

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Харківський національний університет
радіоелектроніки

каф. ЕОМ

Система моніторингу стану обладнання

Ст.групи КІУКІ-21-3
Буценко Д.О.

Керівник
ас. Крюкова І.В

Мета та задачі

Мета кваліфікаційної роботи – побудувати систему моніторингу стану обладнання

Задачі:

- Аналіз компонентів обраної системи (виробничої лінії)
- Розробка специфікації місця розташування обладнання
- Побудова схеми запропонованої моделі
- Тестування системи

Система виробничої лінії

Система складається з таких компонентів:

- виробництво;
- маніпуляції з пломбами;
- пакувальна лінія;
- лінія розливу;
- система конвеєрів;
- автоматичний штабелер/склад на полиці;
- входи/виходи.

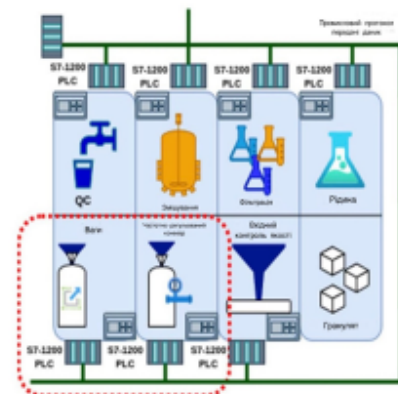
Вся система на рисунку управляється MES (Системою виконання виробництва).

Процес контролюється програмованим логічним контролером (ПЛК). Вищезгадана MES також оснащена функціоналом для контролю якості як процесів, так і продукції, включаючи автоматизоване виконання планів вибірки якості та використання методів статистичного контролю.



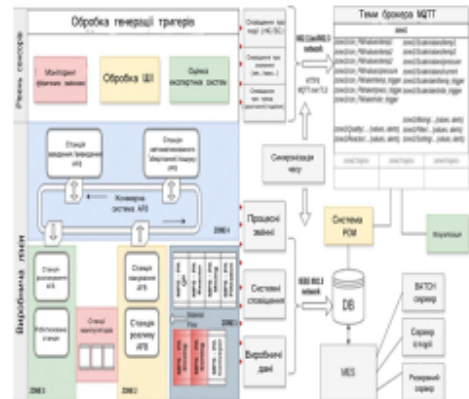
Специфікація місця розташування використовуваного обладнання

- Для цілей цієї роботи було обрано два модулі виробничої лінії для перевірки придатності запропонованого обладнання для передбачуваного використання. Це робочі станції, розташовані на вході грануляту в систему, а саме «Конвеєр FM» та «Ваги».
- Вибір ґрунтується на придатності для початкової перевірки процедур та ідей, що стосуються реалізації сенсорного шару. Це пов'язано з їхньою простотою та обмеженою кількістю активних елементів.
- Пристроєм, що використовується для оцінки даних з сенсорного шару, є Revolution Pi (RevPi). Це відкритий, модульний промисловий ПЛК на базі Raspberry Pi, що працює на процесорі ARM Cortex



Схематичне зображення запропонованої системи з підсистемою MQTT

- Всі дані обробляються на найнижчому рівні у вигляді електронної когерентної таблиць за допомогою RevPi або, зрештою, інших інтелектуальних датчиків.
- Вихідні дані окремих процесів безпосередньо зберігаються на брокері MQTT, який розташований у пулі серверів керування. Окремі процеси зберігають вихідні дані як видавець у заданій черзі.
- Додаток для візуалізації виходів отримує доступ до даних на MQTT, тоді як візуалізація реалізується за допомогою фреймворку NODE-RED. Схематичне зображення всієї системи показано на рисунку



