

防災・減災向けドローンポートの自動運用管理 支援システムの設計と試作

針生 有都[†] 高橋 秀幸[†]

日本では、地震や台風などの甚大な自然災害が多発している。ドローンを防災・減災に活用することで、例えば、有事の際に消防団などが行っていた見回りや広報活動などの危険な活動をドローンが担当するといった支援が期待されている。近年、ドローンが自動で離陸、飛行し、作業終了後にドローンが帰還するといった一連の動作を支援するドローン用の格納庫（ドローンポート）の研究開発が行われている。本研究では、有事の際にドローンポートが災害の状況を把握することで、ドローンが自動的にドローンポートから離陸し、各種動作や支援を行うための防災・減災向けドローンポートの実現を目的とし、ドローンポートの自動運用管理支援システムを提案する。本提案では、災害発生を検知する災害予測機能、ドローンポートの開閉に関わる障害把握機能、災害の状況に応じてドローンの支援を決定する支援選択機能について述べる。また、各種機能の設計および動作確認実験による動作検証について述べる。

Design and Prototype of Automatic Operation Management Support System for Drone Port for Disaster Prevention and Mitigation

Aruto Haryu[†] Hideyuki Takahashi[†]

In Japan, severe natural disasters such as earthquakes and typhoons frequently occur. Drone is expected to support patrolling and calling for an evacuation instead of firemen etc. who perform a dangerous operation. In recent years, R&D related to drone port has been made toward the realization of automatic operation management of drones. The drone port provides to support automatically taking off, flying according to a pre-planned flight route, and returning to the drone port after completing task. In this paper, we aim to realize drone port for disaster prevention and mitigation. The drone will be able to automatically take off from the drone port and perform various operations and support by considering the disaster situation in case of emergency. We propose an automatic operation management support system for drone port. In this paper, we describe various function of the proposed system and show some experiments using prototype system.

1. はじめに

近年、日本では地震、台風、噴火などの甚大な自然災害が多発している。また、地震などの大規模災害発生時には、津波襲来などによる二次災害への対策が重要である。災害発生時には、消防団や警察官などが避難に関する呼びかけなどの広報活動や道路の寸断、橋の崩落、土砂崩れ等の二次災害等を含めた安全確認・見回りなどを行う必要があり、危険な活動となる。また、地域によっては、消防団員自体の人手不足といった問題が発生している。これらの問題に対して、ドローンを活用した安全確認、広報活動、見回りなどへの期待が高まっている。しかし、災害時にドローンを利用するためには、十分な訓練を行ったパイロットによるドローンの操縦が必要である。そして、災害発生時にはパイロットも被災者となり、避難する必要がある。また、ドローンの保管場所に移動し、ドローンの飛行のための準備を行う必要がある。

一方、ドローンの離陸、飛行、作業終了後の帰還に関する一連の動作を自動化するためのドローン用の格納庫（ドローンポート）の様々な研究開発が行われている。

本研究では、有事の際、ドローンポートが災害の状況を把握することで、ドローンが自動的にドローンポートから離陸し、各種動作や支援活動を行うための防災・減災向けドローンポートの実現を目的とし、ドローンポートの自動運用管理支援システムを提案する。本稿では、災害発生を検知し、ドローンポート設置付近の最大震度などを考慮することで、ドローンポートが二次災害等に巻き込まれる前にドローンを離陸させる災害予測機能、ドローンポートの開閉時に障害物等がないかどうかを把握する障害把握機能、災害の状況に応じて広報活動や見回り、避難誘導などのドローンの支援内容を決定する支援選択機能、試作システムについて述べる。

2. 関連研究と技術課題

2.1 関連研究

ドローンの自動運用を実現するために様々なドローンポートが開発されている [1]-[4]。特に、ドローンポートを用いた自動運用への適用として、ドローンによる植物観測に関する研究 [5]が行われている。この研究では、事前に設定した時刻・飛行ルートを飛行し、植物の定点観測を行い、ドローンポートに帰還することが可能である。また、専用ドローンとの組み合わせによる完全自動運転を目指したドローンポートの開発事例 [6]がある。また、我々は、これまで様々なドローンの機種に対応し、汎用性のある軽量のドローンポート（ソラベース）の開発 [7]を行ってきた。ソラベースでは、無停電電源装置(Uninterruptible Power Systems), 通信 SIM (Subscriber

[†] 東北学院大学教養学部情報科学科
Department of Information Science, Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University

Identity Module), 温湿度センサが内蔵されており, 遠隔からドローンポートの開閉等が可能である.

