



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics



VI International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS

M&MS 2022, 21-22 October, Kharkiv, UKRAINE

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2022: матеріали VI-ої Міжнародної конференції, Харків, 21-22 жовтня 2022 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2022. – 136 с

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2022: Proceedings of VIst International Conference, Kharkiv, October 21-22, 2022: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2022. - 136 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev



© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (KITAM), ХНУРЕ, 2022

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited

ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VI-ої Міжнародної Конференції
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2022
(21-22 жовтня 2022)
Харків, Україна



Аналіз систем розпізнавання об'єктів в рамках концепції Warehouse 4.0

Катерина Шевченко¹

1. Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА,
Харків, пр.Науки 14., email: katelyna.stoianchuk@nure.ua

Анотація: Представлено огляд концепції Warehouse 4.0 та Cyber-Physical System. Виділено чотири основні напрями роботи при створенні розумного складського приміщення. Проведено аналіз існуючих підходящих засобів ідентифікації об'єктів.

Ключові слова: склад, warehouse, засоби ідентифікації об'єктів.

I. ВСТУП

В сучасному світі важко представити навіть маленьке виробництво без спеціально обладнаних приміщень для зберігання компонентів, матеріалів, готової продукції, тощо. У складських приміщеннях одночасно можуть зберігатися тисячі, сотні тисяч різних за формою, розміром та призначенням предметів. Складська діяльність зазвичай включає отримання, зберігання, комплектування замовлень і відправлення. Складування відіграє важливу роль у ланцюгу постачання та має значний вплив на обслуговування клієнтів.

Концепція warehouse 4.0 поєднує в собі технологію інтернет речей (IoT), наявність пристроїв, що мають комп'ютерний зір, штучний інтелект (ШІ), різноманітні датчики, конвеєри та лінії, з використанням робото технічних технологій, тощо.

За допомогою всіх цих речей можна створити надійну систему автоматизації складів та приміщень. Завдяки концепції warehouse 4.0 підприємства зможуть зробити цифрову трансформацію своїх складських приміщень та перетворити їх на розумні склади, які будуть набагато ефективнішими в роботі, рентабельними у використанні та одночасно безпечними, досягаючи при цьому найвищого рівня якості в обслуговуванні.

Перетворення звичайного складського приміщення на розумне високотехнологічне складське приміщення зменшить витрати на складування, підвищить продуктивність роботи за допомогою автоматизованих технологій: зберігання, розпізнавання, транспортування, зменшить час реагування на зміни в переміщенні продукції, усуне помилки при комплектуванні та маркуванні продукції, та вирішення питань в організації інших складських операцій.

Розумний склад – це автоматизоване приміщення всі процеси в якому виконуються без участі людини, а бухгалтерський облік ведеться не в паперовому, а в електронному форматі.

Індустрія 4.0 пропонує інтеграцію робототехніки, кіберфізичних систем, програмних служб і людей-учасників із такими функціями:

Інтероперабельність – машини, пристрої Інтернету речей (IoT) і люди повинні бути зв'язані між собою та координувати один одного.

Прозорість інформації – фізичні системи, удосконалені даними датчиків для створення інформаційних систем із додатковою цінністю.

Технічна допомога – передбачає використання інтелектуальних пристроїв для сприяння прийняттю обґрунтованих рішень. Роботизована автоматизація може виконувати повторювані, небезпечні або точні завдання.

Децентралізовані рішення – здатність таких систем приймати автономні рішення; лише в критичних випадках втручання людини. [1]

II. CYBER-PHYSICAL SYSTEM

Для перетворення звичайних складів на розумні складські приміщення використовують Cyber-Physical System (CPS). CPS надає можливість створювати віртуальні копії процесів, які відбуваються на виробництві з можливістю контролювати, приймати рішення в режимі реального часу на основі отриманих даних про статус виконання того чи іншого процесу. CPS може об'єднати віртуальний і фізичний світи, для створення мережевої системи світу, де розумні об'єкти зможуть спілкуватися та взаємодіяти один з одним.

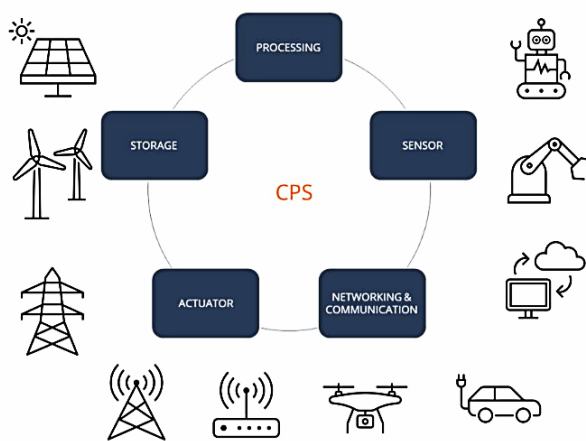


Рис.1. Приклад Cyber-Physical System

При створенні розумного приміщення на основі CPS в комплексі також використовуються різноманітні пристрої для покращення роботи, контролю процесів та передачі даних. Такими пристроями можуть виступати: NFC; різноманітні пристрої CPS, такі як Wi-Fi AP (точки доступу), Bluetooth, датчики та камери, тощо. Таким чином вплив людини на процес мінімальний, адже всю роботу виконують запрограмовані роботи та машини. Людині ж лише потрібно надсилати необхідні інструкції та за потреби контролювати процес. [2]

