

UNIVERSITY OF HAUTE-ALSACE, MULHOUSE, FRANCE
Institut de Recherches en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal

Proposition de thèse : évaluation du risques routier par approche bayésienne dans le contexte de véhicules communicants

L'inattention et l'inconscience du conducteur sont les principales causes des accidents de la route. L'un des moyens d'améliorer la sécurité routière consiste à mettre au point des systèmes d'aide à la conduite (ADAS). Des systèmes tels que l'ABS ou l'ESP font déjà partie de l'équipement standard des voitures particulières. Le dernier stade des ADAS est le véhicule autonome. En attendant, une solution intermédiaire peut être d'estimer (en temps réel) le risque de conduite pour alerter (premier seuil) ou assister (deuxième seuil) le conducteur. Cette estimation ne peut pas seulement être utilisée pour les véhicules conduits par des conducteurs humains, mais elle est également intéressante dans le cas des voitures autonomes. En effet, la conduite sans risque est impossible, quelle que soit la technique utilisée.

L'un des axes de recherche de notre groupe porte sur l'évaluation des risques routiers. Pour modéliser le conducteur, la voiture et l'environnement (influence de la météo, de l'infrastructure, du trafic, etc.), nous utilisons réseaux Bayésiens. Ces réseaux sont un outil puissant pour modéliser des systèmes hautement non linéaires et incertains. De plus, la classification fournit naturellement une estimation de probabilité pour chacun des états (nœuds), notamment pour les nœuds de risque. Un autre outil utilisé est Réseaux Véhiculaires Ad-hoc (VANET) qui permettent la communication entre véhicules (V2V). De cette façon, chaque véhicule communique ses données (position, vitesse, accélération, etc.) aux autres véhicules à proximité, ce qui permet une estimation plus précise des risques.

Nous avons déjà développé un premier outil d'estimation qui analyse deux différents risques [1], [2]. Le premier est la collision entre deux véhicules sur la même voie, le second, le risque de sortie de voie lorsque la vitesse du véhicule à l'approche d'une courbe est trop élevée par rapport au rayon de courbure et à la décélération maximale atteignable (interface pneu-route, performance de freinage, etc.).

Plutôt que d'implémenter des situations de risque supplémentaires, l'objectif de la thèse proposée est de voir si l'utilisation des chaînes de Markov peut renforcer la capacité d'anticipation et ainsi réduire le risque pour une situation donnée. Bien sûr, comme dans tout travail de recherche, le sujet annoncé peut être adapté en fonction des résultats intermédiaires et de l'émergence de nouvelles idées.

Des compétences en Matlab, réseaux bayésiens ou chaînes de Markov sont appréciées mais pas absolument nécessaires.

Contact :

Pr. Michel Basset (michel.basset@uha.fr), tél. : +33 (0)3 89 33 69 45

12, rue des Frères Lumière, F-68093 MULHOUSE Cedex

ou : Thomas Sproesser (thomas.sproesser@uha.fr), tél. : + 33 (0)3 89 33 69 31

12, rue des Frères Lumière, F-68093 MULHOUSE Cedex

- [1] Risks Level Assessments for Automotive Application
J.N. Russo, Th. Sproesser, F. Drouhin and M. Basset
Proceedings of the 9th IFAC Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles, Leipzig 2016
- [2] Risk Level Assessment for Rear-End Collision with Bayesian Network
J.N. Russo, Th. Sproesser, F. Drouhin and M. Basset
Proceedings of the 20th IFAC Worldcongress, Toulouse, July 2017

UNIVERSITY OF HAUTE-ALSACE, MULHOUSE, FRANCE
Institut de Recherches en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal

**PhD proposal: Deep learning pour la protection et l'optimisation
des bâtiments intelligents**

Description du sujet de thèse

Les bâtiments intelligents comportent de plus en plus d'objets communicants qui génèrent d'énormes quantités de données. Les protocoles utilisées sont très variées : réseaux IP (support d'internet), LoRaWan (utilisé dans l'internet des objets), KNX, mobius, BACnet (protocoles spécifiques à la domotique). Ces écosystèmes sont interfacées et communiquent entre elles, elles sont donc potentiellement vulnérable à des cyberattaques qui peuvent être désastreuses : coupures de congélateurs, de chauffage, perturbation d'un système d'alarme, blocage d'un assesseur, etc.