2.2 技術課題

既存のドローンポートでは, 予め設定された時刻に決められた飛行ルートを飛行するため, 災害発生時などの突発的な状況に応じた対応が困難である. また, 既存のドローンポートは, 大型かつ高額なポート専用ドローンのみのため汎用性がなく, 自動離着陸や給電が主な焦点となっている. そして, ドローンポートが開閉する際やポート自体の傾きなど, 災害等による影響をドローンポート自体が把握できないという問題がある. そのため, 外的要因への対応の不足と災害への対応が困難という問題がある. また, 災害発生時にドローンによる広報活動, 見回り, 要救助者発見等の各種支援について動的に判断する機能が不足しており, 災害状況に応じたドローンによる支援内容の選択が困難という問題がある. そこで, 本研究では, 地震などの自然災害発生による津波や土砂崩れなどの二次災害に関する危険を検知し, 災害時にドローンポート自体の破損や障害物等による開閉困難となる前にドローンが離陸し, 各種支援を行うための運用管理手法の実現を目指す.

3. ドローンポートの自動運用管理支援システム

3.1 提案システムの概要

本研究では, 災害発生時の被害を想定し, ドローンポート自体の破損, 開閉できない等の機能不全に陥る前にドローンがドローンポートから無事に離陸すること優先とする. そして, ドローンの離陸後に災害状況や警報等からドローンポートが予想される被害などを判断し, ドローンが実行すべき支援内容について指示を行うドローンポートの自動運用管理手法を提案する. 本手法を構成する主な機能としては, 災害予測機能, 外的要因による障害把握機能, 支援選択機能である. 災害予測機能は, 例えば, ドローンポートが緊急地震速報等を受信し, 各種センサ情報からポートが離陸の影響を受ける前にドローンポートを開き, ドローンを離陸させる機能である. 障害把握機能は, ポートの開閉付近における障害物の検出, ドローンの動作に影響がある雨・風の状況把握および通知機能である. また, 支援選択機能は, 災害予測機能の分析結果から広報活動, 二次災害等の見回り, 要救助者発見などの支援を選択し, 優先度の高い支援機能をドローンに通知する機能である. 各機能をポートが有することで運用管理を実現する.

