

# MESSIDOR

## Méthodes d'Évaluation de Systèmes de Segmentation et d'Indexation Dédiées à l'Ophtalmologie Rétinienne.

MESSIDOR est un programme financé dans le cadre de l'appel d'offre TECHNO-VISION des Ministères de la Recherche et de la Défense.

### 1 Problématique et Contexte

Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses études ont été menées au niveau mondial pour développer des systèmes automatiques de dépistage et de suivi de la Rétinopathie Diabétique, première cause de cécité parmi les 25–65 ans. Ces systèmes, basés sur le traitement automatisé des images, comprennent principalement des outils de détection et de mesure des lésions élémentaires (microanévrismes, exsudats, hémorragies) et des outils d'indexation et de recherche automatique dans des bases d'images annotées.

Devant la multiplicité des travaux déjà réalisés, le problème majeur réside maintenant dans l'évaluation pertinente et objective des résultats obtenus. Ce problème est en grande partie non résolu du fait de l'absence d'une importante base de données accessible à la communauté scientifique. La taille des bases de données disponibles et décrites dans la littérature reste cliniquement insuffisante pour une telle évaluation.

Deux méthodes, pour lesquelles plusieurs algorithmes ont été produits par les participants au projet MESSIDOR, ont été particulièrement étudiées :

1. La méthode *Analyse-Quantification* des images qui met en œuvre des algorithmes de segmentation pour la détection et la quantification de certaines lésions élémentaires comme les microanévrismes, premier signe non équivoque de la rétinopathie diabétique, les hémorragies et les exsudats dont l'importance et l'emplacement représentent un bon marqueur de la gravité de l'atteinte rétinienne.
2. La méthode *Recherche Automatique*, dans une base d'images annotées, des images les plus proches de l'image de rétine à analyser (image requête). Les images de la base et l'image requête sont indexées par définition de signatures.

Le problème actuel est donc de créer des bases de données importantes d'images de la rétine et de les utiliser pour évaluer les différents algorithmes existants.

### 2 Bases de Données

Deux bases de données principales contiendront des images couleur de la rétine, prises sur des rétinographes avec ou sans dilatation de la pupille au cours d'examens cliniques de routine. Ces examens seront effectués dans les quatre services d'ophtalmologie impliqués dans ce programme. Pour effectuer leur diagnostic, les ophtalmologistes prennent habituellement un cliché central et 2 clichés périphériques de la rétine. Nous procéderons de la même manière et enregistrerons ces trois images dans les bases de données. Cependant, au cours du projet MESSIDOR, seule l'image centrale sera annotée.

Les images seront enregistrées au format couleur non compressé TIFF avec une résolution de 1440\*960 soit un poids d'environ 4 Mo par image.

## **2.1 Base d'Apprentissage**

Cette base sera utilisée pour le test et l'amélioration des algorithmes ainsi que pour la validation des méthodes d'évaluation de ces algorithmes.

Pour chaque image, il sera, au minimum, indiqué :

- Le stade de rétinopathie diabétique
- Le nombre de microanévrismes
- Le niveau d'exsudation : le niveau est fonction de la surface occupée par les exsudats et de leurs positions par rapport au centre de vision (Macula)
- Le niveau d'hémorragie : le niveau est défini en fonction du nombre et/ou de la surface occupée par les hémorragies

Cette base de données contiendra environ 300 images.

Sur une cinquantaine d'images, les microanévrismes, les exsudats et les hémorragies seront marqués individuellement.

## **2.2 Base d'Evaluation**

Cette base contiendra environ un millier d'images. Elle servira à l'évaluation des algorithmes. Les images seront annotées de la même manière que pour la base d'apprentissage. Sur une centaine d'entre elles, les microanévrismes, les hémorragies et les exsudats seront marqués individuellement comme sur la base d'apprentissage.

## **3 Mise en œuvre des tests**

Dans l'évaluation d'une méthode automatique de détection ou d'interprétation de clichés, il s'agit de comparer le résultat obtenu par cette méthode avec une référence considérée comme la « vérité ». Deux questions se posent :

1. Comment obtenir la référence ?
2. Quelles mesures utiliser pour faire cette évaluation ?

### **3.1 Obtention de références**

Pour la détermination du nombre de microanévrismes, du stade de la rétinopathie, du niveau d'exsudation et du niveau d'hémorragie, toutes les images des bases d'apprentissage et d'évaluation seront examinées par l'ensemble des services ophtalmologiques et annotées en fonction du consensus obtenu.