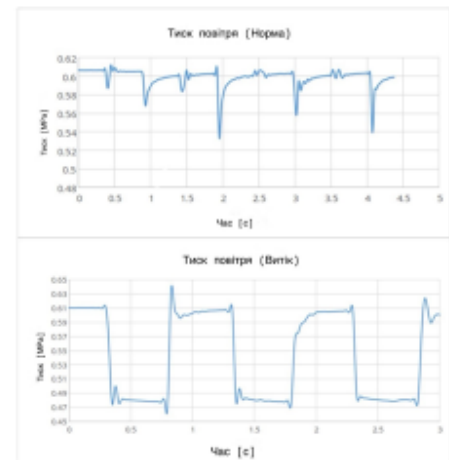
Головний екран запропонованого застосунку

- Для відображення виявлених помилок використовується система візуалізації, реалізована в середовищі Node-RED.
- Додаток (рисунок) розроблений зі зручним інтерфейсом для оператора. Базовий екран представляє графічне представлення спрощеної схеми всієї виробничої лінії.
- Вхідними даними для програми є сповіщення у вигляді тригерів, що зберігаються в кожній темі на сервері MQTT. Ці сповіщення позначаються значком сповіщення в інтерфейсі базового екрана.



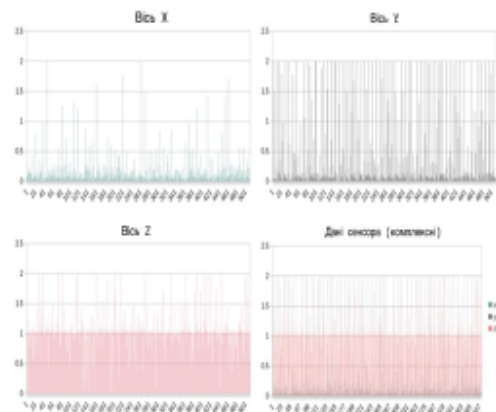
Приклади графіків тиску повітря

- На рисунку показано форми хвиль тиску повітря під час нормальної роботи у разі несправності повітряної лінії, пов'язаної зі зменшенням об'єму подачі повітря в розподільній системі.
- Очевидно, що при частковому пошкодженні повітропроводу фактичний процес роботи конвеєра залишається працездатним, і ПЛК не виявляє жодних помилок. Однак графік чітко вказує на зміну робочих параметрів.

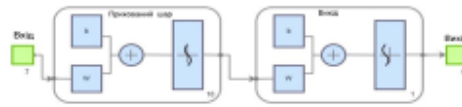


Дані акселерометра у трьох вимірах X/Y/Z

- Щоб визначити відповідну функцію пневматичного м'яза, рух конвеєра відстежується за допомогою акселерометра. Використовуваний пристрій вимірює значення за трьома осями — X/Y/Z, як показано на рисунку.
- Враховуючи спосіб кріплення датчика до корпусу конвеєра, найважливішим вимірюванням є вимірювання, що проводиться вздовж осі Y. Дані збираються та зберігаються в базі даних синхронно з робочими циклами конвеєра, а потім обробляються.
- Мета полягає у використанні нейронної мережі для визначення того, чи процес безперервно працює, і чи значення знаходяться в межах заданих допустимих значень, з виходом «ІСТИНА» або «ХИБНІСТЬ» (0/1). Оцінка процесу проводиться через регулярні проміжки часу, а дані розділяються на шаблони, придатні для обробки за допомогою запропонованої нейронної мережі.



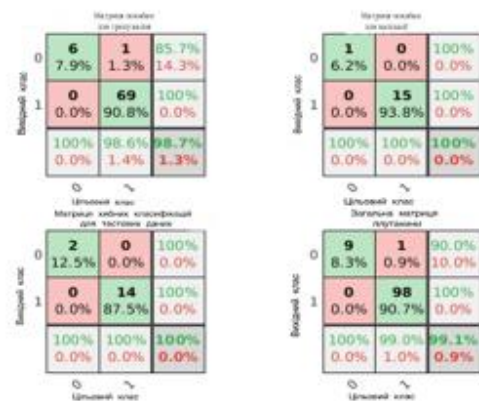
Використана архітектура нейронної мережі



