

УДК 658.512:621.3.049.75

КОНТРОЛЬ КЛАСУ ТОЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ НА ПОТОКОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Шрубковський Є.В.

email: yevhen.shrubkovskiy@nure.ua

Науковий керівник – доц. Чала О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАР
м.Харків, Україна

This work is devoted to increasing production volume by implementing the control of the accuracy class of printed circuit board manufacturing in flow production using computer vision and artificial intelligence. It includes the overview of PCB manufacturing, the work algorithm, the neural networks used, the hardware and the conclusion.

У сучасному світі базовим компонентом кожного електронного приладу є друкована плата. ДП використовуються для зв'язку між усіма наявними електронними компонентами, саме тому виробництво друкованих плат розвивається все більше задля покриття попиту. Збільшення обсягів та виробництва ДП є однією з основних задач у приладобудуванні, з якою стикаються виробники.

Найпоширенішим способом виготовлення ДП є потокове або конвеєрне виробництво – спосіб організації виробничого процесу, при якому виготовлення продукції відбувається послідовно за окремими операціями, розміщеними в технологічному порядку. Кожна операція виконується на окремому робочому місці, а деталі постійно переміщуються від однієї операції до іншої, часто за допомогою конвеєра.

Як і в будь-якому іншому виробництві, виготовлений екземпляр ДП може виявитися частково або повністю бракованим, і брак необхідно виявити на якомога більш ранніх етапах для запобігання його потрапляння в фінальний продукт, що може призвести до серйозних технічних, фінансових, або, ще гірше, репутаційних наслідків для підприємства.

Для досягнення цієї мети виробники все частіше використовують системи автоматизованого контролю якості на основі комп'ютерного зору із застосуванням нейромереж та штучного інтелекту.

Принцип роботи полягає в наступному: промислові камери роблять знімки друкованих плат, що проходять по конвеєру на різних стадіях виробництва, готовий знімок передається на робочу станцію (від звичайних персональних комп'ютерів вони зазвичай відрізняються набагато кращими характеристиками, а саме: в разі більша кількість ядер процесора, що може сягати понад сотню, більший обсяг оперативної пам'яті, зазвичай 128 або 256 гігабайт, та кількома встановленими професійними відеоприскорювачами) через інтерфейс підключення, зазвичай USB 3.x або Ethernet, так як подібний потік даних вимагає великої пропускної здатності.

На комп'ютері фото спочатку оброблюється та перетворюється в «зручні» для неймережі формат та розмір, після чого аналізується вже самою неймережею. Потім штучним інтелектом приймається рішення: якщо дефектів не виявлено, то плата пропускається далі, якщо ж дефекти були виявлені, то плата «викидається» у відходи, або, в дуже рідких випадках, відправляється на доопрацювання, якщо це економічно вигідно та рентабельно.

Серед найпоширеніших неймереж для виявлення дефектів ДП можна виділити YOLOv8, YOLOv5 та Faster R-CNN. Порівняння їхньої результативності при роботі на однаковому відеоприскорювачі, а саме мобільному Nvidia RTX 3070, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння неймереж для виявлення дефектів

Характеристика	Неймережа		
	YOLOv8	YOLOv5	Faster R-CNN
Точність (mAP, %)	92,3	85,3	89,5
Швидкість (FPS)	157,2	79,4	20,5
Параметри (М)	28,5	42,7	125,3

Серед сучасних неймереж для виявлення дефектів найефективнішою являється YOLOv8 – вона одночасно має як найвищу частоту кадрів, тобто швидкість обробки потоку, так і найвищу точність виявлення, що робить її найкращим вибором для багатопотокового виробництва.

Дане рішення підходить для виробництв як малого, так і великого масштабу. Його впровадження дозволяє зменшити кількість пропущених дефектів і хибних тривог в 5-10 разів (0,1% пропуску проти 1-2% пропуску в старіших рішеннях) та збільшити загальний обсяг виробництва на 30-60%.

Список використаних джерел:

1. Deep Learning Based Defect Detection Research on Printed Circuit Boards / Fan Yu, Qihang Yang // International Journal of Advanced Network Monitoring and Controls 9(2). – Xi'an, 710021, China, 2024. С 51-58.
2. Nevliudov, I., Chala, O., Botsman, I. (2021), "Determination of technological process modes for surface formation of substrates for functional components of microoptoelectromechanical systems", Functional Materials, No. 28(2), P. 381–385. DOI: <https://doi.org/10.15407/fm28.02.381>
3. O. Chala, A. Bronnikov, N. Igor and D. Mospan, "The Use of Neural Networks for the Technological Objects Recognition Tasks in Computer-Integrated Manufacturing," 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5, DOI: 10.1109/MEES58014.2022.10005750.