Dans le domaine des réseaux, il existe des détecteurs d'intrusion qui analyse le trafic réseaux pour prévenir et anticiper les attaques. Le travail que nous proposons est l'élaboration d'un tel équipement pour les bâtiments intelligent, mais qui ne sera pas limité à la seule action de protection. Le fait d'analyser les différentes communications bâtimentaires permet assurer une fonction de protection (détection des menaces) mais aussi de proposer des scénarios pour automatiser la gestion du bâtiment et sécuriser ses infrastructures.

Dans ce travail de thèse, nous proposons d'utiliser les outils de l'intelligence artificielle, notamment le deep learning, pour assurer l'adaptation de l'équipement d'analyse à la spécificité du bâtiment et assurer sa sécurité et pour simplifier la configuration de l'équipement. Un nombre important de données devra être analysé, ces données sont généralement hétérogènes, et ceci tout en prenant en compte des paramètres différents et variés.

La thèse se déroulera comme suit :

- Définition d'une ontologie pour unifier les données recueillis par différentes sources
- Modélisation et apprentissage d'un réseau de neurones dans le but de détecter les menaces
- Modélisation et apprentissage d'un réseau de neurones pour optimiser la gestion d'un bâtiment
- Mise en commun des deux apprentissages
- Création du logiciel et application à un bâtiment existant.

For more information, contact:

Dr. HDR Marc Gilg
Tel 03 89 20 23 68
Email : marc.gilg@uha.fr

Pr. Patrice Wira.
Tel. : (+33) 3 89 33 60 82
Email : patrice.wira@uha.fr

- [1] Black Hole attack detection and ignoring in OLSR protocol, Kamel Saddiki, Sofiane Boukli-Hacene, Pascal Lorenz, Marc GILG, Int. J. of Trust Management in Computing and Communications, 2017, vol 4. no. 1, pp. 75-93
- [2] Internet of Things for Smart Cities, A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista and M. Zorzi, IEEE Internet of Things Journal, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, Feb. 2014

-- Interopérabilité des technologies de communication dans les
réseaux véhiculaires dans un contexte de villes intelligentes --
– Sujet de thèse de doctorat en informatique –

Directeur de thèse	Benoît Hilt
Co-encadrants	Sébastien Bindel, Frédéric Drouhin
Laboratoire d'accueil	IRIMAS (EA7499)
Équipe de recherche	Réseaux et Télécommunications
Lieu	34 rue du Grillenbreit, Colmar (FR)
Durée de la thèse	3 ans

Introduction et problématiques

L'une des thématiques de recherche de l'équipe Réseaux et Télécommunications du laboratoire IRIMAS portent sur les réseaux véhiculaires. Dans ce domaine nous avons obtenu des résultats significatifs concernant la prédiction de rupture de lien [GHD⁺14] [LDD⁺16] [BCH16] mais également en terme de diffusion de données [DL16] dans les réseaux véhiculaires et plus globalement dans les réseaux de systèmes autonomes mobiles communicants [BCHL17]. L'intérêt principal de notre approche est de coupler des compétences dans le domaine des communications réseaux mais également du traitement du signal ce qui permet d'avoir une connaissance complète du système de communication que ce soit un niveau logiciel ou matériel.

Nous sommes également soutenus par l'université de Haute-Alsace qui a financé à travers un projet BQR (innovant et risqué) la suite de nos travaux portant sur la modélisation des symboles OFDM erronés pour permettre de caractériser les liens sans fil.

