

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки

**Міжнародна Конференція
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2017**



**International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC SYSTEMS 2017**

M&MS

2017

International Conference

24-25 October

Kharkiv

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Державна наукова установа «Український інститут наукового-технічної експертизи та інформації» посвідчення №24 від 17 січня 2017р.

Виробництво & Мехатронні Системи 2017: матеріали 1-й Міжнародної конференції, Харків, 24-25 жовтня 2017р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор).]-Харків.: [електронний друк], 2017. – 96 с.

В збірник включені тези доповідей, присвячених сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалах та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, О.І. Филипенко, О.М. Цимбал, В.В. Євсєєв

Manufacturing & Mechatronic Systems 2017: Proceedings of 1st International Conference, Kharkiv, October 24-25, 2017: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2017. - 96 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: I. Nevlyudov, O. Filipenko, O. Tsymbal, V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та мехатроніки (KITAM), ХНУРЕ, 2017

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
(KITAM),
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Газтехніка ЛТД»»
Державне підприємство «Харківський науково - дослідний інститут технології
машинобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та
науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

1-ої Міжнародної Конференції

ВИРОБНИЦТВО & МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2017

(24-15 жовтня 2017)

Харків, Україна

ОРГАНІЗАТОРИ



Міністерство
освіти і науки
України

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
The Ministry of Education and Science of Ukraine



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ)

Kharkiv National University of Radioelectronics



**WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
- SGGW**

Варшавський університет сільськогосподарства (WULS - SGGW)

Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW



Festo Didactic Україна

Festo Didactic Ukraine



ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«УКРІНТЕХ»»

Research and Production Enterprise
"UKRINTECH" Ltd



Національний університет «Львівська
політехніка»

National University Lviv Polytechnic



ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«Газтехніка ЛТД»»

Company «Gaztehnika LTD»



Державне підприємство «Харківський науково-дослідний інститут технології машинобудування», м. Харків, Україна

State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research Institute of Mechanical Engineering Technology», Kharkiv, Ukraine



Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості», м. Харків, Україна

State Enterprise «National Design & Research Institute of Aerospace Industries», Kharkiv, Ukraine



Jabil Circuit Ukraine Limited

ЗМІСТ

Анатолій Андрусевич, Анастасія Скоробогата

Дослідження залежності ефективності вітрогенератора від внутрішніх та зовнішніх факторів 10

Дмитрий Клец

Интеллектуальная платформа для повышения функциональной стабильности колесных машин на основе MEMS-датчиков 13

Сергей Новоселов, Оксана Сычева

Управление распределенными объектами промышленной автоматизации с использованием технологии интернета вещей 18

Анатолий Синотин, Вячеслав Роменский, Александр Цымбал

Исследование зависимости максимального перегрева радиоэлектронного аппарата от его размеров 23

Ганна Пономарьова, Марія Волкова

Автономна мобільна платформа на базі блочно-модульної структури .. 27

Анатолий Бродецкий

Разработка акустоэлектрического генератора на основе резонатора гелимгольца 31

Ігор Невлюдов, Вікторія Бортнікова, Марія Федчишина

Удосконалення характеристик серпантинної МЕМС мембрани високочастотного перемикача 34

Ольга Мацый

Подходы к решению задач оптимизации замкнутых маршрутов .. 38

Х.И. Иброгимов, Б.Д. Курбонов

Моделирование процесса зажгучивания волокнистых связей частиц хлопка-сырца при нецентральной ударе колков 41

