ДОДАТОК А

ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ СИМУЛЯЦІЇ

```
import pygame
import math

class buildEnviroment:
  def __init__(self,MapDimension):
    pygame.init()
    self.pointCloud=[]
    self.externalMap=pygame.image.load('SLAM/map.png')
    self.maph, self.mapw = MapDimension
    self.MapWindowName = 'RRT path planning'
    pygame.display.set_caption(self.MapWindowName)
    self.map = pygame.display.set_mode((self.mapw, self.maph))
    self.map.blit(self.externalMap,(0,0))

  def AD2pos(self,distance,angle,robotPosition):
    x = distance * math.cos(angle)+robotPosition[0]
    y = -distance * math.sin(angle)+robotPosition[1]
    return (int(x),int(y))

  def dataStorage(self,data):
    print(len(self.pointCloud))
    for element in data:
      point=self.AD2pos(element[0],element[1],element[2])
      if point not in self.pointCloud:
        self.pointCloud.append(point)

  def show_sensorData(self):
    self.infomap=self.map.copy()
    for point in self.pointCloud:
      self.infomap.set_at((int(point[0]),int(point[1])),(0,255,0))


import pygame
import math
import numpy as np

def uncertainty_add( distance, angle,sigma):
  mean = np.array([distance, angle])
  covariance = np.diag(sigma ** 2)
  distance, angle = np.random.multivariate_normal(mean, covariance)
  distance=max(distance, 0)
  angle=max(angle,0)
  return [distance, angle]

class LaserSensor:
```

```
  def __init__(self,Range,map,uncertainty):
    self.Range=Range
    self.speed = 4
    self.sigma = np.array([uncertainty[0], uncertainty[1]])
    self.position=(0,0)
    self.map=map
    self.W,self.H = pygame.display.get_surface().get_size()
    self.sensedObstacles=[]

  def distance(self,obstaclesPosition):
    px=(obstaclesPosition[0]-self.position[0])**2
    py=(obstaclesPosition[1]-self.position[1])**2
    return math.sqrt(px+py)

  def sense_obstacles(self):
    data=[]
    x1, y1 = self.position[0], self.position[1]
    for angle in np.linspace(0,2*math.pi,60,False):
      x2,y2 = (x1 + self.Range * math.cos(angle), y1 - self.Range * math.sin(angle))
      for i in range(0, 100):
        u = i / 100
        x = int(x2 * u + x1 * (1 - u))
        y = int(y2 * u + y1 * (1 - u))
        if 0<x<self.W and 0<y<self.H:
          color=self.map.get_at((x,y))
          if (color[0],color[1],color[2]) == (0,0,0):
            distance=self.distance((x,y))
            output=uncertainty_add(distance, angle, self.sigma)
            output.append(self.position)
            data.append(output)
            break
    if len(data)>0:
      return data
    else:
      return False

from env import buildEnviroment
from sensors import LaserSensor
import pygame

enviroment = buildEnviroment((712,1400))
enviroment.originalMap = enviroment.map.copy()
laser = LaserSensor(200,enviroment.originalMap,uncertainty=(0.5,0.01))
enviroment.map.fill((0,0,0))
enviroment.infomap = enviroment.map.copy()
```

```
running = True

while running:
  sensorON=False
  for event in pygame.event.get():
    if event.type == pygame.QUIT:
      running = False
    if pygame.mouse.get_focused():
      sensorON=True
    elif not pygame.mouse.get_focused:
      sensorON=False
  if sensorON:
    position=pygame.mouse.get_pos()
    laser.position=position
    sensor_data = laser.sense_obstacles()
    enviroment.dataStorage(sensor_data)
    enviroment.show_sensorData()
  enviroment.map.blit(enviroment.infomap,(0,0))
  pygame.display.update()
```

ДОДАТОК Б

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Kharkiv National University of Radio Electronics