Dans un nouveau projet, nous souhaitons travailler sur la communication entre les véhicules et la ville intelligente. Une telle approche permettrait d'ouvrir un champ d'application important tel que la gestion du trafic en temps réel. Cette problématique constitue un enjeu majeur, puisque durant la période 2011-2016 le nombre de véhicules particuliers a augmenté (+742000) comme celui du nombre de kilomètres parcouru par véhicules (+582) [INS17b]. En parallèle, la hausse des immatriculations des véhicules neufs [INS17a] qui possèdent des interfaces de communications (Bluetooth, Wi-Fi et le réseau cellulaire via les smartphones) permettent aux véhicules de communiquer entre eux ou avec une infrastructure existante. Il devient alors possible de faire communiquer les véhicules entre eux mais également avec les infrastructures de la ville. L'objectif de la thèse serait d'étudier les interactions possibles entre les véhicules et les infrastructures de la ville intelligente (smart city).

Programme de la thèse

Le sujet de thèse proposé s'inscrit dans la continuité d'une thèse menée actuellement dans l'équipe. Les contributions attendues de cette thèse s'articuleront sur plusieurs axes à la fois théoriques et expérimentaux. Concernant les aspects théoriques, ils s'appuieront sur la théorie des graphes afin de développer des algorithmes de découverte des véhicules ainsi que de diffusion de données. Ces algorithmes devront prendre en compte la charge des données à transmettre ainsi que de la capacité du média. L'objectif est de trouver un optimum entre capacité du lien et la charge des données à transmettre des véhicules. Les algorithmes conçus seront prototypés et validés avec le simulateur JBotSim

[Cas15]. Le second aspect sera orienté ingénierie des protocoles où l'objectif est de concevoir un protocole applicatif qui permettra d'échanger des informations entre les véhicules et l'infrastructure urbaine. Ce protocole devra pouvoir être déployé sur les réseaux Wi-Fi, Bluetooth et cellulaires (4G/5G) avec une contrainte d'être minimaliste en terme de taille des messages échangés afin de réduire la charge réseau et extensible pour de futures applications. La solution développée sera prototypée et testée avec le simulateur de réseau ns-3 [RH10]. Un démonstrateur physique sera développé et testé sur une flotte de véhicules électriques autonomes communicants dans le cadre du projet SMART-UHA.

Sa mise en œuvre permettra de capitaliser des résultats que nous avons obtenus antérieurement. Elle constituera un point de départ pour le développement de solutions innovantes autour des véhicules communicants et la ville intelligente de demain. Par ailleurs, il n'existe pas aujourd'hui à notre connaissance de proposition opérationnelle allant dans ce sens.

Le programme de la thèse est le suivant :

- réalisation de l'état de l'art du domaine
 - étude des différentes technologies de communication véhiculaire
 - étude des algorithmes liés aux graphes dynamiques et aux arbres couvrants avec contraintes
 - étudier les champs d'applications possibles
- conception des solutions
 - algorithmes de détection des véhicules et de diffusion de données gérant la mobilité
 - protocole de routage gérant les interfaces multiples
 - protocole applicatif d'échange de données générique entre l'infrastructure urbaine et les véhicules
- Conception d'un démonstrateur
 - choix d'une application de test
 - modélisation et validation
- prototypage d'un démonstrateur
 - réalisation des solutions conçues
 - mise en œuvre du démonstrateur

Références

- [BCH16] Sébastien Bindel, Serge Chaumette, and Benoît Hilt. F-ctx : a predictive link state estimator for mobile networks. *EAI Endorsed Transactions on Mobile Communications and Applications*, 16(7), 6 2016.
- [BCHL17] S. Bindel, S. Chaumette, B. Hilt, and P. Lorenz. S-rogue : Routing protocol for unmanned systems on the surface. In *2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, pages 1–7, May 2017.
- [Cas15] Arnaud Casteigts. JBotSim : a tool for fast prototyping of distributed algorithms in dynamic networks. In *Proceedings of the 8th international ICST conference on simulation tools and techniques, SIMUTools'15, Athens, Greece*, 2015.
- [DL16] S. Dahmane and P. Lorenz. Weighted probabilistic next-hop forwarder decision-making in vanet environments. In *2016 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*, pages 1–6, Dec 2016.