Pour le marquage individuel des microanévrismes, les images seront marquées dans chaque service d'ophtalmologie par 2 spécialistes. Si la différence inter-service s'avère faible, le marquage proposé par le service ayant fourni les images sera utilisé ; si la différence est importante, un consensus sera recherché entre les différents services et/ou de nouvelles règles de sélection des microanévrismes seront proposées.

Le marquage individuel des exsudats et des hémorragies ne pose pas de problèmes majeurs car il y a moins de cas douteux que pour les microanévrismes. Il ne devrait pas être nécessaire de rechercher un consensus entre les différents services.

### **3.2 Protocoles et métriques**

Pour choisir une certaine métrique, il faut tout d'abord prendre en considération le public auquel s'adresse cette évaluation, c'est-à-dire les personnes susceptibles de s'intéresser aux résultats obtenus. En premier lieu, nous nous adresserons à la communauté médicale. Dans l'évaluation et la présentation des résultats, il faudra donc choisir une métrique communément utilisée dans le domaine médical. Ensuite, nous nous adresserons à la communauté

scientifique développant des méthodes automatiques de traitement des images. Dans ce cas, il faudra choisir les métriques utilisées par cette communauté. Nous proposons donc de calculer et de décrire les résultats de deux manières différentes. Premièrement, en utilisant les mesures de performance utilisées par les médecins, et deuxièmement des statistiques plus détaillées comme celles employées dans le domaine du traitement d'images. Les algorithmes d'Analyse – Quantification seront appliqués sur toutes les images de la base de données d'évaluation. Il en sera de même pour les algorithmes d'Indexation – Recherche pour lesquels chaque image de la base de données d'évaluation sera prise comme image requête.

L'évaluation des algorithmes se fera donc selon deux niveaux :

### **3.2.1 Evaluation pour la communauté médicale**

Il a été choisi de classer la rétinopathie diabétique en 6 stades de gravité, en 4 stades d'exsudation et en 3 stades d'hémorragie et d'indiquer pour chaque image le nombre de microanévrismes.

On utilisera un indice d'efficacité, dont la mise en application reste à définir précisément, pour évaluer la performance par rapport au diagnostic médical. Cet indice d'efficacité indiquera le pourcentage de diagnostics automatiques conformes aux diagnostics médicaux.

Les algorithmes d'Indexation - Recherche et de Segmentation - Quantification seront évalués par rapport aux stades de gravité de la rétinopathie diabétique.

Les algorithmes de Segmentation - Quantification seront en plus évalués par rapport aux stades d'exsudation et d'hémorragie ainsi que par rapport au nombre de microanévrismes.

### **3.2.2 Evaluation détaillée des algorithmes**

Pour les algorithmes d'Indexation - Recherche, on utilisera les mesures classiques de comparaison et d'évaluation des performances de récupération (Précision / Rappel). Ces mesures s'effectueront à partir des annotations indiquant le stade de gravité de la rétinopathie diabétique. Pour les algorithmes de Segmentation - Quantification, on évaluera leur sensibilité et leur spécificité par rapport à la détection des microanévrismes, des exsudats et des hémorragies marqués individuellement par les ophtalmologistes.

## **4 Résultats attendus**

Le premier résultat attendu est l'obtention d'une bonne connaissance des qualités, performances, limites et défauts des algorithmes. Cela permettra :

- De faire accepter les méthodes automatiques par la communauté médicale en démontrant leur performance de manière objective et incontestable.
- D'initier une synergie entre les participants pour la réalisation d'un produit performant et industriel utilisable dans les services de dépistage, de télémédecine, de suivi des maladies et d'aide au diagnostic, ce qui représenterait un apport majeur en termes de santé publique.

Le deuxième résultat attendu est l'obtention de bases de données importantes, indispensables pour la communauté scientifique travaillant sur les images rétinienne.

