

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG THỊ GIÁC MÁY TÍNH NHẬN DIỆN TÌNH TRẠNG HƯ HỎNG Lốp Ô TÔ

## RESEARCH ON COMPUTER VISION APPLICATION TO IDENTIFY CAR TIRES DAMAGES

ThS. Tạ Thị Thanh Huyền\*, ThS. Nguyễn Quang Cường, PSG, TS. Nguyễn Thành Công,  
Nguyễn Văn Đoàn

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải

### TÓM TẮT

Cùng với sự tăng trưởng kinh tế, ô tô trở thành một phương tiện đi lại và không thể thay thế. Lốp xe là bộ phận quan trọng của ô tô, sự làm việc của lốp liên quan chặt chẽ với sự chuyển động của ô tô và các hệ thống. Do đó hao mòn, hư hỏng của lốp chính là nguyên nhân gây ra nhiều vụ tai nạn giao thông. Vì vậy, việc chẩn đoán hư hỏng của lốp đã trở thành một trong những yếu tố cần thiết quyết định độ an toàn của xe. Bài báo trình bày phương pháp ứng dụng công nghệ thị giác máy tính để nhận diện tình trạng hư hỏng của lốp ô tô. Thông qua việc thu thập dữ liệu hình ảnh về tình trạng lốp, xây dựng mô hình YOLO (You Only Look Once) để xử lý ảnh. Phương pháp này giúp nhận dạng được đối tượng là một số tình trạng hư hỏng trên bề mặt lốp ô tô và nhanh chóng có thể khuyến cáo tới người sử dụng phương tiện.

**Từ khóa:** Ô tô; Thị giác máy tính; Hư hỏng lốp; Chẩn đoán.

### ABSTRACT

Along with economic growth, cars become an irreplaceable means of transportation. Tires are an important part of the car, the working of the tire is closely related to the movement of the car and its systems. Therefore, tire wear and damage is the cause of many traffic accidents. Therefore, diagnosing tire damage has become one of the key factors determining vehicle safety. This article presents a method of applying computer vision technology to identify the deterioration of car tires. Through collecting image data about tire characteristics, building a YOLO (You Only Look Once) model to process images. Through this method, it helps to identify some damaged conditions on the surface of car tires and quickly advise vehicle users.

**Keywords:** Automotive; Computer vision; Tire damage; Diagnosis.



## 1. TỔNG QUAN

Với sự phát triển của ngành công nghiệp, ô tô dần trở thành phương tiện di chuyển chính của hầu hết người dân. Theo thống kê, hơn một nửa số vụ tai nạn giao thông trên thế giới chủ yếu là các vấn đề về lốp, rất nhiều trong số chúng là do lốp bị mòn, thủng, một số ít là do nổ lốp trong quá trình sử dụng. Nguyên nhân chính gây ra tình trạng này thường là do lốp đã bị mòn nghiêm trọng, áp suất lốp không đúng, quá hạn sử dụng, hoặc do điều kiện sử dụng quá khắc nghiệt.

Lốp ô tô là linh kiện quan trọng của ô tô trong việc đảm bảo khả năng truyền lực, khả năng chịu tải, tạo độ êm dịu và duy trì hướng chuyển động của ô tô. Trong quá trình sử dụng, lốp tiếp xúc trực tiếp với mặt đường và chịu tải trọng của ô tô, lực ma sát,... Lốp xe thường làm việc trong điều kiện khắc nghiệt như quá tải, tốc độ cao, hoặc làm việc ở khu vực có nhiệt độ cao thường dẫn đến hư hỏng hoặc thoát khí. Một số lốp dù chưa tới hạn phải thay nhưng đã có những hư hại khiến chúng không đủ tiêu chuẩn để tiếp tục vận hành. Bên cạnh đó, việc chẩn đoán lốp có nhiều bất cập, phương pháp chủ yếu là sử dụng nhân công để chẩn đoán các hư hỏng trên lốp, độ chính xác của phương pháp này còn hạn chế và phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố ngoại cảnh. Do đó, việc phát triển một phương pháp chẩn đoán lốp có độ ổn định và chính xác cao chính là một trong những bài toán khó giải nhất trong ngành công nghiệp chế tạo, sản xuất phương tiện giao thông.