- [GHD⁺14] H. Gabteni, B. Hilt, F. Drouhin, J. Ledy, M. Basset, and P. Lorenz. A novel predictive link state indicator for ad-hoc networks. In *2014 IEEE Global Communications Conference*, pages 149–154, Dec 2014.
- [INS17a] INSEE. Statistique sur les immatriculations de véhicules neufs en 2016. www.insee.fr/fr/statistiques/2012702, Feb 2017.
- [INS17b] INSEE. Statistique sur les véhicules en service en 2016. www.insee.fr/fr/statistiques/2045167, Oct 2017.
- [LDD⁺16] J. Ledy, F. Drouhin, J. Daniel, M. Basset, B. Hilt, H. Gabteni, and P. Lorenz. Data fusion for a forecasting link state indicator in vanets. In *2016 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*, pages 1–6, Dec 2016.
- [RH10] George F. Riley and Thomas R. Henderson. *The ns-3 Network Simulator*, pages 15–34. Springer Berlin Heidelberg, 2010.

SUJET DE THESE

- **Titre** : Optimisation combinatoire pour le déploiement d'infrastructures de recharge pour véhicules électriques.
- **Encadrants** : L. Moalic, L. Idoumghar
- **Contacts** : laurent.moalic@uha.fr, lhassane.idoumghar@uha.fr
- **Lieu** : Université de Haute Alsace
- **Durée** : 36 mois

Sujet

Le développement de la mobilité électrique est plus que jamais au cœur des orientations stratégiques à travers le monde. Cette rupture avec les mobilités thermiques, pour être efficace et avoir un impact significatif sur l'environnement notamment, doit s'accompagner de la mise en place d'infrastructures de recharge à grande échelle. Une telle transition doit se faire dans un souci de rationalisation des dépenses pour les collectivités d'une part, mais également à travers le choix d'implantations pertinentes pour positionner les infrastructures de recharge, ainsi qu'à travers un dimensionnement approprié.

Le domaine scientifique de l'optimisation combinatoire joue dans ce domaine, comme dans de nombreux domaines stratégiques, un rôle déterminant. En particulier, la conception de nouvelles heuristiques doit permettre de résoudre des problèmes toujours plus complexes, là où les méthodes exactes se révèlent être inopérantes.

Les métaheuristiques hybrides constituent aujourd'hui un axe en fort développement. Elles ont déjà fait leurs preuves à travers l'hybridation d'heuristiques, tel que dans le domaine des algorithmes mémétiques où se mêlent recherche locale et approche générique. Un pan important reste toutefois à explorer. L'hybridation d'heuristiques et de méthodes exactes, par exemple, fait partie des orientations prometteuses pour résoudre des problèmes complexes de façon de plus en plus efficace. Par ailleurs, la complexification des heuristiques s'accompagne souvent d'une augmentation du nombre de paramètres à fixer. La détermination de ces paramètres, étroitement liés au problème considéré, est un challenge en lui-même. L'injection de mécanismes d'apprentissage à l'intérieur des heuristiques doit permettre de les rendre plus opérationnel, dans un cadre le plus large possible, tout en limitant le nombre de paramètres à « tuner ».

La thèse proposée ici vise à proposer de nouvelles métaheuristiques incluant de tels mécanismes d'apprentissage pour explorer de façon pertinente l'espace de recherche d'un problème donné. Le cas d'étude retenu dans cette thèse est la localisation et le dimensionnement d'infrastructures de recharge pour véhicules électriques. Une analyse croisée sera faite entre recharge par bornes « classiques » et recharge par un dispositif « sans contact », dans lequel les véhicules se rechargent en roulant.

Prérequis

- Le candidat doit avoir un master recherche ou équivalent en informatique ou en mathématiques appliquée. Le candidat doit avoir une bonne connaissance dans les domaines suivants : métaheuristiques, méthodes exactes, techniques d'apprentissages.
- Langage de programmation : C++
- Le candidat doit avoir un bon niveau en anglais.