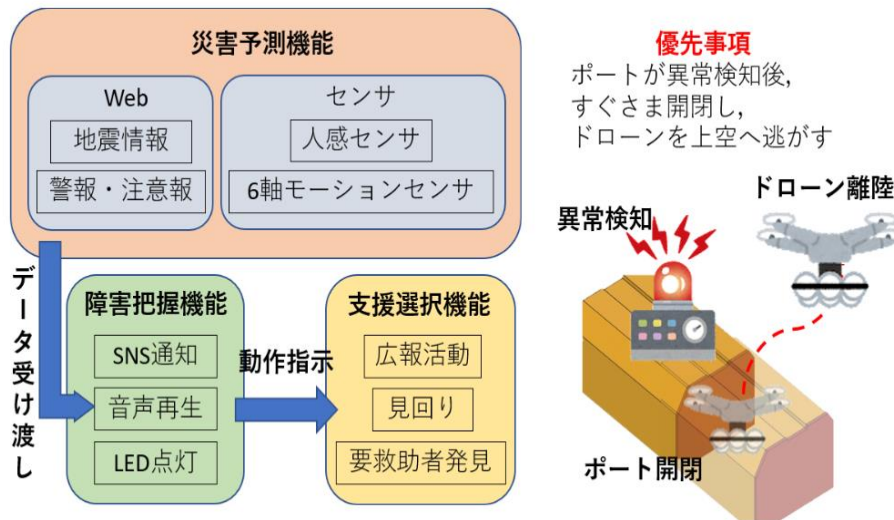


図1 自動運用管理支援システムのフレームワークの概要

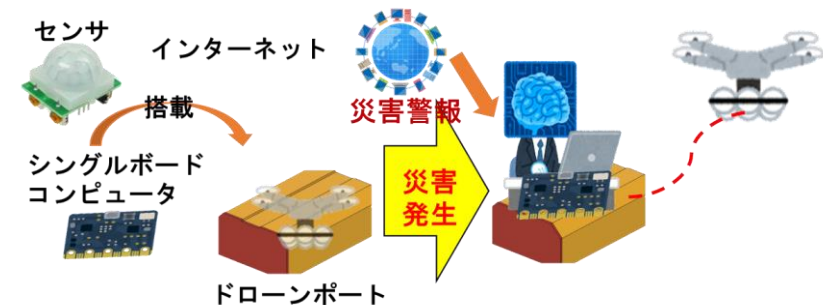


図2 災害予測機能

3.2 防災・減災向けドローンポートの自動運用管理支援システム

本提案の自動運用管理支援システムの基盤となるフレームワークの概要を図1に示す. ドローンポートに接続されたセンサ類と Web サイトから情報収集を行い, 大規模災害発生前にドローンを上空へ逃がす災害予測機能(図2), ドローンの動作に影響がある雨・風の状況把握および通知を行い, ポート自体の揺れや傾き等の異常を検知した際に, ポートを開閉させドローンを飛行可能な状態にする障害把握機能(図3), 災害予測機能をもとに優先度の高い支援を選択する支援選択機能(図4)の3つの基本機能を一連の処理として提供することが可能なフレームワークである. 本稿では, 提案フレ

ームワークの核となる災害予測機能，障害把握機能，支援選択機能について述べる．

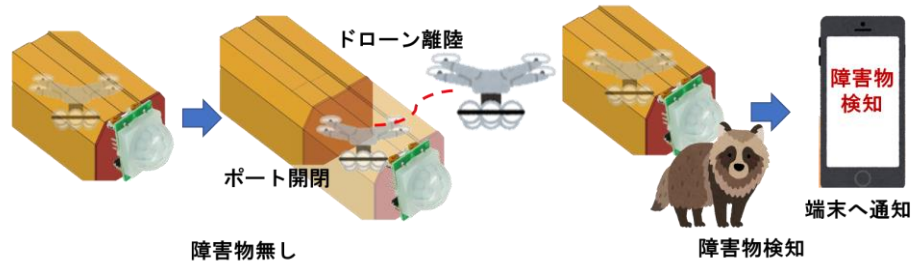


図3 障害把握機能

各機能の実現のためのアプローチとして，各種センサでセンシングを行い，取得したデータの受け渡し，取得したデータからの分析，分析結果に応じて任意の音声メッセージを再生するといったように各処理を機能ごとに分類し，単機能として動作するソフトウェアモジュールを配置する．これによりセンサ等から収集した情報と Web ページをスクレイピングして入手した情報を組み合わせ，予想される災害や状況に応じて，ドローンポートからドローンへに対して優先度が高く，必要とされる支援を指示することが可能となる．



図4 支援選択機能

次に，具体的な支援の流れを述べる．WEB から地震発生情報を入手，または，ポート自体の傾きなどによる異常を検知した際に，ポート開閉部の障害物の有無を確認し，障害物がなければ，ドローンを離陸させる．そして，ドローン離陸後も情報収集を続け，土砂災害，津波襲来などの二次災害発生情報から必要な優先度の高い支援をポートが判断し，ドローンへと指示する．また，ポート内のスピーカからポート周辺への

音声による通知や広報，ポートの検知した異常の種類を LED の色により，視覚的に通知，遠隔地にいる可能性もあるドローンポート管理者への SNS を用いた通知を行う．

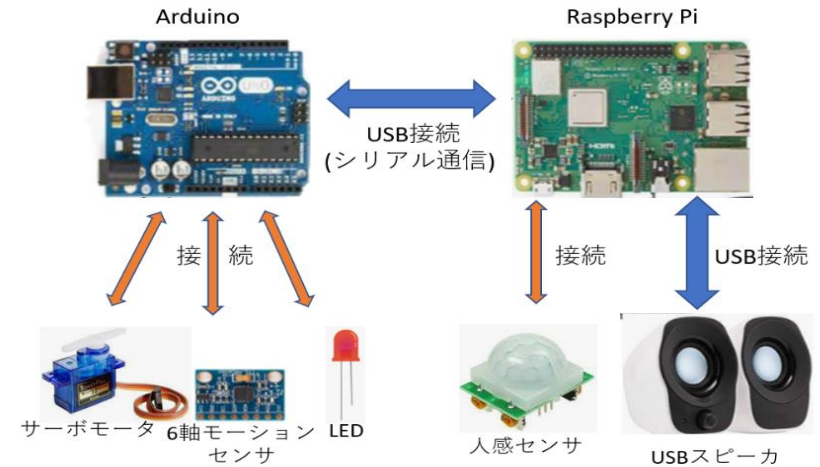


図5 ハードウェア構成

4. システムの設計と実装

4.1 使用機器

試作システムに用いる機器について述べる．試作システムで利用する機器の構成を図5に示す．また，本稿では，センサボックス [8]をミニチュア版のドローンポートとして基本機能の試作を行う．具体的には，ドローンポートの開閉機能，センサによる障害物等による異常検知，音声再生用にスピーカ，外的要因の種類判別のためにLEDを搭載した．以下，ハードウェア構成についてそれぞれ述べる．

