



## GPS ORQALI AVTONOM BOSHQARILADIGAN ROBOTNI MODELLASHTIRISH VA ISHLAB CHIQRARISH

**Uteuliev N.U.** - Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Nukus filiali, Dasturiy injiniring va matematik modellashtirish kafedrasini mudiri, f.m.f.d, professor, **Djaykov G.M.** - Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti doktoranti, PhD **Dauletnazarov J.** - Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Nukus filiali magistranti

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada masofadan pult bilan boshqariladigan turli xil ekinlarni yetishtirish uchun mo'ljallangan robotni modellashtirishga qaratilgan.

**Kalit so'zlar:** GPS, avtonom boshqariladigan robot, modellashtirish, Arduino, LPC2148 mikrokontrolleri.

**Аннотация.** Эта статья посвящена моделированию робота с дистанционным управлением, предназначенного для выращивания различных сельскохозяйственных урожаев.

**Ключевые слова:** GPS, робот с автономным управлением, моделирование, Arduino, микроконтроллер LPC2148.

**Annotation.** In this paper consider modeling a remote controlled robot for growing various agricultural crops.

**Keywords:** GPS, robot with autonomous control, simulation, Arduino, LPC2148 microcontroller.

Bugungi kunda fermerlar mehnat xarajatlarini kamaytirish va hosilni oshirishga yordam beradigan robot mashinalarga ko'p pul(mablag') sarflashadi. Ammo foyda va samaradorlik yuqori darajada emas. Shu sababli, avtomatlashtirish mashinalarni yaratish va ishlab chiqarishni keng miqyosda amalga oshirish orqali barcha kamchiliklarni bartaraf etish ideal yechim hisoblanadi. Bu fermerga qishloq xo'jaligi ishlarini uzoq masofadan dalaga chiqmasdan, oson boshqarishga yordam beradi.

Qishloq xo'jaligi sanoatida avtomatlashtirish va robototexnikani qo'llash uning boshqa tarmoqlardagi keng ko'lamlil qo'llanilishi bilan solishtirganda jadal rivojlanmoqda. Ushbu sohada jarayonlarni avtomatlashtirish bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borilgan. [1] da muallif ekish, sug'orish va o'g'itlash kabi qishloq xo'jaligi ishlarida foydalanish mumkin bo'lgan tizimni tasvirlaydi. Bu ARDUINO mikrokontrolleri tomonidan boshqariladigan to'rt g'ildirakli robot-mashina bo'lib hisoblanadi. 4 ta yo'lni parallel ravishda ekish uchun 4 ta ekish g'ildiragi mavjud. Sug'orish uchun ular suvni muntazam ravishda pompalaydigan suv nasosidan foydalanadilar va ho'l o'g'itlarni quyish uchun bir xil sug'orish mexanizmi qo'llaniladi. [2] da urug'larni ekish uchun maxsus ishlab chiqilgan avtonom qishloq xo'jaligi robotining prototipi taqdim etilgan. Bu LPC2148 mikrokontrolleri tomonidan boshqariladigan to'rt g'ildirakli robot va uning ishi aniq dehqonchilikka asoslangan bo'lib, har bir ekin turiga xos bo'lgan optimal chuqurlikda va ekinlar va

ularning qatorlari orasiga optimal masofalarga ekilganda urug'larni samarali ekish imkonini beradi. [3] muallif GPS qabul qilgich va magnitometr yordamida avtomatik ravishda harakatlanadigan to'rt g'ildirakli robot-mashina tizimini taklif qilgan. ARDUINO butun tizimni boshqarish uchun ishlatiladi. Tizimga bir nechta yo'nalish nuqtalari kiritiladi, ular asosan bot yetishi kerak bo'lgan yo'nalish nuqtalarining kengligi va uzunligi hisoblanadi. Birma-bir, har bir yo'l nuqtasi maqsad sifatida belgilanadi va bot avtomatik ravishda yo'l nuqtasiga o'tadi. Ushbu takrorlash barcha yo'l nuqtalariga erishilgunga qadar davom etadi.

Ushbu maqolada masofadan turib pult bilan boshqariladigan turli xil ekinlarni yetishtirish uchun mo'ljallangan robotni modellashtirish va ishlab chiqishga qaratilgan. Shassisidagi ekish va sug'orish mexanizmi urug'larni ekish va sug'orish uchun, pestitsidlarni purkash mexanizmi pestitsidlarni purkash uchun ham o'rnatilgan. Bu operatsiyalarining barchasi bot avtomatik ravishda GPS yoki qo'lda fermada harakat qilganda, botni boshqarganda, unga ko'rsatmalar berganda amalga oshiriladi.