SUJET DE THESE

- **Titre** : Contrôle de patrouille dynamique de drones
- **Encadrants** : Lhassane Idoumghar et Fabrice Lauri
- **Contact** : fabrice.lauri@utbm.fr, lhassane.idoumghar@uha.fr
- **Lieu** : Université de Haute Alsace
- **Durée** : 36 mois

Introduction

Un drone, ou *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), est un véhicule aérien sans pilote.

Les drones sont élaborés, fabriqués et déployés actuellement dans plusieurs pays dans le monde. Comparés à des avions avec pilotes, les drones furent initialement utilisés pour des missions trop "sales ou dangereuses" pour des humains.

Alors qu'ils étaient originellement destinés à des applications militaires, leurs applications se sont rapidement étendues aux domaines commerciaux, ludiques, scientifiques, à l'agriculture, et à d'autres domaines comme la surveillance, la livraison de produits, la photographie et la vidéo aériennes, la course de drones...

Les drones civiles surpassent maintenant en nombre les drones militaires, avec plusieurs millions vendus ces 5 dernières années.

Sujet

L'objectif de cette thèse est d'étudier, développer et valider de nouvelles approches de contrôle autonome pour permettre à une patrouille dynamique de drones de réaliser des tâches de navigation pour la surveillance ou la livraison de produits par exemple.

Dans une patrouille dynamique, des drones peuvent être insérés ou éjectés de la patrouille.

Les drones sont équipés de différents capteurs dont les informations peuvent être agrégées et ensuite exploitées pour permettre un contrôle efficace.

Les méthodes proposées devront intégrer des informations provenant de différents modules (comme le module contrôlant les moteurs, le module de configuration globale de la patrouille ou le module d'évitement d'obstacles) à des échelles de temps différents.

Les méthodes proposées seront évaluées expérimentalement en simulation et sur des drones réels.

Prérequis

- Le candidat doit avoir un master recherche ou équivalent en informatique ou en mathématiques appliquée. Le candidat doit avoir une bonne connaissance dans les domaines suivants : métaheuristiques, techniques d'apprentissages.
- Langage de programmation : C++ /Python.
- Le candidat doit avoir un bon niveau en anglais.

UNIVERSITY OF HAUTE-ALSACE, MULHOUSE, FRANCE
Institut de Recherches en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal

PhD proposal: Imperfection management for autonomous cars perception and navigation
--

Sujet de thèse : Gestion des incertitudes pour la perception et la planification des véhicules autonomes



Figure 1: Véhicule ARTEMIPS de l'IRIMAS

L'équipe MIAM du département ASI de l'Institut de Recherches en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS) a développé une expertise importante sur le thème de la mobilité et des véhicules autonomes en particulier. Ses travaux vont de la perception multisensorielle de l'environnement à la planification de trajectoires et le contrôle-commande. Les travaux visés par cette thèse concernent la perception et la planification de trajectoires en présence d'incertitudes de perception. Ainsi, le but de cette thèse est de poursuivre les recherches de l'équipe MIAM en développant des solutions de perception basées multicapteurs (Lidars 2D-3D, caméras, caméras 3D) pour la reconstruction de l'environnement et la détection d'objets. Le candidat s'intéressera aux méthodes de représentation formelle de gestion des incertitudes (théories de l'incertain) en vue de l'élaboration en temps-réel du modèle de l'environnement. Ce modèle sera par la suite exploité par des solutions de planification de trajectoires robustes aux incertitudes. Pendant cette thèse, le candidat traitera des thématiques telles la fusion de données mult-capteurs, la détection d'objets ou la reconstruction de l'environnement. L'apport de ses développements seront montrés par leur mise en œuvre en conditions réelles grâce aux plateformes expérimentales de l'IRIMAS (cf. Figure 1).

