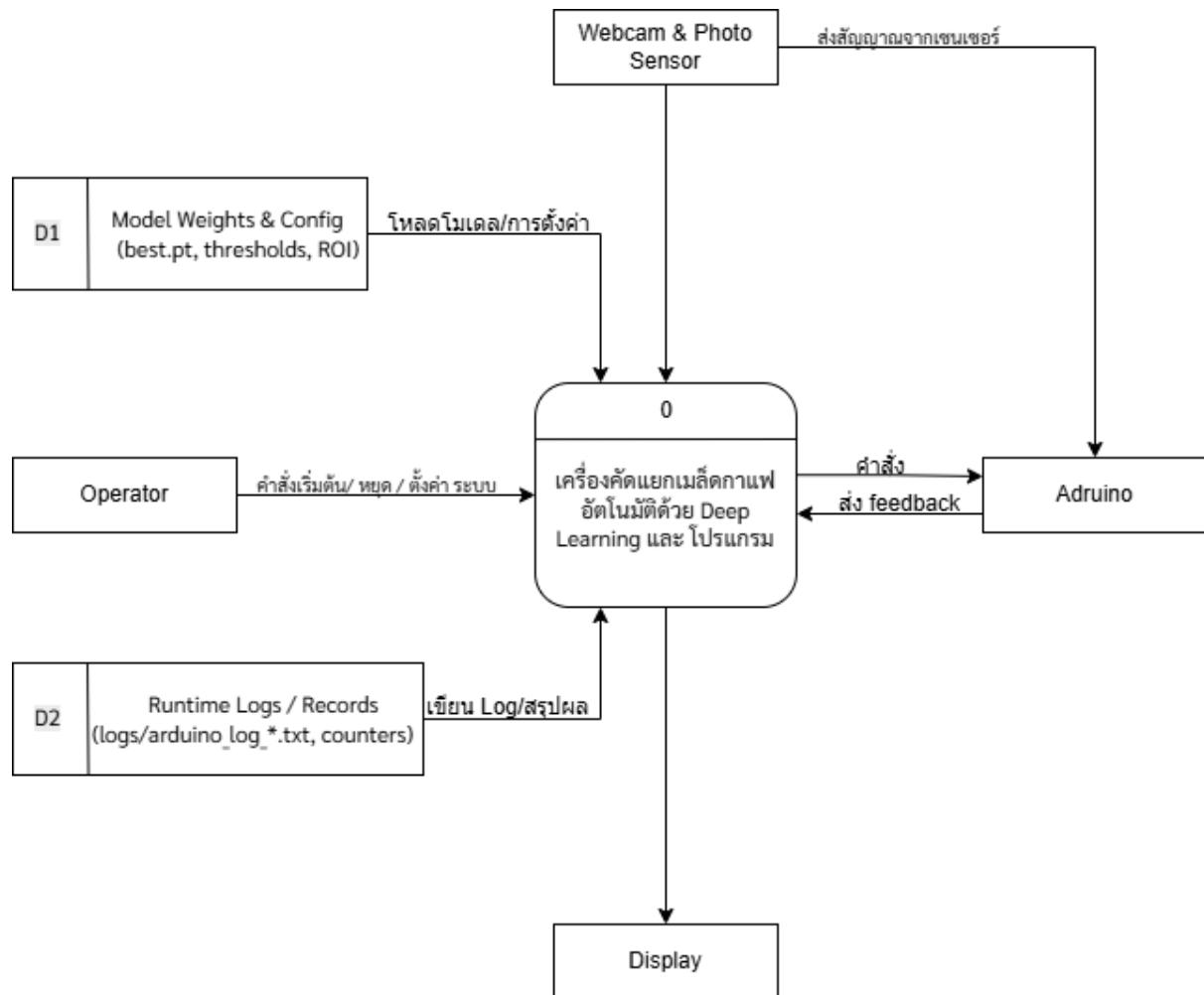