Hozirgi dehqonchilik tizimida fermerlar duch keladigan ayrim muammolar quyida keltirilgan:

1. Inson quvvati yetishmovchiligi bugungi kunda barcha fermerlar duch keladigan asosiy muammodir.

2. An'anaviy dehqonchilikning samarasiz usullari foydali resurslarning isrof bo'lishiga olib keladi.

3. Fermerlarning o'limiga olib keladigan xavfli pestitsidlarni.

4. Individual jarayonni bajarishda ortiqcha vaqt sarflanadi.

5. An'anaviy dehqonchilik tizimida xarajat nisbatan juda yuqori.

Taklif etilayotgan Agribotning dolzarbligi qo'yidagilardan iborat:

1. Ekish mexanizmi, sug'orish mexanizmi va pestitsid purkash mexanizmi uchun 3 ta urug'lik g'ildiragi mavjud.

2. Pestitsidlarni purkash uchun maxsus purkash mexanizmi shassisiga o'rnatilgan bo'lib, bu fermerlarning o'limini kamaytiradi.

3. Resurslardan samarali foydalanish hisobiga tannarxni pasaytirish.

4. Fermer xo'jaligidan unumli foydalanish.

5. Inson kuchining qisqarishiga yangi texnologiyadan foydalanish orqali erishiladi.

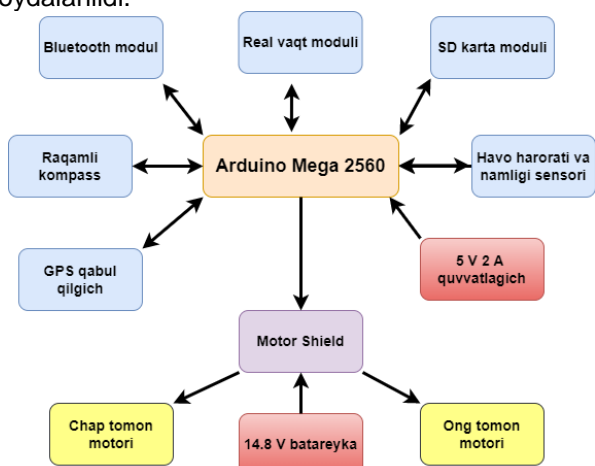


6. Dehqonchilik tizimining bir nechta operatsiyalari uchun zarur bo'lgan mehnat xarajatlari va vaqtni kamaytirish.

Global Positioning System - Global joylashishni aniqlash tizimi (GPS) dan foydalangan holda avtonom navigatsiya qilish, belgilangan nuqtagacha harakatlanish paytida GPS koordinatalari, havo harorati va namligini real vaqt ma'lumotlari bilan birga micro sd kartaga saqlovchi robot mashinani ishlab chiqish tadqiq etiladi.

Bunda robot mashina GPS koordinatalari ro'yxatini oladi va belgilangan tartibda yo'nalish nuqtalariga boradi. Qaralayotgan ishda GPSdan foydalangan holda avtonom navigatsiyani amalga oshirishning oddiy yondashuvi, masalaga doir zarur uskunalar, "Haversin formulasi" va "Azimut formulasi" yordamida navigatsiya vektorlarini hisoblash yo'llaridan foydalanilgan [1-3].

Tizimning asosiy komponentlari 1-rasmda ko'rsatilgan. GPS qabul qiluvchisi robot mashinada navbatdagi nuqtagacha bo'lgan masofani hisoblashga yordam beradi. Raqamli kompas yordamida GPS shuningdek, belgilangan nuqta qaysi yo'nalishda joylashganligini aniqlash mumkin. Ushbu ikki parametr - masofa va yo'nalish - bizga robot mashinani maqsad (belgilangan nuqta) sari boshqarish uchun zarur bo'lgan navigatsiya vektorini beradi. Robot mashina uchun ikki g'ildirakli differensial harakatlanuvchi konfiguratsiyasidan foydalanildi.



1-rasm. GPS robotli avtomobil blok diagrammasi.

