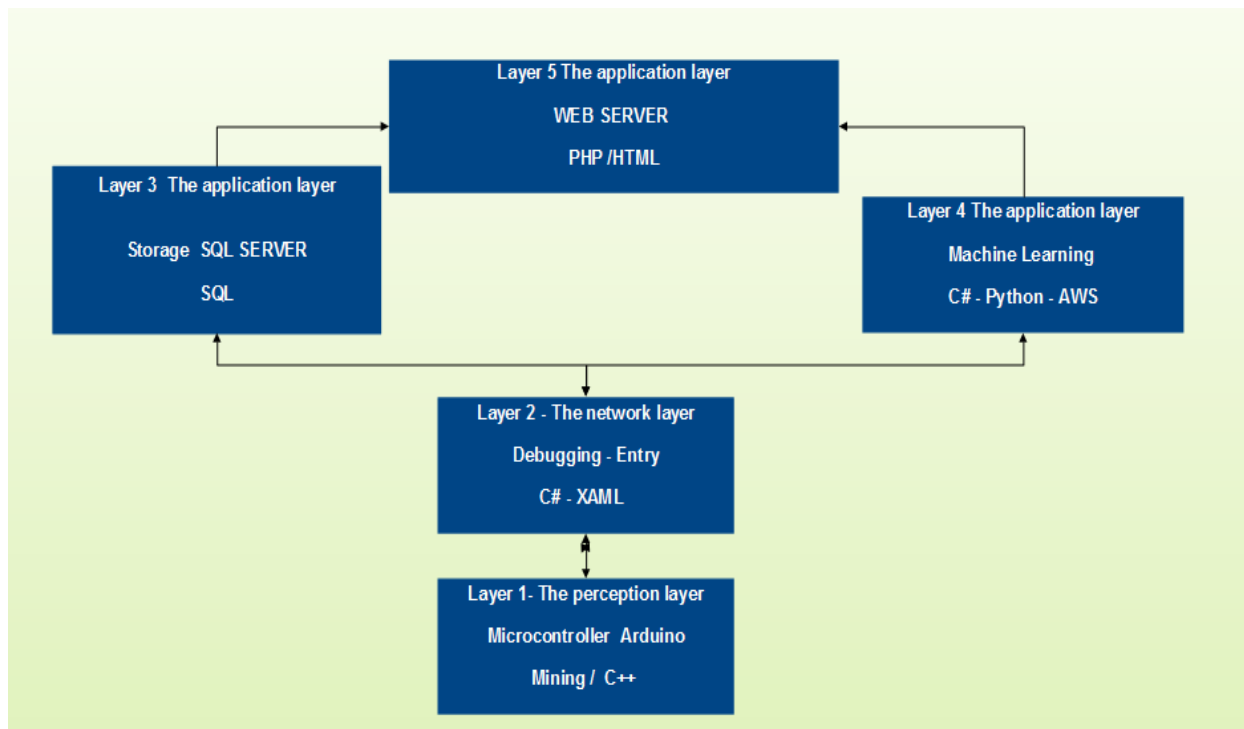
Έχει χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα επικοινωνίας που βασίζεται σε IoT προκειμένου να μεταφέρει περιοδικά δεδομένα WSN στο cloud για αποθήκευση. Μια ιστοσελίδα (app.agrobox.gr) είναι διαθέσιμη στον χρήστη για την οπτικοποίηση των δεδομένων, τον έλεγχο της λειτουργίας WSN, τη λήψη αποφάσεων με βάση τη ανάπτυξη της καλλιέργειας ανακτώντας στοιχεία από τις

