

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Umelej inteligencie

Simulation of Cooperation for a Multi-Robotic System

Diplomová práca

Ovládanie viacerých dronov pomocou webu

Systémová príručka

Vedúci bakalárskej práce:
doc. Dr. Ing. Ján Vaščák

Author:
Bohdan Tanasov

Košice 2023

Obsah

1	Funkcia programu	1
2	Analýza riešenia	2
2.1	Webová aplikácia React	2
2.2	Backend Node.js	2
2.3	Detekcia značiek Aruco	2
2.4	Asus Dashboard	3
3	Inštalácia, konfigurácia a používanie	3
3.1	Požiadavky	3
3.2	Installation	3
3.3	Konfigurácia	5
3.4	Použitie	5
4	Popis hlavných modulov	6
5	Riešenie problémov	7
5.1	Drony sa nepripájajú k systému	7
5.2	Prístrojová doska nezobrazuje pozície dronov	7
5.3	Systém nereaguje alebo padá	7
	Zoznam použitej literatúry	8

1 Funkcia programu

Cieľom tohto projektu je riadiaci systém pre viacero dronov Tello. Systém bude využívať aplikáciu WEB React a sockety, aby poskytol užívateľsky prívetivé rozhranie na ovládanie dronov. Budú sa využívať značky Aruco, ktoré umožnia dronom zistiť ich polohu a podľa toho sa navigovať.

Systém bude pozostávať z webového rozhrania, ktoré poskytne individuálny aj skupinový režim ovládania dronov. Používateľ bude môcť ovládať každý dron jednotlivo alebo ako skupinu a vykonávať zložité manévry a formácie.

Na dosiahnutie tohto cieľa bude projekt využívať backend Node.js, ktorý bude zabezpečovať komunikáciu medzi webovou aplikáciou a dronmi. To umožní ovládanie a monitorovanie dronov v reálnom čase. Backend bude tiež poskytovať možnosť prijímať a ukladať údaje z dronov, ako je úroveň batérie, nadmorská výška a súradnice GPS.

Okrem toho bude systém pripojený k informačnému panelu Asus Dashboard, ktorý sa bude používať na monitorovanie a ovládanie dronov. Na prístrojovej doske sa budú zobrazovať údaje z dronov v reálnom čase, napríklad živé videoprenosy a telemetrické údaje. Prístrojová doska bude tiež poskytovať možnosť ovládať drony, napríklad spúšťať a zastavovať motory a upravovať výšku a orientáciu dronov.

Celkovo bude systém poskytovať komplexné riešenie na ovládanie a monitorovanie viacerých dronov Tello v rôznych scenároch. Vďaka možnosti ovládať každý dron samostatne alebo ako skupinu, využívajúc značky Aruco na navigáciu a poskytujú údaje a kontrolu v reálnom čase prostredníctvom webovej aplikácie a ovládacieho panela, tento systém výrazne rozšíri možnosti dronov Tello.

2 Analýza riešenia

Riadiaci systém pre viacero dronov Tello je navrhnutý tak, aby pozostával z niekoľkých vzájomne prepojených softvérových komponentov. Nasledujúce podkapitoly poskytujú prehľad funkcií a interakcií jednotlivých komponentov na vysokej úrovni.

2.1 Webová aplikácia React

Webová aplikácia React App slúži ako primárne používateľské rozhranie pre riadiaci systém. Poskytuje používateľsky prívetivý ovládací panel, ktorý zobrazuje stav dronov, umožňuje používateľovi ovládať jednotlivé drony a umožňuje skupinové ovládanie dronov. Aplikácia používa webové sokety na komunikáciu s backendom Node.js, ktorý riadi komunikáciu dronov.

2.2 Backend Node.js

Backend Node.js funguje ako most medzi webovou aplikáciou React a dronmi. Prijíma príkazy z aplikácie a posiela ich dronom prostredníctvom SDK dronov. Tak tiež prijíma telemetrické údaje z dronov a posiela ich späť do aplikácie na zobrazenie. Backend používa webové sokety, ktoré umožňujú komunikáciu s aplikáciou v reálnom čase.

