

УДК 004.2

**DEVELOPMENT OF THE DEVICE FOR REMOTE CONTROL OF THE
MANIPULATOR CALCULATION PROGRAMS****РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРОМ****Ashhepkova N.S. / Ащепкова Н.С.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-1870-1062

*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, av. Gagarin 72, 49010**Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпро, пр. Гагарина 72, 49010***Koshevoy N.D. / Кошовий М.Д.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф..*

ORCID: 0000-0001-9465-4467

*National Aerospace University "Kharkov Aviation Institute", Kharkov, st. Chkalov 17, 61070**Національний аерокосмічний університет "ХАІ" ім. М. Жуковського,**Харків, вул. Чкалова 17, 61070*

Анотація. В роботі розглядається рукавичка для дистанційного керування маніпулятором. Запропонована схема конструкції рукавички передбачає наявність трьох вбудованих датчиків кутових переміщень. Ці датчики фіксують зміну кутів у суглобах плеча, ліктя та зап'ястя. Для контролю контактних зусиль між пальцями та об'єктом маніпулювання використані п'ять оптико-волоконних датчиків тиску.

Ключові слова: маніпулятор, дистанційне керування, оптико-волоконний датчик.

Abstract. The work considers a glove for remote control of a manipulator. The proposed design scheme of the glove provides for the presence of three built-in sensors of angular movements. These sensors record the change of angles in the shoulder, elbow and wrist joints. Five optical-fiber pressure sensors are used to control the contact forces between the fingers and the object of manipulation.

Key words: manipulator, remote control, fiber optic sensor,

Вступ.

Основною перешкодою на шляху створення працездатних систем телеуправління роботами є значне запізнення у передачі роботам команд від центру управління та отримання сигналів зворотного зв'язку. При створенні маніпулятора, що копіює рухи руки людини-оператора, при роботі з крихкими або небезпечними матеріалами, а також при відсутності прямої видимості оператором дій маніпулятора, доцільно забезпечити зворотній зв'язок для корегування та контролю контактних зусиль між схватом та об'єктом маніпулювання.

Поширення інформаційних технологій та бездротового зв'язку обумовлює створення різноманітних конструкцій пристроїв керування маніпуляторами: екзоскелетону [1], джойстики [2], рукавички [3, 4] і т.п.

«Розумні» рукавички набули поширення як типовий представник людино-машинного інтерфейсу (НМІ). Застосування традиційних датчиків на таких рукавичках обмежено через високу вартість, складності монтажу, наявність збурень, вимоги до каналів зв'язку.

У [3] запропоновано пристрій дистанційного керування антропоморфним маніпулятором у вигляді рукавички. У [4] представлено метод білатерального керування маніпулятором з використанням електронної рукавички. Однак,

залишилось питання технічної реалізації зворотного зв'язку по контактним зусиллям між пальцями схвату та об'єктом маніпулювання. Отже, розробка системи дистанційного керування маніпулятором є актуальною науково-прикладною задачею.

Конструкція рукавички для дистанційного керування маніпулятором

Метою дослідження є розробка пристрою дистанційного керування АМР у вигляді рукавички із забезпеченням декількох каналів зв'язку. Це дасть можливість забезпечити безпеку людини-оператора, покращити ефективність та живучість роботів при експлуатації їх в екстремальних або не визначених наперед умовах.

У рукавичках для передачі даних широко використовуються гнучкі волоконно-оптичні датчики. У [5] запропоновано гнучку рукавичку даних на основі мультиплексованого гнучкого волоконно-оптичного датчика з просторовим поділом. В [6] запропонована конструкція рукавички даних на основі еластичного оптоволоконного датчика, що самокомпенсується, з функцією самокалібрування. Оптичні волокна встановлені у цьому датчику в U-подібній формі з радіусом вигину 5 мм. Порівняно з прямим волокном, чутливість реакції U-подібного волокна до деформацій значно зростає. В [7] представлено рукавичку для передачі даних з функцією самокалібрування на основі мультиплексованого гнучкого волоконно-оптичного датчика з просторовим поділом. У роботі [8] представлені результати розробки розумної рукавички на основі багат шарових вуглецевих волокон (MWNTs/PDMS). Такі волокна мають лінійну залежність між зміною опору та деформацією в діапазоні 0-120%. Представлена рукавичка також має лінійну залежність зміни опору від температури ($0,55\% \text{ на } ^\circ\text{C}^{-1}$) з коефіцієнтом кореляції 0,998 в діапазоні 0–100 °С.

Наведений аналіз аналогів доводить доцільність застосування волоконно-оптичних датчиків для створення пристрою дистанційного керування. На основі [3, 4, 9, 10] розроблено конструкцію рукавички для дистанційного керування антропоморфним маніпулятором (рис.1).