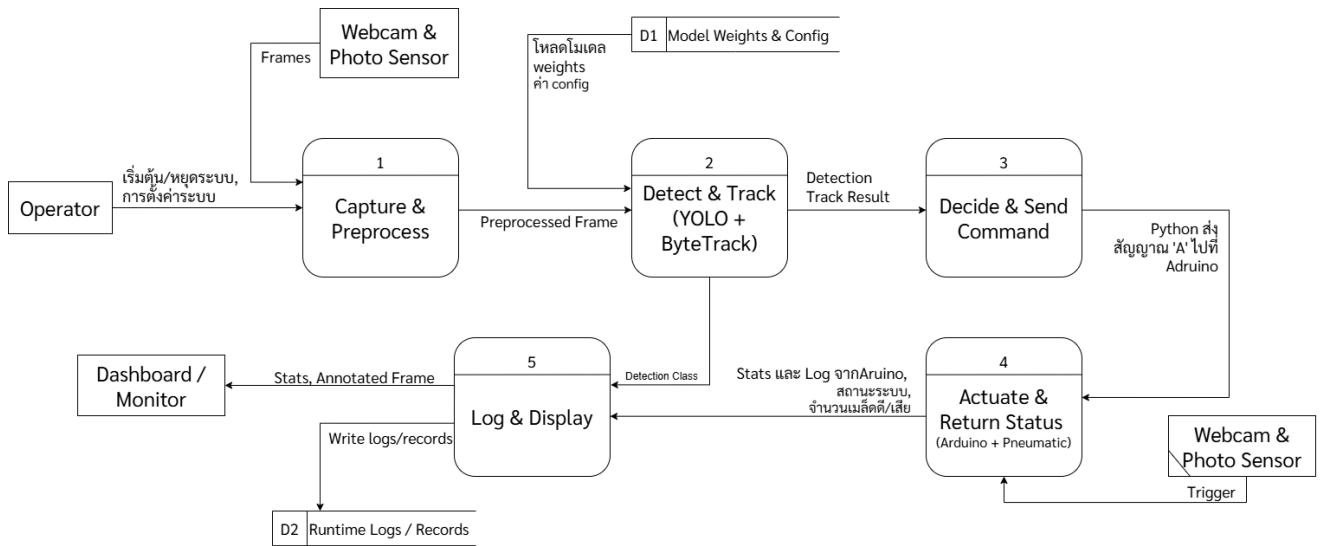


