

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»



Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

ДЕМЧАН ДМИТРО СЕРГІЙОВИЧ
Група КНТ-513м

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИМ
ПРОЦЕСОМ СОРТУВАННЯ ПАКУНКІВ

АВТОРЕФЕРАТ

магістерської роботи на здобуття освітньо-кваліфікаційного
рівня «магістр» 123 «Комп'ютерна інженерія»
освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі»

2024 р.

Магістерська робота є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті «Запорізька політехніка», на кафедрі комп'ютерних систем та мереж

Керівник кандидат технічних наук, доцент
Голуб Тетяна Василівна
Національний університет «Запорізька політехніка», доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж

Офіційний рецензент: **ЄФИМЕНКО М.В**
Провідний інженер
ОАО «НВП «Хартрон-Юком»

Захист відбудеться "23" грудня 2024 р.

Секретар екзаменаційної комісії, асистент кафедри комп'ютерних систем та мереж **О.В. Зелік**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Актуальність автоматизованих систем сортування (АСС) на складах зумовлена сучасними тенденціями глобалізації логістики, стрімким розвитком електронної комерції та необхідністю оптимізації ланцюгів постачання. В умовах зростання товарообігу, жорсткої конкуренції та підвищених вимог до швидкості доставки, автоматизація складських процесів перетворюється з конкурентної переваги на необхідну умову успішного функціонування бізнесу.

Структура типової АСС включає взаємопов'язані компоненти, такі як транспортні системи (конвеєри, роботизовані комплекси), системи ідентифікації (сканери штрих-кодів, RFID-технології), пристрої контролю (сенсори, вимірювальні модулі) та інтегровані системи управління, що базуються на програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС) та відповідному програмному забезпеченні. Зазначена інтеграція забезпечує ефективне управління всіма елементами системи та обмін даними в режимі реального часу з використанням технологій Інтернету речей (ІоТ).

Автоматизовані системи сортування на складах надають низку значних переваг. Зокрема, вони забезпечують підвищення продуктивності за рахунок паралельної обробки великих обсягів даних та мінімізації впливу людського фактора, що сприяє зменшенню кількості помилок. Гнучкість та адаптивність АСС дозволяють ефективно реагувати на зміни вимог до сортування та оптимізувати використання складських площ. Автоматизація також сприяє зниженню операційних витрат, пов'язаних з оплатою праці, підвищенню точності та швидкості обробки замовлень, що, в свою чергу, позитивно впливає на рівень задоволеності клієнтів. Сучасні АСС характеризуються енергоефективністю, високим рівнем безпеки та можливістю інтеграції з існуючими системами управління підприємством (ERP, WMS, CRM), забезпечуючи комплексну автоматизацію логістичних процесів.

Автоматизовані системи сортування відіграють ключову роль у забезпеченні конкурентоспроможності сучасних підприємств, оптимізуючи складські операції, мінімізуючи витрати та забезпечуючи високу точність та швидкість обробки вантажів. Завдяки своїй гнучкій архітектурі та можливості інтеграції з іншими інформаційними системами, АСС є ефективним рішенням для підприємств різних масштабів діяльності.

Мета і завдання дослідження. Метою даної магістерської роботи є розробка та дослідження системи керування автоматизованим процесом сортування пакунків з метою оптимізації логістичних процесів на підприємствах незалежно від їхнього масштабу та галузевої спрямованості.

З метою досягнення сформульованої мети необхідно виконати наступні основні етапи:

1. Провести дослідження сучасних систем сортування, їх типології та функціональних елементів;
2. Дослідження та розробка алгоритмів автоматизованих систем сортування ;
3. Реалізація та дослідження роботи алгоритму АСС на ПЛІС.

Об'єктом дослідження – Алгоритми сортування, їхня апаратна реалізація на ПЛІС

Предмет дослідження – автоматизована сортувальна система на пліс.

Методи дослідження Для оцінки ефективності розроблених алгоритмів автоматизованого сортування було проведено порівняльний аналіз з існуючими підходами. Цей аналіз базується на електронних вимірюваннях ключових параметрів системи та їхньому зіставленні з результатами застосування стандартних алгоритмів.

Наукова новизна отриманих результатів:

Таким чином, наукова новизна полягає в обґрунтуванні доцільності та ефективності застосування простих мікросхем для створення кастомізованих, економічно вигідних, автономних, швидких та гнучких систем автоматизованого сортування для специфічних завдань, що не потребують складного функціоналу WMS.

Практичне значення отриманих результатів:

Розроблений алгоритм забезпечує гнучкість налаштування (кастомізацію), економічну вигоду, автономну роботу, швидку обробку даних, легку інтеграцію з сенсорами та підтримку базових функцій

машинного навчання. Цей набір функціональних можливостей робить його ефективним рішенням для різноманітних застосувань, від логістичних систем до систем безпеки.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення магістерської роботи та результати досліджень подано до участі на конференції:

–Modern Problems of Radio Engineering Telecommunications and Computer Science «TCSET'2016» у тематиці «Теоретичні та програмно-алгоритмічні аспекти побудови інформаційних систем» (м. Львів – м. Славське, 2016 р.);

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатку. Основна частина містить 87 сторінок, 30 рисунок і 2 таблиці, список використаних джерел зі 18 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі проведено дослідження і існуючих систем керування автоматизованим процесом сортування пакунків та їх різновидів, структури, переваг, недоліків.

