

have been presented. The tools of science and research are to improve its efficiency and technological reliability. As a result of the training, future engineering specialists are able to independently solve the design and modernization of the design of the operating equipment. Scientific-methodical approach at the teaching of dough preparation theory in the educational process of university was improved. Comprehensive analysis of knowledge of bakery, pasta, confectionery and processing industries determines the level of training engineers. It is based on the ability to possess educational tools: technological schemes of production, algorithms and tables.

Key words: dough mixing theory, pedagogy, university, technology, kneading of dough, energy impact.

DOI : 10.33274/2079-4827-2019 -39-2-43-48

УДК 621.325.5

Цвіркун Л. О., канд. пед. наук¹

Цвіркун С. Л., канд. техн. наук²

Гейер Г. В., д-р екон. наук, професор¹

¹ Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: cvirkun@donnuet.edu.ua.

² Криворізький коледж Національного авіаційного університету, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: tserg30@ukr.net.

СТРУКТУРНА СХЕМА АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СОРТУВАННЯ ЯБЛУК

UDC 621.325.5

Tsvirkun L. A., PhD in Pedagogical sciences¹

Tsvirkun S. L., PhD in Engineering sciences²

*Heiier H. V., Grand PhD in Economy sciences,
Professor¹*

¹ Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: cvirkun@donnuet.edu.ua

² Kryvyi Rih College of National Aviation University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: tserg30@ukr.net

BLOCK DIAGRAM OF AN ADAPTIVE ENERGY-EFFICIENT MANAGEMENT SYSTEM IN TERMS OF APPLE SORTING PROCESS

Мета — розроблення загальної структури адаптивної системи енергоефективного керування процесом сортування яблук на конвеєрній лінії.

Методи. У роботі застосовано метод автоматичного супроводу об'єктів у потоці на конвеєрній лінії, інваріантного до переміщення, повороту і геометричних перетворень відслідкованих об'єктів.

Результати. Розглянуто схему реалізації системи автоматизованого управління процесом сортування яблук, у якій одне із цільних місць посідає блок управління та блок синхронізації, які доцільно реалізовувати програмно з використанням засобів SCADA. Запропонована система здійснює актуалізацію інформації процесу сортування за результатами опитування датчиків з певною дискретністю і внесенням поточних відомостей до бази даних технологічного процесу. Описано структурно-функціональну схему системи стеження за рухом яблук на конвеєрній лінії, яка базується на відеоспостереженні та містить відеокамеру, блок оброблення відеоінформації, пристрій зберігання і пристрій відображення відеоінформації. Зазначено, що блок оброблення відеоінформації складається з двох підсистем: підсистеми ідентифікації яблук та підсистеми автоматичного супроводу рухомих об'єктів. Підсистема автоматичної ідентифікації яблук передбачає попереднє оброблення

Надійшла до редакції 15.10.2019 р.

© Л. О. Цвіркун, С. Л. Цвіркун, Г. В. Гейер, 2019

кадрів, виділення пікселів супроводжуваних об'єктів. Результатами цього етапу є попереднє оброблення зображення з відеодатчика, підвищення якості вихідного зображення; при цьому критерій якості зображення вибирається відповідно до призначення системи (покращення зорових характеристик зображення, виявлення деяких особливостей зображення). Підсистема автоматичного супроводу передбачає відстеження відеопотоку, попереднє оброблення відеокадрів, виділення рухомих яблук. Результатами цього етапу є отримання характеристик руху (траєкторія руху, координати яблук, кут неузгодженості між яблуками і оптичною областю відеодатчика). Було встановлено, що точність і швидкодія системи забезпечуються автоматичними операціями: ідентифікацією, локалізацією, супроводом яблук, а також визначенням моменту появи рухомого об'єкта в області сортування та видачі сигналу на виконавчий механізм для відділення певного яблука із загального потоку, що дало змогу отримати в поточний момент часу безліч яблук, відібраних за заданим критерієм з відомими координатами положення на конвеєрній лінії.

Ключові слова: відеосигнал, конвеєрна лінія, процес сортування яблук, автоматизоване управління, система супроводу яблук, засоби SCADA.