2.3 Detekcia značiek Aruco

Systém detekcie značiek Aruco je zodpovedný za zisťovanie polohy každého dronu v reálnom čase. Každý dron je vybavený kamerou, ktorá dokáže rozpoznať značky Aruco umiestnené na zemi. Značky slúžia ako referenčný bod pre každý dron a umožňujú dronu určiť svoju polohu a orientáciu v 3D priestore. Systém detekcie značiek je implementovaný pomocou OpenCV, knižnice počítačového videnia s otvoreným zdrojovým kódom.

2.4 Asus Dashboard

Asus Dashboard je hardvérový komponent riadiaceho systému, ktorý poskytuje ďalšie možnosti monitorovania a ovládania. Je pripojený k dronom prostredníctvom Wi-Fi a dokáže zobrazovať telemetrické údaje dronu vrátane úrovne nabitia batérie, nadmorskej výšky a rýchlosti. Prístrojovú dosku možno použiť aj na manuálne ovládanie dronov v prípade zlyhania primárneho riadiaceho systému.

Celkovo je architektúra riadiaceho systému navrhnutá ako modulárna, škálovateľná a flexibilná, čo umožňuje jednoduchú integráciu ďalších komponentov a prispôbenie pre rôzne prípady použitia.

3 Inštalácia, konfigurácia a používanie

3.1 Požiadavky

Pred inštaláciou a používaním riadiaceho systému pre viacero dronov Tello sa uistite, že máte nasledujúce požiadavky:

- Node.js (verzia 14 alebo novšia)
- Python (verzia 3.6 alebo novšia)
- Drony Tello (viacero)

3.2 Installation

Ak chcete nainštalovať systém, postupujte podľa nasledujúcich krokov:

1. Nainštalujte Node.js a npm do svojho počítača.
2. Naklonujte repozitár GitHub obsahujúci kód systému.
3. Nainštalujte požadované balíky Node.js spustením nasledujúceho príkazu z

koreňového adresára projektu:

```
npm install
```

4. Nainštalujte Python 3.6 alebo novšiu verziu na každý ovládací panel, ktorý sa bude používať na ovládanie dronov:

- (a) Nainštalujte Python 3.x: Program vyžaduje, aby bol na palubnej doske a počítačoch dronu nainštalovaný Python 3.x. Najnovšiu verziu Pythonu si môžete stiahnuť a nainštalovať z oficiálnej webovej stránky Pythonu.
- (b) Nainštalujte požadované knižnice: Program vyžaduje inštaláciu niekoľkých knižníc:

```
OpenCV,  
NumPy,  
SocketIO,  
djitellopy,  
pygame,  
opencv-python 4.1.0,  
opencv-contrib 4.1.0,  
numpy,  
scipy,  
pykalman,  
matplotlib
```

Tieto knižnice môžete nainštalovať pomocou správcu balíkov pip spustením nasledujúceho príkazu v termináli:

```
pip install ...
```

- (c) Spustíte program: Ak chcete spustiť program Python, prejdite do adresára programu a v termináli spustíte nasledujúci príkaz:

```
python main.py
```

Program sa pripojí k palubnej doske a počítačom dronu a začne odosielať a prijímať údaje.

- (d) Použijete systém: Po spustení programu Python môžete pomocou webového rozhrania ovládať drony v individuálnom aj skupinovom režime. Drony môžete monitorovať a ovládať aj pomocou prístrojovej dosky Asus.

3.3 Konfigurácia

1. Uistite sa, že sú drony nabité a zapnuté.
2. Pred spustením aplikácie zabezpečte, aby bol prístroj na ovládacom paneli pripojený k sieti Wi-Fi dronu, ktorý bude ovládať. Je to potrebné na nadviazanie spojenia medzi prístrojovým panelom a dronom.

