

Mourad A. Kenk, Mahmoud Hassaballah

Tóm tắt – Gần đây, xe tự lái đã được giới thiệu với một số tính năng tự động bao gồm hỗ trợ giữ làn đường, hỗ trợ xếp hàng khi kẹt xe, hỗ trợ đỗ xe và tránh va chạm. Những phương tiện tự lái và hệ thống giám sát giao thông trực quan thông minh này chủ yếu phụ thuộc vào hệ thống camera và cảm biến fuson. Các điều kiện thời tiết bất lợi như sương mù dày đặc, mưa, tuyết và bão cát được coi là những hạn chế nguy hiểm đối với chức năng của camera ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu suất của các thuật toán thị giác máy tính được áp dụng để hiểu cảnh (tức là phát hiện, theo dõi và nhận dạng phương tiện trong các cảnh giao thông). Ví dụ: phản xạ đến từ dòng chảy mưa và băng trên đường có thể gây ra lỗi phát hiện lớn, điều này sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất của hệ thống giao thông trực quan thông minh. Ngoài ra, các thuật toán phát hiện xe và hiểu cảnh hầu hết được đánh giá bằng cách sử dụng bộ dữ liệu chứa một số loại hình ảnh tổng hợp nhất định cộng với một số hình ảnh trong thế giới thực. Do đó, không chắc chắn các thuật toán này sẽ hoạt động như thế nào trên các hình ảnh không rõ ràng thu được trong tự nhiên và tiến trình của các thuật toán này được chuẩn hóa như thế nào trên thực địa. Để đạt được mục tiêu này, chúng tôi giới thiệu một tập dữ liệu mới (điểm chuẩn) bao gồm các hình ảnh trong thế giới thực được thu thập trong các điều kiện thời tiết bất lợi khác nhau được gọi là DAWN. Bộ dữ liệu này nhấn mạnh đến môi trường giao thông đa dạng (đô thị, đường cao tốc và xa lộ) cũng như luồng giao thông đa dạng. Tập dữ liệu DAWN bao gồm bộ sưu tập 1000 hình ảnh từ môi trường giao thông thực, được chia thành bốn nhóm điều kiện thời tiết: sương mù, tuyết, mưa và bão cát. Tập dữ liệu được chú thích với các hộp giới hạn đối tượng cho các kịch bản giám sát video và lái xe tự động. Dữ liệu này giúp giải thích các tác động do điều kiện thời tiết bất lợi gây ra đối với hoạt động của hệ thống phát hiện xe.

Từ khóa – Phát hiện xe cộ, Hệ thống giao thông thông minh, Xe tự hành, Xe tự lái, Thiết bị khảo sát trực quan, Bộ dữ liệu về xe cộ, Xe cộ trong thời tiết bất lợi, Xe cộ trong điều kiện thời tiết xấu.

I. GIỚI THIỆU

T HE hiệu quả phát hiện phương tiện được coi là bước quan trọng trong giám sát giao thông hoặc giám sát hình ảnh thông minh nói chung [1, 2]. Gần đây, sự phát triển của cảm biến và GPU cùng với các thuật toán học sâu đã tập trung nghiên cứu vào các ứng dụng tự lái hoặc tự lái dựa trên trí tuệ nhân tạo và trở thành một xu hướng [3]. Các phương tiện tự hành phải phát hiện chính xác các đối tượng giao thông (ví dụ: ô tô, xe máy, đèn tín hiệu giao thông, v.v.) trong thời gian thực để đưa ra quyết định điều khiển phù

hợp và đảm bảo an toàn theo yêu cầu [4]. Để phát hiện những vật thể như vậy, các cảm biến đa dạng như camera, phát hiện ánh sáng và phạm vi khác nhau thường được sử dụng trong các phương tiện tự hành. Trong số các loại cảm biến này, chất lượng hình ảnh của máy ảnh bị ảnh hưởng khá nhiều bởi các điều kiện thời tiết bất lợi như sương mù dày đặc, mưa tuyết, bão tuyết, vụ nổ bụi và điều kiện ánh sáng yếu. Do đó, tầm nhìn không hiệu quả để phát hiện chính xác các phương tiện giao thông trên đường và gây ra tai nạn giao thông. Có thể đạt được khả năng hiển thị rõ ràng bằng cách phát triển các phương pháp nâng cao hình ảnh hiệu quả để có được hình ảnh trực quan tốt hoặc các đặc điểm phân biệt. Do đó, việc cung cấp các hệ thống phát hiện với hình ảnh rõ ràng có thể cải thiện hiệu suất phát hiện và theo dõi phương tiện trong các hệ thống giám sát hình ảnh thông minh và các ứng dụng xe tự hành [5-7].

Gần đây, cộng đồng thị giác máy tính đã giới thiệu các phương pháp tiếp cận phát hiện phương tiện khác nhau [8]. Đặc biệt, việc phát hiện đối tượng giao thông dựa trên học sâu bằng cách sử dụng cảm biến camera đã trở nên quan trọng hơn trong các phương tiện tự hành vì nó đạt được độ chính xác phát hiện cao và do đó, nó đã trở thành một phương pháp quan trọng trong các ứng dụng tự lái [9]. Hai điều kiện thiết yếu cần được đáp ứng bởi máy dò: phát hiện thời gian thực là cần thiết để phát ra tiếng vọng hoạt động của bộ điều khiển phương tiện và độ chính xác phát hiện cao của các đối tượng giao thông là bắt buộc mà chưa được nghiên cứu trong điều kiện thời tiết bất lợi và lái xe tự động.