В процесі створення розумного приміщення розглядають чотири основні теми:

Ефективне планування комунікацій (Efficient Communication Scheduling) полягає в утворенні щільної локальної мережі (LAN), за допомогою використання та поєднання між собою різноманітних за функцією та призначеннями пристроїв CPS. У створеній локальній мережі виконується збір даних, необхідних для правильної організації певного процесу. При цьому обмежена смуга пропускання бездротового зв'язку може не підтримувати збір даних у реальному часі з великої кількості пристроїв CPS.

Точна та надійна локалізація (Accurate and Robust Localization) проводиться для основних операцій на складі, зокрема таких як інвентаризація для отримання та відстеження розміщення продукції чи будь-яких інших об'єктів. Підхід до локалізації має бути точним, надійним, швидким, і широкого охоплення.

Співпраця кількох роботів (Multi-Robot Collaboration) роботи складаються з різних датчиків, точних приводів і

потужних процесорів. Ці компоненти дають змогу роботу приймати розумні рішення, а також поводитися обережно та точно. Роботів використовують для покращення виконання складних завдань, які потребують багато часу для виконання їх людиною, тих завдань що можуть нашкодити людині та тих, які є технічно важкими у виконанні. Розумні роботи забезпечують великий потенціал для розумного складу, адже можуть виконувати безліч різноманітних завдань, наприклад: складських операцій, перенесення та переміщення, складання, маркування, сортування, тощо.

Розпізнавання людської діяльності (Human Activity Recognition.). Людина в системі розумних складських приміщень відіграє важливу роль в управлінні різного роду та виду діяльності об'єктами, товарами, пристроями, тощо. Для організації спільної одночасної роботи людини з комп'ютером (роботами) необхідно також розпізнавати діяльність людини.

III. OBJECT DETECTION

Для розпізнавання об'єктів на складських приміщеннях за допомогою відео та зберігання даних про певні об'єкти в Інтернеті впроваджують Інтернету речей (IoT).

До існуючих засобів ідентифікації об'єктів відносяться:

- комп'ютерний зір – машини та технології, які можуть проводити, виявляти та визначати об'єкти;
- QR та штрих коди;
- мітки NFC та RFID;
- магнітні картки.

Така реалізація IoT базується на алгоритмі розпізнавання об'єктів, що використовує бібліотеку OpenCV для Python і Raspberry PI 3 для зберігання даних у веб-програмі. [3]

На багатьох складах виникає потреба в сортуванні великої кількості товарів. Для реалізації сортування найчастіше використовують конвеєрні лінії оснащені додатково датчиками. Сортування у промисловості – це повторюваний виробничий процес, який зазвичай виконується працівниками вручну. Через сортування

вручну виникають неточності на основі людського фактору. Для того, щоб отримати якомога точний результат використовують спеціальні датчики, наприклад за допомогою використання датчика кольору TCS3200, який може розрізняти різні кольорові об'єкти при цьому ефективно та швидко класифікувати їх.



Рисунок 2 – Приклад датчика кольору

Транспортування об'єктів організується за допомогою використання конвеєрної стрічки. Об'єкти можна сортувати за допомогою різноманітних методів, включаючи сортування за масштабом (висота, довжина тощо), кольором, вагою, комп'ютерним зором (обробка зображень), вмістом об'єкта тощо. [4,5]

Лінії конвеєрного типу є дуже розповсюдженим пристроєм автоматизації для пересування об'єктів на підприємствах. Конвеєри використовуються майже на кожному підприємстві та розподіляються на:

– роликіві – поверхня цього типу конвеєрної стрічки складається з роликів, які обрані відповідно до виробничих вимог, такими як вага або необхідна швидкість руху продуктів, які будуть переміщатися уздовж стрічки;

– пласкі – використовує серію привідних шківів для переміщення безперервного плоского ремня, який може складатися з натурального матеріалу або синтетичної тканини (наприклад, поліестер, нейлон);

– шевронні – стрічкові конвеєри з клином мають в своєму виконанні вертикальні клини або бар'єри. Ці шипи можуть забезпечувати безпеку сипучих матеріалів під час ухилів і ухилів, забезпечуючи рівномірне відстань між предметами і багато іншого.