## **5 Diffusion des résultats et conditions d'exploitation**

### **5.1 Méthode de communication des résultats scientifiques**

Les résultats scientifiques seront communiqués par l'intermédiaire du site Internet MESSIDOR, d'articles scientifiques et de participations à des congrès.

## **5.2 Exploitation des données et outils logiciels**

Après la campagne, les bases de données seront mises à disposition de la communauté scientifique par signature de conventions en tenant compte d'éventuelles contraintes juridiques ou légales.

Les outils logiciels seront valorisés et industrialisés selon les règles définies et acceptées par l'ensemble des partenaires dans le plan d'exploitation qui sera rédigé prochainement.

Les algorithmes et méthodes d'indexation et de recherche pourront également être valorisés dans des applications d'enseignement par Internet. Ceci pourrait représenter une retombée importante du programme MESSIDOR

## **6 Consortium**

### **CENTRE DE MORPHOLOGIE MATHEMATIQUE : ARMINES**

35, rue St Honoré 77305 Fontainebleau Cedex

klein@cmm.ensmp.fr (06.09.80.62.88)

Fonction contractuelle : Contact officiel, Partenaire financé

Rôle : Animateur Scientifique

### **LABORATOIRE L3I - UNIVERSITE DE LA ROCHELLE**

Avenue Michel Crépeau 17042 La Rochelle Cedex 1

michel.menard@univ-lr.fr (05. 46 45 82 10)

Fonction contractuelle : Partenaire financé

Rôle : Participant

### **Dpt ITI - LaTIM INSERM U650 GET - ENST BRETAGNE**

CS 83818 - 29238 Brest Cedex, France

guy.cazuguel@enst-bretagne.fr (02.29.00.13.61)

Fonction contractuelle : Partenaire financé

Rôle : Participant

### **LABORATOIRE SIC - CNRS FRE 2731**

Bat SP2MI - Téléport 2 - BP 30179 Bd Marie et Pierre Curie 86962 Futuroscope Chasseneuil Cedex

fernandez@sic.univ-poitiers.fr (05.49.49.65.67)

Fonction contractuelle : Partenaire financé

Rôle : Participant

### **LABORATOIRE EA 3063 / OPHTALMOLOGIE, FACULTE DE MEDECINE**

15 rue Ambroise Paré 42023 St Etienne

philippe.gain@univ-st-etienne.fr (06.15.73.84.70)

Fonction contractuelle : Partenaire financé

Rôle : Fournisseur de données

### **SERVICE D'OPHTALMOLOGIE DAVIEL - CHU BREST**

Avenue Foch 29200 Brest

beatrice.cochener@univ-brest.fr (02.98.22.34.40)

Fonction contractuelle : Partenaire financé

Rôle : Fournisseur de données

SERVICE D'OPHTALMOLOGIE-CHU NANCY- BRABOIS  
Rue du Morvan, 54511 Vandoeuvre-les-Nancy  
k.angioi-duprez@chu-nancy.fr (03.83.15.30.39)  
Fonction contractuelle : Partenaire sous-traitant d'ARMINES  
Rôle : Fournisseur de données

SERVICE D'OPHTALMOLOGIE – HOPITAL LARIBOISIÈRE  
2 rue Ambroise Paré – 75475 Paris cedex 10  
p.massin@lrb.ap-hop-paris.fr (01.49.95.64.88)  
Fonction contractuelle : Partenaire financé  
Rôle : Fournisseur de données

ADCIS  
10 Avenue Garbsen 14200 Hérouville Saint-Clair  
bruno.lay@adcis.net (02.31.06.23.00)  
Fonction contractuelle : Partenaire financé  
Rôle : Evalueur

CRIHAN  
745 avenue de l'Université 76800 Saint Etienne du Rouvray  
Jean-Christian.Cordier@crihan.fr (02.32.91.42.91)  
Fonction contractuelle : Partenaire financé  
Rôle : Fournisseur de données

IMAGE SCIENCES INSTITUTE – UNIVERSITY MEDICAL CENTER UTRECHT  
Heidelberglaan 100 Room E01.335  
3584 CX Utrecht  
The Netherlands  
Rôle : Participant non financé