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

Avis de Soutenance THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Monsieur MOHAMED SEJAI

Discipline : Génie Electrique Spécialité : Systèmes embarqués et Informatique

Sujet de la thèse

Conception et implémentation temps réel d'un système embarqué d'aides à la conduite pour le véhicule autonome à base des techniques de la perception de l'environnement

Formation Doctorale "Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physiques, Mathématiques et informatique"

Thèse présentée et soutenue **le samedi 30 décembre 2023 à 10h** à la Cité d'Innovation de Fès, devant le jury composé de :

Nom et Prénom	TITRE	ETABLISSEMENT	
Ali AHAITOUF	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
Tariq JAROU	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Kenitra	Rapporteur
Hakim EL FADILI	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Rapporteur
Malika ALAMI MARKTANI	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Rapporteur
Hassan EL MOUSSAOUI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examinateur
Anass MANSOURI	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Directeur de Thèse
Saad BENNANI DOSSE	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Co-Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Systèmes Intelligents, Géo-ressources et Energie Renouvelables Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès



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

Résumé de la thèse

Les véhicules autonomes sont devenus l'objet de recherches approfondies visant à améliorer la sécurité routière et l'efficacité du trafic en réduisant le nombre d'accidents. Par conséquent, grâce à l'utilisation de systèmes de caméras, les véhicules autonomes sont capables de percevoir leur environnement, de détecter les objets se trouvant sur leur trajectoire et d'estimer leurs distances, afin de prendre des décisions éclairées, d'alerter le conducteur et de réagir rapidement pour éviter les accidents potentiels, garantissant ainsi la sécurité de la conduite et préservant des vies humaines. Une approche alternative pour la navigation des véhicules autonomes utilise les algorithmes de la stéréovision, comme technique de la perception 3D en basant sur deux caméras d'acquisition. Par conséquent, les algorithmes qui composent cette chaîne de perception d'environnement deviennent de plus en plus très complexes et exigent une puissance de calcul très intense. Ce qui ne permet pas de répondre aux contraintes des applications temps réels, d'où la nécessité de trouver une adéquation algorithme-architecture, afin d'avoir des solutions avec des facteurs d'accélération de traitement importants en se basant sur les nouvelles techniques d'implémentations logicielles et/ou matérielles.

Notre objectif dans cette thèse est d'étudier, analyser et d'implémenter un système complet de navigation temps réel d'aide à la conduite pour les véhicules autonomes en se focalisant sur des aspects clés tels que le prétraitement des images acquises, afin de créer des images à grande plage dynamique (HDR), la détection des obstacles en se basant sur la technologie d'apprentissage profond, la mise en correspondance et le contrôle du véhicule par la technique de stéréovision. Les différentes approches d'implémentation proposées dans cette thèse exploitent diverses possibilités d'optimisation, tant au niveau algorithmique qu'au niveau implémentation logicielle/matérielle. Ces optimisations visent à accélérer les étapes clés de la chaîne.

Les premières contributions consistent à utiliser des techniques d'optimisation algorithmique en se basant d'une part sur un choix optimal d'un algorithme adéquat du bloc de la détection d'obstacle par l'apprentissage profond pour déterminer la région d'intérêt dans une image (ROI: Region Of interest) afin de réduire le volume de données à traiter, d'autre part en exploitant les techniques d'implémentation parallèle sur les plateformes multi-cœurs. Ce qui permet d'atteindre des performances très élevées et une estimation en temps réel de distance entre les véhicules. Une autre contribution dans cette thèse concerne l'optimisation matérielle de l'architecture d'appariement stéréoscopique tirant profit des méthodes locales. L'élément clé de cette implémentation se base sur la proposition d'une architecture matérielle de l'algorithme SAD (Sum of Absolute Differences), qui est l'opération la plus répétée dans le système de stéréovision sur un circuit FPGA (Field Programmable Gate Arrays). Des validations expérimentales ont été effectuées en utilisant différents scénarios de test permet d'obtenir un traitement en temps réel avec une cadence de 30 FPS.

Mots clés : Perception de l'environnement, Estimation de la distance, Prétraitement HDR, Détection d'obstacles, Stéréovision, Véhicule Autonome, ADAS.