

VILNIAUS GEDIMINO
TECHNIKOS UNIVERSITETAS
ELEKTRONIKOS FAKULTETAS

Objektų orientacijos erdvėje nustatymo metodų tyrimas

Eldar Šabanovič

II kurso magistrantas

VGTU, Elektronikos fakultetas, Elektroninių sistemų katedra

Darbo vadovas: dr. Raimondas Pomarnacki

2015-03-20

Turinys

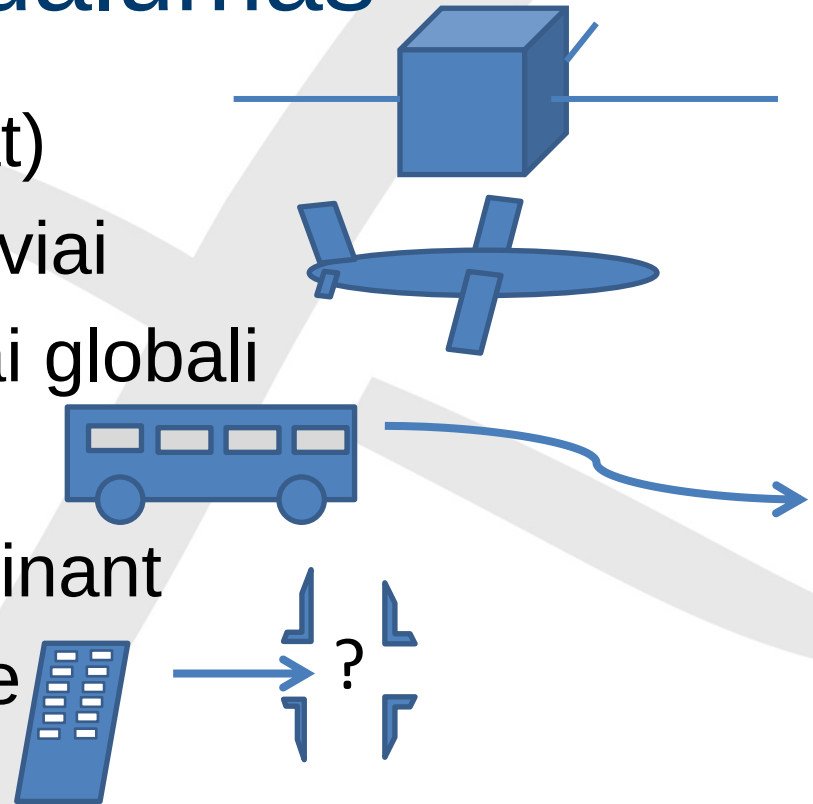
- Nagrinėjama problema
- Taikymo sritys ir aktualumas
- Jutikliai ir jų kalibravimas
- Duomenų apdorojimo schema
- Eksperimentinė metodų patikra
- Filtravimo metodų palyginimas
- Apibendrinimas

Nagrinėjama problema

- Kaip nustatyti objekto orientaciją erdvėje naudojant mikroeletktromechaninius trijų ašių akcelerometrą, magnetometrą ir giroskopą
- Naudojama jutiklių mikroschema MPU-9150
- Jutiklių nuskaitymui ir matavimo duomenų apjungimo bei orientacijos nustatymo algoritmams vykdyti naudojamas mikrovaldiklis su ARM Cortex-M4

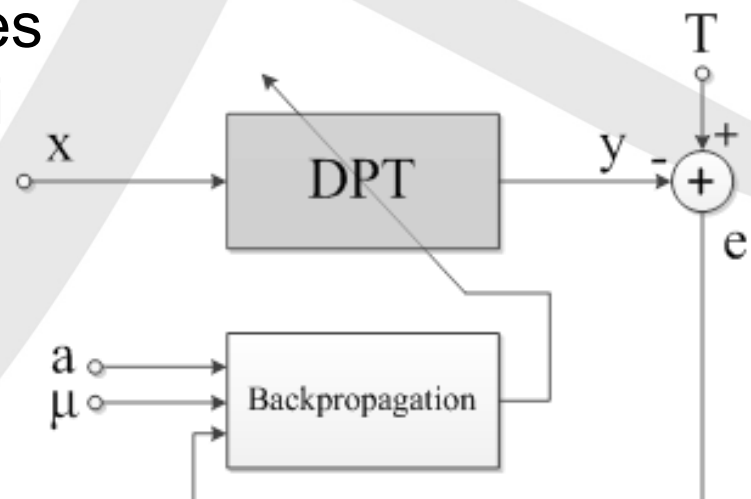
Taikymo sritys ir aktualumas

- Mažieji palydovai (CubeSat)
- Bepiločiai skraidantys orlaiviai
- Transporto navigacijoje, kai globali pozicionavimo sistema neprieinama arba ją patikslinant
- Navigacija patalpose viduje
- Valdymo pultai
- Orientacijos erdvėje stabilizavimo sistemos