Context Diagram (Level 0) – Coffee Bean Sorting System



DFD Level 1 – Software & Hardware Flow



Process 1 : Capture & Preprocess

รายการ	รายละเอียด
System	: เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟอัตโนมัติด้วย Deep Learning บนสายพาอัตโนมัติ
DFD number	: 1
Process name	: Capture & Preprocess
Input data flow	: สัญญาณเริ่มทำงาน / ตั้งค่าพารามิเตอร์จาก Operator, ภาพจาก Webcam และสัญญาณ Trigger จาก Photo Sensor
Output data flow	: ภาพที่ผ่านการตัดขอบและปรับขนาด (Preprocessed Frame)ส่งไปยัง Process 2 (Detect & Track)
Data store used	: -
Description	: เป็นกระบวนการรับภาพจากกล้องและสัญญาณจากเซนเซอร์ แล้วทำการเตรียมข้อมูลก่อนเข้าสู่การตรวจจับ โดยประกอบด้วยรับภาพ/ทริกเกอร์ ปรับขนาด/ตัดขอบตาม Arming Zone (25–75%) และจัดรูปแบบให้พร้อมเข้าไมโคร

Process 2 : Detect & Track (YOLO + ByteTrack)	
รายการ	รายละเอียด
System	: เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟอัตโนมัติด้วย Deep Learning บนสายพานอัตโนมัติ
DFD number	: 2
Process name	: Detect & Track (YOLO + ByteTrack)
Input data flow	: ภาพที่ผ่านการ Preprocess จาก Process 1, ค่าน้ำหนักโมเดลและค่าการตั้งค่าจาก D1 (Model Weights & Config)
Output data flow	: ผลการตรวจจับและติดตามวัตถุ (Detection + Track Result, Confirmed Class จาก majority vote, Score, BBox, TrackID) ส่งไปยัง Process 3 ภาพ Annotated Frame สำหรับการแสดงผลส่งไปยัง Process 5
Data store used	: D1: Model Weights & Config
Description	: เป็นกระบวนการตรวจจับและติดตามเมล็ดกาแฟแบบเรียลไทม์ โดยใช้ โมเดล YOLO และ ByteTrack ซึ่งประกอบด้วยรัน YOLO ตรวจจับ + ByteTrack เพื่อติดตาม ต่อด้วย <ul style="list-style-type: none"> - Majority vote 5 เฟรมต่อ TrackID เพื่อยืนยันคลาส (Confirmed Class) - คำนวณ frame stability (ผ่านเกณฑ์ $\geq N$ ใน M เฟรม, เช่น $\geq 3/5$) แล้วส่งผลยืนยันไปให้ส่วนตัดสินใจ

Process 3 : Decide & Send Command	
รายการ	รายละเอียด
System	: เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟอัตโนมัติโดย Deep Learning บนสายพาน
DFD number	: 3
Process name	: Decide & Send Command
Input data flow	: ผลการตรวจจับจาก Process 2 (Detection + Track Result, Confirmed Class จาก majority vote, Score, BBox, TrackID) จาก 2.0
Output data flow	: คำสั่งควบคุม (Command 'A') ส่งไปยัง Process 4 (Arduino)
Data store used	: -
Description	: ตรวจสอบเงื่อนไขครบถ้วนก่อนสั่งดีด <ol style="list-style-type: none"> 1. Confirmed Class \in BAD_CLASSES (จาก majority vote) 2. วัดอยู่ใน Arming Zone 3. ผ่าน Lead Time (≥ 800 ms) และ Cooldown ตามค่าตั้ง 4. stability = True ครบเงื่อนไขจะส่งคำสั่ง 'A' ไป Arduino

Process 4 : Actuate & Return Status (Arduino + Pneumatic)	
รายการ	รายละเอียด
System	: เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟอัตโนมัติด้วย Deep Learning บนสายพานอัตโนมัติ
DFD number	: 4
Process name	: Actuate & Return Status (Arduino + Pneumatic)
Input data flow	: Command 'A' จาก 3.0, Trigger จาก Photo Sensor
Output data flow	: สถานะการทำงานของระบบ/การดีดเมล็ด/จำนวนเมล็ดตี่และเมล็ดเสียส่งกลับไปยัง Process 5 (Log & Display)
Data store used	: -
Description	: Arduino อ่าน Serial พบ 'A' เปิด/ปิดรีเลย์ควบคุมโซลินอยด์เพื่อดีดเมล็ดกาแฟจากนั้น ส่ง EJECTED OK/สถานะกลับไปบันทึกและแสดงผล

Process 5 : Log & Display	
รายการ	รายละเอียด
System	: เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟอัตโนมัติด้วย Deep Learning บนสายพานอัตโนมัติ
DFD number	: 5
Process name	: Log & Display
Input data flow	: ผลการตรวจจับจาก Process 2, สถานะ Feedback จาก Process 4
Output data flow	: ข้อมูลบันทึกลงไฟล์, สถิติและภาพ Annotated Frame แสดงผลบน Dashboard
Data store used	: D2: Runtime Logs / Records
Description	: รวมผลตรวจจับ + สถานะดีดแสดงผลแบบเรียลไทม์ (Good/Bad/Ejected, ภาพOverlay) และเขียนไฟล์logs/arduino_log_*.txt/ภาพแต่ละเฟรม/ภาพที่ Confirm Vote/ตัวนับสรุป