

Sujets d'initiation à la recherche
M1 Informatique

2016–2017

1 Liens entre exigences et spécifications formelles

Equipe : Dédale

Encadrant(s) : Mme Souquières

Problématique de recherche

Comment combler le fossé existant entre les exigences, celles du client, et la spécification formelle, celle de l'informaticien ? L'objectif est de proposer une approche rigoureuse pour expliciter les interactions entre le cahier des charges et le modèle formel à partir d'une étude de cas réelle.

Sujet

La modélisation d'un système commence par la compréhension des besoins du client et leur utilisation pour la construction de spécifications formelles. Il n'est pas facile d'obtenir un bon document des besoins car, lorsqu'il existe, il contient souvent des incomplétudes, voire des sur-spécifications. Ce document est difficile à exploiter. Quelques guides sont proposés dans [1] pour exploiter un tel document: il est souvent nécessaire de le ré-écrire, son coût est important et souvent il disparaît en cours du développement du système. Ce document peut contenir deux textes différents : l'un est explicatif, *le pourquoi*, et le deuxième est référentiel, *le quoi*. Ces exigences concernent à la fois les parties matérielles et logicielles du système. Elles sont exprimées en langage naturel et souvent très pauvres et difficiles à exploiter.

Ce sujet consiste à analyser les besoins à partir d'une étude de cas réelle, celle d'une machine de l'hémodialyse [2]. Il porte sur :

- la compréhension détaillée de quelques exigences, par exemple celles correspondant à la connexion du patient,
- le développement de ces exigences en Event-B,
- l'utilisation de l'environnement RODIN (<http://www.event-b.org>) et l'outil intégré ProR pour l'édition des *besoins*.

References

- [1] Wen Su, Jean-Raymond Abrial, Runlei Hung and Huibiao Zhu. From Requirements to Development: Methodology and Example. In *Proc. Formal Methods and Software Engineering - 13th International Conference on Formal Engineering Methods, ICFEM* Durham, UK, Oct. 2011.
- [2] Atif Mashkoor. The Hemodialysis Machine Case Study, in *Actes ABZ*, Linz, Austria, May 23-27, 2016.
- [3] Imen Sayar and Jeanine Souquières. La Validation dans le Processus de Développement. In *Actes du XXXIVème Congrès INFORSID, Grenoble, France*, pages 67–82, 2016.

2 Révision des croyances dans la clôture propositionnelle d'un formalisme attributs-contraintes

Equipe : Orpailleur

Encadrant(s) : Jean Lieber

Problématique de recherche : la révision des croyances

On considère les croyances ψ d'un agent. Par exemple : $\psi =$ « Les oiseaux savent voler. Les autruches sont des oiseaux. Les chats sont carnivores. » Ces croyances peuvent évoluer quand elles sont confrontées à de nouvelles croyances μ . Par exemple, l'agent de l'exemple apprend ceci : $\mu =$ « Marcel est une autruche. Marcel ne sait pas voler. » Réunir ces deux ensembles de croyances — en faisant la conjonction $\psi \wedge \mu$ — peut donner un résultat incohérent, comme c'est le cas dans l'exemple. Dans le cadre de la révision des croyances [1], ces nouvelles croyances sont supposées prioritaires sur les anciennes. L'idée est alors de *réviser* ψ par μ pour obtenir un nouvel ensemble de croyances noté $\psi \dot{+} \mu$ qui consiste à modifier minimalement ψ en ψ' pour obtenir un ensemble de croyances ψ' cohérent avec μ . On a alors $\psi \dot{+} \mu = \psi' \wedge \mu$ (il n'y a pas unicité de la révision : celle-ci dépend de la « mesure » de la modification minimale et donc de l'opérateur de révision $\dot{+}$).

La révision des croyances a beaucoup été étudiée dans le cadre de la logique propositionnelle (\mathcal{L}_P). Elle se développe actuellement dans d'autres cadres formels. Des outils ont été développés au Loria avec différents formalismes (on peut les retrouver à l'adresse <http://revisor.loria.fr/>, voir aussi [2]). Parmi ces formalismes, notons \mathcal{L}_P et \mathcal{L}_{CCL} , la logique dans laquelle les formules sont des conjonctions de contraintes linéaires (en nombres entiers et réels). Pour ce dernier formalisme, la révision de ψ par μ fait appel à une résolution de problèmes d'optimisation linéaire.

Un travail théorique décrit un algorithme pour faire de la révision dans un cadre de \mathcal{L}_{CPCL} , la clôture propositionnelle de contraintes linéaires [3]. L'expression suivante est une formule de cette logique (x et y sont des variables de type **réel** et n est une variable de type **entier**) : $\neg(x + 3y \leq 4) \vee ((x - 3n \geq 12) \wedge y = 6)$, où x et y sont des variables réelles et n est une variable entière. Il a été montré que sur la base d'un opérateur de révision des croyances sur \mathcal{L}_{CPCL} on peut définir un opérateur de révision de croyances sur \mathcal{L}_P et sur \mathcal{L}_{CCL} .

Sujet : révision des croyances dans \mathcal{L}_{CPCA}

L'objectif de ce travail est la définition, l'étude et la mise en œuvre d'un opérateur de révision des croyances dans le cadre d'une logique \mathcal{L}_{CPCA} dont les formules sont :

- Des contraintes sur des attributs de valeurs numériques (comme dans \mathcal{L}_{CPCL}), booléennes (comme dans \mathcal{L}_P) ou d'un type énuméré (p. ex., état, couleur, etc.) ;
- Des négations ($\neg\varphi$), conjonctions ($\varphi_1 \wedge \varphi_2$) et disjonctions ($\varphi_1 \vee \varphi_2$) de formules ($\varphi, \varphi_1, \varphi_2 \in \mathcal{L}_{CPCA}$).

Cet opérateur doit respecter les postulats classiques de la révision des croyances [1].

On peut décomposer ce sujet par l'ensemble des tâches suivantes :

- Étude bibliographique sur le sujet ;
- Définition de la logique \mathcal{L}_{CPCA} (syntaxe et sémantique) ;
- Définition et étude d'un opérateur de révision de croyances dans \mathcal{L}_{CPCA} ;
- Voir comment ramener la révision dans \mathcal{L}_{CPCA} à la révision dans \mathcal{L}_{CPCL} ;
- Mettre en place un outil de révision dans \mathcal{L}_{CPCA} ;
- Définition d'un *parser* et d'une interface pour la révision dans \mathcal{L}_{CPCA} (on s'appuiera sur un *parser* et une interface déjà implantés pour la révision sur \mathcal{L}_P) ;
- Participation à la rédaction d'une publication scientifique.