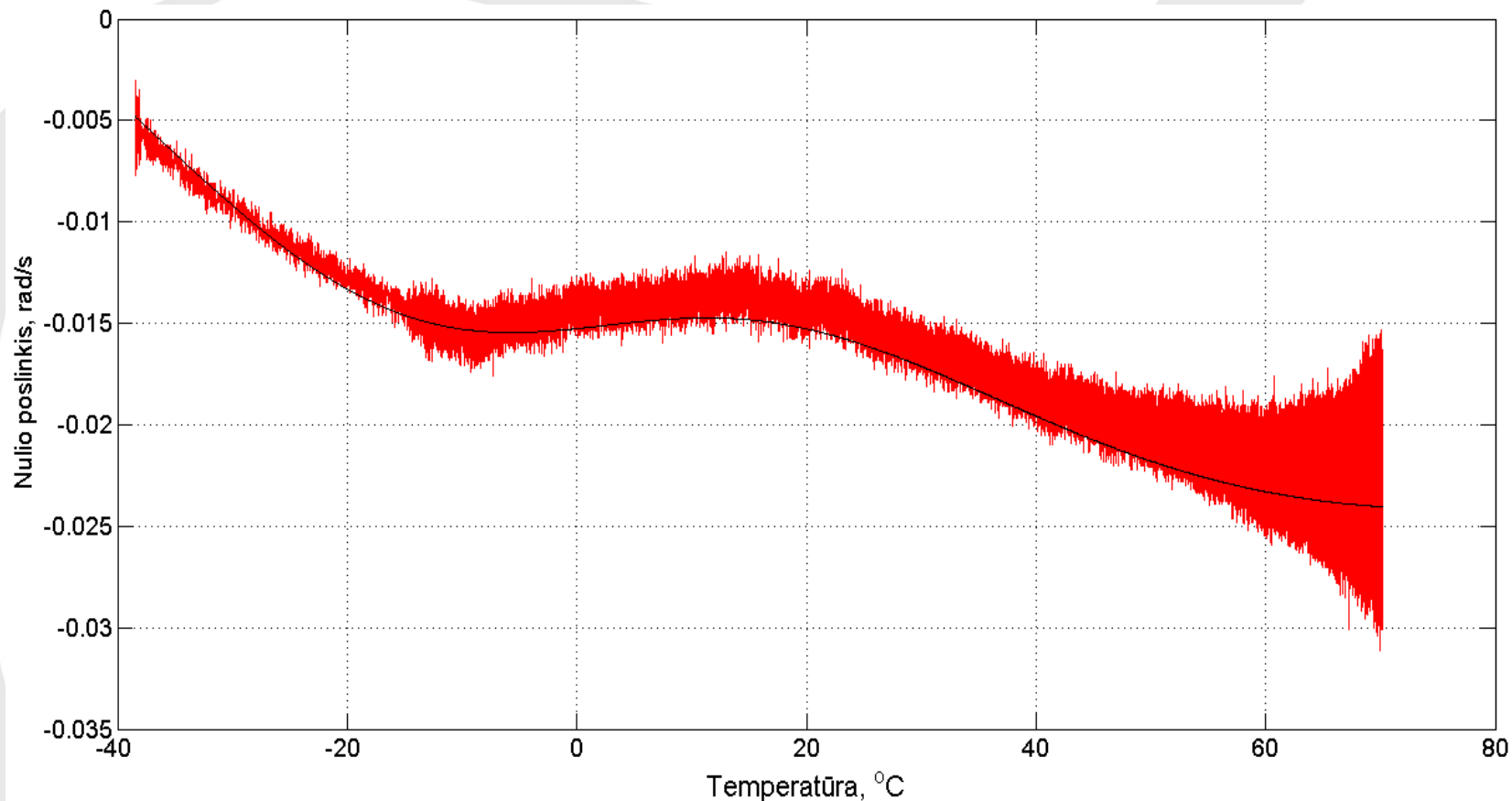


Jutikliai

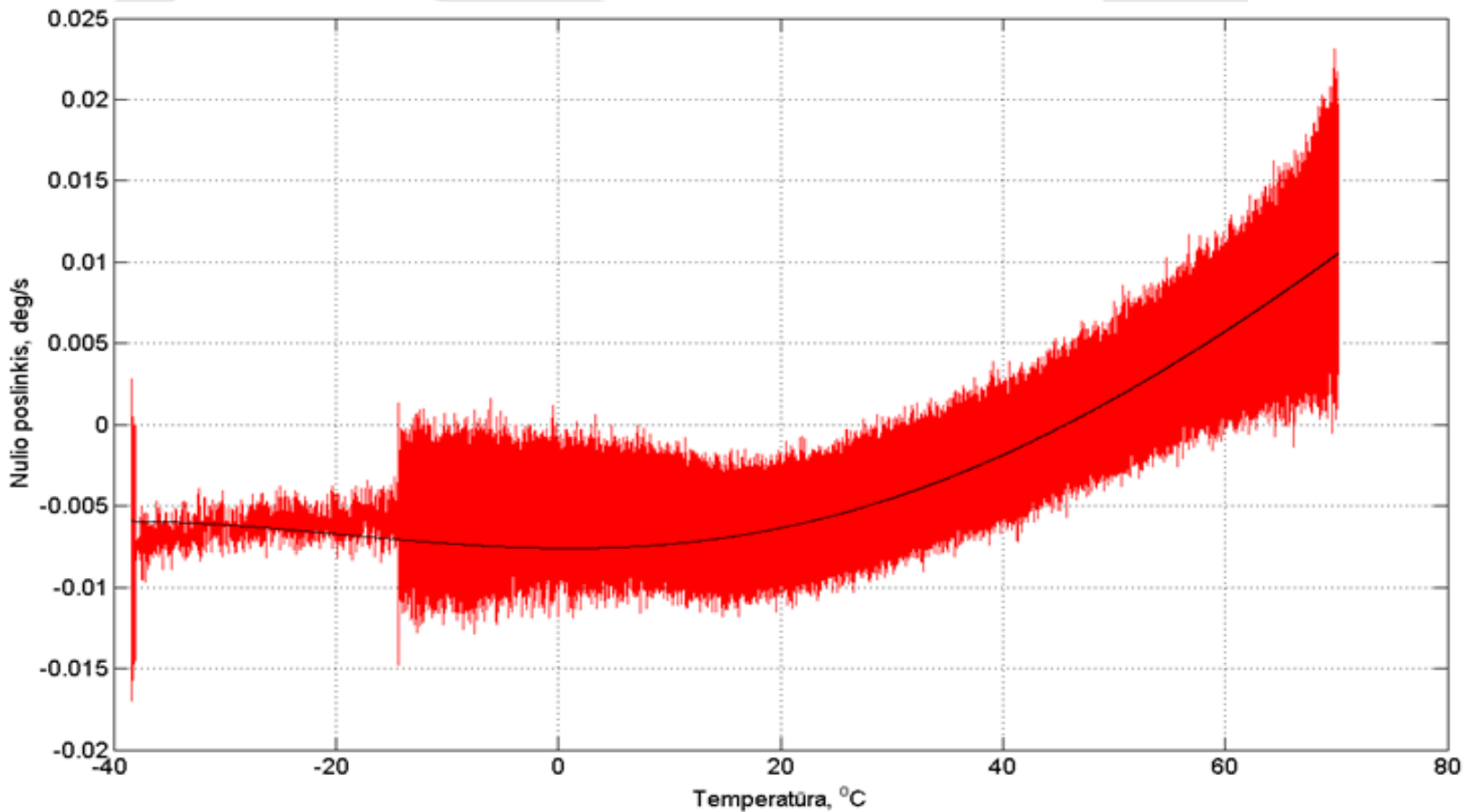
- Giroskopas leidžia nustatyti santykinę orientaciją pradinės padėties atžvilgiu, kaupia klaidą
- Akcelerometras ir magnetometras leidžia nustatyti absoliučią orientaciją Žemės atžvilgiu
- Naudojami komercinės paskirties mikroelektromechaniniai jutikliai
- Turi būti atliktas jutiklių kalibravimas
- Giroskopo kalibravimas atliktas naudojant neuronų tinklus



