

# THÔNG TIN CHUNG CỦA NHÓM

- Link YouTube video của báo cáo (tối đa 5 phút):

<https://youtu.be/blGfUikCiMs>

- Link slides (dạng .pdf đặt trên Github của nhóm):

<https://github.com/tatto2k3/CS2205.SEP2025/blob/main/T%E1%BB%91%20Ng%C3%B4%20T%E1%BA%A5t%20-%20CS2205.SEP2025.DeCuong.FinalReport.Template.Slide.pdf>

- Họ và Tên: Ngô Tất Tố

- MSSV: 250201032

- Lớp: CS2205.xxx

- Tự đánh giá (điểm tổng kết môn): 9/10

- Số buổi vắng: 0

- Link Github:

<https://github.com/tatto2k3/CS2205.SEP2025>



# ĐỀ CƯƠNG NGHIÊN CỨU

## TÊN ĐỀ TÀI (IN HOA)

VARs: HỆ THỐNG HỖ TRỢ TRỌNG TÀI VIDEO NHẪM TỰ ĐỘNG HÓA VIỆC RA QUYẾT ĐỊNH TRONG BÓNG ĐÁ DỰA TRÊN PHÂN TÍCH ĐA GÓC NHÌN

## TÊN ĐỀ TÀI TIẾNG ANH (IN HOA)

VARs: VIDEO ASSISTANT REFEREE SYSTEM FOR AUTOMATED SOCCER DECISION MAKING FROM MULTIPLE VIEWS

## TÓM TẮT *(Tối đa 400 từ)*

Hệ thống Trợ lý Trọng tài Video (VAR) đã góp phần nâng cao độ chính xác và tính công bằng trong bóng đá hiện đại bằng cách cho phép trọng tài xem lại các tình huống trên sân trước khi đưa ra quyết định. Tuy nhiên, do chi phí triển khai cao và yêu cầu hạ tầng phức tạp, VAR hiện nay chủ yếu chỉ được áp dụng tại các giải đấu chuyên nghiệp.

Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất VARs (Video Assistant Referee System) – một hệ thống tự động hỗ trợ ra quyết định trong bóng đá dựa trên phân tích video đa góc nhìn. VARs được thiết kế nhằm cung cấp phản hồi gần thời gian thực cho trọng tài, giúp họ đưa ra các quyết định quan trọng có thể ảnh hưởng đến kết quả trận đấu. Để đánh giá hệ thống, chúng tôi giới thiệu SoccerNet-MVFoul, một bộ dữ liệu mới gồm các tình huống phạm lỗi trong bóng đá được ghi nhận từ nhiều góc camera và gán nhãn chi tiết bởi trọng tài chuyên nghiệp. Dựa trên bộ dữ liệu này, VARs được đánh giá trong bài toán tự động nhận diện và phân loại các đặc trưng của tình huống phạm lỗi.

Chúng tôi tin rằng VARs có tiềm năng hỗ trợ công tác trọng tài hiệu quả hơn, góp phần nâng cao tính công bằng và độ chính xác của các quyết định trong bóng đá ở nhiều cấp độ thi đấu.

## **GIỚI THIỆU** (Tối đa 1 trang A4)

Trong nhiều thập kỷ qua, công nghệ hỗ trợ trọng tài trong bóng đá đã có những bước phát triển mạnh mẽ. Từ chỗ trọng tài và trợ lý chỉ dựa vào quan sát cá nhân và giao tiếp bằng ánh mắt hay ngôn ngữ cơ thể, các công cụ công nghệ dần được đưa vào sử dụng như tai nghe không dây, công nghệ xác định bóng qua vạch vôi (goal-line technology), và gần đây nhất là Trợ lý Trọng tài Video (VAR). Những công nghệ này nhằm mục tiêu giảm sai sót và nâng cao tính công bằng trong thi đấu. Đặc biệt, sự xuất hiện của các hệ thống dựa trên trí tuệ nhân tạo, như công nghệ việt vị bán tự động tại World Cup 2022, cho thấy bóng đá đang từng bước tiến tới việc ứng dụng các hệ thống hỗ trợ và tự động hóa cho công tác trọng tài.

Tuy nhiên, mặc dù VAR được kỳ vọng cải thiện độ chính xác của các quyết định trọng tài, hệ thống này vẫn tồn tại nhiều hạn chế trong thực tế. Các quyết định VAR đôi khi thiếu tính nhất quán giữa các trận đấu và các giải đấu khác nhau. Bên cạnh đó, chi phí triển khai hạ tầng VAR rất cao và đòi hỏi nguồn nhân lực trọng tài lớn, khiến công nghệ này chỉ khả thi tại các giải đấu chuyên nghiệp. Các giải bán chuyên và nghiệp dư hầu như không thể tiếp cận VAR do hạn chế về tài chính cũng như tình trạng thiếu hụt trọng tài VAR trên toàn cầu.

