

УДК 62-791.2:004.94

М.С. Друзев, студент гр. ПБ-01мп  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## КОНТРОЛЬ 3D-ДРУКОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА МАШИННОГО ЗОРУ

**Анотація.** В даній статті розглянуто можливості та переваги застосування машинного зору, його основні складові, проаналізовано фактори, що впливають на якість 3D друку.

**Ключові слова:** Адитивне виробництво, 3D друк, машинний зір, фактори, якість.

### ВСТУП

Адитивне виробництво (АВ), яке більш відоме як тривимірний (3D) друк, це виробничий процес, на якому виріб виготовляється поступово та вертикально до платформи для складання 3D-принтеру, тобто шар за шаром [1]. Промислові галузі по всьому світу використовують АВ аби знизити вартість виготовлення деталей і зменшити час виходу на ринок. Продукти, створені за допомогою адитивного виробництва можуть бути складними з точки зору геометричних характеристик і мати легку структуру – проблеми, які важко вирішити за допомогою традиційного субтрактивного виробництва (токарних та фрезерних операцій). 3D-друк зазнав швидкого зростання, оскільки заснований на різних фізичних принципах (наприклад, екструзія, фотополімеризація, спікання, тощо) технологій, які тепер доступні та дозволяють виробничій промисловості скоротити терміни виробництва.

Оскільки 3D-друк все більше використовується у виробництві виникає питання: Як здійснити контроль якості виробів виготовлених за допомогою 3D-принтера?

### ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ

Адитивна технологія виготовлення складається з трьох етапів :

1. CAD-модель.
2. STL-модель.
3. Деталь.



Рис. 1. Пошаровий принцип побудови моделі

Кожен етап виготовлення забезпечує певний рівень якості.

Машина будує модель пошарово відповідно до створених перед початком побудови «перетинів». Після завершення побудови модель має ступінчасту поверхню, а висота сходинки відповідає кроку побудови. Наприклад, при побудові моделі кулі: на полюсі вона матиме плоский майданчик, шорсткість на ділянці, що близька до полюсу буде максимальною, але чим ближче до екватора, тим краще буде якість поверхні (рис. 1) [2].

Якість поверхні прототипу часто залежить від орієнтації моделі на робочій платформі під час побудови. При побудові плоскої деталі, розташувавши її горизонтально, можна отримати низьку шорсткість

горизонтальної поверхні; для отримання кращої якості на бічних поверхнях модель необхідно зорієнтувати під кутом до площини платформи.

Важливим параметром, що визначає якість поверхні, є якість вихідної тривимірної моделі CAD. Віртуальною моделлю є 3D-поверхня у вигляді замкнутої сітки з трикутників. Шорсткість поверхні безпосередньо залежить від якості створення сітки (рис.2).

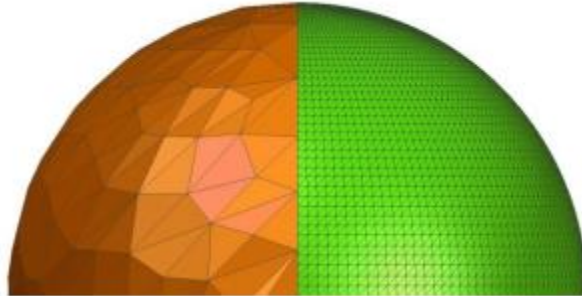


Рис. 2. Модель кулі: зліва – низької якості, праворуч – високої

## ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ

Сучасне високотехнологічне виробництво вимагає особливих підходів до контролю якості продукції, що випускається. Комп'ютерний зір (Computer Vision) здійснив справжній технологічний прорив і значно розширив можливості дефектоскопії в промисловості, переклав її на новий, більш високий рівень. Тепер технології дозволяють відстежувати якість не тільки після виготовлення виробу або продукту, а й безпосередньо під час процесу виробництва.

Машинний зір - це застосування комп'ютерного зору для промисловості та виробництва. У той час як комп'ютерний зір — це загальний набір методів, що дозволяють комп'ютерам бачити. Сферою інтересу машинного зору, як інженерного напрямку, є цифрові пристрої вводу-виводу та комп'ютерні мережі, призначені для контролю виробничого обладнання, таких як роботи-маніпулятори або апарати для вилучення бракованої продукції. Машинний зір є підрозділом інженерії, пов'язаний із обчислювальною технікою, оптикою, машинобудуванням та промисловою автоматизацією [3].

Основними чотирма складовими системи зору є об'єктив і система освітлення (підсвічування об'єкта), датчик зображення або камера, процесор та спосіб передачі результатів, або за допомогою фізичних входів/виходів (Input/Output) або за допомогою інших засобів комунікації на основі, як правило, стандартних протоколів та загальноприйнятих інтерфейсів.

Об'єктив захоплює зображення та передає його сенсору у вигляді світлової проекції. Щоб оптимізувати систему зору, відеокамера повинна мати відповідний об'єктив. Хоча існує багато типів об'єктивів, у додатках машинного зору для простоти управління зазвичай використовуються об'єктиви з фіксованою фокусною відстанню.

Переваги машинного зору:

- висока точність інформації, що надходить;
- підвищений рівень продуктивності;
- гнучкість;

- легкість переналаштування;
- скорочення часу простою обладнання завдяки своєчасному реагуванню на несправності;
- суворий контроль виробництва, за винятком людського фактору;
- зниження витрат виробництва завдяки скороченню відсотка браку.

## **ВИСНОВОК**

Аддитивне виробництво продовжує розвиватися та використовуватися в різних сферах виробництва. Через різницю в технологіях аддитивного виробництва готова деталь може відрізнитися, іноді досить сильно, від первинно спроектованої, отже, виникають проблеми, пов'язані з точністю розмірів, якості поверхонь, механічних властивостей, функціональних та геометричних потреб. Використання машинного зору дозволить виконувати контроль якості в процесі друку, заощаджуючи час, тим самим підвищує швидкість виробництва, а також зменшить відсоток браку.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [1] Gibson, I., Rosen, D. and Stucker, B., 2014. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. Springer.
- [2] Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.А.Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // Пособие для инженеров. – М.:ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.
- [3] Машинний зір. [Електронний ресурс] / режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Машинний\\_зір](https://uk.wikipedia.org/wiki/Машинний_зір)
- [4] Кит, Д. В. Контроль объектов трёхмерной печати / Д. В. Кит, А. А. Подолян // Новые направления развития приборостроения: материалы 13-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, 15–17 апреля 2020 г. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: О. К. Гусев (пред. редкол.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 113-114
- [5] Gregory S Tymchik, Aleksandr A Podolian, Kateryna S Serhiienko, Theoretical Investigations of the Ultrasonic Wave Generation by an Electromagnetic Acoustic Transducer- Research Bulletin of the National Technical University, 2018, Vol.3, pp.84-92

*Наук. керівник – к.т.н., доц. Подолян О.О.*