

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY



Konferencia UAV 2023

Kód projektu: 313011V422
„Inteligentné operačné a spracovateľské systémy pre UAV“

ISBN 978-80-553-4389-1

2023

Zborník z konferencie UAV 2023

Vydavateľ: Fakulta elektrotechniky a informatiky
Technická univerzita v Košiciach
Letná 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

Dátum vydania: máj 2023

Tlač: 50 kusov CD

Jazyk: slovenský, anglický

Strán: 86

Predseda redakčnej rady: doc. Ing. Ján Genči, PhD.

Odborní garanti: prof. RNDr. Peter Vojtáš, DrSc.
doc. Ing. Ján Genči, PhD.
Ing. Štefan Mičko

Programový výbor: Ing. Juraj Vojtáš
doc. Ing. František Jakab, PhD.
Ing. Roman Hraško
Ing. Ondrej Kainz, PhD.

Editor: Ing. Miroslav Michalko, PhD.

O konferencii UAV 2023

Projektová konferencia UAV 2023 bola organizovaná na pôde Technickej univerzity v Košiciach, v rámci prezentačných priestorov Univerziténeho vedeckého parku TECHNICOM, v dňoch 11. – 12. 5. 2023, v rámci projektu:

Názov projektu: Inteligentné operačné a spracovateľské systémy pre UAV

Kód projektu: 313011V422

Prijímateľ NFP: GLOBESY, s.r.o.

Partneri: Qintec a.s.

YMS, a.s.

Technická univerzita v Košiciach (TUKE)

Žilinská univerzita v Žiline (UNIZA)

(ďalej len „projekt UAV“).

Projekt UAV je spolufinancovaný z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra.



Riadiaci orgán:



V zastúpení na základe splnomocnenia:



Obsah

Csaba SZABÓ, Ján KAŠPÁREK

Simulátor letu drónom: model, architektúra a overenie prototypu skúškou 6

Ivan ILAVSKÝ, Peter BOBÁL, Radovan HILBERT, Tomáš IVAN

Využitie virtuálnej reality pre vizualizáciu výsledkov priestorového monitoringu 12

Peter PEKARČÍK, Eva CHOVANCOVÁ

Bezpečnostná analýza útokov na UAV 15

Peter BOBÁL, Radovan SUNEGA, Veronika HORNÍKOVÁ

Priestorový monitoring s využitím GIS 23

Branislav SOBOTA, Štefan KOREČKO, Miriama MATTOVÁ, Lukáš JASENKA

Koncepcia virtuálno-reálného prostredia pre simuláciu práce dronov..... 28

Peter VOJTÁŠ

Image data annotated by objects distances 34

Marek TÓTH, Daniel HREHA, Maroš HLIBOKÝ, Ján MAGYAR, Marek BUNDZEL, Peter SINČÁK

Lokalizácia a plánovanie trasy dronov inteligentnom priestore 40

Ondrej KAINZ, Jakub FRANKOVIČ, Miroslav MICHALKO, František JAKAB

Detekcia zoskupovania ľudí z UAV záznamu 46

Gabriel KOMAN, Milan KUBINA, Patrik BORŠOŠ

Možnosti nasadenia UAV systémov na Slovensku 51

Pavol ONDRÍK, Milan KUBINA, Juraj VOJTÁŠ

UAV technológia v zdravotníctve 56

Pavol ONDRÍK, Milan KUBINA, Juraj VOJTÁŠ

Možnosti využitia UAV technológie 61

Daniel SEDLÁK, Maroš STRIŠOVSKÝ

Meranie vzdialenosti objektu pre UAV pomocou Time-of-Flight snímačov 68

Daniel SEDLÁK, Maroš STRIŠOVSKÝ

Prototypové riešenie UAV v interiéri 72

Matúš BARTKO, Peter FECIĽAK

Predspracovanie dát na palube UAV 76

Stanislav FRANKO, Miroslav MICHALKO, Ondrej Kainz, František JAKAB

Experimental design of UAV usage in intralogistics 81

Meranie vzdialenosti objektu pre UAV pomocou Time-of-Flight snímačov

¹Daniel SEDLÁK, ²Maroš STRIŠOVSKÝ

¹ Qintec a.s., Priemyselná 5/C, 917 01 Trnava, Slovenská Republika

¹daniel.sedlak@qintec.sk, ²maros.strisovsky@qintec.sk

Abstrakt — Tento príspevok sa zaoberá výberom a implementáciou snímača vzdialenosti technológie Time-of-Flight pre použitie na prototypovej navigácii pre autonómny bezpilotný prostriedok (UAV). Príspevok obsahuje dôvody výberu vhodného meracieho princípu a jeho praktické použitie.

