

Οικιακός Αυτόνομος Διαχειριστής Φαρμάκων

Domestic Automated Prescription Drug Management System

Ομάδα 4^ο Γενικού Λυκείου Πετρούπολης

Χρήστος Μαδαμόπουλος, μαθητής Α' Λυκείου

Κωνσταντίνος Καραγιώργος, μαθητής Α' Λυκείου

Βασίλης Παπαντωνίου, Φυσικός, Υπεύθυνος Εκπαιδευτικός

Κίνητρο

Είναι γνωστό ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού της Ελλάδος αποτελείται από ηλικιωμένους ανθρώπους. Σε αυτούς παρέχεται κάποια φαρμακευτική αγωγή για την πρόληψη και την καταπολέμηση διαφόρων προβλημάτων υγείας που φανερώνονται συνήθως σε αυτές τις ηλικίες. Ωστόσο, πολλές φορές, πολλοί ηλικιωμένοι είτε ξεχνούν να πάρουν τα φάρμακα τους, ή ξεχνώντας ότι ήδη έχουν πάρει την αγωγή τους ξαναπαίρνουν τα φάρμακα, γεγονός που οδηγεί στην επιδείνωση των προβλημάτων τους και γενικά της υγείας τους. Σε άρθρο του, ο Austin Frakt (“People Don’t Take Their Pills. Only One Thing Seems to Help,” New York Times, Dec. 11, 2017), αναφέρει ότι 60% των ασθενών ξεχνούν να λάβουν την φαρμακευτική αγωγή τους.

Για την αποφυγή αυτών των σφαλμάτων, θα πρέπει να υπάρχει κάποιος άνθρωπος, που πάντα να θυμίζει στον ηλικιωμένο να παίρνει τα φάρμακα του και επιπλέον, να επιβεβαιώνει για την ορθή λήψη των φαρμάκων. Πολλές φορές όμως αυτό δεν είναι εφικτό είτε λόγω φόρτου εργασίας είτε λόγω απόστασης. Έτσι ένα ρομποτικό σύστημα, που θυμίζει και ρυθμίζει τις σωστές δόσεις φαρμάκων, κατά την διάρκεια της ημέρας, συνοδευόμενο από αντίστοιχα μηνύματα ειδοποίησης είναι αυτό που μπορεί να δώσει την λύση.

Σκοπός του προτεινόμενου έργου και Κοινωνικό Αντίκτυπο

Η χρήση ανοιχτών τεχνολογιών θα μας βοηθήσει να κατασκευάσουμε το ρομποτικό σύστημα και θα μπορεί να οδηγήσει σε μία χαμηλού κόστους κατασκευή και ελευθερία κατασκευής. Αυτό το ρομποτικό οικιακό αυτόματο σύστημα διαχείρισης φαρμάκων θα ελευθερώνει την σωστή

δοσολογία, θα θυμίζει στον ηλικιωμένο να λάβει την δόση του, θα ενημερώνει κάποιον οικείο του και θα κρατάει ημερολόγιο. Η κατάλληλη δοσολογία θα προγραμματίζεται από τον χρήστη, ένα οικείο του πρόσωπο, τον φαρμακοπύ ή τον ιατρό του ηλικιωμένου μέσα από ένα απλό γραφικό περιβάλλον χρήστη (graphical user interface-GUI). Αν αλλάξει η αγωγή του ασθενούς-χρήστη, το ρομποτικό σύστημα θα πρέπει να επαναπρογραμματιστεί με την νέα αγωγή, μέσω του GUI. Επιπλέον το προϊόν θα θυμίζει στον αγοραστή να αγοράζει τα φάρμακα που πρέπει όταν αυτά τελειώνουν. Όλες οι υπενθυμίσεις θα γίνονται μέσω φωνητικών μηνυμάτων και δεν θα αποσύρονται από την μνήμη μέχρι την επιβεβαίωση της αγοράς. Μία άλλη λειτουργία του αυτόματου διαχειριστή φαρμάκων είναι ότι θα μπορεί να στείλει μήνυμα σε ένα οικείο πρόσωπο του ηλικιωμένου εάν το ζητήσει ο ίδιος, ή αν ακόμη ο ηλικιωμένος του δεν έχει πάρει για κάποιο λόγο τα φάρμακα του.