Рисунок 1 – Схема конструкції рукавички для дистанційного керування маніпулятором.

Авторська розробка

Рукавичка для дистанційного керування забезпечує взаємодію між оператором та маніпулятором. Запропонована схема конструкції рукавички передбачає наявність трьох вбудованих датчиків кутових переміщень [9]. Ці датчики фіксують зміну кутів у суглобах плеча, ліктя та зап'ястя. Для контролю контактних зусиль між пальцями та об'єктом маніпулювання використані п'ять оптико-волоконних датчиків тиску [9]. З зовнішнього боку долоні на рукавичці розміщена друкована плата з мікроконтролером, акумулятором та тактовим генератором.

Представлена рукавичка точно розпізнає оберти суглобів та відстежує жести пальців, а потім направляє команду маніпулятору для копіювання дій оператора. Для здійснення робіт з крихкими або вибухонебезпечними об'єктами оператор має виконувати необхідні дії з «муляжем», а дистанційно скерований маніпулятор досить точно копіює рухи у робочій зоні.

Результати випробувань показують, що оптико-волоконні датчики не чутливі до діапазону температур (20 ~ 50 °C), демонструють чудову гнучкість та високу стабільність при розтягуванні, згинанні та деформації при крученні. Запропонована конструкція рукавички забезпечує формування команд за допомогою жестів, збір та обробку інформації в режимі реального часу. У поєднанні з функцією самокалібрування, яка може підвищити точність збору даних, рукавичка самоадаптується відповідно до різних розмірів рук і звички вигину.

Висновки.

Були розглянуті конструкції сучасних пристроїв керування маніпуляторами. На основі проведеного аналізу створено схему конструкції, визначено тип оптико-волоконних датчиків для реалізації дистанційного керування маніпулятором. Рукавичка демонструє високу стабільність оптичної передачі та хороші характеристики спрацьовування при деформації. Волокно має гарну гнучкість і високу стабільність при розтягуванні, згинанні та деформації вдавлювання. Проектна довговічність 20 000 циклів при 50% натягу.

Література:

1. Батрашкін, А.П., Богданов, О.О., Іксанов, М.Р., Кутулбаєв, І.М., Пермьяков, О.Ф. Патент на корисну модель RU169864U1. Пристрій копіюючого керування маніпулятором.
2. Юрчик, Ф.Д., Биканова, Г.Ю., Биканов, Д.В. Патент на винахід RU2277043C1. Пристрій для дистанційного керування маніпулятором.
3. Ащепкова, Н.С. Патент на корисну модель UA146657U. Пристрій дистанційного керування антропоморфним маніпулятором.
4. Ащепкова, Н.С. (2020) Разработка метода дистанционного управления манипулятором. В кн. Science for modern man. P. 84 – 96. DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-023.
5. Yu, H., Zheng, D., Liu, Y. and Chen, S. (2023) Data Glove Based on Flexible Fiber Optic Sensor for Gesture Capture, March 2023, Journal of Physics Conference Series, Vol. 2464(1), № 012022. DOI: 10.1088/1742-6596/2464/1/012022.

6. Yu, H., Zheng, D., Liu, Y. and other. (2022) Data Glove with Self-Compensation Mechanism Based on High-Sensitive Elastic Fiber-Optic Sensor, December 2022, *Polymers*, Vol. 15(1), №100. DOI: 10.3390/polym15010100.

7. Yu, H., Zheng, D., Liu, Y. and other. (2022) Low-Cost Self-Calibration Data Glove Based on Space-Division Multiplexed Flexible Optical Fiber Sensor, September 2022, *Polymers*, Vol. 14(19), №3935. DOI: 10.3390/polym14193935.

8. Li, Y., Zheng, C., Liu, S. and other. (2020) Smart Glove Integrated with Tunable MWNTs/PDMS Fibers Made of a One-Step Extrusion Method for Finger Dexterity, Gesture, and Temperature Recognition. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2020, Vol. 12 (21), P. 23764 – 23773. DOI:10.1021/acsami.0c08114.

9. Кошовий М.Д., Дергачев В.А., Кошова І.І., Костенко О.М. Патент на корисну модель UA129946U. Волоконно- оптичний датчик кутових переміщень.

10. Костенко О.М., Кошовий М.Д., Дергачев В.А., Малкова Г.В., Патент на корисну модель UA147962U. Волоконно- оптичний датчик тиску.

*Стаття підготовлена в рамках роботи за д/б темами:
№ 0122 U 001326 «Науково- методичне забезпечення прикладних
досліджень в механіці механотронних систем», 2022-2024 р.р.
№ 0121 U 108950 «Розробка вимірювальних
перетворювачів з цифровим виходом», 2021-2023 р.р.*

Стаття відправлена: 20.11.2023 г.
© Ащепкова Н.С., Кошовий М.Д.