

Offre de thèse « Mesure optique et perceptuelle du mat »

Mots clés : Matité, psychophysique, métrologie, apparence, BRDF

Sujet de thèse proposé

Le brillant est l'un des attributs visuels qui nous permet de caractériser l'apparence d'un objet. Des études de perception du brillant ont montré que la sensibilité du système visuel humain n'était pas la même entre les surfaces de brillance intermédiaire et élevée et les surfaces très peu brillantes – les surfaces mates. Des études plus poussées sur la perception des surfaces mates sont aujourd'hui nécessaires. En effet, le mat, qui évoque les matériaux naturels, est omniprésent dans notre environnement, et les industriels ont besoin d'outils pour le contrôler et le caractériser.

La thèse proposée a pour but de développer la mesure optique et perceptuelle du mat. Le ou la candidate sera en charge de développer des mesures psychophysiques (choix d'échantillons adaptés variant du mat au satin, développement des expériences, recrutement des observateurs, analyse des résultats, calcul d'incertitudes, etc) permettant de caractériser la perception de cet attribut par le système visuel humain. Le ou la candidate aura aussi l'occasion de réaliser des mesures optiques sur nos bancs instrumentaux (mesures expérimentales, traitement des données, calcul d'incertitudes, etc). La caractérisation optique des surfaces mates requiert la mesure de la BRDF (bidirectional reflectance distribution function) dans une large zone de l'espace, ce qui peut être réalisé sur notre goniospectrophotomètre primaire, mais demande l'implémentation de stratégies permettant de réduire le temps de mesure. Ces travaux seront réalisés en collaboration avec des spécialistes de la mesure psychophysique (Universidad de Alicante - Espagne, KU-Leuven – Belgique).

Contexte du projet Européen xDDiff

La thèse est proposée dans le cadre du projet collaboratif européen xDDiff, financé par le programme « Europe Partnership on Metrology » de l'Union Européenne (www.euramet.org/research-innovation/metrology-partnership/), et coordonné par Gaël Obein. Il regroupe 19 partenaires issus de 11 pays (France, Espagne, Allemagne, République Tchèque, Finlande, Danemark, Suède, Suisse, Belgique, Turquie, Nouvelle Zélande). Ces partenaires sont des Laboratoires Nationaux de Métrologie, des Universités et des industriels. xDDiff fait suite à trois projets Européens sur la mesure de l'apparence coordonnés par le Cnam, dont le dernier, BxDiff (bxdiff.cmi.cz/), s'est terminé fin 2023.

L'apparence visuelle d'un objet impacte fortement la perception de la qualité, durabilité ou encore de la désirabilité de l'utilisateur ou de l'acheteur. La mesure quantitative de l'apparence visuelle des objets est un sujet en vogue, car il est de très haute importance pour l'industrie, notamment dans le domaine de l'automobile, des cosmétiques, de l'emballage, de l'impression 3D ou de la réalité virtuelle. Depuis quelques années, les techniques de mesure s'appuient sur l'acquisition de la BRDF (bidirectional reflectance distribution function), la BTDF (bidirectional transmittance distribution function) ou encore la BSSRDF (bidirectional surface scattering reflectance distribution function).

Les instruments utilisés par les laboratoires de métrologie pour mesurer ces quantités au meilleur niveau sont complexes, non-portables, et la mesure de quelques points prend beaucoup de temps. Ils ne sont pas toujours adaptés aux besoins des industriels, en particulier lorsqu'il s'agit de caractériser l'apparence de surfaces complexes, comme des surfaces anisotropiques, non-planes, fonctionnalisées ou encore des matériaux translucides. L'objectif du projet est de répondre à ces besoins en proposant de nouveaux instruments, méthodes et outils mathématiques.

La thèse proposée concernera la partie du projet xDDiff ayant pour but de développer la mesure des surfaces mates.