βάσεις δεδομένων [6,7]. Το λογισμικό που δημιουργήθηκε αποκτά συνεχώς δεδομένα αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο και τα χρησιμοποιεί σε μαθηματικά αγρονομικά μοντέλα για να υποστηρίξει τους παραγωγούς στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με τις απαραίτητες θεραπείες για την ανάπτυξη και την ανάπτυξη των καλλιεργειών. Η αποθήκευση των δεδομένων σε βάσεις δεδομένων SQL SERVER καθιστά εύκολη την δημιουργία "ερωτημάτων" που αφορούν την καλλιέργεια και βοηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν μετράνε συνήθως θερμοκρασία και σχετική υγρασία, ακτινοβολία περιβάλλοντος και άλλων παραμέτρων του αγρού. Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού όπως (C/C#/PHP/SQL) για το κάθε επίπεδο καταγραφής των δεδομένων. Η επιλογή των αισθητήρων είναι μία επίπονη διαδικασία καθώς αυτοί καταγράφουν δεδομένα τα οποία αποτελούν εισόδους σε έξυπνους αλγορίθμους για την βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, χρήση νερού[8].

Η δομή του IoT - Γλώσσες Προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν

Η δομή του IoT βασίζεται σε τρία επίπεδα. Το επίπεδο αντίληψης (ανίχνευση), το επίπεδο δικτύου (μεταφορά δεδομένων) και το επίπεδο εφαρμογής (αποθήκευση δεδομένων και χειρισμός). Στο δικό μας σύστημα προσπαθήσαμε να συνδέσουμε τα αντίστοιχα επίπεδα, τα οποία συνεχώς αλλάζουν[12] με τις αντίστοιχες γλώσσες προγραμματισμού.



Εικόνα 1: Γλώσσες προγραμματισμού και επίπεδα IoT

Επίπεδο 1: το επίπεδο αντίληψης-ανίχνευσης

Η γλώσσα προγραμματισμού αυτού του επιπέδου αφορά την γλώσσα προγραμματισμού C/Mining που χρησιμοποιείται από τον μικροεπεξεργαστή arduino. Παρακάτω ακολουθεί παράδειγμα κώδικα που αφορά την μέτρηση της θερμοκρασίας με τον αισθητήρα DHT22 καθώς και την μεταφορά δεδομένων με τον πομποδέκτη nRF24L01.

Για κάθε αισθητήρα που συνδέεται σε ένα μικροελεγκτή υπάρχει αντίστοιχος κώδικας, με τις

βιβλιοθήκες υποστηρίξης του.

Επίπεδο 2: Το επίπεδο δικτύου

Έχουν κατασκευαστεί πρωτόκολλα επικοινωνίας χρησιμοποιώντας ασύρματα πρότυπα, όπως το 802.15.4, τα οποία διευκολύνουν τις συσκευές να συνδέονται μεταξύ τους. Τέτοια πρωτόκολλα περιλαμβάνουν το ZigBee, ONE-NET, Sigfox, WirelessHART, ISA100.11a και 6LowPan[13]. Χρησιμοποιήθηκε το nRF24L01 που είναι ένας πομποδέκτης ραδιοσυχνοτήτων για την παγκόσμια ζώνη συχνοτήτων 2,4 - 2,5 GHz ISM. Ο πομποδέκτης αποτελείται από έναν πλήρως ενσωματωμένο συνθέτη συχνότητας, έναν ενισχυτή ισχύος, έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή, έναν αποδιαμορφωτή, έναν διαμορφωτή και έναν κινητήρα Enhanced ShockBurst™. Η ισχύς εξόδου, τα κανάλια συχνότητας και η ρύθμιση πρωτοκόλλου είναι εύκολα προγραμματιζόμενα μέσω της διεπαφής SPI. Η τρέχουσα κατανάλωση είναι πολύ χαμηλή, μόνο 9,0mA σε ισχύ εξόδου -6dBm και 12.3mA σε λειτουργία RX. Οι λειτουργίες αναμονής καθιστούν εύκολη την εξοικονόμηση ενέργειας. Το nRF24L01 παρέχει μια δυνατότητα που ονομάζεται Multiceiver. Είναι συντομογραφία για έναν δέκτη πολλαπλών πομπών. Στο οποίο κάθε κανάλι RF χωρίζεται λογικά σε 6 παράλληλα κανάλια δεδομένων που ονομάζονται Data Pipes. Με άλλα λόγια, ένας σωλήνας δεδομένων είναι ένα λογικό κανάλι στο φυσικό κανάλι RF. Κάθε σωλήνας δεδομένων έχει τη δική του φυσική διεύθυνση (Διεύθυνση σωλήνα δεδομένων) και μπορεί να διαμορφωθεί. Με το συγκεκριμένο Multiceiver μπορούμε πρακτικά να έχουμε 6 Transmitter, σε τοπολογία αστέρα. Στον κάθε Transmitter είναι τοποθετημένοι 3-4 αισθητήρες οπότε συνολικά έχουμε περίπου 25 διαφορετικές μετρήσεις για κάθε κόμβο receiver. Όταν ένας Transmitter στέλνει δεδομένα στον receiver περιμένει ένα πακέτο επιβεβαίωσης, οτι τα δεδομένα σταλθήκαν σωστά. Ο πομπός ξεκινά μια επικοινωνία στέλνοντας ένα πακέτο δεδομένων στον δέκτη. Μόλις μεταδοθεί ολόκληρο το πακέτο, περιμένει (περίπου 130 μs) για να λάβει το πακέτο επιβεβαίωσης (πακέτο ACK). Όταν ο δέκτης λαμβάνει το πακέτο, στέλνει πακέτο ACK στον πομπό. Κατά τη λήψη του πακέτου ACK ο πομπός διεκδικεί σήμα διακοπής (IRQ) για να δείξει ότι τα νέα δεδομένα είναι διαθέσιμα.