## 2. CƠ SỞ XÂY DỰNG MÔ HÌNH CHẨN ĐOÁN HƯ HỎNG LỐP BẰNG HÌNH ẢNH

### 2.1. Các dạng hư hỏng lốp trên ô tô

- Lốp xe bị phồng: Đây là tình trạng xuất

hiện những khối phồng với kích thước khác nhau giống như bong bóng tại vị trí các thành bên của lốp, rất dễ quan sát bằng mắt thường. Theo thời gian, khối không khí bên trong lốp sẽ tích tụ với mật độ dày đặc, tạo các vết lõm bất thường dọc theo thành lốp. Ngoài quan sát bằng mắt thường, người dùng có thể dựa vào cảm giác lái để biết tình trạng của lốp.



Hình 2.1. Lốp xe bị phồng

- Lốp xe bị nứt: Đây là hiện tượng lớp cao su trên bề mặt lốp bị tách thành vệt, do lốp xe sẽ xuống cấp một cách tự nhiên sau một khoảng thời gian dài sử dụng vì chúng được làm từ cao su. Khi cao su bị lão hóa, nó sẽ mất đi lớp dầu/keo bảo vệ làm cho lốp xe trở nên giòn, bắt đầu phát triển các vết nứt và bắt đầu rạn.



Hình 2.2. Lốp xe bị nứt

điểm là chi phí đầu vào thấp, nhanh chóng, tiện lợi, không ít các doanh nghiệp và cửa hàng sửa chữa/bảo dưỡng ô tô tại Việt Nam sử dụng. Không cần đến máy móc đắt tiền, hiện đại, một người thợ có trình độ trung bình cũng có thể chẩn đoán ra được các lỗi mà một chiếc laptop có thể gặp. Tuy nhiên, phương pháp này lại có nhược điểm là dễ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố tâm lý, cảm xúc của con người. Ngoài ra, chỉ quan sát bằng mắt có thể làm cho kỹ thuật viên bỏ sót những lỗi nhỏ, khiến cho việc chẩn đoán bị mất đi tính chính xác.



Hình 2.5. Kiểm tra thủ công lớp ô tô

- Cấy chip RFID vào lớp: Các phương pháp truyền thống như đặt chip RFID vào lớp hoặc sử dụng phương pháp mô hình hóa bằng phân tử hữu hạn để mô phỏng sự mòn lớp đều đất đỏ và không hiệu quả trong việc kiểm tra lớp xe dân dụng, mặc dù chúng có độ chính xác và độ ổn định rất cao. Độ an toàn cũng gần như tuyệt đối vì có thể phát hiện những thay đổi nhỏ nhất.



Hình 2.6. Công nghệ RFID trên lớp

- Kiểm soát lốp bằng cảm biến áp suất lốp TPMS: Là một phương pháp rất được ưa chuộng trong những năm gần đây. Đối với những xe có cung đường di chuyển ngắn hoặc bằng phẳng, đây là phương pháp hữu hiệu để phòng chống tai nạn đến từ lốp, giúp người lái sớm nhận ra được sự bất thường của xe, từ đó có những phương án giải quyết hợp lý, an toàn. Nhược điểm của phương pháp này là không thể nhận biết được các hư hỏng tới từ bề mặt lốp, dẫn đến không thể nhận biết khi nào lốp đã xuống cấp và nên thay.