Постановка проблеми. Виходячи із запропонованих рішень з автоматизації процесу управління сортуванням яблук з урахуванням їх технологічних характеристик, постає проблема розроблення схеми реалізації системи автоматизованого управління, у якій основним елементом є апаратно-програмне ядро. Візуалізація динаміки технологічного процесу, введення і моніторинг бажаних значень керованих параметрів, формування звітної документації про хід технологічного процесу за допомогою візуального інтерфейсу, SCADA монітора, серверної частини є актуальною проблемою сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш поширеним способом реалізації подібних систем є архітектура «клієнт–сервер», що дозволяє виключити дублювання програмного коду серверної частини в клієнтських програмах і знизити, внаслідок виконання обчислень на сервері, вимоги до комп'ютерів клієнтів. Клієнтами в даному випадку можуть виступати автоматизовані робочі місця фахівців, а саме: технолога, оператора сортувальної установки [1]. При виборі обладнання для серверної частини доцільно використовувати сучасні розробки з підвищеними вимогами до захищеності від шкідливих впливів і надійності зберігання інформації, наприклад, рівнів IP54, IP64. Обмін інформацією між розподіленими елементами даної системи доцільно здійснювати за допомогою промислових мереж Modbus (Plus), Unitelway, CAN, Fipio, Fipway, Interbus, Profibus, Ethway [2, 3, 4,5,].

Мета статті — розробити загальну структуру адаптивної системи енергоефективного керування процесом сортування яблук.

Виклад основного матеріалу дослідження. Схему реалізації системи автоматизованого управління процесом сортування яблук показано на рис. 1.

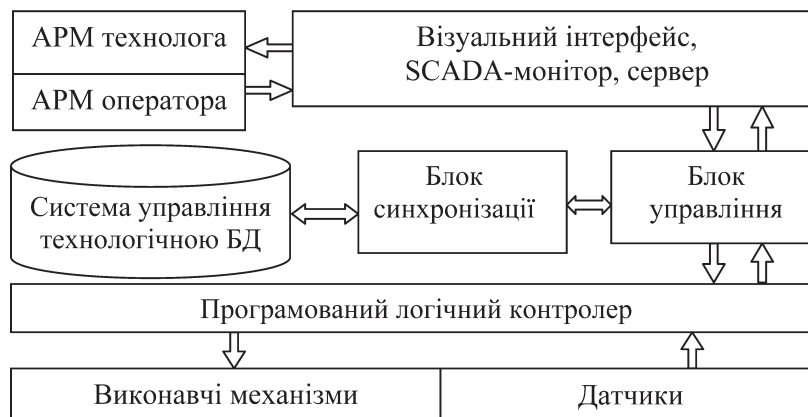


Рисунок 1 — Узагальнена структурна схема реалізації АСУ процесом сортуванням яблук

Блок управління призначений для оперативного формування уставок для локальної системи автоматизованого управління процесом сортування яблук. Реалізацію елементів блоку управління доцільно здійснювати програмно з використанням спеціалізованих програмних засобів аналізу відеозображень.

Блок синхронізації, який потрібно реалізовувати програмно з використанням засобів SCADA, здійснює актуалізацію інформації про хід процесу сортування за результатами опитування датчиків з певною дискретністю і внесення поточних відомостей до бази даних технологічного процесу. Призначенням системи управління технологічної бази даних є накопичення, резервування та зберігання інформації про динаміку параметрів технологічного процесу. Для реалізації в результаті аналізу альтернативних варіантів (Oracle, Firebird, Interbase, Sybase Adaptive Server Enterprise, MySQL) було обрано промислову систему управління базами даних (СКБД) MS SQL Server [6, 7]. Для безпосереднього контролю та управління процесом сортування використовуються програмований логічний контролер, датчики і виконавчі механізми.

Структурно-функціональну схему системи стеження за рухом яблук на конвеєрній стрічці показано на рис. 2. Структура автоматизованої системи супроводження яблук у потоці на конвеєрній стрічці заснована на відеоспостереженні та містить відеокамеру, блок оброблення відеоінформації, пристрій зберігання і пристрій відображення відеоінформації [8, 9]. Блок оброблення відеоінформації такої системи складається з двох підсистем: ідентифікації яблук та автосупроводу рухомих об'єктів.

Підсистема автоматичної ідентифікації яблук (рис. 2) передбачає попереднє оброблення кадрів, виділення пікселів супроводжуваних об'єктів тощо. Основним завданням окресленого етапу попереднього оброблення зображення з відеодатчиків є підвищення якості вихідного зображення. Критерій якості зображення вибирається відповідно до призначення системи і подальших етапів оброблення (наприклад, для покращення зорових характеристик зображення, виявлення особливостей зображення).

