

Použitie robotického frameworku ROS pre riadenie malých bezpilotných prostriedkov

Using ROS robotics framework for control small UAVs

Ján Bačík¹

¹jan.bacik.2@tuke.sk

¹Katedra elektrotechniky a mechatroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, Košice, Slovenská Republika

Abstrakt— Článok popisuje spôsob použitia robotického frameworku ROS pre riadenie malého bezpilotného prostriedku. K tomuto účelu je použitý malý riadiaci kontrolér Pixhawk, ktorý je možné riadiť pomocou ROS a spojiť ho s ľubovoľným počítačom cez lokálnu sieť. Vďaka tomuto riešeniu je možné nahradiť uzavreté riadenie, na báze rádiového vysielateľa a prijímača, otvoreným riadením, ktoré je možné vďaka ROS rozširovať a ľubovoľne prispôbovať.

Kľúčové slová— *dron, UAV, ROS, pixhawk*

Abstract— The article describes method for controlling small UAV by robotics framework ROS. For this purpose is used small controller Pixhawk, which is compatible with ROS and could communicate with any computer in local network. Pixhawk connectivity allow replace closed control system, based on radio control transceiver and receiver, by the open control system, which can be further modified.

Keywords— *drone, UAV, ROS, pixhawk*

I. ÚVOD

ROS (Robot Operating System) je v súčasnosti najpoužívanejšia platforma pre vývoj robotického softwaru na svete, ktorú využíva široké spektrum vývojárov od amatérov, cez komerčné spoločnosti, až po špičkové univerzity ako MIT, Stanford, alebo ETH Zurich. ROS je ideálny nástroj pre vývoj inovatívnych riešení a nových produktov v oblasti robotiky.

ROS je vo svojej podstate sada open-source softvérových nástrojov, knižníc a ovládačov, vytvorená za účelom zrýchlenia a zjednodušenia vývoja robotických aplikácií. Je kompletne open-source a zadarmo, licencovaný pod BSD licenciou, čo umožňuje jeho voľné použitie tak pre výskumné ako aj komerčné účely. V praxi to znamená, že všetko čo sa nachádza pod logom ROS je možné zadarmo stiahnuť, nainštalovať, používať, upravovať a výsledok aj komerčne predávať. Kombináciou s operačným systémom Ubuntu, ktorý je tiež kompletne open-source, je možné vytvárať pokročilé robotické aplikácie bez zdĺhavého vývoja a bez akýchkoľvek vstupných nákladov spojených s nákupom softvéru [1].

Z vyššie uvedených dôvodov nie je prekvapením, že sa ROS dostáva do využitia aj v užšej podmnožine robotických aplikácií, do ktorej patria malé bezpilotné prostriedky (drony). Dron je špeciálny typ mobilného robota, ktorý je schopný pohybovať sa v priestore v 6 stupňoch voľnosti [2]. Klasické drony, ktoré sa dajú kúpiť v rôznych modelárskych, či hračkárskejších obcho-

doch, predstavujú uzavretý systém, do ktorého nie je možné zasahovať a modifikovať ho.

V tomto článku je predstavený spôsob ako vytvoriť otvorený riadiaci systém kompatibilný s rôznymi typmi modelárskych dronov, do ktorého je možné zasahovať, rozširovať ho, a vytvoriť tak plne programovateľný robotický systém.

II. PIXHAWK

Pixhawk (Obr. 1) je vysoko výkonný riadiaci kontrolér určený pre riadenie dronov. Je vhodný pre lietadlá, multikoptéry, vrtuľníky, autá, člny a akúkoľvek inú robotickú platformu, ktorá sa môže pohybovať. Zameriava sa na špičkové výskumné, amatérske a priemyselné potreby [3].



Obr. 1. Pixhawk

Pixhawk obsahuje 32bitový procesor, ktorý vyhodnocuje informácie z integrovaných senzorov, medzi ktoré patrí 3-osi akcelerometer, 3-osi gyroskop, 3-osi magnetometer a barometrický senzor. Dôležitou súčasťou Pixhawk kontroléra je implementovaný MAVLink protokol, ktorý slúži na spoľahlivý prenos dát medzi kontrolérom a nadradeným systémom.

III. UZAVRETÝ VS OTVORENÝ SYSTÉM

Pri klasických RC dronoch je jediná možnosť ovládania pohybu drona a nastavenia letových módov pomocou klasického modelárskeho RC ovládača. Ten na základe povelov z jednotlivých páčok ovládača vysiela signál pre riadiacu jednotku v drone. Pri lacnejších dronoch je jediná spätná väzba o jeho orientácii a polohe v priestore len na základe vizuálnej informácie, ktorú vie používateľ odhadnúť iba priamym pozorovaním. V prípade drahších modelov prepojených so zobrazovacou jednotkou je možné orientáciu drona odčítať zo zobrazovaných údajov, ktoré dron vysiela späť. Bohužiaľ, táto informácia je len informačná a nie je možné ju spracovať pre potreby automatizovaného letu. Z toho dôvodu sa jedná o uzavretý riadiaci systém, do ktorého štruktúry nevieme vstúpiť.