Було досліджено сучасних методів автоматизації процесів сортування пакунків.

У другому розділі був проведений загальний аналіз алгоритмів автоматизованих систем сортування.

Кількість критеріїв сортування в автоматизованих системах пакунків залежить від типу системи, розміру логістичного центру, вимог клієнтів та характеристик товарів. Типові критерії включають розмір, вагу, форму, адресу, пріоритет, особливі позначки, номер замовлення та термін придатності. Сучасні системи комбінують ці та інші критерії (наприклад, колір, матеріал, вміст) для максимальної ефективності, забезпечуючи швидке та точне визначення маршруту пакунка, що підвищує продуктивність складу та задоволеність клієнтів. Конкретний набір критеріїв визначається призначенням та особливостями конкретної системи сортування.

Автоматизовані системи сортування на базі WMS та ERP, попри підвищення ефективності складських операцій, мають низку суттєвих недоліків: висока вартість, зумовлена складним обладнанням, програмним забезпеченням та необхідністю у висококваліфікованому персоналі; обмежена гнучкість, що ускладнює адаптацію до змін бізнес-процесів та

асортименту товарів, а також призводить до значних простоїв у разі збоїв; залежність від електропостачання та інтернет-з'єднання, що підвищує вразливість до відключень та кібератак; складна інтеграція з іншими системами управління підприємством та високі вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу. Отже, WMS, хоча й забезпечують підвищення продуктивності, є дорогими, негнучкими, залежними від зовнішніх факторів та складними у впровадженні й експлуатації, що робить їх менш привабливими для малих підприємств або для задач, де потрібна швидка адаптація та автономність.

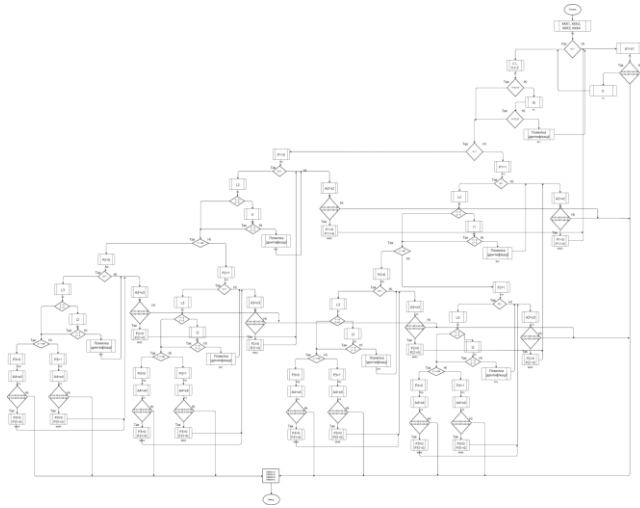


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму на ПЛС

У третьому розділі було досліджено і розроблено алгоритм на ПЛС.

Автоматизовані системи сортування на базі мікросхем (на відміну від WMS) пропонують низку переваг: кастомізацію під конкретні потреби, нестандартні критерії сортування, специфічні сенсори та унікальні протоколи обміну даними, що забезпечує оптимальну обробку різноманітних товарів та сигналів. Вони економічно ефективніші завдяки нижчим витратам на розробку, впровадження, експлуатацію, відсутності ліцензій та потреби в потужних серверах. Автономність таких систем, що не залежать від інтернету та центральних серверів, підвищує їхню безпеку та стійкість до кібератак і несприятливих умов. Швидке впровадження, мінімальні вимоги до експлуатації та миттєва обробка сигналів завдяки

прямому апаратному управлінню, а також проста інтеграція з сенсорами та можливість реалізації базового машинного навчання роблять їх ефективними в різних галузях, від логістики до систем безпеки.

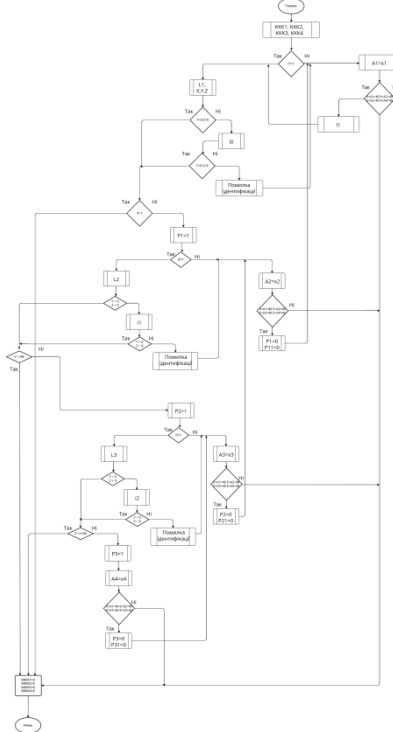


Рисунок 2 – Граф-схема станів одної з гілок SKAPSP

У четвертому розділі було реалізовано алгоритм на основі автомата мура. Та було було здійснено порівняльний аналіз продуктивності однієї з восьми гілок алгоритму SKAPSP (рис. 4.1), реалізованих на трьох різних програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС): Cyclone III EP3C16F484C6, Cyclone IV GX EP4CGX15BF14A7 та Arria II GX EP2AGX95EF35C5. Метою цього дослідження є визначення оптимальної ПЛІС для реалізації згаданого алгоритму на основі отриманих результатів порівняльного аналізу.

