

BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN NĂM HỌC 2025-2026
NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG XỬ LÝ HÌNH ẢNH ĐỂ
PHÁT HIỆN CÁC HƯ HỎNG CỦA TẤM PIN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI
PHỤC VỤ CÔNG TÁC ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG

Mã số: CD-2025-07

Sinh viên thực hiện:

NGUYỄN KHÁNH CHI - Lớp 67CS2 - MSV: 0131367

LÃ MINH KHÁNH - Lớp 67CS1 - MSV: 4004267

Giáo viên hướng dẫn:
PGS.TS. LÊ BÁ DANH
THS. NGUYỄN ĐÌNH QUÝ

Tóm tắt



Đồ án nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong xử lý hình ảnh để phát hiện hư hỏng của tấm pin năng lượng mặt trời. Quy trình bao gồm việc sử dụng UAV để thu thập ảnh tổng thể, sau đó cắt chiết từng tấm pin và ứng dụng mô hình học sâu **EfficientNet-B2** để phân loại trạng thái “bình thường” hoặc “lỗi”.

Kết quả đạt được độ chính xác cao với **96.45%** cho phân loại và **96.9%** cho việc tách chiết tấm pin. Điều này cho thấy ảnh RGB là một nguồn dữ liệu hiệu quả để phát hiện lỗi bề mặt, mở ra hướng tiếp cận tiết kiệm hơn so với EL hoặc camera nhiệt vốn yêu cầu thiết bị chuyên dụng.

MỤC LỤC

- ① Đặt vấn đề & mục tiêu
- ② Cơ sở lý thuyết & tổng quan
- ③ Phương pháp đề xuất
- ④ Kết luận & hướng phát triển

BỐI CẢNH VÀ TÍNH CẤP THIẾT

Năng lượng mặt trời (PV) đang bùng nổ toàn cầu với tốc độ tăng trưởng **>20%** mỗi năm (theo IEA). Tại Việt Nam, xu hướng này đang phát triển mạnh mẽ. Tính đến đầu năm 2025, điện mặt trời đã chiếm **11.85%** tổng công suất nguồn điện cả nước, hàng loạt dự án quy mô lớn đã đi vào vận hành ổn định.

Ví dụ điển hình: Nhà máy điện mặt trời Đầu Tiếng

- ✓ **Công suất:** >600 MWp (Lớn nhất Đông Nam Á).
- ✓ **Quy mô:** Hàng trăm hécta với hàng triệu tấm pin.
- ✓ **Thách thức:** Giám sát thủ công là bất khả thi.



Theo **Quy hoạch điện VIII**, dư địa phát triển năng lượng tái tạo vẫn còn rất lớn, dự kiến quy mô điện mặt trời sẽ tiếp tục **tăng trưởng mạnh mẽ** đến năm 2030.

THÁCH THỨC



Tốn kém quá
nhiều thời gian và
nhân lực



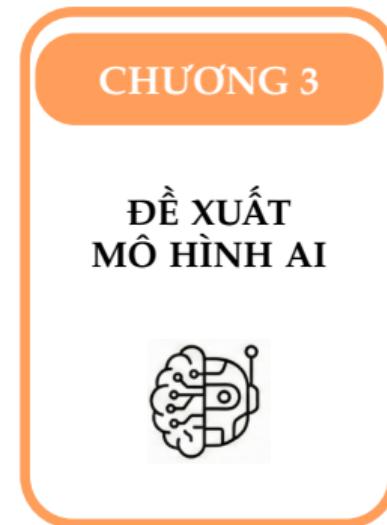
Nguy cơ mất
an toàn lao động
cho kỹ thuật viên



