

WRITE UP

Introduction

In recent years, there has been a rapid rise in the use of unmanned aerial vehicles (UAVs), particularly drones, for both recreational and professional purposes. While drones offer significant benefits, such as aerial photography, surveillance, and environmental monitoring, they also present risks to privacy, security, and safety. In sensitive areas like airports, military zones, or wildlife habitats, distinguishing between drones and natural airborne objects, such as birds, is crucial to maintaining airspace safety and preventing potential accidents or security breaches.

Traditional radar systems often face challenges in distinguishing drones from birds, as both share similar size, speed, and flight patterns. However, by leveraging the physics of motion, specifically Doppler shift analysis, we can create a more efficient system for classification. This project aims to develop a system that utilizes ultrasonic sensors and Doppler shift analysis to differentiate between drones and birds. The hardware includes an Arduino microcontroller, an ultrasonic sensor, and an LCD display for real-time feedback. By calculating the velocity of moving objects and analyzing the Doppler shift, this system can accurately classify an object as either a drone or a bird.

Background

One of the primary challenges in airspace monitoring is the distinction between UAVs and birds. Both can fly at similar altitudes, speeds, and can have overlapping flight paths, making it difficult for conventional radar systems to differentiate between them. Birds' wing flapping creates micro-Doppler signatures, which are also seen in drones due to the rotation of their propellers. These micro-Doppler effects, caused by the motion of small parts of the object, can be analyzed to distinguish between these two types of objects.

Doppler shift, named after Austrian physicist Christian Doppler, refers to the change in frequency or wavelength of a wave in relation to an observer moving relative to the wave source. In the context of this project, the ultrasonic sensor emits sound waves, and as the object moves, it reflects those waves back to the sensor. The frequency shift in the reflected wave can be used to calculate the object's velocity. By analyzing these shifts, we can distinguish between different types of objects.

Components and Setup

Arduino

The Arduino board serves as the central processing unit for this project. It reads input from the ultrasonic sensor, processes the data, and outputs the results to the LCD. The Arduino is a versatile microcontroller widely used in electronics projects due to its ease of use and compatibility with various sensors and modules.

Ultrasonic Sensor

The ultrasonic sensor is the key component for measuring distance and detecting motion. It works by emitting sound waves at a high frequency (40 kHz) and measuring the time it takes for the waves to bounce back after hitting an object. From this, the sensor calculates the distance between itself and the object. In this project, we measure the distance at two different points in time to calculate the object's velocity, which is a critical factor in Doppler shift analysis.

LCD Display

The LCD is used to display the results of the analysis, showing the object type (drone or bird) and the calculated Doppler shift in real-time. This provides immediate feedback to the user, making the system interactive and useful for practical applications.

Doppler Shift and Object Classification

The core of this project revolves around the Doppler effect, which is the change in frequency or wavelength of a wave relative to an observer moving towards or away from the source. In our case, the ultrasonic sensor emits a wave that is reflected by a moving object. If the object is moving towards the sensor, the frequency of the reflected wave increases. If the object is moving away, the frequency decreases. This frequency change, or Doppler shift, is directly proportional to the object's velocity.

For drones and birds, the Doppler shift can be quite different. Drones, with their propellers, produce a steady frequency modulation, while birds, with their flapping wings, produce more erratic Doppler shifts. By calculating the velocity of the object and analyzing the fluctuation in the Doppler shift, we can determine whether the object is a drone or a bird.

System Workflow

The system's workflow follows these steps:

1. **Distance Measurement:** The ultrasonic sensor takes two distance measurements at different points in time. The time interval between these measurements is short but sufficient to calculate the velocity of the moving object.
2. **Velocity Calculation:** The system calculates the object's velocity by dividing the change in distance by the time interval between the two measurements.
3. **Doppler Shift Calculation:** Using the calculated velocity, the system computes the Doppler shift. The formula used in this project is:

$$\text{Doppler Shift} = c \times f_0 \times v$$

Where:

- o f_0 is the frequency of the ultrasonic waves (40 kHz),
- o v is the object's velocity,
- o c is the speed of sound in air (343 m/s).

