



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЙ, ЕЛЕКТРОНІКИ
ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ
РОЗВИТКУ
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ
СИСТЕМ КЕРУВАННЯ
РУХОМ

21-22 листопада, 2022

Київ, Україна

Збірник тез доповідей

Київ, 2022

Організатор конференції:

Національний авіаційний університет

Програмний комітет:

Голова комітету: Мельник Юрій Віталійович, *д.т.н., професор*
завідувач кафедри аерокосмічних систем управління

Секретар: Юрченко Олексій Миколайович,
асистент кафедри аерокосмічних систем управління

Члени комітету:

Азарсков В.М., *д.т.н., професор*
(Національний авіаційний університет)

Аушева Н.М., *д.т.н., професор*
(Національний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського», кафедра автоматизації і проектування енергетичних систем)

Сущенко О.А., *д.т.н., професор*
(Національний авіаційний університет, кафедра аерокосмічних систем управління)

Абрамович О.О., *к.т.н., доцент*
(Національний авіаційний університет, кафедра аерокосмічних систем управління)

ЗМІСТ

Ю.М., Безкоровайний, О.В.Єрмолаєва

Стабілізація об'єкту при наявності контрольованих та неконтрольованих стохастичних збурень.....	5
---	---

А.М.Кліна, А.В. Коваленко

Концепція створення дешевого ударного дрону	6
---	---

О.А.Сущенко, А.В.Коваленко

Інтелектуальне керування дорожнім рухом	8
---	---

О.О. Абрамович, Н.В.Білак

Вплив передімпульсної фільтрації на динаміку цифрової системи управління подовжнім рухом БПЛА.....	9
--	---

Кривоносенко О.П., Савранський В.А., Євтушенко Д.П.

Метод синтезу оптимальної системи стабілізації гелікоптера з вантажним підвісом .	11
---	----

Я.Г.Харченко, М.О.Родзін

Покращений метод лазерної доплерівської анемометрії	13
---	----

І.В.Кириченко

Регулювання швидкості асинхронних двигунів	15
--	----

С. І. Отрох, Є.К. Шульга, К. М. Оленева

Створення системи автоматизованого тестування веб-застосунків	17
---	----

С.І. Отрох, Р.О. Юрченко

Моніторинг екологічних показників водних ресурсів	20
---	----

К.С. Сущенко, М.С. Анцифрова, С.І. Отрох

Двофакторна система автентифікації корпоративного середовища університету з використанням QR-коду	22
---	----

С. І. Отрох, А.Р. Трамбович

Алгоритм формування програмної траєкторії наземного робота	25
--	----

С. І. Отрох, Ю. Шевела, Е.К. Шульга

Створення телеграм боту з навчальним розкладом	27
--	----

С. І. Отрох, М.М. Бунда

Автоматизація реконсиляції фінансової звітності у ERP-системах	29
--	----

П.С.Луговий, В.М.Савчук

Автоматизація управління квадрокоптером	31
---	----

С. І. Отрох, М.І. Макаренко

Веб-додаток для пошуку місць тренування за геолокацією.....	33
---	----

<i>С. І. Отрох, В.А. Гриценко</i>	
Система обліку втраченого та пошкодженого майна внаслідок бойових дій, надзвичайних ситуацій.....	35
<i>О. В. Сарафанніков, С. І. Отрох</i>	
Розпізнавання поведінки водія на основі нейронних мереж.....	37
<i>О.А. Сущенко</i>	
Параметричний синтез системи стабілізації та визначення курсу.....	39
<i>А.М. Клїпа</i>	
Параметрична оптимізація при синтезі систем управління польотом легких безпілотних літальних апаратів.....	42
<i>О.М.Юрченко</i>	
Оптимальна модернізація гіростабілізатора.....	45
<i>В.В. Гавриленко, І.К. Сисоєв, Ю.О.Руських</i>	
Оцінка складності запиту у форматі JSON з використанням нейронних мереж.....	46
<i>Ю.В. Мельник, О.М.Юрченко</i>	
Нечітка модель управління та діагностики керованої технічної системи.....	48
<i>М.П. Дивнич, Я.Г. Харченко</i>	
Сучасні оптичні методи, що застосовуються під час автоматизованного дослідження моделей літальних апаратів та авіадвигунів.....	50
<i>М.П.Дивнич</i>	
Вимірювання вектора істинної повітряної швидкості кута атаки та кута ковзання літального апарату.....	51
<i>Д.А.Єлагін, Б.М.Дубчак</i>	
Проблематика та покращення лазерних дальнометрів.....	52
<i>А.В. Журавель, Р.А. Ткаленко</i>	
Модель динаміки та руху мультикоптера.....	54
<i>Д.А. Єлагін, Б.М.Дубчак</i>	
Проблематика та покращення лазерних дальнометрів.....	56
<i>О.І. Сліпуха</i>	
Дискретні логічні системи керування рухом електроприводів.....	58
<i>Р.І. Гринько, В.І. Демчук</i>	
Класифікація та особливості підсилювачів систем автоматики.....	60

Стабілізація об'єкту при наявності контрольованих та неконтрольованих стохастичних збурень

В натурних умовах функціонування на рухомі об'єкти стабілізації діє ціла низка стохастичних факторів, які збурюють рухи об'єкту. Існує цілий клас об'єктів стабілізації, для яких частина вектора зовнішніх збурень, які суттєво впливають на якість стабілізації об'єкту, може бути виміряна і, таким чином, в законах керування системи стабілізації можна врахувати ці збурення для підвищення якості (точності) стабілізації. Вихідною інформацією для синтезу системи стабілізації є математичні моделі об'єкту стабілізації і діючих на нього контрольованих та неконтрольованих стохастичних збурень, визначити які можливо за результатами спеціальних натурних або напівнатурних досліджень [1, 2].

Об'єкт стабілізації, можна описати системою лінійних диференційних рівнянь, перетворених по Лапласу вигляду

$$P_0 x_0 = M_0 u + \Theta_0 \xi + \psi_0, \quad (1)$$

де P_0 та M_0 - поліноміальні матриці розміром $n \times n$ та $n \times m$ відповідно; x_0 - n -мірний вектор вихідних реакцій системи; u - m -мірний вектор керуючих впливів; ψ_0 - n -мірний вектор випадкових неконтрольованих збурень; ξ - k -мірний вектор контрольованих випадкових збурень; Θ_0 - матриця передатних функцій розміром $n \times k$, що характеризують вплив вектору контрольованих збурень на об'єкт стабілізації.

Рівняння регулятора можливо записати як

$$u = W^x x_0 + W^\xi \xi. \quad (2)$$

де W^x та W^ξ - матриці передатних функцій регуляторів по відхиленню та контрольованому збуренню, відповідно.

Структурну схему системи стабілізації можна зобразити наступним чином

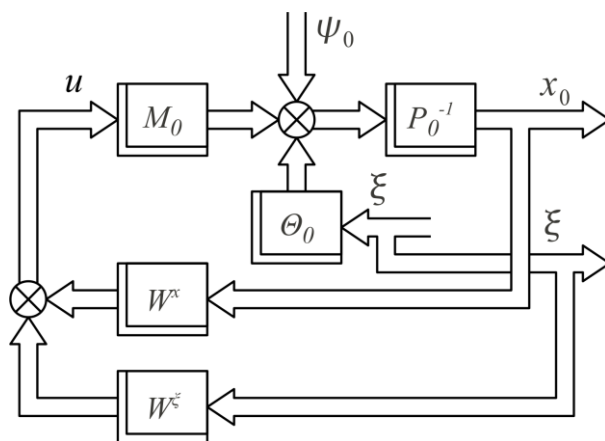


Рис. 1. Структурна схема системи стабілізації

Список літератури

1. Задача структурної ідентифікації моделей динаміки об'єкту стабілізації при наявності контрольованих та неконтрольованих стохастичних збурень / В.Г. Вовк, Т.Ю. Шкварницька, Ю.М. Безкоровайний // Автошляховик України: окремий випуск. Вісник ЦНЦ ТАУ. – 2008. – №11. – С.67-69.
2. Задача структурної ідентифікації стабілізованого об'єкту по даним спеціальних натурних досліджень / В.Г. Вовк, Ю.М. Безкоровайний, О.В. Єрмолаєва // Автошляховик України: окремий випуск. Вісник північного наукового центру ТАУ. – 2009. – №12. – с.80-83

Концепція створення дешевого ударного дрону

У 21-му столітті війна ведеться вже не наступом з криком «Ура», а сучасними автоматичними системами. Стало зрозуміло, що машина не помиляється та майже завжди влучає в ціль, на відміну від людини. У складні для нашої держави часи, коли вона мусить відбиватись від полчищ ворогів є велика необхідність ураження цілей у глибокому тилу противника, необхідність у системі, яка здатна перенести 40-50кг вибухівки на 500-800км

Розгляд аналогів. Дрон Shahed-136 («Мопед»)

Коротка тактико-технічна характеристика

Дальність польоту, км	1500
Крейсерська швидкість, км/год	близько 180
Максимальна висота польоту, км	4
Система наведення	GPS
Розмах крил, м	2,5
Довжина, м	3,5
Маса, кг	200
Маса осколково-фугасної бойової частини, кг	40-50

Shahed-136 є невидимим для систем РЛС через відсутність вихідних сигналів, малий розмір корпусу та не залізний матеріал. Ці дрони не керуються вручну, а летять за заданією маршрутом, визначаючи свою позицію за GPS, ГЛОНАСС, BeiDou або Galileo.

Збити Shahed-136 також непроста задача. Непроста з фінансового боку. **Вартість дрону – 30,000\$**

Тепер розглянемо вартість ракет до популярних ЗРК

Назва	Вартість, \$
ПЗРК «Ігла»	60,000
ПЗРК «Стріла 3»	80,000
ПЗРК «Стінгер»	38,000
5B55P для «С-300»	450,000
Ракета до «Бук»	400,000

Беручи до уваги настільки велику різницю у ціні, можна зробити висновок, що навіть втрачений дрон є успішним з економічного боку. Винятком може бути лише стрілецьке озброєння, або зенітні артилерійські комплекси «Гепард» та «Вулкан»

Shahed-136 у конструкції використовують двигун Mado MD550 потужністю 50 к.с. або 37кВт

Запуск дронів відбувається пусковою установкою з контейнера, який можна поставити не тільки на вантажівку, а й на залізничні вагони, кораблі або інші пересувні засоби

Український аналог

То ж чи можемо ми в Україні зібрати подібний аналог за 10-15 тис \$? Звісно, що так. Практика вказує, що для ефективності система не обов'язково має бути прорахована до деталей та якісна на всі 100%. Співвідношення «ціна-якість» у випадку війни є одним з найважливіших. Яскравим прикладом можна взяти радянські Т-34, що були буквально з бруду і палок, проти німецьких ідеальних Тигрів – перших було просто в десять разів більше

Нашому дрону необхідно злетіти та прослідувати до вказаної точки на певній висоті, після чого зіпкірувати у неї, активувавши вибухівку. Завдяки GPS системі наведення розкид має бути не більше 5 метрів

Якщо наш дрон буде **збитий ПВО противника** – це буде **успіх**, бо він коштує мінімум вдвічі дешевше. Якщо **50** запущених роєм **дронів знищать** на аеродромі противника **один літак** – це буде **успіх** з тієї ж причини

Крім того даний дрон можна модифікувати, додавши систему виявлення РЛС, зробивши з нього найвигідніший метод боротьби з ПВО

- Аналогічна форма корпусу або навіть пароплан
- Український дешевий аналог двигуна внутрішнього згорання
- Популярний польотний контролер Pixhawk (або схожий)
- 4 системи супутникової навігації: GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo

В даному проєкті немає мети розробити докорінно нову систему. Головна ціль – зробити просто, дешево, «з бруду і палок», але з мінімально необхідним рівнем якості та високою точністю. І як можемо бачити, це більш, ніж можливо

Список літератури

1. Бойові можливості іранських БпЛА: Shahed-136 [Електронний ресурс]: Доступ - <https://www.ukrmilitary.com/2022/09/shahed-136.html>
2. Безпілотники-камікадзе Shahed-136 з Ірану – наскільки небезпечні та як їм протидіяти [Електронний ресурс]: Доступ - <https://itc.ua/articles/bespilotniki-kamikadze-shahed-136-iz-irana-naskolko-opasny-i-kak-im-protivodejstvovat/>
3. Атлас зброї: ПЗРК і ПТРК [Електронний ресурс]: Доступ – <https://dev.ua/news/pzrk-ptrk-1658149033>
4. Ударні БПЛА України [Електронний ресурс]: Доступ – https://defence-ua.com/weapon_and_tech/udarni_bpla_ukrajini-456.html
5. Зенітно-артилерійський комплекс для української армії [Електронний ресурс]: Доступ - <https://mil.in.ua/uk/blogs/zenitnyj-artylerskyj-kompleks-dlya-ukrayinskoyi-armiyi/>

Інтелектуальне керування дорожнім рухом

Чим далі людство крокує у майбутнє, тим більшими стають наші міста. Збільшується і кількість транспортних засобів у них. На жаль, при плануванні міста неможливо врахувати, скільки людей в ньому буде жити через 100 років та скільки машин будуть їздити по його дорогам. Останні не завжди можна вдало розширити, саме тому необхідно вдаватися до оптимальних методів управління транспортними потоками

Головна проблема неоптимального керування транспортними потоками – затори. Затор може бути випадковим і систематичним. Практика показує, що періодичність та стійкість – його основні характеристики. В основному він виникає в місцях напрямків, що перетинаються. При здійсненні керування потоками завдання полягає у мінімізації затримки транспортного засобу з урахуванням інтервалу часу, протягом якого існує затор. Якщо радикально дивитися на вирішення поточних проблем, необхідно вживати містобудівні заходи: будівництво нових тунелів, мостів, доріг. Це допоможе перерозподілити потоки з більшим коефіцієнтом ефективності. Але, як зазначалося вище, це не завжди можна зробити

Система інтелектуального керування дорожнім рухом забезпечує автоматичне керування світлофорами на перехрестях для надання пріоритету руху транспортним засобам при перетині перехрестя. Вона є багаторівневою:

Перший рівень представлений виконавчими пристроями та датчиками транспортного потоку: світлофорами, інформаційними табло, мікрохвильовими радарми, камерами відеоспостереження за допомогою аналітичних можливостей

Другий рівень представлений дорожніми контролерами: контролери дозволяють керувати світлофорами та інформаційним табло, збирати інформацію про інтенсивність руху та завантаженості перехрестя, аналізувати та обробляти отриману інформацію та на підставі отриманих даних оперативно розвантажувати перехрестя від скупчення транспорту, здійснювати зв'язок з центральним диспетчерським пунктом зв'язку, вести архів своїх дій з можливістю подальшого отримання інформації під час розгляду спірних ситуацій

Третій рівень призначений передачі даних від дорожніх контролерів до диспетчерського центру та отримання за необхідності команд управління пристроями першого рівня.

Четвертий рівень представлений центральним серверним вузлом, центральною диспетчерською, робочими місцями, що надають інформацію іншим системам і дозволяють керувати обладнанням окремих перехрестя і системою в цілому.

Автоматизовані системи управління транспортними потоками є комплексними рішеннями, що поєднують між собою технічні, організаційні та програмні заходи. Вони дозволяють проводити збір даних та обробляти основну інформацію про рух на дорогах, заторах. Використання інтелектуального управління передбачає використання камер спостереження обчислення необхідних показників. У тому числі таких як: швидкість руху, кількість транспортних засобів у певні проміжки часу, щільність потоків, зайнятість смуг, класифікаційні особливості транспортних засобів, якою довжини формуються черги перед перехрестями та інших. Всі ці відомості стають основою оптимізації транспортних потоків

Список літератури

1. М.Г.Попович, О.В.Ковальчук «Теорія автоматичного керування»
2. Г.В.Альошин, С.В.Панченко, С.І.Приходько «Радіоавтоматика в системах зв'язку»
3. С.Ю.Брегеда, В.Л.Бурковський, О.Н.Чопоров «Система управління транспортним потоком на основі апарата нечіткої логіки»

О.О. Абрамович, к.т.н., доц., (Національний авіаційний університет)
Н.В.Білак, к.т.н., доц., (Національний авіаційний університет)

Вплив передімпульсної фільтрації на динаміку цифрової системи управління подовжнім рухом БПЛА.

Наявність високочастотних сигналів датчиків приводить до того, що в дискретних системах управління (СУ) можливе виникнення накладання частот при невиконанні умов теореми Котельникова-Шеннона. У зв'язку з цим необхідно використовувати передімпульсний фільтр, щоб обмежити полосу пропускання і таким чином задовольнити умови теореми Котельникова-Шеннона.

Як правило, передімпульсним фільтром є неперервна ланка з досить малим значенням постійної величини часу. Необхідно підібрати передімпульсний фільтр таким чином, щоб в полосі пропускання системи фазові здвиги були незначними.

Також необхідно пам'ятати що чим більший інтервал квантування по відношенню до постійної величини часу, тим гірші запаси стійкості по амплітуді та фазі. Для того, щоб не підвищувати порядок системи, часто при її синтезі та аналізу передімпульсні фільтри не враховуються.

В цьому плані наявність передімпульсного фільтра можна трактувати з позиції теорії робастності як неструктуровані параметричні збурення. У зв'язку з цим необхідно оцінити вплив цих неструктурованих параметричних збурень на динаміку системи. Оцінка проводиться за допомогою теореми про граничну норму неструктурованого параметричного збурення. Стандартна форма оптимізаційної процедури дискретної системи управління зображена на рис.1.

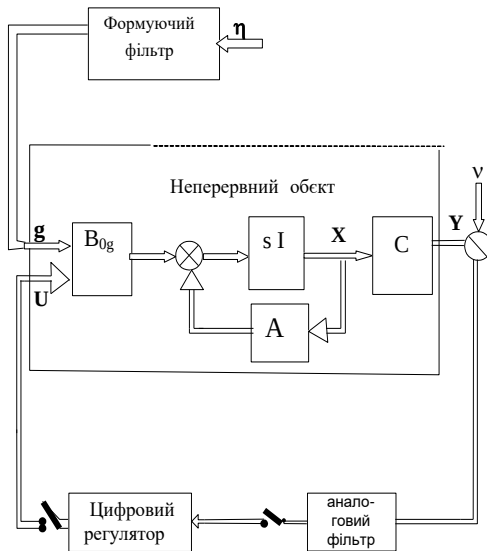


Рис.1

На рис.1. вектор η являє собою білий шум, вектор g – збурювання (пориви вітру). Формуючий фільтр описаний стандартною моделлю Драйдена. Вектор v являє собою шум вимірювань. Аналоговий фільтр виконує передімпульсну фільтрацію. Він є неперервною ланкою з досить малим значенням постійної величини часу: $W(p) = \frac{1}{0.01p + 1}$.

Процедура оптимізації ґрунтується на одержанні складного показника якості (ПЯ):

$$J_K = \lambda_d J_d + \sum_{i=1}^m \lambda_{di}^{(p)} J_{di}^{(p)} + \lambda_S J_S + \sum_{i=1}^m \lambda_{Si}^{(p)} J_{Si}^{(p)} + \lambda_\infty \|T(j\omega)\|_\infty + \sum_{i=1}^m \lambda_{\infty i}^{(p)} \|T_i^{(p)}(j\omega)\|_\infty + PF \quad (1)$$

де λ_d, λ_S – вагові коефіцієнти для показників H_2 -норм номінальної моделі відповідно; $\lambda_{di}^{(p)}, \lambda_{Si}^{(p)}$ – вагові коефіцієнти для показників H_2 -норм для сімейства із m параметрично – збурених моделей відповідно; $\lambda_\infty, \lambda_{\infty i}^{(p)}$ – вагові коефіцієнти для показників робастності для номінальної та параметрично збуреної моделей відповідно, J_S, J_d – H_2 -норма для кожної моделі дискретної системи в стохастичному та в детермінованому випадку відповідно, $\|T\|_\infty$ – H_∞ - норма функції комплементарної чутливості дискретної системи для кожної моделі, PF- штрафна функція, що обмежує розміщення полюсів замкнутої системи в області стійкості при виконанні оптимізаційної процедури.

Оскільки цей підхід дозволяє віднайти компроміс між різними суперечливими цілями, то в сучасній літературі його називають також багатоцільовим підходом [1].

Мінімізація виразу (1) здійснюється методом Нелдера – Міда.

Робастна параметрична оптимізація дискретних систем управління подовжнього каналу БПЛА.

Номинальна й збурена моделі подовжнього каналу малого БПЛА, що відповідають істинній повітряній швидкості 250 км/год і 200 км/год, мають вигляд:

$$A = \begin{bmatrix} -0.0345 & 6 & -9.78 & 0 & 0 \\ -0.0041 & -1.76 & 0 & 0.99 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0.0033 & -25.7 & 0 & -2.19 & 0 \\ 0 & -69.4 & 69.4 & 0 & 0 \end{bmatrix}; A_p = \begin{bmatrix} -0.0273 & 6 & -9.78 & 0 & 0 \\ -0.0064 & -1.39 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0.0036 & -16.1 & 0 & -1.73 & 0 \\ 0 & -55.6 & 55.6 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = [0.36 \quad -0.16 \quad 0 \quad -31.1 \quad 0]^T; B_p = [0.36 \quad -0.13 \quad 0 \quad -19.9 \quad 0]^T$$

де матриці збуреної моделі позначаються з індексом “p”. На вхід регулятора надходять сигнали від датчиків висоти h , кута тангажа θ і кутової швидкості по тангажу q , відповідно, K_h , K_θ , K_q їхній коефіцієнти підсилення. Вектор вимірюваних координат $Y = [h, \theta, q]^T$, регулятор представляється матрицею-рядком $C = [K_h \quad K_\theta \quad K_q]$. Вектор стану $X = [\alpha, \theta, q, h, \delta e]$, а відхилення руля висоти є керуванням u . Використовуються пристрої динамічної корекції (ПД-регулятори для контуру швидких $Cq\theta$ і повільних рухів Ch) з наступними передатними функціями: $W_{Ch}(z) = K_h + \frac{K_5}{T} * \frac{(z-1)}{z}$; $W_{Cq\theta}(z) = 1 + \frac{K_4}{T} * \frac{(z-1)}{z}$. Вектор параметрів автопілоту $\bar{C}_n$, що визначається оптимізаційною процедурою, складається з наступних компонентів: $\bar{C}_n = [K_\theta, K_q, K_h, K_4, K_5]$. Після оптимізації вектор параметрів буде мати вигляд: $\bar{C}_n = [-9.854 \quad -0.867 \quad -0.057 \quad 0.127 \quad 0.006]$

Чисельні характеристики номінальної й збуреної систем представлені в таблиці 1 та в таблиці 2. З цих таблиць видно, що с. к. з. перемінних стану номінальної й збуреної систем, так само як і запас стійкості, і H_2 і H_∞ -норми мають невеликі розходження, цілком припустимі з погляду функціонування системи в цілому.