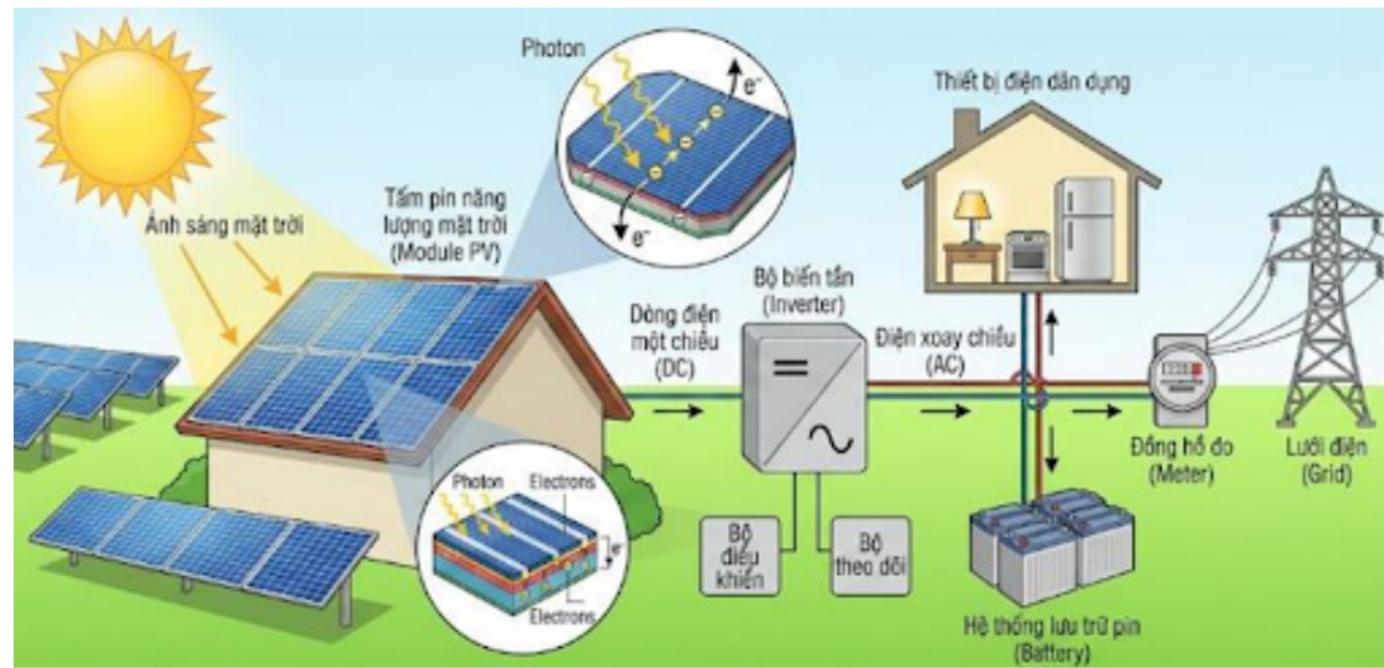
Hiệu quả
không cao

Mục tiêu: tạo ra một giải pháp cân bằng giữa độ chính xác và chi phí, giúp phát hiện sớm hư hỏng để tối ưu hóa vận hành

CẤU TRÚC BÁO CÁO



TỔNG QUAN TÂM PIN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI



TÌNH HÌNH HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI TRÊN THẾ GIỚI



BÙNG NỔ

Diện mặt trời chiếm **73%** tổng công suất năng lượng tái tạo tăng thêm toàn cầu năm 2023.



CHI PHÍ

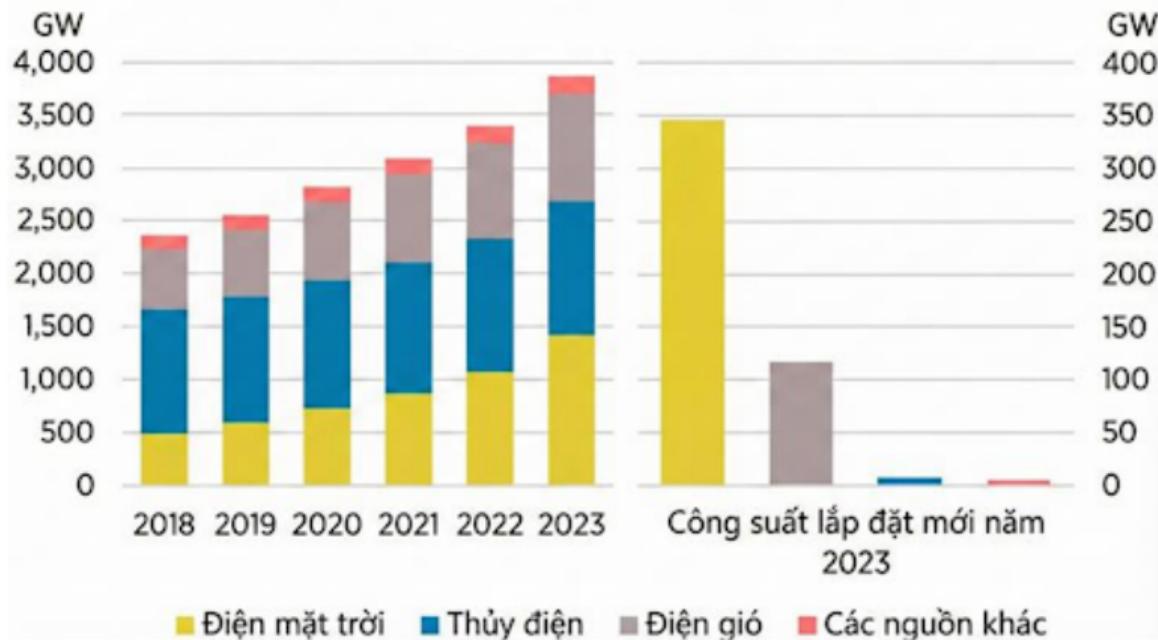
Chi phí lắp đặt đã giảm sâu **85%** sau một thập kỷ, trở thành nguồn năng lượng dễ tiếp cận nhất.