4. **Object Classification:** The system then classifies the object based on the calculated Doppler shift and velocity. If the object's velocity exceeds a certain threshold, and the Doppler shift remains relatively constant, the system identifies the object as a drone. If the Doppler shift fluctuates significantly, indicating irregular motion, the object is classified as a bird.
5. **Display Results:** The results, including the object type and Doppler shift, are displayed on the LCD for real-time monitoring.

Code Explanation

The code for this project begins by including the necessary libraries, such as the LiquidCrystal library for controlling the LCD. The ultrasonic sensor is connected to specific pins on the Arduino board, and the LCD is initialized with its respective pins.

In the setup() function, the sensor pins are configured, serial communication is initialized, and the LCD displays a startup message. The core logic resides in the loop() function, which continuously measures distances, calculates velocity, computes Doppler shifts, and classifies objects.

The Doppler shift is calculated using the formula mentioned earlier. Based on the object's velocity and Doppler shift, the system determines whether the object is a drone or a bird. The results are then printed to the serial monitor and displayed on the LCD.

Advantages of the System

This system offers several advantages:

- **Cost-effective:** The use of an ultrasonic sensor and Arduino board makes this system inexpensive compared to traditional radar systems.
- **Real-time Detection:** The system provides immediate feedback on the object's classification, which is useful for real-time monitoring in sensitive areas.
- **Portable:** The entire setup is compact and portable, making it easy to deploy in various locations, such as airports, wildlife reserves, or surveillance areas.
- **Flexible:** The system can be easily modified or expanded with additional sensors, communication modules, or enhanced processing capabilities.
-

Applications

The ability to distinguish between drones and birds has several critical applications:

1. **Airspace Security:** Airports and military zones can use this system to prevent unauthorized drones from entering restricted airspace. Drones pose a serious threat to aircraft, and timely detection can prevent accidents.
2. **Wildlife Monitoring:** In conservation areas, drones are often used for monitoring wildlife, but it is essential to distinguish between drones and birds to avoid unnecessary interference with natural habitats.

3. **Surveillance and Protection of Critical Infrastructure:** Drones are often used for surveillance in sensitive areas, and distinguishing them from birds helps ensure that genuine security threats are identified quickly.

Challenges and Future Enhancements

While this system offers an effective solution, it is not without its challenges. Ultrasonic sensors have a limited range, and in some cases, environmental factors like wind or rain can affect accuracy. Additionally, the system currently focuses on differentiating between drones and birds based on velocity and Doppler shifts, but more sophisticated classification algorithms could be implemented to improve accuracy.

Future enhancements could include:

- **Longer Range Detection:** By integrating more powerful sensors or radar systems, the range and accuracy of detection can be improved.
- **Machine Learning:** Implementing machine learning algorithms to analyze micro-Doppler signatures more precisely could provide better classification results. This would allow the system to learn and adapt to new types of drones or bird flight patterns over time.
- **Wireless Communication:** Adding wireless modules could enable the system to transmit data to a central monitoring station, making it scalable for larger surveillance networks.

Conclusion

This project demonstrates a practical and cost-effective approach to distinguishing drones from birds using an ultrasonic sensor, Doppler shift analysis, and an Arduino microcontroller. By calculating velocity and analyzing frequency shifts, the system provides real-time classification of moving objects, contributing to enhanced airspace security and wildlife monitoring. With further enhancements, this system can be adapted for a wide range of applications, addressing the growing need for reliable drone detection technology.