Ak chceme let drona automatizovať, je potrebné vedieť do neho príkazy nie len poslať, ale aj vyčítať a následne spracovať informácie o jeho orientácii, rýchlosti a polohe [4, 5]. To nám umožňuje iba otvorený riadiaci systém, ktorým je práve robotická platforma ROS v kombinácii s riadiacim kontrolérom Pixhawk. Vďaka týmto komponentom je možné z uzavretého systému vytvoriť otvorený systém, do ktorého je možné pridávať nové softvérové a hardvérové subsystémy (Obr. 2). Prepojenie riadiaceho kontroléra s nadradeným systémom, ktorý má dostatočný výpočtový výkon, umožňuje doplniť a využívať sofistikované senzorické podsystémy. Ako príklad môžeme spomenúť hĺbkový snímač Kinect, od spoločnosti Microsoft, ktorý je schopný pomocou správnych mapovacích a lokalizačných algoritmov generovať 3D mapu priestoru, v ktorom je umiestnený. Táto mapa môže byť ďalej použitá na autonómny let v interiéroch priestoroch, v ktorých nie je možná navigácia pomocou GPS signálu.

V nasledujúcej kapitole je popísaný jednoduchý otvorený riadiaci systém za použitia kontroléra Pixhawk a malého počítača s nainštalovaným operačným systémom Ubuntu ako nadradeným riadiacim systémom.

IV. OTVORENÝ SYSTÉM – KONŠTRUKCIA

Pre realizáciu otvoreného riadiaceho systému pre malé bezpilotné prostriedky sme zvolili stavebnicu DJI 500 (Obr. 3), ktorá obsahovala okrem šasi samotného drona, motory spolu s elektronickými regulátormi. Výhodou stavebnice bola absencia riadiacej jednotky, ktorú by sme v prípade, ak by bola súčasťou balenia, museli vymeniť.

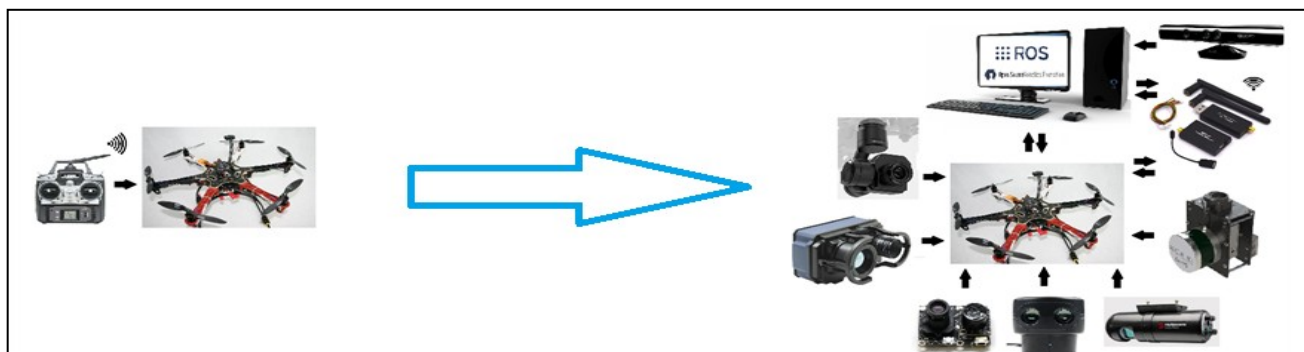
Po doskladani šasi a upevnení hnacích motorov bolo potrebné navrhnuť a vytvoriť upevňovacie konštrukcie pre uchytienie nadradeného systému, v našom prípade mini PC Intel NUC Board 7i3DNBE, a akumulátora pre jeho napájanie. Z dôvodu nízkej hmotnosti bol zvolený konštrukčný materiál v podobe tenkých karbónových dosiek, ktoré majú dostatočne vysokú pevnosť pri zachovaní nízkej hmotnosti. Upevnenie jednotlivých komponentov je demonštrované na Obr. 4. Napájanie nadradeného systému je realizované akumulátorom s kapacitou 3 300 mAh a menovitým napätím 11.1 V. Dôležitou súčasťou Intel NUC Board je aj rozširujúca PCI-e wifi karta umožňujúca bezdrôtovú sieťovú komunikáciu.

Do riadiaceho kontroléra Pixhawk boli následne privedené kabeľáže od jednotlivých elektronických regulátorov hnacích motorov spolu s GPS modulom a malou piezoelektrickou vysokofrekvenčnou sirénou, ktorá slúži na uľahčenie nájdenia drona v prípade straty signálu a jeho následného zvrútenia (Obr. 5). Fyzická vrstva protokolu MAVLink medzi Pixhawk kontrolérom a nadradeným riadiacim systémom je realizovaná pomocou USB kábla.