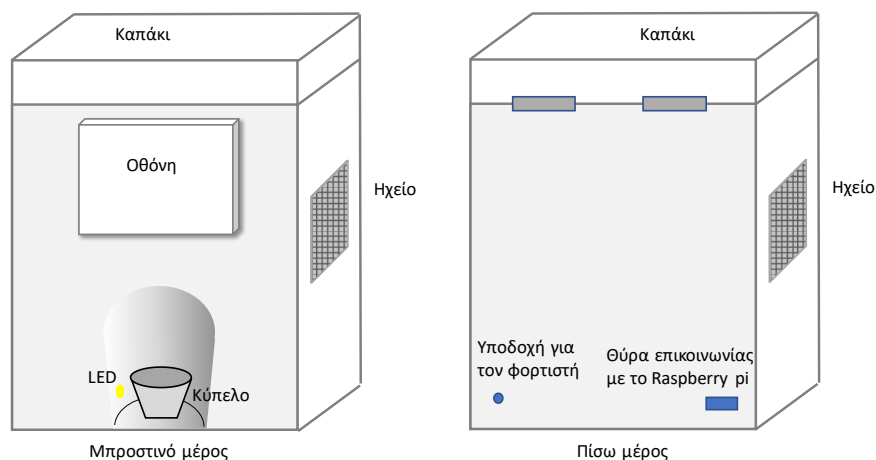
Αναλυτική Περιγραφή της Ιδέας

Για την επεξεργασία σημάτων και αποστολή εντολών στα μοτέρ και ενεργοποιητές θα χρησιμοποιηθεί ένα Raspberry pi 3 Type B, το οποίο επιλέχθηκε εξαιτίας της ικανότητας του να παράγει και να επεξεργάζεται ηχητικά και γραπτά δεδομένα.

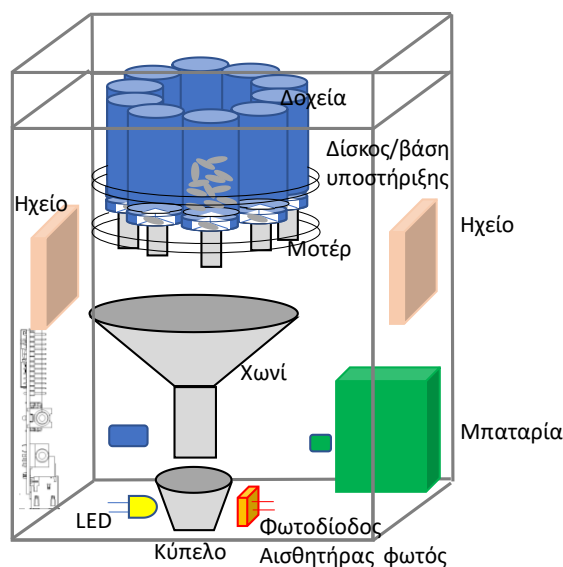
Το προτεινόμενο σχέδιο της συσκευής φαίνεται στο Σχήμα 1. Η συσκευή θα έχει διαστάσεις περίπου 40 cm × 30 cm × 25 cm (Υψος × Πλάτος × Βάθος). Θα υπάρχει οθόνη ενδείξεων στην πρόσοψη της συσκευής. Τα ηχεία θα βρίσκονται δίπλα ή κάτω από την οθόνη. Η επαναφορτιζόμενη μπαταρία θα βρίσκεται στο πίσω μέρος εσωτερικά της συσκευής. Στο πίσω μέρος της συσκευής θα βρίσκονται και η είσοδος υποδοχής του καλωδίου φόρτισης της μπαταρίας. Στο πίσω μέρος θα βρίσκεται και η θύρα επικοινωνίας με το Raspberry pi 3 Type B.