Le laboratoire commun de métrologie LNE-CNAM et l'encadrement de la thèse

Le Laboratoire Commun de Métrologie LNE-Cnam a pour mission d'assurer la mise en place, la conservation, l'amélioration et le transfert des références métrologiques françaises pour trois unités de base du système international : le mètre, la candela, et l'échelle de température. Les références de radiométrie et photométrie sont réalisées par l'équipe Rayonnements optiques. L'équipe Rayonnements optiques consacre aussi une partie de son activité de recherche à la caractérisation métrologique de l'apparence des matériaux. Via la coordination de 3 projets majeurs sur la thématique depuis 2012, l'équipe est aujourd'hui en position de leader dans ce domaine en Europe.

La thèse sera dirigée par Gaël Obein, maître de conférences HDR au Cnam, directeur du laboratoire LNE-Cnam, responsable de l'équipe Rayonnements optiques, et coordinateur du projet xDDiff. Elle sera co-encadrée par Lou Gevaux, chercheuse et chargée de projet dans l'équipe Rayonnements optiques.

Perspectives pendant et au-delà de la thèse

Cette thèse offre l'opportunité de travailler dans un environnement dynamique et international, avec des collaborations avec de nombreux acteurs académiques et industriels (Apple, Audi, L'Oréal, BASF, Renault, Essilor), principalement en Europe. En plus des compétences généralement développées en doctorat (formation à la recherche par la recherche, autonomie, rigueur scientifique, gestion de projet, présentation orale, réseau, rédaction d'articles, etc), le ou la candidate développera des connaissances en expérimentation optique, expérimentation psychophysique, métrologie, modélisation, pilotage d'instruments (LabView), analyse des résultats (MatLab), calcul d'incertitudes, photométrie, etc. Cela lui permettra de construire un profil attractif avec des perspectives pour poursuivre dans la recherche académique ou pour rejoindre l'industrie. Le ou la candidate aura l'occasion de se déplacer à l'étranger et de visiter les laboratoires des partenaires du projet (environ 5 réunions sur la durée de la thèse), et de participer à des conférences internationales.

Profil recherché

Etudiant(e) titulaire d'un M2 ou d'un diplôme d'ingénieur spécialisé(e) en optique ou physique, avec un goût pour :

- la mesure expérimentale ;
- le développement d'expériences psychophysiques ;
- le travail de recherche en laboratoire d'optique ;
- l'approche multidisciplinaire de la thématique (optique, informatique, psychophysique, etc) ;
- le travail en équipe internationale.

Des compétences en photométrie/radiométrie, Matlab et Labview seraient un plus.

Modalités de recrutement

Lettre de motivation et CV à envoyer à : Gaël Obein (gael.obein@lecnam.net) et Lou Gevaux (lou.gevaux@lecnam.net) avant le **31 mai 2024**.

Contrat doctoral d'une durée de 3 ans à partir de septembre 2024.

Employeur : Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.

Lieu de travail : Laboratoire Commun de métrologie (LCM) LNE-Cnam, 61 rue du Landy, 94210 St Denis.

Pour toute question, contacter Gaël Obein ou Lou Gevaux.

PhD offer “Optical and perceptual measurement of mattness” (English version)

Key words: Mattness, psychophysics, metrology, appearance, BRDF

Proposed thesis topic

Gloss is one of the visual attributes that allow us to characterise the appearance of an object. Studies on the perception of gloss have shown that the sensitivity of the human visual system is not the same between surfaces of intermediate and high gloss and surfaces of very low gloss - matt surfaces. Further studies on the perception of matt surfaces are now needed. Matt surfaces, which evoke natural materials, are omnipresent in our environment, and manufacturers need tools to control and characterise them.

The aim of the proposed thesis is to develop the optical and perceptual measurement of mattness. The candidate will be responsible for developing psychophysical measurements (choice of suitable samples with visual properties varying from mat to satin, development of experiments, recruitment of observers, results analysis, calculation of uncertainties, etc.) to characterise the perception of this attribute by the human visual system. The candidate will also have the opportunity to carry out optical measurements using our instrumental set-ups (experimental measurements, data processing, calculation of uncertainties, etc). Optical characterisation of matt surfaces requires measurement of the BRDF (bidirectional reflectance distribution function) over a wide area of space, which can be carried out on our primary goniospectrophotometer, but requires the implementation of strategies to reduce measurement time. This work will be carried out in collaboration with specialists in psychophysical measurement (Universidad de Alicante - Spain, KU-Leuven - Belgium).