- Щоб мінімізувати обчислювальні вимоги до електронного процесора, нейронна мережа має бути простою та ефективною. Відповідно, була побудована тришарова нейронна мережа, як показано на рисунку.
- Вхідний шар складається з семи нейронів, які відповідають шаблонам, отриманим із записаного потоку даних.
- Мережа містить один прихований шар із 10 нейронів. Вся мережа реалізована як двокласовий класифікатор, з вихідним шаром, що складається з одного нейрона. Ідентифікація успішного конвеєра у шаблоні даних представлена логічним значенням вихідного нейрона, яке приймає значення «0» або «1».

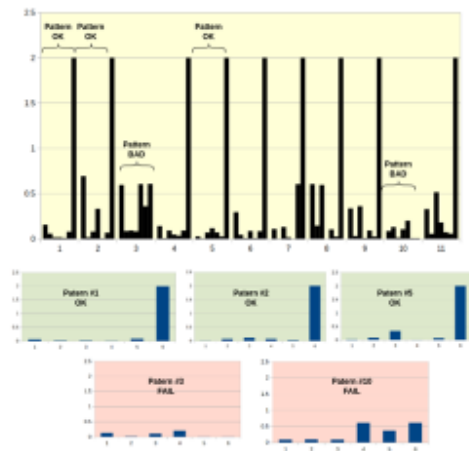
Матриця похибки навченої нейронної мережі

- Після серії випробувань, проведених у середовищі Matlab, було встановлено, що алгоритм масштабованого спряженого градієнта (функція TRAINSCG) дав найоптимальніші результати в цьому конкретному випадку.
- На рисунку відображені матриці похибок



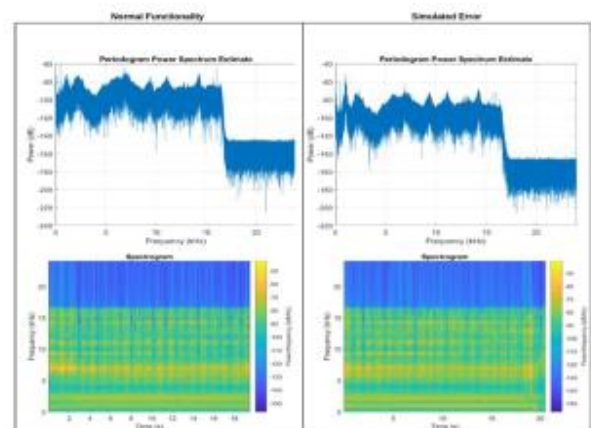
Спектральний аналіз даних MEMS-мікрофона з коробки передач

- Технічне рішення полягає в наступному: застосунок для зв'язку з датчиком та підготовки даних для оцінки нейронної мережі працює в RevPi та написаний мовою Python.
- Процес нейронної мережі ізольований, а результуючий вихід зберігається в темі MQTT та відображається в застосунку як значок сповіщення, зрештою із зеленим або червоним кольоровим повідомленням у більш детальному вигляді.
- Процес збору даних на іншому робочому місці, де використовується шнековий конвеєр та ваги, аналогічний вищезгаданому. Він призначений для контролю чотирьох параметрів: тиску повітря, температури, споживання струму та вібрації редуктора.



Спектральний аналіз даних MEMS-мікрофона з коробки передач

- Шаблон показано на рисунку, розташованому з лівого боку (Нормальна функціональність).
- У разі виявлення нестандартної частоти в записаному аудіо генерується тригер сповіщення. З точки зору проекту, слід зазначити, що аналіз FFT, показаний на рисунку відносно простим і не може охопити всі випадки, які можуть виникнути в реальній експлуатації.



Висновки

В роботі було побудовано систему моніторингу стану обладнання виробничої лінії.

Для цього було вирішено наступні задачі:

- Проведено аналіз компонентів обраної системи
- Розроблена специфікації місця розташування обладнання
- Побудована схема запропонованої моделі
- Проведено тестування системи