

A fournir au format WORD exclusivement

Titre : L'imagerie de phase spectro-polarimétrique pour l'analyse de l'état de santé de la peau. Optimisation des indicateurs bio-optiques.

Directeur(s) de Thèse : nom(s), grade(s)

ZALLAT Jihad jihad.zallat@unistra.fr, Pr (Directeur)

REHBINDER Jean, IR (Encadrant)

Unité(s) d'Accueil(s) :

Icube UMR 7357

Établissement de rattachement :

Université de Strasbourg

Collaboration(s) (s'il y a lieu) :

Équipe IMAGEs/ICube – Plateforme Intelab

Rattachement à un programme (s'il y a lieu) :

Résumé (1500 caractères au maximum) :

La peau est le premier organe à être affecté par les changements internes du corps et est un indicateur précieux de la santé globale. Elle le protège également des agressions externes (agents infectieux, substances toxiques etc.)

Les changements de son état de santé se traduisent par des modifications multiples des propriétés physico-chimiques du tissu (élasticité, taux d'hydratation, pH, ...) et de sa microstructure (épaisseurs des différentes couches de la peau, organisation des fibres structurantes, formation de rides).

Pour la dermatologie et l'industrie cosmétique l'enjeu est, d'une part, de quantifier sur de larges surfaces des modifications intervenant à l'échelle sub-micrométrique et, d'autre part, de relier ces modifications à leurs causes physiologiques (bénignes ou pathologique) pour pouvoir proposer un traitement.

Les techniques d'imagerie optique innovantes développées au sein de l'équipe TRIO, permettent de répondre à ces défis. L'objectif de cette thèse est de combiner dans un appareil compact et facile d'utilisation des technologies optiques complémentaires du champ de lumière : spectrales, polarimétriques et angulaires. Il s'agit d'obtenir l'organisation des fibres de collagène des couches profondes de la peau et reconstruire l'image de phase de l'échantillon à forte résolution spatiale par des techniques d'imagerie computationnelle.

Pour tirer le meilleur parti du contenu informationnel des images acquises, on fera appel à des algorithmes de machine-learning et de deep-learning. La constitution d'une base de données d'images associées à une vérité terrain de l'état de santé et de vitalité de la peau permettra de traduire en termes pertinents pour les applications les mesures optiques réalisées.

Descriptif du sujet (en complément, au format Word ou pdf)

La peau est le plus grand organe du corps humain et constitue un témoin privilégié de l'état de santé d'une personne. Son étude permet de mettre en évidence de multiples affections, allant de lésions bénignes aux mélanomes. Cependant, le diagnostic dermatologique repose aujourd'hui encore très souvent sur des technologies classiques. Afin d'établir un diagnostic, les dermatologues utilisent généralement un outil reposant sur l'effet grossissant d'une loupe. La caractérisation de lésions cutanées pourrait être améliorée par la mise en œuvre de technologies d'imagerie. Au laboratoire ICube (Université de Strasbourg), nous avons développé Dermapol, un dispositif d'aide au diagnostic dermatologique s'appuyant sur la spectropolarimétrie et l'intelligence artificielle.

L'exploitation d'un tel dispositif demande de multiples compétences scientifiques, les données issues de l'imageur devant être traitées et analysées.

Outre les applications en dermatologie médicale, l'imagerie de polarisation spectrale peut être un outil pertinent en cosmétique. Dans ce contexte, il s'agit d'établir un bilan personnalisé de l'état de santé de la peau, afin de proposer des soins adaptés. Nous souhaitons pouvoir fournir une image en 3D de la peau, de son relief et de ses différentes couches.

Le projet de thèse tire profit de l'expérience en développement d'imageries optiques innovantes de l'équipe TRIO du laboratoire ICube. La combinaison de ces techniques dans un instrument compact spécialement adapté à l'imagerie de la peau permet de mesurer l'état de la peau sous tous ses angles.

L'innovation recherchée mobilise toutes les dimensions de la lumière. Elle repose sur un éclairage à plusieurs angles d'incidence, avec des états de polarisation bien choisis, et à différentes longueurs d'onde.

La combinaison des images acquises permet de séparer les contributions des différentes couches de la peau. En particulier, la lumière pénètre plus ou moins profondément dans le tissu en fonction de sa polarisation et sa longueur d'onde. De plus, notre technique est sensible à l'organisation microscopique du tissu (notamment la taille des cellules et de leurs noyaux, ainsi que l'organisation de la matrice extra-cellulaire en particulier les fibres de collagènes).

L'appareil de mesure optique est couplé à des logiciels d'analyse d'images, basés notamment sur des algorithmes d'intelligence artificielle. Les images viendront enrichir une base de données qui permettra d'améliorer de manière continue l'efficacité des algorithmes. L'utilisation de l'intelligence artificielle permet d'extraire efficacement les informations des images obtenues avec l'appareil SOAP. L'enjeu est de traduire les signaux mesurés en paramètres physiques (rugosité, épaisseur des couches, organisation du collagène) puis en de lier ces paramètres aux caractéristiques pertinentes pour l'industrie cosmétique (taux d'hydratation de la peau, élasticité, etc.).

Le travail de thèse repose sur des développements en :

- Optique-photonique : développements instrumentaux
- Imagerie de phase
- Modélisation de l'interaction de la lumière avec la peau
- Traitement des données et IA

Compétences requises :

- Optique/photonique, physique, développements expérimentaux.
- Programmation MATLAB/Python/(C++ ou C# serait un plus)
- Bonne maîtrise de l'anglais