Mặc dù các phương pháp này đã đạt được khả năng phát hiện nhanh với hiệu quả cao, nhưng chúng không thể cải thiện độ chính xác của việc phát hiện [10, 11]. Gần đây, các công cụ phát hiện đối tượng dựa trên các mô hình CNN tích hợp các chiến lược khác nhau đã được nghiên cứu rộng rãi để tận dụng lợi thế của cả hai loại danh mục học sâu và bù đắp cho những nhược điểm cụ thể của chúng. CFENet [12], một máy dò một giai đoạn, đã sử dụng một chiến lược cải tiến tính năng mở rộng dựa trên SSD để tăng độ chính xác của việc phát hiện. RefineDet [13], máy dò một giai đoạn, cải thiện độ chính xác của việc phát hiện bằng cách sử dụng chiến lược sàng lọc mô neo và mô-đun phát hiện đối tượng. RFBNet [14], đã áp dụng một khối trường tiếp nhận để cải thiện độ chính xác của việc phát hiện. Tuy nhiên, việc sử dụng điều kiện ánh sáng khó không có điều kiện thời tiết bất lợi và với độ phân giải hình ảnh đầu vào 512 × 512 hoặc cao hơn không thể đạt được tốc độ phát hiện thời gian thực trên 30 khung hình / giây như đã báo cáo trong các nghiên cứu trước đây [9, 11-13]. Phát hiện thời gian thực là một yêu cầu đối với các ứng dụng giám sát giao thông và tự lái trong điều kiện thời tiết bất lợi. Mặc dù, tốc độ phát hiện thời gian thực đạt được trong [14], nhưng khó có thể sử dụng nó trong điều kiện thời tiết bất lợi vì độ chính xác phát hiện thấp. Điều này biểu thị rằng các chiến lược trước đó không đủ để đánh đổi giữa độ chính xác và thời gian phát hiện, điều này hạn chế việc sử dụng trong các ứng dụng có điều kiện thời tiết bất lợi. Nó có thể

Bản thảo nhận được ngày 27 tháng 2 năm 2020; Được chấp nhận: XXX, Đã xuất bản: XXXX. Bài báo này được đề xuất bởi Phó biên tập viên XYZ. (Tác giả tương ứng: Mourad A. Kenk)
Mourad A. Kenk thuộc Bộ môn Toán, Khoa Khoa học, Đại học South Valley, Qena 83523, Ai Cập (e-mail: mourad.ahmed@sci.svu.edu.eg)
Mahmoud Hassaballah làm việc tại Khoa Khoa học Máy tính, Khoa Máy tính và Thông tin, Đại học South Valley, Qena 83523, Ai Cập (e-mail: m.hassaballah@svu.edu.eg)

nhằm lẫn trong phân đoán của một phát hiện xe chính xác và giảm hiệu quả phát hiện xe trong điều kiện bất lợi điều kiện thời tiết và dẫn đến một vụ tai nạn giao thông. Trong khác từ, điều cực kỳ quan trọng là sử dụng máy dò xe với độ chính xác phát hiện cao và xem xét yếu tố này cùng với tốc độ phát hiện thời gian thực để giảm cảnh báo sai trong số các hộp giới hạn được phát hiện và để cho phép khoảng thời gian cải thiện khả năng hiển thị trong môi trường giao thông dưới điều kiện bất lợi điều kiện thời tiết và do đó ngăn ngừa tai nạn giao thông. Các bộ dữ liệu về xe có sẵn trong tài liệu vẫn cần

giải quyết các bộ dữ liệu về điều kiện thời tiết bất lợi khó khăn hơn. Bảng I tóm tắt các bộ dữ liệu về xe có sẵn trong tài liệu, nơi bộ dữ liệu được thu thập bằng camera quan sát giao thông (TSC), camera hành trình trên xe (OVC), phục vụ web (Web), hoặc bằng máy ảnh không người lái. Mặt khác, không có bộ dữ liệu cho các điều kiện thời tiết bất lợi khác nhau như sự kết hợp của thời tiết mùa đông khó chịu, mưa kéo dài và bão bụi. Ví dụ, Sakaridis et al. [15] đã đề xuất một dựa trên mô hình mạng nơ-ron tích chập (CNN) để tạo sương mù tổng hợp trên hình ảnh xe thực tế để điều tra làm mờ sương mù các thuật toán trong môi trường giao thông. Hodges và cộng sự. [16] đã mô phỏng mô hình dehazing bởi một mạng dehazing để cải cách hình ảnh đầy đủ và một mạng lưới phân biệt đối xử để tính vi các thông số trọng lượng nâng cao để tăng chiếc xe hiệu suất phát hiện trên tập dữ liệu về sương mù / mờ hồ tổng hợp hình ảnh. Li và cộng sự. [17] đưa ra một điểm chuẩn bao gồm cả hai hình ảnh mưa tổng hợp và trong thể giới thực với một số kiểu mưa để điều tra các thuật toán deraining trong cảnh giám sát giao thông và phát hiện phương tiện. Uzun và cộng sự. [18] đã thực hiện quay vòng theo chu kỳ với mạng đối phương chung (GAN) cho các hạt mưa loại bỏ trong các hệ thống giám sát ngoài trời và điều tra hiệu suất phát hiện đối tượng theo tập dữ liệu Raindrop [19]. Tuy nhiên, các phương pháp này chủ yếu được đánh giá trên kết xuất hình ảnh sương mù / mưa tổng hợp và một số hình ảnh thực tế giả định mô hình sương mù / mưa cụ thể. Do đó, không rõ làm thế nào các thuật toán này sẽ tiếp tục trong các điều kiện thời tiết bất lợi khác nhau và làm thế nào tiến trình có thể được đo lường trong tự nhiên.