Compétences espérées. Connaissances en logique propositionnelle, en optimisation linéaire, en Java.

References

- [1] C. E. Alchourrón, P. Gärdenfors, and D. Makinson. On the Logic of Theory Change: partial meet functions for contraction and revision. *Journal of Symbolic Logic*, 50:510–530, 1985.
- [2] J. Cojan and J. Lieber. Applying Belief Revision to Case-Based Reasoning. In *Computational Approaches to Analogical Reasoning: Current Trends*, volume 548 of *Studies in Computational Intelligence*, pages 133–161. Springer, 2014.
- [3] J. Lieber. Révision des croyances dans une clôture propositionnelle de contraintes linéaires. In Nicolas Maudet and Bruno Zanuttini, editors, *Journées d’intelligence artificielle fondamentale, plate-forme intelligence artificielle*, page 10, Rennes, France, June 2015.

3 Planification d'actions dans un monde continu

Equipe : LARSEN / D5

Encadrant(s) : Olivier BUFFET et Vincent THOMAS

Problématique de recherche :

Une des problématiques importantes en intelligence artificielle est la planification automatique d'actions, que ce soit pour la robotique, pour les jeux (échecs, go, ...), pour la gestion de sources d'énergie, ou pour la protection d'espèces menacées. La plupart des algorithmes développés n'abordent que des situations dans lesquelles le nombre d'états (=de situations) possibles est fini et relativement petit, tout comme le nombre d'actions disponibles. Ces limitations viennent de ce que ces algorithmes raisonnent sur l'arbre des évolutions possible du "système" à contrôler, arbre dont la taille subit une explosion combinatoire avec les nombres d'états et d'actions (et qui n'a plus de sens quand les facteurs de branchement sont infinis).

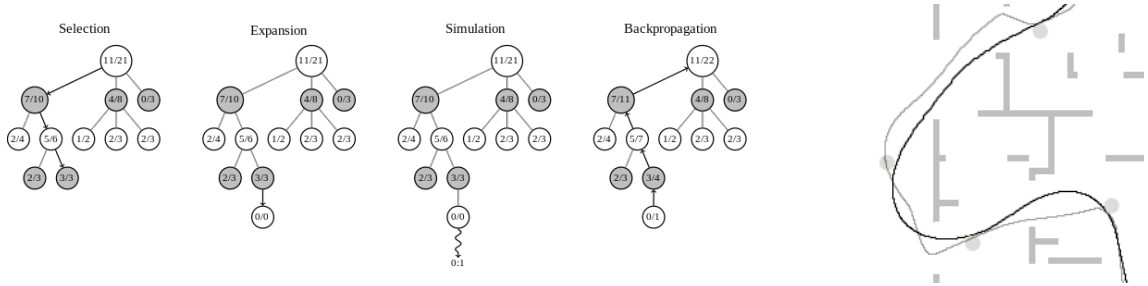


Figure 1: (gauche) Les quatre étapes d'une itération de l'algorithme MCTS. (droite) 2 trajectoires d'un véhicule devant joindre au plus vite des points de passage.

Sujet :

Un algorithme important pour la planification d'actions est MCTS (Monte-Carlo Tree Search) [2], lequel construit l'arbre des futurs possibles incrémentalement, en raffinant progressivement les zones les plus prometteuses (cf. figure 1 (gauche)). Nous proposons dans ce projet:

- de faire un état de l'art des variantes de MCTS qui permettent de gérer de grands espaces d'états et/ou d'actions (en mettant en avant leurs propriétés distinctives) [1, 3];
- de sélectionner une ou plusieurs de ces variantes pour les implémenter;
- de sélectionner un ou plusieurs problèmes sur le(s)quel(s) évaluer les variantes choisies (par exemple le contrôle d'un engin volant au milieu d'obstacles, cf. fig. 1 (droite)); et
- de conduire ces expérimentations.

References

- [1] A. Couetoux, J.-B. Hoock, N. Sokolovska, O. Teytaud, and N. Bonnard. Continuous upper confidence trees. In *Proc. of the 5th Int. Conf. on Learning and Intelligent Optimization (LION'11)*, 2011.
- [2] L. Kocsis and C. Szepesvari. Bandit based Monte-Carlo planning. In *Proc. of the 17th Eur. Conf. on Machine Learning (ECML'06)*, 2006.
- [3] A. Weinstein and M. L. Littman. Bandit-based planning and learning in continuous-action Markov decision processes. In *Proc. of the 22nd Int. Conf. on Automated Planning and Scheduling (ICAPS'12)*, 2012.

4 Modélisation multi-niveaux

Equipe : Simbiot (Département 3)

Encadrant(s) : Vincent Chevrier et Sylvain Contassot-Vivier

Problématique de recherche :

La modélisation par systèmes multi-agents de systèmes complexes (par exemple une ville, un réseau électrique intelligent, ..) demande souvent de représenter plusieurs niveaux de représentation/d'abstraction. Dans une ville par exemple, on peut considérer le trafic des véhicules, des transports en commun, au sein d'un quartier, d'un ensemble de quartiers, etc. Certains phénomènes absents à un niveau peuvent apparaître à un niveau supérieur, on parle alors d'émergence.

La modélisation multi-niveau nécessite alors de combiner (au moins) deux niveaux de description d'un phénomène et de maintenir une cohérence entre eux. Nous avons proposé [2] une approche de multi-modélisation pour ce problème et l'avons appliquée à un phénomène de nuées d'oiseaux.

Sujet :

Cette proposition a été implantée [3] avec une ancienne version du logiciel mecsyco [1] (appelé AA4MM à l'époque) et nous souhaiterions reprendre cette proposition avec la nouvelle version. Le travail comportera (a) une prise de connaissance du problème et de notre proposition, (b) une prise en main de la nouvelle plateforme, (c) une identification des aspects problématiques pour réaliser l'intégration et enfin l'intégration.

