

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Інформаційна система управління 3D-принтерами Bambu Lab

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Найменування системи

Інформаційна система управління 3D-принтерами Bambu Lab (Bambu Printer Information Management System - BPIMS).

1.2 Підстава для розробки

Лабораторні роботи з дисципліни "Інформаційні системи".

1.3 Призначення системи

Створення прикладної інформаційної системи для централізованого управління, моніторингу, обліку ресурсів та аналізу ефективності роботи 3D-принтерів Bambu Lab в мережевому середовищі з повноцінним інформаційним забезпеченням виробничого процесу.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Об'єкт автоматизації

- **Предметна область:** Інформаційне забезпечення процесів 3D-друку та управління виробничими ресурсами
- **Користувачі:** Оператори 3D-друку, технічні спеціалісти, менеджери виробництва, адміністратори системи
- **Масштаб:** Від 1 до N принтерів в локальній мережі з централізованою базою даних

2.2 Інформаційні процеси, що автоматизуються

- **Облік та реєстрація** обладнання та матеріалів
- **Моніторинг стану** виробничих процесів
- **Ведення журналу** всіх операцій та подій
- **Управління ресурсами** (філамент, енергоспоживання)
- **Аналіз ефективності** роботи обладнання
- **Планування завантаженості** принтерів
- **Генерація звітності** по виробничій діяльності

3. ВИМОГИ ДО ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Функціональні вимоги

3.1.1 Модуль управління обладнанням

- **Реєстрація принтерів** з повною технічною інформацією
- **Ведення каталогу обладнання** з характеристиками
- **Управління конфігураціями** принтерів
- **Групові операції** з обладнанням

3.1.2 Модуль обліку матеріалів та ресурсів

- **Реєстрація філаменту** з параметрами (тип, колір, вага, вартість)
- **Прив'язка філаменту до принтерів** з автоматичним розрахунком залишків
- **Облік витрат матеріалів** по кожному завданню друку
- **Попередження про низькі залишки** філаменту
- **Історія використання матеріалів** з аналітикою
- **Розрахунок собівартості** друку по матеріалах

3.1.3 Модуль журналювання та моніторингу

- **Журнал завдань друку** з повною інформацією:
 - Час початку/завершення
 - Назва та параметри моделі
 - Використані матеріали
 - Результат виконання
 - Витрачений час
- **Журнал помилок та збоїв** з класифікацією:
 - Технічні помилки принтерів
 - Мережеві збої
 - Помилки користувачів
 - Автоматичні дії системи
- **Журнал системних подій:**
 - Підключення/відключення користувачів
 - Зміни конфігурації
 - Операції з матеріалами
- **Моніторинг стану в реальному часі:**
 - Температурні режими
 - Прогрес друку
 - Стан підключення
 - Поточне споживання ресурсів

3.1.4 Модуль керування процесами

- **Управління чергою завдань друку**
- **Призначення завдань на принтери з оптимізацією**
- **Контроль процесу друку** (пауза, стоп, відновлення)
- **Автоматичне перепланування** при збоях

3.1.5 Модуль аналітики та звітності

- **Статистика ефективності принтерів**
- **Аналіз витрат матеріалів** по періодах
- **Звіти по завантаженості** обладнання
- **Розрахунок KPI** виробничої діяльності
- **Прогнозування потреб** в матеріалах

3.1.6 Модуль діагностики та технічного обслуговування

- **Планування ТО** обладнання
- **Ведення історії ремонтів** та обслуговування
- **Діагностика мережевих підключень**
- **Автоматичне тестування** систем

3.2 Інформаційне забезпечення

3.2.1 База даних системи

Таблиця "Принтери" (printers):

- **printer_id** (первинний ключ)
- **name** (назва)
- **ip_address** (IP-адреса)
- **serial_number** (серійний номер)
- **access_code** (код доступу)
- **model** (модель)
- **installation_date** (дата встановлення)
- **status** (поточний статус)
- **total_print_time** (загальний час друку)
- **maintenance_date** (дата останнього ТО)

Таблиця "Матеріали" (materials):

- **material_id** (первинний ключ)
- **name** (назва матеріалу)
- **type** (тип філаменту: PLA, ABS, PETG, etc.)