Context of the xDDiff European project

The thesis is part of the European collaborative project “xDDiff”, funded by the European Union's "Europe Partnership on Metrology" programme (www.euramet.org/research-innovation/metrology-partnership/), and coordinated by Gaël Obein. This project brings together 19 partners from 11 countries (France, Spain, Germany, Czech Republic, Finland, Denmark, Sweden, Switzerland, Belgium, Turkey and New Zealand). These partners are National Metrology Laboratories, Universities and manufacturers. xDDiff follows on from three European projects on the measurement of appearance coordinated by the Cnam, the last of which, BxDiff (bxdiff.cmi.cz/), ran until the end of 2023. The project will also capitalise on the results of the ongoing HiDyn project (www.hidyn.ptb.de/) on HDR imaging for metrological measurements.

The visual appearance of an object has a significant impact on the user's or buyer's perception of its quality, durability and desirability. Quantitative measurement of the visual appearance of objects is a hot topic, as it is of the utmost importance to industry, particularly in the automotive, cosmetics, packaging, 3D printing and virtual reality sectors. In recent years, measurement techniques have been based on the acquisition of BRDF (bidirectional reflectance distribution function), BTDF (bidirectional transmittance distribution function) or BSSRDF (bidirectional surface scattering reflectance distribution function).

The instruments used by metrology laboratories to measure these quantities at the best level are complex, non-portable and the measurement of a few points takes a long time. They don't always meet the needs of industry when it comes to characterising the appearance of complex surfaces, such as anisotropic, non-planar and functionalised surfaces or translucent materials. The aim of the project is to meet these needs by proposing new instruments, methods and mathematical tools.

The proposed thesis will concern the part of the xDDiff project aimed at developing the measurement of matt surfaces.

The LNE-CNAM joint metrology laboratory and thesis supervision

The mission of the LNE-Cnam Joint Metrology Laboratory is to set up, maintain, improve and transfer French metrological references for three base units of the international system: the metre, the candela and the temperature scale. Radiometric and photometric references are maintained by the Optical Radiation team. The Optical Radiation team also devotes part of its research activity to the metrological characterisation of the appearance of materials. Through the coordination of 3 major projects on this theme since 2012, the team is now a leader in this field in Europe.

The thesis will be directed by Gaël Obein, maître de conférences HDR at Cnam, director of the LNE-Cnam laboratory, head of the Optical Radiation team and coordinator of the xDDiff project, and co-supervised by Lou Gevaux, researcher and project leader in the Optical Radiation team.

Perspectives during and beyond the thesis

This thesis offers the opportunity to work in a dynamic and international environment, with collaborations with numerous academic and industrial partners (Apple, Audi, L'Oréal, BASF, Renault, Essilor), mainly in Europe. In addition to the skills usually developed during a PhD ("research training through research", autonomy, scientific rigour, project management, oral presentation, networking, article writing, etc.), the candidate will develop knowledge on optical experimentation, psychophysical experimentations, metrology, modelling, instrument control (LabView), results analysis (MatLab), calculation of uncertainties, photometry, etc. This will enable them to build up an attractive profile with a wide range of skills, with prospects of continuing in academic research or joining industry. The candidate will have the opportunity to travel abroad and visit the laboratories of the project partners (around 5 meetings over the duration of the thesis), and to take part in international conferences.

Candidate profile

A student with an M2 or engineering degree specialising in optics or physics, with a taste for :

- experimental measurement ;
- the development of psychophysical experiments ;
- research work in an optics laboratory ;
- a multidisciplinary approach to the subject (optics, computing, imaging, psychophysics, etc.) ;
- working in an international team.

Skills in Photometry/radiometry, Labview and Matlab would be appreciated.

Recruitment procedure

Letter of application and CV to be sent to : Gaël Obein (gael.obein@lecnam.net) and Lou Gevaux (lou.gevaux@lecnam.net) before **31 May 2024**.

3-year doctoral contract starting in September 2024.

Employer: Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.

Workplace : Laboratoire Commun de métrologie (LCM) LNE-Cnam, 61 rue du Landy, 94210 St Denis.

Please contact Gaël Obein or Lou Gevaux for any question.