Le travail théorique et expérimental se fera en collaboration avec Institut National des Télécommunications et des Technologies de l'Information et de la Communication d'Oran. Il sera dirigé par le Prof. Jean-Philippe Lauffenburger et encadré par le Dr. Mohammed Boumediene de l'Institut d'Oran. Le candidat devra avoir un intérêt certain pour la robotique et les systèmes embarqués et de solides compétences en mathématiques (théorie des probabilités, mathématiques appliquées) ainsi qu'en informatique (C, C++ et/ou python) pour la mise en œuvre de ses développements.

Pour plus d'informations, contacter : Pr Jean-Philippe Lauffenburger & Dr. Mohammed Boumediene, Tel : +33 3 89 33 69 26, email : jean-philippe.lauffenburger@uha.fr, mj.boumediene@yahoo.com

Algorithmes d'apprentissage machine au service des bâtiments intelligents
Machine learning algorithms for smart buildings

Les techniques d'apprentissage machine (le « machine learning » en anglais) ont démontré depuis quelques années leurs excellentes capacités à appréhender des quantités massives d'information pour réaliser des tâches telles que analyser, classifier, identifier, modéliser, prédire... [1]

L'objectif de cette thèse est d'explorer des méthodes d'apprentissage machine appliquées à des données issues de capteurs autonomes et connectés [2]. Il s'agit notamment de traiter de très grandes masses de données (appelé en anglais « Big Data ») afin d'en extraire un ou plusieurs modèles capables de comprendre ou de reproduire les processus ayant généré ces données avec parfois des comportements différents ou divergents. Les méthodes développées serviront à analyser les consommations énergétiques mesurées dans des bâtiments [3] pour en déduire des usages et optimiser leurs modes de fonctionnement. Un bâtiment est un système complexe ; il est très difficile d'établir un modèle précis capable de tenir compte à la fois du contexte environnemental (climat extérieur) et des usagers. La plateforme comme celle représentée par la Figure 1 est constituée de plusieurs capteurs qui ensemble peuvent générer plusieurs milliers de données par jour. Seules des approches basées sur des données peuvent les exploiter efficacement [3].

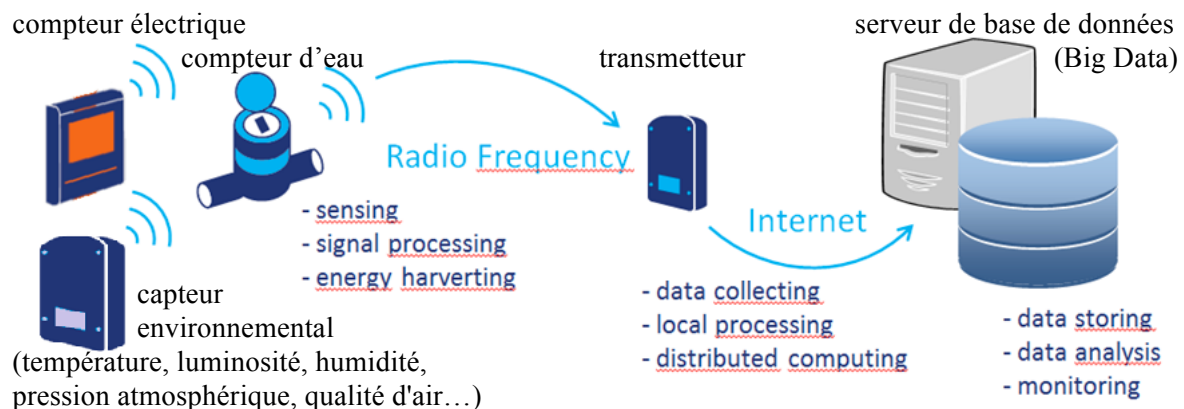


Figure 1: Architecture des capteurs intelligents au service d'un bâtiment intelligent.

Les modèles d'apprentissage proposés devront être capables d'identifier les appareils branchés sur un réseau de distribution électriques, d'analyser des consommations d'eau [4], de classifier les comportements des utilisateurs, voire même de détecter des comportements à risque.

For more information, contact:

Pr. Patrice Wira.