(i) Raspberry Pi3

センサデータ，地震情報，気象注意報・警報の取得，SNS への通知，音声による周囲への情報通知等の処理に Raspberry Pi を用いた．Arduino や USB スピーカと接続する．それぞれ USB により接続する．また，Arduino とはシリアル通信によりデータのやり取りを行う．開発言語として地震情報，気象注意報・警報の取得，SNS への通知，音声による周囲への情報通知等の処理は Python, Arduino に接続されたセンサの制御には Arduino IDE を用いた．

(ii) Arduino 互換機

使用するセンサを接続することでセンサデータを取得する．取得したセンサデータ

はシリアル通信を用いて Raspberry Pi へ送信される。



図6 ドローンの連携

(iii) センサ

Arduino に接続し、外的要因の情報を収集するセンサとして人感センサ、6 軸モーションセンサの 2 種を使用した。

(iv) LED

外的要因に対し、LED の色によって外的要因の種類を周囲に視覚的に通知する。

(v) USB スピーカ

Raspberry Pi と USB 接続し、ドローンポート設置場所周辺において、発生が予測される地震の震度、揺れが始まるまでの猶予時間を、音声によりポートの周囲に通知する。また、ポートに対しての外的要因を音声によりポートの周囲に通知するために用いる。

(vi) サーボモータ

Arduino と接続し、ドローンポートの開閉部をミニチュア版で再現するために使用する。実際のドローンポートの試作機では、電動シリンダーで開閉を行っている。

(vii) ドローン

各機能時にドローンによるシミュレーションのために使用する。また、使用したドローンは DJI 社の Mavic2 Pro である。

(viii) パソコン(PC)

ドローンのシミュレーションをするために DJI Assistant2 がインストールされたパソコン(ノートパソコン)を使用する。ここでドローンとパソコンは USB 接続する。

(ix) ドローン操作端末(Android OS)

DJI の送信機と USB 接続する。また、パソコンとは socket 通信を行う。ここでは DJI Mobile SDK が入ったアプリの Android 端末でドローンを操作する。開発環境は Android Studio を用い、開発言語は Java を使用した。機器(vii~ix)の連携を図 6 に示す。

4.2 実装機能の概要

4.2.1 地震予測時の管理者端末への通知・ドローン離陸機能

地震情報の予測はドローンポートが被害を受ける前にドローンを被害の出る可能性が減る上空へ退避させることを目的とする。ここでは、ドローンポート設置場所周辺において地震が発生した際、防災科研から地震の json データを取得することで実装している。通知部分はポート管理者が遠隔地にいる可能性も考慮し、LINE Notify API を用いて、LINE に通知している。通知の内容としては、震度、到着時間、震源とその緯度経度、発生時刻、マグニチュード、到着予想時刻、到着猶予時間である。震度は距離減衰式 [9]を用いて算出する。到着時間は地震の到着を知りたい場所の緯度経度(プログラム上では東北学院大学泉キャンパスとしている)と震源の緯度経度を用いて算出している。到着予想時刻を求めるために、ヒュベニの公式で震源からの距離を求める。また、地震波の到着時間は初期微動(P波)が 5~7[km/s]、主要動(S波)が 3~4[km/s] であるが、知りたいものは最短の予測時刻であるため、P波を 7[km/s]、S波を 4[km/s] として算出する。到着猶予時間は到着予想時刻と現在時刻との差分で算出する。また、LINE による通知の他にポートに内蔵のスピーカから地震の震度と到着までの猶予時間を音声により通知する。また、実際のドローンとドローンポートの対応としては地震発生が予測された際にクラウド上にあるサーバから socket 通信を用いて、ドローンの送信機に接続している Android 端末に情報を送り、ポートを迅速に開閉させ、ドローンを離陸させることを想定している。