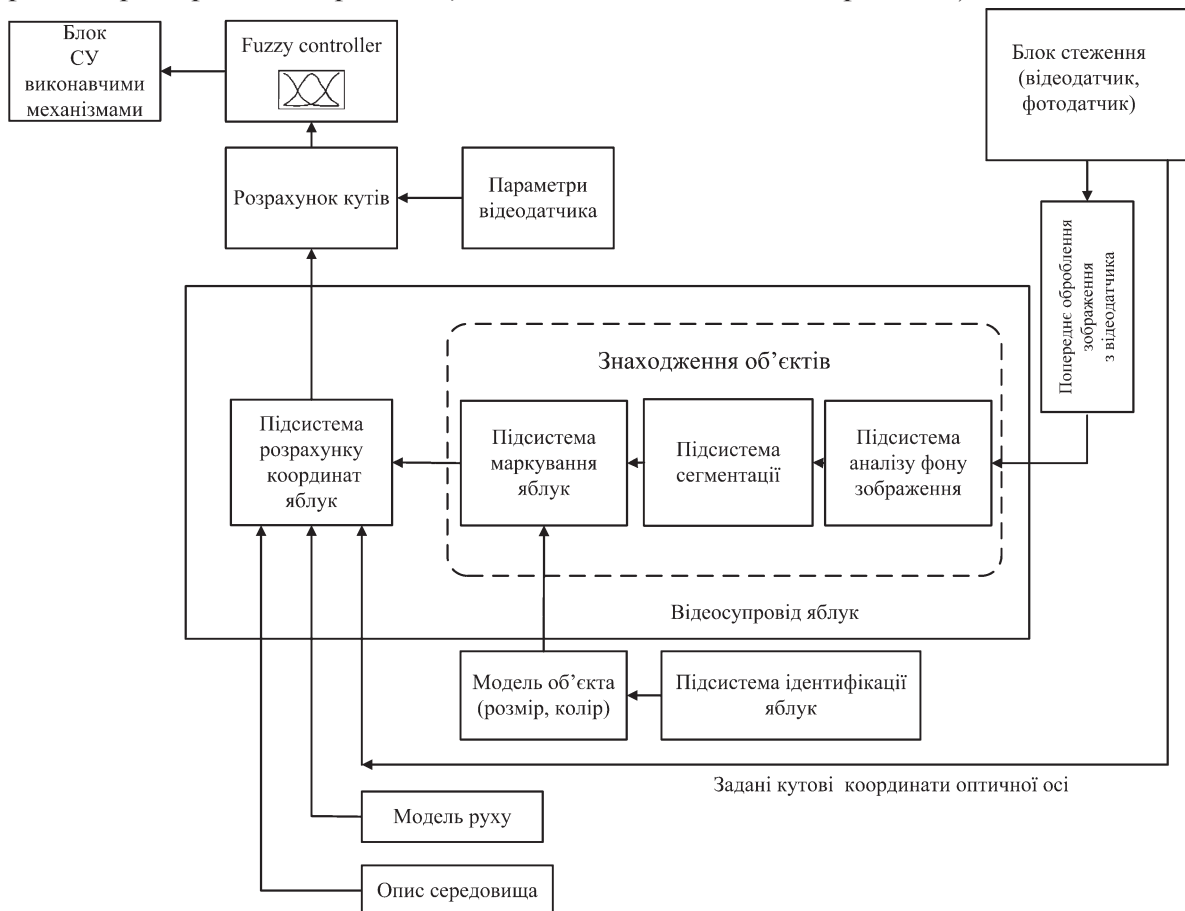


Рисунок 1 — Структурно-функціональна схема системи супроводу яблук

Підсистема автоматичного супроводу передбачає відстеження відеопотоку, попереднє оброблення відеокадрів, виділення рухомих яблук тощо. Використання відеодатчиків є зручним, відносно недорогим способом для відстеження і більш раціональним рішенням поставленого завдання. До завдань підсистеми супроводу об'єктів можна віднести: локалізацію яблук — із множини пікселів переднього плану виділяється безліч об'єктів; супровід яблук — міжкадрове зв'язування (простежування від кадру до кадру); сегментований рух яблук шляхом передбачення положення об'єктів на поточному кадрі за відомим положенням на попередньому кадрі.

Результатами цього етапу є отримання характеристик руху (траєкторія руху, координати яблук, кут неузгодженості між яблуками і оптичною областю відеодатчиків).

Точність і швидкодія системи забезпечується автоматичними операціями: ідентифікацією, локалізацією, супроводом яблук, а також визначенням моменту появи рухомого об'єкта в області сортування та видачі сигналу на виконавчий механізм для відділення певного яблука із загального потоку. У результаті роботи алгоритму відеоспостереження отримуємо в поточний момент часу безліч яблук на конвеєрній стрічці відібраних за заданим критерієм з відомими координатами положення на стрічці.