Ce sujet est l'occasion pour les étudiants de découvrir la simulation multi-agent et les phénomènes d'émergence.

References

- [1] mecsyco, 2015. <http://mecsyco.fr>.
- [2] B. Camus, C. Bourjot, and V. Chevrier. Considering a multi-level model as a society of interacting models: Application to a collective motion example. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 18(3), 2015. <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/18/3/7.html>.
- [3] B. Camus, C. Bourjot, and V. Chevrier. A multi-level multi-model of collective motion, 2015. <https://www.openabm.org/model/4589/version/1/view>.

5 Evaluation de l'utilisabilité d'un logiciel de simulation

Equipe : Simbiot (Département 3)

Encadrant(s) : Vincent Chevrier

Problématique de recherche :

La modélisation de systèmes complexes nécessite souvent de faire interagir simultanément plusieurs modèles, on parle de multi-modélisation, de systèmes de systèmes. Les défis sont alors d'intégrer les différentes formes d'hétérogénéité des modèles et de leurs simulateurs. Nous avons développé une approche et un logiciel qui répondent à ces objectifs [1]. Ce logiciel est actuellement diffusé en licence aGPL.

Sujet :

Ce projet a pour finalité d'évaluer la facilité (ou non) de prise en main de ce logiciel et de sa suite de documentations. Il s'agira de fournir un regard critique sur la facilité ou non d'installation du logiciel, la qualité de la documentation, la pertinence des tutoriaux, etc. et de suggérer des évolutions. Une extension possible est de proposer un ou des exemples didactiques supplémentaires.

Ce sujet est l'occasion pour les étudiants de découvrir la modélisation de systèmes de systèmes.

References

[1] mecsyco, 2015. <http://mecsyco.fr>.

6 Problème des mariages stables

Equipe : PAREO

Encadrant(s) : Horatiu Cirstea

Problématique de recherche :

Le problème des mariages stables est le suivant: étant donnés n hommes et n femmes, où chaque personne a un classement de tous les membres du sexe opposé par ordre de préférence, épouser les hommes et les femmes de telle sorte que il n'y a pas deux personnes de sexe opposé qui auraient préféré être ensemble plutôt que avec leurs partenaires actuels. Quand il n'y a pas de telles paires de personnes, l'ensemble des mariages est réputé stable. Les algorithmes pour trouver des solutions au problème des mariages stables ont des applications dans une grande variété de situations du monde réel.

Sujet :

Dans le cadre de ce projet, l'objectif consiste à étudier l'utilisation de techniques de réécriture stratégique pour la modélisation et la résolution du problème des mariages stables et de réaliser une implantation dans un langage basé sur la réécriture : Tom (<http://tom.loria.fr>).

Dans un premier temps, il faudra proposer une modélisation algébrique permettant de représenter les sujets et leurs préférences. Dans un second temps il faudra écrire l'algorithme en utilisant des règles de transformation et en particulier du filtrage équationnel, non-linéaire et avec anti-patterns. On souhaite également démontrer que l'algorithme ait les bonnes propriétés. Si le temps le permet on pourra aborder des variantes de l'algorithme classique.

D'un point de vue pratique, nous utiliserons le compilateur Tom, un logiciel qui permet de programmer en Java avec des types algébriques et des règles de transformation (à la Caml).

7 Implantation d'un processus de comparaison de propriétés à l'aide du logiciel daTac

Equipe : Pesto

Encadrant(s) : Laurent Vigneron (laurent.vigneron@loria.fr)

Problématique de recherche :

Comprendre les mécanismes de déduction du logiciel daTac, et les utiliser pour comparer des propriétés de logiques non classiques

Sujet :

Le logiciel daTac est un outil qui permet de déduire ou de démontrer des propriétés. Il a permis d'engendrer des milliers de propriétés pour plusieurs logiques non classiques, mais il reste un travail important : comparer ces propriétés pour en faire ressortir les plus importantes. Pour cela, un processus semi-automatique a été défini et doit être implanté. Il s'agit du cœur du travail de ce projet. En amont, du temps sera consacré pour bien comprendre les mécanismes de déduction du logiciel daTac, avec bien sûr la possibilité de "jouer" avec le logiciel autant que nécessaire. L'objectif est de comprendre le processus pressenti, et d'éventuellement l'améliorer. Avoir quelques souvenirs de vos cours de logique sera utile.

8 Correction vocale appliquée au rehaussement de la voix pathologique

Equipe : SMarT

Encadrant(s) : Joseph Di Martino (jdm@loria.fr)

Problématique de recherche

Le but que nous cherchons à atteindre est d'améliorer la voix pathologique, comme par exemple la voix œsophagienne ; ce qui permettrait aux personnes laryngectomisées de pouvoir communiquer plus facilement avec leur entourage. Pour cela la méthodologie que nous mettons en œuvre consiste à transformer cette voix pathologique en une voix pseudo-laryngée à l'aide de techniques probabilistes de conversion de voix. Ce qui fait l'intérêt de notre approche et qui la distingue d'autres techniques concurrentes comme les techniques à base du vocodeur STRAIGHT [1], réside dans le fait que le point clef consiste à prédire de manière réaliste le spectre excitatif et le spectre de phase. Les méthodes utilisant le vocodeur STRAIGHT sont fondées sur une prédiction du F0 (fondamental de la parole) et par conséquent sont vouées à l'échec dans le cas de la « correction » de la voix pathologique caractérisée par un pitch chaotique et très difficilement détectable. Préalablement nous avons montré qu'il était possible de prédire par paquets le signal cepstral excitatif. Nous avons pu obtenir alors une conversion vocale correcte en prenant les spectres de phase dans le signal source car cette information nous était malheureusement manquante. Cette idée de prédiction par paquets de coefficients cepstraux a été étendue et améliorée par Jenyu Liu, un doctorant de Taiwan en stage au Loria au printemps-été 2015. Celui-ci a montré qu'il était possible de prédire l'information cepstrale excitative et de phase à l'aide d'un dictionnaire d'exemples multidimensionnels. Mais malheureusement cette étude est restée inachevée.