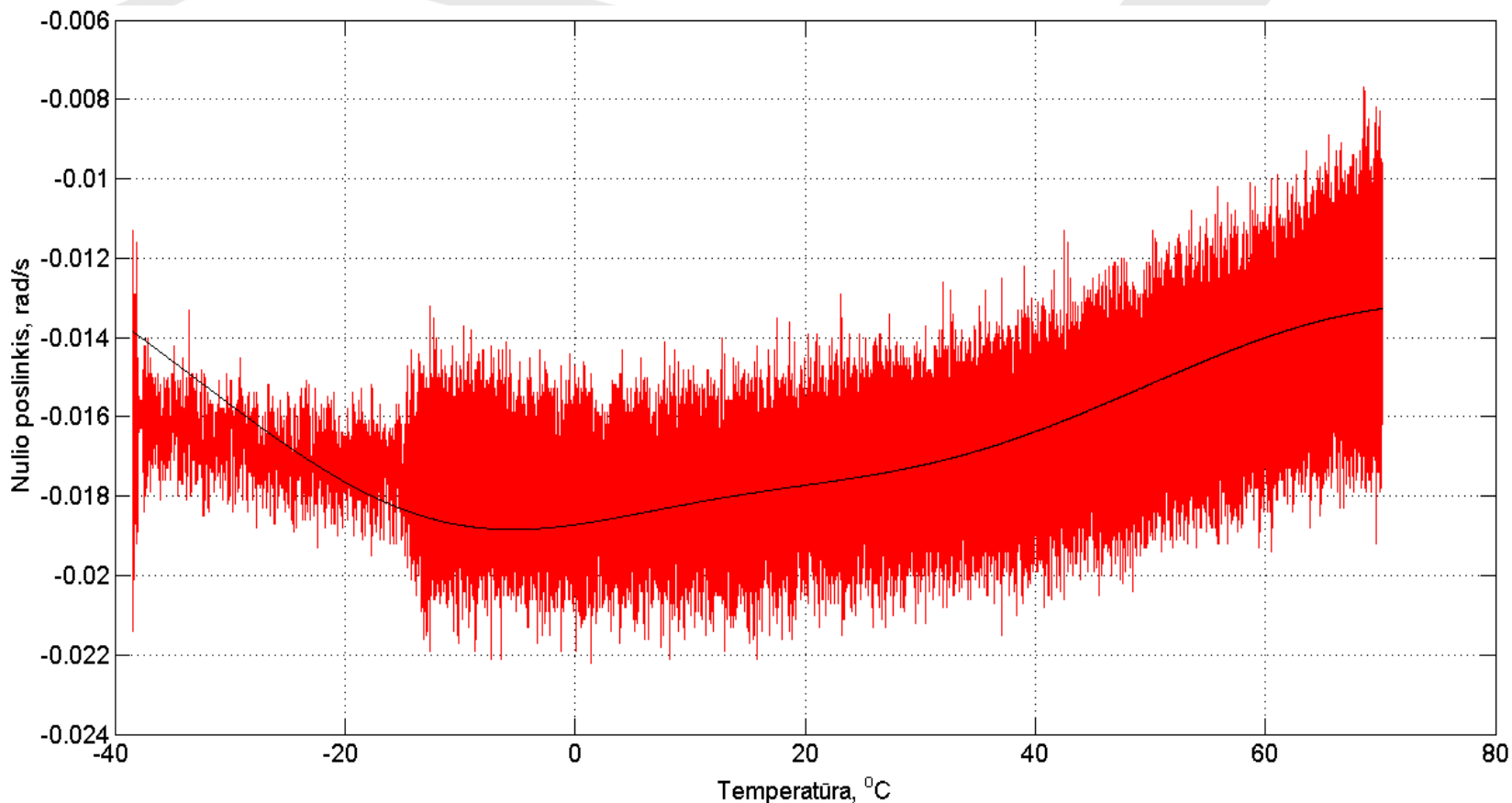
Giroskopo nulinio poslinkis (x ašis)



Giroskopo nulinio poslinkis (y ašis)



Giroskopo nulinio poslinkis (z ašis)