4.2.2 地震・気象注意報・警報情報通知機能

地震情報の通知は日本気象協会サイトの地震情報のページをスクレイピングすることで取得している。また、取得した情報は LINE Notify API を用いて、LINE に通知している。通知の内容としては地震の発生時刻、震源地、マグニチュード、最大震度である。プログラムが 10 秒おきに Web サイトを閲覧しにいき、前回閲覧した時とページの内容が変わっていれば通知を行う。気象注意報・警報の通知は気象庁の気象警報・注意報のページをスクレイピングすることで取得している。また、取得した情報は LINE Notify API を用いて、LINE に通知している。通知の内容としては暴風雪警報、大雨警報、洪水警報、暴風警報、大雪警報、波浪警報、高潮警報、大雨注意報、大雪注意報、風雪注意報、雷注意報、強風注意報、波浪注意報、融雪注意報、洪水注意報、高潮注意報、濃霧注意報、乾燥注意報、なだれ注意報、低温注意報、霜注意報、着水注意報、着雪注意報、暴風雪特別警報、大雨特別警報、暴風特別警報、大雪特別警報、波浪特別警報の 28 種類である。プログラムが 10 秒おきに Web サイトを閲覧しにいき、

前回閲覧した時とページの内容が変わっていれば通知を行う。また、実際のドローンとドローンポートの対応としてはクラウド上にあるサーバから通知を受けた情報の中で暴風や大雨警報などのドローンが離陸することができないであろう警報が発令されていた際はポートを開閉させない旨をドローンの送信機に接続している Android 端末に送信し、警報の種類からこの情報で離陸する事は可能なかをポートが判断し、乾燥注意報などの離陸可能な警報であった場合は離陸することを許可し、暴風警報などの風が強く、そもそもドローンが飛行するのに適さない状況の際は離陸を許可しないことを想定している。

4.2.3 開閉部の障害物把握機能

開閉部の障害物把握機能は、ドローンポートの開閉部に障害物があった際にポートが開閉できなくなるため、人感センサを用いて障害物の有無を検知する。人感センサは Raspberry Pi に接続している。人感センサで障害物を検知した際には LINE Notify API を用いて、LINE に通知をしている。また、ポートに内蔵したスピーカによる音声による通知をしている。そして、ポートに接続した LED により、外的要因の種類を視覚的に通知している。地震予測時の障害物の検知を知らせる時には赤色 LED が点灯し、音声により障害物を検知したことをポート周辺に知らせる。一方、何も災害が発生していない時に障害物を検知した場合は黄色 LED が点灯する。実際のドローンとドローンポートの対応としては地震発生報を受けた際、ポート開閉部に障害物を検知した時に、このままの状態を開閉するとポート自体が破損する可能性が出てくるため、開閉することができないとポートが判断する。また、地震情報を受信していない場合のドローンの着陸を想定して、通常時であっても何かしらの障害物を認識しており、ポートが開閉動作に入ろうとすると現在の状況で開閉を行うとポートが破損する可能性があることを送信機に接続されている Android 端末へクラウド上にあるサーバから通知することを想定している。

4.2.4 ドローンポートの異常検知機能

ドローンポートの異常検知機能は、ドローンポート自体が傾き、揺れ等により、開閉部自体やポート内部の Raspberry Pi が被害を受け、破損していた場合にポート自体が機能不全になってしまうため、6 軸モーションセンサを用いてポート自体の傾き、揺れ等を検知する。6 軸モーションセンサは Arduino に接続している。また、Arduino 自体は Raspberry Pi に USB 接続している。6 軸モーションセンサでは x 軸、y 軸、z 軸の加速度と角速度がそれぞれ、-2 以上 2 以下と -10 以上 10 以下の範囲の場合に異常を検知したと LINE Notify API を用いて、LINE に通知するよう設定している。また、指標となる範囲は試作システムを設置した机を揺らすことと、試作システムを設置している付近で飛び跳ね、床を振動させた際に反応した値で決めている。6 軸モーションセンサが反応した際に、視覚的な通知として青色 LED が点灯するようにしている。そして、ポートの開閉部が機能不全になり、ドローンを離陸させられないという事態を