Чисельні характеристики номінальної й збуреної систем стохастичної моделі. Табл.1.

об'єкт	С.к.з. змінних стану				
	α (рад)	θ (рад)	Q (рад·с ⁻¹)	h (м)	δe (рад)
Ном.	0.0007	00.0032	0,004	10,99	0.0016
збур.	0,001	00.006	0,0048	11,315	0.0021

Чисельні характеристики номінальної й збуреної систем детермінованої моделі. Табл.2

об'єкт	Запаси стійкості		H_2	H_∞
	Фаза, (Нград)	Амплітуда, (дБ)		
Ном.	154	20	1,32	0,33
Збур.	161	23	00,97	0,23

Практичне використання результатів оптимізації вимагають також моделювання динаміки системи при наявності нелінійних елементів типу насичення, зони нечутливості і т.д., що широко використовуються в реальних законах керування польотом. У зв'язку з цим остаточний висновок про якість функціонування СУ роблять після її моделювання в пакеті СИМУЛІНК із використанням необхідних нелінійних функцій.

Список літератури

1. A.A. Tunik, E.A. Abramovich. Parametric robust optimization of the digital flight control systems, Вестник, №2, 2003, с.31-37.

О.П. Кривоносенко доцент, к.т.н. (Національний авіаційний університет)

В.А. Савранський (Національний авіаційний університет)

Д.П. Євтушенко (Національний авіаційний університет)

Метод синтезу оптимальної системи стабілізації гелікоптера з вантажним підвісом

Вирішується задача синтезу оптимальної структури системи стабілізації суттєво нестійких об'єктів на прикладі сумісної стабілізації у просторі вертольота з вантажем на підвісі при стохастичних зовнішніх впливах за допомогою нового алгоритму мінімізації скоригованого функціоналу якості.

Ключові слова: синтез оптимальної структури, гелікоптер, система стабілізації, нестійкий об'єкт, функціонал якості, стохастичні впливи

В даний час такий літальний апарат як гелікоптер практично незамінний при виконанні багатьох відповідальних польотних завдань, а саме - бойової підтримки, різних будівельно-монтажних та ремонтно-відновлювальних робіт, моніторингу місцевості, локалізації наслідків промислового забруднення навколишнього середовища, рятувальних операцій та ін. При виконанні цих завдань потрібна "жорстка" стабілізація центру мас вертольота (або його вантажу) на заданій траєкторії польоту, а також "жорстка" стабілізація кутового положення (орієнтації) вертольота (або його вантажу) щодо центру мас (заданої точки у просторі).

На сучасних етапах створення та експлуатації рухомих об'єктів різного призначення, зокрема вертольотів з вантажними підвісами, враховують, що рух зазначених об'єктів відбувається у складних динамічних умовах. На них безперервно впливає ряд зовнішніх факторів, що збурюють рух, і які, як правило, носять стохастичний характер та призводять до стохастичних відхилень центру мас літального апарату від траєкторії руху, наприклад [1].

Визначальною особливістю сучасних постановок задач синтезу високоточних систем стабілізації є обов'язкове врахування таких об'єктивних моментів, як: наявність у динаміці об'єкта як стійких так і нестійких або немінімально-фазових ланок, випадковий характер завад системи вимірювань, недостовірне знання характеру змін в динаміці об'єкта та збурень у конкретних режимах руху чи у процесі довготривалої експлуатації рухомих комплексів, стохастичний характер зовнішніх та внутрішніх збурюючих факторів. Відомо ефективні спектральні методи та алгоритми синтезу оптимальних структур систем стохастичної стабілізації багатовимірних об'єктів з довільною динамікою. Проте при синтезі високоточних систем стабілізації складних об'єктів, яким є, наприклад, вертоліт з вантажною підвіскою у різних конфігураціях, нечітке знання моделей в різних експлуатаційних ситуаціях може вплинути на результати синтезу.

Вважається, що рух початкового об'єкта стабілізації (рис.1) можливо описати [1] системою звичайних диференціальних лінійних рівнянь, які перетворені за Фур'є і мають вид

$$P_1 x = M_1 \delta + \psi_1 = M_1 \delta + \Psi_1 \Delta, \quad (1)$$

де P_1 і M_1 -- матриці розмірів $n \times n$ та $n \times m$ відповідно, усі елементи яких є поліномами аргументу $s = j\omega$; $x - n$ -- вимірний вектор вихідних реакцій об'єкта стабілізації, який являє собою n -вимірний стаціонарний випадковий процес; $\delta - m$ -

вимірний вектор сигналів керування, що являє собою m -вимірний стаціонарний випадковий процес; ψ_1 -- неконтрольований вектор збурень, що також являє собою n -вимірний стаціонарний випадковий процес.

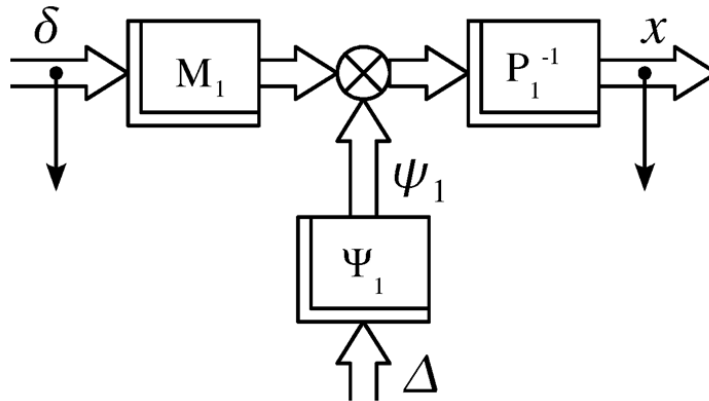


Рис.1. Структурна схема початкового об'єкта стабілізації

При виконанні багатьох відповідальних робіт особливий інтерес викликає задача «жорсткої» одночасної стабілізації у просторі як самого вертольота, так і одночасно деякої характерної точки його вантажної підвіски, коли таку динамічну систему можна уявити у вигляді подвійного маятника.

Тому особливу зацікавленість заслуговує задача одночасної стабілізації у просторі як самого вертольота, так і деякої характерної точки його вантажної підвіски. Для вирішення цього завдання додатково введено блочну матрицю передаточних функцій Φ_0 , що перетворює вектор реакцій вертольота x у вектор вихідних координат об'єкта y , що стабілізуються, а склад останнього вектора визначається як

$$\Phi_0 = \begin{bmatrix} E_n \\ W_0 \end{bmatrix}, y = \begin{bmatrix} x \\ \zeta \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де ζ -- вектор вимірюваних сигналів руху характерної точки вантажної підвіски. Визначені також матриці спектральних щільностей $S_{\zeta\zeta}$ та $S_{\varphi_0\varphi_0}$.

Треба визначити також матрицю передаточних функцій системи вимірювань вектора у виді

$$K_0 = \begin{bmatrix} K_2 & 0_{n \times v} \\ 0_{v \times n} & E_v \end{bmatrix}, \quad (3)$$

Пропонується нова задача і модифікований метод і алгоритм синтезу робастних систем стабілізації, коли в традиційний функціонал додатково включена складова, яка враховує можливу мінливість моделей динаміки заданих частин системи.

Аналіз і моделювання режимів стабілізації вертольота Мі-8МТ на режимі висіння з вантажем на підвісі показав ефективність запропонованого модернізованого алгоритму синтезу.

Список літератури

1. Блохін Л.М. Методологічні основи та етапи забезпечення конкурентноздатності процесів стабілізації існуючих рухомих об'єктів / О.П.Коивоненко, С.І. Осадчий – К.: Вісник НАУ №2 (39), 2009. – С. 61–68.

Я.Г.Харченко (Національний авіаційний університет, Україна)
М.О.Родзін (Національний авіаційний університет, Україна)

Метод лазерної доплерівської анемометрії

Неінтрузивний принцип і висока чутливість роблять цю методику дуже придатною для дослідження турбулентних потоків, вимірювання швидкості високотемпературних середовищ а також під час дослідження функціонування обладнанням, що обертається, для яких складно або неможливо використовувати інші методи.

Для даної методики потрібна наявність у потоці мікрочастинок для формування сигналу приладу.

Рідини часто містять достатню кількість природних частинок, що наповнюють, в той час як для газів в більшості випадків потрібне додавання таких мікрочастинок. В ідеальному випадку мікрочастинки повинні бути досить маленькими, щоб вони могли переноситися потоком, але досить великими для розсіювання достатньої кількості випромінювання для отримання гарного співвідношення сигналу до шуму на виході фотодетектора. Як правило, розмір частинок знаходиться в діапазоні від 1 до 10 мкм. Матеріал часток може бути твердим (порошок) або рідким (краплі).

Особливі переваги методу: неінтрузивне вимірювання є висока роздільна здатність по простору і часу, відсутність необхідності калібрування і можливість досліджувати турбулентні потоки.

Удосконалена система включає систему переміщення та перетворювача кутового положення на код. В якості розщеплювача променя лазера використовується комірка Брегга (рис 1). Вона представляє собою скляний кристал із закріпленням на ньому вібраційним п'єзокристалом. Вібрація створює акустичні хвилі, що діють як оптичні ґрати.

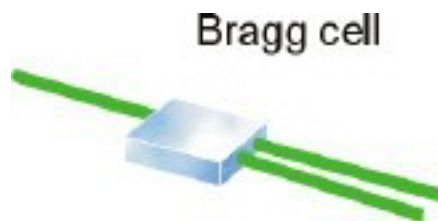


Рис. 1. Комірка Брегга, що використовується в якості розщеплювача променя.

На виході з комірки Брегга виходять два промені однакової інтенсивності з частотами f_D і $f_{\text{суб}}$. Ці промені фокусуються на оптичних волокнах, які далі передаються в оптичну систему.

Паралельні лазерні промені фокусуються лінзою і перетинаються у зоні вимірювання швидкості потоку.

Розсіяне мікрочастинками випромінювання збирається другою лінзою та направляється на фотодетектор.

Фотодетектор перетворює інтенсивність випромінювання, що змінюється за інтенсивністю, у електричний сигнал – доплерівський імпульс. Цей імпульс має форму синусоїди з гаусовою огибаючою та обумовлений профілем інтенсивності лазерних променів.

Доплерівські імпульси фільтруються та направляються у пристрій обробки сигналів, який визначає доплерівську частоту f_D для кожної мікрочастинок.

Відстань між інтерференційними смугами d_f дає інформацію про відстань, пройдену мікрочастиною.

Доплерівська частота дає інформацію про час:

$$t = 1/f_D$$

де f_D = - доплерівська частота

Оскільки швидкість дорівнює відстані, поділеному на час, то вираз для швидкості набуває вигляду:

$$V = d_f * f_D$$

де d_f = - відстань між інтерференційними смужками.

Вимірювання двох та трьох компонентів

Для вимірювання двох компонент швидкості оптичну схему в площину, перпендикулярну площині перших пучків, можна додати два додаткових променя.

Всі три компоненти швидкості можна виміряти за допомогою двох окремих датчиків, що вимірюють одну і дві компоненти, з перетином всіх променів у загальній зоні вимірювання як показано на рис.2.

Для розділення компонент вектора швидкості використовуються різні довжини хвиль. Для реєстрації розсіяного випромінювання трьох довжин хвиль використовують три фотодетектори з відповідними інтерференційними фільтрами.

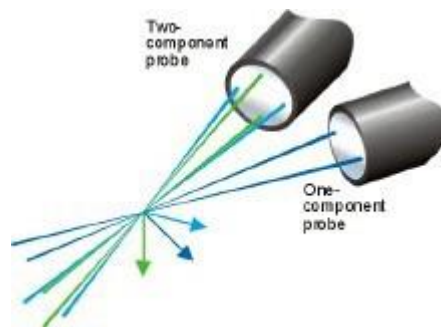


Рис. 2. Оптика LDA (laser Dopler Anemometry) для вимірювання трьох компонент вектора швидкості.

У системі LDA використовуються компактні передавальні блоки, що складаються з комірки Брегга і кольорових розщеплювачів променів для отримання до 6 променів

Точність методу лазерної доплерівської анемометрії залежить від похибок оптичного датчика та похибок електронної апаратури.

Проведений аналіз похибок оптичного датчика та електронної апаратури.

Показано, що підвищення точності вимірювання швидкості потоку можна шляхом збільшення відношення сигнал/шум на виході фотодетектору.

Список літератури

1. Welch, P.D. The Use of Fast Fourier Transform for the Estimation of Power Spectra: A Method Based on Time Averaging Over Short, Modified Periodograms// IEEE Trans. on Audio and Electroacoustics, Vol. Au-15, No. 12, (June 1967).
2. J. A. R. Griffith, G. Duxbury. Laser Heterodyne Spectroscopy, Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, Vol. 307, No. 1500, New Techniques in Optical and Infrared Spectroscopy (Nov. 12, 1982)
3. Poplavski S.V., Nesterov A.Yu. Investigation of supersonic two-phase flows by a laser Doppler anemometer with a Fizeau interferometer // AIP Conference Proceedings. 2019

Регулювання швидкості асинхронних двигунів

Асинхронні двигуни дуже широко використовуються у промисловості завдяки таким перевагам як простота конструкції, надійність в експлуатації, дешевизна, менша вага у порівнянні з двигунами постійного струму.

Широке використання регульованого електропривода зумовлене тим, що електропривод виконує не тільки функцію перетворення електричної енергії у механічну, але і є засобом керування технологічним процесом, оскільки задачі реалізації необхідної якості протікання технологічних процесів у багатьох випадках покладаються на системи керування регульованими електроприводами у поєднанні з засобами технологічної автоматики.

Способи регулювання швидкості асинхронних двигунів, як і двигунів постійного струму, визначають за рівнянням механічної характеристики. Її отримують на підставі спрощеної схеми заміщення.

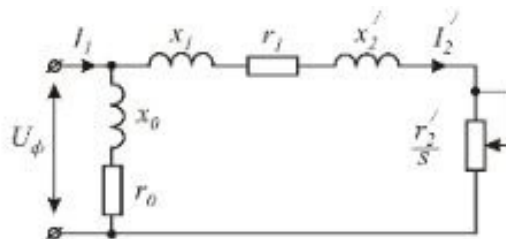


Рис.1 Схема заміщення асинхронного двигуна

Регулювання швидкості зміною напруги живлення обмотки статора досягається за допомогою тиристорного регулятора напруги з фазо-імпульсним керуванням семісторів. Змінюючи кут керування семісторів, можна плавно регулювати діюче значення напруги.

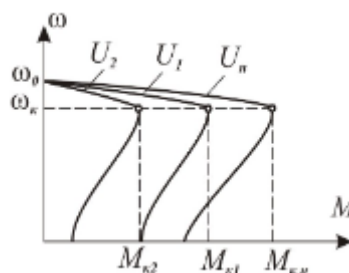


Рис.2. Механічні характеристики для різних напруг ($U_n > U_1 > U_2$)

Критичне ковзання не залежить від напруги і залишається сталим. На рис.2. зображені характеристики для різних значень діючої напруги. З цього рисунка слідує, що діапазон регулювання незначний. Зі зниженням швидкості збільшуються втрати в обмотці ротора. Тому регулювання швидкості зміною напруги є неекономічним і його можна використовувати лише в короткочасному режимі роботи двигунів малої потужності.

Регулювання швидкості асинхронних двигунів зміною числа пар полюсів слідує із залежності:

$$\omega = \omega_0 (1 - s) = 2\pi f (1 - s) / p$$

Оскільки число пар полюсів може бути тільки цілим числом, то регулювання буде ступінчастим, зазвичай, у відношенні 2 : 1. Таке регулювання можливе лише двигунів з короткозамкненим ротором, де переключення числа полюсів обмотки статора призводить до автоматичної зміни числа полюсів обмотки ротора.

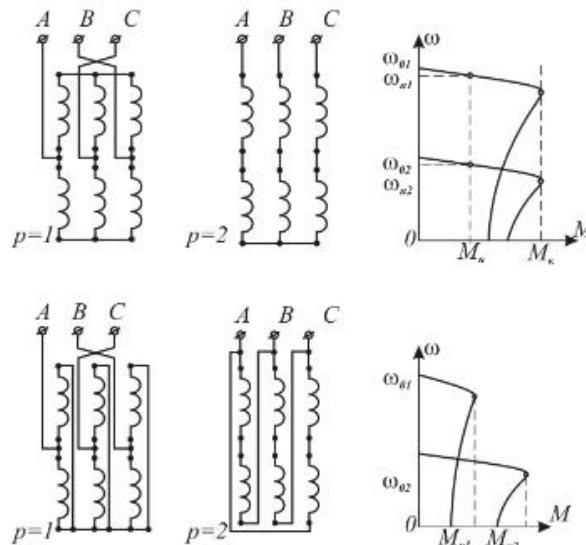


Рис.3. Схеми переключення обмоток статора (а) і механічні характеристики (б)

Для здійснення переключення фазні обмотки розділяють на дві напівобмотки (рис.3,а). Їх з'єднують так, щоб збільшити число вдвоє і при цьому не змінився напрям обертання двигуна.

Якщо потрібно мати чотири швидкості, то у статорі розміщують дві обмотки, кожену з яких ділять на напівобмотки. У цьому випадку діапазон регулювання може складати 6 : 1 (3000 : 500 об/хв.). Регулювання переключенням числа пар полюсів є економічним і широко використовується там, де потрібне ступінчасте регулювання (металообробні верстати, вентилятори, помпи та інші виробничі механізми). Недолік – велика кількість силової комутуючої апаратури.

Список літератури

1. М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. Общий курс электропривода. М.: Энергоиздат., 1981, – 450с.
2. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи./ За ред. М.Г. Поповича і О.Ю. Лозинського. – Київ: “Либідь”, 2005, – 780с
3. Б.О. Баховець. Автоматизований електропривод. – Рівне: Вид. НУВГП., 2008, 96с.

С. І. Отрох, дтн, проф, (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
Є.К. Шульга (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
К. М. Оленева (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

Створення системи автоматизованого тестування веб-застосунків

Потреба соціуму в підтримці зв'язків, обміну даними та бізнес-контактах зростає з кожною хвилиною, ця тенденція зберігалася протягом багатьох століть і набрала обертів з моменту введення в широкі маси Web-технологій, і на даний момент людство на ліву частку залежить від стабільної роботи мережі Інтернет, різних Web-додатків і сервісів. Це недвозначно означає, що буквально всі розвинені країни мають потребу в стабільній роботі Web-індустрії, а важливу роль у виробництві і підтримуванні Web-продуктів грає різне тестування - тестування на момент розробки, тестування перед продажем продукту, а так само в період післяпродажної підтримки.

Тестування Web-додатків в різних браузерах, на різних операційних системах, пристроях, розширеннях екрану - серйозна задача. Особливо, якщо займатися цим вручну. Автоматизоване тестування за допомогою, наприклад, Web-драйверу Selenium допоможе заощадити час на рутинних діях і скоротити час регресійного тестування.

Ніякий скрипт поки що не в змозі замінити живу людину. Ніякий скрипт поки що не вміє тестувати самостійно. Все що вміє скрипт - це повторювати запрограмовані людиною дії і сигналізувати, що щось пішло не так, і скрипт вміє робити це швидко і без участі людини, тобто робити прості перевірки.

У той же час, автоматизація допомагає вибудувати деякий баланс:

- перевіряти вручну то, що вимагає людської уваги (як правило, до 25% випадків)
- автоматизувати інші випадки.

При цьому автоматизація в довгостроковій перспективі знижує як витрати на тестування, так і ризики, пов'язані з людським фактором. Виходячи з цих роздумів та припущень, можемо відштовхуватися від того, що бізнес потребує впровадження автоматизованого тестування, що є передумовами до підняття проблеми запровадження якісного продукту автоматизованого тестування[1]. На жаль, усі існуючі засоби автоматичного тестування не здатні тестувати такі речі, як зручність використання сайту, дизайн або семантику заповненого контенту, зрозумілість цього контенту, раціональність розміщення необхідної інформації та інше, зрозуміле лише людині, яка до того ж повинна мати належні освіту і професійні навички.

Отже спробуємо розглянути проблематику тих пунктів, які піддаються тестуванню автоматичними засобами та перевіряють коректність технічних аспектів.

1. Перевірка коректної роботи бізнес-логіки додатку, що є основним критерієм працездатності

Вважається, що цей аспект тестування є найскладнішим у тестуванні, бо обумовлений високим рівнем абстракції, необхідним для розробки належного інструменту тестування. Щоб зрозуміти, чому необхідний високий рівень абстракції та чим обумовлена складність впровадження цього аспекту тестування – спробуємо дати визначення поняттю «бізнес-логіка»:

Таким чином, щоб тестувати бізнес-логіку, ми маємо задати програмі сукупність правил, за якими вона матиме змогу перевірити правильність послідовності виконання дій програмним продуктом, або в нашому випадку – Web-додатку.