Στο εσωτερικό της συσκευής, θα υπάρχει ένας κεντρικός κυκλικός δίσκος πάνω στον οποίο θα είναι ενσωματωμένοι πλαστικοί κύλινδροι (δοχεία), ειδικά σχεδιασμένοι έτσι ώστε να μπορούν να αποθηκεύονται τα κατάλληλα φάρμακα-χάπια, ανάλογα με την περίπτωση (Σχήμα 2). Οι κύλινδροι αυτοί δεν θα είναι όλοι ιδίων διαστάσεων, αλλά θα επιλέγονται ανάλογα με το μέγεθος του χαπιού. Στο κάτω μέρος κάθε κυλίνδρου, θα βρίσκεται περιστρεφόμενο δίσκος ο οποίος στα άκρα του θα έχει κατάλληλη υποδοχή και θήκη, που θα χωράει ένα μόνο χαπι που θα έχουν αποθηκευτεί στο δοχείο από πάνω του όπως φαίνεται στο Σχήμα 3(α). Ο κάθε κυκλικός δίσκος θα περιστρέφεται από μοτέρ. Όταν είναι η ώρα να επιλεγούν τα κατάλληλα χάπια, οι δίσκοι θα περιστρέφονται κατά 180°, και θα οδηγούν τα χάπια πάνω από την είσοδο ενός χωνιού. Αξίζει να

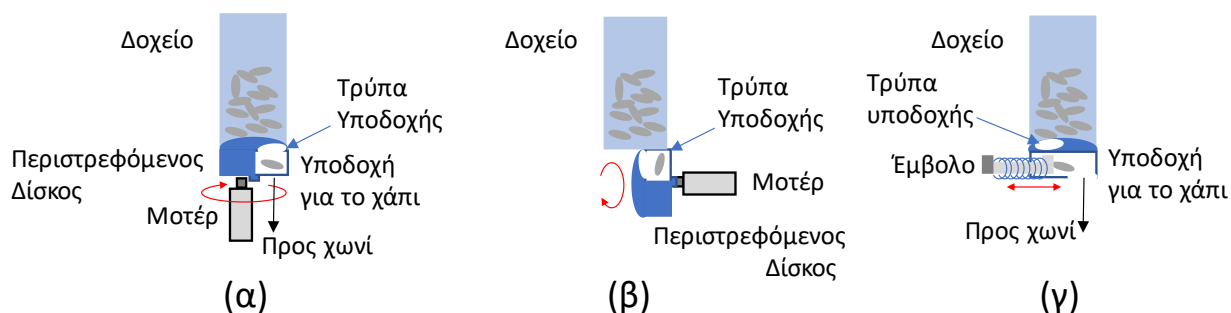
σημειωθεί, ότι η παραπάνω μέθοδος λήψης του χαπιού από το δοχείο αποθήκευσης είναι ένας από τους τρόπους που θα μελετηθούν και θα πειραματιστούμε. Εναλλακτικές μέθοδοι με την χρήση κατακόρυφου περιστρεφόμενου δίσκου (Σχήμα 3(β)) ή οριζόντια κινούμενου εμβόλου και ελατηρίου (Σχήμα 3(γ)) θα μελετηθούν επίσης. Η τελική επιλογή θα βασιστεί στα αποτελέσματα των πειραμάτων μας και κυρίως στην επιτυχία της κάθε μεθόδου, την δυνατότητα τοποθέτησης των μοτέρ, ενεργοποιητών στον διαθέσιμο χώρο και στην ελάχιστη κατανάλωση ισχύος, έτσι ώστε να μην αδειάζει γρήγορα η μπαταρία.



Σχήμα 1: Πρόσωση της προτεινόμενης συσκευής, με την οθόνη και τον χώρο συλλογής των χαπιών.