Ikki g'ildirakli robot mashina to'rt g'ildirakli differensial harakatlanuvchi robot bilan deyarli bir xil ishlaydi va boshqarish uchun yozilgan dastur kodi ikkala konfiguratsiya bilan harakatlanuvchi robot mashinalar uchun yaxshi ishlaydi.

Belgilangan nuqtagacha bo'lgan masofani hisoblash uchun Haversin formulasidan foydalanildi. Bu yer sharidagi ikkita nuqta orasidagi uzunlik va kenglikdan katta doira masofalarini beradi. Yo'nalish yoki sarlavhani hisoblash uchun "Azimut formulasi" ishlatilib, agar u katta aylana yoyi bo'ylab to'g'ri chiziq bo'ylab bajarilsa, robot mashinani boshlang'ich nuqtadan oxirigacha olib boradi.

Ikkala parametr ham quyidagi ma'lum ma'lumotlar yordamida hisoblanishi mumkin:

- nishonning GPS koordinatasi;
- GPS qabul qilgichdan olingan robot mashinaning koordinatasi;
- raqamli kompasdan olingan shimolga nisbatan robot mashina yo'nalishi.

Robot mashina doimiy ravishda navigatsiya vektorini qayta hisoblab chiqadi va natijada olingan masofa va yo'nalishni motorlarni belgilangan nuqtaga yaqinlashishda ishlatadi. Shuningdek, Android operatsion tizimida ishlovchi dastur App Inventor vizual dasturlash muhitida ishlab chiqildi.

Dastur robot mashina bilan bluetooth tarmog'i orqali aloqa o'rnatadi va quyidagi amallarni bajarishda ishlatiladi:

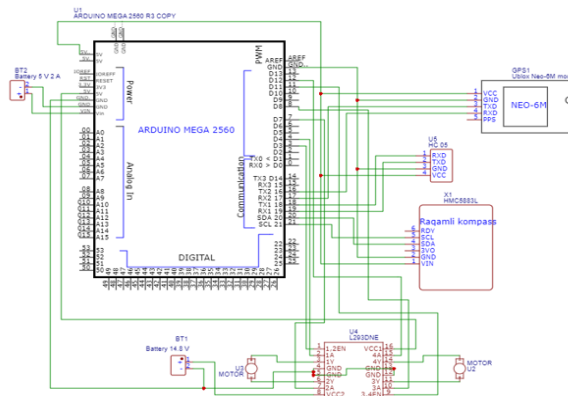
- robot mashina borishi kerak bo'lgan yo'l nuqtalarini belgilash;
- robot mashinaning GPS koordinatalarini real vaqtda ko'rish;
- robot mashina harakatlanishini boshqarish;
- raqamli kompas ma'lumotlariga ega bo'lish.

Maqolada GPS navigatsiyasini amalga oshirish va sensor ma'lumotlarini micro sd kartada saqlash uchun kerakli elektron uskunalar ko'rib chiqildi.

Asosiy elektron plata sifatida Arduino Mega 2560 mikrokontrolleri ishlatildi. Bunga sabab Arduino mikrokontrolleri ishlatishda juda sodda va GPS, raqamli kompass, har hil sensorlar uchun juda ko'p kutubxonalar ega. Kutubxonalar sensorlar va motorlar uchun apparat va dasturiy ta'minot drayverlari haqida juda ko'p tafsilotlarga kirmasdan, juda murakkab loyihalarni amalga oshirishni osonlashtiradi.

GPS qabul qiluvchisi sifatida U-blox NEO-6M chipiga asoslangan HiLetgo GY-GPS6MV2 modulini tanlandi.

Raqamli kompas Honeywell HMC5883L chipiga asoslangan GY-271 modulidir. Har ikkisi keng tarqalgan Arduino kutubxonalar mavjud. U-blox NEO-6M UART seriyali aloqa interfeysiga ega va HMC5883L I<sup>2</sup>C seriyali protokoli bilan ishlaydi. Kompas shovqinni oldini olish uchun elektronikaning qolgan qismidan kamida 15 sm balandlikda joylashgan.