Оксана Мнушка

Адаптивне керування для слідкуючих систем 45

Пауло Виера, Анна Пономарева

Модуль 3-х осевого акселерометра и гироскопа в системе управления гексаподом 48

<i>Олексій Юрко, Дмитро Кухаренко, Фелікс Фомовський</i> Моделювання спотворень ЕКГ сигналу на основі поліноміальної дробової апроксимації	52
<i>Олексій Юрко, Дмитро Кухаренко, Фелікс Фомовський</i> Автоматизований учбово – лабораторний стенд для прийому-передачі GSM сигналів	54
<i>Олександр Попов</i> Розробка конструкції екструдера полімерних ниток	56
<i>Игорь Луценко, Елена Фомовская, Феликс Фомовский</i> Практический подход к выбору траектории оптимального управления	59
<i>Сергей Кулиш, Владимир Олейник, Юлия Волошин</i> Особенности создания протезов нового поколения	65
<i>Владислав Євсєєв, Веляде Салієва</i> Застосування CAE ANSYS для аналізу напружено-деформованого стану основних деталей редуктора мобільного робота	67
<i>Galina Shilo, Yuliya Lopatka, Evgeniy Areshkin, Nataliia Furmanova, Evgen Ogrenich</i> Heat Transfer Intensification in Hermetically Sealed Units Stackable Design	72
<i>Дмитрий Гузов, Андрей Бояркин</i> Системная инженерия	75
<i>Иван Жежера, Уиссам Будиба, Сергей Фирсов</i> Исследование функционально устойчивой системы управления малогабаритного летательного аппарата	78
<i>Ivan Zhezhera, Ouissam Boudiba, Sergei Firsov</i> Fault diagnosis system	81
<i>Iryna Botsman</i> Automation of Building Physical-Technological Model for Flexible Structures	85
<i>Artur Pohil, Andrii Pirozhok, Ihor Orlovskyi</i> The development of the laboratory stand with SCARA robot on the ARDUINO platform	88
<i>Олена Токарева, Анастасія Функендорф, Артем Кам'янович</i> Розробка алгоритму обробки вхідних даних для інтеграції адаптованого методу оптичного трекінгу у системі переналадки виконавчого обладнання	93

- [5] Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В. Разработка комплексного показателя воздействия очистителя хлопка на хлопок-сырец в процессе очистки / Х.И. Иброгимов,

- Р.В. Корабельников. Сб. науч. трудов молодых ученых КГТУ. – 2004. – № 5. – С.19–23.
[6]. Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В. Теория процессов технологии подготовки хлопка к дженированию. Кострома. 2009. – 176 с.

Адаптивне керування для слідкуючих систем

Оксана Мнушка¹

1. Кафедра комп'ютерних технологій та мехатроніки,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, УКРАЇНА,
Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25., email: mnushka.ov@gmail.com

Анотація: Проведено аналіз імітаційних моделей традиційного й адаптивного ПІД-регулятора для слідкуючих систем антенних установок. Розроблено модель адаптивного регулятора на базі ПІД-регулятора із нечітким контролером типу *Takagi-Sugeno-Kang*. в *Matlab / Simulink*. Показані переваги застосування адаптивного керування слідкуючими системами традиційних антенних установок.

Ключові слова: нечіткий контролер, *Takagi-Sugeno-Kang*, адаптивна система керування, позиціонування, супутникова антена.

I. ВСТУП

Незважаючи на великі темпи розвитку мобільних телекомунікаційних систем, супутникові системи знаходять застосування як для спеціального призначення, так і для забезпечення якісними послугами на малозаселених територіях, де використання мобільного або фіксованого зв'язку є економічно необґрунтованим.

Розвиток більш високочастотних діапазонів супутникового зв'язку дозволяє зменшити розміри антен до розмірів, що дозволяють їх встановлення на рухомий транспорт. При цьому виникає проблема забезпечення постійного напрямлення (позиціонування) антени на сигнал супутника. У роботі розглядаються системи із використанням геостационарних супутників. Такі системи характеризуються фіксованим положенням супутника на орбіті Землі.

Встановлення антенної установки (антена, система позиціонування та стабілізації, АУ) на рухомий транспортний засіб (ТЗ) має на меті забезпечити безперервне надання послуг кінцевому абоненту як під час руху, так і під час стоянки. Як показано у [1], алгоритми супроводження розрізняються на: покрокові; із просторовим скануванням; на основі рішення задач оптимізації. Незважаючи на те, що використання методів рішення задач оптимізації (SPSA) (рис. 1, [2]) дозволяє визначити позицію швидше, для їх реалізації використовується складний математичний апарат та необхідні більші обчислювальні ресурси. Такі методи дозволяють швидше позиціонувати АУ із початкового

положення в задане, але є надто комплексними для режиму постійного супроводження.

Методи із просторовим формуванням діаграми спрямованості вимагають більш складних технічних рішень і є виправданими для задач спеціального призначення.

Методи покрокового супроводження (*step-tracking algorithm, STA*) не потребують для реалізації складних конструктивно-технологічних рішень. Основна ідея методу – визначення позиції на основі відомої інформації на попередньому кроці. Перевагою методу є простота і швидкість, недоліком – при різкій зміні напрямку руху транспортного засобу необхідний додатковий час на «захоплення» джерела сигналу.