Επίπεδο 3: το επίπεδο εφαρμογής

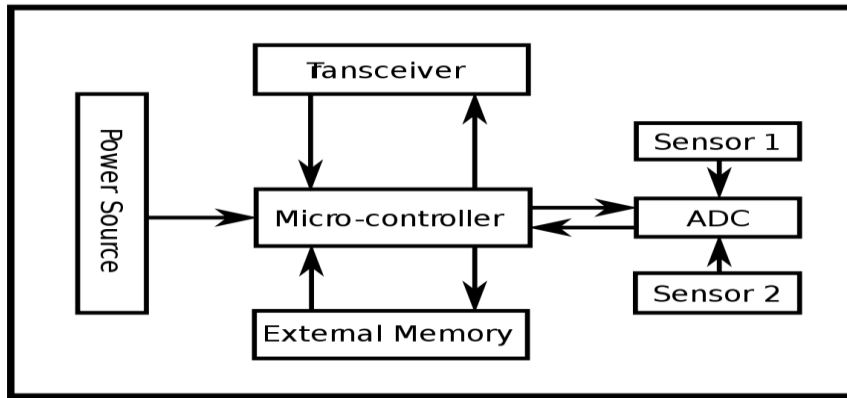
Σε αυτό το επίπεδο χρησιμοποιούνται όλες οι γλώσσες υψηλού επιπέδου όπως php,SQL,python οι οποίες αποθηκεύουν, αναλύουν, συνθέτουν τα δεδομένα.

Επιπλέον αυτά παρουσιάζονται με κατανοητό και διαισθητικό τρόπο. Το Big Data είναι μια πρόκληση της συνεχούς ροής δεδομένων που προέρχεται από δισεκατομμύρια συσκευών και έχει τρεις διαστάσεις, δηλαδή όγκο, ποικιλία και ταχύτητα [14].

Υλικά και Μέθοδοι

Υλικά

Ξεκινώντας από το φυσικό επίπεδο θα πρέπει να αναφερθούμε στην δομή που έχει ένας ασύρματος αισθητήρας WSN. Συνήθως, ένας ασύρματος κόμβος αισθητήρα αποτελείται από μια επεξεργασία μονάδα, μια μονάδα μικροελεγκτή χαμηλής ισχύος (MCU), μία ή περισσότερες μονάδες αισθητήρων (ενσωματωμένα ή εξωτερικά αναλογικά ή συσκευές ψηφιακής ανίχνευσης) και μια μονάδα επικοινωνίας RF, συνήθως υποστηρίζει ασύρματη επικοινωνία χαμηλής ισχύος[3].



Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική Κόμβου WSN

Εξωτερική μνήμη

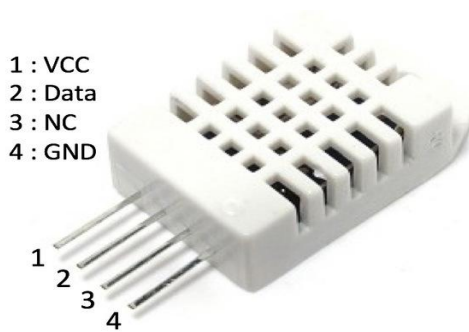
Οι μνήμες Flash χρησιμοποιούνται λόγω του κόστους και της χωρητικότητας αποθήκευσης. Οι απαιτήσεις μνήμης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την εφαρμογή. Στην δική μας εφαρμογή δεν χρησιμοποιούμε εξωτερική μνήμη για την αποθήκευση δεδομένων αφού αυτά αποστέλλονται ασύρματα. Επιπλέον εξαιτίας του μεγάλου αριθμού κόμβων, η αποθήκευση δεδομένων σε αυτούς καθιστά την μεταφορά δεδομένων δυσλειτουργική αφού κάθε φορά θα έπρεπε να αφαιρούμε την μνήμη για να μεταφέρουμε τα δεδομένα.

Μικροελεγκτής

Το arduino Uno είναι μια πλακέτα μικροελεγκτή που βασίζεται στο ATmega328, διαθέτει 14 ψηφιακούς ακροδέκτες εισόδου / εξόδου, 6 αναλογικές εισόδους, έναν ταλαντωτή κρυστάλλου 16 MHz, μια σύνδεση USB, μια υποδοχή τροφοδοσίας, μια κεφαλίδα ICSP και ένα κουμπί επαναφοράς. Το Uno διαφέρει από όλες τις προηγούμενες πλακέτες στο ότι δεν χρησιμοποιεί το FTDI USB σε σειριακό πρόγραμμα οδήγησης.

Αισθητήρες Θερμοκρασίας και Σχετικής Υγρασίας

Η απλή σειριακή διεπαφή καθιστά την ενοποίηση του συστήματος γρήγορη και εύκολη. Το μικρό του μέγεθος, η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η μετάδοση σήματος έως και 100 μέτρα το καθιστούν την καλύτερη επιλογή για διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων αυτών που απαιτούν. Το εξάρτημα είναι πακέτο μονής σειράς 4 ακίδων. Είναι βολικό να συνδεθείτε και ειδικά πακέτα μπορούν να παρασχεθούν σύμφωνα με το αίτημα των χρηστών. Επιλέξαμε τσιπ σύνθετου αισθητήρα DHT22 που δίνει ταυτόχρονα αναγνώσεις θερμοκρασίας και υγρασίας, έχει υψηλή αξιοπιστία και εξαιρετική μακροπρόθεσμη σταθερότητα. Έχει μικρές διαστάσεις, χαμηλό κόστος, καλή ποιότητα, γρήγορη απόκριση, ισχυρή ικανότητα αντι-παρεμβολών, έξοδο ψηφιακού σήματος και ακριβή βαθμονόμηση[9]. Για τη μέτρηση της περιβαλλοντικής υγρασίας και θερμοκρασίας, χρησιμοποιήθηκε ένας αισθητήρας DHT22 1-Wire (Σχήμα 4, Sensing Unit box) με τάση τροφοδοσίας στην περιοχή 3,3-6 V, εύρος μέτρησης θερμοκρασίας από -40 ° C έως + 80 ° C και ακρίβεια $\pm 0,5$ ° C, ενώ για υγρασία, κυμαίνεται 0% -100% και ακρίβεια $\pm 2\%$. Χάρη στο αντιδιαβρωτικό στρώμα που καλύπτει τα ηλεκτρόδια ανίχνευσης, είναι σε θέση να αντέξει σε παρατεταμένη επαφή με το έδαφος [21]. Έχει εύρος τροφοδοσίας από 3.3V έως 5V και ρεύμα λειτουργίας 5mA, παρέχοντας τάση εξόδου μεταξύ 0 και 3.3V ανάλογη με την υγρασία του εδάφους.