Σχήμα 2: Η προτεινόμενη συσκευή με τις λεπτομέρειες του εσωτερικού της. (Οι στηρίξεις των μηχανικών μερών και οι συνδεσμολογίες του Raspberry pi με τα μοτέρ, ηχεία, οθόνη κλπ δεν έχουν σχεδιαστεί, για απλούστευση του σχεδίου).



Σχήμα 3: Οι εναλλακτικές μέθοδοι συλλογής του χαπιού από το δοχείο αποθήκευσης. (α) χρήση οριζόντιου περιστρεφόμενου δίσκου, (β) χρήση κατακόρυφου περιστρεφόμενου δίσκου, (γ) χρήση οριζόντια κινούμενου εμβόλου.

Μέσω του χωνιού, τα χάπια θα καταλήγουν σε ένα πλαστικό κύπελλο-ποτήρι. Η συσκευή θα ανακοινώνει στον χρήστη, ότι η αγωγή του είναι έτοιμη. Δίπλα στο κύπελλο θα βρίσκεται ένας οπτικός αισθητήρας, που θα ελέγχει αν υπάρχει ή όχι το ποτήρι. Σε τακτά χρονικά διαστήματα, και έως ότου η συσκευή επιβεβαιώσει την αφαίρεση του ποτηριού, η ανακοίνωση θα επαναλαμβάνεται. Εάν σε χρονικό διάστημα 1 ώρας το ποτήρι δεν έχει μετακινηθεί, θα σημαίνει ότι το χάπι δεν έχει καταναλωθεί από τον χρήστη. Τότε, το σύστημα θα μπορεί να στείλει ένα γραπτό μήνυμα σε ένα ή περισσότερα συγγενικά πρόσωπα για να μπορέσουν να επιβεβαιώσουν με τον ηλικιωμένο αν έχει λάβει την αγωγή του. Αν το κύπελλο δεν μετακινηθεί μετά από αυτή την ειδοποίηση, εντός χρονικού ορίου μίας ώρας, το κύπελλο θα αποσύρεται εντός της συσκευής.

Επίσης σκοπεύουμε να προσθέσουμε μία ακόμα λειτουργία. Η λειτουργία αυτή θα είναι η ένδειξη στην οθόνη της συσκευής ότι έχει χρησιμοποιηθεί το 80% των χαπιών που αρχικά τοποθετήθηκαν στο δοχείο, έτσι ώστε να ξαναγεμίσει το αντίστοιχο δοχείο. Αν είναι δυνατόν θα συμπεριλάβουμε και αποστολή γραπτού μηνύματος στον ηλικιωμένο, σε συγγενικά πρόσωπα ή στον φαρμακοποιό με την υπενθύμιση αγοράς νέων χαπιών. Η αποστολή κειμένου απαιτεί κατάλληλη σύνδεση της συσκευής στο Ίντερνετ ή στο δίκτυο τηλεφωνίας.

Στάδια Σχεδιασμού και Κατασκευής

Τα στάδια σχεδιασμού και κατασκευής του αυτόματου διαχειριστή φαρμάκων είναι:

1. Σχεδίαση του αυτόματου διαχειριστή φαρμάκων με χρήση ανοιχτού λογισμικού σχεδίασης.