3.4 Použitie

Ak chcete používať systém, postupujte podľa nasledujúcich krokov:

1. Spustíte backend Node.js spustením nasledujúceho príkazu z koreňového adresára projektu:

```
npm start
```

2. Spustíte program dashboard na každom počítači s dashboardom spustením nasledujúceho príkazu:

```
python dashboard.py
```

3. Otvorte webový prehliadač a prejdite na adresu URL webovej aplikácie. Zvyčajne to bude `http://<server_ip>:3000`.
4. Použijete webové rozhranie na ovládanie dronov v individuálnom alebo skupinovom režime.

4 Popis hlavných modulov

Kameru dronu musíte tiež vopred nakalibrovať pomocou kalibračného algoritmu šachovnice OpenCV. V súbore `cam_class.py` môžete nastaviť viacero parametrov pre dĺžku okraja dlaždice šachovnice na kalibráciu, dĺžku okraja značky na meranie a filtrovanie okrajov pre skreslené značky.

Pôvodný skript `djitellopy/tello.py` som upravil a doplnil o čítanie stavu Tello, ktoré prebieha v samostatnom vlákne a neblokuje hlavné vykonávanie.

Pre let je potrebné spustiť súbor `main.py`.

Všetky transformácie matíc sa vykonávajú pomocou funkcií v `transformations.py`. Základný princíp spočíva v tom, že keď sú dve značky viditeľné súčasne, môžete vypočítať transformačnú maticu medzi týmito dvoma súradnicovými systémami. (Užitie viacerých vzoriek na spriemerovanie matíc medzi dvoma markermi.) Dron môže takto mapovať svoju cestu pomocou reťazca transformácií z globálneho počiatku, pričom ako základ sa použije prvý videný marker. Všetky transformácie súradníc sa vykonávajú v reálnom čase, globálne body sa potom uložia.

5 Riešenie problémov

Hoci sme venovali veľkú pozornosť tomu, aby bol náš systém čo najspoľahlivejší a bezchybný, pri jeho používaní sa môžete stretnúť s niektorými problémami. V tejto časti vám poskytneme niekoľko pokynov na riešenie bežných problémov, s ktorými sa môžete stretnúť.

5.1 Drony sa nepripájajú k systému

Ak máte problémy s pripojením dronov k systému, uistite sa, že sú správne zapnuté a pripojené k tej istej sieti WiFi ako ovládací panel. Tiež sa uistite, že IP adresa dronu je správne nastavená v konfiguračnom súbore.

5.2 Prístrojová doska nezobrazuje pozície dronov

Ak sa na prístrojovej doske nezobrazujú polohy dronov, skontrolujte, či sú značky Aruco správne umiestnené a v zornom poli kamier dronov. Taktiež sa uistite, že sa do prístrojového panela správne prenášajú údaje z kamery.

5.3 Systém nereaguje alebo padá

Ak systém nereaguje alebo padá, môže to byť spôsobené únikom pamäte alebo konfliktom zdrojov. Skúste reštartovať systém a ak problém pretrváva, skontrolujte, či sa v systémových protokoloch nenachádzajú chybové hlásenia. Na identifikáciu problému môže byť užitočné aj spustenie systému v režime ladenia.

Ak sa počas používania systému vyskytnú iné problémy, pozrite si dokumentáciu alebo kontaktujte náš tím podpory, ktorý vám poskytne ďalšiu pomoc.

Zoznam použitej literatúry

Meier, L., 2018. DJI Tello - SDK and Accessory Development. DJI. Available at:
<https://dl-cdn.ryzerobotics.com/downloads/Tello/Tello%20SDK%202.0%20User%20Guide.pdf> [Accessed 12-Apr-2023].

Socket.IO, 2023. Socket.IO — Documentation. Available at:
<https://socket.io/docs/v4> [Accessed 12-Apr-2023].