அறிமுகம்

சமீபத்திய காலங்களில், பொழுதுபோக்கு மற்றும் தொழில்முறை நோக்கங்களுக்காக மனிதமில்லாத விமானங்கள் (UAVs), குறிப்பாக ட்ரோன்களின் பயன்பாடு வேகமாக அதிகரித்துள்ளது. ட்ரோன்கள் எரியியல் புகைப்படம், கண்காணிப்பு மற்றும் சுற்றுச்சூழல் கண்காணிப்பு போன்ற பல நன்மைகளை வழங்குகின்றன. இருப்பினும், இந்த ட்ரோன்கள் தனியுரிமை, பாதுகாப்பு மற்றும் பொது பாதுகாப்புக்கு ஆபத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. விமான நிலையங்கள், இராணுவ மண்டலங்கள் அல்லது விலங்கியல் இருப்பிடங்கள் போன்ற புலனான பகுதிகளில் ட்ரோன்களையும் இயற்கையாகப் பறக்கும் பறவைகளைவும் வேறுபடுத்துவது ஆகாயப் பகுதிகளின் பாதுகாப்பை பராமரிக்கவும், விபத்துகள் அல்லது பாதுகாப்பு தடைகளைத் தவிர்க்கவும் மிகவும் முக்கியமானது. பாரம்பரிய ரேடார் அமைப்புகள், ட்ரோன்கள் மற்றும் பறவைகளை வேறுபடுத்துவதில் சவால்களை எதிர்கொள்ளுகின்றன, ஏனெனில் இரண்டும் ஒரே அளவு, வேகம் மற்றும் பறக்கும் முறைகளைப் பகிர்ந்து கொள்கின்றன. இருப்பினும், இயக்கவியல் கோட்பாடுகளை (பெருமளவில் டாப்லர் மாற்றத்தை) பயன்படுத்துவதன் மூலம், ஒப்பீட்டளவில் சிறந்த வகைப்பாட்டை உருவாக்க முடியும். இந்த திட்டம் அல்ட்ராசோனிக் சென்சார் மற்றும் டாப்லர் மாற்றக் கணக்கீட்டை பயன்படுத்தி ட்ரோன்கள் மற்றும் பறவைகளை வேறுபடுத்தும் அமைப்பை உருவாக்குவதை நோக்கமாகக் கொண்டுள்ளது. இதற்கான பொருட்களில் ஆர்டுயினோ மைக்ரோகண்ட்ரோலர், அல்ட்ராசோனிக் சென்சார் மற்றும் உடனடி வெளியீட்டுக்கான எல்.சி.டி. திரை ஆகியவை அடங்கும். இயங்கும் பொருட்களின் வேகத்தை கணக்கிடுவதன் மூலம் மற்றும் டாப்லர் மாற்றத்தை பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம், ஒரு பொருள் ட்ரோனா அல்லது பறவையா என்பதை துல்லியமாக வகைப்படுத்த முடியும்.

பின்னணி

விண்வெளி கண்காணிப்பில் முக்கிய சவால்களில் ஒன்று, மனிதமில்லாத விமானங்கள் மற்றும் பறவைகளை வேறுபடுத்துவதாகும். இரண்டும் ஒரே உயரம், வேகம் ஆகியவற்றில் பறக்க முடியும், மேலும் ஒரே பறப்புப் பாதைகளைப் பகிரலாம், இதனால் பாரம்பரிய ரேடார் அமைப்புகள் அவற்றை வேறுபடுத்துவதில் சிரமம் அடைகின்றன. பறவையின் இறக்கைகள் அசைவதால் மைக்ரோ-டாப்லர் கையொப்பங்கள் உருவாகின்றன, ட்ரோன்களின் புரோப்பெலர்களின் சுழற்சியின் காரணமாகவும் இதே விதமான மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. பொருளின் சிறிய பகுதிகளின் இயக்கத்தால் ஏற்படும் இந்த மைக்ரோ டாப்லர் விளைவுகளை பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம், இந்த இரண்டு வகையான பொருட்களையும் வேறுபடுத்த முடியும். டாப்லர் மாற்றம் என்பது ஆஸ்திரியர் ஞானியர் கிறிஸ்டியன் டாப்லரின் பெயரால் அழைக்கப்படும் ஒரு நிகழ்வாகும், இது அலை மூலத்திற்கு எதிராக அல்லது அதிலிருந்து நகரும் அவதானிப்பாளருக்கு அலைகளின் அதிர்வெண் அல்லது அலைநீளம் மாறுவதாகும். இந்தத் திட்டத்தின் சூழலில், அல்ட்ராசோனிக் சென்சார் ஒலியலைகளை வெளியிடுகிறது, மேலும் பொருள் நகரும் போது, அந்த அலைகளை சென்சாரில் திரும்பப் பெறுகிறது. திரும்பப் பெறப்படும் அலைவெண்ணில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளின் அடிப்படையில் பொருளின் வேகத்தை கணக்கிட முடியும். இந்த மாற்றங்களைப் பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம், பல்வேறு வகையான பொருட்களை வேறுபடுத்த முடியும்.