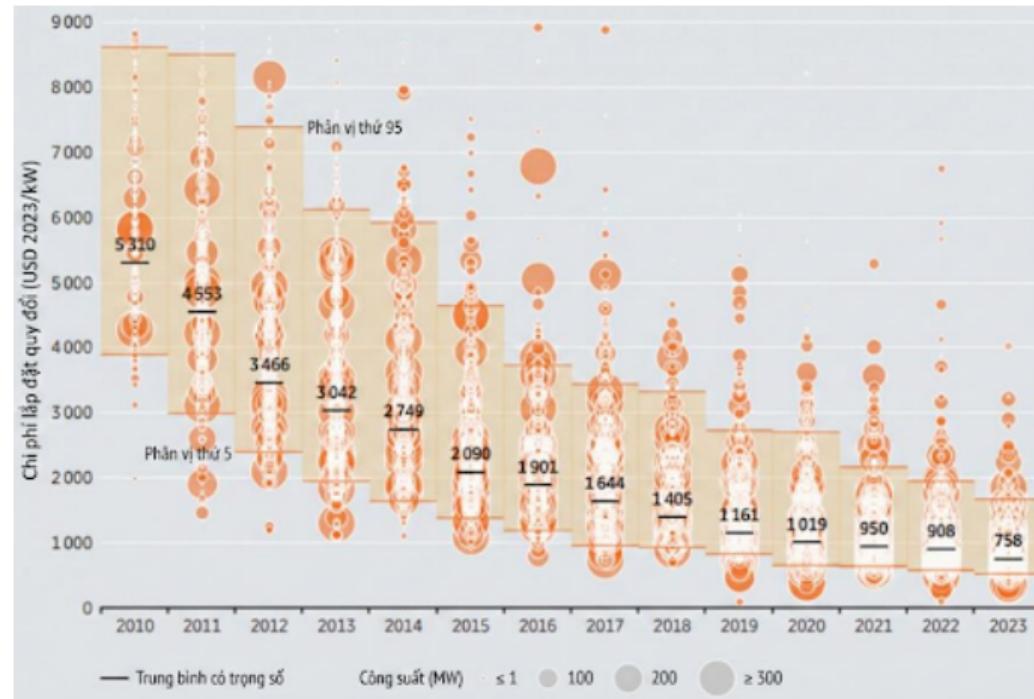
TIỀM NĂNG

Việt Nam nằm trong “vùng đỏ” bức xạ nhiệt, mang hứa hẹn tiềm năng tự nhiên lý tưởng để phát triển điện mặt trời.