Hình 2.7. Cảm biến áp suất lốp TPMS

- Sử dụng tia X quang để quét cấu trúc lốp của lốp: Phương pháp này giúp người sử dụng nhận biết được những hư hỏng trong cấu trúc của lốp và những hư hỏng ở thành trong của lốp – nếu sử dụng phương pháp kiểm tra thủ công thì không thể nhận biết được. Tuy nhiên, phương pháp này chi phí cao do giá thành máy chụp X quang chuyên dụng là cực kỳ đắt đỏ. Khi kiểm tra cần phải tháo lốp và đặt trước một màn chiếu nên không thuận tiện và không kinh tế khi áp dụng đại trà.



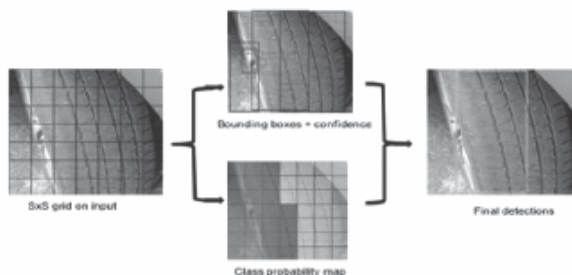
Hình 2.8. Sử dụng tia X để quét cấu trúc lốp

## 2.3. Giới thiệu về YOLO

Dò tìm đối tượng là một bài toán quan trọng trong lĩnh vực thị giác máy tính, thuật toán dò tìm đối tượng được chia thành hai nhóm chính:

- Họ các mô hình RCNN (Region-Based Convolutional Neural Networks) để giải quyết các bài toán về định vị và nhận diện vật thể.

- Họ các mô hình về YOLO (You Only Look Once) dùng để nhận dạng đối tượng được thiết kế để nhận diện các vật thể thời gian thực. YOLO là một mô hình mạng CNN cho việc phát hiện, nhận dạng, phân loại đối tượng. Mô hình hoạt động YOLO được tạo ra từ việc kết hợp giữa các lớp tích chập 3D (convolutional layers) và các lớp được kết nối (connected layers). Trong đó, các lớp tích chập sẽ trích xuất ra các đặc điểm của hình ảnh, còn các lớp được kết nối đầy đủ sẽ dự đoán ra xác suất đó và tọa độ của đối tượng. Đầu vào của mô hình là một ảnh, mô hình sẽ nhận dạng ảnh đó có đối tượng nào hay không, sau đó sẽ xác định tọa độ của đối tượng trong bức ảnh. Ảnh đầu vào được chia thành  $S \times S$ ,  $S \times S$  ô thường thì sẽ là  $3 \times 3$ ,  $7 \times 7$ ,  $9 \times 9$ ... việc chia ô này có ảnh hưởng tới việc mô hình phát hiện đối tượng, mô hình hoạt động của YOLO được thể hiện trong hình 2.9 [1].



Hình 2.9. Mô hình cách thức hoạt động của YOLO

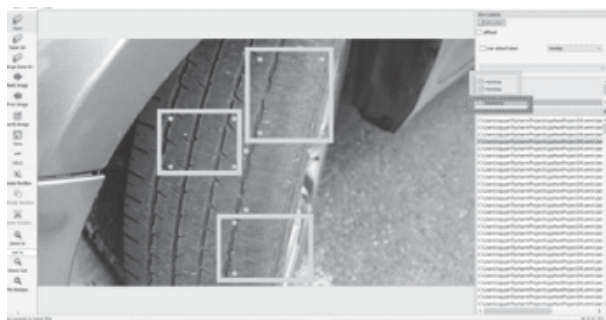


- Tạo thư viện ảnh mẫu: Tìm dữ liệu là các hình ảnh có thể hiện các dạng hỏng được phân biệt thông qua các tệp dữ liệu phân thành 4 nhóm: Phồng, nứt, mòn, thủng.