61 rue Albert Camus, 68093 Mulhouse Cedex France

Tel. : (+33) 3 89 33 60 82 – Email : patrice.wira@uha.fr

- [1] M.-R. Amini, Apprentissage machine: De la théorie à la pratique. Concepts fondamentaux en Machine Learning: Eyrolles, 2015.
- [2] J. Spiegel, P. Wira, and G. Hermann, Energy efficiency optimization in fluid flow metering, 19th International Conference on Industrial Technology (IEEE ICIT 2018), Lyon, France, 2018
- [3] K. Amasyali and N. M. El-Gohary, A review of data-driven building energy consumption prediction studies, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 81, p. 1192-1205, 2018
- [4] B. Ellert, S. Makonin, and Fred Popowich, Appliance Water Disaggregation via Non-Intrusive Load Monitoring (NILM), in Smart City 360°, p. 455-467, 2016

PhD proposal: Light-Field Camera for Autonomous Cars Navigation

Sujet de thèse : Utilisation des caméras light field pour la navigation des véhicules autonomes



Figure 1: Véhicule ARTEMIPS équipé d'une caméra light field

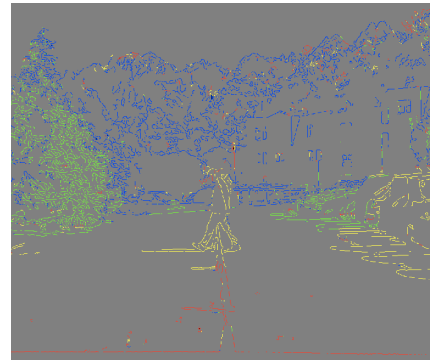


Figure 2: Résultat de segmentation en 4 zones de profondeur

Le département ASI de l'Institut de Recherches en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal) s'intéresse depuis quelques années à un nouveau type de caméra : la caméra **light field**. Ce type de caméra a la particularité de capter à la fois l'intensité lumineuse d'une scène comme un appareil photographique classique, mais aussi la direction d'arrivée des rayons lumineux. Cette seconde information permet à partir d'un algorithme spécifique de récupérer l'information de profondeur du champ lumineux c'est-à-dire obtenir des informations 3D sur la scène. Dans ce contexte avec le développement rapide des véhicules autonomes (une autre thématique de recherche de l'IRIMAS) nous étudions aujourd'hui la potentialité de ce type de capteur pour les voitures autonomes. Le but de cette thèse est d'explorer l'utilisation des caméras **light field** dans le domaine de la perception des plateformes de robotiques mobiles. En particulier le candidat s'intéressera au développement d'algorithmes de reconstruction temps-réel de l'environnement proche du véhicule (Figure 2), à partir des données images light field ainsi que des données provenant des autres capteurs qui équipent le véhicule (Lidar, IMU, GPS). Le modèle de l'environnement généré sera par la suite utilisé pour la navigation automatique du véhicule. Pendant ses recherches le candidat abordera des thématiques comme la détection et la reconnaissance d'objet ainsi que la localisation et cartographie simultanées (SLAM). Il devra démontrer l'apport des caméras light field par rapport aux différents capteurs de perception usuels. Pour la phase d'expérimentation en données réelles, le candidat disposera du véhicule de l'IRIMAS, ARTEMIPS (voir Fig.1).

Ces travaux font suite aux travaux récents de Cécile Riou qui vient de soutenir en décembre 2017 sa thèse intitulée « Architectures et apports de systèmes de vision light field pour la vision par ordinateur » [1]. Les travaux seront dirigés par le Pr. Christophe Cudel et encadrés par le Dr. Stéphane Bazeille, de l'Université de Haute-Alsace. En plus d'un intérêt certain pour les systèmes embarqués et la robotique, le candidat pour cette thèse devra avoir de solides compétences en mathématiques et en informatique notamment en langage C et Python. Des compétences en optique et traitement d'image et nuages de points seraient un plus.