2. Перевірка коректної роботи користувацького інтерфейсу, зокрема правильного відображення елементів інтерфейсу на екрані

Станом на сьогоднішній день, розробка Web-додатків ведеться з дуже великою швидкістю, щоб задовільнити потреби клієнта та вкластися у рамки термінів розробки та не завдати збитків бізнесу. Тому нерідко можна зустріти, на перший погляд, здебільшого робочий додаток, але через невеликі модифікації, на кшталт, зміну розміру екрана – можна побачити некоректне відображення коректно працюючих та розташованих елементів інтерфейсу, або невірну поведінку деяких елементів, наприклад заблокована кнопка підтвердження проведення платежу, та інше. Це зумовлене нестачею часу на увагу до розробки додаткових сценаріїв поведінки того чи іншого елементу інтерфейсу. Тому це також ваговий критерій до коректності працювання додатку, бо послідовність виконання операцій бізнес-логіки може бути критично порушена через неправильну поведінку навіть незначного елементу користувацького інтерфейсу.

3. Перевірка коректного заповнення усіх необхідних полів, які відображуються на екрані користувача

Даний критерій також відноситься до коректності працювання користувацького інтерфейсу, але винесений до окремого пункту списку проблематики, бо, на відміну від інтерактивних елементів, наприклад кнопок підтвердження та переходів, має вагоме значення та вплив на бізнес-логіку, оскільки здатний спровокувати непередбачуваний ефект та порушення бізнес-логіки усього додатку через невірно передані або заповнені дані. Оскільки велика кількість додатків має недостатню ступінь валідації даних, ті дані, що мають деяке відхилення від визначеного шаблону можуть не лише заблокувати послідовність бізнес-логіки, але й стати початком локальної катастрофи, що може мати непередбачуваний ефект та нанести різного роду та масштабу шкоду бізнесу.

4. Перевірка коректного завершення усіх розпочатих процесів

Згідно з розглянутим вище визначенням бізнес-логіки, ми визначили, що це є послідовність процесів, або ланцюг важливих операцій. А як відомо з повсякденного життя – кожен ланцюг має закінчуватись, або має бути коректно під'єднаний до наступного ланцюга. Тому особливим пунктом маємо зазначити коректне завершення будь-якого розпочатого ланцюга, бо неможливість тестування цього етапу можемо мати невпевненість у коректності початку наступного ланцюга або у завершенні глобального процесу, що може мати наслідком провал масштабної бізнес-операції, що, як і попередні пункти, може завдати великої шкоди бізнесу та користувачеві, наприклад незавершена банківська операція з переказу коштів, які будуть загублені через помилку системи та може стати причиною збитків. спеціальні можливості, що необхідні саме в університеті на лабораторних заняттях, але зайві для будь-якого іншого випадку.

5. Актуальність даних у додатку

Не можна залишити без уваги цей критерій, бо, на першу думку, наявність неактуальних або невірних даних може бути наслідком помилкової операції, спричиненої одним з попередніх пунктів, а у деяких випадках – одразу всіма.

Для додаткового аналізу актуальності створюваного телеграм чат-боту був проведений пошук існуючих програмних рішень, в ході якого були виявлені деякі аналоги, серед яких: система «Selenium», «Apache JMeter» та ряд різних додатків. На даний момент більшість з перерахованих рішень мають обмежений функціонал, а серед недоліків можна виділити:

- Відсутність можливості офлайн перегляду;
- Відсутність графічного інтерфейсу;
- Відсутність додаткового функціоналу.

Виходячи з проведеного аналізу існуючих рішень можемо зробити висновок, що на даний момент немає достатньо зручного продукту з широким функціоналом спрямованим на перегляд та аналіз детальної інформації щодо виконання автоматичного тестування. Саме тому потрібно створити додаток з відповідним функціоналом:

- Виведення актуального статусу виконання тестування;
- Виведення результатів виконання тестування;
- Збереження тестувальних шаблонів;
- Виконання відповідних команд, які дозволять гнучко змінювати тестувальні шаблони.

Виходячи з аналізу необхідного функціоналу програмного забезпечення, була вибрана концепція Web-додатка та притаманна їй трьохшарова архітектура, як найпоширеніша, оптимальна та найбільш надійна архітектура.

Серед розглянутих інструментів для створення шару представлення був вибраний фреймворк Angular від компанії Google, написаний на мові TypeScript, як найбільш зручний та фундаментальний фреймворк, розроблений для створення та підтримки потужних користувацьких інтерфейсів[2].

Серед розглянутих інструментів для створення шару додатка був вибраний фреймворк Spring, написаний на мові Java, як найбільш надійний та стійкий до навантажень і рішень складних задач.

Серед розглянутих інструментів для створення шару даних була вибрана СУБД PostgreSQL[3].

Список літератури

1. Албахарі Д. С# 7.0. Довідник / Д. Албахарі, Б. Албахарі. — Київ: Діалектика, 2017. — 224 с.
2. Angular documentation [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://angular.io/guide/developer-guide-overview>.
3. PostgreSQL Documentation [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://www.postgresql.org/docs/>.

С.І. Отрох, дтн, проф (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського)
Р.О. Юрченко (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського)

Моніторинг екологічних показників водних ресурсів

Проблема якості та доступності водних ресурсів є гострою для багатьох країн. На рівні із прискореним технічним прогресом, пришвидшується і процеси дестабілізації ресурсного потенціалу. Такі процеси, як зростання промислового виробництва, ненормоване використання пестицидів та добрив, неналежний контроль за процесами фільтрації на підприємствах призводить до погіршення природного середовища. Зниження якості води призводить до стану здоров'я людей та проявляється на подальшій економічній ситуації в регіоні.

З метою збереження навколишнього середовища та задля постійного сприяння розвитку водних ресурсів необхідні оцінка якості та системний моніторинг цих об'єктів, для того, щоб приймати оптимальні рішення в управлінні ними. Створення систем моніторингу стану водних об'єктів та керування водними послугами є актуальною задачею та відповідає екологічним цілям.

Побудова нових систем моніторингу стану об'єктів водної інфраструктури повинні відповідати екологічним цілям управління водними ресурсами. У роботі розробляється система перегляду на основі баз даних водних об'єктів, що дозволяє аналізувати становище водних ресурсів України, складовою частиною комп'ютерно-інтегрованої системи моніторингу і прогнозування їх якості.

Технології геоінформаційної системи (ГІС) складаються з бази даних та графічних відображень зон розповсюдження водних джерел, їх санітарно-хімічних показників (мінеральний склад, пестициди, радіонукліди, лужність, жорсткість), міграція елементів [2]. Задля контролю виконання екологічних вимог, потрібна система опрацювання відповідної інформації.

Наразі наявні системи забезпечують лише окремі елементи, тому відчувається брак систем інформаційно-пошукового характеру для аналізу та обробки відповідної інформації. Тому актуальним є створення системи для оцінювання та вивчення рівня екологічної ситуації певної місцевості та визначення, чи відповідає вона необхідним умовам. Питання може бути актуальним для оцінки вартості при процесі куплі-продажу ділянок землі з урахування їх екологічного становища.

Автоматизоване оброблення даних екологічних показників має бути реалізована з використанням наявних комп'ютерних технологій та містити функції систематизації даних для подальшого зберігання у базах даних (БД). Система повинна комплексно обробляти БД та створювати моделі стану території, вираховувати показники, виводити узагальнений результат. Як результат, має виводитись візуалізація інформації з отриманих даних у вигляді карт, діаграм, таблиць або схем, що будуть відображати екологічну ситуацію та дозволяє постійно контролювати зміни в ході моніторингу.

База даних водних об'єктів дозволяє виявляти та вирішувати проблеми стану якості водного об'єкта, а БД водних послуг продемонструє в регіоні підприємства - постачальників водних послуг для домогосподарств, громад, інших підприємств та структур, що ведуть господарську діяльність. Під водними послугами розуміють видобуток води з поверхневих або підземних джерел, накопичення, зберігання, обробка/фільтрація та постачання, а також збирання і обробка стічної вод, які пізніше скидають у поверхневі води.

Екологічний моніторинг та аналіз дає змогу сформувати головні необхідні елементи етапів аналітичної роботи:

- 1) Дослідження та попереднє оцінювання рівня екологічної безпеки.
- 2) Визначення взаємодії та взаємозв'язку факторів.
- 3) Вимірювання на їхній основі можливих змін стану екосистеми.
- 4) Підсумок, рекомендації по усуненню проблем.

Аналіз має відповідати наступним вимогам: системність, точність, динамічність, комплексність, оперативність.

Отже, розглянута структура та принципи побудови інформаційної системи дозволить отримати доступ та проаналізувати дані про водні джерела. Оцінка якості та системний моніторинг водних об'єктів дозволить приймати оптимальні рішення в управлінні ними. Система моніторингу стану водних об'єктів та керування водними послугами є актуальною задачею для збереження життя населення та подальшого розвитку країни.

Список літератури

1. Фізико-хімічні методи очищення води. Керування водними ресурсами : підручник / І. Астрелін та ін. ; ред.: І. Астрелина, Х. Ратнавиры. Water Harmony Project, 2015. 614 с.
2. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : Наказ МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400 : станом на 22 берез. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>

К.С. Сущенко (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

М.С. Анцифрова (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

С.І. Отрох, проф. д.т.н. (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

Двофакторна система автентифікації корпоративного середовища університету з використанням QR-коду

У сучасному інформаційному суспільстві з кожним днем невідомо збільшується рівень розвитку комунікаційних та інформаційних технологій. Необмежений доступ до мережі «Інтернет» та форсоване використання гаджетів призвели до багатократного збільшення обсягу інформації. З огляду на це виникає необхідність подання інформації в новій, більш компактній формі, яка буде відповідати великому списку вимог сучасної інформаційної спільноти.

Одним з варіантів зменшення об'єму інформації є QR-коди, або «QuickResponse», що означає швидкий відгук. Матричний код подано у вигляді двовимірного штрих-коду, розшифрування якого проводиться в по горизонталі та по вертикалі, що дозволяє «закодувати» більший обсяг інформації ніж його попередники, включаючи такі типи даних як букви, цифри, символи, ієрогліфи, тощо.

Під час автентифікації облікові дані, що надаються користувачем, порівнюються з інформацією, що міститься у базі даних авторизованих користувачів. Якщо облікові дані збігаються та автентифікована особа має право користуватися ресурсом, відбувається завершення процесу і користувач отримує доступ.

На відміну від звичайної верифікації, багатофакторна автентифікація базується на трьох конкретних типах інформації. Це такі фактори як:

- знання - інформація, якою оперує користувач (пароль, PIN-код, відповідь на контрольне питання);
- володіння – предмет власності користувача (бейдж доступу, електронний пропуск, мобільний телефон, одноразові паролі та ін.);
- властивість – унікальні фактори користувача (дані біометрії і персональні відзнаки: відбитків пальців, сканування структури сітківки або райдужки ока, розпізнавання обличчя та ін.)

Багатоетапна автентифікація на основі розташування та адаптивна автентифікація також є дійсними формами перевірки.

Використовуючи відбитки пальців, одноразові паролі, NFC-теги та токени, необхідно передбачити модифікацію серверної частини. У випадку коли відбувається зчитування QR-коду, прямо в полі введення сервер отримує ті ж самі логін і пароль. На переважній кількості ПК, ноутбуків, планшетів та смартфонів вбудована камера та інстальований сучасний браузер, тому використання технології QR-коду на даних пристроях не викликатиме проблем у користувачів.

Враховуючи вищеподану інформацію, можна стверджувати, що створення програмного продукту який буде генерувати QR-код зашифровуючи певну інформацію, на сьогоднішній день є актуальним.

Корпоративне середовище вищого навчального закладу є єдиним простором для всіх учасників освітнього процесу. З цієї причини важливо посилити захист акаунтів освітян від несанкціонованого доступу, використавши технологію двоетапної автентифікації (TFA):

поєднання звичного для всіх паролю або PIN-коду з ще однією додатковою перевіркою, а саме – QR-коду.

На будь-якому QR-коді обов'язково повинні бути присутніми певні види міток , які представлені на рисунку 1.



Рисунок 1 Мітки на QR-кодi

Доступ до корпоративного середовища університету мають лише ті, хто створив поштову скриньку у домені *kpi.ua*. Жодного способу авторизації на платформі вищого навчального закладу, окрім *e-mail* не застосовується. Поставлено питання щодо актуалізації інформації про студентів, які є учасниками освітнього процесу на даний момент за допомогою додаткових засобів, адже доступ до корпоративного середовища наявний як у випускників університету, так і у відрахованих студентів. Оскільки поштова адреса та пароль залишаються у них, то колишні студенти продовжують мати доступ до корпоративного середовища.

Метою дослідження є розробка програмного продукту для генерації QR-кодів, з подальшим застосуванням у вищих навчальних закладах для посилення безпеки зберігання даних.

Розроблюваний додаток підтримуватиме цифрове та буквено-цифрове кодування, яке надає можливість користувачу зашифрувати номер телефону, *e-mail* та навіть URL-адресу. Застосунок передбачає найбільший рівень корегування помилок для посиленої безпеки даних в QR-кодi.

Для генерації QR-коду буде досить ввести будь-яке повідомлення латиницею або цифрами і натиснути «Зашифрувати QR-код». Якщо поле введення інформації пусте, то програма виведе повідомлення з помилкою заповнення даних.

Щоб завантажити закодований QR-код необхідно буде натиснути на відповідну кнопку «Зберегти QR-код». Після натискання відкриється діалогове вікно, де потрібно буде вибрати місце для збереження згенерованого QR-коду і ввести назву для його зображення.

За необхідності скопіювати створений QR-код в інший застосунок буде представлена кнопка «Копіювати QR-код». Після її натиснення необхідно перейти в інший додаток, куди планується копіювання коду і вставити скопійоване зображення (QR-код не вставиться в додаток, якщо програма не передбачає введення графічної інформації).

Якщо потрібно розкодувати інформацію з QR-коду, то спочатку потрібно натиснути на кнопку «Завантажити QR-код», після чого відкриється діалогове вікно для вибору зображення QR-коду. Коли QR-код завантажиться в додаток потрібно натиснути на кнопку

«Розшифрувати QR-код» і додаток виведе повідомлення з розкодованої з QR-коду інформацією і додасть скопійовану інформацію в буфер обміну, після чого цю інформацію можна вставити в будь-який додаток, що приймає текстову інформацію.

Отже, зрозумівши структуру QR-коду, принципи його роботи та шифрування, можна запропонувати використання QR-коду в корпоративному середовищі університету з точки зору безпеки та вигоди від використання. Із сучасною діджиталізацією країни присвоєння QR-коду кожному студенту стане способом зручної заміни студентського квитка чи залікової книжки. Поширення викладачем додаткових матеріалів для вивчення та інтерактивних платформ для практики можна також надсилати у вигляді QR-коду. Замість надсилання нового лінку на кожну конференцію у Zoom, GoogleClassroom чи MicrosoftTeams можна згенерувати QR-код для проведення онлайн-лекцій, отримання спільного дозволу для перегляду матеріалів, тощо. Це, в свою чергу, допоможе захистити дані середовища від несанкціонованого доступу.

Список літератури

1. MFA: Fast Facts and What You Need to Know – Identity Review [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://identityreview.com/mfa-fast-facts-and-what-need-to-know/>
2. ДСТУ ISO/IEC 18004:2019 Информационные технологии. Методы автоматической идентификации и сбора данных. Спецификация символики штрих-кода QR-кода – 113 с.
3. QR-код. Этап размещения информации на поле кода – [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/QR-код> – Назва з екрану.
4. QR-код. Кодирование – [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/QR-код> – Назва з екрану.

С. І. Отрох, дтн, проф, (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
А.Р. Трамбович (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

Алгоритм формування програмної траєкторії наземного робота

Як показує досвід використання наземних роботів, виникає необхідність у розробці нових алгоритмів управління рухом з метою подолання обмежень та недоліків дистанційного управління. Подальший розвиток наземної робототехніки пов'язаний з підвищенням автономності роботів в результаті передачі функцій, що виконуються людиною-оператором, бортовим засобам.

На сьогоднішній день методи та алгоритми формування траєкторії дозволяють вирішити наступні задачі автоматизованого управління наземними роботами:

- Оптимальне або адаптивне планування маршруту руху робота з використанням локальної або глобальної інформації
- Моделювання у віртуальному просторі навколишнього середовища і поведінки у ньому
- Розпізнавання ситуацій та прийняття оптимальних рішень
- Програмування та корекція руху по спланованому маршруту
- Адаптивне управління рухом робота

Найбільш відоме рішення задачі управління рухом наземним роботом ґрунтується на побудові системи управління за принципом системи, що стежить. У цьому випадку бажана траєкторія задається в параметричній формі. Для її побудови систему управління включають генератор бажаних сигналів (інтерполятор). Однак точні вимоги, що пред'являються до інтерполяторів, а також низький рівень сумісності з сенсорною інформацією істотно обмежують можливість застосування таких систем управління.

Метод траєкторного управління передбачає використання поточних значень відхилень від заздалегідь заданої траєкторії та виключає необхідність залучення генераторів еталонної моделі. Бажана траєкторія руху є відрізками гладкою кривою, заданою в неявній формі. Завдання контурного управління полягає в стабілізації робота щодо заданої траєкторії та підтримки необхідної швидкості переміщення вздовж неї.

Для управління рухом наземного робота заданої траєкторії з проведеної топографічною зйомкою місцевості можуть використовуватися відомі алгоритми інтерполяції з корекцією розрахункових координат в залежності від типу робота.

Розглянемо роботу широко застосовуваного алгоритму лінійної інтерполяції, оскільки він використовується як базовий для вирішення практично всіх траєкторних завдань.

Алгоритм лінійний кодової інтерполяції в разі руху по прямолінійній траєкторії реалізує залежність $\Delta u_T = \frac{y_k \Delta x_T}{x_k}$. В алгоритмі використовується оціночна функція виду $F_i = \frac{(x_k * y_i - y_k * x_i)}{H_i}$, де H_i - крок інтерполяції в i -му циклі; Δx_i – координати поточної точки i -му циклі; Δx_T і Δu_T – збільшення за координатами, що розраховуються в залежно від заданої швидкості та часу T (період постійної частоти).

Після визначення переміщення по провідній координаті Δx_T або Δu_T визначається величина початкового кроку H_0 . При заданих початкових умовах величина H_0 є константою. Оскільки кінцеве значення $F_i \neq 0$, то щоб уникнути накопичення помилки при наступних вичисленнях значення Δu_T запам'ятовується кінцева величина F_i отримана у попередньому циклі обчислень, і додається до поточного значення F_i наступного циклу.

В разі руху по дузі кола процедура обчислень аналогічна. При формуванні оцінної функції використовується рівняння кола та в обчисленнях беруть участь не кінцеві координати точки прямолінійного відрізка, а поточні. Також від знака оціночної функції робиться рух по

координаті у бік, що наближає до лінії дуги кола. Реалізація алгоритмів на програмному рівні не викликає будь-яких труднощів і не потребує великих ресурсів. Швидкість V руху наземного робота по траєкторії визначається частотою видачі інтерполяційних імпульсів, а корекція напрямку руху по траєкторії – формуванням спеціального оператора повороту ζ за наступним алгоритмом:

- $\zeta = +1$ при $\Delta x_T = 1$ і $\Delta y_T + 1 = 1$ – для повороту вліво від позитивного напрямку руху;
- $\zeta = 0$ при $\Delta x_T = 1$ і $\Delta x_T + 1 = 1$ або $\Delta y_T = 1$ і $\Delta y_T + 1 = 1$ – для продовження руху у вибраному напрямку;
- $\zeta = -1$ при $\Delta y_T = 1$ і $\Delta x_T + 1 = 1$ – для повороту вправо від позитивного напрямку руху.

Δx_T та Δy_T – кроки до осей в абсолютній системі координат XOY , прив'язаної до місцевості, розраховані по алгоритму інтерполяції.

Список літератури

1. V.I. Finaev, V.V. Soloviev (2017). Research of graphic-analytical methods of vehicle motion planning.
2. Giuseppe Mastroianni, Gradimir Milovanovic (2008). Interpolation Processes: Basic Theory and Applications (Springer Monographs in Mathematics)

С. І. Отрох, дтн, проф, (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

І. Ю. Шевела (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

Е.К. Шульга (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

Створення телеграм боту з навчальним розкладом

В умовах сьогодення месенджери є невід'ємною частиною нашого життя. Завдяки їм комунікація між людьми стала набагато зручнішою та швидкою. Однією з головних переваг сучасних месенджерів є наявність чат-ботів. Чат-бот - це програма, розроблена на основі технологій машинного навчання та нейронних мереж. Він імітує розмову з людиною, саме тому цей сервіс чудово зарекомендував себе саме в месенджерах.

Telegram, який віддалено нагадує соціальну мережу, є одним із самих популярних месенджерів сьогодення. Telegram-боти використовуються для вирішення абсолютно різних задач, від замовлення їжі до рішення важливих фінансових питань з менеджером вашого банку.

Підвищення ефективності навчального процесу є одним із найбільш актуальних завдань для вищих навчальних закладів. Жодний навчальний процес не зможе відбуватися без точного та детального розкладу занять для викладачів та студентів, а взаємодія з розкладом повинна бути максимально швидка та зручна. Сьогодні, в умовах війни та пандемії, у багатьох учасників навчального процесу немає можливості прийти до навчального закладу та переглянути розклад занять.