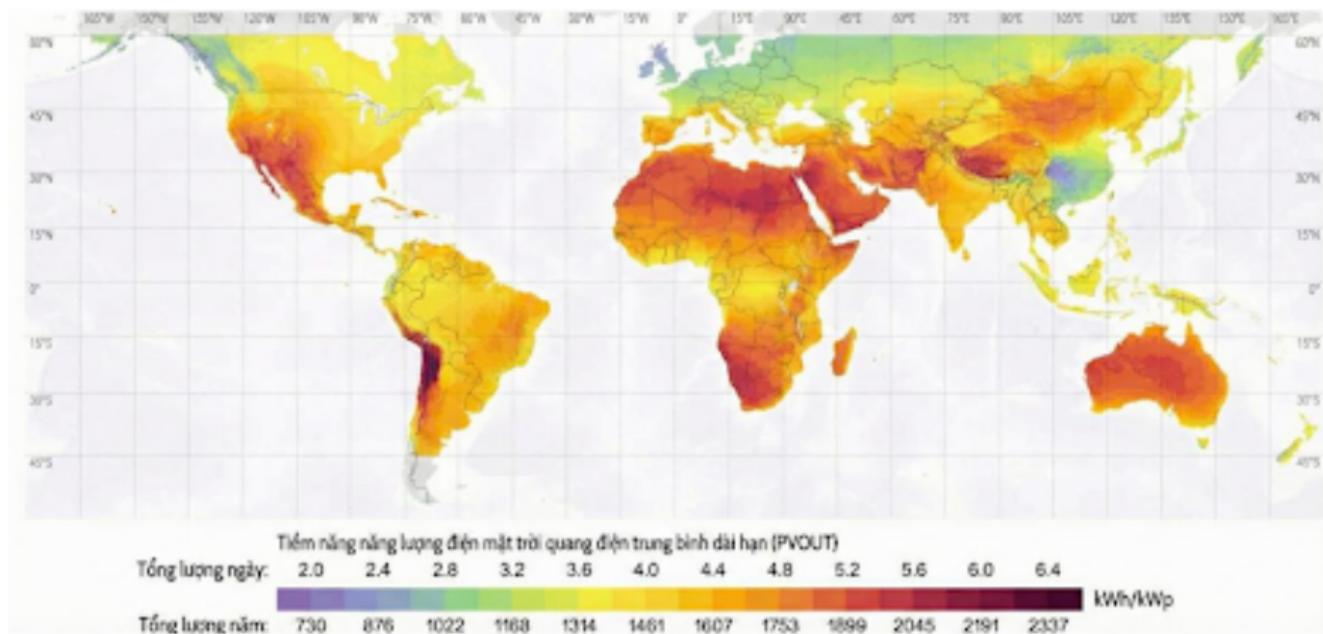
TÌNH HÌNH HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI TRÊN THẾ GIỚI



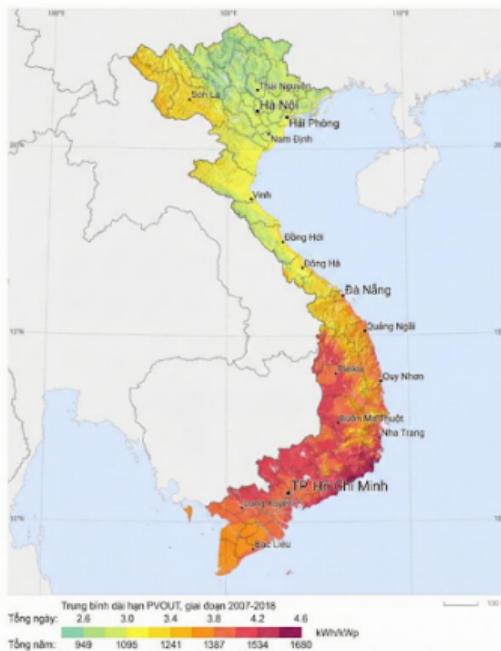
TÌNH HÌNH HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI TRÊN THẾ GIỚI



TÌNH HÌNH HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI TRÊN THẾ GIỚI



TÌNH HÌNH HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI TRÊN VIỆT NAM



PHÁP LÝ

- Chuyển từ giai đoạn chính sách giá ưu đãi (kích cầu đầu tư ô ạt) sang giai đoạn phát triển bền vững và có kiểm soát.
- Tập trung kiểm soát an toàn lưới điện và đặc biệt ưu tiên khuyến khích mô hình điện mặt trời **tự sản tự tiêu** (thay vì bán lên lưới).



TIỀM NĂNG

- Việt Nam** nằm trong nhóm quốc gia có bức xạ mặt trời **tốt nhất Đông Nam Á**, đặc biệt tại miền Trung và Nam Bộ (bức xạ $>4.6 \text{ kWh/kWp/ngày}$; $>2500 \text{ giờ nắng/năm}$).
- Miền Nam** phù hợp phát triển cả trang trại lớn và điện áp mái; **Miền Bắc** tuy bức xạ thấp hơn nhưng vẫn hiệu quả cho mô hình áp mái kết hợp lưu trữ.