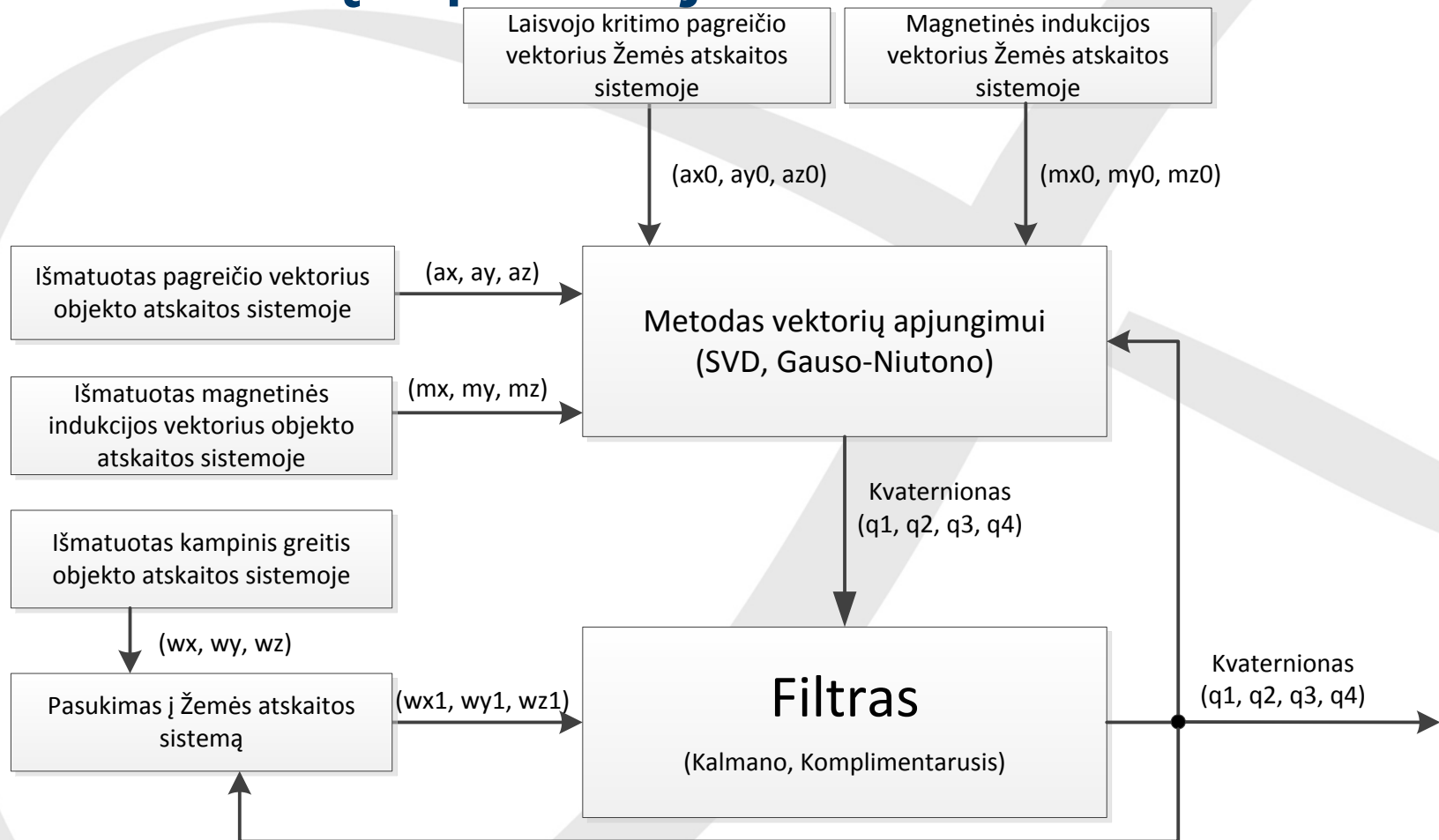


Giroskopo kalibravimo rezultatai

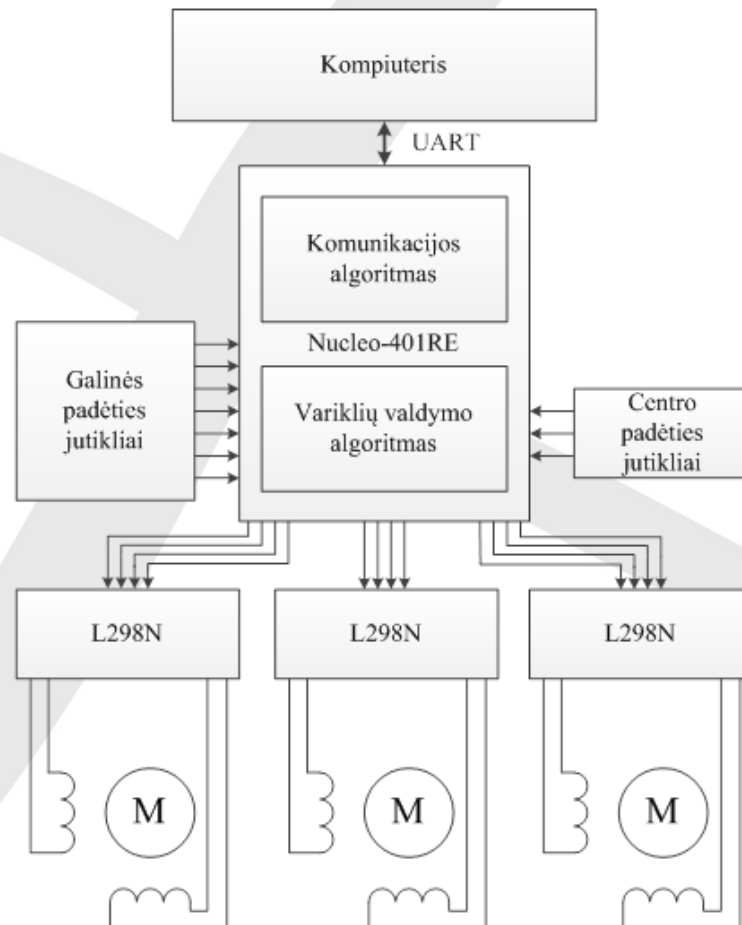
1 lentelė. Sukaupta orientacijos paklaida.