Для додаткового аналізу актуальності створюваного телеграм чат-боту був проведений пошук існуючих програмних рішень та ботів, в ході якого були виявлені деякі аналоги, серед яких: веб-сервіс «Schedule.kpi.ua», чат-бот «KPI schedule» та ряд різних мобільних додатків. На даний момент більшість з перерахованих рішень по різних причинах не функціонують, а серед функціонуючих можна виділити наступні недоліки:

- Відсутність можливості офлайн перегляду;
- Перебої в роботі сервісів;
- Відсутність додаткового функціоналу.

Виходячи з проведеного аналізу існуючих рішень можемо зробити висновок, що на даний момент немає достатньо зручного продукту з широким функціоналом спрямованим на перегляд детальної інформації щодо навчального розкладу та сесії. Саме тому потрібно створити телеграм бота з відповідним функціоналом:

- Виведення актуального розкладу занять та семестрового контролю для студентів;
- Виведення актуального розкладу для викладачів;
- Збереження розкладу на особистий девайс;
- Виконання відповідних команд, які дозволять переглядати розклад більш детально.

Створений телеграм чат-бот має також відповідати наступним не менш важливим критеріям:

- Наявність вільного доступу до повного функціоналу чат-боту;
- Зручність у використанні;
- Зрозумілий для користувачів інтерфейс;
- Швидкість функціонування;
- Наявність захисту від некоректного вводу даних;
- Можливість використання без доступу до мережі інтернету.

Виходячи з аналізу необхідного функціоналу програмного забезпечення, було вирішено розробити систему мовою програмування C# використовуючи можливості середовища розробки Microsoft Visual Studio 2022, а для роботи з даними була обрана система керування реляційними базами даних MySQL.

C# — це об'єктно-орієнтована і компонентно-орієнтована мова програмування. C# надає конструкції для безпосередньої підтримки такої концепції роботи [1]. Мова C# входить до сімейства мов програмування C. C# уособлює найкращі властивості таких попередників як: C, C++, Modula, Object Pascal, спираючись на практичний досвід їх використання. На синтаксис C# вплинув синтаксис мов C і C++ [2].

Visual Studio — повнофункціональне інтегроване середовище розробки для написання, налагодження, тестування і розгортання коду на будь-якій платформі [3]. Версія Visual Studio Community є абсолютно безкоштовною для учнів, студентів та розробників програм з відкритим програмним кодом. Visual Studio 2022 отримала низку виправлень та покращень, спрямованих на підвищення продуктивності. З'явилася функція Hot Reload, завдяки якій розробники можуть редагувати код та застосовувати зміни прямо у запущеній програмі.

SQL — декларативна мова для формування, маніпулювання і вилучення даних з реляційної бази даних, яка застосовується для формування різних запитів, оновлення і керування реляційними базами даних, створення схеми бази даних та її модифікації. SQL відноситься до класу непроцедурних мов програмування. На відміну від універсальних процедурних мов, які також можуть бути використані для роботи з базами даних, SQL орієнтований не на записи, а на множини. Це означає наступне: в якості вхідної інформації для сформульованого на мові SQL запиту до бази даних використовується множина кортежів-записів однієї або декількох таблиць-відносин.

MySQL — вільна реляційна система керування базами даних (СКБД), яка працює як сервер для забезпечення багатокористувацького доступу до великої кількості баз даних. MySQL працює під багатьма популярними операційними системами. Ця система керування базами даних з відкритим кодом була створена як альтернатива комерційним системам. Незважаючи на свої потужні функції, MySQL проста у налаштуванні та проста у використанні [4].

Основними критеріями при виборі цих технологій були:

- Безпека передачі даних;
- Швидкість їх обробки;
- Зручність в експлуатації;
- Вільний доступ.

Потенційними користувачами цієї системи являються абсолютно всі люди причасні до навчального процесу та його організації, такі як: викладачі, представники деканату та ректорату, студенти тощо.

Результатом упровадження створеної програми стане можливість зручного та швидкого доступу до актуального розкладу навчальних занять та семестрового контролю, що вплине на покращення організації навчального-виховного процесу.

Список літератури

1. C# documentation [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/uk-ua/dotnet/csharp/>.
2. Албахарі Д. C# 7.0. Довідник / Д. Албахарі, Б. Албахарі. — Київ: Діалектика, 2017. — 224 с.
3. Visual Studio product family documentation [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/uk-ua/visualstudio/>.
4. MySQL Documentation [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://dev.mysql.com/doc/>.

С. І. Отрох, дтн, проф, (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
М.М. Бунда (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

Автоматизація реконсиляції фінансової звітності у ERP-системах

Немає жодних сумнівів, що фінанси є одним з найважливіших аспектів бізнесу. Саме тому при щоденному грошовому обігу необхідний ретельний моніторинг та управління фінансами підприємства. Це також ключовий аспект прийняття рішень на багатьох рівнях бізнесу.

Метою дослідження є вивчення різних методів реконсиляції фінансової звітності та виявлення їх недоліків для подальшої автоматизації процесу реконсиляції.

Процес фінансової реконсиляції існує як форма нагляду та внутрішнього контролю для компаній. Реконсиляція — це процес порівняння балансових рахунків з допоміжними документами, такими як банківські виписки, деталі транзакцій, тощо[1]. Якщо кінцеві результати не збігаються, бухгалтери досліджують причину розбіжностей і роблять коригування записів для усунення відмінностей та помилок. Це не тільки допомагає організаціям вчасно виявляти шахрайство, але й запобігає виникненню помилок. В свою чергу, неточна реконсиляція може призвести до пропущених платежів, заборгованостей по сплаті податків і навіть до банкрутства.

Протягом багатьох років ручна звірка банківських рахунків слугувала достатнім способом керування фінансовою звітністю, але в результаті цього компанії стикаються з кількома проблемами. Ручний процес є виснажливим і трудомістким, а також це призводить до однієї з головних проблем для фінансових департаментів — така звірка не виключає людського фактору. Коли ви маєте справу з величезними обсягами даних, є значна можливість помилитися. Помилки часто трапляються майже в будь-якому ручному фінансовому процесі, що в довгостроковій перспективі ще більше ускладнює реконсиляцію.

Інша важлива проблема ручної звірки стосується захисту та запобігання шахрайству. Великі обсяги даних у поєднанні з можливими помилками реконсиляції означають, що шахрайство може бути виявлено невчасно або взагалі залишитися непоміченим. Це може завдати шкоди фінансовій безпеці та матиме негативні наслідки для всієї організації.

Однак завдяки сучасному покращеному програмному забезпеченню існує можливість оптимізувати процес реконсиляції фінансової звітності. Нині досить поширені так звані ERP-системи. ERP (*Enterprise Resource Planning – Управління Ресурсами Підприємства*) - це програмне забезпечення для управління бізнес-процесами, яке дозволяє компанії використовувати систему декількох інтегрованих додатків для управління бізнесом, автоматизувати процеси, пов'язані з технологіями, сервісами і управлінням персоналом.

ERP-системи так само цінні і у фінансовому менеджменті. Модуль управління фінансами ERP — це програмне забезпечення, яке збирає фінансові дані та створює звіти, як-от бухгалтерські книги, звіти про прибутки та збитки, квартальні фінансові звіти, і тп.

Проте під час свого природного розвитку багато компаній розширюються за рахунок створення дочірніх компаній, якими можна керувати як окремими організаціями. Для того, щоб отримати необхідну детальну інформацію, зазвичай, доводиться переходити до іншого програмного модуля ERP-системи, щоб збирати дані транзакційного рівня, які складають

показники у прибутках і збитках [2]. В ідеалі користувач хоче мати можливість деталізувати та виявляти розбіжності одним натисканням кнопки, незалежно від того, де розташовані дані. І вже тоді без засобів реконсиляції бухгалтерського обліку кожної організації з материнською компанією неефективність і помилки можуть зашкодити процесу управління фінансами.

Ще більше труднощів виникає, коли компанії хочуть з тих чи інших причин змінити одну ERP-систему на іншу. Наприклад, бізнес швидко розвивається, і виявляється, що програмне забезпечення не відповідає його поточним потребам. Або сама ERP-система застаріла, не підтримує віддаленого доступу чи передачі даних в режимі реального часу. В усіх цих випадках необхідно буде виконати міграцію усіх даних зі старої ERP-системи на нову, що уже допускає велику ймовірність помилок у даних.

Враховуючи вищеподану інформацію, можна стверджувати, що створення програмного продукту, який дозволить автоматизувати процеси реконсиляції фінансової звітності в ERP-системах для компаній зі складною корпоративною системою управління або для компаній, які планують перехід на іншу ERP-систему, на сьогоднішній день є актуальним. Адже в кінцевому рахунку, правильна реконсиляція має важливе значення для підтримання точних фінансових записів і запобігання несанкціонованим витратам.

Список літератури

1. Frans D. J. van Schaik (2021) Reconciliation of budgeting and accounting, Public Money & Management.
2. Bergmann, A. & Fuchs, S. (2017). Accounting standards for complex resources of international organizations. Global Policy, 8(5), 26–35.

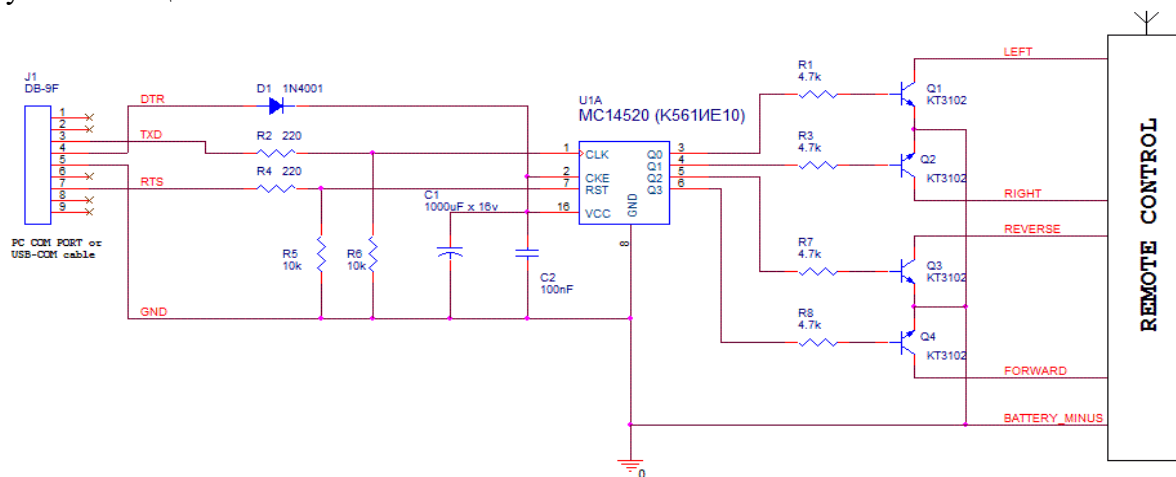
П.С. Луговий (Національний авіаційний університет)
В.М. Савчук (Національний авіаційний університет)

Автоматизація управління квадрокоптером

В наш час великою популярністю користуються квадрокоптери з наявністю камери, які, у свою чергу, використовуються журналістами, любителям відеозйомки і навіть спецслужбами.

Спеціальне обладнання дозволяє передавати відео в режимі он-лайн. HD камера дає можливість робити чудові фото та відео з висоти пташиного польоту.

Нами було прийнято рішення автоматизувати один з простих квадрокоптерів, в якості якого я взяв JJRC H9D 2.4G 4CH, що має чотири каналне управління, камеру. Завдання полягає в тому, щоб підключити стандартний пульт дистанційного керування до ПК через COM port (Рис 1), написати програмний додаток, який дозволить літати квадрокоптеру за заздалегідь запрограмованою програмою, а також здатне обробляти вхідне відео, захоплювати ціль і рухатися за цією метою.



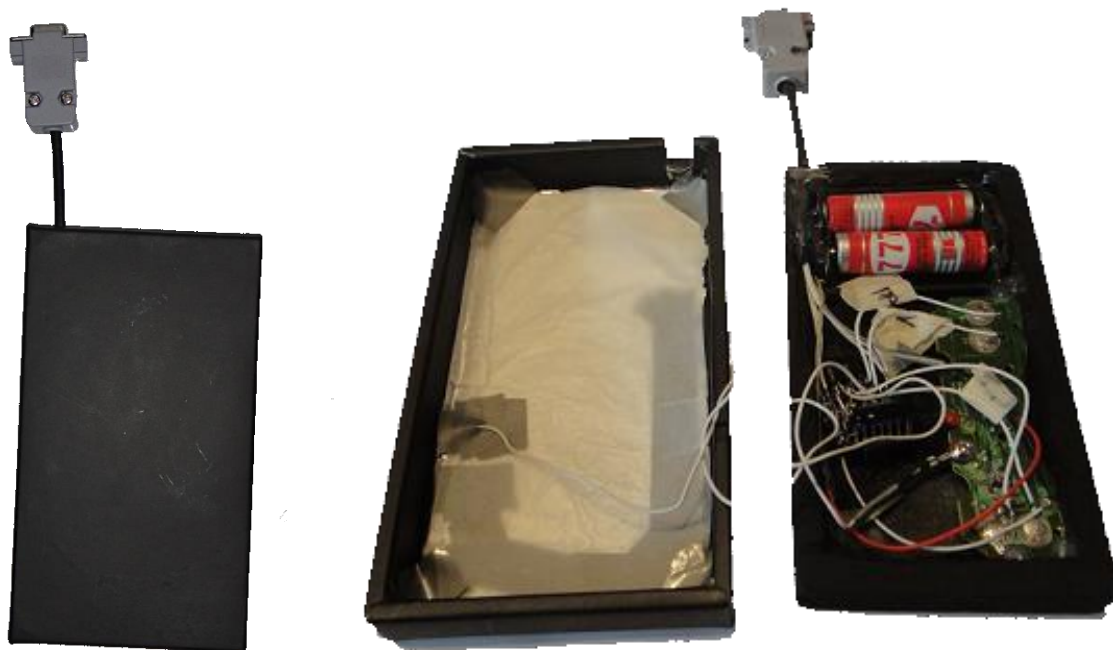
Мал. 1. схема підключення пульта дистанційного управління.

Схема дозволяє синтезувати 4 незалежні сигнали від COM порту комп'ютера, використовуючи при цьому мінімум компонентів.

Сама схема живиться від лінії DTR (тобто діод D1 відіграє роль захисту від зворотної полярності). Перед «синтезуванням» команди відбувається скидання лічильника шляхом подачі сигналу по лінії RTS. Потім імпульсами по лінії TXD лічильник накручується до потрібного стану.

Вихідні сигнали працюють за принципом загального колектора (open drain). Тобто. розбираємо пульт - об'єднуємо мінуси схеми керування та батареї пульта. Контакти органів управління, замикані кнопками пульта на "землю", підключаємо до колекторів відповідних транзисторів.[2]

Раніше вже було модернізовано пульт дистанційного керування, що дозволяє з комп'ютера керувати моделлю автомобіля. (Мал 2)



Мал. 2. пульт дистанційного управління.

Однак як система управління пультом, використовувалася вже одна з існуючих систем: SashRRC. Цей проект взаємодіяв з комп'ютером і за допомогою оператора (людини) виконував такі функції як: їздити назад, вперед і повертати праворуч, ліворуч.

Проект квадрокоптер - комп'ютер дозволить реалізувати більший функціонал, дає можливість розвивати напрямок та впроваджувати квадрокоптери у наше повсякденне життя.

Сьогодні практичні конструкції квадрокоптера набирає обертів у розвитку. Виробники квадрокоптерів сьогодні - це фірми та захоплені ентузіасти. Можна сказати, що ситуація повторює "золоте століття" комп'ютерів, коли перші пристрої випускалися буквально на колінах, у гаражі. Потім кустарні виробництва перетворювалися на великі фірми, всім відомі сьогодні Apple, IBM, HP та інші. Ви також можете виготовити свій квадрокоптер, або навіть почати проектувати та виробляти їх. [1]

Список літератури

1. Методи, моделі та інформаційні технології оцінювання станів складних об'єктів : монографія / Є. І. Кучеренко, В. Є. Кучеренко, І. С. Глушенкова, І. С. Творошенко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; Харк. нац. ун-т радіоелектроніки. – Х. : ХНАМГ : ХНУРЕ, 2012. – 276 с.
2. Дроны с нуля. Собери и настрой свой квадрокоптер. Терри Килби, Белинда Килби. OZON.RU Издательство: BHV, 2016.
3. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика. Яценков В.С. Издательство: БХВ-Петербург. 2016.

С. І. Отрох, дтн, проф, (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

М.І. Макаренко (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

Веб-додаток для пошуку місць тренування за геолокацією

Останнім часом велика кількість сфер переходить на дистанцій формат життя, що тягне за собою сидячий вид зайнятості. Безперечно це позначається на здоров'ї суспільства. Щоб залишатися у сучасному світі здоровою людиною, треба займатися спортом. Спорт у наш час впливає на дуже багато факторів у житті, таких як: положення у суспільстві, образ життя, ділове життя, також спорт формує моду, але найголовніше покращує здоров'я. Бо найцінніше що є в житті людини – це власне здоров'я. Тому актуальним є створення віртуальної платформи для реалізації можливостей щодо пошуку місць тренувань та партнерів для спільної мети.

Одним із варіантів реалізації таких можливостей є створення віртуальної спільноти, яка буде об'єднувати користувачів за певними потребами. Це можливо організувати шляхом створення відповідного інтернет-ресурсу, що буде статично накопичувати кількість користувачів за інтересами та потребами, в незалежності від місця знаходження цих користувачів.

Іншим варіантом реалізації даної потреби є створення веб-додатку, який буде виконувати ці вимоги більш географічно-акцентовано до місця знаходження користувача.

Головними критеріями при створенні додатку є:

- зручність – на цьому етапі користувач завжди повинен інтуїтивно розуміти де йому потрібно шукати необхідну інформацію;
- естетичність – не треба робити багато деталей, особливо яскравих. Так як увага користувача не зможе зосередитись на головній цілі, а завжди буде губитися. Людина не побачить цілісної картини дій. Краще дотримуватись мінімалізму та вже заздалегідь створеним стандартам та послідовності;
- гнучкість – не треба забувати, що машинальні дії у всіх різні. Тому користувачу завжди потрібно давати весь вибір який можливо робити на сайті, чи у додатку, чи на будь-яких інших ресурсах. Наприклад, якщо людина вже зареєструвалася на певному ресурсі, то наступного разу коли вона захоче зайти знову, дозвольте їй авторизуватися, а не вносити данні знову;
- ефективність – для ефективності веб-ресурсів потрібно, щоб користувач зміг налаштувати його під себе. Для цього можна зробити фільтрацію або сортування за певними параметрами;

Також, одним з найголовніших критеріїв при створенні веб-додатку є вміння правильно поставити мету.

Метою дослідження є розробка веб-додатку для спрощеного пошуку місць тренувань за геолокацією.

Для того щоб виявити актуальність теми було зроблено порівняння існуючих рішень. Виходячи з цього порівняння, було прийнято створити нове рішення, яке буде виконувати ті функції відсутність яких було знайдено.

Веб-додаток є універсальною інформаційною системою для усіх людей, які хочуть тренуватися неподалеку від місця свого знаходження. Додаток пропонує нам швидкий пошук місць тренувань за власною геолокацією. Для цього буде доступна зручна карта, на якій будуть відмічені ці місця. Для швидшого ознайомлення та розуміння, кожне з них буде містити фотокартку та невелику інформацію про себе. Якщо при пошуку потрібно знайти конкретну

вибірку місць для заняття спортом, то щоб мінімізувати часові затрати, це можна зробити за такими критеріями, як: тип майданчика, завантаженість та рейтинг за відгуками користувачів.

На карті буде показано такі місця тренувань, як: спортивні майданчики, стадіони, парки, сквери, тренажерні зали та фітнес центри. Також одним із параметрів є визначення завантаженості цих місць. Цей параметр відображає відсотковий показник від 0% до 100%, де 0% - мінімальна завантаженість, а 100% - максимальна завантаженість. За допомогою критерія відгуки, користувачі можуть залишати свої думки стосовно різних місць тренувань. На основі цих думок будуть генеруватися рейтинги. Вони будуть показувати популярні та більш рекомендовані місця за відгуками людей. Наступною функцією є налаштування радіусу пошуку. Вона надає можливість користувачу власноруч задати потрібний йому діапазон пошуку. Для зручності користувача, також, буде доступна функція прокладання маршруту. За допомогою неї людина зможе стовідсотково потрапити до місця призначення, навіть, в якому вона ще жодного разу не була.

Для користування веб-додатком треба пройти етап персоналізації. Це робиться для того, щоб прив'язати дані користувача до його майбутнього акаунту. Ця вимога є обов'язковою перед початком використання веб-додатку. Він пропонує нам live-чат, в який будуть додані користувачі для можливості пошуку напарника для спільних тренувань. Користувачі цього чату – це живі люди, які люблять займатися спортом, особливо на свіжому повітрі, та хочуть знайти собі компаньйона для майбутніх тренувань, щоб разом займатися спортом, ділитися досвідом та техніками, а замість отримувати нові навички. Також веб-додаток має функцію «Друзі поруч». Вона дозволяє побачити геопозиції людей яких ви додали до списку «Друзі», або, запросивши дозвіл на отримання інформації з вашої телефонної книги, перевірить чи є зареєстровані користувачі у цьому веб-додатку, якщо виникне співпадіння, програма автоматично додати цей контакт до списку «Друзі». Таким чином ви зможете побачити ще й геолокацію своїх товаришів.

На основі переліченої вище інформації, можна стверджувати, що створення веб-додатку, який буде надавати можливість скороченого пошуку місць тренувань є актуальним на сьогоднішній день. Додаток допоможе кожній людині у свій вільний час знайти місце для заняття спортом, а також потоваришувати з іншими користувачами, які мають спільні думки та інтереси, та є однодумцями у сфері спорту. Він є зручним та простим у використанні, а головне корисним, як для нових знайомств, так і для покращення здоров'я.

