

## ДОДАТОК А

## Код класу інтелектуальної розмітки YOLOWorldLabeler

```

import torch
import numpy as np
from typing import List, Optional
from ultralytics import YOLOWorld

class YOLOWorldLabeler:
    """Zero-shot object detection & auto-labeling using YOLO-World."""

    def __init__(self):
        self._model = None
        self._load()

    def _load(self):
        """Безпечне завантаження ваг моделі з обходом обмежень безпеки Torch."""
        original_load = torch.load
        try:
            torch.load = lambda *a, **kw: original_load(*a,
**{**kw, "weights_only": False})
            self._model = YOLOWorld("models/yolov8x-
worldv2.pt")
        except Exception as e:
            self._model = None
            print(f"Помилка завантаження моделі YOLO-World:
{e}")
        finally:
            torch.load = original_load

    def label_image(
        self,
        image: np.ndarray,

```

```

        class_names: Optional[List[str]],
        confidence_threshold: float = 0.30,
    ) -> LabelImageResponse:
        """Запуск інференсу YOLO-World для автоматичної
        розмітки поточного кадру."""
        classes = class_names or ["toy", "box", "bottle"]

        # Динамічне встановлення текстового словника (
        prompts ) для детекції
        self._model.set_classes(classes)

        results = self._model.predict(
            source=image,
            conf=confidence_threshold,
            verbose=False,
        )[0]

        h, w = image.shape[:2]
        detections: List[DetectedLabel] = []

        # Ітеративна обробка згенерованих bounding boxes та
        нормалізація координат
        for box in results.bboxes:
            cls_id = int(box.cls[0])
            label = classes[cls_id] if cls_id < len(classes)
        else "unknown"

            conf = float(box.conf[0])
            x1, y1, x2, y2 = box.xyxy[0].tolist()

            # Обчислення відносних координат центру та
            розмірів для формату YOLO (.txt)
            cx = ((x1 + x2) / 2) / w
            cy = ((y1 + y2) / 2) / h
            bw = (x2 - x1) / w
            bh = (y2 - y1) / h

```

```

        detections.append(
            DetectedLabel(
                label=label,
                class_id=cls_id,
                confidence=round(conf, 4),
                bbox_xyxy={
                    "x1": round(x1 / w, 4), "y1":
round(y1 / h, 4),
                    "x2": round(x2 / w, 4), "y2":
round(y2 / h, 4),
                },
                yolo_line=f"{cls_id} {cx:.6f} {cy:.6f}
{bw:.6f} {bh:.6f}",
            )
        )

    top = max(detections, key=lambda d: d.confidence) if
detections else None

    # Формування об'єкта відповіді з виставленням
прапорця верифікації (поріг 55%)
    return LabelImageResponse(
        labeled=len(detections) > 0,
        best_label=top.label if top else None,
        best_confidence=top.confidence if top else 0.0,
        detections=detections,
        needs_review=(top is None or top.confidence <
0.55),
    )

```

## ДОДАТОК Б

## Відомість кваліфікаційної роботи

| Позначення |  |  |  |  | Найменування         |  | Дод. відомості |  |
|------------|--|--|--|--|----------------------|--|----------------|--|
|            |  |  |  |  | Текстові документи   |  |                |  |
| 1.         |  |  |  |  | Пояснювальна записка |  | 68 с.          |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |
|            |  |  |  |  |                      |  |                |  |