防ぐため、異常を検知した際にポートが開閉し、ドローンを上空へ逃がすことを想定している。そのため、揺れ等を検知した場合は試作機の開閉部が開閉する。また、実際のドローンとドローンポートの対応としてはポートの振動や傾き等の通常運用中時にあり得ない以上を検知した場合、迅速にポートを開閉させ、ドローンを離陸させることを想定している。検知したことの情報はクラウド上にあるサーバからドローンの送信機に接続している Android 端末に送信する。仮に異常を検知した後にポート自体の破損や開閉部が開かない等の問題が発生しても災害警報を受信や状況判断を行っている Raspberry Pi の部分が損傷しておらず、ドローンを離陸させていけば、その後のドローンへの動作指示は問題なく行うことができる。



図7 ドローンポートの実験用ミニチュアの概要

5. 実験

5.1 実験環境

5.1.1 地震予測時の管理者端末への通知・ドローン離陸機能実験環境

試作システムでは、ドローンポートのミニチュア版(図7)を使用する。また、地震発生予測を受信した際のドローンとの連携については DJI Assistant2 と DJI Mobile SDK を用いて作成した Android アプリを利用してシミュレーションを行った。ドローンの初期位置は DJI Assistant2 で東北学院大泉キャンパスに設定した。

5.1.2 地震・気象注意報・警報情報通知機能実験環境

発令中の災害警報等とドローンとの連携については、DJI Assistant2 と DJI Mobile SDK を用いて作成した Android アプリを利用してシミュレーションを行った。ドローンの初期位置は DJI Assistant2 で東北学院大泉キャンパスに設定した。

5.1.3 ドローンポートの異常検知機能実験環境

試作機であるミニチュア版ドローンポートの上部に揺れや傾きを検知するため 6

軸モーションセンサを設置する。また、視覚的通知のため青色 LED を設置する。そして、異常を検知した際のドローンとの連携については DJI Assistant2 と DJI Mobile SDK を用いて作成した Android アプリを利用してシミュレーションを行った。ドローンの初期位置は DJI Assistant2 で東北学院大泉キャンパスに設定した。

5.1.4 開閉部の障害物把握機能実験環境

試作機であるミニチュア版ドローンポートの開閉部に人感センサを設置した。そして、視覚的通知のためにポートの上部に LED を設置する。この時、実際のポート開閉距離を考慮して、人感センサの感度は最大にする。また、ドローンとの連携については DJI Assistant2 と DJI Mobile SDK を用いて作成した Android アプリを利用してシミュレーションを行った。ドローンの初期位置は DJI Assistant2 で東北学院大泉キャンパスに設定した。

5.2 実験方法

5.2.1 地震予測時の管理者端末への通知・ドローン離陸機能実験方法

実験方法としてシステムの動作を確認するために、地震の震度を 6、到着までの猶予時間を 15 秒に予め設定した環境を疑似的に作り出し、システムの動作確認実験を行う。

5.2.2 地震・気象注意報・警報情報通知機能実験方法

実験方法としてシステムの動作を確認するために、発表されている警報・注意報の場所を東部仙台に設定した。また、通知される情報は最新の情報である必要があるため、Web サイトを閲覧していく頻度を 10 秒ごととし、最終閲覧とページの内容が異なっていた場合に変更があった部分をスクレイピングすることで通知する。そして、気象警報・注意報の通知内容は暴風雪警報、大雨警報、洪水警報、暴風警報、大雪警報、波浪警報、高潮警報、大雨注意報、大雪注意報、風雪注意報、雷注意報、強風注意報、波浪注意報、融雪注意報、洪水注意報、高潮注意報、濃霧注意報、乾燥注意報、なだれ注意報、低温注意報、霜注意報、着氷注意報、着雪注意報、暴風雪特別警報、大雨特別警報、暴風特別警報、大雪特別警報、波浪特別警報の 28 種類と発表されている警報・注意報がない場合に発表されていないことを知らせる通知の全 29 種の中から LINE に通知される。また、通知の結果からドローンが飛行可能化のかどうかを判断する。

5.2.3 ドローンポートの異常検知機能実験方法

センサの反応範囲を x 軸、y 軸、z 軸の加速度と角速度がそれぞれ、-2 以上 2 以下と -10 以上 10 以下とした。この範囲は試作機を設置している研究室の机を揺らしたり、周辺で飛び跳ねて床を揺らしたりした際に得られた数値をもとに決定している。実験方法としてセンサの動作、LED の点灯、通知を確認するために、プログラム発火時に机を揺らすことで地震の揺れを再現している。また、ポートが機能不全に陥る前にドローンを離陸させることを想定しているため、異常検知後にポートが開閉