TÌNH HÌNH HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI TẠI VIỆT NAM



ĐIỆN MẶT TRỜI
QUY MÔ LỚN

- Nguồn cung cấp sản lượng điện lớn đóng góp vào lưới điện quốc gia.
 - Các dự án kỷ lục: nhà máy Dầu Tiếng, tổ hợp Trung Nam.



ĐIỆN MẶT TRỜI
ÁP MÁI

- Tận dụng mái nhà xưởng và hộ gia đình.
 - Ưu tiên hàng đầu: không tốn đất, giảm tải tại chỗ cho lưới điện.



ĐIỆN MẶT TRỜI ĐỘC LẬP

- Khu vực chưa có điện lưới hoặc công trình độc lập.
 - Cần tính toán kỹ pin lưu trữ để đảm bảo ổn định.



Tổng kết: Sự cộng hưởng giữa tiềm năng bức xạ dài và hành lang pháp lý khuyến khích tự sản tự tiêu tạo nền tảng vững chắc để Việt Nam phát triển năng lượng mặt trời hiệu quả và bền vững.

CÁC DẠNG HƯ HỎNG PHỔ BIẾN



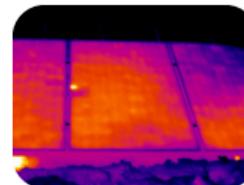
Suy Thoái Quang Học

- Bụi bẩn:** Giảm khả năng hấp thụ ánh sáng.
- Ố màu:** Lão hóa vật liệu.
- Bong tróc:** Tách lớp kính bảo vệ.



Mất Kết Nối Điện

- Vết nứt:** Do tác động cơ học/nhiệt.
- Điểm nóng:** Gây quá nhiệt cục bộ.
- Ngắn mạch:** Hư hỏng cell pin.



Hư Hỏng Phần Cứng

- PID:** Suy giảm do điện thế cảm ứng.
- Diode hỏng:** Mất chức năng bypass.
- Lỗi dây:** Ăn mòn, đứt gãy.



Xuất phát từ đặc thù 'có thể nhìn thấy', đề tài tập trung nghiên cứu Nhận diện Suy thoái quang học và sẽ phân tích chi tiết các dạng lỗi này ở phần tiếp theo.

Tổng kết Chương 1: Từ cơ sở thực tiễn về tiềm năng và thiệt hại do hư hỏng tấm pin đã nêu, Chương 2 sẽ đi sâu phân tích các phương pháp kiểm tra và giám sát nhằm giải quyết vấn đề này.