Для усунення недоліків даного методу можна використовувати різні рішення, основані на знанні про місцезнаходження транспортного засобу (GPS+база даних про супутники (функціональний аналог А-GPS), GPS+інформаційні карти [3] – непрямий метод визначення положення джерела сигналу на основі координат передавач та приймача). Перевагою непрямих методів є можливість їх використання у оффлайновому режимі, а для позиціонування використовується додаткова інформація, отримана на основі розрахунків ймовірності помилки в точці (зоні) приймання сигналу.

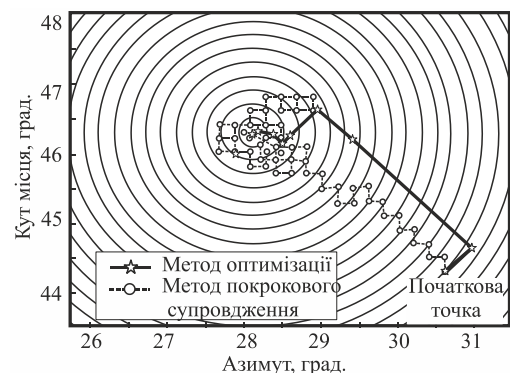


Рис. 4. Методи SPSA та покрокового супроводу [2]

Під час руху на АУ ТЗ впливає ряд факторів, серед яких завади природного та техногенного

характеру, які мають випадковий характер та не можуть бути врахованими при розробці систем керування таких установок. Тоді коли традиційні системи керування не в змозі забезпечити якісне регулювання, доцільним СК на основі нейронних мереж або із використанням нечіткої логіки [4-7].

На основі аналізу наявних робіт можна зробити наступні висновки:

- системи керування подібних систем використовують знання про величину (амплітуду) інформаційного сигналу, яким може рівень прийнятого сигналу;
- алгоритми покрокового супроводження є простими і надійними, але не забезпечують роботи при ризиків зміні напрямку руху, що призводить до неактуальних попередніх значень величини інформаційної величини;
- система керування повинна бути стійкою до впливу випадкових завад різного характеру.

II. ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ

Розроблено адаптивну систему керування, в якій нечіткий контролер (НК) *Takagi-Sugeno-Kang* (TSK), використовується для регулювання коефіцієнтів традиційного ПІД-регулятора.

Нечіткий блок адаптивного регулятора виконано по схемі ПІД+І (рис. 2). Коефіцієнти підсилення K_{ie} , K_e , $K_{\Delta e}$, K_u та відповідні коефіцієнти пропорційної, інтегруючої та диференціюючої ланок ПІД-регулятора $K_p = K$, $K_i = KT_i^{-1}$, $K_d = KT_d$ пов'язані співвідношенням [7]

$$K_p = K_u K_e, 1/T_i = K_{ie} K_e, T_d = K_{\Delta e} K_e. \quad (1)$$

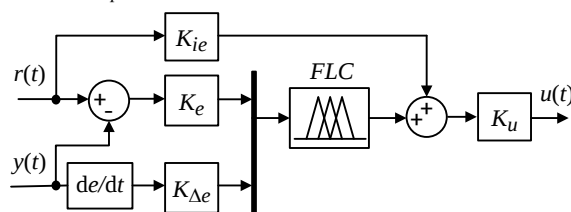


Рис. 2. Структура нечіткого ПІД+І контролера: $r(t)$ – заданий сигнал на вході регулятора, $y(t)$ – сигнал оберненого зв'язку, $u(t)$ – сигнал керування, FLC – нечіткий контролер, K_j – коефіцієнти пропорційності

Вибір такого варіанта побудови НК обумовлений можливостями спростити базу правил та підвищити продуктивність системи керування в цілому.