Để giải quyết vấn đề, một tập dữ liệu điểm chuẩn mới được giới thiệu được gọi là DAWN bao gồm các hình ảnh trong thể giới thực được thu thập dưới các điều kiện thời tiết bất lợi khác nhau (ví dụ: sương mù, mưa, tuyết, và bão cát). Các hình ảnh được thu thập cung cấp một lượng truy cập đa dạng môi trường (ví dụ: đô thị, ngã tư, đường cao tốc, v.v.) với các loại xe khác nhau được chú thích cho thông minh giám sát trực quan, giám sát giao thông và xe tự lái các ứng dụng.

II. LAI LỊCH

Trong phần này, chúng tôi trình bày phân tích hiệu suất của các phương pháp đề xuất trong các điều kiện thời tiết bất lợi khác nhau điều chỉnh để phát hiện các loại phương tiện (ví dụ: ô tô, xe buýt, xe tải, xe mô tô, xe đạp) với sự hiện diện của con người như một thức ăn (người) cho người đi bộ và người đi xe đạp trong môi trường giao thông cảnh.

A. Tóm tắt các bộ dữ liệu hình ảnh các phương tiện có sẵn trong lít ature.

Trong phần này, chúng tôi cung cấp tổng quan về các tập dữ liệu được sử dụng để đánh giá các mô hình máy dò xe, như chi tiết của

BẢNG I: Tóm tắt các bộ dữ liệu về xe có sẵn trong tài liệu. Các biến thể chiếu sáng như L, Xấp xỉ là O, Đồng đúc là C.

Dataset	Chế độ	số Hình ảnh	Video 10	Tàu thử nghiệm	LOC		
UA-DETRAC [20]	TSC		giờ x			x	x x
Đường cao tốc TME [21]	OVC		28 Clip			x	
KITTI [22]	OVC	x		x 7518	7481		x x
Xe hơi Stanford [23]	web	16.185		50-50	50-50		
PASCAL VOC [24]	web	x		x	x		x x
Mưa và tuyết [25]	TSC		22 Clip	x		x	
Cảnh quan thành phố [26]	OVC	25.000		x	x x	x x	
Map Mao [27]	OVC	25.000		x	x x	x x	
BDD100K [28]	OVC	100.000		x	x x	x x	
ApolloScape [29]	OVC	143.906		x	x x	x x	
Máy bay không người lái Stanford Drone [30]		x		x			



Hình 1: Hình ảnh mẫu của tập dữ liệu KITTI.



Hình 2: Hình ảnh mẫu cho các phương tiện trong tập dữ liệu MS-COCO.

bộ dữ liệu đề xuất để phát hiện phương tiện trong thời tiết bất lợi. 1) Bộ dữ liệu KITTI [22]: được sử dụng rộng rãi nhất cho các nghiên cứu phát hiện phương tiện giao thông đường bộ và tự lái. KITTI tập dữ liệu bao gồm 7.481 hình ảnh cho đào tạo và 7.518 hình ảnh để thử nghiệm và bao gồm sáu lớp: xe hơi, xe van, xe tải, xe điện, người đi xe đạp và người đi bộ. Kích thước hình ảnh đầu vào là 512 × 512 và 17.607 tổng số hộp giới hạn của GT. Tập dữ liệu KITTI xem xét một môi trường giao thông bao gồm các xa lộ qua các vùng nông thôn và cảnh đô thị với khả năng thay đổi ánh sáng trong thời tiết bình thường điều kiện ban ngày chỉ như trong Hình. 1. 2) Tập dữ liệu MS-COCO [31]: là một thách thức hơn hiểu cảnh hơn tập dữ liệu KITTI. Nó thường được sử dụng bởi các mô hình học sâu tiên tiến nhất hiện nay. MS-COCO bao gồm quy mô lớn các cảnh phức tạp được chú thích cho 80 các lớp có đối tượng giao thông và cảnh môi trường giải quyết các cài đặt chung cho các tình huống thời tiết bình thường như Thể hiện trong hình. 2. Trong hai tập dữ liệu này, cảnh giao thông thường giải quyết điều kiện thời tiết bình thường. Hơn nữa, chúng tôi làm rõ rằng các phương pháp hiệu quả hàng đầu để phát hiện phương tiện và cảnh trực quan sự hiểu biết không hoàn toàn hiểu được khó khăn và khả năng thay đổi của các điều kiện thời tiết kém trong thể giới thực. Để biết thêm chi tiết về bộ dữ liệu hiểu biết về cảnh, chúng tôi giới thiệu cho độc giả [32]. Sự khác biệt của hình ảnh giao thông trong tập dữ liệu DAWN và bộ dữ liệu hiện đại (Mưa & Tuyết và BDD) được so sánh và được thể hiện trong Hình 3. Tập dữ liệu DAWN bao gồm mức cực trị



Hình 3: Mẫu hình ảnh giao thông để so sánh với bộ dữ liệu hiện đại (Mưa & Tuyết và BDD).

của điều kiện thời tiết và sự thay đổi của môi trường giao thông.

Ngoài ra, tập dữ liệu được chú thích với các hộp giới hạn đối tượng cho các kịch bản giám sát video và lái xe tự động.