CÁC DẠNG HƯ HỎNG PHỐI BIẾN



Bong bể mặt



Mất màu



Vỡ kính bể mặt



Xuất hiện bong bóng khí



Vết mán

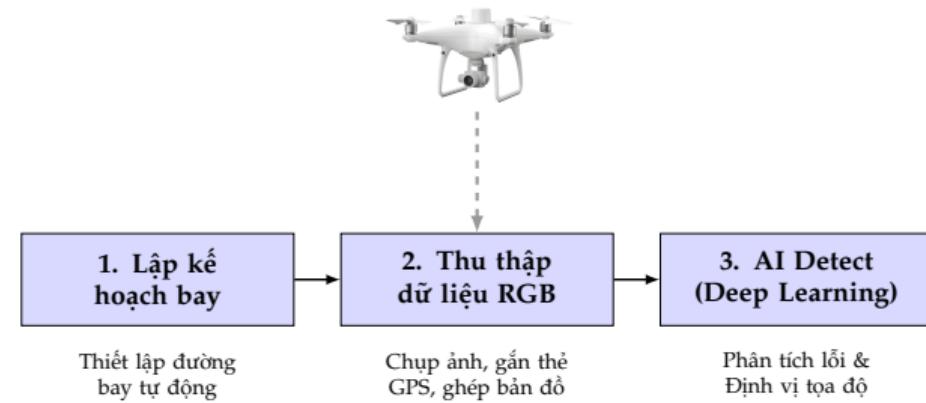


Bám bụi

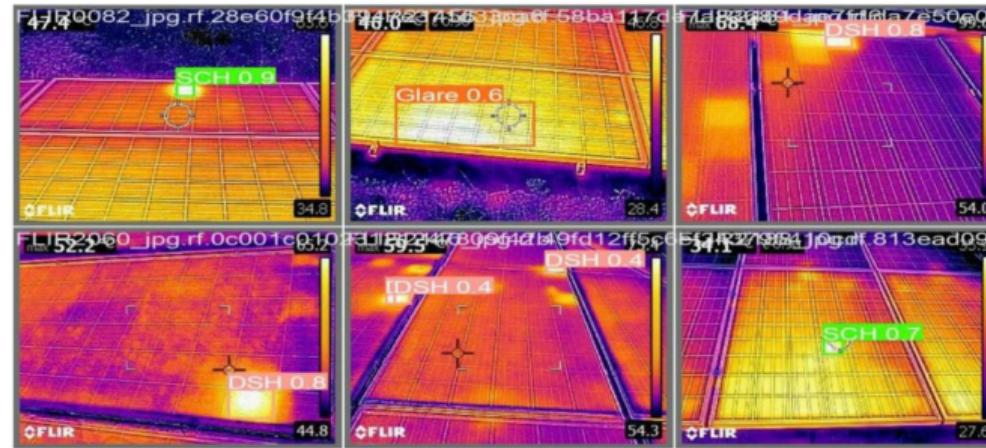
GIỚI THIỆU VỀ UAV

- Nhóm chọn giải pháp kiểm tra hệ thống bằng thiết bị bay không người lái (UAV) tích hợp Camera quang học (RGB).
- Hướng tiếp cận này khắc phục nhược điểm về chi phí cao và tốn kém nhân lực của các phương pháp truyền thống.
- Giải pháp loại bỏ tình trạng quá tải, tốn thời gian và nguy cơ bỏ sót lỗi khi phân tích thủ công lượng lớn hình ảnh.

Đánh giá	
Ưu điểm	Tối ưu chi phí, tốc độ; giảm tải nhân lực, dễ triển khai.
Hạn chế	Chỉ phát hiện lỗi bề mặt; độ chính xác phụ thuộc đk bay.



GIỚI THIỆU VỀ UAV



KIỂM TRA MẮT THƯỜNG & PHƯƠNG PHÁP BỔ TRỢ



CẤP ĐỘ 1: KIỂM TRA BẰNG MẮT THƯỜNG

- Bước sàng lọc đầu tiên phát hiện lỗi bề mặt (kinh, frame...).
- Quan sát trực tiếp vật mẫu dưới điều kiện ánh sáng mạnh.
- Ưu điểm: Tốc độ xử lý nhanh, chi phí thấp, dễ thực hiện.
- Nhược điểm: Phụ thuộc chủ quan và thị lực người kiểm tra.
- Hạn chế: Không thấy được lỗi ẩn sâu (micro-crack).



CẤP ĐỘ 2: CÁC PHƯƠNG PHÁP BỔ TRỢ CHUYÊN SÂU



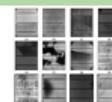
ĐIỆN HỌC



Đo đường cong I-V kiểm tra sức khỏe dòng điện và hiệu suất thực tế.



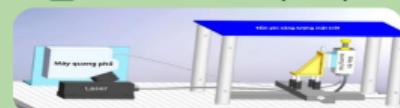
HÌNH ẢNH



- EL: Nhìn xuyên thấu vết nứt.
- UV-F: Đánh giá lão hóa.



PHÂN TÍCH VẬT LIỆU



Máy Quang phổ phân tích chuyên sâu cấu trúc vật liệu trong Lab.