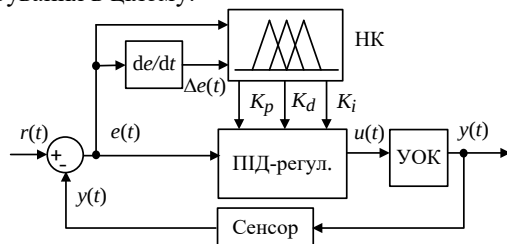


Рис. 3. Адаптивна СК із ПІД-регулятором: $e(t)$ – сигнал похибки, УОК – узагальнений об'єкт керування

Адаптивну систему керування виконано за класичною схемою. Основними елементами імітаційної моделі регулятора є: а) узагальнений об'єкт керування (УОК) складається з антени (навантаження), двигуна, редуктора У моделі представлений передатною функцією

$$W(p) = \frac{2083}{s^3 + 101.7s^2 + 171s}; \quad \text{б) ПІД-регулятор. У}$$

моделі представлений відповідними коефіцієнтами пропорційності; в) ланка зворотного зв'язку (Сенсор). У моделі – коефіцієнт пропорційності; 4) нечіткий ПІД+І контролер (НК), на входи якого подають сигнали помилки $e(t) = r(t) - y(t)$ та його похідну.

На виході НК формуються коефіцієнти K_p , K_d та K_i , які використовують для корегування відповідних коефіцієнтів ПІД-регулятора та величини сигналу керування $u(t)$. Функція керування ПІД-регулятора

$$u(t) = K \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de}{dt} \right). \quad (2)$$

Функція керування ПІД-регулятора (2) в дискретній паралельній рекурентній формі в кожний дискретний момент часу k

$$u_k = u_k + K_1 e_k + K_2 e_{k-1} + K_3 e_{k-2}, \quad k=1, N, \quad (3)$$

де N – число квантів часу, $K_1 = K_p + K_d + K_i$, $K_2 = -K_p - 2K_d$, $K_3 = K_d$ – параметри регулятора, що налаштовуються; $K_p = K$, $K_i = KT_i^{-1}$, $K_d = KT_d$ – коефіцієнти ланок регулятора, відповідно.

Для визначення коефіцієнтів нечіткого контролера будемо задаватися величиною $K_e = \max(e_k)$.

За результатами аналізу роботи об'єкта керування визначено необхідну реакцію системи керування та відповідну базу правил з урахуванням величини помилки e_k : 1) e_k велика: K_p – великий, K_d – малий, $K_i \rightarrow 0$; 2) середня e_k : K_p – малий, а K_d та K_i обирають відповідно до вимог забезпечення мінімального перерегулювання; 3) мала e_k : K_p та K_i – великі, а K_d обирають відповідно до величини Δe_k з метою запобігання коливальному процесу.

Для реалізації нечіткого контролера TSK визначимо лінгвістичні змінні $E(e_k)$ та $dE(\Delta e_k)$ на множині {«додатний», «від'ємний»} із гаусовою

функцією приналежності виду $\mu_G(x) = e^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}}$, b – координата максимуму, c – коефіцієнт концентрації. Лінгвістичну змінну $U(u_k)$

визначимо на множині константних значень $\{-U_{\max}, 0, +U_{\max}\}$.

Вхідна та вихідна змінні зв'язані наступними правилами:

1. Якщо E є від'ємною і dE є від'ємною, то U дорівнює $-U_{\max}$.

2. Якщо E є від'ємною і dE є додатною, то U дорівнює 0.

3. Якщо E є додатною і dE є від'ємною, то U дорівнює 0.

4. Якщо E є додатною і dE є додатною, то U дорівнює $+U_{\max}$.

Розроблено імітаційну модель адаптивної СК та проведено імітаційне моделювання її параметрів. Результати отримано для часу дискретизації $T_s = 0.01$ с. Попереднє налаштування ПІД-регуляторів виконано за методом *Ziegler-Nicols* ($K_p=2.32$, $K_i=0.29$, $K_d=0.82$).

II. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

У якості «еталонної» системи керування було обрано регулятор $pid(z)$ (*Matlab*) з оптимальними налаштуваннями. Аналіз перехідної характеристики показує, що адаптивний регулятор у порівнянні з традиційним має менші час встановлення та перерегулювання та є менш чутливим до завад у каналі регулювання (рис. 4-5)

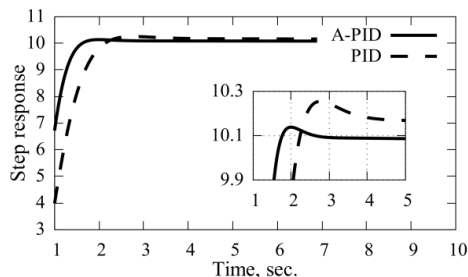


Рис. 4. Перехідна характеристика: A-PID – адаптивний регулятор, PID – оптимальний регулятор

