

67-72-70/2
12.05.16

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н. Наконечного М. В.

на дисертаційну роботу Ліщука Романа Ігоровича

на тему "Комп'ютерна система для випробувань стрілочних вимірювальних приладів", яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 - комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дослідження обумовлена значним використанням стрілочних вимірювальних приладів. Найчастіше керуючі пульти обладнані різноманітними стрілочними приладами, які дозволяють операторові стежити за станом технологічного процесу. Виникає ситуація, коли втручання в технологічний процес є неможливим, проте випробування приладу потрібно провести. Тому актуальним є створення комп'ютерних систем, що забезпечують побудову універсальних автоматизованих комплексів для випробувань аналогових стрілочних індикаторів у статичному та динамічному режимах роботи, та має важливе наукове та практичне значення.

Оцінка змісту дисертації. Представлена робота є закінченим науковим дослідженням, що присвячене вирішенню актуальної проблеми побудови комп'ютерної системи для випробувань стрілочних вимірювальних приладів, що реалізує нові технології цифрової обробки сигналів, алгоритмічних та програмно-апаратних рішень.

Робота носить комплексний характер – розроблена автором комп'ютерна система дозволяє оптично зчитувати покази зі шкал стрілочних вимірювальних приладів в статичному та динамічному режимах роботи та керувати випробувальним сигналом.

Вступна частина визначає актуальність теми дисертаційного дослідження, формулює мету, об'єкт, предмет і задачі дослідження, показує

зв'язок з науковими програмами, планами і темами, визначає методи дослідження. У вступі розкрита наукова новизна отриманих результатів та їх практичне значення і впровадження, підкреслено особистий внесок автора, представлено відомості про апробацію та впровадження результатів дисертаційного дослідження, показана структура і обсяг дисертації.

У першому розділі проаналізовано сучасні тенденції побудови комп'ютерних систем для випробувань стрілочних вимірювальних приладів та встановлені вимоги до них. У роботі розглянуто теоретичні основи, методи та засоби цифрової обробки зображень, які покладено в основу побудови комп'ютерної системи для випробувань стрілочних вимірювальних приладів, а також базові підходи та методи обробки сигналів і процесів у комп'ютерних системах оптичного зчитування показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів. Визначено напрямки, які забезпечують розвиток та вдосконалення згаданих технологій.

У другому розділі розроблено метод оптичного розпізнавання показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів, що включає етапи бінаризації, фільтрації, скелетизації об'єктів зображення та розпізнавання значень за допомогою перетворення Хафа. Розроблено також структурну схему оптичного зчитування показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів, яка складається з персонального комп'ютера, веб-камери та генератора випробувальних сигналів. Розроблений метод адаптивної бінаризації зображень ґрунтується на представленні зображення як інтегрального. Використання інтегрального представлення зображення дає значне скорочення часу роботи алгоритму та дозволяє уникнути різких контрастних змін. Також розроблено метод скелетизації зображень, що є модифікацією хвильового методу. Пропонований метод може враховувати розширення (звуження), поворот об'єкта, також він стійкий до шуму на зображенні.

У третьому розділі розроблено математичну модель перетворення кута повороту стрілки у виміряне значення. Точність вимірювання кута повороту

стрілки досягається за рахунок перетворення стрілки у пряму та розпізнаванні її за допомогою перетворення Хафа. Отримані аналітичні вирази зміни основних метрологічних характеристик засобів вимірювання дають можливість аналізувати такі статичні характеристики, як номінальна функція перетворення, чутливість та зміна чутливості, коефіцієнт впливу, адитивна та мультиплікативна похибки. При проведенні експериментальних досліджень доведено можливість використовувати комп'ютерну систему в статичному і динамічному режимах для випробувань стрілочних вимірювальних приладів отримано, що підтверджується аналізом похибок.

У четвертому розділі сформульовано вимоги до компонентів комп'ютерної системи випробувань стрілочних вимірювальних індикаторів, розроблене апаратне, алгоритмічне та програмне забезпечення системи. Запропонована структурна схема комп'ютерної системи для випробувань стрілочних вимірювальних приладів, яка дозволяє керувати випробувальним сигналом за рахунок використання генератора випробувальних сигналів. Синтезована структура бази даних, яка забезпечує зберігання та пошук даних.

Загалом дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, має логічну структуру, викладена грамотною науковою мовою з дотриманням відповідної термінології.