3) Bộ dữ liệu DAWN: Theo hiểu biết tốt nhất của chúng tôi, rất ít bộ dữ liệu giải quyết vấn đề về điều kiện thời tiết bất lợi do một số loại thời tiết tổng hợp nhất định trong hình ảnh cộng với một vài hình ảnh trong thế giới thực. Ví dụ, Sakaridis et al. [15] đề xuất hai bộ dữ liệu; tổng hợp cảnh quan thành phố sương mù và bộ dữ liệu lái xe trong sương mù để điều tra các thuật toán phát hiện và làm mờ phương tiện trong môi trường giao thông với 8 lớp. Li và cộng sự. [17] đã đưa ra một điểm chuẩn để đánh giá các thuật toán giảm nhiệt độ trong hiện trường giao thông bao gồm mưa trong bộ dữ liệu giám sát và lái xe. Bộ dữ liệu này bao gồm môi trường mưa tổng hợp và môi trường thực tế của 2.495 và 2.048 hình ảnh, tương ứng. Cần có một bộ dữ liệu về hình ảnh trong thế giới thực để giải quyết những thiếu sót của các bộ dữ liệu nói trên khi xét đến việc chụp ảnh trong điều kiện thời tiết xấu. Hiện tại, vẫn chưa rõ các thuật toán học sâu sẽ thực hiện như thế nào trong tự nhiên thông qua ảnh hưởng của tổng quát hóa chéo đối với các điều kiện thời tiết bất lợi. Ngoài ra, tiến trình của các thuật toán này được tiêu chuẩn hóa và áp dụng an toàn như thế nào trong các ứng dụng của ITS. Với mục đích này, chúng tôi giới thiệu một bộ dữ liệu mới về các hình ảnh trong thế giới thực được thu thập trong các điều kiện thời tiết bất lợi khác nhau, chúng tôi gọi là "DAWN: Phát hiện trong Bản chất Thời tiết Bất lợi". Nó được thiết kế để hỗ trợ việc nghiên cứu các ứng dụng của ITS về các cơ hội an toàn. Các đặc điểm độc đáo của tập dữ liệu DAWN cho phép các nhà nghiên cứu có cơ hội kiểm tra các khía cạnh của việc phát hiện phương tiện không

đã được kiểm tra trước đó trong các tài liệu cũng như các vấn đề có tầm quan trọng chính đối với công nghệ xe tự hành và các ứng dụng an toàn ITS.

Mục tiêu của tập dữ liệu DAWN là điều tra hiệu suất của các phương pháp phát hiện và phân loại phương tiện trên một loạt các hình ảnh tự nhiên cho các cảnh giao thông trong sự tổng quát hóa chéo của các điều kiện thời tiết bất lợi, được chia thành bốn loại theo thời tiết (tức là sương mù, tuyết, mưa và cát). Bộ dữ liệu DAWN chứa sự thay đổi đáng kể về chủng loại xe, kích thước, hướng, tư thế, độ chiếu sáng, vị trí và độ bám. Hơn nữa, tập dữ liệu này thể hiện sự thiên vị có hệ thống đối với các cảnh giao thông trong thời tiết mùa đông khó chịu, tuyết rơi dày, mưa tuyết, thời tiết nguy hiểm, bão cát và bụi.

Hình ảnh mẫu từ tập dữ liệu DAWN được hiển thị trong Hình.

4. Để đảm bảo đánh giá chính xác, các cảnh giao thông bao gồm giao thông di chuyển bình thường và tắc nghẽn, đường ô tô kết hợp, đường cao tốc, đường đô thị và nút giao thông được xây dựng từ một số quốc gia để bao quát sự thay đổi thời tiết của các khu vực khác nhau trong vũ trụ. Chú thích về các phương tiện nhất quán, chính xác và đầy đủ cho các loại phương tiện (ví dụ: ô tô, xe buýt, xe tải, mô tô và xe đạp) với sự hiện diện của con người là người đi xe đạp và người đi bộ. Ví dụ về các chú thích trong tập dữ liệu DAWN được minh họa trong Hình. 5.

Hình ảnh trong bộ dữ liệu DAWN được thu thập thông qua các công cụ tìm kiếm Google và Bing trong quá trình tìm kiếm trực quan có chứa danh sách các từ khóa truy vấn (bao gồm; sương mù, sương mù, sương mù, thời tiết mùa đông khó chịu, thời tiết hanh khô, tuyết rơi dày đặc, mưa đá, bão cát, bão bụi, thời tiết nguy hiểm, thời tiết bất lợi, giao thông, đường ô tô, xe cộ). Sau đó, các hình ảnh ứng cử viên được lọc và chọn bởi con người trong vòng lặp. Các hình ảnh ứng cử viên cho mỗi tình huống trong DAWN phải tôn trọng các điều khoản sử dụng tương ứng đối với các điều khoản sử dụng của Google, Bing và Flickr, trong đó các loại giấy phép bao gồm: 'Miễn phí chia sẻ và sử dụng'. Tập dữ liệu này chứa một bộ sưu tập hình ảnh 1K từ môi trường giao thông thực, được chia thành bốn tập con chính theo các tình huống thời tiết: Sương mù, Mưa, Tuyết và Cát.