Список літератури

1. Технології розробки WEB-ресурсів [Електронний ресурс] : на- вчальний посібник / В. П. Молчанов, О. К. Пандорін. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 130 с.
2. Г.Г.Швачич, В.В.Толстой, Л.М.Петречук, Ю.С.Івашенко, О.А.Гуляєва, Соболенко О.В. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2017. –230 с.

С. І. Отрох, дтн, проф, (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
В.А. Гриценко (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

**Система обліку втраченого та пошкодженого майна внаслідок бойових дій,
надзвичайних ситуацій**

Для кожного українця 2022 рік став не лише поганим, але й, напевно, найгіршим за всі його роки життя. 24 лютого 2022 року Російська Федерація розпочала повномасштабне вторгнення на територію незалежної України, чим розв'язала жакливу кровопролитну війну. Цим кроком вона збудувала високу стіну між нашими народами. Ведучи тактику терору, РФ бездушно та жорстоко знищує все живе та неживе на території нашої Батьківщини. Масовані удари армії РФ по жилих кварталах, будинках та інфраструктурі несуть розруху та тисячі смертей українських військових, звичайних жителів та їхніх дітей. Цим вони показують свою жорстокість та нелюдність.

Одними з найголовніших наших сторін є безмежна хоробрість наших воїнів, неповторна незламність та патріотизм українців. Кожен з нас повинен боротися з цим ворогом незважаючи на те, ким він працює і де він знаходиться. Ми повинні пишатися нашими військовими, волонтерами, і просто звичайними українцями, які з честю та гідністю виконують свою роботу.

Хотілося б відмітити ефективність потужного волонтерського руху, який виник внаслідок розв'язання війни в Україні Російською Федерацією. Волонтери своїми діями не дають замерзнути та померти з голоду тисячам українців, які буквально залишилися без рідної домівки. Головною проблемою волонтерського руху є, нажаль, не найкраща комунікація між постраждалим мирним населенням та самими волонтерами. Багато випадків, коли волонтери банально не знають про те, що певна людина потребує допомоги. Також було б непогано, аби волонтери відразу знали чого саме потребує постраждалий перш за все.

Основною метою дослідження є створення системи, яка допоможе волонтерам взаємодіяти з постраждалим мирним населенням внаслідок бойових дій чи надзвичайних ситуацій. Система буде розрахована не тільки на період військових дій, але й на мирне життя, оскільки і за відсутності війни багато людей щодня потребують допомоги.

Головною ідеєю є налагодження комунікації між волонтерами та постраждалими.

Система буде розроблена у вигляді застосунку, який зможе завантажити простий користувач та залишити свою заявку про допомогу, вказавши власне майнове становище.

Система буде опитувати постраждалу особу, уточнювати всі деталі про постраждале майно. Звісно, є речі, без яких людина може жити, наприклад телевізор, приставка для ігор, тощо. Система передбачає лише ті речі, без яких не можна прожити або навіть існувати.

Скориставшись системою людина зможе вказати, наприклад, про пошкоджений дах, протікаючу стелю, підлогу, що провалилась або вибиті вікна, а волонтери побачивши потребу в цьому, зможуть допомогти з відновленням майна. Також, якщо людина має дефіцит товарів продуктового або господарського призначення, вона зможе вказати на це, і волонтери будуть знати чого саме потребує постраждалий.

Отже, зрозумівши потребу волонтерського руху на території усієї України, проаналізувавши дане становище та зрозумівши важливість волонтерського руху, можна зробити висновок про актуальність даної системи, її важливість та невідкладність. Можливо, розроблювана система не дасть комусь померти з голоду, або не залишить людину замерзати без даху над головою. Передбачається, щоб дана система допомагала

волонтерам та постраждалим людям, налагоджувала комунікацію та об'єднувала людей. Працюючи над цим проектом буде зроблено вклад у спільну перемогу народу України.

Список літератури

- 1) <https://www.malyk.com.ua/news/publication/volonterstvo-v-ukraini>
- 2) <https://volunteer.country/>
- 3) <https://www.the-village.com.ua/village/city/city-news/331765-stvorili-zastosunok-dlya>

О. В. Сарафанніков, С. І. Отрох
(Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”)

Розпізнавання поведінки водія на основі нейронних мереж

Безпека дорожнього руху є серйозною проблемою в усьому світі. Кількість транспортних засобів стрімко зростає, тому дана тема стає все більш актуальною. Багато дорожньо-транспортних пригод трапляються через людський фактор, зокрема важливою складовою розслідування обставин аварії є поведінка водія. Небезпечні дії під час керування транспортним засобом, такі як прийом їжі, користування телефоном тощо можуть спричинити тяжкі наслідки. Тому постає необхідність у інтелектуальному транспорті, функціонал якого допоможе розпізнавати поведінку за кермом. Така система моніторингу зможе надати точну інформацію про те, чи дозволені були дії водія.

Розпізнавання поведінки та емоцій є важливими галузями аналізу людської діяльності, які привернули велику увагу дослідників в області розпізнавання образів та поведінки людини на основі відео або нерухомих зображеннях. При розпізнаванні поведінки на основі відео використовується послідовність зображень у якості вхідних даних та об'єднується інформація про між кадровий рух для класифікації ознак [1]. Сьогодні велика кількість рішень даної проблеми пов'язані з обробкою нерухомих зображень. Пропонується наступна структура роботи: виділення ознак на основі зображень, а потім класифікація за ознаками поведінки [3].

Розпізнавання поведінки водія можна розглядати як один з розділів розпізнавання поведінки людини в цілому. Однак, існують деякі відмінності між розпізнаванням поведінки людини у житті та за кермом. Розпізнавання поведінки водія включає аспекти [4]:

- всі зображення фіксуються камерою, вмонтовану в автомобіль. Таким чином стаціонарний фон не дозволяє забезпечити глобальні та семантичні підказки для класифікації поведінки;

- різниця між стилями водіння проявляється у дрібних деталях, таких як кермо, руки, обличчя, поза сидіння;

- існуючі набори даних поведінки водіння містять недостатню кількість зображень, тому важко досягти високої точності, використовуючи глибокі нейронні мережі.

Варіанти розпізнавання поведінки водія наведені на рисунку 1.



а)



б)



в)



Рисунок 1 — Приклади зображень поведінки водія: а) розмови по телефону, б) прийом їжі за кермом, в) перемикання передач, г) руки на кермі, нормальна позиція, д) користування телефоном, е) паління за кермом

Глибокі згорткові мережі мають високу продуктивність у виявленні об'єктів і класифікації зображень. Зокрема, згорткові нейронні мережі на основі регіонів (R-CNN) використовують всі доступні контекстуальні сигнали для остаточного розпізнавання дій [2]. Контекстуальними сигналами є або об'єкт, який взаємодіє з людиною, або конкретні людські частини, які сприяють дії. Відповідно до [2], вхідні області R-CNN включають дві частини — первинну і вторинну область. Первинну область утворює сама людина, вторинну — обмежувальні рамки, згенеровані алгоритмом, які забезпечують контекстуальні сигнали для розпізнавання дій.

Обробка первинної області подібна до звичайної глибокої згорткової нейронної мережі. Тим не менш, R-CNN пропонує простий механізм, який використовує операцію оцінки класифікації вторинного регіону в балах, що забезпечує автоматичний вибір найбільш впливових контекстних частин для остаточного розпізнавання. Ця схема може не тільки виявляти контекстуальні підказки, але також може бути застосована для детального розпізнавання [2]. Потім класифікаційні бали первинного та вторинного регіонів подаються як вхідні дані для підготовки кінцевих результатів.

Запропонована система розпізнавання дій водія, базована на глибоких згорткових нейронних мережах, дозволяє розрізняти різні дії під час керування транспортним засобом. Розпізнавання відбувається на основі зображень за допомогою виявлення локальних ознак, що дає змогу ідентифікувати дії водія з більшою точністю.

Список літератури

1. Feichtenhofer, C., Pinz, A., Zisserman, A.: Convolutional twostream network fusion for video action recognition. In: 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 1933–1941 (2016). <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.213>
2. Georgia Gkioxari, Ross Girshick, and Jitendra Malik. Contextual action recognition with r*cnn. In *The IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, December 2015.
3. Qi, T., Xu, Y., Quan, Y., Wang, Y., Ling, H.: Image-based action recognition using hint-enhanced deep neural networks. *Neurocomputing* 267, 475–488 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.06.041>
4. Yaocong Hu¹, Mingqi Lu¹, Xiaobo Lu: Driving behaviour recognition from still images by using multi-stream fusion CNN. *Machine Vision and Applications* (2019) 30:851–865 <https://doi.org/10.1007/s00138-018-0994-z>

О.А. Сущенко, д.т.н., проф. (Національний авіаційний університет)

Параметричний синтез системи стабілізації та визначення курсу

Постановка проблеми. Створення високоточних систем за наявності параметричних збурень являє собою класичну проблему проектування сучасних систем управління. При багатьох класичних підходах до синтезу систем управління взагалі та систем стабілізації зокрема виходять із того, що значення параметрів є відомими. Але бажано виконувати синтез системи виходячи з можливості змінювання її параметрів у деякому діапазоні. Система вважається робастною, якщо вона характеризується достатнім рівнем стійкості та характеристик, для деякого діапазону змінювань параметрів та збурень.

Одним із найпоширеніших напрямів створення стійких до збурень систем стабілізації є параметричний синтез робастних систем, малочутливих як до варіацій параметрів системи, так і до відхилень параметрів моделі системи від її реальних значень. Синтез таких систем ґрунтується на мінімізації H_∞ – норми матричної передавальної функції замкненої системи. Відомий також підхід до синтезу сучасних систем, який ґрунтується на мінімізації H_2 -норми матричної передавальної функції замкненої системи, яка характеризує точність системи. З точки зору організації обчислювальних алгоритмів H_∞ – оптимізація значно складніша від H_2 – оптимізації. Оптимізація за кожним із розглянутих підходів має свої переваги. Методи синтезу на підставі мінімізації H_2 – норми забезпечують високу точність синтезованої системи, але при цьому вона залишається чутливою як до зовнішніх збурень, так і до параметричних збурень об'єкта керування. Застосування H_∞ – норми дозволяє забезпечити стійкість системи до зовнішніх збурень за умови її параметричної невизначеності. Оптимізація за змішаним критерієм дозволяє поєднувати ці переваги. Тоді синтезована система може характеризуватись оптимальною якістю за умови можливості її функціонування за наявності збурень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У наш час створенню робастних систем присвячено велику кількість наукових робіт. Основним ствердженням, яке визначило виникнення теорії робастності, є теорема Харітонова, яка вперше була сформульована в роботі [1]. Існує три основних напрямки розвитку теорії робастності. Перший підхід базується на праці [2], в якій вводиться поняття багатовимірної границі стійкості. Другий підхід викладено в праці [3], де вводиться поняття структурованого сингулярного числа, третій підхід, детально розглянутий у праці [4], є пов'язаним з застосуванням лінійних матричних нерівностей. В основу третього підходу покладено основні положення теорії стійкості А.М. Ляпунова. Сутність цього методу полягає в аналітичному пошуку лінійних регуляторів, які забезпечують екстремум деякого заданого функціоналу системи. При цьому оптимізація здійснюється для допустимих множин лінійних регуляторів із фіксованою або довільною структурою.

Одна з центральних ідей, на яких засновані методи аналізу робастної стійкості, виходить з поняття критерію стійкості Найквіста, на якому базується теорема про малий коефіцієнт підсилення [5].

Процедури параметричного та структурно-параметричного оптимального синтезу робастних систем управління літальних апаратів широкого класу на підставі змішаного H_2/H_∞ підходу представлені в роботах [6 – 8]. Розробка відповідних процедур для систем стабілізації та визначення курсу морського призначення ще потребує свого дослідження.

Створення математичного опису у просторі станів. Необхідність створення математичного опису у просторі станів зумовлюється наявністю автоматизованих процедур оптимального проектування, орієнтованих саме на моделі у просторі станів. З метою

визначення такого опису необхідно виконати лінеаризацію представлених раніше моделей. Для цього необхідно розглядати зовнішні впливи, які можуть описуватися лінійними виразами, з метою можливості лінеаризації тригонометричних виразів, які є основними складовими кінематичних співвідношень, прийняти кути поворотів платформи малими та знехтувати різницею осевих моментів. Слід зазначити, що кути α, β, γ дійсно є малими, але ж вони являють собою похибку побудовання вертикалі. Кут же розвороту платформи у площині горизонту γ взагалі малим не являється, але може вважатися таким для деяких режимів. З огляду на велику кількість режимів досліджуваної системи вважається доцільним виконати дослідження особливостей параметричної оптимізації на прикладі одного з режимів. Отже, лінеаризована модель системи стабілізації та визначення курсу в режимі попереднього приведення до горизонту набуває вигляду:

$$\dot{\omega}_{xp} = [-f\omega_x + k_1\delta_1 + k_4(-\delta_1 + k_3\beta)/T + H\omega_{0x}] / J_x;$$

$$\dot{\omega}_{yp} = [-f\omega_y + k_2\delta_1 - k_4(-\delta_2 + k_3\alpha)/T + H\omega_{0y}] / J_y;$$

$$\dot{\omega}_{zp} = [-f\omega_{zp} + k_5\gamma + H\omega_{0z}] / J_z;$$

$$\dot{\delta}_1 = (-\delta_1 + k_3\beta)/T;$$

$$\dot{\delta}_2 = (-\delta_2 + k_3\alpha)/T;$$

$$\dot{\beta} = \omega_{xp};$$

$$\dot{\alpha} = \omega_{yp};$$

$$\dot{\gamma} = \omega_{zp},$$

де k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 – коефіцієнти законів управління, $\omega_{0x}, \omega_{0y}, \omega_{0z}$ – зовнішні кутові швидкості, що діють на платформу, f – коефіцієнт тертя, δ_1, δ_2 – сигнали акселерометрів, T – стала часу, H – кінетичний момент.

Ця лінеаризована модель може бути представлена у просторі станів.

Особливості параметричної оптимізації Під час параметричної оптимізації системи стабілізації необхідно враховувати її особливості. Розглянемо ці особливості на прикладі режиму попереднього приведення до горизонту. По-перше, модель, яка описує систему у цьому режимі, являє собою астатичну систему другого порядку. Отже, для виконання параметричної оптимізації необхідно виконати мінімальну реалізацію системи. Аналіз системної матриці моделі системи стабілізації та визначення курсу показує, що її елементи розрізняються між собою приблизно на три порядки. З огляду на це вважається доцільним проведення збалансованої реалізації моделі. За оптимізовані параметри приймаються коефіцієнти передачі отриманої моделі. Результати параметричної оптимізації представлені на рис. 1.

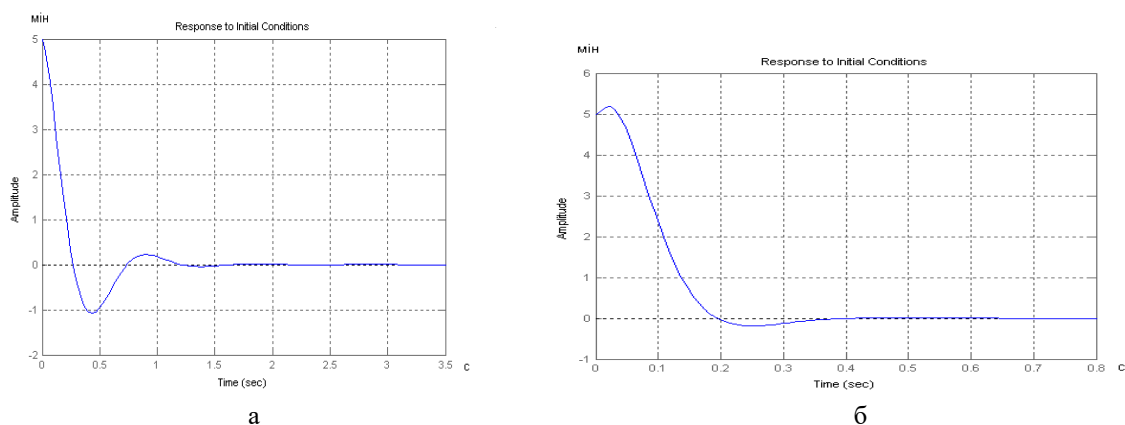


Рис. 1. Перехідні процеси по куту α : а – урахуванням демпфірування; б – синтезованої системи.

Як виходить з аналізу результатів моделювання, коефіцієнти передачі законів управління, визначені на основі процедури параметричної оптимізації, дозволяють значно покращити показники перехідного процесу за похибками побудування вертикалі у площині горизонту. Перш за все це стосується швидкодії перехідного процесу.

Висновки. В результаті отриманих досліджень визначено особливості процедури параметричного синтезу стійкої до збурень системи стабілізації та визначення курсу морського призначення, отримано вирази для завдання збурень в процесі синтезу, проаналізовано можливі закони керування системою в режимі попереднього приведення до горизонту та отримано оптимальний закон управління системою у цьому режимі.

Список літератури

1. Харитонов В.Л. Асимптотическая устойчивость положения равновесия систем дифференциальных уравнений // Дифференциальные уравнения. – 1978. – №11. – С. 2086–2088.
2. Safonov M.G., Athans M. A multiloop generalization of the circle criterion for stability margin analysis // IEEE Trans. On Automatic Control. – 1981. – Vol. 26, no2. – P. 415 – 422.
3. Doyle J.C. Analysis of feedback systems with structured uncertainties // IEE Proc. Pt. D: Control theory and applications. – 1982. – Vol. 129, no. 6 – P. 242–250.
4. Boyd S., Ghaoui E., Feron E., Balakrishnan V. Linear matrix inequalities in systems and control theory. – Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics. – 1994. – 193 p.
5. Zames G. On the input-output stability of time-varying nonlinear feedback systems. Part I, II // IEEE Trans. on Automatic Control. – 1966. – Vol. 11, no. 2. – P.228 – 238; Vol. 11, no. 3. – P. 465 – 476.
6. A.A.Tunik, R-Hyu, I.K.Ahn, C.H.Lim. Parametric Optimization Procedure for Robust Flight Control System Design. Proceedings of the KSAS Fall Annual Meeting 2000, KSAS Publication, Daejeon, Korea, pp. 293-300.
7. Tunik Anatol A., Hyeok Ryu, Hae-Chang Lee. Parametric Optimization Procedure for Robust Flight Control System Design // KSAS International Journal. Vol. 2, № 2, November 2001, pp. 95 – 107.
8. Квакернаак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. – М.: Мир, 1977. – 464 с.

Параметрична оптимізація при синтезі систем управління польотом легких безпілотних літальних апаратів

На сьогоднішній день широку увагу у всьому світі приділяють розвитку аерокосмічної галузі, зокрема легких безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Для забезпечення конкурентоспроможності та ефективності використання такого типу літальних апаратів необхідно, щоб вони мали невелику вартість та велику масу корисної ваги (що дозволить встановлювати апаратуру, необхідну для виконання конкретних поставлених цілей). З метою забезпечення перерахованих вимог на борту БПЛА відмовляються від використання автомату тяги та встановлюється мінімальна кількість недорогих датчиків, що призводить до того, що не всі фазові змінні вимірюються, а доступні виміри містять шум, це значно ускладнює синтез ефективної системи управління і робить неможливим чи неефективним використання стандартних законів [1, 2].

Розроблені раніше методи синтезу систем управління польотом БПЛА при неповних вимірах вектора станів, що базуються на застосуванні спостерігача Люенбергера [2] не дають чіткої відповіді щодо вибору полюсів спостерігача. Також залишається відкритим питання щодо визначення додатно-визначених симетричних вагових матриць, що входять у інтегральний квадратичний критерій швидкості переходу системи з початкового стану в нульовий.

Математична модель руху БПЛА описується рівняннями в просторі станів [1, 3]:

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}}(t) &= \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t); \\ \mathbf{y}(t) &= \mathbf{C}\mathbf{x}(t),\end{aligned}\tag{1}$$

де $\mathbf{A}$ та $\mathbf{x}(t)$ – матриця та вектор стану розмірами $n \times n$ та $n \times 1$ відповідно; $\mathbf{B}$ та $\mathbf{u}(t)$ – матриця та вектор управління розмірами $n \times m$ та $m \times 1$ відповідно; $\mathbf{C}$ та $\mathbf{y}(t)$ – матриця та вектор спостереження розмірами $l \times n$ та $l \times 1$ відповідно; при чому $l < n$. Шуми датчиків в даній моделі не враховуються.

Для моделі (1) необхідно синтезувати оптимальний лінійний детермінований регулятор шляхом мінімізації інтегрального квадратичного критерію виду [2]:

$$J = \int_0^{\infty} [\mathbf{x}^T \mathbf{R}_1 \mathbf{x} + \mathbf{u}^T \mathbf{R}_2 \mathbf{u}] dt,\tag{2}$$

де $\mathbf{R}_1$ та $\mathbf{R}_2$ – додатно-визначені симетричні вагові матриці.

В критерії (2) перша складова є мірою відхилення стану системи в момент t від нульового стану і характеризує якість (точність) управління, а друга враховує затрати потужності на управління.

Регулятор необхідно синтезувати для послідовного з'єднання об'єкта (моделі динаміки БПЛА) з виконавчим механізмом, що в свою чергу збільшує порядок об'єкту на кількість входів управління: $l < n + m$.

Для врахування турбулентності атмосфери при синтезі системи управління польотом застосовується стандартизована модель формуючого фільтру (фільтру Драйдена) [3].