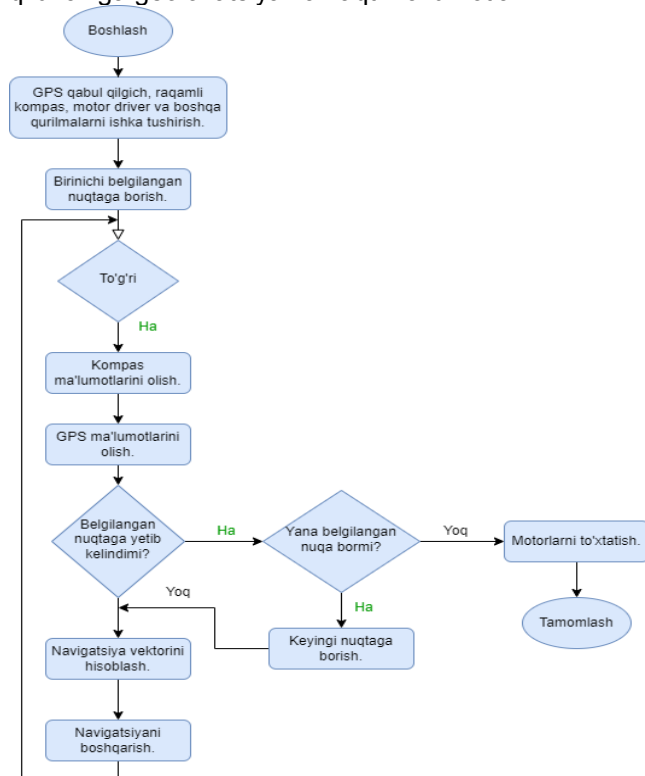
2-rasm. Robot mashina loyihasi uchun sxema.

DC motorlar L293D chipida qurilgan Motor Shield orqali boshqariladi. Har bir kanal 1,2 A maksimal tok bilan taminlay oladi. Motor shield ikkita L293D, 74HC595 mikrosxemalari o'rnatilganligi sababli, to'rtta DC motorni bir vaqtning o'zida boshqarish imkonini beradi. Lekin ishlangan robot mashina 2 ta DC motor bilan jihozlangan.

Shassiy alyuminiy platformaga ega bo'lib, ikkita umumiy 12 V DC 85 aylanishli dvigatelga va diametri 13 sm bo'lgan g'ildiraklarga ega. Ammo deyarli har qanday umumiy ikki g'ildirakli yoki to'rt g'ildirakli shassidan foydalanish mumkin.

Robot mashina motorlarini quvvat bilan ta'minlash uchun 4 ta 3.7 V (umumiy 14.8 V) litiy-ion batareyalaridan, mikrokontroller, GPS qabul qilgich, raqamli kompas, bluetooth modul va boshqa sensorlarni quvvatlash uchun 5 V 2 A -lik quvvatlagichtan foydalanildi. Optimal tashkil etish uchun quyidagi electron uskunar ulanish sxemasi taklif etildi(2-rasm).

**Global joylashish tizimi (global positioning system).** Global Positioning System (GPS) - bu Qo'shma Shtatlar hukumatiga tegishli global navigatsiya sun'iy yo'ldosh tizimi. U kamida to'rtta GPS sun'iy yo'ldoshini to'siqsiz ko'rish chizig'iga ega bo'lsa, Yer yuzasidagi har qanday GPS qabul qiluvchiga geolokatsiya va vaqt ma'lumotlarini.



3-rasm. Robot mashinada ishlash algoritmi.

GPS qabul qiluvchilar odatda osmonni yaxshi ko'rish va ko'rinadigan sun'iy yo'ldoshlar kabi ideal sharoitlarda taxminan 2,5 m dan 5 m gacha bo'lgan aniqlikda kenglik va uzunlik koordinatalarini ta'minlay oladi.

Robot mashina kenglik va uzunlik koordinatalari bilan berilgan bir yoki bir nechta yo'nalish nuqtalari bilan dasturlashtirilgan va mashinaning GPS qabul qiluvchisi o'zining haqiqiy holatini bir xil turdagi koordinatalarda beradi.

3-rasmda robot-mashinada ishlaydigan algoritmnining oqim diagrammasi keltirilgan. Bularning aksariyati o'z-o'zidan tushunarli, shuning uchun ishimiz davomida navigatsiya vektorini hisoblash va navigatsiya boshqaruviga e'tibor qaratamiz, bu uning eng murakkab qismidir.

Yuqorida aytib o'tganimizdek, belgilangan nuqtagacha bo'lgan masofani hisoblash uchun "Haversin formulasi" dan va magnit Shimolga nisbatan belgilangan nuqta yo'nalishini hisoblash uchun "Azimut formulasi" dan foydalaniladi.