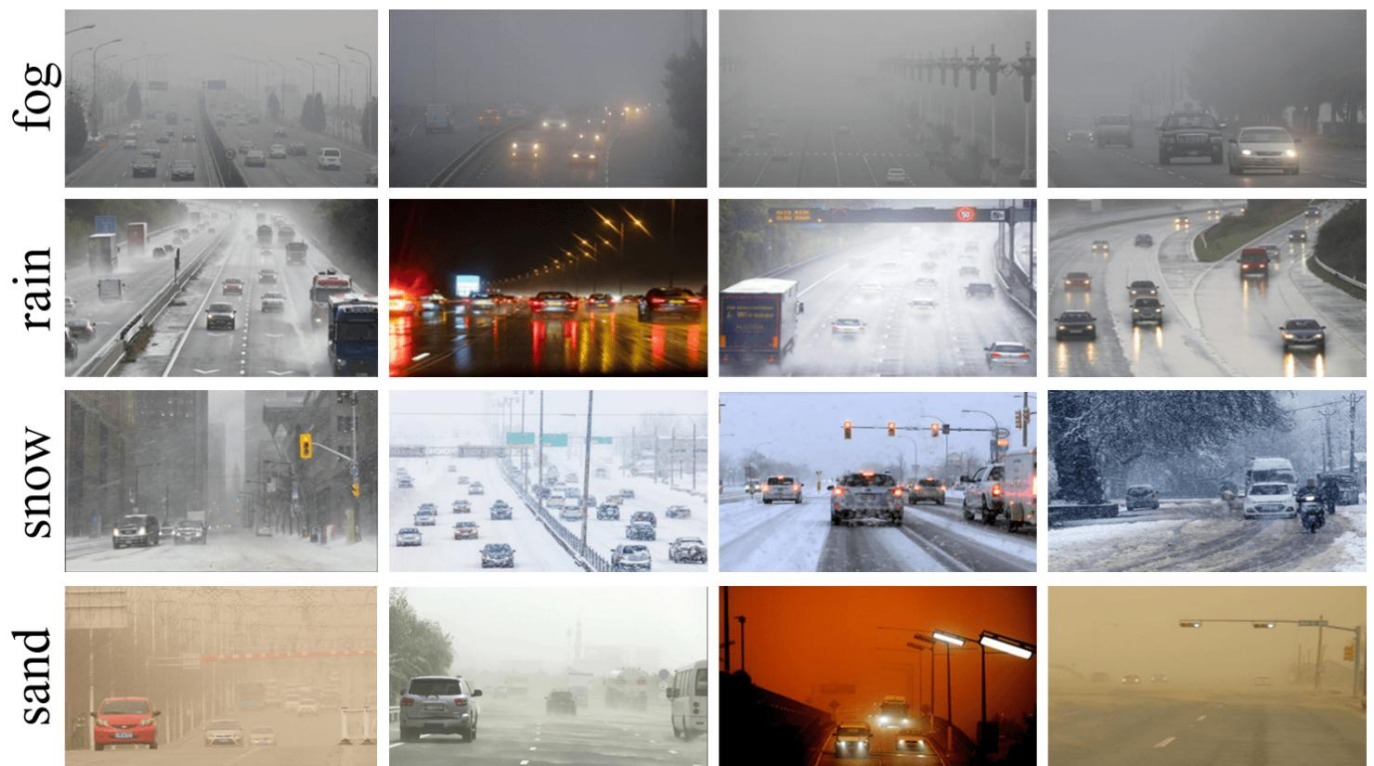
Cuối cùng, tập dữ liệu này được chú thích bằng cách sử dụng LabelMe [33] cho năm loại phương tiện và người dành cho người đi xe đạp / người đi bộ với 7.845 tổng số ô giới hạn GT bao gồm ô tô (82,21%), xe buýt (2,05%), xe tải (8,22%), xe máy + xe đạp (1,36%) và người (6,07%) như được báo cáo bằng biểu đồ thể hiện trong Hình. 6.

III. PHẦN KẾT LUẬN

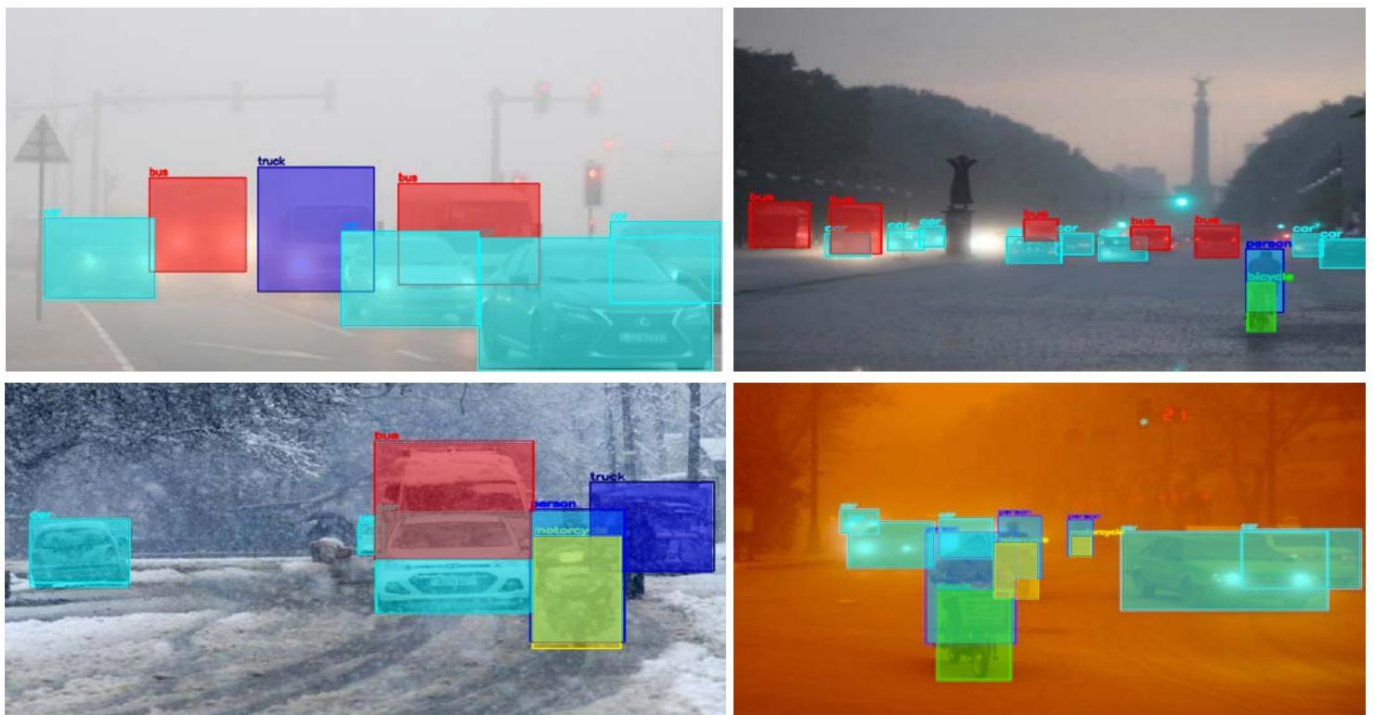
Trong bài báo này, chúng tôi đã đề xuất một tập dữ liệu mới (được gọi là DAWN) để phát hiện phương tiện trong điều kiện thời tiết bất lợi, bao gồm sương mù dày đặc, mưa, tuyết và bão cát. Tính chất độc nhất của bộ dữ liệu mới, DAWN, mang đến cho các nhà nghiên cứu cơ hội kiểm tra các khía cạnh phát hiện phương tiện chưa được kiểm tra trước đây trong tài liệu, cũng như các vấn đề quan trọng đối với công nghệ xe tự hành và các ứng dụng an toàn ITS.