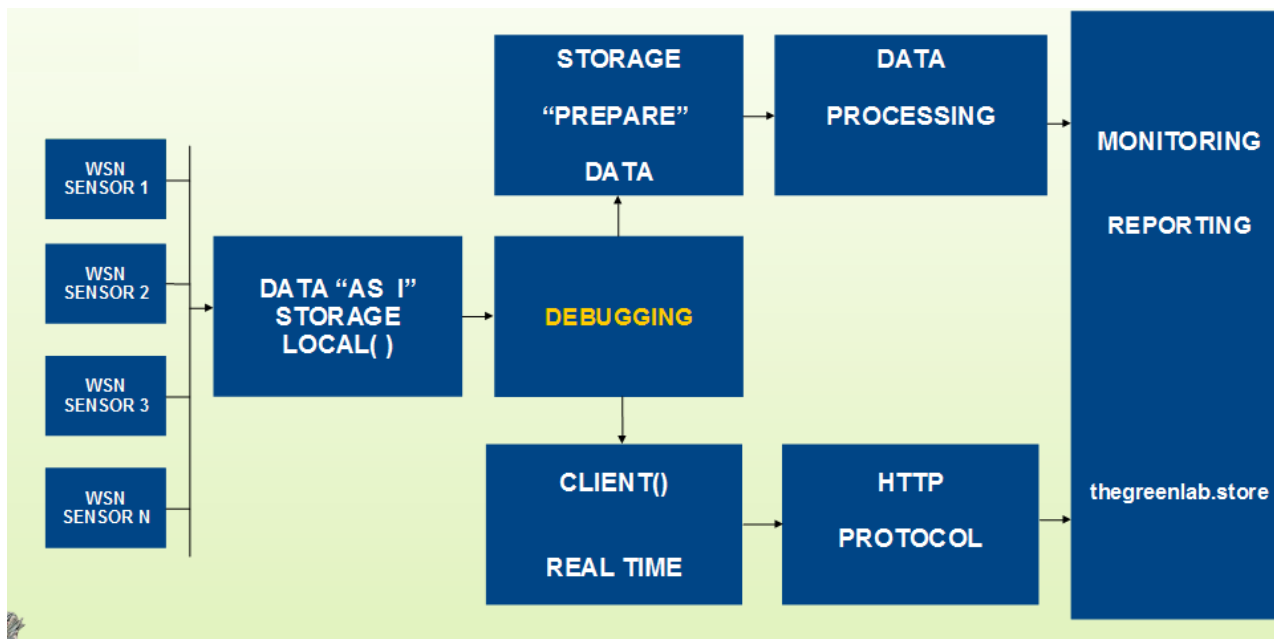


Εικόνα 3: DHT22 Sensor

Μέθοδοι

Με την εμφάνιση της τεχνολογίας και των συσκευών IoT, τεράστιος αριθμός κόμβων αισθητήρων χαμηλού κόστους και χαμηλής ισχύος μπορούν εύκολα να αναπτυχθούν σε διάφορα σημεία του αγρού, προκειμένου να συγκεντρωθούν ακριβή δεδομένα για το κλίμα και στη συνέχεια να προωθηθούν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, μέσω σύνδεσης στο Διαδίκτυο, στο αποκαλούμενο cloud IoT. Πολλές φορές όμως αυτά τα δεδομένα απλώς συλλέγονται χωρίς περαιτέρω επεξεργασία. Είναι λοιπόν απαραίτητο αυτά τα δεδομένα να περάσουν από μια κατάσταση “όπως είναι” σε μια κατάσταση αποσφαλμάτωσης “prepare data” έτσι ώστε να μπορούμε να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα. Στο θερμοκήπιο υπάρχει ένας κεντρικός υπολογιστής στον οποίο υπάρχει ένα arduino receiver το οποίο δέχεται τα δεδομένα από τους WSN. Σε γλώσσα προγραμματισμού C# δημιουργήσαμε ένα πρόγραμμα με όνομα local το οποίο διαβάζει τα δεδομένα από την Usb Port του arduino receiver, τα αποσφαλμάτωση και τα αποθηκεύει τοπικά σε μία βάση MySql Server. Επίσης δημιουργήσαμε μια εφαρμογή IoT ανοιχτού κώδικα και API για την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων από την ιστοσελίδα agrobbox.gr χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο HTTP μέσω του Διαδικτύου[10].