するようになっている。



図 8 シミュレート時の Android アプリ画面

5.2.4 開閉部の障害物把握機能実験方法

実験方法としてセンサの動作、LED の点灯、通知を確認するために障害物（ぬいぐるみ）を置く。また、プログラム発火時に地震発生を予測した場合、人感センサが反応すると、赤色の LED 点灯、音声による通知、LINE への通知し、通常時に人感センサが反応した場合は、黄色の LED 点灯と LINE に通知が行われる。

5.3 実験結果

5.3.1 地震予測時の管理者端末への通知・ドローン離陸機能実験結果

疑似環境に設定したプログラムを発火すると、音声による最大震度と到着時間の通知と LINE へ震度(a)、到着時間(b)、震源とその緯度経度(c)、発生時刻(d)、マグニチュード(e)、到着予想時刻(f)、到着猶予時間(g)が表示されることを確認した。また、プログラム発火前の Android アプリの初期画面と地震発生予測情報を取得した際の画面を図 8 に示す。地震発生予測時画面になり、ポートが開閉された通知が来た際にシミュレーションにおいて、ドローンの離陸を開始させることのできる START ボ

タンをタップしてドローンを飛行させることができる。LINE へ通知された情報は図 9 に示す。また、飛行中に本震が発生したことの通知を図 10 に示す。

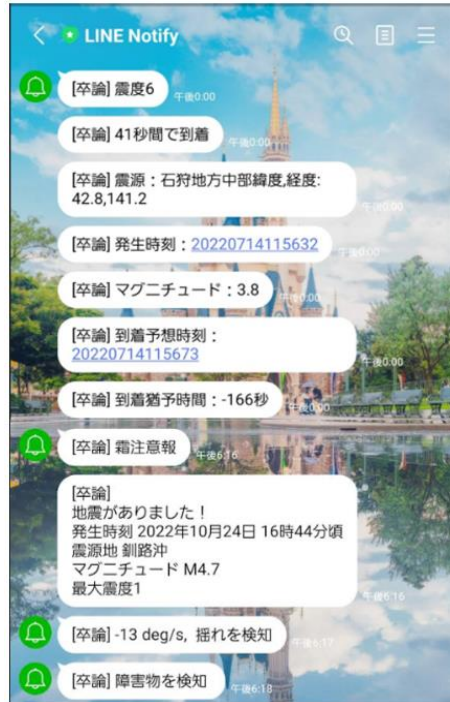


図 9 LINE への通知画面

5.3.2 地震・気象注意報・警報情報通知機能実験結果

プログラムが発火すると、発火させた時点での警報・注意報である霜注意報(h)が LINE に通知され、地震情報(i)に関しては発火時の最新なものの発生時刻、震源地、マグニチュード、最大震度が LINE に通知される。また、プログラムを発火させた状態であると、警報発令や地震発生など、その都度新しい情報が通知される。通知された情報を図 9 に示す。そして、発表されている警報により飛行の可否を判断し、Android アプリへ通知(図 11)を行う。

5.3.3 ドローンポートの異常検知機能実験結果

ドローンポートが揺れを検知すると、青色 LED が点灯し、音声による通知、LINE への「揺れを検知」(j)を通知(図 9)、ポートが開閉することを確認した。そして異常を検知した際のシミュレータの動作は図 11 に示す。検知後の動作は図 13 に示す。

通知内容

- (a)震度
- (b)到着時間
- (c)震源とその緯度経度
- (d)発生時刻
- (e)マグニチュード
- (f)到着予想時刻
- (g)到着猶予時間
- (h)発令中の警報・注意報
- (i)地震情報
- (j)6軸モーションセンサが反応
- (k)人感センサが反応



図 10 飛行中の通知



図 11 警報受信時

図 12 障害把握時

5.3.4 開閉部の障害物把握機能実験結果

地震予測時にぬいぐるみを検知すると、赤色 LED が点灯し、音声による通知、LINE への「障害物を検知」(k)という通知することを確認した。また、通常時にぬいぐる

みを検知した際は、黄色 LED が点灯し、LINE への通知(図 9)することを確認した。そして、障害物を検知した際のシミュレータの動作は図 12 に示す。地震予測時の検知後の動作は図 14、通常時の検知誤動作は図 15 に示す。