- color (колір)
- diameter (діаметр)
- density (щільність г/см³)
- cost_per_kg (вартість за кг)
- supplier (постачальник)

Таблиця "Запаси матеріалів" (material_stock):

- stock_id (первинний ключ)
- material_id (зовнішній ключ)
- printer_id (зовнішній ключ)
- initial_weight (початкова вага)
- current_weight (поточна вага)
- installation_date (дата встановлення)
- estimated_remaining (розрахункова кількість, що залишилась)

Таблиця "Завдання друку" (print_jobs):

- job_id (первинний ключ)
- printer_id (зовнішній ключ)
- material_id (зовнішній ключ)
- job_name (назва завдання)
- file_path (шлях до файлу)
- start_time (час початку)
- end_time (час завершення)
- status (статус: queued, printing, completed, failed, paused)
- estimated_time (розрахунковий час)
- actual_time (фактичний час)
- material_used (витрачено матеріалу, г)
- progress (прогрес %)
- error_message (повідомлення про помилку)

Таблиця "Журнал подій" (event_log):

- event_id (первинний ключ)
- timestamp (час події)
- event_type (тип події: info, warning, error, critical)
- source (джерело: system, printer, user)
- printer_id (зовнішній ключ, nullable)
- user_name (ім'я користувача)
- message (текст повідомлення)
- details (детальна інформація JSON)

Таблиця "Помилки та збої" (errors):

- error_id (первинний ключ)
- timestamp (час помилки)
- printer_id (зовнішній ключ)
- job_id (зовнішній ключ, nullable)
- error_code (код помилки)
- error_category (категорія помилки)
- description (опис помилки)
- resolution_status (статус вирішення)
- resolution_time (час вирішення)
- resolution_notes (примітки по вирішенню)

3.2.2 Вхідна інформація:

- Конфігураційні параметри принтерів
- Інформація про матеріали та їх характеристики
- Файли моделей для друку
- Параметри завдань друку
- Дані моніторингу з принтерів (температура, прогрес, статус)

3.2.3 Вихідна інформація:

- Звіти по ефективності роботи принтерів
- Аналітика використання матеріалів
- Статистика завершених/провалених завдань
- Прогнози потреб в матеріалах
- Рекомендації по оптимізації процесів
- Звіти по збоям та помилкам

3.3 Технічні вимоги

3.3.1 Архітектура інформаційної системи:

- **Тип:** Триярусна архітектура
- **Рівень представлення:** Desktop-додаток на PySide6
- **Рівень логіки:** Python-модулі обробки даних та бізнес-логіки
- **Рівень даних:** SQLite база даних + JSON конфігурації
- **Зовнішня інтеграція:** MQTT API принтерів Bambu Lab

3.3.2 Системні вимоги:

- **ОС:** Windows 10+, Linux Ubuntu 20.04+, macOS 11+
- **Python:** 3.9+

- **База даних:** SQLite 3.36+
- **Мережа:** Локальна мережа з доступом до принтерів
- **Пам'ять:** 1 ГБ RAM (рекомендовано 2 ГБ)
- **Диск:** 500 МБ для програми + простір для логів та БД

3.3.3 Програмні залежності:

- **PySide6** - графічний інтерфейс користувача
- **SQLAlchemy** - ORM для роботи з базою даних
- **bambulabs_api** - інтеграція з принтерами
- **matplotlib/plotly** - візуалізація аналітичних даних
- **pandas** - обробка та аналіз даних
- **schedule** - планувальник задач
- **logging** - системне журналювання

3.4 Інтерфейс користувача інформаційної системи

3.4.1 Головне робоче місце:

- **Дашборд** з ключовими показниками системи
- **Інтерактивна мапа принтерів** з поточними статусами
- **Панель швидкого доступу** до основних функцій
- **Область сповіщень** про критичні події

