

## Nội dung chính

### 1 Thuật toán tính bao lồi xấp xỉ

- Thuật toán xấp xỉ lồi ngoài
- Thuật toán bao lồi xấp xỉ trong

### 2 Ý tưởng thay thế thuật toán bao lồi xấp xỉ vào một bộ phát hiện

- Giới thiệu chung
- Trình bày ý tưởng thay thế
- Một số kết quả
- Phương pháp thích ứng bao lồi (convex-hull feature adaptation-CFA)

### 3 Một số kết quả thu được

## Giới thiệu chung

Thuật toán xấp xỉ sử dụng khoảng cách Khoảng cách Hausdorff là một công cụ được dùng để tính toán khoảng cách giữa hai tập hợp bao lồi. Thuật toán sử dụng tham số  $\delta$  kết hợp để tùy chỉnh xấp xỉ bao lồi. (cái này để tự nói hơn)

## Nội dung chính

### 1 Thuật toán tính bao lồi xấp xỉ

- Thuật toán xấp xỉ lồi ngoài
- Thuật toán bao lồi xấp xỉ trong

### 2 Ý tưởng thay thế thuật toán bao lồi xấp xỉ vào một bộ phát hiện

- Giới thiệu chung
- Trình bày ý tưởng thay thế
- Một số kết quả
- Phương pháp thích ứng bao lồi (convex-hull feature adaptation-CFA)

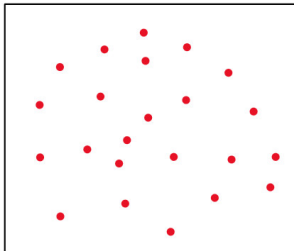
### 3 Một số kết quả thu được

Định nghĩa bao lồi xấp xỉ:

$$\mathcal{P}^{outer} := \{x \in \mathbb{R}^2 \mid dx^T \leq \beta_d \text{ với tất cả } d \in D\} \quad (1)$$

## Khởi tạo ban đầu

Cho tập hợp điểm không cùng nằm trên 1 đường thẳng:



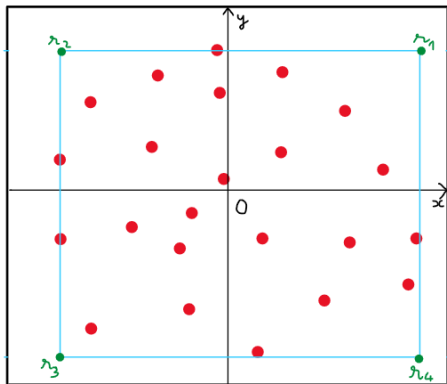
Đường thẳng  $[x; x'] := (1 - \lambda)x + \lambda x' | \lambda \in [0; 1]$ .

$\Rightarrow$  Cần tìm một bao lồi xấp xỉ của tập điểm này:  $\mathcal{P}^{outer}$  sao cho:

$$\text{dist}_H(\text{conv}X; \mathcal{P}^{outer}) \leq \delta$$

## Bắt đầu thuật toán

Khởi tạo hình chữ nhật lớn nhất bao quanh các điểm.



Hình chữ nhật  $\mathcal{P}^{outer}$  cấu tạo gồm 4 đỉnh như sau: Tập P ban đầu chứa 4 đỉnh này:

$$P := \{r_1, r_2, r_3, r_4\} \quad (2)$$

Lấy 1 đỉnh  $p \in P$ .

$p^-$  là điểm liền trước (ngược chiều kim đồng hồ) của  $p$ ,

$p^+$  là điểm liền sau của  $p$ ,

ta tính được:

$$\begin{aligned} d_p^T &:= \|p^+ - p^-\|^{-1} R(p^+ - p^-)^T, \\ \beta_{d_p} &:= \max\{d_p x^T \mid x \in X\}, \end{aligned} \tag{3}$$

Với  $R$  là ma trận xoay  $2 \times 2$  theo chiều kim đồng hồ.



Xét biểu thức định nghĩa  $\mathcal{P}^{outer}$ :

$$d_p x^T \leq \beta_{d_p}. \quad (4)$$

Nếu:

$$\beta_{d_p} = d_p p^+ \quad (5)$$

Thì ràng buộc (4) sẽ không tạo đỉnh mới mà tạo thêm cạnh mới  $[p^-, p^+]$  của  $\mathcal{P}^{outer}$ .