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції

ВИРОБНИЦТВО & МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023

(19-20 жовтня 2023)
Харків, Україна

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

Максим Лузан, Дмитро Янушкевич

Аналіз методів дистанційного знешкодження 46

Михайло Ковальов, Іванов Леонід

Способи удосконалення частотного перетворювача напруги для блоку управління електричним транспортним засобом 49

Світлана Максимова, Георгій Борисов

Розробка програми для пошуку й побудови оптимального маршруту мобільного робота у двовимірному просторі 52

Світлана Максимова, Канаєв Владислав

Розробка підсистеми керування мобільного роботу для орієнтації в виробничому просторі 54

Олена Чала, Анатолій Сливка

Рівні Засобів IIoT в Інформаційних Технологіях 57

Чала О., Дон Д.

Розроблення елементів обліку обладнання інформаційних ERP-систем 61

Бронніков А.І., Чернишов Д.І.

Модернізація модуля керування розсувними конструкціями виробничого приміщення з використанням IoT 65

Бронніков А.І., Нищета В.Є.

Розроблення системи інтелектуального керування кондиціонуванням виробничого приміщення з використанням технології IoT 68

Запорізький Валентин, Плахтій Олександр

Аналіз поточного стану розвитку колаборативних роботів 71

Олег Гуртовий

Використання автоматизованого випробувального обладнання в системі контролю якості продукції радіоелектронної промисловості 74

Дмитро Лобанов, Леонід Іванов

Способи удосконалення модуля автоматичного управління перетворювача напруги блоку живлення електроробокара 78

54

Розробка підсистеми керування мобільного роботу для орієнтації в виробничому просторі

Світлана Максимова[1],Канаєв Владислав[1]
1. Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА,
Харків, пр.Науки 14., email: vladyslav.kanaiev@nure.ua

Анотація: Дана наукова робота присвячена розробці та тестуванню підсистеми управління мобільним роботом для забезпечення його орієнтації у виробничому просторі. Потреба мобільних роботах на робочому місці стає все більш актуальною, а для їх успішної роботи необхідна ефективна система навігації. У цій роботі докладно розглядаються ключові аспекти розробки такої підсистеми, включаючи інтеграцію технологій, постійне вдосконалення, безпеку та ефективність, а також перспективи подальших досліджень у цій галузі. Результатом роботи є система, здатна покращити виробничий процес, забезпечити ефективність та безпеку у виробничому середовищі.

Ключові слова: Мобільний робот, виробничий простір, система навігації.

I. Вступ

Дана робота є актуальним дослідженням та розробкою підсистеми керування мобільним роботом для орієнтування у промислових приміщеннях. Є кілька ключових факторів, які роблять цю роботу актуальною і важливою в сучасному світі.

Сьогодні ми спостерігаємо зростаючу потребу в автоматизації виробництва. Мобільні роботи стають невід'ємною частиною цієї трансформації, виконуючи різноманітні завдання у виробничих цехах і на складах [1]. Розробка ефективних систем орієнтації для цих роботів стає критичною, оскільки це сприяє підвищенню продуктивності та зниженню витрат виробництва.

Безпека стає все більш важливою у виробничих середовищах, де роботи працюють поруч з людьми. Системи орієнтації допомагають роботам уникати зіткнень з людьми та іншими об'єктами, що сприяє створенню безпечного середовища для всіх учасників виробництва. [1-3]

Виробниче середовище може бути складним і мінливим. Мобільні роботи повинні вміти орієнтуватися і орієнтуватися в таких умовах. Велике значення має розробка підсистеми управління, здатної адаптуватися до різних середовищ і умов.

Крім того, з появою нових технологій, таких як датчики та алгоритми, з'являються нові можливості для вдосконалення систем орієнтації. Інновації в області робототехніки та автоматизації постійно змінюють ландшафт і забезпечують інженерів і дослідників новими інструментами для розробки більш ефективних систем орієнтації.