Bundan tashqari, agar robot mashinaning joriy belgilangan nuqtaga nisbatan yo'nalish burchagi berilgan yo'nalish tolerantligi xatosidan tashqarida bo'lsa (dasturda  $\pm 5$  darajaga o'rnatilgan), algoritm ham robot mashinani oldingi tarafini belgilangan nuqta tomon yo'naltirguncha aylantiradi.

Algoritm robotni joriy belgilangan nuqtaga erishilgunga qadar boshqaradi va keyin boshqa yo'l nuqtasi mavjud bo'lsa, xuddi shu amallarni takrorlaydi. Aks holda, mashina to'xtaydi va bluetooth tarmog'i orqali smartfondagi dasturga belgilangan yo'l nuqtasiga yetib kelganligi haqida xabar jo'natadi.

Robot mashina navigatsiya vektorini hisoblash va uning harakatini boshqarishning ushbu tsiklini doimiy ravishda takrorlashi kerak, chunki har bir harakat bilan qo'shimcha masofa va yo'nalish xatolari kiritiladi. Bundan tashqari, GPS qabul qiluvchisi ham, raqamli kompas ham o'ziga xos xatolik tolerantliklariga ega, bu esa asosiy xato kattaliklariga qo'shiladi, shuningdek, motorlar xatolik tolerantliklari va tashqi buzilishlarni ham eslatib o'tmaydi.

#### Navigatsion vektori hisobi

Navigatsiya vektori, masofa va robot yo'nalishi - qanday aniqlanganligi 4-rasmda grafik tarzda ko'rsatilgan. Ushbu ikki komponent uchta ma'lum parametr bo'yicha hisoblanadi:

- 1) Maqsad koordinatalari.
- 2) Robot mashinaning koordinatalari.
- 3) Magnit Shimolga nisbatan mashinaning yo'nalishi.

Masofa va yo'nalish xatolarini, biz nazorat algoritmimiz yordamida minimallashtirishga harakat qilamiz. Biz masofadagi xatolikni avtomobilga chiziqli tezlikni berish orqali, burchak xatosini esa mos keladigan burchak tezligini berish orqali kamaytirishimiz mumkin. "Haversin Formula" bizga "d" masofa xatosini, "Azimut formulasi" esa azimutni (waypoint\_angle) hisoblash imkonini beradi, uning yordamida " $\alpha$ " yo'nalish xatosini hisoblashimiz mumkin.



**Haversin formulasi** sferik trigonometriyadagi umumiy formula bo'lib, Yer yuzasi yoki har qanday sferadagi ikki nuqta orasidagi masofani hisoblash uchun ishlatiladi [3].

$$\text{hav}\left(\frac{a}{r}\right) = \text{hav}(\varphi_2 - \varphi_1) + \cos(\varphi_1) \times \cos(\varphi_2) \times \text{hav}(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (1)$$

$$\text{hav}(\theta) = \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{1 - \cos(\theta)}{2} \quad (2)$$

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos(\varphi_1) \times \cos(\varphi_2) \times \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \quad (3)$$

$$c = 2 \times \arctan2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \quad (4)$$

$$d = r \times c \quad (5)$$

Bu yerda:

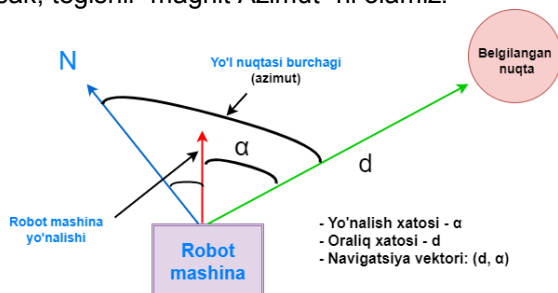
$\varphi_1$ : 1 – nuqta uzunligi,  $\lambda_1$ : 1 – nuqta kengligi,

$\varphi_2$ : 2 – nuqta uzunligi,  $\lambda_2$ : 2 – nuqta kengligi

$d$ : arc(distance),  $r$ : earth's radius

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1, \quad \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$$

Azimut shimoliy tayanch chizig'i yoki meridiandan yo'nalish chizig'iga soat yo'nalishi bo'yicha o'lchanadigan gorizontol burchak sifatida yer yuzasida ikki nuqta bilan belgilanadi. Agar biz haqiqiy shimolni mos yozuvlar sifatida olsak, biz "haqiqiy Azimut" ni olamiz. Agar biz magnit shimolni olsak, tegishli "magnit Azimut" ni olamiz.