பகுதிகள் மற்றும் அமைப்பு

ஆர்டுயினோ (ARDUINO)

ஆர்டுயினோ பலகை இந்தத் திட்டத்தின் மைய செயலாக்கப் பிரிவாக செயல்படுகிறது. இது அல்ட்ராசோனிக் சென்சாரிலிருந்து உள்ளூக்களைப் படித்து, தரவுகளை செயலாக்கி, முடிவுகளை எல்.சி.டிக்கு வெளியிடுகிறது. ஆர்டுயினோ என்பது மின்னணு திட்டங்களில் பரவலாக பயன்படுத்தப்படும் பன்முகத் திறனுள்ள மைக்ரோகண்ட்ரோலர் ஆகும்.

அல்ட்ராசோனிக் சென்சார்(ULTRASONIC SENSOR)

அல்ட்ராசோனிக் சென்சார் இது முக்கியமானதாகும். இது 40 கிலோஹர்ட்சுஸ் அதிர்வெண் கொண்ட ஒலியலைகளை வெளியிட்டு, பொருளுடன் மோதிய பிறகு அலைகளை திரும்பப் பெறுகிறது. இரண்டு வேறு நேரங்களில் தொலைவு அளவைப் பயன்படுத்தி பொருளின் வேகத்தை கணக்கிட முடியும்.

எல்.சி.டி திரை(LCD DISPLAY)

எல்.சி.டி. திரையில் டாப்லர் மாற்றம் மற்றும் பொருளின் வகைப்பாட்டை உடனடியாகக் காட்டும்.

டாப்லர் மாற்றம் மற்றும் பொருள் வகைப்பாடு

டாப்லர் மாற்றம் என்பது மூலத்திற்கும் அவதானிப்பாளருக்கும் இடையே அலைவெண் மாறுவது ஆகும். பொருள் சென்சாரின் நோக்கில் நகரும்போது அலைவெண் மாறுகிறது. ட்ரோன்கள் மற்றும் பறவைகள் மாறுபட்ட டாப்லர் மாற்றங்களை உருவாக்கும். சாதனத்தின் செயல்பாட்டு நடைமுறைதொலைவு அளவீடுவேகம் கணக்கீடுடாப்லர் மாற்றம் கணக்கீடுவகைப்பாடுமுடிவுகளைத் திரையில் காண்பித்தல்திட்டத்தின் குறியீடு இந்த திட்டம் உட்படப்படும் நூலகங்கள் மற்றும் ஓவ்வொரு கூறின் வேலைகள் குறித்த விளக்கத்தைக் கொண்டுள்ளது.

தொழில்நுட்பத்தின் நன்மைகள்

- செலவுக் குறைவானது
- உடனடி கண்டறிதல்
- எளிய தொகுப்பு
- பொறுப்பாற்றல் மிக்கது

விணப்புகள்

- விண்வெளி பாதுகாப்பு
- விலங்குகள் கண்காணிப்பு
- முக்கிய கட்டமைப்புகளின் பாதுகாப்பு
-

சவால்கள் மற்றும் எதிர்கால மேம்பாடுகள்

- அழுத்தமான சென்சார்களை இணைத்து வரம்பை அதிகரித்தல்
- இயந்திர கற்றல் வழங்கல்
- இwireless தகவல் தொடர்பு இணைப்பு

கூட்டறிக்கை

டாப்லர் மாற்றத்தைப் பயன்படுத்தி பறவைகள் மற்றும் ட்ரோன்களை வேறுபடுத்த இந்த திட்டம் நுட்பமான மற்றும் செலவுக் குறைந்த அணுகுமுறையை நெறிமுறையாக முன்மொழிகிறது.

KONGU ENGINEERING COLLEGE

SMART INDIA HACKATHON 2024 INTERNAL HACKATHON (09.09.2024)