Класичний варіант синтезу, запропонований Р. Калманом [2] припускає можливість вимірювання всіх компонентів вектора стану $\mathbf{x}(t)$. В такому випадку розмірність вихідного вектора $\mathbf{y}(t)$ співпадає з розмірністю $\mathbf{x}(t)$, тобто $l = n$ та матриця $\mathbf{C}$ представляє собою

одиначну діагональну матрицю розміром $(n \times n)$. У відповідності з вищевказаним методом розв'язок задачі оптимального управління для регулювання по вихідній змінній [2]:

$$\mathbf{u}(t) = -\mathbf{F}\mathbf{x}(t), \quad (3)$$

де $\mathbf{F}$ – матриця коефіцієнтів підсилення регулятора розміром $(m \times n)$, знак „-” враховує, що зворотній зв'язок від'ємний.

В задачі, що розв'язується, умова щодо вимірювання всіх змінних стану об'єкта не виконується. Для того, щоб скористатись класичним алгоритмом синтезу оптимального лінійного детермінованого регулятора [2] шляхом мінімізації критерію (2) необхідно відновити вектор стану системи. Це можна зробити за допомогою оптимального стохастичного спостерігача (фільтра Калмана) [2]. Та використання фільтра Калмана призводить до збільшення порядку системи вдвічі [2], отже і закон управління, який буде отримано в процесі синтезу, виходить досить складний. Реалізувати такий закон на простому бортовому комп'ютері, що має дуже обмежені ресурси важко, тому доцільно розглянути, як альтернативу, відновлення стану системи з використанням спостерігача пониженого порядку (фільтра Люенбергера) [2].

Матриця коефіцієнтів підсилення фільтра Люенбергера залежить від розміщення його полюсів, значення яких необхідно задати при синтезі фільтра. Оскільки значення полюсів суттєво впливають на результат відновлення вектору станів об'єкту, який в свою чергу враховується при синтезі системи управління, то їх вибір являє собою окрему задачу.

При синтезі оптимального лінійного детермінованого регулятора необхідно задавати значення $\mathbf{R}_1$ та $\mathbf{R}_2$, вибір яких також впливає на роботу системи управління.

Для вирішення поставлених задач в роботі пропонується застосування процедури параметричної оптимізації (мінімізації) H_2 -норми, як показника якості $J = H_2$, шляхом одночасного налаштування полюсів спостерігача пониженого порядку та додатно-визначених симетричних вагових матриці, що входять до інтегрального квадратичного критерію (2).

При оптимізації вводяться наступні умови:

- значення полюсів спостерігача від'ємні та дійсні;
- елементи додатно-визначених симетричних вагових матриць додатні та дійсні.

Оскільки граміан керованості, що обчислюється при знаходженні показника якості J , можна визначити лише для стійких і повністю керованих систем, то при зміні полюсів спостерігача та елементів матриць $\mathbf{R}_1$ та $\mathbf{R}_2$ в процесі виконання оптимізаційної процедури необхідно забезпечити стійкість системи. Для зведення задачі умовної оптимізації до задачі безумовної, включаємо до показника якості штрафну функцію PF , що обмежує розміщення полюсів всередині деякої області M на комплексній площині [4], тобто

$$J = H_2 + PF.$$

Розроблений підхід до вирішення поставленої проблеми було застосовано до «benchmark» моделі поздовжнього руху легкого БПЛА [4] з вектором стану $\mathbf{x}(t) = [V, \alpha, \vartheta, q, h]^T$, де V – швидкість БПЛА, α – кут атаки, ϑ – кут тангажа, q – кутова швидкість тангажа та h – висота польоту; вектором управління $\mathbf{u}(t) = [\delta_{elev}]$, де δ_{elev} – відхилення руля висоти та вектором вимірювань $\mathbf{y}(t) = [q, h]^T$.

H_2 – норми БПЛА з синтезованою системою управління є наступними:

- для детермінованого випадку 0.3600;
- для стохастичного – 2.0684.

Середньо квадратичні відхилення (с.к.в.) змінних стану замкненої системи з синтезованим регулятором наведені в табл. 1.

Таблиця 1

С.к.в. змінних стану					
V , м/с	α , град	ϑ , град	q , град/с	h , м	δ_{elev} , град
0.2125	0.3826	0.3237	0.9731	0.3833	0.2395

Результати моделювання замкненої системи у вигляді реакції системи на відхилення руля висоти для зміни висоти польоту на 50 м наведені на рис.1.

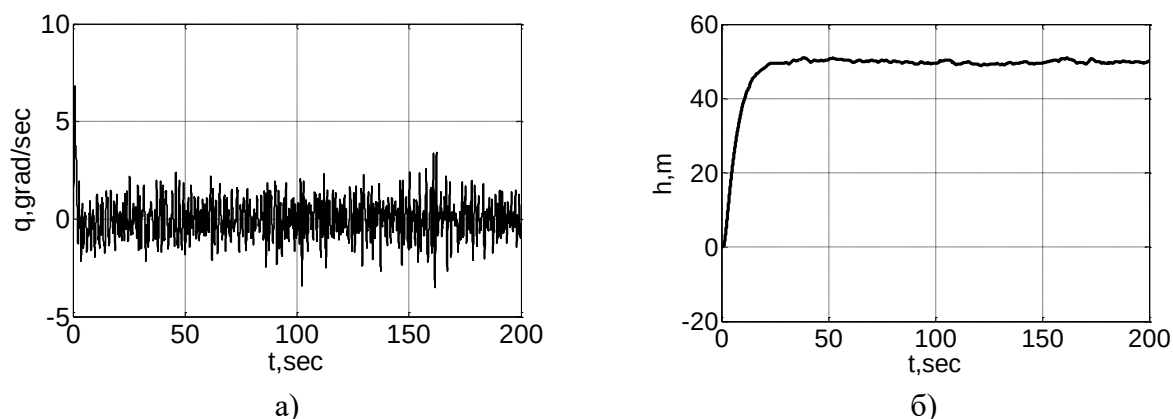


Рис. 1. Результати моделювання замкненої системи: перехідні процеси а) за кутовою швидкістю тангажа; б) за висотою

В роботі запропоновано та підтверджено прикладом ефективність застосування процедури параметричної оптимізації під час синтезу систем управління польотом легких БПЛА при стохастичних збуреннях і неповних вимірах вектора станів для визначення оптимальних значень полюсів спостерігача Люенбергера та вагових матриць, необхідних для синтезу оптимального детермінованого регулятора.

Список літератури

1. Klipa A., Sydorenko A. Influence of Number of Measured States on Accuracy and Robustness of Flight Control System // Proceedings of 2014 IEEE 3-rd International Conference: Methods and Systems of Navigation and Motion Control, 2014. – pp. 125-128.
2. Kwakernaak H., Sivan R. Linear Optimal Control Systems. Wiley-Interscience, 1972.
3. McLean D. Automatic flight control systems, Englewood: Prentice Hall Inc., 1990.
4. Tunik A., Ryu H., Lee H. Parametric optimization procedure for robust flight control system design // KSAS Int. Journal, Vol. 2, № 2, 2001, pp. 95-107.

Оптимальна модернізація гіростабілізатора

Динамічна атестація бортових навігаційних приладів, систем і комплексів - вид напівнатурного моделювання, основа якого складається в імітації за допомогою спеціальних стендів-генераторів динамічної обстановки місць установки засобів навігації на борту при реальних експлуатаційних просторових рухах автономних об'єктів. Саме в динамічних умовах реального руху об'єкта в бортових навігаційних пристроях виникають такі сили і моменти, що приводять до появи додаткових перехресних зв'язків між координатами вектора вихідного стану досліджуваних пристроїв, а також інтенсивних перешкод вимірів, незнання характеристик і неврахування яких, як правило, не дозволяє точно визначати цікаві параметри руху об'єкта навіть у крейсерських режимах.

На точність навігаційних вимірів істотний негативний вплив роблять також різні недосконалості конструкцій самих навігаційних пристроїв, якщо вони створювалися без відповідного обліку характеру перетворення вхідних стохастичних факторів, у пристроях визначальних рух їхньої підстави (палуби корабля, шпангоутів літака, і платформи стенда імітатора і т.п.), якщо бортові вимірники охоплюються без відповідних оцінок і розв'язок різними зворотніми зв'язками, з інших причин. Очевидно, що зазначені вище динамічні фактори не можуть у визначальній мірі не позначитися на реалізації спочатку передбачуваних функцій (законів) перетворення вхідної інформації конкретними навігаційними пристроями.

У більшості, від точності роботи сучасних навігаційних і керуючих систем рухливих об'єктів багато в чому залежить точність (якість) бортових вимірників (інерціальні навігаційні системи, астроорієнтири, гіростабілізатори і т.д.). Так наприклад, підвищити точність гіростабілізаторів (ГС) особливе місце серед яких займає малогабаритна гіровертикаль (МГВ) можливо за умови, якщо відомі реальні динамічні характеристики системи виміру вихідних реакцій і програмних сигналів ГС, а також збурювань і перешкод вимірів. Для цього необхідно експериментальним шляхом визначити реальні механізми дії вище зазначених факторів на досліджуваний пристрій, а також кількісно оцінити сили впливу останніх на характер функціонування пристрою. З цією метою, проведений етап динамічної атестації – вид напівнатурного моделювання, коли досліджуваний об'єкт, а саме МГВ містився і випробувався на динамічному стенді-імітаторі кутових просторових рухів об'єкта. На прикладі етапу проведення первинної обробки багатомірної навігаційної інформації, що доцільно проводити для подальшої структурної ідентифікації моделей динаміки досліджуваного пристрою, показані методика і можливий вид відображення результатів такої обробки. Оскільки в гіроскопії застосовуються найбільш прості системи з жорсткими зворотніми зв'язками, представляється можливим здійснювати корекцію досліджуваних пристроїв шляхом вибору оптимальних структур по спеціальних алгоритмах [1] з наступною реалізацією й установкою фільтрів спостерігачів на виході корегуемого навігаційного пристрою

Таким чином, запропоновані вище шляхи підвищення точності існуючих навігаційних пристроїв дозволяють надалі створювати конкурентноздатні вироби досліджуваного класу на базі відомих методів синтезу оптимальних систем стабілізації

Список літератури

1. Блохін Л.М., Буріченко М.Ю. Статистична динаміка систем управління – Підручник для ВНЗ. – до : НАУ, 2003. – с.208.

В.В. Гавриленко, д.ф.-м.н., проф. (Національний транспортний університет)
І.К. Сисоєв (Національний транспортний університет)
Ю.О. Руських (Національний транспортний університет)

Оцінка складності запиту у форматі json з використанням нейронних мереж

Нейронні мережі – це набір алгоритмів, створених за зразком людського мозку, призначених для розпізнавання шаблонів. Вони інтерпретують сенсорні дані за допомогою свого роду машинного сприйняття, маркування або кластеризації вихідних даних. Шаблони, які вони розпізнають, є числовими, містяться у векторах, у які мають бути переведені всі дані реального світу, будь то зображення, звук, текст або часові ряди.

Нейронні мережі допомагають нам кластеризувати та класифікувати. Ви можете розглядати їх як рівень кластеризації та класифікації поверх даних, які ви зберігаєте та керуєте ними. Вони допомагають групувати немарковані дані відповідно до подібності серед прикладів вхідних даних і класифікують дані, коли мають позначений набір даних для навчання. (Нейронні мережі також можуть витягувати функції, які передаються іншим алгоритмам для кластеризації та класифікації; тому ви можете розглядати глибокі нейронні мережі як компоненти більших програм машинного навчання, що включають алгоритми навчання з підкріпленням, класифікації та регресії.) [1, с. 1217].

JSON – це популярний формат текстових даних, який використовується для обміну даними у сучасних веб- та мобільних додатках. Крім того, JSON використовується для зберігання неструктурованих даних у файлах журналів або баз даних NoSQL, таких як Microsoft AzureCosmos DB. Багато веб-служб REST повертають результати у форматі JSON або приймають дані у форматі JSON. Наприклад, більшість служб Azure, таких як пошук Azure, служба сховища Azure та AzureCosmos DB, мають кінцеві точки REST, які повертають або приймають JSON. JSON – це також основний формат обміну даними між веб-сторінками та веб-серверами за допомогою дзвінків AJAX.

Функції JSON, які з'явилися у SQL Server 2016, дозволяють об'єднати принципи NoSQL та реляційних баз даних в одній базі даних. Тепер ви можете поєднувати в одній таблиці класичні реляційні стовпці зі стовпцями, які містять документи у форматі тексту JSON, аналізувати та імпортувати документи JSON у реляційні структури або формувати реляційні дані у текст JSON.

Поєднання нейронних мереж та JSON є одним зі найцікавіших процесів, так як це основа під все, що ми можемо спостерігати на сьогоднішній час, додатки, веб-сторінки, боти та інше [3, с. 1747].

Штучні нейронні мережі відрізняються адаптивністю, що означає, що вони змінюються в міру того, як навчаються під час початкового навчання, а наступні запуски надають більше інформації про світ. Основна модель навчання зосереджена на зважуванні вхідних потоків, тобто кожен вузол зважує важливість вхідних даних від кожного зі своїх попередників. Вхідні дані, які сприяють отриманню правильних відповідей, мають вищу вагу.

Коли ми говоримо про нейронні мережі та JSON, варто сформулювати їх у такому поясненні.

Позначення об'єктів JavaScript (JSON – JavaScriptObjectNotation) – стандартний текстовий формат для представлення структурованих даних на основі синтаксису об'єкта JavaScript. Зазвичай він використовується для передачі даних у веб-додатках (наприклад, для виправлення деяких даних із клієнтом сервера, таким чином, щоб вони могли відображатися на веб-сторінці чи на обороті) [2].

JSON представляє собою рядок, формат якого дуже схожий на буквенний формат об'єкта JavaScript. Ви можете включити одні й ті ж базові типи даних усередині JSON, так само як і в стандартному об'єкті JavaScript – рядки, числа, масиви, булеви та інші об'єктні літерали.

Підтримка JSON у SQL Server та базі даних SQL Azure дозволяє об'єднати принципи NoSQL та реляційних баз даних, які мають у собі нейронну мережу, легко перетворювати

реляційні дані на частково структуровані і навпаки. Однак, JSON не замінює існуючі реляційні моделі. Нижче наведено деякі конкретні варіанти використання з перевагами підтримки JSON у SQL Server та базі даних SQL.

Вони під собою мають також і такі критерії:

- Розгляньте можливість денормалізації моделі даних із полями JSON замість кількох дочірніх таблиць.
- Зберігайте інформацію про продукти, використовуючи в денормалізованій моделі безліч атрибутів змінних для забезпечення гнучкості.
- Завантажуйте, запитуйте та аналізуйте дані журналу, які зберігаються у вигляді JSON-файлів, використовуючи всі можливості мови Transact-SQL.
- Щоб проаналізувати дані Інтернету речей у режимі реального часу, завантажуйте вхідні дані безпосередньо до бази даних, а не розміщуйте їх у місці зберігання.
- Легко перетворюйте реляційні дані з бази даних у формат JSON, використовуваний інтерфейсами REST API, які підтримують ваш веб-сайт[1, с. 1219].

Мережі глибокого навчання закінчуються вихідним рівнем: логістичним або JSON класифікатором, який призначає ймовірність певного результату або мітки. Ми називаємо це прогнозуванням, але це прогнозування в широкому сенсі. Отримавши необроблені дані у формі зображення, мережа глибокого навчання може вирішити, наприклад, що вхідні дані з імовірністю 90 відсотків представляють людину.

Список літератури

1. JinfengRao,Hua.He.,Lin,J.2017. Experimentswithconvolutionalneuralnetworkmodelsforanswerselection. InProceedingsofthe 40th. International ACM SIGIR ConferenceonResearchandDevelopmentinInformation Retrieval. P. 1217–1220.
2. Dietz,M. 2017. Serverless deep machinelearninginproduction-thepythonicway. Доступно: <<https://blog.waya.ai/deploy-deep-machine-learning-in-production-the-pythonic-way-a17105f1540e>>[Дата звернення 5 листопада 2022].
3. Yoon, K. 2014. Convolutionalneuralnetworksforsentenceclassification. InProceedingsofthe 2014 ConferenceonEmpiricalMethodsInNaturalLanguage Processing (EMNLP 2014).P. 1746–1751.

Ю.В. Мельник, дтн, снс (Національний авіаційний університет)
О.М. Юрченко (Національний авіаційний університет)

Нечітка модель управління та діагностики керованої технічної системи

Все зростаюча складність сучасних об'єктів дослідження і їх унікальність призводить до порушення явного простеження причинно-наслідкових зв'язків в пізнавальному плані, що призводить дослідника до умов невизначеності при виборі або побудові математичної моделі через неповноту вихідних даних (знань) [1].

Природно, з точки зору управління, для досягнення правильного функціонування системи, необхідно знати точний її стан і своєчасно усувати передвідмовні $W_{\text{ДВ}}$ і відмовні $W_{\text{В}}$ стани, з метою мінімальної втрати якості Q_S і максимуму цільової функції системи V_S .

Узагальнену модель управління можна представити у вигляді зображеному на рис. 1.

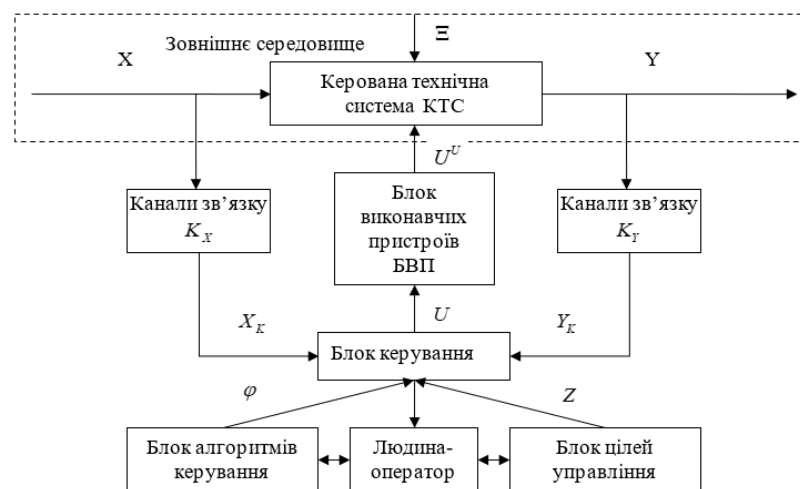


Рис. 1. Узагальнена модель управління технічною системою.

Узагальнена математична модель управління представляється в вигляді наступної впорядкованої множини:

$$M_{\text{УП}} = \langle T, X, Y, U, Q, Z, L, F, \phi, P, C, A, B \rangle \quad (1)$$

де $T = \{t\}$ - множина моментів управління (керування),

$X = \{x\}$ - множина вхідних впливів на КТС;

$Y = \{y\}$ - множина вихідних відгуків КТС;

$U = \{u\}$ - множина керуючих впливів на КТС;

$Q = \{q\}$ - множина внутрішніх станів;

$Z = \{z\}$ - множина цілей;

L, F - оператори переходу станів і виходів відповідно

В основі будь-якого управління лежить інформація, яка може бути представлена впорядкованою парою множин $In = \langle X_K, Y_K \rangle$, тоді само управління має залежність через алгоритм $U = \phi(In, Z)$, де Z це підмножина вибраних цілей управління, а ϕ це оператор який формує керування U , $\phi: In \times Z \rightarrow U$

З урахуванням вищевказаного модель управління можна представити залежністю:

$$Y = F(T, X, U, \Xi) \quad (2)$$

Оператор F визначається як $F = St, b$, де St - структура КТС, b - вектор параметрів.

Складовою частиною будь-якої складної системи управління є контроль і діагностика (КД) стану об'єкту управління (ОУ) або моніторинг. Агреговану модель системи КД можна уявити впорядкованою системою множин:

$$M_{KD} = \langle T^*, E, \theta, \Pi, \Phi, P, C, A, B \rangle,$$

де $E = \{\vec{e}_{ij}\}_{i=1}^m$ - множина технічних станів об'єкту управління, $E \subset Q$; $\vec{e} = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in})$, e_{ij} - узагальнена ознака i -го агрегованого стану, $j = 1, \dots, n$; $\theta = \{e_{ij}\}$, $i = 1, \dots, m$ - множина ознак всіх технічних станів.

Модель об'єкту контролю і діагностики описується математичними моделями справного і несправного технічного об'єкту:

$$Y = F_0(X, Q, T),$$

$$Y_i = F_i(X, Q, T), \quad i \in Def$$

де F_0, F_i - оператори справного і несправного стану ОУ; $Def = \{d_i\}$ - множина несправностей. При цьому $Def = \psi(E_d)$, E_d - множина несправних станів, $E_d \subset E$.

Однак найчастіше в реальних умовах здійснення завдань управління об'єктом ефективно і в повному обсязі не досягається через їх складності, неповноти інформації про навколишнє середовище і стан об'єкту, неточно сформульованої мети управління, обмеженості ресурсів, дефіциту часу прийняття рішення і інших чинників. У зв'язку з цим в моделі управління її складові можуть формулюватися в концепціях теорії нечітких множин.

Тоді в залежності від конкретної ситуації модель управління може бути представлена системою множин:

$$M_{UT} = \langle T, X, Y, U, \tilde{Q}, Z, L, F, \phi, G, C, A, B \rangle \quad (3)$$

Ієрархічна модель об'єкту управління з нечіткими складовими має вигляд:

$$Y = F_4(F_3(F_2(F_1(X_1, \tilde{U}_1, E_1), \tilde{U}_2, E_2), \tilde{U}_3, E_3), \tilde{U}_4, E_4) \quad (4)$$

Узагальнена математична модель системи контролю і діагностики в складі системи управління при нечітких умовах представляється упорядкованою множиною:

$$M_{KD} = \langle T^*, \tilde{E}, \theta, \Pi, \Phi, \tilde{G}, \tilde{C}, A, B \rangle$$

де $\tilde{E}$ - множина нечітких станів об'єкту управління, $\tilde{C}$ - множина нечітких цін перевірок або обмежень, $\tilde{G}$ - множина нечітких мір.