Laikas, minutės		1	2	3	4
Orientacijos paklaida be kompensavimo, laipsniais	x ašis	29°	>90°	-	-
	y ašis	50°	>90°	-	-
	z ašis	55°	>90°	-	-
Orientacijos paklaida su kompensavimu, laipsniais	x ašis	7°	18°	45°	>90°
	y ašis	24°	47°	67°	>90°
	z ašis	2°	9°	32°	>90°

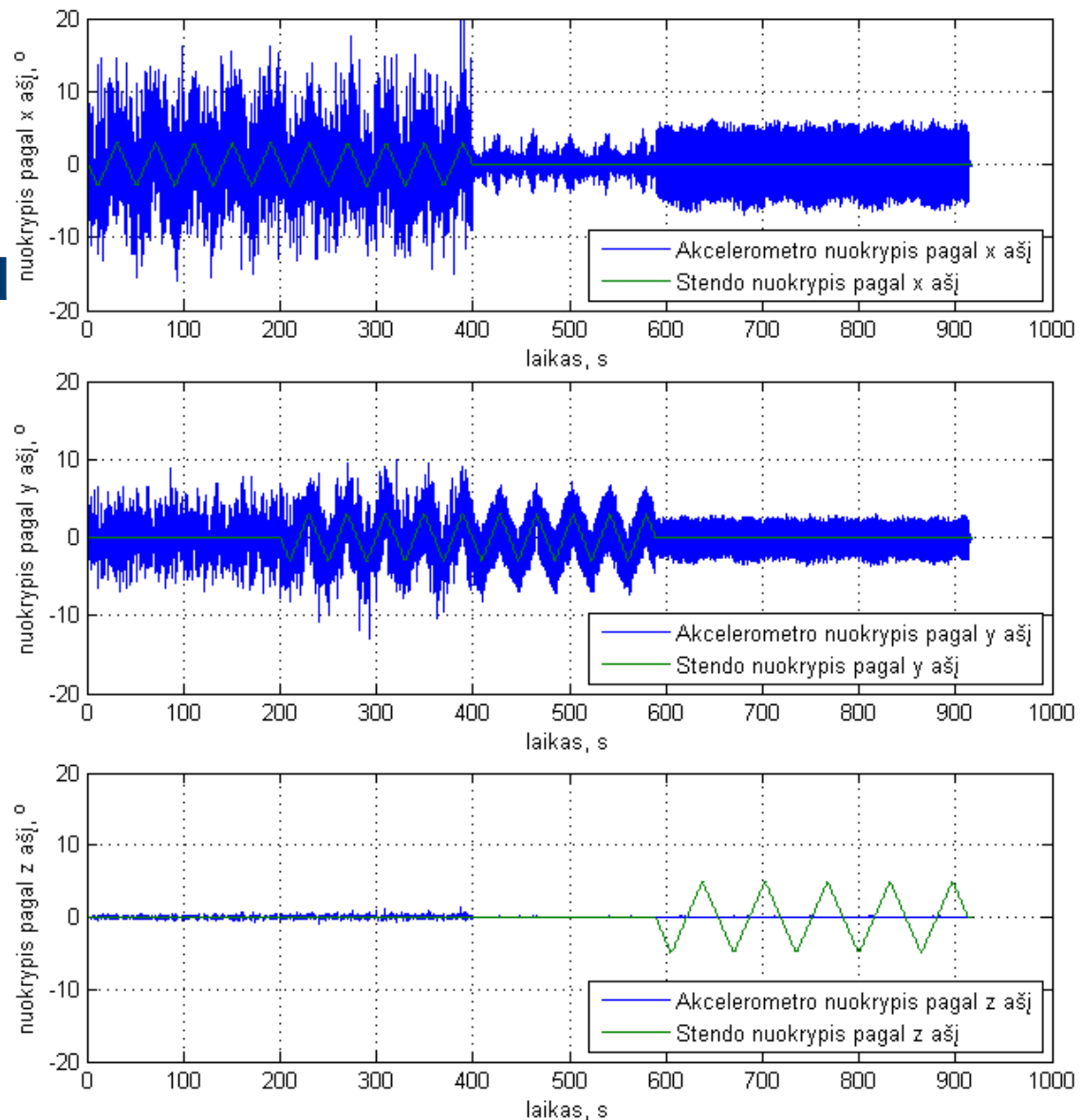
Duomenų apdorojimo schema



