



Modèle d'IA de segmentation d'images sous stéroïdes grâce à des données synthétiques générées dans Unity

Antoine Fortin, Christophe Marois, Clément Darne,
François Frigon, Maxime Daigle, Mylaine Côté, Olivier Leclerc,
Olivier Therrien, Raphaël Lebrasseur, Samuel Lacasse,
Shaghayegh Taheri, Vahe Vardanyan

Mise en contexte

Les modèles d'IA de vision par ordinateur modernes nécessitent une grande quantité de données pour l'entraînement. De plus, ces données doivent être annotées et en cas de segmentation d'objets, il s'agit d'une tâche très difficile et chronophage. La qualité des données a également un rôle important à jouer pour déterminer la robustesse et la précision prédictive de ces modèles. Les données synthétiques, *id est* générées artificiellement via des programmes informatiques et des moteurs de jeux, apparaissent comme une solution très pertinente pour pallier ces difficultés. Dans ce projet, la tâche principale était de segmenter les morceaux de glace sur une rivière. C'est un domaine où la collecte de données est coûteuse et complexe. Le modèle d'IA a aidé à étudier la physique de la glace.

Valeur ajoutée de la collaboration

Sur ce projet, nous avons collaboré avec le Cégep de Matane et l'UQAR-ISMER. Du côté du cégep, le professeur d'infographie 3D et sa stagiaire ont aidé à construire l'environnement initial (une petite partie du fleuve Saint-Laurent) et ont également aidé à annoter les données réelles. L'équipe de l'UQAR-ISMER a aidé notre équipe de deux façons ; elle a d'abord transféré une grande quantité de données, d'images et de vidéos de glace flottant sur le fleuve. Deuxièmement, elle a aidé à établir des types de glace et des normes à utiliser pour les caractériser par notre modèle d'IA.

Résultats

Nous avons créé le jumeau numérique du fleuve Saint-Laurent dans Unity avec les terres environnantes, les forêts et bien sûr avec ses flux de courants simulés. Nous avons aussi créé un générateur de glace aléatoire. Nous avons généré environ 1 000 images de synthèse avec ce système (environ 20 fois plus que des images réelles) et nous avons formé des modèles d'IA DeepLabV3 avec cet ensemble de données. La performance moyenne (IoU) que nous avons obtenue était de 83 % avec un important potentiel d'amélioration que nous prévoyons réaliser durant la phase 2.

Retombées sur la formation

Le CDRIN et le Cégep de Matane ont la ferme volonté de développer des partenariats actifs alliant recherche, approche pédagogique et transfert de connaissances. L'enseignant-chercheur J. Rousseau du département Techniques de l'informatique pourra acquérir de nouvelles compétences en recherche appliquée ainsi que sur le *shader* de calcul (utilisé pour réaliser le rendu de géométries générées par des procédures et affectées par les ondes) qu'il pourra intégrer dans les nouveaux cours de programmation de jeux 420-3X5-MT et de réalité virtuelle 420-6X5-MT.

Impact sur le développement durable

Étant donné que cette nouvelle technique supprime les besoins d'annotation des données (au moins de 90 à 95 %) par des experts humains, ce temps précieux peut être utilisé pour effectuer d'autres tâches pendant la recherche. En plus des gains de temps, les chercheurs pourraient à l'avenir économiser sur l'équipement, le transport, etc.

Financement

MES de Québec : Programme d'aide à la recherche et au transfert (PART), volet innovation technologique

Hypothèse de départ et risque

Le projet proposé vise à explorer l'applicabilité des simulations générées par le moteur de jeu dans les modèles de détection d'objets d'apprentissage en profondeur pour prédire les changements de la glace de mer. Notre hypothèse est que les données synthétiques générées par Unity3D créeraient un large spectre d'interactions entre la glace de mer et les vagues, à l'aide desquelles le modèle d'apprentissage en profondeur pourrait être entraîné de manière suffisamment réaliste pour saisir le mouvement et la fragmentation de la glace de mer dans les données du monde réel. Le risque était que les moteurs de rendu et de physique ne soient pas suffisamment réalistes pour générer des données d'image de bonne qualité pour le modèle d'IA.

Méthodologie

Étape 1. Créer un environnement de glace de mer simulé dans Unity : La qualité graphique des simulations doit être prioritaire. Le rendu doit être photoréaliste. Ici, nous devons simuler des fluides, créer un générateur de glace aléatoire pour ajouter des morceaux de glace sur la mer et paramétrer le générateur de glace aléatoire.
Étape 2. Ajouter un *shader* de segmentation et collecter des données.
Étape 3. Former et valider le modèle d'IA pour capturer le mouvement et la fragmentation des morceaux de glace.

Retombées pour les partenaires

Ce projet permettra aux chercheurs en sciences de la mer d'accéder à des outils de simulation de phénomènes naturels, avec un degré de précision rendu possible par l'apprentissage automatique. Ces nouveaux outils de soutien à la science pourront être comparés aux capacités des logiciels de modélisation physique actuellement utilisés. Ils nous permettront aussi de mieux comprendre les relations entre les vagues, la glace et l'océan afin d'anticiper, de planifier, de protéger et de s'adapter à notre environnement.

Autres transferts potentiels

- L'apprentissage par les pairs étant préconisé, l'ensemble de l'équipe contribuera au transfert structuré des connaissances acquises au département concerné du Cégep de Matane, mais également au sein de l'équipe du CDRIN et les autres chercheurs et enseignants (Journée de la recherche du Cégep de Matane, Fabrique des sciences 3^e édition, midi-métier).
- La présentation de l'outil de génération de données synthétisées lors de colloques ou forums en sciences de la mer : Ouranos, INRS et congrès du Réseau Québec Maritime.
- Un article sur le site Web du CDRIN.

Suite idéale au projet

Comme prochaine étape idéale pour le projet, nous aimerions continuer à améliorer l'IoU actuelle (83 %) avec un environnement plus riche et avec de nouvelles techniques.