Sujet

L'objectif principal de ce projet consiste à améliorer de manière significative un programme qui a été conçu par des étudiants de M1 lors de la précédente année universitaire (2015-2016) qui permet de « plonger » les données cepstrales et de phase « cible » dans un espace multidimensionnel (KD) représenté sous la forme d'un arbre binaire [2]. La première amélioration que nous planifions est de supprimer l'alignement linéaire des phrases des corpus parallèles par un alignement dynamique [3]. En effet l'alignement linéaire ne permet pas la prise en compte des non-linéarités du signal vocal. Grâce à cette amélioration la qualité audio de la voix synthétisée devrait être de meilleure qualité par rapport à la qualité d'ores et déjà obtenue lors des précédentes expériences. La deuxième amélioration qu'il faudra implémenter est de prendre en compte le temps au niveau des trames cepstrales. Au lieu de ne considérer qu'une trame isolée par rapport aux autres trames proches, en fait plusieurs trames consécutives seront concaténées pour former une super-trame afin de tenir compte du contexte temporel de chaque trame cepstrale. Enfin la troisième amélioration va consister à rechercher dans le dictionnaire d'exemples non seulement le signal cepstral excitatif et de phase mais aussi l'information cepstrale du conduit vocal. Après transformation des vecteurs cepstraux « source », relatif au conduit vocal, en vecteurs « cible » à l'aide d'une fonction de transformation probabiliste [4] améliorée [5], le but final, et c'est l'idée originale de ce projet, consiste à retrouver les informations cepstrales du conduit vocal, du signal excitatif et de phase dans l'espace « cible », de manière efficace, grâce à un arbre binaire construit précédemment [2]. Grâce aux informations ainsi obtenues une voix pourra être synthétisée et nous pensons que celle-ci sera de meilleure qualité par rapport aux voix re-synthétisées obtenues précédemment.

Programmation

Toute la programmation se fera en Python. Les étudiants qui choisiront ce sujet pourront s'appuyer sur un programme Python qui a été développé au Loria et qui met en œuvre les informations cepstrales du conduit vocal, excitatives, ainsi que de phase

Matériel nécessaire

Le développement devra nécessiter obligatoirement une ou plusieurs machines Linux ou Windows avec 8 Go de mémoire Ram minimum.

Références

- [1] H. Kawahara, I. Masuda-Katsuse, and A. de Cheveigné, “Restructuring speech representations using a pitch-adaptive time-frequency smoothing and an instantaneous-frequency-based F0 extraction: Possible role of a repetitive structure in sounds,” *Speech Communication*, vol.27, no. 3–4, pp. 187–207, Apr. 1999.
- [2] S. Maneewongvatana and D. M. Mount. “It’s okay to be skinny, if your friends are fat”. 4th Annual CGC Workshop on Computational Geometry, 1999.
- [3] H. Sakoe and S. Chiba, “Dynamic programming algorithm optimization for spoken word recognition”, *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Vol. ASSP-26, No. 1, pp. 43- 49, February 1978.
- [4] Y. Stylianou, O. Cappé, and E. Moulines, “Continuous probabilistic transform for voice conversion”, *IEEE Proc. on Speech and Audio Processing*, Vol. 6, No. 2, March 1998.
- [5] S. Klinger et C. Studer, “Correction / Conversion vocale”, rapport de projet d’initiation à la recherche, M1 informatique, 2015-2016.

9 Apprentissage de la coordination visio-motrice

Equipe : LARSEN

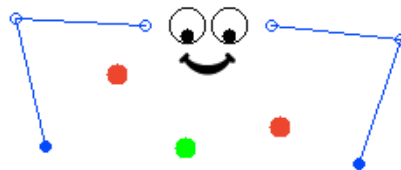
Encadrant(s) : Amine Boumaza (amine.boumaza@loria.fr)

Problématique de recherche :

La coordination oeil-main est le contrôle coordonné entre les mouvements des yeux et des mains. L'information visuelle et les signaux proprioceptifs (information sur la position des différentes parties du corps) sont analysés ensemble dans le but de contrôler l'extension des bras et la manipulation des objets ainsi que le contrôle du mouvement des yeux.

Sujet :

Ce problème a été abordé dans plusieurs travaux avec différentes approches. Dans ce projet nous souhaitons tester un algorithme évolutionnaire pour faire apprendre à un agent artificiel à saisir des objets dans son environnement. Nous nous inspirons de plusieurs travaux dans le domaine de la neuro-évolution et de la robotique évolutionnaire. L'objectif principal sera de faire apprendre un contrôleur (ici ce sera un réseau de neurones) de quelle manière actionner deux bras (quatre degrés de liberté) et deux yeux (deux degrés de liberté) pour saisir et déplacer des objets dans le champ visuel du robot.



Le projet se décline en deux parties, (i) une étude bibliographique sur l'apprentissage pour ce type de coordination et (ii) une implantation d'un algorithme évolutionnaire pour apprendre à atteindre un objet dans le champ visuel du robot. Les expériences seront effectuées sur un simulateur qui modélise un robot doté de deux bras et deux yeux. Ce simulateur modélise les collisions, la dynamique et la cinématique. En fonction des intérêts des étudiants, le sujet pourra être adapté, ne pas hésiter à en discuter avec l'encadrant.

L'environnement de travail sera essentiellement sous Unix (Linux / OSX, etc). Un simulateur du robot à deux bras, programmé en langage python sera mis à disposition.

Note : Les étudiants intéressés sont encouragés à prendre contact avec l'encadrant **avant** de fixer leur choix sur ce sujet.

10 Contrôle d'un bras artificiel depuis un réseau de neurones

Equipe : BISCUIT

Encadrant(s) : Yann Boniface

Yann.Boniface@loria.fr

Problématique de recherche :

L'équipe Biscuit (ex-Cortex), du Loria, s'intéresse aux aspects numériques, et plus particulièrement connexionnistes (ou réseaux de neurones artificiels) de l'intelligence artificielle.

Dans ce cadre l'équipe Cortex a développé un nouvel algorithme de cartes auto-organisatrices (SOM) dynamique, DSOM[1]. Cet algorithme permet un apprentissage continu des données, potentiellement dynamiques ou changeantes donc, et contrairement aux principaux modèles de cartes auto-organisatrices, il apprend l'espace de répartition de ses données (ou exemple) plutôt que leur densité.