Στην εικόνα 4, αναφέρεται μια σχηματική αναπαράσταση με την ένδειξη των διαδρομών των δεδομένων που συλλέγονται μέσω του WSN, αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων σε σχέση με τη συγκεκριμένη περικοπή και συγκρίνονται με τις τιμές κατωφλίου για τη ρύθμιση της λειτουργίας του συστήματος. Μετά, τα δεδομένα αποστέλλονται μέσω σύνδεσης Διαδικτύου σε απομακρυσμένο διακομιστή και αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων cloud στην οποία έχουν πρόσβαση οι κοινόι χρήστες, οι αγρότες και οι ενδιαφερόμενοι. Η πλατφόρμα cloud ενημερώνει κάθε 2 λεπτά το σύστημα διαχείρισης χρησιμοποιώντας δεδομένα WSN, για την αξιολόγηση, σύμφωνα με τις απαντήσεις που παρέχονται από τα αγρονομικά μοντέλα, οποιωνδήποτε αλλαγών των ορίων παραμέτρων που σχετίζονται με τις προγραμματισμένες γεωργικές διαδικασίες. Με αυτόν τον τρόπο, βελτιστοποιείται ο αριθμός των αρδεύσεων και η διάρκεια του χρόνου, εκτός από την ποσότητα και την τυπολογία των λιπασμάτων. Επιπλέον, ο κοινός χρήστης ή αγρότης, μέσω κινητής συσκευής και σύνδεσης στο Διαδίκτυο, μπορεί να αξιολογήσει την κατάσταση του συστήματος και την πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες (όπως αγρονομικά και δεδομένα WSN, λεπτομέρειες ανάπτυξης καλλιεργειών), καθώς και να ελέγχει τις προγραμματισμένες ενέργειες ή να ενεργοποιεί αυτόνομα τα άλλα.



Εικόνα 4: Αρχιτεκτονική Συστήματος

Η αρχιτεκτονική WSN που θεωρείται πιο κατάλληλη είναι το δέντρο, που χαρακτηρίζεται από τη διαίρεση της καλλιεργούμενης γης σε συστάδες με μέσα σε αρκετούς κόμβους αισθητήρα που τοποθετούνται σε διαφορετικές θέσεις συλλέγουν πληροφορίες από αισθητήρες. ένας κόμβος συντονιστή για το σύμπλεγμα όπως φαίνεται στην εικόνα συλλέγει δεδομένα από κόμβους αισθητήρα που ανήκουν στο σύμπλεγμα και τα μεταδίδει ασύρματα στην μονάδα ελέγχου και στη συνέχεια προς την πλατφόρμα λογισμικού cloud.

Στην παραπάνω ιστοσελίδα υπάρχει ένας SQL SERVER στον οποίο αποθηκεύονται τα δεδομένα.[11] Η διάταξη των δεδομένων σε μορφή πίνακα μας βοηθά τόσο στην σωστή αποθήκευση των δεδομένων όσο και στην δημιουργία “ερωτημάτων” για την εξόρυξη δεδομένων. Επίσης μας βοηθά να συνδέσουμε διαφορετικά δεδομένα απο διαφορετικούς πίνακες, κάνοντας χρήση της σχεσιακής άλγεβρας SQL.