(đoạn này phải hỏi cô) Cho  $d_{[p^-, p]}$  và  $d_{[p, p^+]}$  là hai hướng cực đại từ  $D$  định nghĩa hai cạnh  $[p^-, p]$  và  $[p, p^+]$  của đa giác  $\mathcal{P}^{outer}$ .

Tuy nhiên hai cạnh này mặc định có sẵn  $\Rightarrow$  hai hướng này không dùng nữa. (đoạn này có thể nói mồm được).

Cần loại bỏ hai hướng  $d_{[p^-,p]}$  và  $d_{[p,p^+]}$  khỏi tập  $D$  và đỉnh  $p$  từ  $P$ :(chỗ này lỗi từ trong tài liệu ra để nói).

$$\begin{aligned} D &:= (D \cup \{d_p\}) \setminus \{d_{[p^-,p]}, d_{[p,p^+]}\}, \\ P &:= P \setminus \{p\}. \end{aligned} \tag{6}$$

## Trường hợp 2

Nếu:

$$\beta_{d_p} > d_p p^+ \quad (7)$$

và:

$$d_p p^T - \beta_{d_p} > \delta \quad (8)$$

$\Rightarrow$  ràng buộc (4) tạo thêm 2 đỉnh mới  $\hat{p}^-$  và  $\hat{p}^+$ :

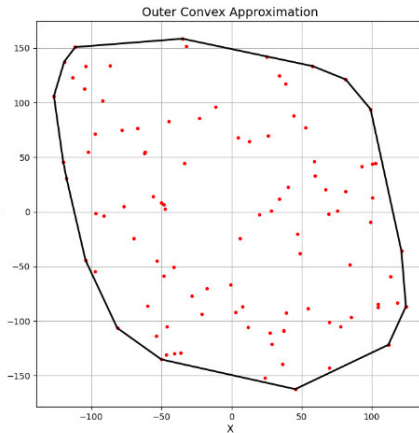
$$\begin{aligned} \lambda_p &:= (\beta_{d_p} - d_p p^{-T}) / (d_p p^T - d_p p^{-T}) \in (0, 1), \\ \hat{p}^- &:= (1 - \lambda_p) p^{-T} + \lambda_p p^T, \\ \hat{p}^+ &:= (1 - \lambda_p) p^{+T} + \lambda_p p^T. \end{aligned} \quad (9)$$

Tiếp theo ta thêm  $d_p$  vào  $D$  và thay thế  $p \in P$  bởi  $\hat{p}^-$  và  $\hat{p}^+$ :

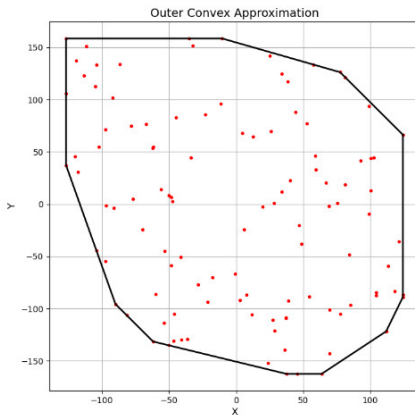
$$\begin{aligned} D &:= D \cup \{d_p\}, \\ P &:= (P \setminus \{p\}) \cup \{\hat{p}^-, \hat{p}^+\}. \end{aligned} \tag{10}$$

Lặp lại các bước tương tự, ta sẽ tìm được một bao lồi xấp xỉ của tập hợp các điểm.

## Một vài kết quả của Outer Convex Approximation

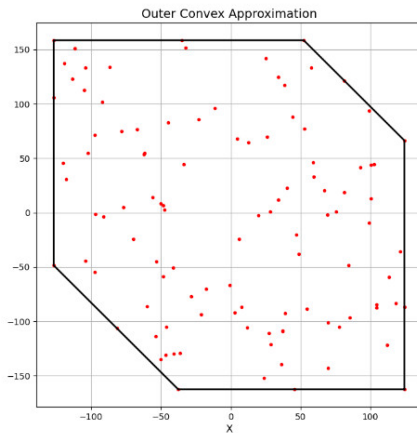


## Một vài kết quả của Outer Convex Approximation



Hình: Với  $n = 100$ ,  $\delta = 20$ .