Висновки. Отже, для удосконалення процесу сортування яблук на конвеєрній лінії було розроблено структурно-функціональну схему системи супроводу об'єктів. Система за заданим алгоритмом обробляє сигнали зі встановлених датчиків, а контролер на основі нечіткої логіки здійснює вплив на виконавчий механізм для відбору яблук певного технологічного різновиду з конвеєрної лінії.

Список літератури / References

1. Мартиненко І. І., Головинський Б. Л., Лисенко В. П. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. К. : Урожай, 2001. 224 с.
Martinenko, I., Golovinsky, B., Lysenko, V. (2001). *Avtomatyzatsiia tekhnologichnykh protsesiv silskohospodarskoho vyrobnytstva*. [Automation of technological processes in agricultural production]. Kyiv, Urozhai Publ., 224 p.
2. Parker, J., James, R. (2001). *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*. Indiana: Wiley Publishing, 2001. 480 p.
3. Гонсалес Р., Вудс Р., Еддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. К. : Техносфера, 2006. 616 с.
Honsales, R., Vuds, R., Eddins, S. (2006). *Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy v srede MATLAB* [Digital image processing in MATLAB]. Kyiv, Technosphere Publ., 616 p.
4. Поспелова Д. А. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. М. : Наука, 1986. 312 с.
Pospelova, D. A. (1998). *Nechetkiye mnozhestva v modelyakh upravleniya i iskusstvennogo intellekta* [Fuzzy sets in management models and artificial intelligence]. Moscow, Science Publ., 312 p.
5. Журавель И. М. Краткий курс теории обработки изображений. URL : <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book2/index.php>.
6. Zhuravel', I. M. (2015). *Kratkiy kurs teorii obrabotki izobrazheniy, available at* [A short course in image processing theory]. Retrieved from <http://matlab.exponenta.ru/book2/index.php>.
7. Грузман И. С., Киричук В. С., Косых В. П. Цифровая обработка изображений в информационных системах. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. 352 с.
Gruzman, I., Kirichuk, V., Kosykh, V. (2002). *Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy v informatsionnykh sistemakh* [Digital image processing in information systems]. Novosibirsk, NSTU Publ., 352 p.
7. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М. : Мир, 2002. 312 с.
Prett, U. (2002). *Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy* [Digital image processing]. Moscow, Peace Publ., 312 p.
8. Медведев А. Промышленные видеокамеры для систем машинного зрения. *Sovremennyye tekhnologii avtomatizatsii*. 2013. №4. С. 26—60.
Medvedev, A. (2013). *Promyshlennyye videokamery dlya sistem mashinnogo zreniya* [Industrial video cameras for machine vision systems]. *Sovremennyye tekhnologii avtomatizatsii* [Modern automation technology], no. 4, pp. 26—60.

9. Алпатов Б. А., Бабаян П. В., Балашов О. Е. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. М. : Радиотехника, 2008. 176 с.

Alpatov, B., Babayan, P., Balashov, O. (2008). *Metody avtomaticheskogo obnaruzheniya i soprovozhdeniya obyektov. Obrabotka izobrazheniy i upravleniye* [Methods for automatic detection and tracking of objects. Image Processing and Management]. Moscow, Radio engineering Publ., 176 p.

Цель — разработка общей структуры адаптивной системы энергоэффективного управления процессом сортировки яблок на конвейерной линии.

Методы. В работе применен метод автоматического сопровождения объектов в потоке на конвейерной линии, инвариантный к перемещению, повороту и геометрическим преобразованиям отслеживаемых объектов.