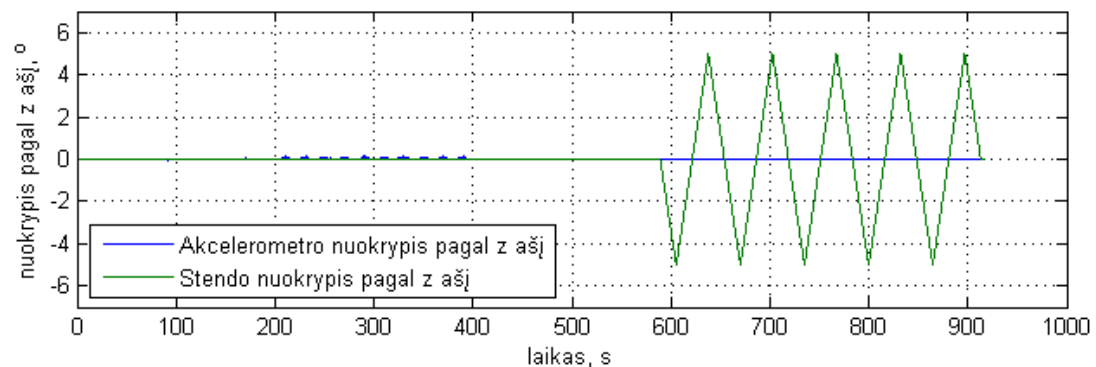
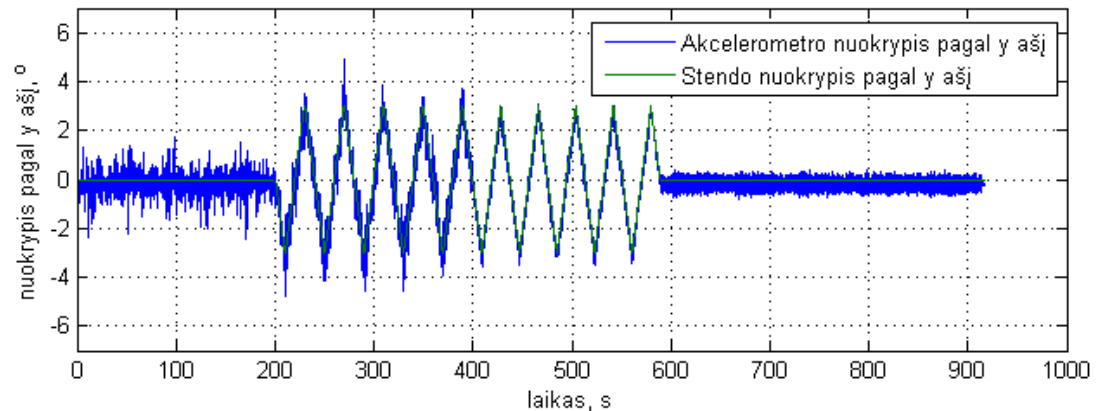
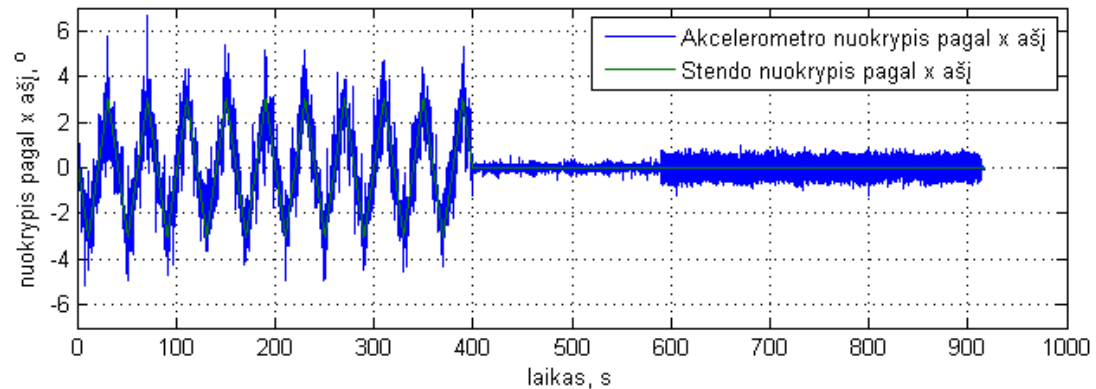
Eksperimentinės patikros stendas



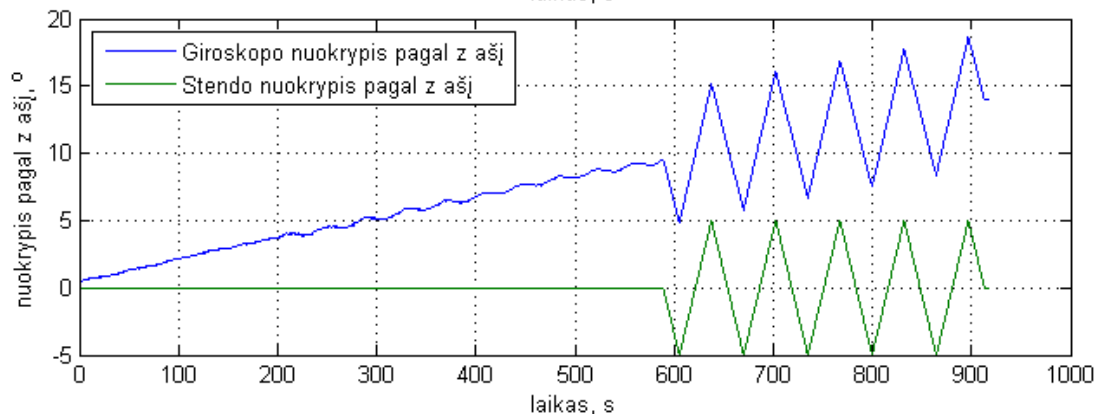
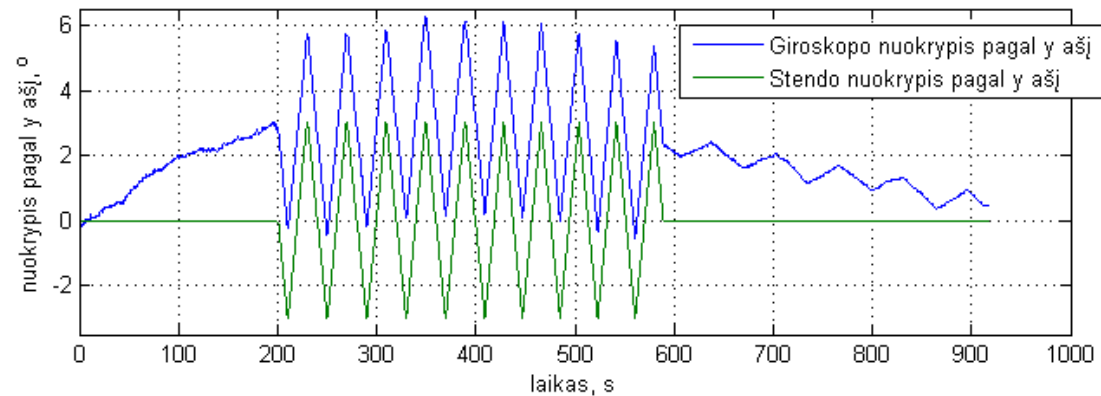
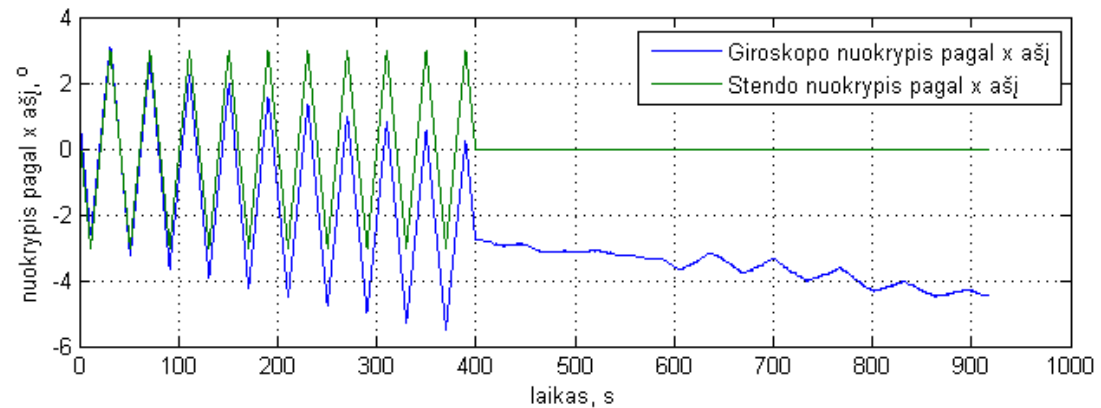
Orientacijos nustatymas akcelerometru be filtro