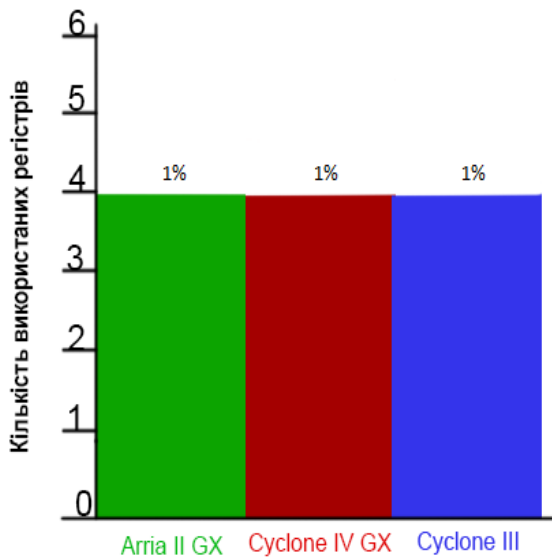


Рисунок 3– Порівняння кількості реєстрів

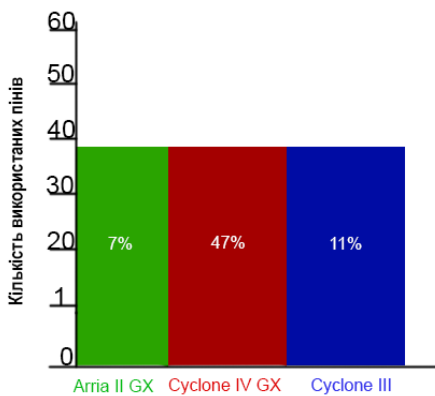


Рисунок 4 – Порівняння кількості пінів

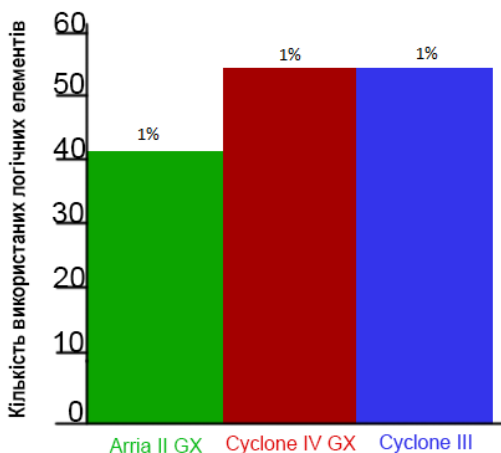


Рисунок 4.11 – Порівняння кількості логічних елементів

Аналіз представлених даних свідчить про те, що ПЛІС Arria II GX демонструє найвищу ефективність для реалізації даного проекту. За умови незначної різниці у використанні логічних елементів, Arria II GX має суттєво більший резерв щодо кількості доступних виводів. Ця перевага є критичною у разі потенційного розширення функціональності проекту або інтеграції додаткових зовнішніх пристроїв. Натомість, Cyclone IV GX використовує майже половину наявних виводів, що може створити обмеження для подальшої модернізації. Cyclone III займає проміжну позицію між цими двома платформами. Незважаючи на те, що Arria II GX виглядає оптимальним вибором на основі наданих даних, остаточне рішення щодо вибору платформи має ґрунтуватися на комплексному аналізі вимог до проекту, враховуючи такі параметри, як вартість, швидкодія, енергоспоживання та доступність компонентів.

ВИСНОВКИ

1. У рамках дипломного проекту розроблено систему автоматизованого сортування пакунків на основі ПЛІС, що забезпечує ефективне керування процесом, підвищуючи продуктивність, знижуючи кількість помилок та оптимізуючи витрати ресурсів. Для розробки

програмного забезпечення використано мову опису апаратури VHDL та середовище ActiveHDL, а перед проектуванням проведено комплексний аналіз існуючих систем, їхньої архітектури та компонентів. Дослідження та впровадження таких систем на основі ПЛІС є ефективним рішенням для підприємств будь-якого масштабу, значно покращуючи логістичні процеси завдяки високій продуктивності, надійності та гнучкості, а також мінімізуючи витрати на програмне забезпечення та обслуговування завдяки можливості створення індивідуальних рішень. Розроблена система характеризується блочною структурою, що спрощує масштабування та модернізацію шляхом комбінації елементарних блоків та мінімізує часові витрати на проектування завдяки використанню однотипних структурних елементів. Відбувається зменшення ширини регіону зацікавлення удвічі, а час обробки одного регіону не перевищує 10 мс.

Таким чином, всі поставлені в роботі задачі виконані й мета досягнута.