'Khám lâm sàng' → 'Xét nghiệm y khoa' để kết luận chính xác

TỔNG HỢP & SO SÁNH CÁC PHƯƠNG PHÁP

Công nghệ	Dữ vào	Phương pháp	Kết quả
Chụp ảnh đa phô	- Ánh không lỗi: 15330 - Ánh lỗi: 5915 - Train/Test: 80/20	Mạng neural tích chập đa phô	Độ chính xác: - Đường kẻ dày: 76.4% - Vết xước: 48.6% - Tế bào bẩn: 87.2%
Chụp ảnh nhiệt hồng ngoại (IR)	18 video: - 13 (72%) huấn luyện - 5 (28%) kiểm thử	- YOLOv2 - YOLOv3	- YOLOv2: Accuracy 89% - YOLOv3: Accuracy 91%
Chụp ảnh RGB	- Dữ liệu gốc: 45754 - Huấn luyện: 27537 - Xác thực: 18217	- ImpactNet - Mask FCNN - BiDAF - WebNN	Bụi, Tuyết, Phân chim, Vết nứt với độ chính xác tổng thể là 84.5%
Camera CCD, Nhiệt (IR) & RGB	Ảnh từ UAV: + 2038 ảnh nhiệt: Train 1426, Test 306, Val 306 + 1500 ảnh KTS: Train 1050, Test 225, Val 225	- Biến đổi hình thái & Canny - Xử lý ảnh nhiệt & CCD - Biến đổi Hough - Xoay ảnh, YOLOv3	Độ chính xác tổng thể 92% (Điểm nóng, vết nứt...). Chi tiết: - Điểm nóng: 80.3% - Dính hộp nối: 90.2% - Vũng nước: 82.5%
Ảnh phát quang hồng ngoại gần	Tập dữ liệu chuẩn PVEL-AD-2021	YOLOv7	Precision: 88.3%
Chụp ảnh điện quang EL	148 ảnh tế bào quang điện (U-net): - Train: 108 (73%) - Test: 30 (20%) - Val: 10 (7%)	- VGG-16 - U-net	Recall: - Vết nứt: 84% - Vùng k.hoạt động: 69% - Lỗi đường dẫn pin: 53%

Conclusion

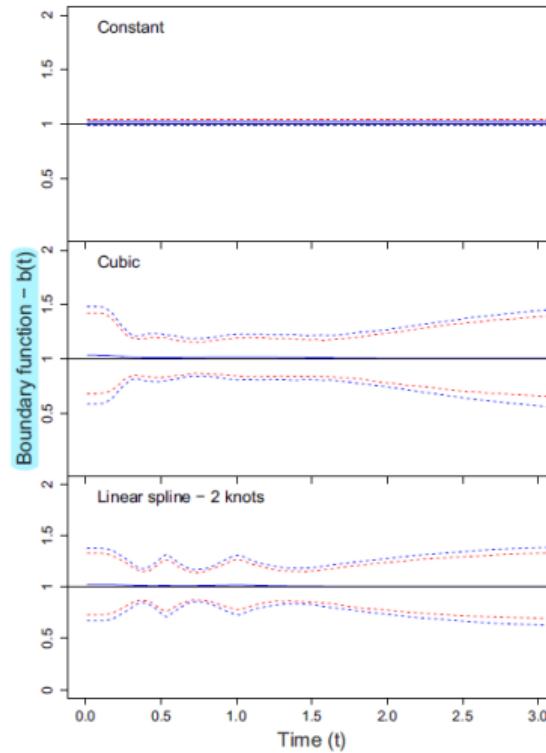
This is the last numbered slide in the Table of Contents.

Clicking the central bottom link will switch between the title and this slide.

Questions?

Appendix - A figure

◀ Return to presentation



Appendix - Terms

Some Estimators:

- Drift: $\hat{\delta}$
- Boundary: $\hat{b}(t)$

Some Variables:

- \hat{V}
- \hat{m}_S
- \bar{m}
- $m_J(\tau)$

[◀ Return to presentation](#)

Appendix - Code Blocks

```
1 \begin{itemize}
2   \item A \item B
3   \item C
4 \begin{itemize}
5   \item C-1
6 \end{itemize}
7 \end{itemize}
```

- A
- B
- C
 - C-1

```
1 \begin{enumerate}
2   \item A \item B
3   \item C
4 \end{enumerate}
```

```
1 \begin{enumerate}
2   \item A \item B
3   \item C
4 \end{enumerate}
```

[◀ Return to presentation](#)

Appendix - Theorems

① A single-line equation

$$J(\theta) = \mathbb{E}_{\pi_\theta}[G_t] = \sum_{s \in \mathcal{S}} d^\pi(s) V^\pi(s) = \sum_{s \in \mathcal{S}} d^\pi(s) \sum_{a \in \mathcal{A}} \pi_\theta(a|s) Q^\pi(s, a)$$

② A multi-line equation with numbering

$$\begin{aligned} Q_{\text{target}} &= r + \gamma Q^\pi(s', \pi_\theta(s') + \epsilon) \\ \epsilon &\sim \text{clip}(\mathcal{N}(0, \sigma), -c, c) \end{aligned} \tag{1}$$

◀ Return to presentation