## Một vài kết quả của Outer Convex Approximation



Hình: Với  $n = 100$ ,  $\delta = 50$ .

## Nội dung chính

### 1 Thuật toán tính bao lồi xấp xỉ

- Thuật toán xấp xỉ lồi ngoài
- Thuật toán bao lồi xấp xỉ trong

### 2 Ý tưởng thay thế thuật toán bao lồi xấp xỉ vào một bộ phát hiện

- Giới thiệu chung
- Trình bày ý tưởng thay thế
- Một số kết quả
- Phương pháp thích ứng bao lồi (convex-hull feature adaptation-CFA)

### 3 Một số kết quả thu được



## Nội dung chính

- 1 Thuật toán tính bao lồi xấp xỉ
  - Thuật toán xấp xỉ lồi ngoài
  - Thuật toán bao lồi xấp xỉ trong
- 2 Ý tưởng thay thế thuật toán bao lồi xấp xỉ vào một bộ phát hiện
  - Giới thiệu chung
  - Trình bày ý tưởng thay thế
  - Một số kết quả
  - Phương pháp thích ứng bao lồi (convex-hull feature adaptation-CFA)
- 3 Một số kết quả thu được

## Nội dung chính

- 1 Thuật toán tính bao lồi xấp xỉ
  - Thuật toán xấp xỉ lồi ngoài
  - Thuật toán bao lồi xấp xỉ trong
- 2 Ý tưởng thay thế thuật toán bao lồi xấp xỉ vào một bộ phát hiện
  - Giới thiệu chung
  - Trình bày ý tưởng thay thế
  - Một số kết quả
  - Phương pháp thích ứng bao lồi (convex-hull feature adaptation-CFA)
- 3 Một số kết quả thu được

## Nội dung chính

- 1 Thuật toán tính bao lồi xấp xỉ
  - Thuật toán xấp xỉ lồi ngoài
  - Thuật toán bao lồi xấp xỉ trong
- 2 Ý tưởng thay thế thuật toán bao lồi xấp xỉ vào một bộ phát hiện
  - Giới thiệu chung
  - Trình bày ý tưởng thay thế
  - Một số kết quả
  - Phương pháp thích ứng bao lồi (convex-hull feature adaptation-CFA)
- 3 Một số kết quả thu được

## Nội dung chính

### 1 Thuật toán tính bao lồi xấp xỉ

- Thuật toán xấp xỉ lồi ngoài
- Thuật toán bao lồi xấp xỉ trong

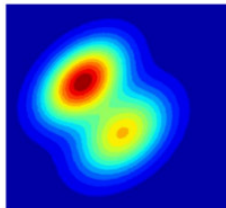
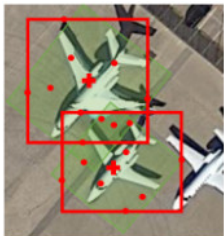
### 2 Ý tưởng thay thế thuật toán bao lồi xấp xỉ vào một bộ phát hiện

- Giới thiệu chung
- Trình bày ý tưởng thay thế
- Một số kết quả
- Phương pháp thích ứng bao lồi (convex-hull feature adaptation-CFA)

### 3 Một số kết quả thu được

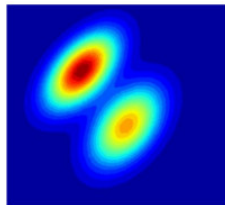
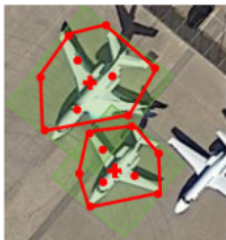
## Đặt vấn đề

Thách thức lớn: đặc trưng răng cưa (feature aliasing)



## Giải quyết vấn đề

Sử dụng bao lồi làm biểu diễn bounding box.