Зрештою, розробка підсистеми управління мобільним роботом для орієнтації у виробничих приміщеннях залишається актуальним і затребуваним напрямком досліджень і розробок. Навіть найбільший у світі інтернет-магазин має у своєму розпорядженні понад 200000 роботів, вони залучені на складах 180 країн. Роботизований склад Amazon використовує системи для автоматичного транспортування товарів. [4-5] Ця робота має потенціал змінити спосіб функціонування та управління виробництвом, зробивши його більш ефективним і безпечним.

В даний час мобільні роботи стають невід'ємною частиною автоматизованого виробництва. Вони надають унікальні можливості для підвищення продуктивності, зниження витрат і покращення безпеки на робочому місці. Однак, щоб роботи успішно функціонували в промислових умовах, їм потрібна ефективна система орієнтації, яка дозволяє їм безпечно й точно пересуватися, виконувати завдання та взаємодіяти з навколишнім середовищем, що дозволяє їм легко доставляти, завантажувати та розвантажувати матеріали практично без втручання людини [6]. У цій статті більш детально описано розробку підсистеми керування мобільним роботом, з акцентом на використання мікроконтролера Arduino.

Виробничі маніпулятори, роботи-безпілотники, інтерактивні іграшки, роботи-хірурги, побутові андроїди, роботи-собаки, дрони, роботи-укладачі цегли та інше. Мобільні роботи стали надійними помічниками в багатьох сферах [7-9]. Вони здатні виконувати монотонні та небезпечні завдання, звільняючи людину від рутини та ризику. Однак, щоб мобільні роботи працювали в різноманітних і динамічних виробничих середовищах, їм потрібна надійна система орієнтації, яка забезпечує високу точність і надійність руху.

II. Основні компоненти підсистеми

Вибір відповідних датчиків відіграє вирішальну роль у проектуванні системи орієнтації мобільного робота. Датчики надають роботу інформацію про його оточення та стан. Для досягнення максимальної ефективності та точності орієнтації можна використовувати різноманітні типи датчиків. Це включає ультразвукові далекоміри для вимірювання відстані до перешкод, камери для візуального розпізнавання маркерів або об'єктів, інфрачервоні датчики для виявлення джерел тепла та інші. При виборі датчиків необхідно враховувати вимоги до точності, надійності та області застосування робота.

Алгоритми обробки даних від датчиків і управління рухом робота є ключовим елементом системи орієнтації. Вони визначають, як робот аналізуватиме інформацію від датчиків і прийматиме рішення щодо руху. Мікроконтролер Arduino може реалізовувати різноманітні алгоритми, включаючи алгоритми локалізації, планування шляху та уникнення перешкод. Розробка та оптимізація цих алгоритмів відіграють важливу роль у забезпеченні ефективної системи контролю ставлення. Алгоритми повинні бути розроблені з урахуванням особливостей

55

виробничого простору та завдань, які повинен виконувати робот. [10-13]

Вибір технічних компонентів і рішень також має велике значення для успішної реалізації системи орієнтації на мікроконтролері Arduino. Це включає вибір двигунів і кодерів для керування рухом, бездротових модулів для зв'язку та передачі даних, а також датчиків для вимірювання параметрів навколишнього середовища, таких як температура та вологість. Технічні рішення повинні відповідати вимогам продуктивності, надійності та довговічності системи. Ефективне керування енергією також є важливим аспектом, особливо під час експлуатації робота під час тривалого виробництва.

Інтеграція обраних датчиків, алгоритмів і технічних компонентів є завершальним етапом розробки підсистеми управління. На цьому етапі створюється єдине програмне забезпечення, яке дозволяє мікроконтролеру Arduino взаємодіяти з датчиками, обробляти отримані дані та керувати рухом робота відповідно до встановлених алгоритмів. Ефективна інтеграція компонентів забезпечує послідовну роботу системи та здатність адаптуватися до мінливих умов виробничого середовища.