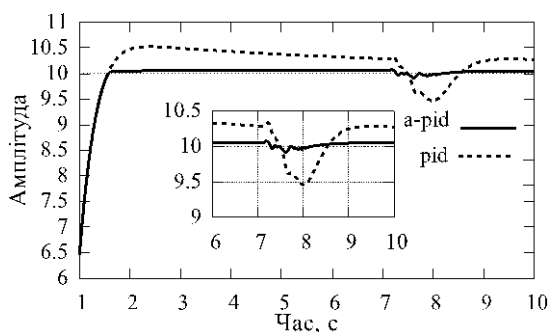


Рис. 5. Перехідна характеристика: A-PID – адаптивний регулятор, PID – оптимальний регулятор

Для оцінки режиму спостереження на вхід було подано сигнал ступінчастої форми еквівалентний обертанню антени на $\pm 180^\circ$ з амплітудою ступені 1 В та тривалістю 3 с (рис. 6) та пілкоподібний сигнал з амплітудою ± 3 В та періодом, що

приблизно дорівнює часу встановлення системи (режим захоплення джерела сигналу, рис. 7). Адаптивний регулятор має менші похибки як на будь-якому кроці, на відміну від традиційного (рис. 6), так і в режимі захоплення джерела сигналу (рис. 7).

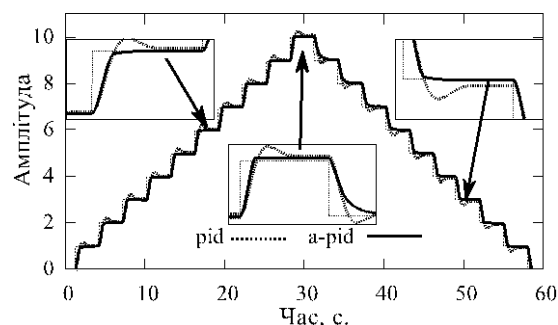


Рис. 6 Покроковий режим керування

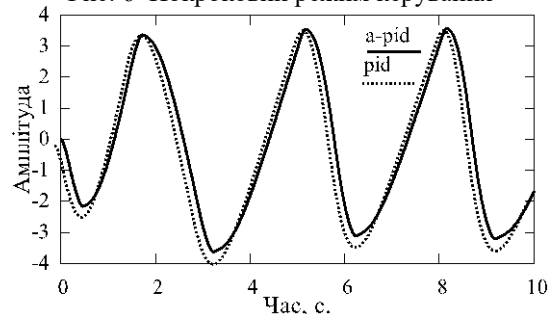


Рис.7 Режим захоплення джерела сигналу

III. ВИСНОВКИ

Представлено результати розробки імітаційної моделі адаптивної системи керування супутникової антенної установки. Розроблено адаптивний ПІД-регулятор з нечітким контролером типу *Takagi-Sugeno-Kang*. Проведено порівняльне імітаційне моделювання адаптивного та традиційного оптимального регуляторів. Показано, що адаптивний регулятор має малу чутливість до впливу завад на контур керування та більшу продуктивність для реалізації алгоритму покрокового стеження (рис. 6, 7).. Додаткового вивчення вимагає питання оптимізації параметрів адаптивної СК для великих варіацій вхідного сигналу. Відповідальність за зміст поданого матеріалу несуть автори.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Мнушка О.В., “Системы управления позиционированием и слежением мобильных спутниковых антенных установок”, *Восточно-европейский журнал передовых технологий*, 2013, Т. 5, №9(65), С. 39-45.
- [2] L. Hao, M. Yao, “SPSA-based Step Tracking Algorithm for Mobile DBS Reception” *Simul. Modell. Pract. and Theory*, 2011, Vol. 19, Iss. 2, P.P. 837-846.
- [3] Ніконов О. Я., Мнушка О. В., Савченко В. М., Нарожний В. В., “Порівняльний аналіз методів імітаційного моделювання ймовірності помилки при передачі інформації в системах цифрового зв'язку”, *Системи управління*,