Kľúčové slová — Time-of-Flight, ToF, Jetson Nano, UAV, snímače vzdialenosti, 3D snímanie vzdialenosti

I. ÚVOD

Snímače vzdialenosti sa používajú na určenie vzdialenosti objektu od iného objektu, resp. prekážky. Túto vzdialenosť je možné určiť rôznymi dostupnými technológiami, napr. ultrazvukom, laserom, proximitnou metódou, atď. Tieto technológie najčastejšie vyhodnocujú signál odrazený od objektu, jeho intenzitu, zmenu fázy, alebo čas potrebný na jeho návrat. Nasledujúci príspevok sa venuje prioritne výberu a použitiu vhodného snímača pre prototyp bezpilotného autonómneho prostriedku (ďalej UAV) s možnosťou merania výsledku v trojrozmernej oblasti.

II. SNÍMAČE VZDIALENOSTI

A. Porovnanie

Ultrazvukové snímače: využívajú vysielanie vysokofrekvenčných zvukových vln smerom k cieľovému objektu. Cieľový objekt tieto vlny odráža späť a následne sú spracované snímačom (prijímačom). Výsledná vzdialenosť je určená vzťahom medzi časom a rýchlosťou zvuku. Výhodou tejto technológie je, že odraz od objektu nie je ovplyvnený jeho farbou, alebo priehľadnosťou. Nevýhodou je nízke rozlíšenie, pomalá obnovovacia frekvencia, väčšie rozmery a nemožnosť merania objektu s členitým povrchom.

Infračervené snímače: vysielajú IR vlny a pomocou ich spätného odrazu určujú vzdialenosť metódou triangulácie. Výhodou sú menšie rozmery a možnosť merania tvarovo zložitých povrchov. Nevýhodou je obmedzený rozsah merania a väčšia závislosť merania od okolitého prostredia.

Time-of-Flight (ďalej ToF) snímače: využívajú impulzy neviditeľného infračerveného laserového svetla a merajú čas, za ktorý odrazený impulz zachytí vysielateľ. Výhodou sú nízka hmotnosť a zástavbová veľkosť, väčší rozsah merania, vysoká obnovovacia frekvencia, vyššia presnosť. Nevýhodou je zníženie presnosti, respektíve dosahu pri materiáloch s nižším percentuálnym vyjadrením odrazivosti.

B. Výber

Predpoklady výberu pre UAV aplikáciu:

- Nízka zástavbová veľkosť: max. 10x10x10 mm
- Nízka hmotnosť: max. 10 g
- Vysoká obnovovacia frekvencia: min. 20 Hz
- Rozsah: min. 3000 mm
- Presnosť: max. $\pm 7\%$

Vlastnosť	Ultrazvuk	IR	ToF
Vhodné pre väčšie rozsahy	NIE	NIE	ÁNO
Vysoká obnovovacia frekvencia	NIE	NIE	ÁNO
Vhodné pre tvarovo zložité objekty	NIE	ÁNO	ÁNO
Závislosť od vonkajších podmienok	ÁNO	NIE	NIE

Tabuľka č.1: Porovnanie vlastností meracích technológií

V uvedenej tabuľke (Tabuľka č.1) a na základe požiadaviek bol zvolený snímač ToF technológie s typovým označením VL53L5CX (obr. č.1) s nasledujúcimi vlastnosťami:

- Viaczónová identifikácia
- Maximálna vzorkovacia frekvencia: 60Hz
- Maximálny dosah: 4000 mm*
- Presnosť: +/- 5%*
- Uhol záberu: 45°
- Veľkosť: 6.4x3.0x1.5 mm
- Laserová trieda č. 1

*vlastnosti platné pre podmienku min. 88% odrazivosti detegovaného objektu

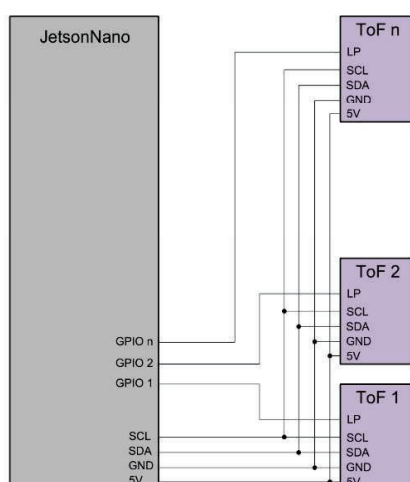


Obr. č.1: ToF snímač VL53L5CX

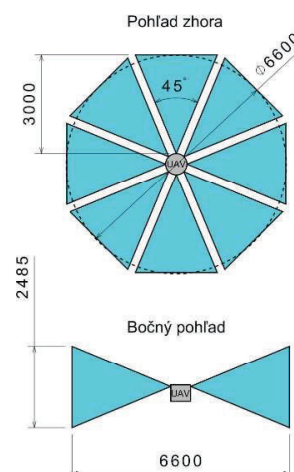
III. APLIKÁCIA

A. Opis použitého hardvéru

Pre UAV bolo použitých 8 snímačov pre pokrytie okolitých objektov s priemerom väčším ako 25 cm (Obr. č.3). Pre výpočtový proces bol použitý počítač Jetson Nano (ďalej počítač), ktorý je už súčasťou technológie predmetného UAV. VL53L5CX je napájané z počítača (5V) a využíva jeho SDA a SCL porty pre sériovú komunikáciu pomocou i2c zbernice. Každý snímač má predefinovanú i2c adresu (napr. 0x29) od výroby, ktorú je možné pri inicializácii zmeniť použitím kontaktu LP (viď zapojenie Obr. č.2) pre použitie dvoch a viacerých snímačov.