Sujet :

Après s'être familiarisé avec le concept de cartes auto-organisatrices, et en s'appuyant sur un simulateur de cartes organisatrices existant et développé en Java, il faudra valider et étendre l'algorithme DSOM autour du contrôle d'un bras artificiel (et simulé, de simplissime à plus réaliste selon l'avancement du projet). L'apprentissage de ce contrôle, par distribution de la commande, d'un bras s'inspirera des travaux de Georgopoulos et al.[2]. peut se faire en considérant k neurones vainqueurs ($k > 1$) plutôt que de considérer un unique neurone vainqueur ($k=1$, comme c'est traditionnellement le cas dans ce type d'algorithme).

La validation des aspects dynamiques de DSOM consistera à définir une expérience testant la validité d'un apprentissage du contrôle quand les paramètres du bras changent (taille des membres par exemple).

Plus concrètement, il faudra :

- Découvrir les cartes auto-organisatrices[3].
- Découvrir DSOM[1,4].
- Découvrir et évaluer notre plateforme logicielle en Java.
- Ajouter un système de distribution 'barycentrique' à DSOM, inspiré des travaux de Georgopoulos et al.[2].
- Implanter une stratégie d'exploration de l'espace pour permettre l'apprentissage[5].
- Valider ce modèle sur le contrôle d'un bras simulé.
- Évaluer la stabilité de l'apprentissage lorsque les paramètres du bras varient.

Il est fortement conseillé de prendre contact avant de choisir le sujet.

Bibliographie & Ressources

[1] *Dynamic Self-Organising Map* Nicolas P. Rougier, Yann Boniface in Neurocomputing, Elsevier, 2011, 74 (11), pp.1840-1847

<https://hal.inria.fr/inria-00495827/file/draft-revised.pdf>

[2] *Primate motor cortex and free arm movements to visual targets in three-dimensional space. II. Coding of the direction of movement by a neuronal population.* Georgopoulos AP1, Kettner RE, Schwartz AB. in J Neurosci. 1988 Aug;8(8):2928-37.

http://www.motorlab.neurobio.pitt.edu/pub/primate_motor_cortex_2.pdf

[3] *Les réseaux de neurones artificiels* C.Touzet in

http://www.touzet.org/Claude/Web-Fac-Claude/Les_reseaux_de_neurones_artificiels.pdf

- [4] *Online Learning of Visuo-Motor Coordination in a Humanoid Robot. A Biologically Inspired Model.* G.Schillaci, V.Hafner and B.Lara in 4th International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics
<http://ieeexplore.ieee.org/document/6982967>
- [5] *Behavioral Diversity Generation inAutonomous Exploration through Reuse of Past Experience* F.Benureau and P-Y.Oudeyer in Frontiers in Robotics and AI.
<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/frobt.2016.00008>

11 Comment scratch peut-il apprendre le langage naturel ? ou "Interfacer un modèle d'apprentissage de langage avec des vidéos issues de langages de programmation à boîtes..."

Equipe : BISCUIT

Encadrant(s) : Yann Boniface, Alain Dutech & Evelyne Jacquey

Contact : Yann.Boniface@loria.fr

Problématique de recherche :

Il s'agit de mettre en place un site permettant de collecter des données, dites corpus, pour apprendre à une intelligence artificielle[1] à commander un robot à partir du langage naturel.

L'équipe BISCUIT s'intéresse aux mécanismes de la cognition à des niveaux comportementaux et neuronaux. Nous nous intéressons plus particulièrement à la façon dont un agent cognitif (simulé par un robot par exemple) perçoit et représente son environnement, et sur les processus d'apprentissage de ces représentations par l'agent cognitif. Le langage naturel pouvant être l'un des supports de ces représentations, c'est dans ce cadre que nous nous intéressons au langage naturel, et plus particulièrement à l'évolution de la représentation du langage naturel.

Nous disposons d'un modèle d'apprentissage du langage naturel[2], développé par Xavier Hinaut au cours de sa thèse à Lyon. Ce modèle permet, à partir d'un réseau de neurones récurrent, d'analyser une phrase (une description d'action dans notre cas) pour en extraire les sujets, verbes, objets, etc. L'analyse réalisée est ensuite représentée selon un modèle proche de celui de la logique des prédicats. EX: Action = Un étudiant apporte un café à Pierre => Modèle de X.Hinaut => Prédicat = déposer, Agent = Etudiant, Patient = café, Récipient = Pierre

Nous souhaitons utiliser ce modèle pour associer des commandes de scripts avec du langage naturel. Pour ce faire, nous souhaitons développer un site web composé d'au moins deux parties, offrant ainsi :

1. Des méthodes pour "générer" les séquences vidéo utilisées dans la deuxième partie du site. On pourrait s'appuyer sur deux fonctionnalités :
 - charger des vidéos et les découper en séquences décrites par des commandes simples de type informatique : `agent.rapporter(café)`. Ce qui permet de disposer d'une sorte de dictionnaire : (actions, micro-séquences).
 - combiner ces micro-séquences en utilisant des séquences de commandes simples générées à partir de scripts, en partant d'outils existant comme scratch[1], PLM[4] ou autre.
2. Des méthodes pour que des internautes – observateurs "naïfs" – puissent décrire ces séquences vidéo en utilisant le langage naturel.
 - proposer aux internautes les séquences disponibles que les internautes peuvent décrire en langage naturel
 - proposer aux internautes les séquences disponibles que les internautes peuvent décrire en langage semi-naturel, écrit ou parlé[5].

A partir de ces éléments, nous pourrions alors construire un corpus associant des séquences de script [`agent.prendre(café)`, `agent.boire(café)`] à des descriptions en langage naturel ("Il a pris sa tasse de café pour la boire"). Ainsi, le modèle de langage permettra d'apprendre à associer séquences de scripts et commentaires.

Sujet :

Plus concrètement, au cours de ce projet il faudra,

- étudier et décrire le modèle d'apprentissage du langage naturel de Xavier Hinaut[2],

- étudier et tester les modèles de programmation à boîtes et en proposer un qui soit adapté au sujet,
- proposer un schéma d'association entre scripts et description des scénarios,
- mettre en place une première expérience sur un site web simple.

A noter que ce sujet est en commun avec le laboratoire de linguistique ATILF, équipe Lexique.

Il est fortement conseillé de prendre contact avant de choisir le sujet.