Результаты. Рассмотрена схема реализации системы автоматизированного управления процессом сортировки яблок, в которой одно из главных мест занимают блок управления и блок синхронизации, которые целесообразно реализовывать программно с использованием средств SCADA. Предложенная система осуществляет актуализацию информации процесса сортировки по результатам опроса датчиков с определенной дискретностью и внесением текущих сведений в базу данных технологического процесса. Описана структурно-функциональная схема системы слежения за движением яблок на конвейерной линии, основанная на видеонаблюдении и содержащая видеокамеру, блок обработки видеоинформации, устройство хранения и устройство отображения видеоинформации. Отмечено, что блок обработки видеоинформации состоит из двух подсистем: подсистемы идентификации яблок и подсистемы автоматического сопровождения движущихся объектов. Подсистема автоматической идентификации яблок предусматривает предварительную обработку кадров, выделение точек сопровождаемых объектов. Результатами этого этапа является предварительная обработка изображения с видеодатчиков, повышение качества исходного изображения, при этом критерий качества изображения выбирается в соответствии с назначением системы (улучшение зрительных характеристик изображения, выявление некоторых особенностей изображения). Подсистема автоматического сопровождения предусматривает отслеживание видеопотока, предварительную обработку видеок кадров, выделение движущихся яблок. Результатами этого этапа является получение характеристик движения (траектория движения, координаты яблок, угол рассогласования между яблоками и оптической областью видеодатчиков). Было установлено, что точность и быстродействие системы обеспечивается автоматическими операциями: идентификацией, локализацией, сопровождением яблок, а также определением момента появления движущегося объекта в области сортировки и выдачи сигнала на исполнительный механизм для определения искомого яблоки из общего потока, что позволило получить в текущий момент времени множество яблок, отобранных по заданному критерию с известными координатами положения на конвейерной линии.

Ключевые слова: видеосигнал, конвейерная линия, процесс сортировки яблок, автоматизированное управление, система сопровождения яблок, средства SCADA.

Objective. The objective of the article is to develop the general structure of an adaptive system for energy-efficient management of the process of sorting apples on a conveyor line.

Methods. In the research, the method of automatic tracking of objects in a stream on a conveyor line is applied, which is invariant to movement, rotation, and geometric transformations of tracked objects.

Results. The implementation scheme of an automated control system for the apple sorting process is considered, in which one of the main places is occupied by the control unit and synchronization unit, which is expedient to implement programmatically using SCADA tools. The proposed system updates the information of the sorting process according to the results of a survey of sensors with a certain discreteness and entering current information into the database of the technological process. A structural and functional diagram of a system for tracking the movement of apples on a conveyor line based on video surveillance and containing a video camera, a video processing unit, a storage device and a video information display device is described. It is noted that the video processing unit consists of two

subsystems: the apple identification subsystem and the automatic tracking subsystem of moving objects. The automatic apple identification subsystem provides for the preliminary processing of personnel, the allocation of points of the accompanied objects. The results of this stage are preliminary processing of the image from video sensors, improving the quality of the original image, while the criterion for image quality is selected in accordance with the purpose of the system (improving the visual characteristics of the image, identifying some features of the image). The automatic tracking subsystem provides for tracking the video stream, preprocessing video frames, and highlighting moving apples. The results of this stage are obtaining the characteristics of the movement (the trajectory of movement, the coordinates of the apples, the angle of mismatch between the apples and the optical region of the video sensor). It was found that the accuracy and speed of the system is ensured by automatic operations: identification, localization, tracking of apples, as well as determining the moment of the appearance of a moving object in the field of sorting and issuing a signal to the actuator to determine the desired apples from the general flow, which made it possible to obtain at the current time many apples selected according to a given criterion with known position coordinates on the conveyor line.

Key words: video signal, conveyor line, apple sorting process, automated control, apple tracking system, SCADA tools.

DOI : 10.33274/2079-4827-2019 -39-2-48-54

УДК 542.816

Дейниченко Г. В., д-р техн. наук, професор¹

Гузенко В. В., канд. техн. наук¹

Омельченко О. В., канд. техн. наук²

Абрамова О. В., магістрант²

¹ Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, Україна, e-mail: oborud.hduht@gmail.com

² Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: omelchenko@donnuet.edu.ua

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ КОНЦЕНТРУВАННЯ НЕЖИРНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

UDK 542.816

Deynichenko G. V., Grand PhD in Engineering sciences, Professor¹

Guzenko V. V., PhD in Engineering sciences¹

Omelchenko O. V., PhD in Engineering sciences²

Abramova O. V., Master's Degree²

¹ Kharkiv State University of Food Technology and Trade (Kharkiv, Ukraine), e-mail: oborud.hduht@gmail.com

² Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky (Kryvyi Rih, Ukraine), e-mail: omelchenko@donnuet.edu.ua

MATHEMATICAL MODELING OF MEMBRANE PROCESSES OF CONCENTRATION OF LOW-FAT DAIRY RAW MATERIALS

Мета — створення математичної моделі для визначення продуктивності напівпроникних полімерних мембран під час концентрування нежирної молочної сировини та визначення основних технологічних параметрів процесу мембранного розділення харчових високомолекулярних рідин.

Надійшла до редакції 02.11.2019 р. © Г. В. Дейниченко, В. В. Гузенко, О. В. Омельченко, О. В. Абрамова, 2019