NHÌ N NHẬN

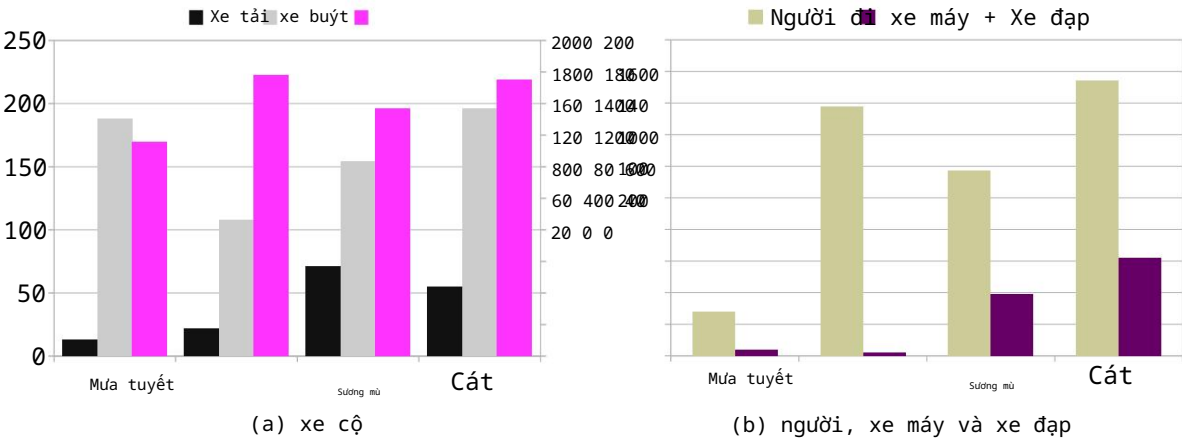
Nhóm tác giả xin cảm ơn các nhà cung cấp bộ dữ liệu về xe.



Hình 4: Hình ảnh mẫu của tập dữ liệu DAWN minh họa bốn trường hợp điều kiện thời tiết bất lợi.



Hình 5: Ví dụ về chú thích trong tập dữ liệu DAWN. Tập dữ liệu được chú thích bằng cách sử dụng LabelMe [33] thành 7.845 tổng số hộp giới hạn của năm loại (ví dụ: ô tô, xe buýt, xe tải, xe máy và xe đạp) và người cho người đi xe đạp / người đi bộ.



Hình 6: Thống kê sự thật về cơ sở dữ liệu DAWN (GT).

NGƯỜI GIỚI THIỆU

[1] Yue Zhang, Bin Song, Xiaojiang Du, và Mohsen Guizani, "Theo dõi phương tiện sử dụng giám sát với kết hợp dữ liệu thời gian đa dạng," *Giao dịch IEEE trên Hệ thống giao thông thông minh*, tập. 19, không. 7, trang 2353-2361, 2018.

[2] Kaiqi Liu, Wenguang Wang, Ratnasingham Tharmarasa và Jun Wang, "Phát hiện phương tiện động với các đám mây điểm thưa thớt dựa trên PE-CPD," *Giao dịch IEEE trên Hệ thống giao thông thông minh*, vol. 20, không. 5, trang 1964-1977, 2019.

[3] Long Chen, Qin Zou, Ziyu Pan, Danyu Lai, Liwei Zhu, Zhoufan Hou, Jun Wang và Dongpu Cao, "Phát hiện phương tiện xung quanh bằng camera toàn cảnh FPGA và CNN sâu," *Giao dịch IEEE trên Hệ thống chuyển tải thông minh*, Năm 2019.

[4] Bichen Wu, Forrest Iandola, Peter H Jin và Kurt Keutzer, "SqueezedNet: Mạng nơ-ron tích tụ hoàn toàn hợp nhất, nhỏ, công suất thấp để dò tìm đối tượng trong thời gian thực cho lái xe tự động," trong *Hội nghị IEEE về Thị giác và Máy tính* Hội thảo công nhận, 2017, trang 129-137.

[5] Y. Cho, J. Jeong và A. Kim, "Sự kết hợp đa băng tần được hỗ trợ bởi mô hình để nâng cao hình ảnh đơn lẻ và các ứng dụng cho tầm nhìn của robot," *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 3, không. 4, trang 2822-2829, 2018.

[6] H. Kuang, X. Zhang, Y. Li, LLH Chan và H. Yan, "Phát hiện phương tiện vào ban đêm dựa trên việc cải thiện hình ảnh lấy cảm hứng từ sinh học và kết hợp tính năng cấp điểm có trọng số," *Giao dịch IEEE trên Hệ thống Giao thông Thông minh*, vol. 18, không. 4, trang 927-936, năm 2017.

[7] Tianyang Dong, Guoqing Zhao, Jiamin Wu, Yang Ye, và Ying Shen, "Video giảm lưu lượng hiệu quả bằng cách sử dụng kênh tối thích ứng trước và hiệu chỉnh không gian - thời gian," *Sensors*, vol. 19, không. 7, trang 1593, 2019.