- навігації та зв'язку, 2011, Вип. 3(19), С. 266-270.
- [4] Okumus H.I.; Sahin E.; Akyazi O. "Antenna Azimuth Position Control with Fuzzy Logic and Self-Tuning Fuzzy Logic Controllers", Int. Conf. ELECO'2013, 2013, P.P. 477-481
- [5] Kim J.-K., Park S.-H., Jin T., "Simplified Fuzzy-PID Controller of Data Link Antenna", Q. Yang and G. Webb (Eds.) : PRICAI 2006, LNAI, Springer, 2006, P.P. 1083-1088.
- [6] Jantzen J., "Foundations of Fuzzy Control : a Practical Approach", Wiley, 2013. – 325 p.
- [7] Xu J. X., Hang C.C., Liu C., "Parallel Structure and Tuning of a Fuzzy PID Controller" Automatica. – 2000. – Vol. 36. – P.P. 673-684

Модуль 3-х осевого акселерометра и гироскопа в системе управления гексаподом

Пауло Виера¹, Анна Пономарева¹

1. Кафедра КИТАМ, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, УКРАИНА, Харьков, пр.Науки 14., e-mail: PauloPereira1988@hotmail.com

Аннотация: В материалах приведены экспериментальные данные и их анализ относительно использования модуля MPU-6050 GY-521 в системе управления шестиконечным гексаподом.

Ключевые слова: гексапод, гироскоп, акселерометр, фильтр Калмана

I. ВВЕДЕНИЕ

Распознавание движения - это большая задача компьютерной науки, которая имеет множество вариаций, в каждой из которых существует огромное количество подзадач и различных подходов к решению. В случае колесных роботизированных платформ задача обратной связи и определения пройденного расстояния решается с использованием осевых энкодеров. Однако для роботизированных шагающих платформ такие энкодеры не применимы. Потому задача поиска альтернативных вариантов реализации обратной связи по перемещению у шагающих роботизированных платформ является актуальной.

II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для определения характеристик устройства в пространстве, в большинстве случаев используются три датчика, устанавливаемых на большинство современных устройств - это акселерометр, компас и гироскоп. Последние два позволяют определить ориентацию и наклон устройства в пространстве. В задаче распознавания движения устройства, применение гироскопа и компаса ограничено, обрабатывая данные с этих датчиков можно определить изменение углов наклона устройства, но нельзя детектировать перемещение.

Способ использования данных акселерометра – снимаются показания датчика, и подсчитывается отклонение вектора ускорения от начального положения. Получая, таким образом, показания датчика с определенной частотой, можно использовать их. Более сложная обработка

данных, предоставляемых акселерометром, позволяет определить и анализировать физическое перемещение самого мобильного устройства в пространстве.

Главное отличие гироскопа от акселерометра — в принципах работы данных аппаратных компонентов. Первый вычисляет свой угол наклона относительно земли, второй подсчитывает собственное ускорение относительно земной поверхности.

На практике обе функции могут в ряде случаев заменять друг друга или же удачно дополнять. Ключевые критерии схожести и отличия зафиксированы в таблице 1 и показывают общие и отличные характеристики этих устройств.

Современные устройства в большинстве случаев используют комбинацию этих двух устройств и за счет этого обеспечивают более точные и быстрые алгоритмы управления.

Таблица 1. Сравнительная таблица принципов действия гироскопа и акселерометра

Гироскоп	Акселерометр
Общие характеристики	
Оба устройства позволяют определить их положение относительно земли, а также того устройства, в котором они установлены, и могут задействоваться в этих целях одновременно	
Отличные характеристики	
Определяет собственный угол наклона относительно земли	Определяет ускорение относительно земной поверхности
Не может использоваться в целях измерения длительности перемещения устройства	Может применяться для измерения длительности перемещения устройства

Для коррекции погрешности измерения параметров вращательного движения некоторые производители вместо гироскопов используют магнитометры. Эти устройства определяют

Наукове видання

**НЕВЛЮДОВ Ігор Шакирович,
ФИЛИПЕНКО Олександр Іванович,
ЦИМБАЛ Олександр Михайлович,
ЄВСЄЄВ Владислав В'ячеславович**

**1-а Міжнародна Конференція
«Виробництво & Мехатронні Системи»**

(укр., англ., рос. мовою)

Відповідальний редактор – Невлюдов І.Ш.

**Державна наукова установа
«Український інститут наукового-технічної експертизи та інформації»
посвідчення №24 від 17 січня 2017р.**

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ)
61166, Харків, проспект Науки, 14
корпус "А"
ауд. 162-1
тел .: +38 (057) 702-14-86
e-mail:m_ms@nure.ua

Підписано до друку 10.10.2017
Формат А4 (210х297мм). Папір 80г/м² .
[електронний друк]