Julien Arnold / Laurent Galassi

Rapport de projet

Parebrise numérique et intelligent



Bonjour les enfants

Université de Haute-Alsace, année 2017/2018  
Professeurs référents : Karim Hammoudi et Mahmoud Melkemi

Sommaire

[Introduction 2](#_Toc516150246)

[Motivation 3](#_Toc516150247)

[Etat de l’art 4](#_Toc516150248)

[Méthodologie proposée 5](#_Toc516150249)

[Expérimentations 6](#_Toc516150250)

[Evaluations 7](#_Toc516150251)

[Conclusion et perspectives 8](#_Toc516150252)

# Introduction

Le projet qui nous a été proposé par M. Hammoudi et M. Melkemi porte sur les technologies que l’on pourrait apporter sur un parebrise numérique et intelligent. Le principe de ce parebrise est d’afficher une vidéo filmée par caméra en temps réel de l’avant de la voiture.

Plusieurs problématiques ont été soulevées concernant le traitement de l’image qui serait diffusée sur le parebrise afin d’en améliorer la qualité perçue par l’automobiliste. Les principales améliorations que nous avons évoquées sont :

* **Débrumage** : Consiste à supprimer le brouillard dans la mesure du possible
* **Alpha blending** : Affichage sur le parebrise d’informations concernant le véhicule, générales comme la température ambiante ou encore la navigation GPS
* **Traitement de la pluie** : Suppression des gouttes de pluie
* **Traitement de l’ensoleillement** : Réduction du niveau de luminosité si celle-ci est trop forte
* **Traitement de l’aveuglement** : On imagine qu’un rayon de soleil intense vienne perturber le conducteur, ce rayon serait traité afin d’être supprimé avant même qu’il n’ait pu attendre la vision de celui-ci

Les nouvelles technologies sont présentes au quotidien autour de nous, notamment dans le domaine automobile, où il ne cesse d’y avoir des avancées notables, comme les véhicules autonomes, la connectivité avancée ou encore au niveau de la sécurité. Les voitures sont devenues des condensés de technologie, alliant intelligence artificielle, caméras, aides à la conduite et encore bien d’autres fonctionnalités.

De nos jours la sécurité au volant pose encore problème et les conditions météorologiques sont souvent un facteur à risque, c’est pour cela que l’amélioration de la visibilité permettrait de réduire les chances d’accident ou même d’augmenter le confort de conduite.

Les idées proposées pourraient avoir un réel impact dans les véhicules du futur et jouer un rôle important sur la sécurité des automobilistes.

Nous avons utilisé différents outils afin de mener à bien ce projet :

* **Visual Studio C++** : environnement de développement simple d’utilisation, performant et qui est facilement configurable
* **OpenCV** : bibliothèque graphique de traitement d’images ou vidéos, nous l’avons choisi car c’est une technologie connue de nos professeurs qui nous l’ont recommandée pour effectuer les différents traitements
* **GitKraken** : outil de versioning graphique en vogue aujourd’hui
* **Discord** : logiciel de discussion pour échanger des informations à distance

# Motivation

Nous avons tous deux été très intéressés par ce sujet car il est question d’un travail de recherche sur des nouvelles technologies dans le domaine automobile.

Le parebrise numérique intelligent est une technologie de pointe qui n’existe pas encore en tant que tel, c’est-à-dire que des recherches existent déjà sur l’amélioration de la visibilité mais rarement dans le domaine automobile. Nous avons été attirés par le côté concret de ce projet, par l’analyse des documents existants et le traitement des informations qui permettent de créer une approche qui correspond aux aspects que nous voulions traiter.

Nous avons particulièrement apprécié le débrumage, c’est pourquoi nous avons choisi de nous focaliser dessus afin de réaliser un travail poussé et proposer une solution fonctionnelle sur cet aspect dans le temps imparti. Pour réaliser cela des traitements d’image et de vidéo décrits dans la partie méthodologie ont été nécessaires.