Ефективність і якість управління технічною системою залежить від ефективності функціонування кожної складової системи управління. Запропоновані математичні моделі системи контролю і діагностики в складі системи управління при нечітких умовах представляються актуальними для опису і проектування керованих технічних систем будь якої складності і призначення.

Список літератури

1. Методи, моделі та інформаційні технології оцінювання станів складних об'єктів : монографія / Є. І. Кучеренко, В. Є. Кучеренко, І. С. Глушенкова, І. С. Творошенко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; Харк. нац. ун-т радіоелектроніки. – Х. : ХНАМГ : ХНУРЕ, 2012. – 276 с.
2. Мельник Ю.В. Принципи інтелектуального управління телекомунікаційними мережами нового покоління / Мельник В.Ю. // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2017. – № 4(57). – С. 52-57.

М.П. Дивнич, доцент к.т.н. (*Національний авіаційний університет*)
Я.Г. Харченко (*Національний авіаційний університет*)

Сучасні оптичні методи, що застосовуються під час автоматизованого дослідження моделей літальних апаратів та авіадвигунів

Суттєво зменшити терміни розробки нових типів літальних апаратів та авіадвигунів можливо за рахунок автоматизації досліджень їх моделей у лабораторних умовах.

В таких дослідженнях застосовується принцип подібності об'єкта та його моделі. При цьому для максимального наближення до натурних умов в експериментальних установках забезпечується тотожність критеріїв подібності.

Важливою частиною експериментів є аеродинамічні дослідження за допомогою яких вивчається вплив аеродинамічних сил на пружні характеристики конструкцій літальних апаратів, особливості їх динаміки польоту, характеристики прикордонного шару повітря, просторові течії та інші. Основна вимога до експериментальної установки – вона не повинна спотворювати потік або створювати додаткові його збурення.

Цієї вимоги відповідають сучасні оптичні методи дослідження [1]. Існує декілька оптичних методів дослідження потоків. До них відносяться PIV метод, тіньовий фоновий метод та метод лазерної рефрактографії.

За допомогою PIV метода вимірюють розподілення двох компонент вектора швидкості у аеродинамічному потоці. Проводиться вимірювання миттєвого поля швидкості мікрочастинок. Для цього лазерним променем виділяється певна площа у потоці. Далі відбувається фотографування мікрочастинок, що знаходяться у цій площині. Потім через певний відомий проміжок часу знову робиться фотографія, що реєструється на цифровому носії інформації. Швидкість визначається зміною положення мікрочастинок за відомий інтервал часу.

Тіньовий фоновий метод заснований на реєстрації спотвореного зображення структурований фонових екранів [2]. Для візуалізації картини потоку рідини або газу використовують дві фотографії фонового екрану. Структура фонового екрану містить велику кількість маленьких деталей, що не повторюються, і які мають високий оптичний контраст. Перше зображення екрану виконують коли в потоці не має збурення. Потім у потік вноситься певні елементи, що його спотворюють. При наявності збурення у потоці змінюється коефіцієнт заломлення середовища потоку, що призводить до відхилення світла. На другому зображенні реєструється результат впливу елементів на характер потоку. Часто оптичними неоднорідностями в середовищі потоку є дефекти структури речовини або включення однієї речовини в іншу (наприклад, тумани, дими, суспензії, емульсії, колоїдні розчини та інше).

Лазерна рефрактографія це кількісна діагностика потоків неоднорідних середовищ яка заснована на рефракції структурованого лазерного випромінювання. Структуроване лазерне випромінювання отримується за допомогою дифракційних оптичних елементів. Дифракційні оптичні елементи створюють просторову модуляції інтенсивності випромінювання. Це дозволяє реєструвати рефракційні зображення з дискретною контурною структурою, що дозволяє підвищити точність кількісної характеристики потоків.

Список літератури

1. Crowder J.P. Handbook of flow visualization/ Crowder J.P - Taylor & Francis, 2001. - 131 p.
2. Meier G. E. A. Computerized background-oriented schlieren // Experiments in Fluids. 33. 2002. P. 181 – 187.

М.П. Дивнич, доцент к.т.н. (*Національний авіаційний університет*)

Вимірювання вектора істинної повітряної швидкості кута атаки та кута ковзання літального апарату

Важливим параметром польоту літального апарату є його повітряна швидкість. Якщо виміряти три складові вектора істинної повітряної швидкості, то можна визначити кут атаки та кут ковзання, з якими він рухається. Ця інформація важлива як для його пілотування так і навігації.

Пропонується такі вимірювання проводити за допомогою лазерного пристрою, в якому застосовується доплерівський метод [1].

Представлена структура лазерного доплерівського вимірювача (ЛДВ), який побудований за схемами диференціального типу та з опорним променем.

Вимірювання складової вектора істинної повітряної швидкості у площині симетрії літального апарату V_y та складової вектора у бічній площині V_z пропонується виконувати за допомогою ЛДВ диференціального типу. Для вимірювання складової вектора швидкості в напрямку повздовжньої осі літального апарату пропонується застосовувати ЛДВ з опорним променем. У ЛДВ істинної повітряної швидкості кута атаки та кута ковзання встановлюються два лазерні діоди, що працюють на довжинах хвиль λ_1 та λ_2 .

Випромінювання лазерного діода, що працює на довжині хвилі λ_1 , направляється на коліматор, що перетворює його у паралельний пучок променів. За коліматором встановлюється діафрагма з двома отворами, яка виділяє два лазерних променя. Ці промені об'єктивом направляються до зони вимірювання. Розсіяне на мікрочастинках лазерне випромінювання двома об'єктивами збирається та направляється на фотоприймач.

У приладі використовується розділення каналів вимірювання за часом та за довжинами хвиль. Для того, щоб виміряти V_y або V_z складові вектора істинної повітряної швидкості необхідно діафрагму з двома отворами, що встановлена за коліматором повернути на кут 90° (розділення каналів вимірювання за часом).

Другий фотодіод використовується для вимірювання V_x складової. Випромінювання цього діоду проходить напівпрозоре дзеркало, відбивається від непрозорого дзеркала та об'єктивом направляється до зони вимірювання швидкості.

Розсіяне аерозолями випромінювання, що має довжину хвилі λ_2 , (розділення каналів вимірювання за довжинами хвиль) відбивається від непрозорого та від напівпрозорого дзеркал. Після цього воно падає на фотоприймач.

Перед фотоприймачем встановлений селективний світлофільтр, який пропускає тільки те розсіяне випромінювання, що має довжину хвилі λ_2 . Для того, щоб виділити доплерівський зсув частоти на фотоприймач подається також частина випромінювання другого лазерного діоду.

За даними про три складові вектора істинної повітряної швидкості, можна визначити кут атаки α та кут ковзання β літального апарату:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{V_y}{V_x}\right), \quad \beta = \arctg\left(\frac{V_z}{V_x}\right).$$

Список літератури

1. Albrecht H.-E., Borys M., Damaschke N., Tropea C. Laser Doppler and phase Doppler measurement techniques/Albrecht H.-E.- Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004. – 740 p.

Д.А. Єлагін (Національний авіаційний університет)
Б.М.Дубчак (Національний авіаційний університет)

Проблематика та покращення лазерних дальнометрів

При проектуванні лазерних далекомірів істотні дві проблеми. Перший з них - це вибір лазера, що забезпечує необхідні характеристики (швидкість повторення імпульсів, потужність імпульсу, споживану потужність і т.д.). Друга проблема - розробка пристрою прийому відбитих сигналів з подальшою їх обробкою.

Класичні імпульсні далекоміри, як правило, містять в своєму складі твердотільний лазер, реалізований на кристалі Nd:YAG, з прокачуванням твердотільного активного елемента шляхом випромінювання імпульсних ламп. Як правило, такі далекоміри мають

частота повторення імпульсів не більше 10 Гц з розбіжністю лазерного випромінювання на виході далекоміра не менше $6 \cdot 10^{-4}$ рад, енергією імпульсу не більше 100 мДж і тривалістю імпульсу близько 10 нс. Отже, середня потужність таких вимірювачів дальності не перевищує 1 Вт. Діаметр лазерної плями від далекоміра в

Площина цілі, розташована на відстані 3 км, дорівнює 1, 8 м, що накладає обмеження на просторове дозвіл дальнього числа. Ці лазери характеризуються низьким значенням ефективності, що не перевищує декількох відсотків.

У сучасних високоточних системах прицілювання для вирішення ряду завдань (забезпечення вимірювання відстані до малогабаритної цілі, вимірювання дальності до цілі при русі носія; вимірювання дальності струму при роботі на швидкісній цілі і т.д.) до лазерних далекомірів пред'являється ряд додаткових вимог. Вони повинні мати:

- близька до дифракційної кутової розбіжності;
- частота вимірювання діапазону більше 10 Гц;
- можливість стабілізації лазерного променя в просторі за сигналами машини супроводу цілей;
- висока ефективність.

Один з перспективних напрямків побудови далекомірів з накопиченням сигналів, що задовольняють вищесказаному

Вимоги полягають у використанні імпульсних твердотільних лазерів з безперервною діодним накачуванням активного елемента і з модуляцією Q-фактора резонатора акустичним затвором. Наприклад, такий лазер з діодним насосом потужністю близько 9 Вт і частотою повторення імпульсів близько 30 кГц має середню потужність близько 3 Вт. З частотою рецидивів 5. . 6 кГц лазерні імпульси мають енергію не менше 300. . 400 мкДж і тривалістю близько 10 нс. Кутова розбіжність такого лазера дорівнює дифракції і при світловому отворі 18 мм становить 10^{-4} рада. На дальності 3 км діаметр лазерної плями становить 0,3 м. При цифровому синхронному підсумовуванні 100 відбитих імпульсів частота оновлення діапазону складе 60 Гц.

За останні 10 років був досягнутий великий прогрес в області напівпровідникових лазерів. Замість імпульсних насосних ламп успішно використовуються імпульсні напівпровідникові лінійки або масиви лазерних діодів, що дозволило підвищити ефективність таких твердо тільних лазерів до 5. . 8%.

В даний час далекоміри з напівпровідниковими лазерами як джерелом зондування імпульсів вже працювали один раз. Завдяки своїй невисокій вартості і невеликим розмірам вони затребувані в навігаційних системах маломірних суден і літаків з відносно невеликою максимальною вимірюваною дальністю. Крім того, вони витіснили далекоміри з твердо тільних лазерів з безперервною діодним прокачуванням і в ряді спеціальних зон. Далекіри з імпульсними напівпровідниками також працюють методом накопичення слабких

відображень Сигнали при багаторазовому зондуванні цілі в імпульсному режимі лазерного випромінювання. Далекоміри на основі напівпровідниковими лазерами відрізняються від далекомірів, виконаних на основі моно-імпульсного твердотілого лазера, конструкцією і конструкцією оптичної системи, що утворює зонduючий промінь. Оскільки якість вихідного пучка безперервних діодних накачуючих твердо тільних лазерів досить висока, вихідного формувача пучка немає (або використовується афокальна система зі збільшенням:

$$\Gamma = \frac{\varphi_0}{\varphi}$$

де φ_0 та φ — кути дивергенції випромінювання на виході і вході афокальної системи відповідно).

Якість променя, утвореного напівпровідниковим лазером, характеризується сильною асиметрією в ортогональних напрямках. Фокусна відстань об'єкта для формування напівпровідникового лазерного променя визначається як:

$$f = a / \varphi,$$

де a - ширина лазерної випромінювальної накладки;

де φ - необхідний кут розбіжності промацує променя.

Труднощі створення невеликої дивергенції в такому лазері зі збільшенням вихідної потужності обмежують дальність стрільби далекомірів з АПЛ до значення 1. . 2 км.

Сучасні лазерні імпульсні далекоміри виробляються такими великими закордонними комерційними компаніями, як Bosch, Leica, Zeiss, а також вітчизняними підприємствами: НДІ «Полюс», ВАТ «Красногорський завод ім. С.А. Зверева » та ін.

Всі вони мають відмінні ергономічні і малогабаритні характеристики, володіють широкою функціональністю (цифрова індикація дальності, режими роботи, наявність заряду батареї, інтерфейсу зв'язку з персональним комп'ютером, вимірювання швидкості об'єкта) і в основному розрізняються по дальності дії і точності вимірювання в залежності від передбачуваного використання.

Як приклад сучасних лазерних фазових далекомірів можна привести лазерні фазові далекоміри фірм Leica і Bosch, але як правило, в побутових фазових далекомірах використовується НПЛ видимого діапазону (Найчастіше 0,6.. .0,68 мкм) для полегшення процесу наведення.

Підводячи підсумок кожен з лазерів використовується та проектується за певним технічним завданням.

Список літератури

1. Лазерная дальнометрия / Л.А. Аснис, В.П. Васильев, В.Б. Волконский и др. М.: Радио и связь, 1995. 256 с.
2. Барышников Н.В., Бокшанский В.Б., Карасик В.Е. Приемо- передающие устройства лазерных локационных изображающих систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 84 с.

А.В. Журавель (Національний авіаційний університет)
Р.А. Ткаленко(Національний авіаційний університет)

Модель динаміки та руху мультикоптера

Все зростаюча необхідність останніх років мультикоптери привертала багато уваги до досліджень завдяки своїй маневреності, простоті конструкції, вигідності та здатності приймати корисне навантаження.

Для оцінки руху гексакоптера розглянемо базову модель (рис. 1,2), яка складається з легкої хрестоподібної конструкції з шістьма гвинтами, встановленими на її кінцях. Непарні гвинти (ротори 1,3,5) обертаються проти годинникової стрілки, тоді як парні (2,4,6) обертаються за годинниковою стрілкою

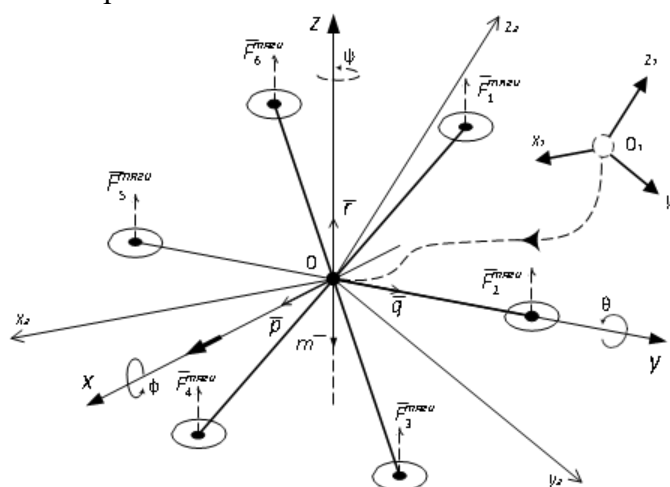


Рис.1.Схема руху мультикоптера,система координат у положенні простору

Як зазначалося, рух мультикоптера контролюється можливістю незалежної зміни швидкості роторів. Вважаючи мультикоптер твердим тілом, розглянемо рух вільного твердого тіла (рис. 1,2) щодо прямокутної нерухомої системи координат $O_1x_1y_1z_1$. Відповідно до теореми Ейлера-Шалля ,будь-який рух твердого тіла можна розглядати як сукупність поступального руху, що визначається рухом довільної точки тіла (полюса), і рухом тіла навколо цієї точки як нерухомої.

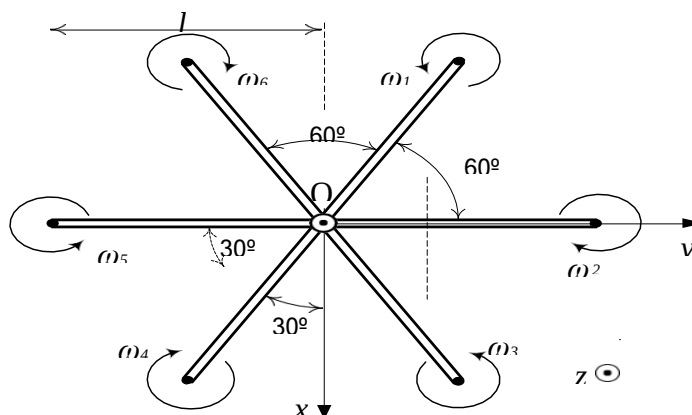


Рис.2.Конструкційна схема мультикоптера

Таким чином, загальна система диференціальних рівнянь руху мобільної мехатронної системи набуде вигляду:

$$\begin{cases} \dot{u} = vr - wq + F_x / m; \\ \dot{v} = wp - ur + F_y / m; \\ \dot{w} = uq - vp + F_z / m; \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \dot{p} &= \frac{I_z M_x}{I_x I_z - I_{xz}^2} + \frac{I_{xz} M_y}{I_x I_z - I_{xz}^2} + \frac{(I_x - I_y + I_z) I_z}{I_x I_z - I_{xz}^2} pq + \frac{(I_y - I_z) I_z - I_{xz}^2}{I_x I_z - I_{xz}^2} qr; \\ \dot{q} &= \frac{M_y}{J_y} - \frac{(J_x - J_z) pr}{J_y} - \frac{J_{xz} (p^2 - r^2)}{J_y}; \\ \dot{r} &= \frac{I_{xz} M_x}{I_x I_z - I_{xz}^2} + \frac{I_x M_x}{I_x I_z - I_{xz}^2} + \frac{(I_x^2 - I_x I_z + I_{xz}^2)}{I_x I_z - I_{xz}^2} pq + \frac{(I_y - I_x - I_z) I_{xz}}{I_x I_z - I_{xz}^2} qr \end{aligned}$$

де I_z, I_{xz}, I_y – момент інерції відносно координатних вісей;

де M_x, M_y, M_z - проекції суммарного моменту сил на зв'язані вісі;

де J_y - осьовий момент інерції по y ;

де I_{xz}^2 - вертикальна симетрія мультикоптера.

Подані рівняння описують динаміку несиметричного мультикоптера з урахуванням прийнятих припущень. З системи рівнянь руху апарату впливає окремий випадок – динамічно симетричного мультикоптера (Oz – центральна вісь динамічної симетрії тіла). Як видно, рівняння є нелінійними і їх точне рішення за допомогою аналітичних методів та стандартних засобів у загальному випадку неможливе.

Для чисельної оцінки руху мультикоптера (гексакоптера) буде розглянуто базову модель, яка складається з хрестоподібної несучої конструкції з шістьма гвинтами, встановленими на її кінцях. Непарні гвинти (ротори 1,3,5) обертаються проти годинникової стрілки, тоді як парні (ротори 2,4,6) обертаються за годинниковою стрілкою.

При проведенні практичних розрахунків вважатимемо інерцію двигунів літального апарату малою, вважаючи, що гіроскопічні сили роторів та гвинтів незначні. Зауважимо, що рівняння, що описують рух мобільної мехатронної системи, значно спрощуються, якщо розташувати зв'язкову систему координат $Oxyz$ (будівельні осі апарату) за його головними осями інерції (за умови, що ми заздалегідь обчислили напрямки головних осей інерції літального апарату).

У висновку розрахунки показують, що, прийнята вертикальна симетрія мультикоптера, за умови сталості маси, дає чисельні значення I_{xz} значно менші, ніж I_x, I_y і I_z (тобто. I_{xz} при проведенні оцінних розрахунків надалі можна буде певною мірою пренеб-мова). Подальше дослідження рівнянь руху мультикоптера, а також їх вирішення здійснюється за допомогою методів комп'ютерного моделювання.

Список літератури

1. R. C. Nelson, Flight Stability and Automatic Control. Boston, MA: McGraw-Hill, 2nd ed., 1998.
2. Etkin and L. D. Reid, Dynamics of Flight: Stability and Control. New York: John Wiley & Sons, 1996.
3. B. L. Stevens and F. L. Lewis, Aircraft Control and Simulation. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2nd ed., 2003.

Д.А. Єлагін (Національний авіаційний університет)
Б.М.Дубчак (Національний авіаційний університет)

Проблематика та покращення лазерних дальнометрів

При проектуванні лазерних далекомірів істотні дві проблеми. Перший з них - це вибір лазера, що забезпечує необхідні характеристики (швидкість повторення імпульсів, потужність імпульсу, споживану потужність і т.д.). Друга проблема - розробка пристрою прийому відбитих сигналів з подальшою їх обробкою.

Класичні імпульсні далекоміри, як правило, містять в своєму складі твердотільний лазер, реалізований на кристалі Nd:YAG, з прокачуванням твердотільного активного елемента шляхом випромінювання імпульсних ламп. Як правило, такі далекоміри мають

частота повторення імпульсів не більше 10 Гц з розбіжністю лазерного випромінювання на виході далекоміра не менше $6 \cdot 10^{-4}$ рад, енергією імпульсу не більше 100 мДж і тривалістю імпульсу близько 10 нс. Отже, середня потужність таких вимірювачів дальності не перевищує 1 Вт. Діаметр лазерної плями від далекоміра в

Площина цілі, розташована на відстані 3 км, дорівнює 1, 8 м, що накладає обмеження на просторове дозвіл дальнього числа. Ці лазери характеризуються низьким значенням ефективності, що не перевищує декількох відсотків.

У сучасних високоточних системах прицілювання для вирішення ряду завдань (забезпечення вимірювання відстані до малогабаритної цілі, вимірювання дальності до цілі при русі носія; вимірювання дальності струму при роботі на швидкісній цілі і т.д.) до лазерних далекомірів пред'являється ряд додаткових вимог. Вони повинні мати:

- близька до дифракційної кутової розбіжності;
- частота вимірювання діапазону більше 10 Гц;
- можливість стабілізації лазерного променя в просторі за сигналами машини супроводу цілей;
- висока ефективність.