Наукова новизна отриманих результатів підтверджується публікаціями, до основних наукових здобутків слід віднести:

- вперше запропоновано структурну схему комп'ютерної системи оптичного зчитування показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів, яка включає в себе веб-камеру, генератор випробувальних сигналів та програмне забезпечення, що дає змогу керувати випробувальним сигналом в статичному та динамічному режимах роботи та розпізнавати покази зі шкал стрілочних вимірювальних приладів;

- вперше розроблено метод оптичного визначення динамічних характеристик стрілочних вимірювальних приладів, що дає можливість

автоматизувати процес визначення динамічних характеристик, за рахунок покращення об'єктів на зображенні у зв'язку із зменшенням часу експозиції веб-камери;

- вперше розроблено метод адаптивної бінаризації, який відрізняється від існуючих тим, що він побудований на основі подання зображення як інтегрального, що дає змогу підвищити швидкодію його роботи та забезпечує стійкість до шуму на зображенні;

- удосконалено хвильовий метод скелетизації бінарних зображень, який відрізняється від відомого використанням кіл, кожне наступне з яких, генерується на знайдений точці середньої вісі об'єкта на зображенні, що підвищує точність розпізнавання прямої;

- удосконалено метод оптичного зчитування показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів, який, на відміну від існуючих, працює в статичному та динамічному режимах роботи за рахунок використання адаптивного методу бінаризації та удосконаленого хвильового методу скелетизації, що дає змогу підвищити швидкодію роботи та точність вимірювання, що дозволяє використовувати даний метод при повірці.

Практична цінність отриманих результатів підтверджується актом впровадження у виробництво та патентом, до основних практичних здобутків слід віднести:

- визначені особливості та сформульовані вимоги до методів та засобів автоматизації процесу оптичного зчитування показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів;

- розроблено інформаційне та програмне забезпечення процесу оптичного зчитування показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів, що дозволяє зчитувати покази незалежно від типу шкали, що необхідно в автоматизованому процесі випробувань;

- розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення керуванням процесу оптичного зчитування показів зі шкал стрілочних вимірювальних

приладів в статичному або динамічному режимах роботи;

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях. Матеріали дисертації обсягом 139 сторінок викладено у 4 розділах, 107 найменуваннях у списку використаних джерел, а також 2 додатків.

Кількість та обсяг друкованих робіт підповідає вимогам щодо публікації матеріалів дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Основні наукові положення та результати дисертаційної роботи опубліковано у 13 наукових працях, серед яких 5 статей у фахових виданнях України, з них 2 статті у журналах, які цитуються у наукометричних базах, 1 патент України на корисну модель. Результати досліджень апробовано на 7 міжнародних науково-практичних конференціях.

Зміст дисертації повністю відповідає назві роботи, зміст автореферату відповідає змісту дисертації і достатньо повно відображає основні положення наукового дослідження, що виносяться на захист.

На захист виносяться положення отримані автором особисто, з праць опублікованих у співавторстві використано матеріали, що запропоновані та опрацьовано автором.

Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Достовірність результатів, отриманих в ході досліджень, наукових положень, висновків та рекомендацій обґрунтовано, що підтверджується аналізом відомих теоретичних підходів та науково-технічних рішень, використанням математичного апарату теорії обробки сигналів, теорії математичної статистики та математичного моделювання для перевірки адекватності і точності побудованої математичної моделі та прикладного програмування з використанням принципів об'єктно-орієнтованого та візуального програмування, на основі яких запропоновано методи, схемотехнічні та алгоритмічно-програмні рішення систем цифрової обробки

сигналів з розпізнавання показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів.

Зауваження щодо змісту дисертації.

1. В параграфі 2.1 (стор. 43) не обґрунтовано вибір розрізнявальної здатності веб-камери для зйомки зображень приладів.

2. Не вказано, наскільки розроблений метод скелетизації зображень дозволяє підвищити якість розпізнавання стрілки.

3. Параграф 3.3, який стосується визначення динамічних характеристик стрілочних приладів, можна було б доповнити такими характеристиками як імпульсна характеристика, перехідна характеристика, диференціальне рівняння руху стрілки приладу.

4. В дисертації наводяться експериментальні дані щодо обмеженої кількості типів стрілочних приладів. Зокрема, немає аналізу стрілочних індикаторів із симетричною шкалою.

5. Не зовсім зрозуміло, чи можна за допомогою запропонованих методів та засобів проводити випробування одночасно декількох стрілочних приладів.

Вказані недоліки та зауваження суттєво не впливають на теоретичну новизну та практичну цінність отриманих результатів та не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Висновок щодо відповідності дисертаційної роботи встановленим вимогам. В цілому, дисертаційна робота Ліщука Р.І. на тему "Комп'ютерна система для випробувань стрілочних вимірювальних приладів" є закінченою науковою працею, в якій викладено нові теоретично обґрунтовані результати, що є вирішенням актуальної науково-технічної проблеми: побудови комп'ютерної системи зчитування показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів у статичному та динамічному режимах роботи.

Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлені у публікаціях автора: фахових, цитованих та закордонних наукових виданнях, а також апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях.

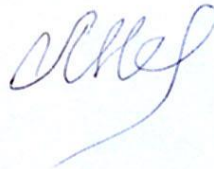
За науковим рівнем та практичною цінністю дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів", а її автор – Ліщук Роман Ігорович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент,

д.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих систем автоматичного інституту комп'ютерних технологій, автоматичного та метрології

Національного університету

"Львівська політехніка"



М. В. Наконечний

Підпис М. В. Наконечного засвідчую

Вчений секретар

Національного університету "Львівська політехніка"

к.т.н., доцент



Р. Б. Брилинський