Конвеєри вирішують завдання автоматизації й оптимізації процесу виробництва і є невід'ємною частиною різних технологічних ліній. [6-15]

Наявність автоматичної системи керування режимами роботи стрічкового конвеєра розширює можливості підвищення показників надійності, тому що застосування регульованого приводу зі змінною швидкістю транспортування, можливість регулювати запуск конвеєра, натяг стрічки, розподіляти тягове зусилля між барабанами, дозволяє впливати на термін служби окремих елементів і всього конвеєра в цілому. Створюючи модульну систему з стрічкових конвеєрів можна створити лінію з функцією сортування об'єктів. Керування конвеєрними стрічками вже є автоматизованим та відбувається за допомогою

панелей керування чи персонального комп'ютерів в більш сучасних системах.

Для розпізнавання та сортування на складі можна також використовувати коди швидкого реагування (QR).

Для організації роботи на складі все найчастіше почали використовувати роботів. Сучасних роботів, яких використовують для автоматизації складських процесів, поділяють на дві групи: промислові та колаборативні. Промислові роботи – це програмовані машини, обладнані датчиками обліку даних у режимі реального часу, що замінюють ручну працю при складних повторюваних діях. На складах цей тип представлений підймальними механізмами та автоматичними транспортерами. Колаборативні роботи (коботи) представляють собою об'єднання праці людини і машини. Такі роботи зазвичай можуть працювати автономно чи під керівництвом людини. У складській сфері коботи представлені маніпуляторами для переміщення вантажів і пакувальними машинами.

ВИСНОВКИ

В даних тезах було розглянуто основні моменти в перетворенні звичайного складського приміщення в розумний склад з використанням Cyber-Physical System. Представлено аналіз чотирьох базових технологій побудови розумного складського приміщення, тобто ефективного планування зв'язку, точна та надійна локалізація, координація кількох роботів і розпізнавання діяльності людини. Також було розглянуто існуючі засоби ідентифікації об'єктів, які можна застосовувати для перетворення звичайного складського приміщення на автоматизований розумний склад. Проаналізовано лінії конвеєрного типу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Kattapur, A. (2019), Workflow composition and analysis in Industry 4.0 warehouse automation. IET Collab. Intell. Manuf., 1: 78-89. <https://doi.org/10.1049/iet-cim.2019.0017>

[2] Liu, X.; Cao, J.; Yang, Y.; Jiang, S. CPS-Based Smart Warehouse for Industry 4.0: A Survey of the Underlying Technologies. *Computers* **2018**, 7, 13. <https://doi.org/10.3390/computers7010013>

[3] J. F. Ibañez, J. E. Serrano Castañeda and J. C. Martinez Santos, "An IoT Camera System for the Collection of Data Using QR Code as Object Recognition Algorithm," *2018 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)*, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/CONIITI.2018.8587087.

[4] F. H. Altaf Hussain, V. K. Shukla and A. Tripathi, "Sorting of Objects from Conveyer Belt through Colour Detection and Audrino UNO," *2021 International Conference on Communication information and Computing Technology (ICCICT)*, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICCICT50803.2021.9510037.

[5]. Євсєєв В.В. Проектування мобільних роботів на базі одноплатних комп'ютерів (Raspberry Pi и мови Python 3.6) // Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В. Підручник. – Харків : 2020. С. 257.

[6] Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser

Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>.

[7] Nevliudov, I., & et al.. (2020). Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(10), 7465-7473.

[8] Nevliudov, I., & et al.. (2021). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems, *J. Math. Comput. Sci.*, 11(1), 520-542.

[9] Khalid, M. S., Yevsieiev, V., Nevliudov, I. S., Lyashenko, V., & Wahid, R. (2022). HMI Development Automation with GUI Elements for Object-Oriented Programming Languages Implementation. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 70.1, 139-145.

[10] Igor Nevliudov, Vladyslav Yevsieiev, Oleksandr Klymenko, Nataliia Demska, Maksym Vzhesnievskyi. Evolutions of the Development of Group Management of Mobile Robotic Platforms in Warehousing 4.0. *INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND SCIENTIFIC SOLUTIONS FOR INDUSTRIES*, (4 (18), 2021. pp. 57-64. doi: 10.30837/ITSSI.2021.18.057

[11] Аналіз стратегій зберігання виробів в автоматизованому інтелектуальному складі / І. Ш.Невлюдов, В. В. Євсєєв, Н. П. Демська, М. О. Вжєснєвський, О. М. Клименко // VII Міжнародна науково-практична конференція «Напівпровідникові матеріали, інформаційні технології та фотовольтаїка»: Тези доповідей. – Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2022. – С. 87-88

[12]. Khalid, M. S., Yevsieiev, V., Nevliudov, I. S., Lyashenko, V., & Wahid, R. (2022). HMI Development Automation with GUI Elements for Object-Oriented Programming Languages Implementation. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 70.1, 139-145.

[13]. Nevliudov, I., & et al.. (2021). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems, *J. Math. Comput. Sci.*, 11(1), 520-542.

[14]. Nevliudov, I., & et al.. (2021). GUI Elements and Windows Form Formalization Parameters and Events Method to Automate the Process of Additive CyberDesign CPPS Development. *Advances in Dynamical Systems and Applications*, 16(2), 441-455.

[15] Nevliudov, I., & et al.. (2020). Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(10), 7465-7473.