## Nội dung chính

- 1 Thuật toán tính bao lồi xấp xỉ
  - Thuật toán xấp xỉ lồi ngoài
  - Thuật toán bao lồi xấp xỉ trong
- 2 Ý tưởng thay thế thuật toán bao lồi xấp xỉ vào một bộ phát hiện
  - Giới thiệu chung
  - Trình bày ý tưởng thay thế
  - Một số kết quả
  - Phương pháp thích ứng bao lồi (convex-hull feature adaptation-CFA)
- 3 Một số kết quả thu được





## **Xây dựng tập bao lỗi**

Phương pháp CFA đã đề xuất biểu diễn phạm vi của đối tượng bằng bao lỗi:

$$C_i = \{(x_i^k, y_i^k)\}_i^{k=1,2,\dots,K} \quad (11)$$

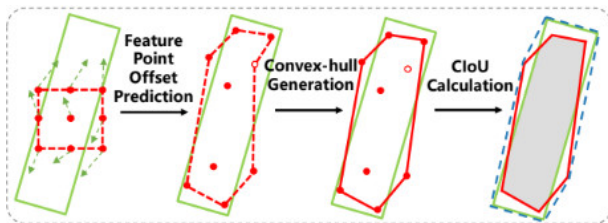
## 2 giai đoạn thực hiện:

- I. Tạo và ước lượng bố cục bao lỗi.
- II. Chỉnh sửa bao lỗi để phù hợp với các đối tượng dày đặc.

## Giai đoạn I

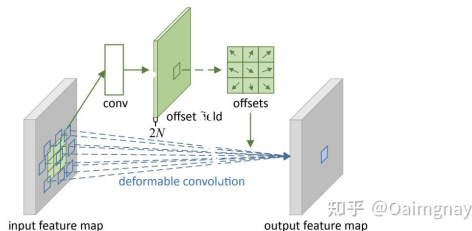
Dự đoán độ lệch:

$$\hat{C}_l(\theta) \leftarrow \{(x_i^k + \Delta x_i^k, y_i^k + \Delta y_i^k)\}_{i=1,2,\dots,K}^k \quad (12)$$



## Tích chập biến dạng

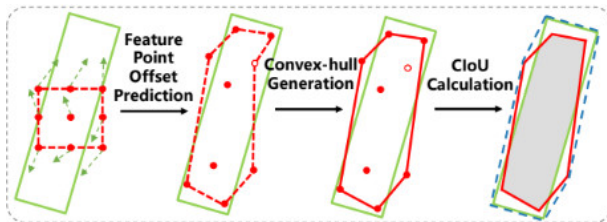
Hỗ trợ lấy mẫu ở những vị trí đa dạng hơn => làm giàu dữ liệu.



## Thuật toán tìm bao lồi

- Thuật toán tìm bao lồi xấp xỉ - Convex Approximation.
- Thuật toán tìm bao lồi trực giao - Orthogonal Quick Hull.  
Tìm một bao lồi tối thiểu cho 9 điểm feature point offset.

## Định nghĩa công thức Convex Intersection over Union (CIoU)



$$CIoU_{(C_i(\theta), B_j)}(\theta) = \frac{|C_i(\theta) \cap B_j|}{|C_i(\theta) \cup B_j|} - \frac{|R_j \setminus (C_i(\theta) \cup B_j)|}{|R_j|} \quad (13)$$

## Convex-Hull Localization Loss

$$\mathcal{L}_i^{loc}(\theta) = 1 - CloU(C_i(\theta), B_j) \quad (14)$$

## Convex-hull Classification Loss

$$\mathcal{L}_i^{cls}(\theta) = FL(S_i(\theta), Y_j) \quad (15)$$



## Convex-hull Loss

Hàm loss phân loại cho bao lồi dương:

$$\mathcal{L}^+(\theta) = \mathcal{L}_i^{cls}(S_i(\theta), Y_j) + \lambda \mathcal{L}_i^{loc}(C_i(\theta), B_j) \quad (16)$$

Hàm loss phân loại cho bao lồi âm:

$$\mathcal{L}^-(\theta) = \mathcal{L}_i^{cls}(S_i(\theta), Y_j) \quad (17)$$

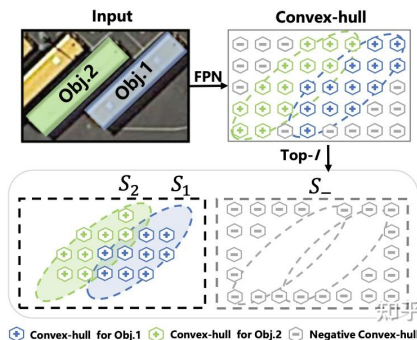
## Tối ưu quá trình huấn luyện

$$\mathcal{L}^{\text{det } 1}(\theta) = \frac{1}{J} \sum_i \mathbb{I}_{(x_i, y_i)} \mathcal{L}_i^{\text{loc}}(\theta) \quad (18)$$

## Thích ứng bao lồi - Convex Hull Adaptation

Xử lý hiện tượng feature aliasing.