Один з перспективних напрямків побудови далекомірів з накопиченням сигналів, що задовольняють вищесказаному

Вимоги полягають у використанні імпульсних твердотільних лазерів з безперервною діодним накачуванням активного елемента і з модуляцією Q-фактора резонатора акустичним затвором. Наприклад, такий лазер з діодним насосом потужністю близько 9 Вт і частотою повторення імпульсів близько 30 кГц має середню потужність близько 3 Вт. З частотою рецидивів 5. . 6 кГц лазерні імпульси мають енергію не менше 300. . 400 мкДж і тривалістю близько 10 нс. Кутова розбіжність такого лазера дорівнює дифракції і при світловому отворі 18 мм становить 10^{-4} рада. На дальності 3 км діаметр лазерної плями становить 0,3 м. При цифровому синхронному підсумовуванні 100 відбитих імпульсів частота оновлення діапазону складе 60 Гц.

За останні 10 років був досягнутий великий прогрес в області напівпровідникових лазерів. Замість імпульсних насосних ламп успішно використовуються імпульсні напівпровідникові лінійки або масиви лазерних діодів, що дозволило підвищити ефективність таких твердо тільних лазерів до 5. . 8%.

В даний час далекоміри з напівпровідниковими лазерами як джерелом зондування імпульсів вже працювали один раз. Завдяки своїй невисокій вартості і невеликим розмірам вони затребувані в навігаційних системах маломірних суден і літаків з відносно невеликою максимальною вимірюваною дальністю. Крім того, вони витіснили далекоміри з твердо тільних лазерів з безперервною діодним прокачуванням і в ряді спеціальних зон. Далекімири з імпульсними напівпровідниками також працюють методом накопичення слабких

відображень Сигнали при багаторазовому зондуванні цілі в імпульсному режимі лазерного випромінювання. Далекоміри на основі напівпровідниковими лазерами відрізняються від далекомірів, виконаних на основі моно-імпульсного твердотільного лазера, конструкцією і конструкцією оптичної системи, що утворює зондуючий промінь. Оскільки якість вихідного пучка безперервних діодних накачуючих твердо тільних лазерів досить висока, вихідного формувача пучка немає (або використовується афокальна система зі збільшенням:

$$\Gamma = \frac{\varphi_0}{\varphi}$$

де φ_0 та φ — кути дивергенції випромінювання на виході і вході афокальної системи відповідно).

Якість променя, утвореного напівпровідниковим лазером, характеризується сильною асиметрією в ортогональних напрямках. Фокусна відстань об'єкта для формування напівпровідникового лазерного променя визначається як:

$$f = a / \varphi,$$

де a - ширина лазерної випромінювальної накладки;

де φ - необхідний кут розбіжності промацує променя.

Труднощі створення невеликої дивергенції в такому лазері зі збільшенням вихідної потужності обмежують дальність стрільби далекомірів з АПЛ до значення 1. . 2 км.

Сучасні лазерні імпульсні далекоміри виробляються такими великими закордонними комерційними компаніями, як Bosch, Leica, Zeiss, а також вітчизняними підприємствами: НДІ «Полюс», ВАТ «Красногорський завод ім. С.А. Зверева » та ін.

Всі вони мають відмінні ергономічні і малогабаритні характеристики, володіють широкою функціональністю (цифрова індикація дальності, режими роботи, наявність заряду батареї, інтерфейсу зв'язку з персональним комп'ютером, вимірювання швидкості об'єкта) і в основному розрізняються по дальності дії і точності вимірювання в залежності від передбачуваного використання.

Як приклад сучасних лазерних фазових далекомірів можна привести лазерні фазові далекоміри фірм Leica і Bosch, але як правило, в побутових фазових далекомірах використовується НПЛ видимого діапазону (Найчастіше 0,6.. .0,68 мкм) для полегшення процесу наведення.

Підводячи підсумок кожен з лазерів використовується та проектується за певним технічним завданням.

Список літератури

1. Лазерная дальнометрия / Л.А. Аснис, В.П. Васильев, В.Б. Волконский и др. М.: Радио и связь, 1995. 256 с.
2. Барышников Н.В., Бокшанский В.Б., Карасик В.Е. Приемно- передающие устройства лазерных локационных изображающих систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 84 с.

Дискретні логічні системи керування рухом електроприводів

Загальна характеристика ДЛСК

Дискретні логічні системи керування (ДЛСК) забезпечують автоматизацію руху робочих органів установки в технологічних режимах. Це означає, що ДЛСК виробляє і подає команди на виконання у певній послідовності операцій вибору напрямлення і швидкості руху, пуску, гальмування, створення паузи, поновлення руху, а також захистного відключення електропривода й зупинки робочих органів в аварійних режимах.

Установка може мати декілька робочих органів (РО), кожен з яких приводиться в рух своїм індивідуальним двигуном. Необхідний технологічний режим таких установок здійснюється узгодженою роботою двигунів, яка забезпечується ДЛСК. До таких установок відноситься ліфт, який має в якості робочих органів кабінку, двері кабінки і двері ліфта, багато координатний маніпулятор, помповий агрегат з системою заливки води тощо.

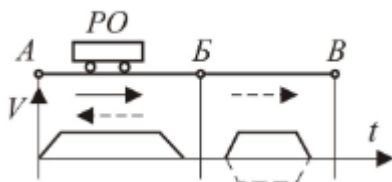


Рис.1 Діаграма технологічного циклу

Для багатьох можливих циклів переміщення РО є характерною типова діаграма руху, зображена на рис.1. Цей цикл передбачає переміщення з вихідної позиції (А) в другу (Б) з можливим рухом до наступної позиції (В) або повернення на позицію А. Рух РО чергується з часовими паузами, необхідними за технологічними умовами роботи електропривода.

Способи реалізації ДЛСК

Системи керування на релейних чи простих логічних елементах вимагають великої кількості елементів, що ускладнює їх монтаж, збільшує габарити і зменшує надійність. Тому у даний час перевагу віддають побудові ДЛСК на базі мікросхем, зокрема, програмованих логічних матриць (ПЛМ), апаратних контролерів (АК) і програмованих логічних контролерів (ПЛК).

Програмована логічна матриця представляє собою мікросхему, основою якої є мікросхема PLM, яка виконує операції І, АБО, НІ. За допомогою цих операцій реалізують будь-яку логічну функцію. Зв'язок логічних змінних ПЛМ з фізичними вхідними впливами здійснюється через вузол вводу (набір кнопок, шляхових перемикачів тощо), а зв'язок з силовою частиною системи керування (електроприводом) – через вузол виводу (контактори, твердотільні реле, симистори тощо).

Перевага ПЛМ – висока швидкодія із-за паралельного принципу роботи і простота реалізації. Недолік – необхідність зміни ПЛМ при зміні алгоритма роботи. Тому їх використовують у випадку сталого циклічного технологічного процесу.

Автоматизацію роботи електропривода в складних технологічних циклах здійснюють на базі апаратних контролерів, які складаються з трьох мікросхем: мультиплексора, дешифратора і лічильника. Програма роботи АК задається відповідним з'єднанням його складових, кожна з яких представляє собою окрему мікросхему.

Найбільш універсальним засобом реалізації ДЛСК є програмований логічний контролер (ПЛК), який дозволяє змінювати алгоритм керування програмними засобами.

Робота ПЛК базується на послідовному принципі формування алгоритму. Тому швидкодія його менша, ніж у апаратного контролера.

Вихідними даними для вибору ПЛК є:

- число вхідних змінних;
- число внутрішніх змінних;
- число вихідних змінних.

У складі ПЛК можна виділити такі блоки (рис.2):

- пристрої вводу (ПВ1) і виводу (ПВ2) вхідних і вихідних логічних змінних;
- логічний пристрій (ЛП), який виконує операції І, АБО, ПОВТОРЕННЯ;
- запам'ятовуючий пристрій (ЗП), який запам'ятовує внутрішні змінні у процесі формування вихідних функцій;
- пристрій затримки часу – таймер (Т) для створення пауз в циклах;
- програмний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП) для зберігання команд, які формують алгоритми керування;
- керуючий пристрій (КП), який забезпечує узгоджену послідовність роботи всіх складових частин ПЛК.

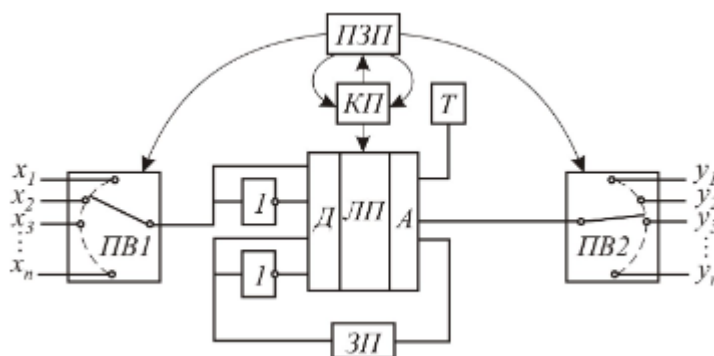


Рис.2 Блочна схема програмованого логічного контролера

Дискретна логічна система керування проста за виконанням, легко програмується і дозволяє автоматизувати роботу електропривода у складних технологічних циклах, алгоритми роботи яких необхідно часто змінювати.

Список літератури

1. Автоматизований електропривод. Навчальний. посібник. –Рівне: НУВГП, 2010. – 238 с.
2. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи./ За ред. М.Г. Поповича і О.Ю. Лозинського. – Київ: “Либідь”,2005, – 780с.
3. Электротехнический справочник./ под ред. В.Е. Герасимова, т.3, кн.2. – М.:Атомиздат, 1988, – 658с.

Класифікація та особливості підсилювачів систем автоматики.

У системах автоматики підсилювачі збільшують потужність вхідного сигналу, тому що сигнали датчиків, як правило, мають потужність недостатню, щоб пустити в хід виконавчий елемент. У деяких випадках одночасно з підсиленням вхідного сигналу в підсилювачі здійснюється також і якісне перетворення сигналу: постійний струм перетворюється в змінний, змінний у постійний і т.д. Для роботи підсилювачів необхідне допоміжне джерело енергії. У залежності від виду енергії допоміжного джерела підсилювачі поділяються на електричні, гідравлічні, пневматичні і комбіновані.

Електричні підсилювачі. У залежності від фізичного принципу, покладеного в основу процесу підсилення, можуть бути електронними, іонними, магнітними, електромеханічними, діелектричними та ін. електронних підсилювачах використовуються електронні лампи, транзистори, тиристори і тиратрони. Підсилювачі на електронних лампах і тиратронах знаходять у даний час дуже обмежене застосування, тому що вони істотно поступаються за довговічністю, надійністю, ККД, габаритами, стабільністю до механічних впливів транзисторним і тиристорним підсилювачам.

Магнітні підсилювачі. Розглянемо дросель, у якому відбувається одночасне намагнічування постійним і змінним магнітними полями. Крива намагнічування матеріалу показана на рис. 1. Нехтуючи активним опором обмотки $W_{\sim}$ і розсіюванням магнітного потоку, одержимо при синусоїдальній зміні напруги $U_{\sim}$ джерела змінного струму

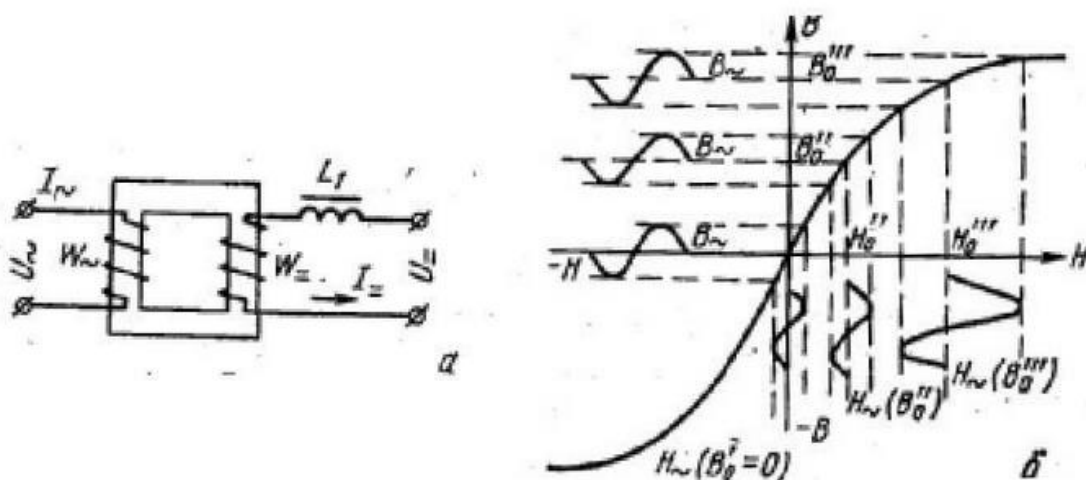


Рис. 1 – Схема дроселя і його характеристики

синусоїдальну зміну магнітної індукції $B_{\sim}$, що накладається на постійну складову індукції B_0 . У цьому випадку для різних значень B_0 магнітної індукції можна побудувати криві зміни напруженості $H_{\sim}$ магнітного поля в дроселі. Величина B_0 залежить від величини постійного струму підмагнічування I_y . В міру збільшення постійної складової магнітної індукції режим роботи дроселя зміщується в область насичення; напруженість магнітного поля також зростає. За аналогічною кривою буде змінюватися і струм $I_{\sim}$ в обмотці дроселю $W_{\sim}$. Таким чином, шляхом зміни струму підмагнічування і B_0 можна керувати струмом $I_{\sim}$. Це здійснюється за рахунок того,

що при зростанні струму підмагнічування зменшується магнітна проникність μ унаслідок зміни відношення B_0 до H_0 . Зменшення μ призводить до зниження індуктивного опору L дроселя:

$$L = k_1 W^2 A \mu / l, (1)$$

де A – перетин сердечника дроселя; l – довжина магнітного ланцюга; W – число витків в обмотці змінного струму; k_1 – коефіцієнт пропорційності.

Крива зміни струму $I_{\sim}$ у часі і відповідно напруженості полю $H_{\sim}$ утворюється при підмагнічуванні несиметричною, тобто вона містить другу і більш високі парні гармоніки. В обмотці $W_{\sim}$ підмагнічування дроселя індукує, як і у вторинній обмотці трансформатора, значна напруга, у результаті чого змінний струм буде протікати через джерело постійної напруги. Для усунення цього явища вмикають індуктивність L_1 . Обидва зазначені недоліки обмежують застосування простих дроселів і змушують досліджувати більш складні схеми.

Одна з таких схем, складена з двох розглянутих вище дроселів, наведена на рис. 2. Обмотка підмагнічування W_y виконана на середньому стрижні, у якому змінні потоки $\Phi_{1\sim}$ і $\Phi_{2\sim}$ спрямовані назустріч один одному і взаємно знищуються. Простота і надійність конструкції, можливість керувати змінним струмом великого розміру за допомогою слабого постійного струму забезпечили широке застосування описаних дроселів, які називаються дроселями насичення, в автоматичні. Залежність струму $I_{\sim}$ у навантаженні від струму управління I_y при $U_{\sim} = \text{const}$ виражається симетричною кривою управління (рис. 2, б). За відсутності підмагнічування через опір навантаження протікає деякий початковий струм I_0 і, отже, є початкова потужність P_0 .

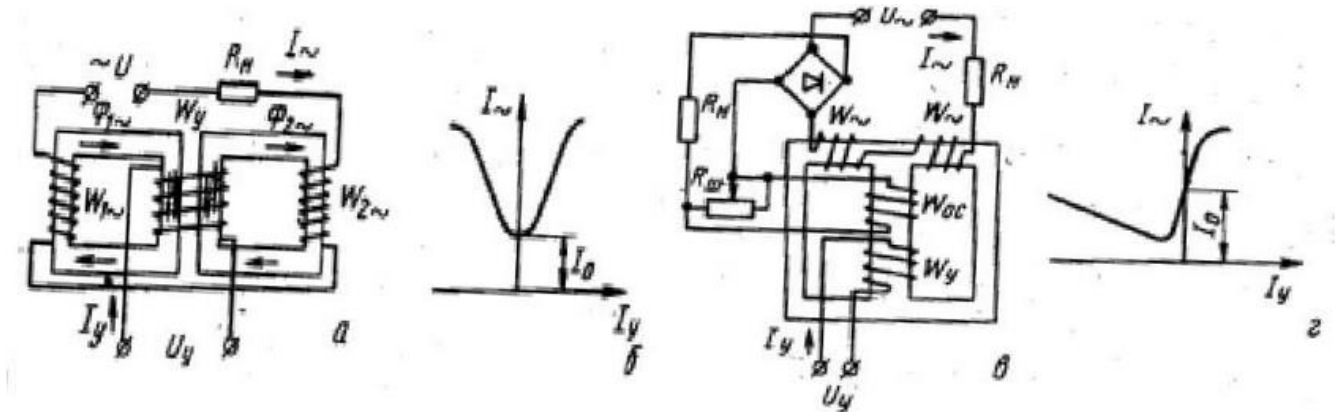


Рис. 2 – Схеми магнітних підсилювачів із двома дроселями (а), зворотним зв'язком (в) та їхні характеристики (б, г)

Сердечники магнітних підсилювачів виготовляються із феромагнітних сплавів і феритов. Магнітні підсилювачі працюють при частотах живлення 50 або 400...500 Гц, а також при частотах до 2 кГц. Постійна часу T магнітних підсилювачів змінюється від сотих і десятих часток секунди для малопотужних підсилювачів до кількох секунд для могутніх підсилювачів.

Електромагнітні реле перетворюють електричний сигнал у зміщення якоря електромагніту, що викликає замикання чи розмикання контактів. Електромагнітні реле можна розглядати як один з видів електричних підсилювачів, тому що потужність сигналу, необхідна для спрацьовування реле, може бути істотно меншою потужності електричного ланцюга, яким керують контакти реле. Електромагнітні реле можуть бути постійного і змінного струму.

Електромагнітне нейтральне реле постійного струму працює незалежно від напрямку (полярності) струму в обмотці.

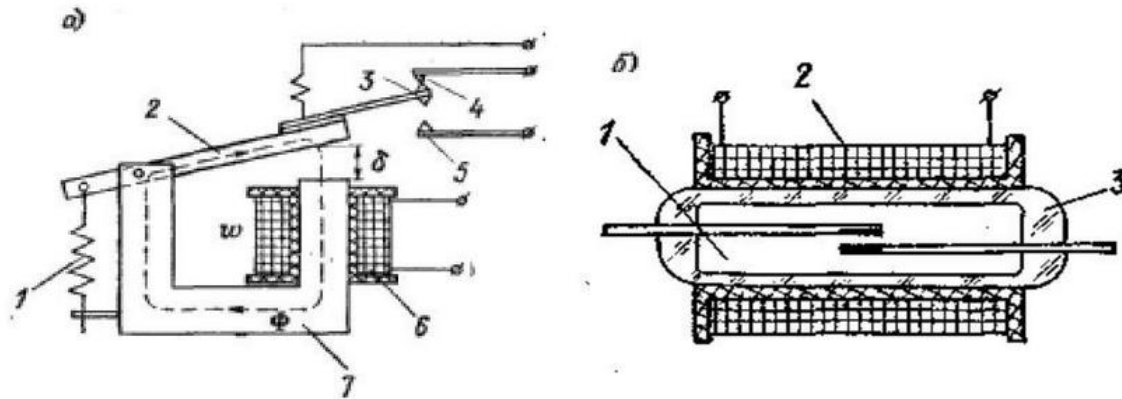


Рис. 4 – Електромагнітні нейтральні реле: а - із поворотним якорем; б - з герметизированим контактом (геркон)

У реле із поворотним якорем (рис. 4, а) у вимкненому стані під дією пружини 1 якір 2 займає верхнє положення. При цьому середній контакт 3, зв'язаний з якорем реле, замкнений з контактом 4. Контакт 5 у цьому положенні розімкнений (замикаючий контакт). Якщо подати струм в обмотку 6, то виникне магнітний потік Φ , що замикається по сердечнику (магнітопроводу) 7, якореві 2 і повітряному зазорі δ . Магнітний потік намагнічує якір, при цьому виникає електромагнітна сила, пропорційна квадратові ампер-витків обмотки. Під дією електромагнітної сили якір повертається і перемикає контакти. Цей етап роботи реле називається спрацьовуванням. При вимиканні струму електромагнітна сила зникає і під дією поворотної пружини якір повернеться у вхідне положення. Цей етап роботи реле називається відпусканням.

Реле з герконом (рис. 4, б) має просту конструкцію: геркон 1 розміщується усередині котушки 2 (обмотки) реле. Геркон являє собою мініатюрну скляну трубку 3 (балон) з впаяними усередині неї двома контактними пружинами з магнітом'якого феромагнітного матеріалу. Контактні пружини одночасно виконують функції якоря, сердечника, контактів і поворотної пружини. Кінці пружин покривають тонким шаром срібла, золота чи родію для забезпечення надійного контакту при зіткненні пружин. Усередині балона геркона створюється або вакуум, або цей простір заповнюється інертним газом (азот, аргон). При подачі струму в обмотку реле виникає магнітний потік, що намагнічує контактні пружини геркона. Між ними виникає електромагнітна сила і контакти замикаються. Реле з герконом відрізняються підвищеною надійністю, довговічністю і більшою швидкістю, ніж реле з поворотним і втяжним якорем.

Список літератури

1. М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. Общий курс электропривода. М.: Энергоиздат., 1981, –450с.
2. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи./ За ред. М.Г. Поповича і О.Ю. Лозинського. – Київ: “Либідь”, 2005, – 780с
3. Б.О. Баховець. Автоматизований електропривод. – Рівне: Вид. НУВГП., 2008, 96с.
4. Автоматизація приводів машин. Конспект лекцій. /Сост.: С. В. Погорелов. – Запоріжжя, 2006. – 172с.

Електронне наукове видання

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ
КЕРУВАННЯ РУХОМ
21-22 листопада, 2022**

В авторській редакції

Технічний редактор: *Юрченко О.М.*

Комп'ютерна обробка і складання:

Мельник Ю.В., Юрченко О.М., Безкоровайний Ю.М.

Національний авіаційний університет
Кафедра аерокосмічних систем управління