Αποτελέσματα

Ο όρος IoT σχετίζεται σημασιολογικά με δύο λέξεις «Διαδίκτυο» και «Πράγματα», όπου το Διαδίκτυο είναι γνωστό ως παγκόσμιο σύστημα που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο TCP / IP[15]. Αυτό γίνεται για τη διασύνδεση διαφορετικών υπολογιστών σε διαφορετικά δίκτυα. Επίσης τα πράγματα αναφέρονται σε αντικείμενα που περιβάλλουν εμάς(WSN) και έχουμε τη δυνατότητα να ανιχνεύσουμε και να συλλέξουμε δεδομένα του περιβάλλοντος. Επομένως, το IoT μπορεί να οριστεί ως παγκόσμιο σύστημα βασισμένο στο πρωτόκολλο IP(client()), στην οποία τα αντικείμενα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες, ετικέτες αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (RFID) ή γραμμωτούς κώδικες που έχουν μια μοναδική ταυτότητα, λειτουργούν σε ένα έξυπνο περιβάλλον και ενσωματώνονται απρόσκοπτα στο δίκτυο πληροφοριών χρησιμοποιώντας έξυπνες διεπαφές [16], [17].

Συζήτηση

Είναι βέβαιο πως τα αγρονομικά δεδομένα θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς στο μέλλον, αφού με βάση αυτά θα λαμβάνονται αποφάσεις για τις αντίστοιχες ενέργειες στις οποίες θα προβεί ο αγρότης στον αγρό. Καθαρά και αποσφραματωμένα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο θα δώσουν “τροφή” σε έξυπνους αλγορίθμους και νευρωνικά δίκτυα για να μπορούν να λάβουν αποφάσεις για τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν στον αγρό. Επίσης θα μπορούμε να αποτιμήσουμε ποιές παράμετροι είναι σημαντικοί για την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Σε όλα αυτά δεν θα πρέπει να αγνοήσουμε την εκπαίδευση των αγροτών οι οποίοι θα χειρίζονται τέτοια λογισμικά. Ο γεωργός, μέσω της λειτουργικότητας του λογισμικού, μπορεί να παρακολουθεί με γρήγορο τρόπο τις παραμέτρους εδάφους και αέρα και το ιστορικό δεδομένων. Θα πρέπει να αξιολογεί και να συγκρίνει δεδομένα ώστε να λαμβάνει σωστές αποφάσεις. Στο επίπεδο των υποδομών στους αγρούς θα πρέπει να ακολουθήσουν τις προκλήσεις του IoT. Γρήγορο Internet, ειδικές μπάρες στις οποίες θα μετακινούνται αισθητήρες, WLAN στην ευρύτερη περιοχή θα πρέπει να θεωρούνται δεδομένα.

Η εξελιγμένη πλατφόρμα on-cloud προσανατολισμένη στο IoT επιτρέπει την αυτόματη αποθήκευση λεπτομερών πληροφοριών σχετικά με τις καλλιέργειες και τις παραμέτρους του εδάφους, καθώς και τις ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν στις καλλιεργημένες καλλιέργειες κατά τη διάρκεια των διαφορετικών φάσεων ανάπτυξης, για προβολή από καθορισμένους χρήστες. Η διάθεση των δεδομένων σε γεωργούς της ευρύτερης περιοχής μπορεί να βελτιώσει συνολικά την παραγωγικότητα της περιοχής. Το λογισμικό επιτρέπει στους αγρότες ή τους πιθανούς αγοραστές να λαμβάνουν πληροφορίες ιχνηλασιμότητας σχετικά με τα γεωργικά τρόφιμα σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, παρέχοντας έτσι σε αυτούς μια προστιθέμενη αξία και συνεπώς μεγαλύτερη οικονομική απόδοση.

Όσον αφορά τις καλλιέργειες, το IoT βασισμένο σε βάσεις δεδομένων SQL SERVER αναμένεται να βελτιστοποιήσει την παραγωγή ποικιλοτρόπως. Η πληροφορική θα προτρέπει την ακριβή παρακολούθηση των εγκαταστάσεων και θα παρέχει το βέλτιστο στις συνθήκες καλλιέργειας. Τέτοια αυτόνομα συστήματα θα είναι σε θέση όχι μόνο να ελέγχουν την παραγωγής μεγιστοποιώντας το κέρδος και ελαχιστοποιώντας το κόστος με κάθε δυνατό τρόπο.