V. OTVORENÝ SYSTÉM – SOFTVÉR

Na nadradenom riadiacom systéme s operačným systémom Ubuntu 16.04 a frameworkom ROS sú automaticky po bootení systému spúšťané nody, ktoré slúžia na nadviazanie komunikácie s kontrolérom Pixhawk a vytvoreniu komunikačných kanálov, topic-ov, ktoré tvoria API rozhranie k funkciami kontroléra Pixhawk. Zdrojový kód týchto nódov je dostupný v rámci knižnic ROS.

Pre demonštráciu otvorenosti systému sme na druhom počítači, označenom ako pozemná stanica, vytvorili program, pod robotickým frameworkom ROS, na spracovanie hodnôt z konzolového ovládača hracej konzoly X-Box 360. Tieto hodnoty boli v programe ďalej spracované na žiadanú rýchlosť pohybu drona v jednotlivých osiach.



Obr. 2 Možnosti uzavretého a otvoreného riadiaceho systému

Príkazy pre jednotlivé osi boli následne pomocou komunikačných kanálov (topic-ov) prenášané cez bezdrôtovú lokálnu sieť vytvorenú medzi nadradenou riadiacou jednotkou, umiestnenou na drone, a pozemnou stanicou.

Späť sa do pozemnej stanice vysielali informácie o aktuálnej rýchlosti drona, hodnote GPS súradníc a orientácii v priestore. Tieto údaje boli vypisované v podobe jednoduchého textu v konzolovom okne.



Obr. 3 Skladanie stavebnice drona DJI 500



Obr. 4 Umiestnenie počítača na šasi drona



Obr. 5 Umiestnenie Pixhawk spolu s GPS modulom

Nevýhodou komunikácie cez vytvorenú wifi sieť je jej relatívne krátky dosah. Z toho dôvodu je nutné pri tejto konfigurácii udržiavať dron v dostatočne blízkej vzdialenosti od pozemnej stanice alebo použiť silnejšie wifi adaptéry v oboch zariadeniach.

Takto pripravený systém je možné doplniť o ďalšie hardvérové komponenty, ktoré je možné použiť pre vizuálnu odometriu, tvorbu 2D a 3D máp a ochranu drona pred nárazom do statickej alebo dynamickej prekážky. Vďaka otvorenosti systému sú možnosti pridávania ďalších komponentov obmedzené skôr ich fyzikálnymi vlastnosťami, ako je hmotnosť a spotreba elektrickej energie. Pri konkrétnom modeli DJI 500 je možnosť prídania užitočného nákladu až do hmotnosti 2 500 g. Vďaka tejto nosnosti je súčasná platforma pripravená pre ďalšie hardvérové rozšírenie a jeho využitie pre vývoj algoritmov umožňujúci autonómny let v rôznych prostrediach a pri rôznych letových podmienkach.

VI. ZÁVER

V článku sme predstavili návrh otvoreného riadiaceho systému určeného pre malý dron, na báze robotického frameworku ROS a kontroléra Pixhawk. Pre realizáciu sme si vybrali stavebnicu drona DJI 500.

Otvorený riadiaci systém umožňuje pridávať nové subsystémy, či už programové alebo hardvérové, poprípade meniť pôvodné. Nadradený riadiaci systém, ktorý komunikuje s kontrolérom protokolom MAVLink umožňuje vytvoriť vlastné užívateľské riadiace štruktúry pre riadenie polohy drona v priestore, poprípade vytvoriť softvérové prostriedky pre riadenie viacerých dronov naraz. Výhodou celého systému je jeho open-source distribúcia.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] S.R.S - SmartRoboticSystems - Úvod do ROS [online],[20.11.2014] Dostupné na internete:<http://www.smartroboticsys.eu/?p=373>
- [2] M. Lindeen, Drones and Flying Robots, Lerner Publications, Minessota, 2017.
- [3] PX4 autopilot - Pixhawk Autopilot [online], [2018/04/09] Dostupné na internete: <https://pixhawk.org/modules/pixhawk>
- [4] G. Cook, Mobile Robots: Navigation, Control and Remote Sensing, Wiley & Sons Ltd, New Jersey, 2011.
- [5] R. Austin, Unmanned Air Systems: UAV Design, Development and Deployment, Wiley & Sons Ltd, New Jersey, 2010.



J. Bačík inžinierske štúdium absolvoval na katedre elektrotechniky a mechatroniky Technickej univerzity v Košiciach. V roku 2012 ukončil štúdium s vyznamenaním. Následne pokračoval v dennom doktorandskom štúdiu v odbore Mechatronika a v roku 2016 úspešne obhájil dizertačnú prácu. V súčasnosti autor pôsobí ako odborný asistent na Technickej univerzite v Košiciach, kde sa intenzívne venuje oblasti vývoja mobilných robotických systémov. Medzi jeho hlavné zamerania patrí oblasť navigácie, mapovania a riadenia mobilných podvozkov a dronov.