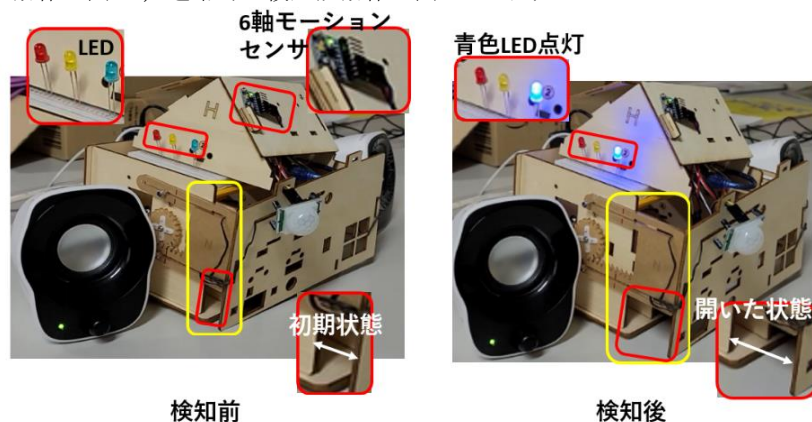


図 13 ドローンポートの異常検知機能実験

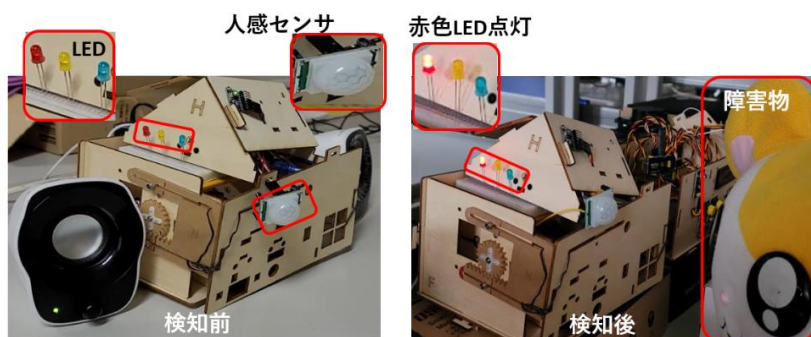


図 14 地震予測時の障害物検知機能実験

6. おわりに

本稿では、地震などの災害が発生した際にドローンの自動離着陸・充電を支援する「ドローン向け格納庫」(ドローンポート)が設置場所における予測震度に応じて、人手を介することなくドローンを自動で離陸させ、広報活動や見回り、避難誘導などを支援するドローンポートの実現を目的とした。そして、災害時の自動運用を想

定し、ドローンを自動離陸させるドローンポート自動運用管理システムの提案と各機能の試作および動作実験により、各機能の動作について確認することができた。

今後は、他のセンサを導入したり、違う Web サイトからスクレイピングしたりすることで、地震以外の災害が発生した際にも分析や状況判断が行えるようなシステムに拡張していく予定である。また、実際のドローンポートに実装方法についても検討を行う。



図 15 通常時の障害物検知機能実験

参考文献

- 1) HEISHA D80 V3.0, <https://www.heishatech.com/d80-drone-charging-dock/> (Accessed 2023/1/17)
- 2) DBX-G7, <https://dbx.h3dynamics.com/> (Accessed 2023/1/17)
- 3) DJI Dock, <https://www.dji.com/jp/dock> (Accessed 2023/1/17)
- 4) Drone Port for ACSL-PF2, <https://www.acsl.co.jp/news-release/press-release/2168/> (Accessed 2023/1/17)
- 5) 永井信, 宮川拓真, 内田徹夫, 吉井太郎, 福住直樹, 松隈祐輔, “完全自動運用型ドローンシステム「SENSYN DRONE HUB」による植物季節観測,” 日本リモートセンシング学会誌, Vol.40, No.5, pp.281-285, Nov. 2020.
- 6) 完全自動運用型ドローンシステム SENSYN Drone Hub <https://www.sensyn-robotics.com/product/drone-hub> (Accessed 2023/1/17)
- 7) 近未来技術実証実証フィールド支援事業活用事例, “ドローンによる遭難者捜索支援実証実験を実施しました,” 仙台特区, Mar. 2022.
- 8) Smart Home Kit For Arduino https://wiki.keyestudio.com/KS0085_Keyestudio_Smart_Home_Kit_for_Arduino (Accessed 2023/1/17)
- 9) 岩切一宏, 干場充之, 大竹和生, “近距离に注目した既存の距離減衰式の検討—緊急地震速報の震度予測への適用性評価—,” 験震時報, Vol.75, No.1-4, pp25-36, Mar. 2012.