Η διαλειτουργικότητα, το φιλτράρισμα, η επεξεργασία και ο σημασιολογικός σχολιασμός των δεδομένων, που έρχονται από κάθε αγρό, είναι “κτήμα” του κάθε παραγωγού. Τα δεδομένα αποτελούν μίας μορφής “πνευματική ιδιοκτησία”. Η θέσπιση νομικού πλαισίου θα προστατεύει τα δικαιώματα αυτά. Στο μέλλον ίσως τα δεδομένα να είναι ιδιαιτέρως χρήσιμα.

Αναφορές

- [1] N. I. Tchernyshev, O. E. Sysoev, D. Solovev, and E. P. Kiselyov, "Basic robotecnical platform for implementation of accurate farming technologies," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 7, no. 4, pp. 522-528, 2018.
- [2] tzounis katsoulas
- [3] A. Kamilaris, A. Kartakoullis, and F. X. Prenafeta-Boldú, "A review on the practice of big data analysis in agriculture," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 143, pp. 23-37, 2017.
- [4] P. Visconti, P. Primiceri, and C. Orlando, "Solar powered wireless monitoring system of environmental conditions for early flood prediction or optimized irrigation in agriculture," *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11, no. 7, pp. 4623-4632, 2016.
- [5] P. Visconti, p. primiceri, R. Ferri, M. Pucciarelli, and E. Venere, "An overview on state-of-art energy harvesting techniques and related choice criteria: A WSN node for goods transport and storage powered by a smart solar-based EH system," *International Journal of Renewable Energy Research (IJRER)*, vol. 7, no. 3, pp. 1281-1295, 2017.
- [6] N. Zainal, N. Mohamood, M. F. Norman, and D. Sanmutham, "Design and implementation of smart farming system for fig using connected-agronomics," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 9, no. 6, pp. 5653-5662, 2019.
- [7] F. Kamaruddin et al., "IoT-based intelligent irrigation management and monitoring system using arduino," *TELKOMNIKA Telecommunication Computing Electronics and Control*, vol. 17, no. 5, pp. 2378-2388, October 2019.
- [8] Kacira, M., Sase, S., Okushima, L., & Ling, P. P. (2005). Plant response-based sensing for control strategies in sustainable greenhouse production. *Journal of Agricultural Meteorology*, 61(1), 15e22. <https://doi.org/10.2480/agrmet.61.15>.
- [9] Zafar et al. An IoT Based Real-Time Environmental Monitoring System Using Arduino and Cloud Service. *Engineering, Technology & Applied Science Research* Vol. 8, No. 4, 2018, 3238-3242
- [10] Aparajita Das^{1*} Design of an IoT based Real Time Environment Monitoring System using Legacy Sensors MATEC Web of Conferences 210, 03008 (2018)
- [11] R. Lokers, R. Knapen, S. Janssen, Y. van Randen, and J. Jansen, "Analysis of Big Data technologies for use in agro-environmental science," *Environmental Modelling & Software*, vol. 84, pp. 494-504, 2016.
- [12] Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787e2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>.
- [13] Suhonen, J., Kohvakka, M., Kaseva, V., Hämäläinen, T. D., & Hannikainen, M. H. (2012). *Low-power wireless sensor networks: Protocols, services and applications 2012*. Springer.
- [14] Beyer, M. (2011). Gartner says solving "big data" challenge involves more than just managing volumes of data. Retrieved from <http://www.gartner.com/newsroom/id/1731916>.
- [15] P. Suresh, J. V. Daniel, V. Parthasarathy, and R. H. Aswathy, "A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment," in *Proc. IEEE Int. Conf. Sci. Eng. Manag. (ICSEMR)*, Chennai, India, 2014, pp. 1-8.
- [16] O. Vermesan and P. Friess, *Internet of Things—From Research and Innovation to Market Deployment*. Aalborg, Denmark: River, 2014.
- [17] L. D. Xu, W. He, and S. Li, "Internet of Things in industries: A survey," *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 10, no. 4, pp. 2233-2243, Nov. 2014.