



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance
THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Monsieur SAAD MBOUTAYEB

Discipline : Informatique

Spécialité : Informatique

Sujet de la thèse

Real-time Object Detection for Self-driving Vehicles

Formation Doctorale " Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physique, Mathématiques et Informatique"

Thèse présentée et soutenue **le samedi 24 octobre 2026 à 10h** à l'Amphi A à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, devant le jury composé de :

NOM ET PRÉNOM	TITRE	ETABLISSEMENT	
FATIHA MRABTI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
MOHAMED EL ANSARI	PES	Faculté des Sciences de Meknès	Rapporteur
HAKIM EL FADILI	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Rapporteur
SOUFIANE HOURRI	MCH	Ecole Supérieure de Technologie de Safi	Rapporteur
SAID NAJAH	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examineur
AICHA MAJDA	PES	Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales de Meknès	Co-Directeur de Thèse
KHALID ZENKOUAR	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Systèmes Intelligents et Applications

Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Résumé de la thèse

La détection d'objets constitue une tâche fondamentale de perception dans le domaine de la conduite autonome, où les véhicules doivent identifier et localiser avec précision les objets présents dans des environnements visuels dynamiques et complexes. Malgré les avancées importantes réalisées par les méthodes fondées sur l'apprentissage profond, l'obtention d'une haute précision sous des contraintes de temps réel demeure un défi majeur. Les détecteurs les plus performants reposent généralement sur des architectures multi-têtes coûteuses sur le plan computationnel, tandis que les approches plus légères entraînent souvent une dégradation de la qualité de localisation et de la représentation des caractéristiques. Par ailleurs, la régression des boîtes englobantes reste majoritairement supervisée à l'aide des fonctions de perte fondées sur le recouvrement, lesquelles introduisent un couplage entre les frontières de la boîte et entremêlent les facteurs géométriques liés à la taille et à la forme des objets.

Cette thèse propose trois contributions développées dans le paradigme *Fully Convolutional One-Stage Object Detection (FCOS)* afin d'améliorer l'efficacité et la précision de la détection d'objets pour la conduite autonome. La première contribution concerne *FCOSH*, une variante à tête unique de *FCOS* destinée à réduire la redondance architecturale et à améliorer l'efficacité computationnelle. Afin de compenser les limitations induites par la suppression de la conception multi-têtes, la méthode proposée améliore la représentation des caractéristiques et l'assignation adaptative des échantillons tout en préservant une prédiction spatiale dense. L'architecture simplifiée obtenue permet d'importants gains en efficacité d'inférence accompagnés d'une amélioration de la précision de détection.

La deuxième contribution introduit *RT-FCOSH*, une extension temps réel de *FCOSH* destinée au déploiement sous des résolutions d'entrée réduites. L'étude analyse la relation entre la réduction de résolution des images et la dégradation des performances de détection, puis propose une méthode sans entraînement afin d'identifier des taux de réduction appropriés. Afin de compenser la perte des détails spatiaux induite par cette réduction de résolution, un mécanisme d'upsampling sélectif est introduit au niveau de la prédiction. Cette formulation améliore le compromis entre vitesse d'inférence et précision de détection, tout en permettant une inférence temps réel avec des performances compétitives.

La troisième contribution propose *Polar Loss*, une fonction de régression géométrique destinée à améliorer la précision de localisation dans *FCOS*. La formulation proposée



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

remplace la supervision fondée sur le recouvrement par une représentation polaire de deux coins diagonalement opposés de la boîte englobante. Cette représentation dissocie les frontières non corrélées de la boîte et découple les facteurs géométriques liés à la taille et à la forme des objets.

Des expérimentations approfondies réalisées sur deux jeux de données de conduite autonome, à savoir *BDD100K* et *DHD-TJU Traffic*, valident l'efficacité des méthodes proposées. Les résultats obtenus mettent en évidence l'intérêt de simplifier les architectures de détection, de permettre un déploiement temps réel efficace sous des résolutions réduites, ainsi que de revisiter la formulation géométrique de la régression des boîtes englobantes.

Mots clés : détection d'objets; conduite autonome; tête unique; temps réel; représentation des caractéristiques; assignation des échantillons; basse résolution; boîte englobante; fonction de perte.