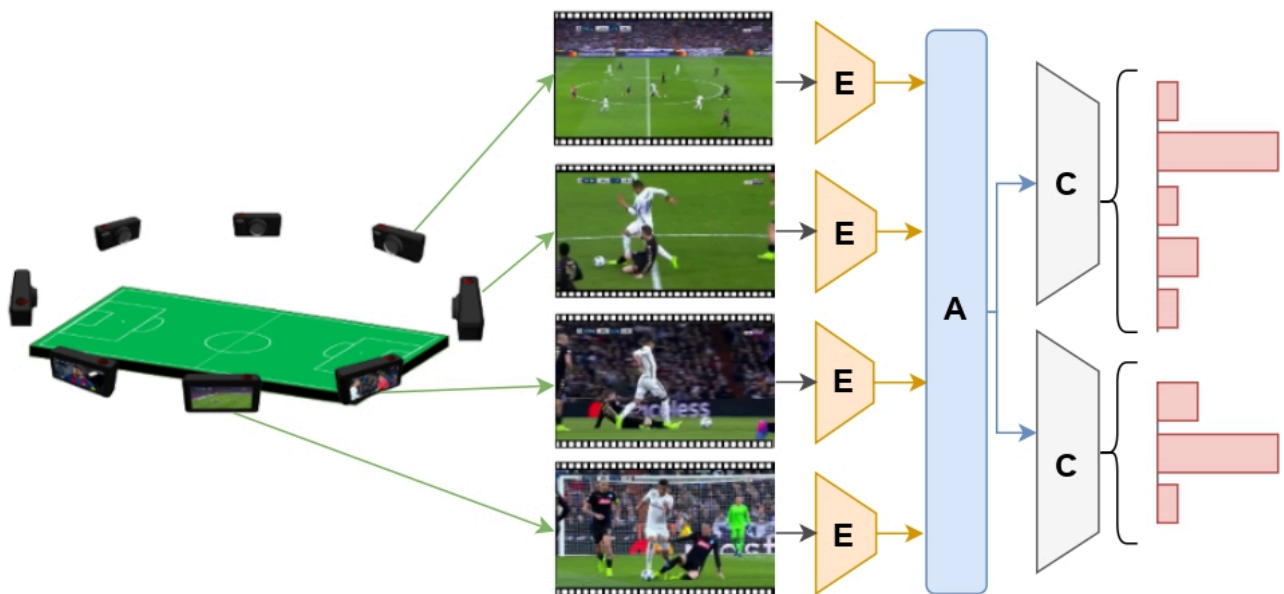
Trong bối cảnh đó, bài báo đề xuất VARS (Video Assistant Referee System) như một bước đi đầu tiên hướng tới việc tự động hóa và chuẩn hóa công tác hỗ trợ trọng tài. VARS được thiết kế để phân tích video đa góc nhìn từ nhiều camera không cần hiệu chỉnh, vốn đã sẵn có trong các trận đấu được phát sóng. Hệ thống có khả năng tự động nhận diện các tình huống phạm lỗi, phân loại loại phạm lỗi và đánh giá mức độ phạm lỗi, đồng thời đóng vai trò là công cụ hỗ trợ, trong đó quyết định cuối cùng vẫn thuộc về trọng tài. Để đánh giá VARS, chúng tôi giới thiệu bộ dữ liệu SoccerNet-MVFouls, bao gồm các đoạn video đa góc nhìn được gán nhãn chi tiết bởi trọng tài chuyên nghiệp, và chứng minh rằng việc khai thác thông tin từ nhiều góc camera giúp cải thiện đáng kể hiệu quả so với các phương pháp chỉ sử dụng một góc nhìn.

## MỤC TIÊU *(Viết trong vòng 3 mục tiêu)*

1. Xây dựng một hệ thống có khả năng phân tích video đa góc nhìn nhằm hỗ trợ trọng tài trong việc đánh giá các tình huống phạm lỗi xảy ra trên sân bóng.
2. Phát triển mô hình tự động dự đoán các quyết định theo luật bóng đá, bao gồm:
  - xác định tình huống có phạm lỗi hay không
  - phân loại loại phạm lỗi
  - và đánh giá mức độ xử phạt tương ứng (không thẻ, thẻ vàng, thẻ đỏ).
3. Đánh giá hiệu quả của phân tích video đa góc nhìn thông qua việc so sánh với phương pháp chỉ sử dụng một góc camera, từ đó chứng minh tính cần thiết và lợi ích của việc khai thác nhiều góc nhìn trong hỗ trợ ra quyết định cho trọng tài.

## NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 1. Kiến trúc tổng quan của hệ thống VARS



Hệ thống VARS được thiết kế theo kiến trúc phân tích video đa góc nhìn, gồm ba thành phần chính:

#### a. Bộ mã hóa video (Video Encoder):

Mỗi đoạn video từ một góc camera được đưa qua một mô hình học sâu cho

video nhằm trích xuất đặc trưng không gian–thời gian, phản ánh chuyển động, tư thế và va chạm của cầu thủ.

**b. Khối tổng hợp đa góc nhìn (Multi-view Aggregation):**

Các vector đặc trưng thu được từ nhiều góc camera được tổng hợp thành một biểu diễn chung cho tình huống phạm lỗi, thông qua các cơ chế gộp như trung bình (mean pooling) hoặc lấy giá trị lớn nhất (max pooling).

**c. Khối phân loại (Classifier Head):**

Biểu diễn chung sau khi tổng hợp được đưa vào các bộ phân loại để dự đoán các đặc trưng của tình huống phạm lỗi.

**2. Phương pháp học và các nhiệm vụ dự đoán**

Hệ thống VARS được huấn luyện để giải quyết hai nhiệm vụ chính:

- Phân loại loại phạm lỗi, nhằm xác định dạng hành vi phạm luật xảy ra trên sân.
- Đánh giá mức độ xử phạt, bao gồm việc xác định có phạm lỗi hay không và mức độ thẻ phạt tương ứng.

Ngoài cách huấn luyện từng nhiệm vụ độc lập, đề tài áp dụng học đa nhiệm (multi-task learning), trong đó các nhiệm vụ chia sẻ cùng một biểu diễn đặc trưng chung. Cách tiếp cận này giúp mô hình khai thác mối quan hệ giữa loại phạm lỗi và mức độ nghiêm trọng của hành vi, từ đó cải thiện hiệu quả dự đoán.

**3. Chiến lược xử lý video và huấn luyện mô hình**

Các đoạn video đầu vào được chuẩn hóa về độ dài và số khung hình, tập trung vào khoảng thời gian ngắn xung quanh thời điểm xảy ra va chạm nhằm giảm nhiễu và giữ lại thông tin quan trọng nhất cho việc ra quyết định. Mô hình được huấn luyện theo phương thức học có giám sát, sử dụng các chỉ số đánh giá phù hợp với dữ liệu mất cân bằng lớp.

**KẾT QUẢ MONG ĐỢI**

1. Hệ thống VARS dự kiến có khả năng tự động nhận diện và phân loại các tình huống phạm lỗi trong bóng đá dựa trên video, bao gồm:
  - xác định có xảy ra phạm lỗi hay không

- phân loại loại phạm lỗi
  - và đánh giá mức độ xử phạt tương ứng (không thẻ, thẻ vàng, thẻ đỏ)
2. Phương pháp phân tích video đa góc nhìn được kỳ vọng cho kết quả chính xác và ổn định hơn so với các mô hình chỉ sử dụng một góc camera, đặc biệt trong các tình huống va chạm phức tạp hoặc bị che khuất.
  3. Việc áp dụng học đa nhiệm dự kiến giúp mô hình cải thiện khả năng dự đoán mức độ xử phạt, nhờ khai thác mối quan hệ giữa loại phạm lỗi và mức độ nghiêm trọng của hành vi.
  4. Kết quả thực nghiệm mong đợi sẽ được đánh giá bằng các chỉ số định lượng như Accuracy và Balanced Accuracy, đồng thời so sánh trực tiếp giữa các cấu hình (single-view và multi-view) để chứng minh tính hiệu quả của phương pháp đề xuất.
  5. Về mặt ứng dụng, hệ thống VARS được kỳ vọng có thể hỗ trợ trọng tài trong thực tế, đặc biệt tại các giải đấu bán chuyên và nghiệp dư, góp phần nâng cao tính công bằng và độ nhất quán của các quyết định trọng tài.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO** (*Định dạng DBLP*)

- [1] Adrià Arbués Sangüesa, Adrián Martín, Javier Fernández, Coloma Ballester, Gloria Haro: Using Player's Body-Orientation to Model Pass Feasibility in Soccer. CVPR Workshops 2020: 3875-3884
- [2] Alejandro Cartas, Coloma Ballester, Gloria Haro: A Graph-Based Method for Soccer Action Spotting Using Unsupervised Player Classification. MMSports@MM 2022: 93-102
- [3] Anthony Cioppa, Silvio Giancola, Adrien Delière, Le Kang, Xin Zhou, Zhiyu Cheng, Bernard Ghanem, Marc Van Droogenbroeck: SoccerNet-Tracking: Multiple Object Tracking Dataset and Benchmark in Soccer Videos. CVPR Workshops 2022: 3490-3501