On peut classifier les différents types de brouillard :

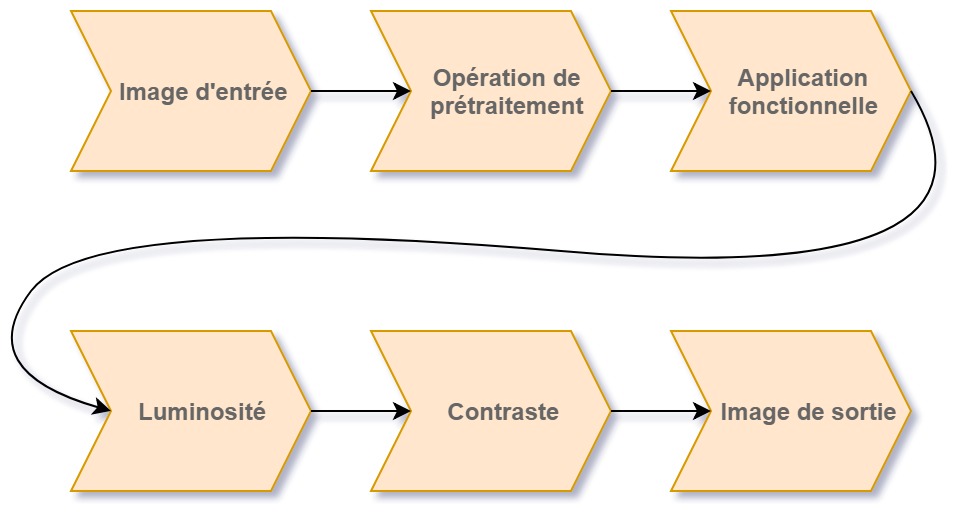
* Radiatif
* D’advection
* De précipitations
* D’évaporation
* De mer arctique
* Orographique
* D’inversion
* De vallée

L’algorithme que nous proposons a pour but de fonctionner sur les brouillards radiatifs et de précipitation car ils sont graduels (une image visible sur le bas et qui se floute de plus en plus en montant).

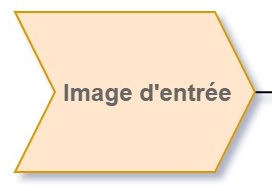
# Etat de l’art du débrumage

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Dark Channel | Alpha Blending | Débrumage variationnel | Un autre |
| DEFADE |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Nous |  |  | Oui | Oui |
|  |  |  |  |  |

# Méthodologie de débrumage proposée



Dans un premier temps, pour pouvoir effectuer un débrumage, nous avons proposé une méthodologie. Nous allons voir en détail chaque partie de cette méthodologie.



Pour bien commencer, il nous fallait un nombre d’images avec des types de brumes différentes et des environnements différents. Nous voulions aussi avoir un point de référence avec un autre algorithme de débrumage, ici DEFADE, pour pouvoir comparer nos images débrumées avec les leurs.

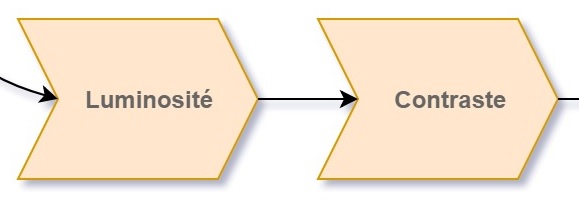
Par exemple, des images de brume en ville et hors ville et des types de brumes différentes comme ci-dessous pour avoir plus de résultats et améliorer plus facilement les algorithmes (taille réelle en annexe) :



Dans notre méthodologie, il n’y a pas d’opération de prétraitement particulière à faire pour que les algorithmes marchent. En revanche, nous avons pensé au cas où un matériel pourrait être défectueux jusqu’à un certain degré. Nous avons donc simulé un bruit artificiel poivre et sel pour tester la robustesse de notre algorithme dans ce cas. Cette étape est donc optionnelle.



La plupart du travail repose ici. Comment savoir quel degré de notre algorithme doivent être appliqués et à quel endroit sur l’image ? Nous verrons cela plus en détail dans la partie Expérimentations mais nous avons choisi de gérer ce paramètre par rapport à la hauteur d’un pixel sur l’image. Une bonne partie des brumes forme un dégradé ce qui nous a conduit à ce choix.



Nous avons décidé d’effectuer les opérations sur la luminosité avant celle du contraste car cela donnerait un meilleur résultat de visibilité par rapport à la lisibilité (inversement si on prend le contraste d’abord), plus particulièrement pour les brumes qui font des dégradés de couleurs.

Nous avons d’opter pour une méthode sur la luminosité et le contraste, car l’œil distingue mieux les différences de contraste élevé. Quant à la luminosité, elle permet de réduire l’effet visuel de la brume dans les hauteurs. Cependant, celle-ci est à double tranchant car on perd de l’information sur les couleurs plus foncées.

