

Proposition de sujet de stage Master 2

Printemps-été 2019

Encadrants : Mireille Louys, Fabien Salzenstein, Christophe Collet (IPSEO, ICube)

Pierre-Alain Duc, Observatoire de Strasbourg

Lieu du stage : ICube – Télécom Physique Strasbourg & Observatoire de Strasbourg

<http://www.telecom-physique.fr/>, <http://icube.unistra.fr/>, <http://astro.unistra.fr/>

Gratification : ~560€/mois

Segmentation de queues de marées au voisinage de galaxies en interaction

Alors que l'Univers a désormais été observé à travers toutes les fenêtres du champ électro-magnétique, les faibles brillances de surface constituent l'un des derniers champs d'exploration quasiment vierges. La lumière diffuse, étendue, apporte pourtant des renseignements précieux sur, par exemple, la manière dont les galaxies se sont formées et ont grossi. Les collisions et fusions de galaxies qui sont fréquentes et permettent leur croissance laissent en effet des traces dans les régions extérieures en principe visibles pendant des milliards d'années. Ces structures, halos stellaires étendus, courants d'étoiles et coquilles, sont toutefois de très faible brillance de surface, et sont longtemps restées invisibles sur les images du ciel. Par ailleurs, ces dernières années, une nouvelle classe d'objets, aussi de très faible brillance de surface, a émergé : les galaxies dites ultra-diffuses, étendues, ayant formé peu d'étoiles, mais dont certaines possèderaient un halo de matière noire anormalement massif, non prévu par les modèles cosmologiques. On ignore encore leur mode de formation, et leur recensement est en cours.

La détection de la lumière diffuse venue de ces astres proches mais faibles est particulièrement difficile car elle se heurte à des effets systématiques et artefacts instrumentaux difficiles à corriger. Des techniques d'observation particulières conjuguées à des méthodes de traitement de données adaptées permettent de révéler un signal diffus étendu sur le ciel. Elles commencent à être mis en œuvre sur des sondages systématiques dits « grand champ ». L'étape de détection et d'annotation se fait encore toutefois principalement par l'œil avisé d'un astronome expert. Une identification manuelle est possible quand on doit examiner quelques centaines de degrés carrés ; la méthode devient prohibitive sur des milliers de degrés carrés. Or plusieurs sondages à venir (CFIS, LSST, Euclid) vont fournir de telles données.

Les algorithmes de détection classiques, tels SExtractor, ont été développés pour dépister les sources relativement compactes, mais pas les structures ayant un S/N par pixel très faible. Ont toutefois émergé récemment de nouveaux algorithmes ad hoc, aptes à connecter des pixels appartenant au même objet, en particulier NoiseChisel

(https://www.gnu.org/software/gnuastro/manual/html_node/NoiseChisel.html , Akhlaghi and Ichikawa [2015]. Basé sur des techniques de dilation et érosion, NoiseChisel est particulièrement rapide et performant pour dépister des structures très faibles par rapport au fond du ciel. L'étape suivante de segmentation des objets (séparation de galaxies se chevauchant, de régions physiquement distinctes au sein d'une même galaxie, ou de halos d'étoiles d'avant plan contaminant les galaxies) reste toutefois imprécise et nécessite des ajustements fins manuels particulièrement fastidieux.

L'objet du stage est d'améliorer l'étape de segmentation à l'intérieur des zones considérées comme objets, d'utiliser les cartes construites par NoiseChisel pour segmenter le fond de ciel et de cartographier les sous-structures de type queues de marées, coquilles, halo, bulbe, etc, par une segmentation

markovienne en quad-arbre, appliquée aux pixels des régions annotées comme objet par rapport au ciel.
Les régions détectées pourront ensuite être comparées aux annotations fournies par les astronomes experts.

Contexte académique : Travail de recherche mené en collaboration avec l’Observatoire de Strasbourg (Pierre-Alain Duc), et le thème Image Processing for Space and Earth Observation de l’équipe IMAGEs d’ICube (Christophe Collet, Mireille Louys, Vincent Mazet et Fabien Salzenstein)

Profils recherchés : Des candidats ayant de solides compétences en analyse de données, traitement du signal et des images et en mathématiques appliquées sont attendus. Une formation en astrophysique est également un plus. Des compétences en programmation informatique sont indispensables.

Pour candidater : Envoyer un CV, une lettre de recommandation et des lettres de recommandation à mireille.louys@unistra.fr ou c.collet@unistra.fr.