Bảng 1. Phân loại hình ảnh theo các dạng hư hỏng của lốp

| File stt | Mòn      | Nứt      | Thủng      | Phồng      |
|----------|----------|----------|------------|------------|
| 1        | Mon1.Jpg | Nut1.Jpg | Thung1.Jpg | Phong1.Jpg |
| 2        | Mon2.Jpg | Nut2.Jpg | Thung2.Jpg | Phong2.Jpg |
| 3        | Mon3.Jpg | Nut3.Jpg | Thung3.Jpg | Phong3.Jpg |
| 4        | Mon4.Jpg | Nut4.Jpg | Thung4.Jpg | Phong4.Jpg |
| 5        | Mon5.Jpg | Nut5.Jpg | Thung5.Jpg | Phong5.Jpg |
| 6        | Mon6.Jpg | Nut6.Jpg | Thung6.Jpg | Phong6.Jpg |
| 7        | Mon7.Jpg | Nut7.Jpg | Thung7.Jpg | Phong7.Jpg |
| ...      | ...      | ...      | ...        | ...        |
| n        | Monn.Jpg | Nutn.Jpg | Thungn.Jpg | Phongs.Jpg |

- Xây dựng dữ liệu: Là bước xử lý ảnh thông qua việc gắn nhãn cho các đối tượng cụ thể trong hình ảnh, từ đó có thể nhận biết và định danh chúng. Gắn nhãn trong xử lý hình ảnh cung cấp dữ liệu đánh giá và huấn luyện cho các thuật toán học máy và mạng nơ-ron. Việc sử dụng dữ liệu gắn nhãn giúp cải thiện khả năng dự đoán và hiệu suất của các mô hình học máy trong việc xử lý hình ảnh. Mỗi nhãn cũng thể hiện tọa độ bao gồm (x,y,w,h).



monlop {X = 0.53775, Y = 0.278417, W = 155102, H = 228675  
thunglop X = 0.521429, Y = 0.662432, W = 0.142857, H = 0.294011

Các file gắn nhãn có thể được lưu trữ dưới dạng văn bản hoặc định dạng tệp tin đặc biệt như JSON, XML hoặc CSV, tùy thuộc vào yêu cầu của bài toán và công nghệ sử dụng.

- Tạo mô hình nhận diện hư hỏng trên bề mặt lốp bằng việc xây dựng thuật toán sử dụng YOLO để nhận dạng hư hỏng trên lốp như hình.



Hình 3.2. Thuật toán sử dụng YOLO nhận diện đối tượng thông qua hình ảnh

Chúng ta sẽ tiến hành huấn luyện cho hệ thống nhận dạng 4 dạng hỏng thông qua Google Colab [3]. Các bước huấn luyện được thể hiện trên hình 3.2. Sau khi huấn luyện mô hình trên Colab sẽ tạo ra một tệp dữ liệu weight, ta có thể sử dụng tệp dữ liệu weight đó để thực hiện dự đoán trên các hình ảnh. Tệp dữ liệu weight (còn được gọi là checkpoint) chứa các thông số (weights) của mô hình YOLO sau khi được huấn luyện. Các thông số này là các ma trận số thực biểu diễn trọng số của các tầng