3.4.2 Модуль управління ресурсами:

- **Каталог матеріалів** з детальними характеристиками
- **Інвентарний облік** філаменту по принтерах
- **Калькулятор витрат** матеріалів для завдань
- **Сповіщення** про критичні залишки

3.4.3 Аналітичні панелі:

- **Графіки ефективності** роботи принтерів
- **Діаграми використання** матеріалів
- **Тренди по періодах** роботи
- **Порівняльний аналіз** продуктивності

4. АЛГОРИТМИ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

4.1 Основний цикл системи:

```
ПОКИ система_активна:  
    оновити_стан_принтерів()  
    розрахувати_залишки_матеріалів()  
    перевірити_критичні_події()  
    оновити_статистику()  
    записати_в_журнал()  
    ЧЕКАТИ інтервал_оновлення
```

4.2 Алгоритм розрахунку залишків філаменту:

```
ДЛЯ КОЖНОГО принтера:  
    поточна_вага = отримати_залишок_філаменту()  
    витрати_за_період = розрахувати_витрати_з_початку_катушки()  
    оновити_базу_даних(поточна_вага, витрати)  
    ЯКЩО поточна_вага < критичний_рівень:  
        створити_сповіщення()
```

4.3 Обробка завдань друку:

```
ПРИ початку_друку:  
    зареєструвати_завдання_в_БД()  
    записати_початкову_вагу_філаменту()  
  
ПРИ оновленні_прогресу:  
    оновити_статус_завдання()  
    розрахувати_поточні_витрати_матеріалу()  
  
ПРИ завершенні_друку:  
    записати_фінальні_дані()  
    розрахувати_собівартість()  
    оновити_статистику_принтера()
```

5. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ДАНИХ

5.1 Резервне копіювання:

- Автоматичне створення резервних копій БД щодоби
- Експорт налаштувань в JSON формат
- Збереження історичних даних за період до 2 років

5.2 Контроль цілісності даних:

- Валідація вхідних даних на рівні моделі
- Перевірка зв'язків між таблицями
- Автоматичне відновлення пошкоджених записів

5.3 Аудит системи:

- Повне журналювання всіх операцій користувачів
- Відстеження змін критичних параметрів
- Контроль доступу до функцій системи

6. ЕТАПИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

6.1 Етап 1 - Проектування БД та базової функціональності:

- Створення схеми бази даних
- Розробка моделей даних
- Базовий інтерфейс управління принтерами
- Система конфігурації

6.2 Етап 2 - Модуль обліку ресурсів:

- Управління каталогом матеріалів
- Облік залишків філаменту
- Розрахунок витрат та собівартості
- Сповіщення про критичні події

6.3 Етап 3 - Система журналювання:

- Повноцінне логування всіх операцій
- Ведення журналу завдань друку
- Реєстрація та класифікація помилок
- Історія змін системи

6.4 Етап 4 - Аналітика та звітність:

- Статистичні звіти по ефективності
- Аналіз використання матеріалів
- Прогнозні моделі
- Візуалізація даних

7. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

7.1 Програмний продукт:

Повнофункціональна інформаційна система управління 3D-принтерами з повним циклом обробки інформації від збору первинних даних до формування аналітичних звітів.

7.2 Інформаційні можливості системи:

- Централізована база даних всієї виробничої інформації
- Автоматизований облік матеріальних ресурсів
- Повна історія операцій та аналітика ефективності
- Система раннього попередження про проблеми
- Інструменти для оптимізації виробничих процесів

7.3 Документація:

- Технічне завдання та специфікація системи
- Опис структури бази даних
- Керівництво адміністратора та користувача
- Методика розрахунку показників ефективності

7.4 Демонстраційні сценарії:

- Повний цикл роботи з завданням друку
- Автоматичний розрахунок витрат матеріалів
- Генерація аналітичних звітів
- Робота системи сповіщень та моніторингу