Bibliographie & Ressources

Directes

- [1] <http://ijcai-15.org/downloads/videos/competition/11-Humanoidly-Speaking.mp4>
- [2] "Constructions grammaticales et interactions homme-robot", chapitre 7 de la thèse de Xavier Hinaut.
- [3] <https://scratch.mit.edu/>
- [4] <http://www.loria.fr/~quinson/Teaching/PLM/>
- [5] <https://chrome.google.com/webstore/detail/voice-recognition/ikjmfndklfaonkodbnidahohdfbdhkn>

Moins directes

<http://codecombat.com/>
<http://www.lafermeduweb.net/billet/creer-un-cartoon-en-javascript-c-est-possible-102.htm>
<http://www.createjs.com/>
 Bombay TV
<http://www.lafermeduweb.net/billet/creer-un-cartoon-en-javascript-c-est-possible-102.html>

Environnement de travail (matériel, logiciel) :

Scratch, PLM, php, javascript. Un framework de type Slim pourra être utilisé. La compréhension et maîtrise des outils existants nécessitera Python & Linux.

12 Approximation polygonale et comparaison des formes

Equipe : ADAGIO

Encadrant(s) : Phuc NGO

Problématique de recherche :

L'approximation polygonale est un processus pour simplifier le contour d'une forme afin de produire un modèle plus simple sous la forme de polygones qui conservent les caractéristiques importantes de la forme originale. Les polygones sont souvent utilisés pour leur simplicité et bonne propriété. Dans les applications de traitement d'image, l'approximation polygonale est souvent utilisée pour représenter/approximer des objets dans l'image parce qu'ils permettent une description simple et efficaces de l'objet mais aussi le retrait du bruit présent éventuellement sur la forme. Dans la littérature, de nombreuses méthodes ont été proposées pour la polygonalisation du contour de l'objet, ainsi l'application du polygone simplifié dans le domaine de traitement d'images, par exemple, la compression de données, la comparaison des formes, ...

Dans ce contexte, nous nous intéressons particulièrement aux méthodes de simplification en utilisant une structure discrète de courbe proposé dans [1]. Plus précisément, le méthode consiste à déterminer les points saillants de la courbe. Ces points, nommée *points dominants*, sont ceux dont la valeur de courbure est localement maximale et permettent de caractériser la courbe (voir Figure 2). Puis un algorithme est appliqué sur le polygone formé par les points dominants détectés pour déterminer l'enveloppe convexe relative de ce polygone [2]. Le résultat obtenu est ensuite utilisé dans un processus de la reconnaissance de formes. Plus précisément, on dispose de plusieurs modèles de référence des formes et on vise à identifier et classer les formes, à partir des images en entrée, en comparant la similarité de la forme considérée par rapport à la forme référence en utilisant leurs polygones simplifiés (voir Figure 2).

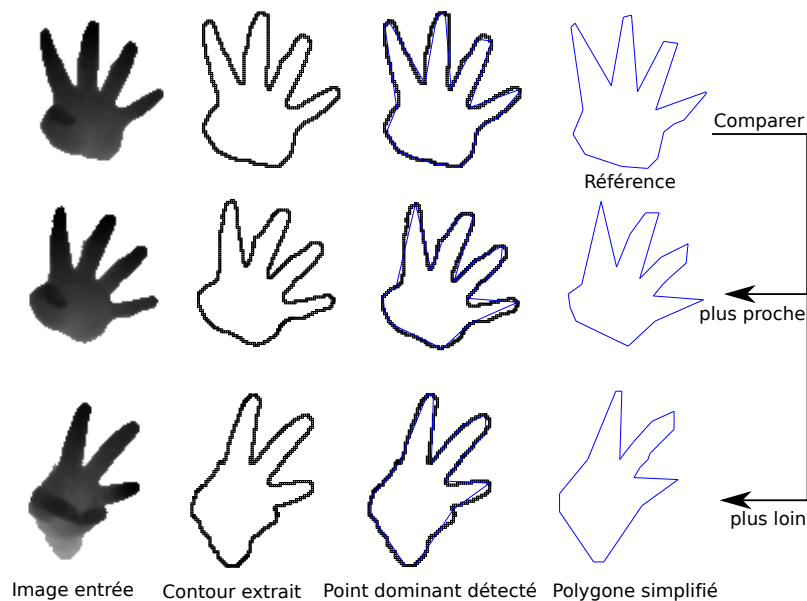


Figure 2: Exemples de polygonale simplification de la forme et la comparaison des polygones.

Sujet :

Une première étape de ce sujet sera d'étudier quelques méthodes existantes de simplification polygonale. En particulier, on pourrait s'inspirer la méthode basée sur la détection de points dominants dans [1] et puis implémenter l'algorithme de calcul de l'enveloppe convexe relative d'un polygone

proposé dans [2]. Ensuite, nous proposons d'examiner les mesures de similarité entre les polygones simplifiés de la forme pour la reconnaissance de formes. Notez que plusieurs problèmes sont considérés pour la comparaison des polygones telle que le changement d'échelle, la transformation (translation + rotation), ect. entre les polygones.

References

- [1] Ngo, P., Nasser, H., Debled-Rennesson, I.: Efficient dominant point detection based on discrete curve structure. In: IWCIA '15. LNCS, vol. 9448, pp. 143–156 (2015)
- [2] Wiederhold, P. and Reyes, H.,: Relative Convex Hull Determination from Convex Hulls in the Plane. In: IWCIA '15. LNCS, vol. 9448, pp. 46–60 (2015)

13 Remaillage de surfaces 3D à partir d'accumulation de vecteurs normaux

Equipe : ADAGIO

Encadrant(s) : B. Kerautret et Isabelle Debled-Rennesson

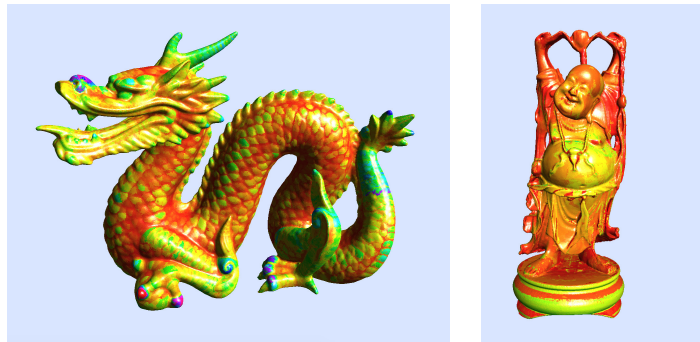
Problématique de recherche :

Ce sujet s'intéresse au problème de re remaillage de surface 3D exploitant un nouveau concept d'accumulation [2] (vote) et de confiance [1] défini en fonction des vecteurs normaux de la surface du maillage (calculés à partir des faces du maillage).