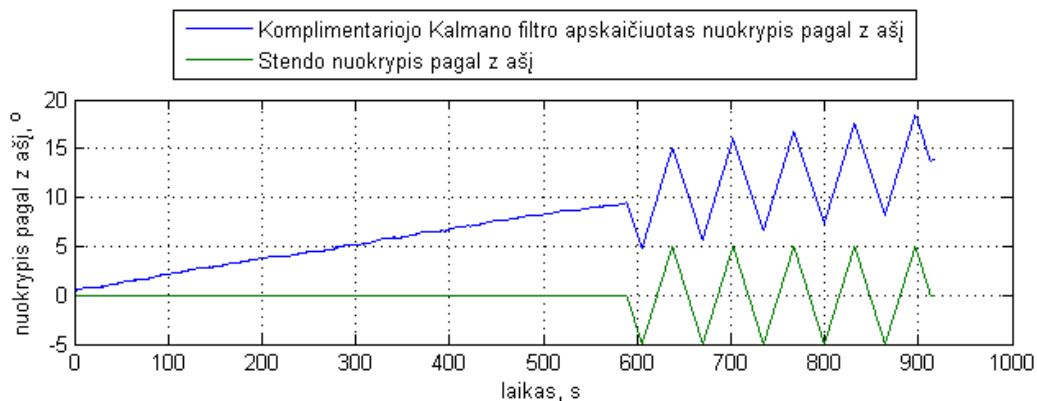
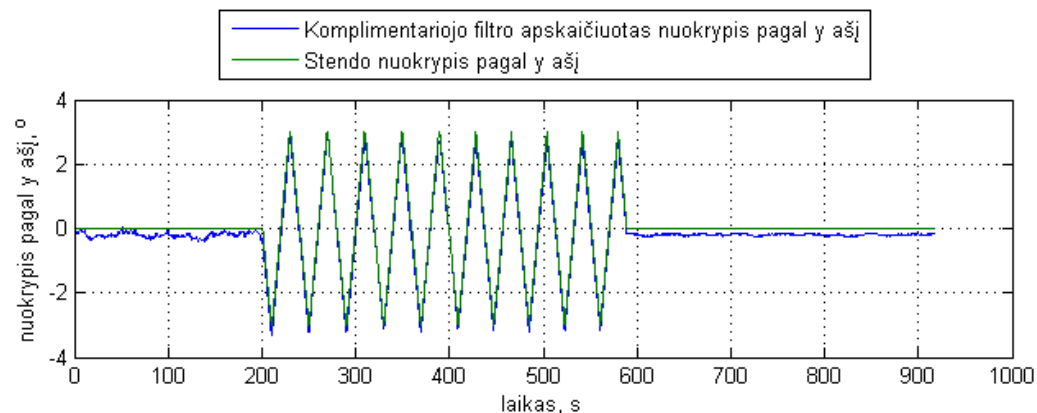
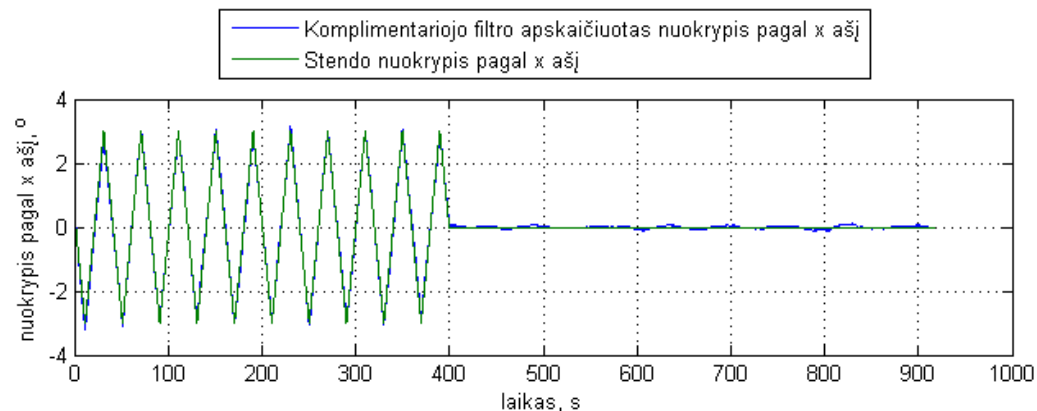
Orientacijos nustatymas akcelerometru su žemo dažnio filtru