trong mạng neural network. Nhờ vào các trọng số này, mô hình YOLO có khả năng dự đoán các đối tượng trong ảnh hoặc video. Khi sử dụng file weight, cần tải vào mô hình YOLO tương ứng và sử dụng nó để khởi tạo trạng thái của mô hình. Điều này cho phép mô hình có khả năng dự 48 đoán các đối tượng trong ảnh mới mà không cần huấn luyện lại từ đầu. Tập dữ liệu weight cần được sử dụng cùng với các tập cấu hình (configuration files) của mô hình YOLO tương ứng. Tập cấu hình chứa thông tin về kiến trúc mạng, kích thước đầu vào, số lớp, các thông số huấn luyện và các cài đặt khác của mô hình.

```
+ ML + Vẽ ảnh
[1] from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
Mounted at /content/drive

[4] !cd /content
!mkdir -p /content/drive/My Drive/YOLO/darknet_cup
!cd /content/darknet

[5] !cd /content/darknet
!sudo apt install dos2unix
!dos2unix cfg/yolov3.cfg train.txt val.txt yolo.names yolo.data

# Tải mô hình
mkdir -p /content/darknet
!curl -O https://raw.githubusercontent.com/YOLOv3/yolov3/master/yolov3.weights
!curl -O https://raw.githubusercontent.com/YOLOv3/yolov3/master/yolov3.cfg
!curl -O https://raw.githubusercontent.com/YOLOv3/yolov3/master/yolo.names
!curl -O https://raw.githubusercontent.com/YOLOv3/yolov3/master/yolo.data

!rm /content/darknet/backup -r
!ln -s /content/drive/My Drive/ML/backup /content/darknet

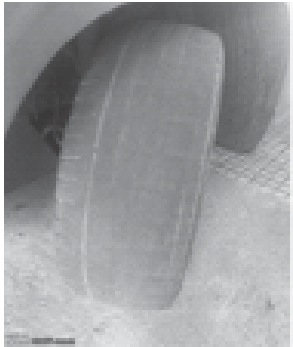
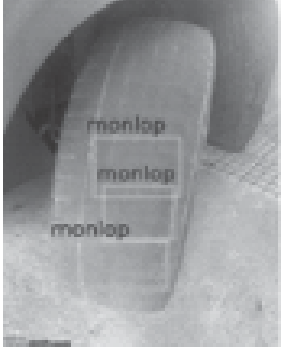
%cd /content/darknet
!./darknet detector train yolo.data cfg/yolov3.cfg darknet53.conv.74
```

Hình 3.3. Các bước train trên Colab

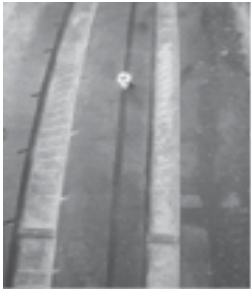
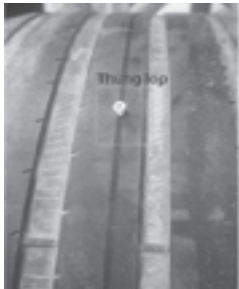
3.2. Kết quả thử nghiệm

Thực hiện đưa các hình ảnh lốp xe vào tập dữ liệu Input\_mon và cho kết quả xác định trạng thái hư hỏng lốp thông qua hình ảnh ở tập dữ liệu Output\_mon như trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả xác định trạng thái hư hỏng lốp

| STT | Input_mon                                                                           | Output_mon                                                                           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   |  |  |
| 2   |  |  |



|   |                                                                                     |                                                                                      |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 |    |    |
| 4 |    |    |
| 5 |   |    |
| 6 |  |  |

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày phương pháp chẩn đoán lốp bằng hình ảnh. Nội dung công việc bao gồm thiết lập cơ sở dữ liệu ảnh gốc và thực hiện tiền xử lý và trích xuất tính năng kết cấu trên ảnh gốc. Sau đó nhập các đặc trưng được trích xuất vào bộ phân loại để huấn luyện và kiểm tra mô hình. Căn cứ vào đó để dự đoán các đối tượng trong ảnh hoặc video và ghi nhận kết quả. ❖

Ngày nhận bài: 15/3/2024

Ngày phản biện: 16/4/2024

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Jianchen Zhu, Kaixin Han and Shenlong Wang. *Automobile tire life prediction based on image processing and machine learning technology*.
- [2]. S Z Zhang et al (2020). *Design of tire damage image recognition system based on deep learning*, J. Phys.: Conf. Ser. 1631 012015 và một vài tài liệu khác.
- [3]. 01.01-Help-And-Documentation.ipynb - Colaboratory (google.com)
- [4]. auth - Ultralytics YOLOv8 Docs