Sujet :

Pour commencer ce sujet, il s'agira dans un premier temps de lire, comprendre et implémenter dans le langage de son choix la méthode de calcul d'accumulation et de confiance. On pourra s'inspirer ou exploiter directement le code déjà existant disponible sur GitHub à l'adresse suivante: <https://github.com/kerautret/CDCVAM> (en cas d'une nouvelle implémentations vous pourrez directement exploiter les algorithmes décrits dans [1]).

Dans un second temps, l'objectif sera de définir une simple interface graphique permettant d'appliquer localement l'algorithme défini avec certains paramètres et de visualiser localement la distance d'accumulation maximale (voir image ci-dessous). Cette base permettra de tester des nouvelles idées pour imaginer des stratégies pour remailler un objet préalablement scanné.



Exemple de visualisation de la distance d'accumulation

References

- [1] On the implementation of centerline extraction based on confidence vote in accumulation map. 2016. To appear to RRPR 2006.
- [2] Bertrand Kerautret, Adrien Krahenbül, Isabelle Debled Rennesson, and Jacques-Olivier Lachaud. Centerline Detection on Partial Mesh Scans by Confidence Vote in Accumulation Map. 2016. To appears in ICPR 2016.

14 Interface pour la segmentation

Equipe : ADAGIO

Encadrant(s) : B. Kerautret

Problématique de recherche :

Ce sujet s'inscrit dans un des thèmes de recherche de l'équipe ADAGIO (géométrie discrète) et dans le domaine de la segmentation d'images en deux et trois dimensions. L'objectif de cette problématique est l'extraction des objets d'une image à partir de contraintes pouvant être de nature géométriques et/ou photométriques.

Sujet :

Pour commencer ce sujet, le binôme commencera par la lecture respective de deux articles traitant de la segmentation orientée super pixels et orientée arbre des composantes connexes [1, 2]. Différentes implémentations de ces algorithmes pourront être reprises et améliorées à partir de code (fournis) écrit en différents langages: c++ et java.

Un premier travail d'application sera la construction d'une démonstration en ligne telle que celle accessible sur le journal IPOL (<http://www.ipol.im>) (http://ipol-geometry.loria.fr/~kerautre/ipol_demo/). Il s'agira en particulier, de proposer la démonstration en ligne de l'algorithme des super pixels (2D, éventuellement en 3D). Les étudiants pourront s'appuyer sur des modèles d'exemples fournis par les encadrants. Les différentes démonstrations sont basées sur le langage python et un compte sur le serveur ipol du loria sera fourni pour chaque étudiant.

Dans une deuxième partie, il s'agira de construire des outils utiles pour l'extension en trois dimensions des différents algorithmes de segmentation étudiés dans la première partie. Ces outils sont liés à la segmentation: génération manuelle de marqueurs 3D en fonction de l'image traitée, extraction de composantes connexes 3D, extraction du bord de ces régions. Il existe des implémentations robustes de ces méthodes qu'on peut retrouver dans la bibliothèque DGtal (<http://dgtal.org>, <https://github.com/DGtal-team/DGtal>).

Le travail consistera à s'appropriier ses outils à partir des exemples déjà existants et de créer une interface graphique permettant d'appeler et gérer les algorithmes précédents (outils et segmentation 3D: super voxels, component tree). Le langage est au choix mais il doit pouvoir s'interfacer avec le code C++ de la bibliothèque DGtal (java, swift, python ou autre). Le travail pourra aussi s'effectuer sur terminaux mobiles telle qu'une tablette (sous ios ou android).

Suivant l'avancement des différentes parties précédentes, le travail pourra s'étendre avec l'étude d'estimateurs géométriques sur les objets résultants de la segmentation (mesure de courbure, de volume).

References

- [1] R. Achanta, A. Shaji, K. Smith, A. Lucchi, P. Fua, and S. Süsstrunk, "SLIC Superpixels Compared to State-of-the-Art Superpixel Methods," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 34, no. 11, pp. 2274–2282, Nov. 2012.
- [2] N. Passat, B. Naegel, F. Rousseau, M. Koob, and J.-L. Dietemann, "Interactive segmentation based on component-trees," *Pattern Recognition.*, vol. 44, no. 10–11, pp. 2539–2554, Nov. 2011.

15 Apprentissage automatique, web et parallélisme

Equipe : ABC

Encadrant(s) : Fabien Lauer

Problématique de recherche :

L'apprentissage automatique est aujourd'hui de plus en plus présent dans les applications utilisées quotidiennement par le grand public. Cependant, ces techniques requièrent des ressources de calcul importantes et sont encore souvent implémentées avec une approche client-serveur où les données des utilisateurs sont transférées sur internet et analysées par un tiers.

Le projet MLweb [1] a pour vocation à rendre les méthodes de l'état de l'art en apprentissage facilement disponible sur le web, dans une approche où tous les calculs s'effectuent du côté client. Cela impose des contraintes en termes de puissance de calcul. Cependant, les technologies web sont en constante évolution et offrent aujourd'hui de nouvelles opportunités.

Sujet :

Le cœur du projet MLweb est le développement d'une bibliothèque JavaScript permettant l'inclusion rapide et simple de fonctions d'apprentissage dans des pages ou applications web. Celle-ci se décompose en deux niveaux : LALOLib, qui se concentre sur les fonctions mathématiques de base, et ML.js, qui s'appuie sur LALOLib pour implémenter des fonctions d'apprentissage. Le projet inclut également LALOLab, un environnement de développement "à la Matlab" permettant de tester rapidement les fonctions d'apprentissage.

Le travail proposé concerne l'étude des nouvelles fonctionnalités JavaScript pour le calcul parallèle (Web workers, `SharedBufferArray`, `Atoms`) et de leur éventuel intérêt pour MLweb. Les tâches à réaliser seront les suivantes.