[8] Weidong Min, Mengdan Fan, Xiaoguang Guo và Qing Han, "Một cách tiếp cận mới để theo dõi nhiều phương tiện với sự kết hợp của tính năng phát hiện mạnh mẽ và hai bộ phân loại," *Giao dịch IEEE trên Hệ thống Giao thông Thông minh*, vol. 19, không. 1, trang 174-186, 2018.

[9] X. Hu, X. Xu, Y. Xiao, H. Chen, S. He, J. Qin và P. Heng, "SiNet: Một mạng nơ-ron phức hợp không nhảy quy mô để phát hiện phương tiện nhanh chóng," *IEEE Giao dịch trên Hệ thống Giao thông Thông minh*, vol. 20, không. 3, trang 1010-1019, 2019.

[10] M Hassaballah, Mourad A Kenk và Ibrahim M El Henawy, "Phát hiện xe trên đường dựa trên mẫu nhị phân cục bộ trong cảnh giao thông đô thị," *Phân tích và Ứng dụng Mẫu*, trang 1-17, 2020.

[11] Zhaowei Cai, Quanfu Fan, Rogerio S Feris, và Nuno Vasconcelos, "Một mạng nơ-ron sâu đa quy mô thống nhất để phát hiện đối tượng nhanh chóng," trong *Hội nghị Châu Âu về Thị giác Máy tính*, 2016, trang 354-370.

[12] Qijie Zhao, Yongtao Wang, Tao Sheng, và Zhi Tang, "Mô-đun nâng cao tính năng toàn diện cho máy dò vật thể khi chụp một lần," trong *Hội nghị Châu Á về Thị giác Máy tính*, 2018, trang 325-340.

[13] Shifeng Zhang, Longyin Wen, Xiao Bian, Zhen Lei và Stan Z Li, "Mạng nơ-ron tinh chỉnh một lần chụp để phát hiện đối tượng," trong *Hội nghị IEEE về Thị giác Máy tính và Nhận dạng Mẫu*, 2018, trang 4203-4212.

[14] Songtao Liu, Di Huang, và cộng sự, "Mạng khối trường tiếp nhận để phát hiện đối tượng chính xác và nhanh chóng," trong *Hội nghị Châu Âu về Thị giác Máy tính*, 2018, trang 385-400.

[15] Christos Sakaridis, Dengxin Dai, và Luc Van Gool, "Sự hiểu biết về cảnh sương mù rõ ràng với dữ liệu tổng hợp," *Tạp chí Quốc tế về Thị giác Máy tính*, tập. 126, không. 9, trang 973-992, 2018.

[16] Cameron Hodges, Mohammed Bennamoun và Hossein Rahmani, "Hình ảnh đơn lẻ làm giảm độ sáng bằng cách sử dụng mạng nơ-ron sâu," *Thư nhận dạng mẫu*, tập. 128, trang 70-77, 2019.

[17] Siyuan Li, Iago Breno Araujo, Wenqi Ren, Zhangyang Wang, Eric K Tokuda, Roberto Hirata Junior, Roberto Cesar-Junior, Jiawan Zhang, Xiaojie Guo và Xiaochun Cao, "Hình ảnh đơn lẻ: Một băng ghế dự bị toàn diện-