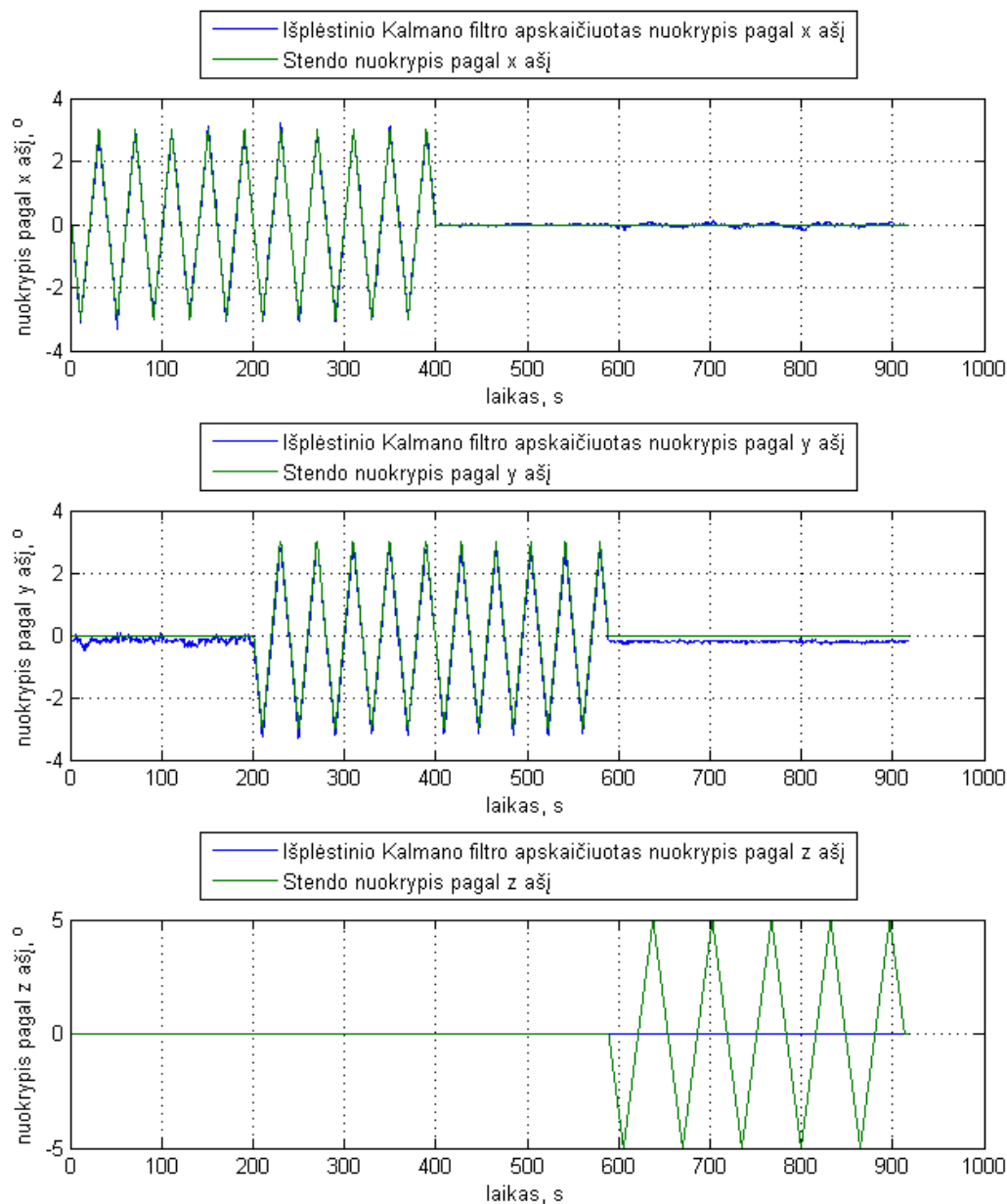
Orientacijos nustatymas giroskopo



Orientacijos nustatymas taikant komplimentarųjį filtrą



Orientacijos nustatymas taikant išplėstąjį Kalmano filtrą



Filtravimo metodų palyginimas

2 lentelė. Duomenų apjungimo metodų tikslumo palyginimas

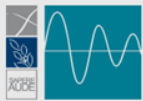
Metodas	Maksimalus nuokrypis nuo stendo fiksuotos padėties			Vidutinė kvadratinė paklaida nuo stendo fiksuotos padėties		
	x ašis	y ašis	z ašis	x ašis	y ašis	z ašis
Nefiltruoti akcelerometro duomenys	17,4830	11,2017	5,0985	9,9909	4,1552	2,9558
Filtruoti akcelerometro duomenys	4,0037	2,4268	5,0067	0,2065	0,1169	2,9509
Giroskopo duomenys	4,4867	3,3371	13,9998	8,5402	5,1301	71,5657
Kalmano filtras	0,7324	0,5648	4,4103	0,0266	0,0503	2,6866
Išplėstasis Kalmano filtras	0,3584	0,4707	5,0202	0,0066	0,0405	2,9507
Komplimentarusis filtras	0,2616	0,4199	13,8037	0,0054	0,0405	70,4956

Apibendrinimas 1/2

- Akcelerometro ir magnetometro nulio taškas ir masteliai turi būti kalibruojami.
- Giroskopui būdingas nulio poslinkis, kuris priklauso nuo temperatūros.
- Naudojant neuronų tinklus aproksimuota giroskopo nulio poslinkio nuo temperatūros priklausomybės funkcija, klaidos sukaupimo greitis sumažintas iki 3 kartu.

Apibendrinimas 2/2

- Akcelerometras ir giroskopas leidžia nustatyti tik 2 iš trijų orientaciją erdvėje aprašančių kampų.
- Orientacijai trimatėje erdvėje nustatyti reikia apjungti pagreičio ir magnetinės indukcijos vektorius.
- Eksperimentinės patikros metu mažiausią vidutinę kvadratinę klaidą užtikrino išplėstasis Kalmano filtras ($0,0066^\circ$) ir Komplimentarusis filtras ($0,0054^\circ$).



Ačiū už dėmesį