1. Prise en main de MLweb et des technologies JavaScript pour le calcul parallèle : cette partie pourra par exemple chercher à implémenter la multiplication matricielle en parallèle dans LALOLib.
2. Parallélisation de divers algorithmes d'apprentissage : on pourra par exemple s'intéresser aux SVMs traitant les problèmes multi-classe par une méthode de décomposition ou paralléliser les M-SVMs comme dans [2].
3. Analyse des résultats : mise en évidence de cas où la parallélisation permet de gagner un temps significatif, quantification des gains...

References

- [1] F. Lauer. MLweb: a suite of tools for machine learning on the web, 2014. <http://mlweb.loria.fr>.
- [2] F. Lauer and Y. Guermeur. MSVMpack: a multi-class support vector machine package. *Journal of Machine Learning Research*, 12:2269–2272, 2011. <http://www.loria.fr/~lauer/MSVMpack>.

16 Recherche arborescente Monte-Carlo pour l'apprentissage de fonctions affines par morceaux

Equipe : ABC

Encadrant(s) : Fabien Lauer

Problématique de recherche :

De nombreuses méthodes satisfaisantes de régression linéaire et non linéaire sont aujourd'hui disponibles. Cependant, celles-ci reposent sur l'hypothèse que la fonction à apprendre est suffisamment lisse, et ne sont donc pas adaptées à l'apprentissage de fonctions uniquement lisses par morceaux et possédant des sauts (de valeur ou de dérivée). Pour le cas particulier des fonctions affines par morceaux, de nombreux travaux proposent des heuristiques, car les algorithmes exactes pour la minimisation de l'erreur d'un modèle affine par morceaux possèdent une complexité bien trop élevée [2].

Sujet :

Le but de ce sujet est d'évaluer la pertinence d'une approche de recherche arborescente Monte-Carlo (MCTS) [1] pour la régression affine par morceaux. Les tâches à réaliser seront les suivantes.

1. Recherche bibliographique sur les méthodes classiques de régression affine par morceaux et les liens éventuelles avec la recherche arborescente.
2. Formulation du problème comme une recherche arborescente et d'une ou plusieurs approches basées sur MCTS.
3. Implémentation et évaluation de ces approches.

References

- [1] C.B. Browne, E. Powley, D. Whitehouse, S.M. Lucas, P.I. Cowling, P. Rohlfshagen, S. Tavener, D. Perez, S. Samothrakis, and S. Colton. A survey of Monte Carlo tree search methods. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 4(1):1–43, 2012.
- [2] F. Lauer. On the complexity of piecewise affine system identification. *Automatica*, 62:148–153, 2015.

17 Algorithmique sur les grands graphes

Equipe : CARTE

Encadrant(s) : Emmanuel Jeandel

Problématique de recherche :

De nombreux problèmes, pratiques ou théoriques, nécessitent la manipulation de grandes données, en particulier de données qui ne peuvent pas passer dans la mémoire d'un ordinateur. Pour les problèmes de graphe, on distingue plus généralement deux types d'algorithmes : les algorithmes semi-externes, où les sommets peuvent être manipulés en mémoire et pas les arêtes, et les algorithmes externes, où les sommets ne peuvent pas être manipulés en mémoire.

Sujet :

Le but est de manipuler des gros graphes et en particulier de réfléchir à la conception et l'implémentation de deux routines élémentaires : parcours en profondeur et produit tensoriel. Au minimum il sera attendu la réalisation d'un algorithme de tri efficace des arêtes d'un graphe.

18 Détection de la langue dans un flux audio

Equipe : MULTISPEECH

Encadrant(s) : Dominique Fohr et Odile Mella

Problématique de recherche :

La reconnaissance automatique de la parole consiste à fournir le texte correspondant à un signal audio. Pour cela, les systèmes de reconnaissance actuels utilisent plusieurs sources de connaissances :

- des modèles acoustiques représentant la façon dont sont prononcés les sons de la parole
- la liste des mots susceptibles d'être reconnus par le système
- un modèle de langage qui estime la probabilité d'une séquence de mots.

Ces sources de connaissances sont dépendantes de la langue que l'on souhaite reconnaître alors que dans de nombreux cas réels le signal audio peut contenir des mots qui ne sont pas de langue reconnue par le système de reconnaissance ce qui conduit à une mauvaise reconnaissance. Un exemple est donné par le sous-titrage d'un reportage contenant une interview dans un pays étranger. Le signal de parole comporte quelques mots de langue étrangère avant de continuer en français. L'objectif de ce projet est de détecter automatiquement ce changement de langue.

Sujet :

L'objectif de ce projet est de détecter automatiquement le changement de langue dans le signal audio en utilisant un système à base de réseaux de neurones profonds. Pour cela :

- dans un premier temps les étudiants se familiariseront avec le concept de réseau de neurones artificiels et une ou deux architectures de réseaux de neurones profonds (DNN) ;
- ils devront ensuite construire un système de détection en utilisant une bibliothèque de haut niveau permettant de construire ces architectures ;
- puis ils prépareront les données audio permettant l'apprentissage automatique de ce système de détection;
- enfin ils évalueront leur système sur des données de test.

Références

https://interstices.info/jcms/p_83372/1-apprentissage-profond-une-idee-a-creuser
Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press. Disponible à <http://www.deeplearningbook.org/>

19 Gestion par SDN de la qualité de service temps réel dans les réseaux TSN

Equipe : MADYNES

Encadrant(s) : Ye-Qiong Song (song@loria.fr)

Problématique de recherche :

Dans le cadre du projet RETINA (www.retinaproject.eu), nous envisageons d'utiliser un contrôleur SDN (Software Defined Network) pour reconfigurer dynamiquement des commutateurs Ethernet TSN (Time Sensitive Network) afin d'assurer la qualité de service temps réel de réseaux TSN dans des applications embarquées dans l'automobile.

Sujet :

L'objectif premier de ce projet d'initiation à la recherche M1 est de proposer un premier contrôleur SDN basé sur OpenDaylight pour contrôler la qualité de service temps réel d'un commutateur open switch de DELL (Dell-Networking S3048-ON) ou un Open vSwitch.

Comme il n'existe pas encore de commutateur TSN commercialisé, le second objectif est d'ajouter des fonctionnalités spécifiques de TSN dans un open switch ou un open vSwitch.