**Convex-Hull Set Construction:** Xây dựng một tập các bao lồi cho mỗi đối tượng.



## Xây dựng tập các bao lỗi

Tập các bao lỗi dương( $S_j$ ) được xây dựng bằng cách chọn ra top-l bao lỗi làm bao lỗi dương, theo CloU giữa các bao lỗi và các hộp thật của đối tượng (growth-truth).

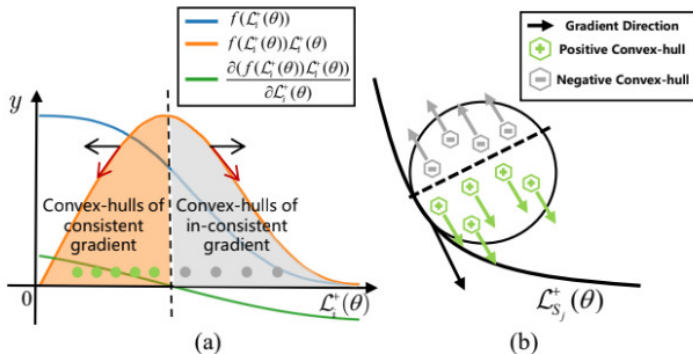
Các bao lỗi khác mà không thuộc đối tượng nào sẽ được gộp vào tập các bao lỗi âm ( $S_-$ ).

## Chiến lược chia tập các bao lồi

Cách chia tập các bao lồi được hướng dẫn bởi nguyên tắc nhất quán đạo hàm. Lấy đạo hàm của phương trình(??), có đạo hàm của tập các bao lồi:

$$\frac{\partial \mathcal{L}_{S_j}^+(\theta)}{\partial(\theta)} = \frac{1}{|S_j|} \sum_{i \in S_j} \frac{\partial(f(\mathcal{L}_i^+(\theta))\mathcal{L}_i^+(\theta))}{\partial(\mathcal{L}_i^+(\theta))} \frac{\partial \mathcal{L}_i^+(\theta)}{\partial(\theta)} \quad (19)$$

## Chiến lược phân đoạn tập các bao lồi



Hình: Chia tách tập convex-hull dựa trên nguyên tắc tính thống nhất gradient.

## Xử lý hiện tượng đặc trưng răng cưa

Đưa ra công thức tính hệ số khử đặc trưng răng cưa:

$$p_i = \gamma \frac{CloU(C_i, B_j)}{\sum_{m=1}^M CloU(C_i, B_m)} \quad (20)$$

## Tối ưu hàm loss giai đoạn 2

Việc tối ưu của giai đoạn 2 được điều khiển bởi sự kết hợp cả hàm loss classification và localization định nghĩa trên tập các bao lỗi:

$$\mathcal{L}^{det2}(\theta) = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \frac{1}{|S_j|} \sum_{i \in S_j} p_i f(\mathcal{L}_i^+(\theta)) \mathcal{L}_i^+(\theta) + \frac{1}{|S_-|} \sum_{i \in S} \mathcal{L}_i^-(\theta) \quad (21)$$



## Hàm loss của bộ phát hiện CFA

Là tổng hàm loss của cả hai giai đoạn:

$$\mathcal{L}_{CFA} = \mathcal{L}^{\text{det}1}(\theta) + \mathcal{L}^{\text{det}2}(\theta) \quad (22)$$

## Nội dung chính

- 1 Thuật toán tính bao lồi xấp xỉ
  - Thuật toán xấp xỉ lồi ngoài
  - Thuật toán bao lồi xấp xỉ trong
- 2 Ý tưởng thay thế thuật toán bao lồi xấp xỉ vào một bộ phát hiện
  - Giới thiệu chung
  - Trình bày ý tưởng thay thế
  - Một số kết quả
  - Phương pháp thích ứng bao lồi (convex-hull feature adaptation-CFA)
- 3 Một số kết quả thu được