2. Έρευνα υλικών που θα χρειαστούμε. Τα υλικά περιλαμβάνουν μηχανικά εξαρτήματα κίνησης (μοτέρ, ελατήρια, γρανάζια, βίδες κλπ). Στόχος είναι να βρεθούν φτηνά υλικά αλλά ανθεκτικά.
3. Σχεδίαση/επιλογή μηχανικών εξαρτημάτων του προϊόντος. Αυτά θα είναι από πλαστικό υλικό που οδηγεί σε σχετικά φτηνή και ελαφριά κατασκευή και θα μπορεί να κατασκευαστεί με τρισδιάστατους εκτυπωτές.
4. Κατασκευή πρωτοτύπου του μηχανικού μέρους (εσωτερικό) και επιβεβαίωση σωστής λειτουργίας των ενεργοποιητών με χειροκίνητο έλεγχο.
5. Κατασκευή εξωτερικού μέρους και έλεγχος σωστής κατασκευής που δεν δημιουργεί προβλήματα στην κίνηση των κινητών μερών του συστήματος.
6. Προγραμματισμός εντολών κίνησης ενεργοποιητών και μοτέρ.
7. Προγραμματισμός εντολών αισθητήρα φωτός.
8. Πειράματα σωστής λειτουργίας με χάπια (φάρμακα) διαφορετικών σχημάτων και μεγεθών.
9. Αντιμέτωπιση προβλημάτων (trouble shooting), διόρθωση κατασκευαστικών, μηχανολογικών και προγραμματιστικών σφαλμάτων.
10. Τελικός έλεγχος αυτοματισμών και εντολών.
11. Ανάπτυξη GUI για τον προγραμματισμό της αγωγής και την επικοινωνία του ρομποτικού συστήματος με τον άνθρωπο.
12. Προγραμματισμός και έλεγχος ηχητικών μηνυμάτων.
13. Προγραμματισμός αποστολής μηνυμάτων.

Ενδεικτικός κατάλογος υλικών

Χρήση ανακυκλώσιμων υλικών θα μελετηθεί. Ενδεικτικός κατάλογος υλικών που θα μελετηθούν για την χρήση τους στην κατασκευή της συσκευής είναι:

- | | |
|---|-----|
| • Raspberry Pi 3 Type B | 35€ |
| • Τροφοδοτικό/Φορτιστής – 5V/4A | 20€ |
| • Μπαταρία επαναφορτιζόμενη, Lithium Ion Battery - 3.7v 2000mAh | 13€ |
| • Οθόνη ενδείξεων (5” TFT LCD, μεγάλο μέγεθος επιλέγεται έτσι ώστε μεγάλοι χαρακτήρες να προβάλλονται και να μπορούν να διαβαστούν καλύτερα από τους ηλικιωμένους). | 50€ |

- Adafruit 16 channel PWM/Servo Bonnet for Raspberry pi για την κίνηση των μοτέρ
18€
- Μοτέρ - Continuous rotation servo FeeTech FS5103R
10 × 12 € = 120€
- Adafruit Wave Shield for Arduino Kit - v1.1 για την σωστή αποστολή σήματος στα ηχεία
20€
- Ηχεία (μπορεί να χρησιμοποιηθούν παλιά ηχεία από χαλασμένα ή παροπλισμένα ραδιόφωνα).
5€
- Διάφορα LED για ενδείξεις (π.χ., συσκευή σε λειτουργία, συσκευή σε sleep mode), αλλά και τον αισθητήρα επιβεβαίωσης ρίψης φαρμάκου
1.50€
- Φωτοδίοδος/Αισθητήρας ανίχνευσης φωτός
0.90€
- Κύκλωμα καταγραφής οπτικών σημάτων (π.χ., Flora Lux Sensor - TSL2561 Light Sensor - v1.0)
8€
- Πλαστικό ή αλουμινένιο κουτί για περίβλημα (μπορούν να χρησιμοποιηθούν παλιά κουτιά από υπολογιστές)
25€ ή 0€
- Κυλινδρικά δοχεία από διαφανές πλαστικό για την αποθήκευση των χαπιών εντός του ρομποτικού συστήματος (π.χ., κουτιά από φωτογραφικό φίλμ – film cannister boxes
- Μηχανικά μέρη από πλαστικό (π.χ., έμβολα, δίσκοι, γρανάζια κλπ)
10 €
- Υλικό για τρισδιάστατους εκτυπωτές για την κατασκευή κάποιων από τα μηχανικά μέρη που δεν είναι διαθέσιμα (π.χ., RepRapper PLA 3D Printing Printer Filament 1.75 mm, 340m)
18 €
- Καλώδια για συνδεσμολογία των διαφόρων εξαρτημάτων
10€
- Βίδες
5€
- Διακόπτες
5€