**4-rasm. Navigatsiya vektorini hisoblash**

Shunday qilib, Azimut formulasi bizga ushbu ikki chiziq orasidagi burchakni hisoblash imkonini beradi.

Bular robot avtomobilning joylashuvi, shimol o'rtasidagi chiziq va robot avtomobilning pozitsiyasi va maqsad o'rtasidagi chiziq (4-rasm). Azimutni hisoblash uchun faqat maqsad va robot avtomobilning koordinatalari kerak bo'ladi.

$$\theta = a \tan 2(\sin \Delta\lambda \times \cos \varphi_2, \cos \varphi_1 \times \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \times \cos \varphi_2 \times \cos \Delta\lambda) \quad (6)$$

Bu yerda:

$\varphi_1$ : 1 – nuqta uzunligi,  $\varphi_2$ : 2 – nuqta uzunligi

$\theta$ : yo'l nuqtasi burchagi yoki azimut

Bizda azimut yoki yo'l nuqtasi burchagi bo'lgandan so'ng, raqamli kompasdan olingan shimolga nisbatan azimut va robot avtomobilning yo'nalishi o'rtasidagi farqni ko'rsatadigan yo'nalish xatosini hisoblashimiz kerak:

$$\text{heading\_error} = \text{waypoint\_burch} - \text{robot\_car\_heading.}$$

Xulosa

Ushbu maqolada shudgorlash, dalalarni tekislash, ekish, sug'orish va pestitsidlarni purkash kabi turli qishloq xo'jaligi ishlarini bajaradigan robotni loyihalash va ishlab chiqish ustida dissertatsiya ishi yozildi. Bu erda asosiy komponent Arduino bo'lib, butun jarayonni boshqaradi. Bot radio masofadan boshqarish pultli orqali boshqariladi. Ushbu RF masofadan boshqarish pultida turli qishloq xo'jaligi ishlarini boshqarish uchun bir nechta tugmalar mavjud. Bot ferma bo'ylab ikki rejimda harakatlanishi mumkin: qo'l bilan, bunda botga yo'nalish foydalanuvchi tomonidan o'rnatiladi va avtomatik rejimda, bot foydalanuvchi ko'rsatmalariga ehtiyoj sezmasdan avtomatik ravishda ferma bo'ylab harakatlanadi. Ushbu avtomatik navigatsiya GPS qabul qilgich va magnetometr yordamida mumkin. Ferma harakatlanayotganda, bot foydalanuvchi tomonidan qaysi operatsiya yoqilganligiga qarab har qanday fermerlik operatsiyasini bajarishi mumkin. Ekish va sug'orish operatsiyalari ikki ekin orasidagi ketma-ket masofaga qarab ma'lum bir oraliqda sodir bo'ladi va bu intervalni Arduino kodini boshqarish orqali osongina o'zgartirish mumkin.

#### Adabiyotlar

- [1]. Shreyash Kulkarni, Rahul Kumbhar, Krunal Mistry, Shravan Nithurkar. Multipurpose Agribot, IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN) Volume 09, Issue:
- [2]. Neha S. Naik, Virendra. V. Shete, Shruti. R. Danve. Precision Agriculture Robot for Seeding Function, IEEE International Conference on Industrial Instrumentation and Control, May 2015.
- [3]. GPS Guides Robotic Car, Author: Raul Alvarez Torrico URL: <https://circuitcellar.com/researchdesi-gn-hub/gps-guides-robotic-car-2/>
- [4]. M.Haritha, T.Kavitha, G.Bhavadharni, V.Prabhu. GPS based autonomous vehicle navigation in robotics along with directionality. January 2018. International Journal of Pure and Applied Mathematics 119(15):1603-1612.
- [5]. Ilker Ünal and Mehmet Topakci. Design of a Remote-controlled and GPS-guided Autonomous Robot for Precision Farming. International Journal of Advanced Robotic Systems. January 1, 2015.
- [6]. Deenadayalan-M.E., R. Lakshmi. Design and Development of GPS Guided Autonomous Ground Vehicle for Precision Farming. D. Middle-East Journal of Scientific Research 24 (S2): 221-225, 2016. ISSN 1990-9233.