Obr. č.2: Schematické zapojenie viac ako 1 až n snímača



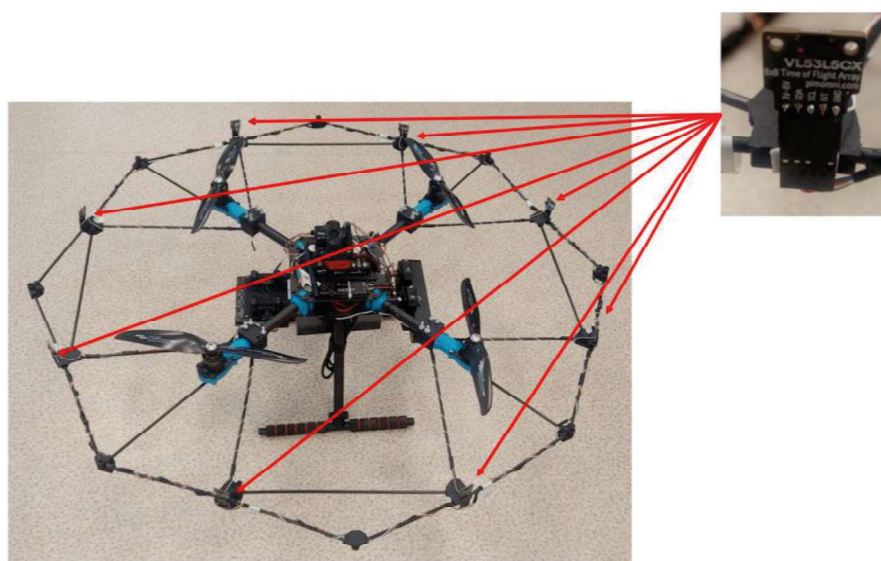
Obr. č.3: Rozmiestnenie snímačov na UAV

B. Opis použitého softvéru

Vstupné dáta od snímača a jeho nastavenie - vstup tvorí matica nameraných údajov s veľkosťou 4x4 resp. 8x8, podľa nastavenia pri inicializácii. Pri rozlíšení 8x8 je maximálna frekvencia 15Hz, pri 4x4 je to 60 Hz. Skúmaná aplikácia kladie väčší dôraz na rýchlosť zápisu ako na rozlišovaciu schopnosť, z toho dôvodu bola zvolená matica 4x4. Snímač pracuje v tzv. autonómnom režime, v ktorom využíva proces nízkej spotreby energie a kontinuálne meranie prebieha len pri detegovanej maximálne zvolenej hodnote vzdialenosti. Z hľadiska akumulátorového zdroja energie na UAV bol tento stav zvolený ako predvolený.

Výstupné dáta z programu nám umožňujú zobrazovať a aplikovať hodnoty vzdialenosti pre 16 polí z každého snímača, celkovo je teda možné identifikovať 128 zón. Z praktického hľadiska boli tieto polia zlúčené na identifikáciu prekážky v 16 smeroch, t.j. 2 zóny pre každý snímač. Program vyhodnocuje pre ďalšie spracovanie v riadiacom systéme UAV tieto parametre:

- Aktuálne nameranú vzdialenosť v 128 bodoch
- Najmenšiu vzdialenosť vyhodnotenú pre každú zo 16 zón
- Výskyt prekážky v každej zo 16 zón (vzdialenosť prekážky - nastaviteľný parameter)
- Vyhodnotenie nameraných hodnôt mimo rozsah snímača



Obr. č.4: Realizácia na UAV

IV. ZÁVER

Počas testovania boli namerané údaje pri používaní UAV vo vnútorných priestoroch stabilné, to znamená, že riešenie je vhodné pre zaznamenávanie prekážok do vzdialenosti 3000 mm. Aktuálne riešenie dokáže bezpečne identifikovať objekt o veľkosti 25x25 cm. Pri požiadavke na veľkosť objektu 1x1 cm by bolo nutné pridať 4 ks snímačov, prípadne použiť inú radu rovnakého typu (VL53L7CX). Tento model snímača poskytuje uhlové pokrytie až na 60°, čo by bolo dostatočné aj pri použití aktuálneho počtu snímačov.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt „Inteligentné operačné a spracovateľské systémy pre UAV“, kód projektu v systéme ITMS2014+: 313011V422, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

LITERATÚRA

- [1] STMicroelectronics, “VL53L5CX - Time-of-Flight 8x8 multizone ranging sensor with wide field of view” *UserGuide*, pp. 00-38,2022.