Pour la luminosité, nous effectuons une simple translation du vecteur de couleur, chaque composante se voit retirer le coefficient en luminosité :

Cr = Cr – CoefLum

Cv = Cv - CoefLum

Cb = Cb – CoefLum

Pour ce qui est du contraste, comme pour la luminosité, nous affectons chaque composante de la même manière, cette fois-ci basé sur le coefficient de contraste :

Cr = Cr + (CoefContr - 128) / 255 \* (Cr - 127)

Cv = Cv + (CoefContr - 128) / 255 \* (Cv - 127)

Cb = Cb + (CoefContr - 128) / 255 \* (Cb - 127)



Au final, nous perdons un peu en lisibilité mais gagnons pas mal en visibilité.

Par exemple, pour revenir à l’information que l’on perd, sur les deux images que l’on voit plus tôt, nous perdons l’information de la couleur sur le feuillage et un peu de lisibilité sur la ville (taille réelle en annexe) :





# Expérimentations

* Fonctions de blending (expérimentation, prise en main OpenCV)

Pour commencer, nous avons décidé de nous habituer à utiliser OpenCV. Pour cela, nous avons utilisé des tutoriels fournis par nos professeurs ainsi que trouvé sur internet. De plus, nous avions commencé par parler d’ « alpha blending » et la librairie OpenCV gère ceci avec ses propres fonctions. Nous avons donc pu tester l’ « alpha blending » sur une image et comprendre comment traiter les images grâce à OpenCV rapidement. (Voir images dans l’Annexe)

* Fonction linéaire

Nous nous sommes ensuite attaqués à la méthodologie pour le débrumage. Après avoir trouvé des images qui semblaient correspondre à notre sujet, nous avons commencé par nous occuper de l’application fonctionnelle. Comme notre but était de gérer les brumes qui ajoutent des dégradés de contrastes et de luminosité sur l’image, nous avons décidé de gérer le problème par la hauteur de l’image. Pour commencer, nous pensions mettre une fonction linéaire allant de 0 à 1. Ce coefficient est en réalité le pourcentage normé du contraste et de la luminosité que nous appliquerons après. Cela veut dire, que nous allons réduire la luminosité au maximum en haut de l’image ainsi que d’augmenter le contraste au maximum en haut de l’image.

* Problème évident de luminosité, solutions temporaires

Évidemment

* Fonctions exponentielle et logarithme pour gérer pourcentage contraste/luminosité
* Exponentielle semble meilleure aux premiers abords
* Problème fonction logarithme sur la luminosité, changement de la solution temporaire vers une solution définitive qui semble correcte pour l’exponentielle
* Retour à d’anciens paramètres « simples » pour la fonction logarithme
* Fonctions de débrumage robustes au bruit artificiel poivre et sel (pourquoi ce bruit etc…)

# Evaluations

* Définition visibilité/lisibilité
* Evaluation des fonctions de manières qualitatives
* Evaluation des fonctions avec openCV et les contours
* Evaluation des fonctions de manières quantitatives (openCV + contour)

# Conclusion et perspectives

Nous avons uniquement pu traiter le débrumage car le travail de recherche et d’expérimentations est très long et nous voulions proposer un résultat à la fin. Cependant, les autres problématiques que nous avons évoquées en introduction sont un sujet qui pourrait faire l’objet de recherches postérieures avec plus de temps disponible.

La technique de débrumage que nous avons appliquée est efficace et relativement simple mais malgré cela le traitement image par image en temps réel est trop lent et il faudra traiter le flux vidéo différemment. Nous avons également confronté certains problèmes comme la perte de visibilité due à l’assombrissement de l’image sur certaines zones que nous pourrions imaginer pallier en affectant mieux les zones brumées et non brumées, comme DEFADE le fait par exemple.

Nous pourrions générer ou dégénérer de la brume sur des images de la même manière que DEFADE afin d’évaluer statistiquement à quels endroits effectuer les traitements de façon optimale.

La méthode d’évaluation quantitative que nous avons mise en place est trop générique et il faudrait focaliser les calculs sur les zones moins nettes pour avoir une mesure plus précise et juste de chaque image.

Pour finir, ce projet a été la conclusion d’une année riche en enseignements que nous avons pu mettre en pratique dans les différentes étapes de celui-ci et nous remercions nos professeurs référents pour leur aide, leur suivi et investissement qui ont permis de mener à bien nos tâches.