- phân tích dấu hiệu, "trong Hội nghị IEEE về Thị giác Máy tính và Nhận dạng Mẫu, 2019, trang 3838-3847.
- [18] Ulk u Uzun và Alptekin Temizel, "Gan quay theo chu kỳ để loại bỏ hạt mưa khỏi hình ảnh," trong Hội nghị quốc tế IEEE lần thứ 16 về Giám sát dựa trên tín hiệu và video nâng cao, 2019, trang 1-6.
- [19] Rui Qian, Robby T Tan, Wenhan Yang, Jiajun Su, và Jiaying Liu, "Mạng đối phương chung chu đáo để loại bỏ hạt mưa khỏi một hình ảnh duy nhất," trong Hội nghị IEEE về Nhận dạng hình ảnh và thị giác máy tính, 2018, trang 2482- 2491.
- [20] Longyin Wen, Dawei Du, Zhaowei Cai, Zhen Lei, Ming Cheng Chang, Honggang Qi, Jongwoo Lim, Ming-Hsuan Yang và Siwei Lyu, "UA-DETRAC: Một chuẩn mực và giao thức mới để phát hiện nhiều đối tượng và theo dõi," Thị giác Máy tính và Hiểu biết Hình ảnh, tập. 193, 2020.
- [21] Claudio Caraffi, Tomas Vojir, Jura Trefny, Jan Sochman và Jiri Matas, "Hệ thống phát hiện và theo dõi phương tiện trong thời gian thực từ một camera gắn trên ô tô," trong Hội nghị ITS, 2012, trang 975- 982.
- [22] Andreas Geiger, Philip Lenz và Raquel Urtasun, "Chúng ta đã sẵn sàng cho việc lái xe tự động chưa? bộ đánh dấu bằng ghế dự bị tầm nhìn kitti," trong Hội nghị IEEE về Nhận dạng Mẫu và Thị giác Máy tính, 2012, trang 3354-3361.
- [23] Jonathan Krause, Michael Stark, Jia Deng, và Li Fei Fei, "biểu diễn vật thể 3d cho quá trình gorization chi tiết nhỏ", trong Kỷ yếu của hội nghị quốc tế IEEE về hội thảo thị giác máy tính, 2013, trang 554-561.
- [24] M. Everedham, L. Van Gool, CKI Williams, J. Winn, và A. Zisserman, "Kết quả của Thử thách lớp đối tượng trực quan PASCAL 2012 (VOC2012)," <http://www.pascal-network.org/challenges/VOC/voc2012/workshop/index.html>.
- [25] Chris H. Bahnsen và Thomas B. Moeslund, "Loại bỏ mưa trong giám sát giao thông: Nó có quan trọng không?," Giao dịch IEEE trên Hệ thống Giao thông Thông minh, trang 1-18, 2018.
- [26] Marius Cordts, Mohamed Omran, Sebastian Ramos, Timo Rehfeld, Markus Enzweiler, Rodrigo Benenson, Uwe Franke, Stefan Roth và Bernt Schiele, "Bộ dữ liệu cảnh quan thành phố cho cảnh đô thị ngữ nghĩa hiểu được" trong Proc. của Hội nghị IEEE về Nhận dạng Mẫu và Thị giác Máy tính (CVPR), 2016.
- [27] Gerhard Neuhold, Tobias Ollmann, Samuel Rota Buló, và Peter Kotschieder, "Bộ dữ liệu vistas bản đồ để hiểu ngữ nghĩa về cảnh đường phố," trong Proceedings of IEEE International Conference on Computer Vision, 2017, trang 4990-4999.
- [28] Fisher Yu, Wenqi Xian, Yingying Chen, Fangchen Liu, Mike Liao, Vashisht Madhavan và Trevor Darrell, "Bdd100k: Cơ sở dữ liệu video lái xe đa dạng với công cụ chú thích có thể mở rộng," arXiv: 1805.04687, 2018.
- [29] Xinyu Huang, Xinjing Cheng, Qichuan Geng, Binbin Cao, Dingfu Zhou, Peng Wang, Yuanqing Lin và Ruigang Yang, "Bộ dữ liệu apolloscape cho lái xe tự động," trong Kỷ yếu của Hội nghị IEEE về Thị giác Máy tính và Hội thảo Nhận dạng Mẫu ,
- 2018, trang 954-960.
- [30] Alexandre Robicquet, Amir Sadeghian, Alexandre Alahi, và Silvio Savarese, "Học phép xã giao: Hiểu quỹ đạo của con người trong cảnh đông đúc," trong hội nghị châu Âu về thị giác máy tính, 2016, trang 549-565.
- [31] Tsung-Yi Lin, Michael Maire, Serge Belongie, James Hays, Pietro Perona, Deva Ramanan, Piotr Dollar, và C Lawrence Zitnick, "Microsoft COCO: Common objects in context," trong Hội nghị Châu Âu về Thị giác Máy tính, 2014, trang 740-755.
- [32] Shervin Minaee, Yuri Boykov, Fatih Porikli, Antonio Plaza, Nasser Kehtarnavaz và Demetri Terzopoulos, "Phân đoạn hình ảnh bằng cách sử dụng học sâu: Một cuộc khảo sát," arXiv: 2001.05566, 2020.
- [33] Bryan C Russell, Antonio Torralba, Kevin P Murphy và William T Freeman, "LabelMe: Một cơ sở dữ liệu và công cụ dựa trên web để chú thích hình ảnh," International Journal of Computer Vision, vol. 77, không. 1-3, trang 157-173, 2008.



Mourad A. Kenk nhận bằng Thạc sĩ về Khoa học kết hợp vào năm 2015 tại Khoa Khoa học, Đại học South Valley. Ai Cập. Ông là trợ giảng tại Bộ môn Toán, Khoa Khoa học, Đại học South Valley, Ai Cập. Anh ấy hiện đang làm việc cho bằng Tiến sĩ của mình. bằng về Khoa học Computer tại Khoa Khoa học, Đại học South Valley, Ai Cập. Sở thích nghiên cứu của anh ấy bao gồm thị giác máy tính và người máy. Đặc biệt, Phát hiện / Theo dõi Đối tượng, Ước tính Tư thế, Nhận biết Con người và Điều hướng Trực quan cho Robot Tự hành. Năm 2017, anh có chung Nhóm

nghiên cứu Kỹ thuật Điện tử và Tự động (GREAH), Đại học Normandy, Le Havre, Pháp với tư cách là nhà nghiên cứu. Trong hai năm, ông làm việc về Logistics Robotics để phát triển ứng dụng lấy hàng trong kho hậu cần và hệ thống giám sát hình ảnh thông minh cho robot di động. Anh ấy đã từng là người đánh giá cho các tạp chí về Chữ cái nhận dạng mẫu và các tạp chí về ứng dụng thị giác máy.



Mahmoud Hassaballah nhận bằng Cử nhân toán học năm 1997 và bằng Thạc sĩ khoa học máy tính năm 2003, cả hai đều từ Đại học South Valley, Ai Cập và Tiến sĩ Kỹ thuật (DEng) về khoa học máy tính từ Đại học Ehime, Nhật Bản vào năm 2011. Anh hiện đang phó giáo sư khoa học máy tính tại Khoa Máy tính và Thông tin, Đại học South Valley, Ai Cập.

Anh ấy là người đánh giá cho một số tạp chí như Giao dịch IEEE về xử lý hình ảnh, Giao dịch IEEE trên hệ thống mờ, Nhận dạng mẫu, Thư nhận dạng mẫu, Xử lý hình ảnh IET, Thị giác máy tính IET, Sinh trắc học IET, Tạp chí xử lý hình ảnh thời gian thực và Tạp chí của Hình ảnh Điện tử. Ông đã xuất bản 5 cuốn sách và hơn 50 bài báo nghiên cứu trên các tạp chí và hội nghị có tài liệu tham khảo. Các mối quan tâm nghiên cứu của anh ấy bao gồm khai thác tính năng, phát hiện / nhận dạng object, trí tuệ nhân tạo, sinh trắc học, xử lý hình ảnh, thị giác máy tính, học máy và ản dữ liệu.