III. Проектування та тестування

Після визначення всіх компонентів і розробки алгоритмів необхідно приступати до проектування системи орієнтування. Це передбачає створення електричної схеми для підключення датчиків і приводів до мікроконтролера Arduino. Також необхідно розробити програмне забезпечення для зчитування даних з датчиків, обробки інформації та керування рухом робота. При проектуванні необхідно враховувати особливості виробничого приміщення, в якому працюватиме робот. [14-16]

Тестування в реальних умовах виробництва є невід'ємною частиною процесу розробки і дозволяє оцінити реальну продуктивність і надійність системи. Під час тестування слід враховувати наступні аспекти:

- Оцінка точності навігації: важливим етапом тестування є оцінка навігаційної точності системи орієнтації. Робот повинен мати можливість точно й передбачувано пересуватися у виробничому просторі. Вимірювання та аналіз розташування робота в різні моменти часу дозволяє нам визначити, наскільки близько він підходить до цільової точки та наскільки точно він слідує заданому шляху.
- Перевірка виявлення перешкод: система орієнтування повинна ефективно виявляти перешкоди і правильно на них реагувати. Тестування має включати сценарії, що включають перешкоди різного розміру та форми, щоб переконатися, що робот здатний їх уникнути або уникнути.
- Оцінка стійкості та надійності: робот повинен демонструвати стабільну роботу в різних умовах, включаючи зміни освітленості, температури та вологості. Тестування також включає перевірку довгострокової надійності системи. Робот повинен успішно функціонувати протягом тривалого часу без збоїв і втрати продуктивності.
- Оцінка ефективності та швидкості: ефективність системи контролю ставлення також є важливим аспектом. Ця фаза тестування оцінює, наскільки швидко та ефективно робот виконує свої завдання у виробничому середовищі. Ефективність може залежати від вибору алгоритмів і технічних компонентів.

Реакція на зміни середовища: умови експлуатації можуть змінюватися з часом. Тестування повинно включати сценарії, за якими робот повинен адаптуватися до змін навколишнього середовища. Це може включати переміщення або створення нових перешкод.[18,19]

IV Висновки

Розробка та тестування підсистеми управління мобільним роботом для орієнтації у виробничому просторі – багатогранний та відповідальний процес. Однак успішне завершення цього процесу може значно підвищити ефективність та безпеку автоматизованих виробничих процесів.

Розробка підсистеми орієнтації мобільного робота передбачає інтеграцію різних технологій, починаючи від датчиків та мікроконтролера Arduino і закінчуючи алгоритмами та двигунами. Злагоджена робота всіх компонентів відіграє важливу роль у досягненні цілей.

Розробка мобільних роботів – тривалий процес. Постійне вдосконалення системи управління орієнтацією, алгоритмів та апаратних компонентів необхідне для адаптації до змінних умов виробничого середовища та забезпечення максимальної продуктивності.

Система орієнтації не тільки підвищує ефективність, а й забезпечує безпеку робота та оточуючих. Це особливо важливо у виробничих умовах, де роботи можуть взаємодіяти з людьми та обладнанням.

Галуззю активних досліджень також є розробка систем орієнтації мобільних роботів. Постійно з'являються нові технології та методики, що відкриває нові можливості для покращення функціональності та ефективності роботів.

Таким чином, розробка підсистеми управління для мобільного робота, здатного переміщатися у виробничому середовищі, потребує інженерних навичок, ретельного проектування та тестування, а також постійного прагнення до вдосконалення. Ця робота потенційно може змінити спосіб роботи та управління виробництвом, зробивши його більш ефективним та безпечним.

56

Перелік посилань

[1] Промислова та мобільна робототехніка [Електронний ресурс]: – Режим доступу: https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/6.-promyslova-ta-mobilna-robototehnika.pdf

[2] Роботи на складах: 5 прикладів автоматизації [Електронний ресурс]: – Режим доступу: https://wareteka.com.ua/uk/blog/roboti-na-skladah-prikladi-avtomatizaciyi/

[3] AMRs That Transport and Sort Goods (AMR)? [Електронний ресурс]: – Режим доступу: https://modula.us/blog/autonomous-mobile-robots/

[4] Розвиток робототехніки [Електронний ресурс]: – Режим доступу: https://metinvest-smc.com/ua/articles/razvitie-robototexniki-budushee-uzhe-nastupilo/

[5] Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 9140156, https://doi.org/10.1155/2022/9140156.

[6] Abu-Jassar, A. T., Attar, H., Yevsieiev, V., Amer, A., Demska, N., Luhach, A. K., & Lyashenko, V. (2022). Electronic User Authentication Key for Access to HMI/SCADA via Unsecured Internet Networks. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 5866922. https://doi.org/10.1155/2022/5866922

[7] Nevliudov, I., & et al.. (2021). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems, J. Math. Comput. Sci., 11(1), 520-542.

[8] Nevliudov, I., & et al.. (2021). GUI Elements and Windows Form Formalization Parameters and Events Method to Automate the Process of Additive CyberDesign CPPS Development. Advances in Dynamical Systems and Applications, 16(2), 441-455.

[9] Attar, H., & et al.. (2022). Zoomorphic Mobile Robot Development for Vertical Movement Based on the Geometrical Family Caterpillar. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 3046116, https://doi.org/10.1155/2022/3046116.

[10] Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906

[11] Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.

[12] Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.

[13] Yevsieiev V. Some aspects of the development of the BEAM robot control scheme / V. Yevsieiev // In IV International Scientific and Theoretical Conference,Singapore, Republic of Singapore. - P. 79-81.

[14] Development and Improvement of the Design of a Lightweight Mobile Robot Manipulator Using Generative Design / I. Nevliudov, V. Yevsieiev, N. Demska, H. Kostrova // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки.Томі 34 (73) № 2. - 2023. - С.206-213.

[15] Yevsieiev V. (2023) Development of a program for modeling the control of a mobile manipulation robot in the unity environment / Yevsieiev V., Starodubcev N. // Scientific Collection «InterConf», (141), P. 331-334.

[16] A Small-Scale Manipulation Robot a Laboratory Layout Development / Yevsieiev V., Starodubcev N., Maksymova S., Stetsenko K. // International independent scientific journal, №47, 2023. P.18-28.

[17] Yevsieiev V. Development of Architecture for Mobile Robot Control Based on Raspberry Pi Model 3 B+ / V. Yevsieiev, A. Skripkin // Scientific Horizon in the Context of Social Crises : The XI International Scientific and Practical Conference, April 6-8, 2022. – Tokyo, Japan, 2022. – P. 274–277.

[18] Yevsieiev V. Development of the Environmental Visualization System Based on ESP32-CAM / V. Yevsieiev, O. Luchaninova // Theory and Practice of Modern Science : The III International Scientific and Theoretical Conference, 1 April 2022. – Kraków, Republic of Poland, 2022. – Vol. 1. – P. 79-81.

[19] Розробка 3D-моделі зооморфного мобільного робота для вертикальних переміщень по металевим поверхням / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, Н. П. Демська, В. О. Руденко // Наука і техніка сьогодні. – 2022. – № 4(4). – С.163-174.

ДОДАТОК В

ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

№	Позначення	Найменування	Дод. відомості
		Текстові документи	
1	ГЮИК. 464430.005 ПЗ	Пояснювальна записка	44 с., ф. А4
		Графічні документи	
2		Лістинг програми	3 с., ф. А4
3		Тези з конференції M&MS2023	5 с., ф. А4
4		Презентація	у форматі *.ppt

Змін.	Арк.	№ документа	Підп.	Дата	ГЮИК. 464430.005 ВД			
Розроб.		Канаєв В. Д.			Розроблення підсистеми прийняття рішень для орієнтації робота у динамічному просторі	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Максимова С.С.				Н		1
Н. контр.		Демська Н.П				ХНУРЕ Кафедра КІТАР		
Затвер.		Невлюдов І.Ш						