Pour plus d'information veuillez contacter : Pr. Christophe Cudel & Dr. Stéphane Bazeille
Tél: + 33 (0)3 89 33 76 68, email : prenom.nom@uha.fr

Sujet de Thèse :

Imagerie « light-field » : perception visuelle et mesures 3D

Sujet et Contexte

Le domaine des caméras dites « light-field » ou « plénoptiques » ouvre de nouvelles perspectives dans le domaine de la vision 3D. Ces dispositifs capturent, en une seule acquisition, des vues décalées d'une scène. La combinaison de ces vues permet par exemple l'extraction d'informations 3D ou bien encore la re-focalisation de l'image sur un point d'intérêt particulier de la scène.

Les différents travaux menés dans le domaine étudient l'apport de ces caméras pour la navigation visuelle, la vélocimétrie, la reconstruction 3D ou la création d'images de profondeurs. Néanmoins, différents aspects de la vision plénoptique ne sont pas encore connus à ce jour, par exemple l'intérêt de la re-focalisation numérique pour vision.

Ce dernier point commence à être étudié par le laboratoire IRIMAS (BQR UHA) Les premiers résultats montrent qu'un dispositif light-field permet d'aborder la mesure 3D en exploitant la perception visuelle au sein des images re-focalisées numériquement. À partir de ce travail, nous avons identifié que les domaines de la navigation visuelle et du contrôle par vision pourraient être abordés de façon alternative avec cette approche.

Ce sujet vise également à étendre le concept de la vision light-field, en la couplant à d'autres modes d'imagerie, comme par exemple l'imagerie par déflectométrie. La déflectométrie est une technique qui permet de réaliser des mesures de planéité et de courbure pour des surfaces réfléchissantes. Le principe de cette technique est d'analyser les déformations d'une image réfléchi sur une surface par rapport à l'image d'origine. Son principal intérêt est sa capacité de détection pour isoler de faibles irrégularités sur des surfaces lisses. Cependant, utilisé seul, ce mode d'imagerie ne permet pas de réaliser des mesures métriques de surfaces. Nous proposons donc le couplage de l'imagerie de déflectométrie avec l'imagerie light-field afin de développer une technique de « déflectométrie light-field ».

Ces travaux font appel à différentes compétences du laboratoire IRIMAS: géométrie 3D, vision, optique, traitement de nuages de points, optimisation algorithmique. Les connaissances développées au cours de cette thèse pourront trouver des domaines de valorisation liés au véhicule autonome, mais aussi dans les technologies de vision pour l'industrie du futur.

Ce travail de thèse sera dirigé par Frédéric Cordier et Christophe Cudel et encadré par Yvan Maillot.

Contacts:

Frédéric CORDIER
frederic.cordier@uha.fr
tél : 06 51 81 90 20

Christophe CUDEL
christophe.cudel@uha.fr
tél : 03 89 33 76 61

Yvan MAILLOT
yvan.maillot@uha.fr
tél : 03 89 33 66 55

Sujet de Thèse : Modélisation Géométrique par Croquis

Sujet et Contexte

La modélisation géométrique est une technique qui consiste à créer une représentation mathématique de modèles 3D. Malgré le développement de nombreux logiciels, la modélisation géométrique reste un travail compliqué, qui demande beaucoup de temps et un savoir-faire important. Par exemple, la modélisation d'une scène pour les effets spéciaux d'un film peut demander plusieurs jours de travail. La principale raison de la difficulté du travail de modélisation est due au fait que nous disposons d'outils qui fonctionnent en deux dimensions (souris, tablettes, etc.) pour créer des modèles en trois dimensions.

Le sujet de cette thèse est de développer des méthodes pour reconstruire un modèle 3D à partir d'un croquis. L'intérêt de ce thème de recherche de pouvoir proposer des outils qui permettent à n'importe quelle personne de créer un modèle 3D très rapidement avec un simple croquis. Étant donné un dessin composé de courbes polygonales placées sur un plan, l'objectif est de construire une surface 3D telle que la projection de sa silhouette correspond aux courbes polygonales du croquis.

Bien qu'un grand nombre de chercheurs aient développé des algorithmes pour reconstruire les formes en trois dimensions à partir de croquis, la reconstruction 3D reste un problème ouvert. Les deux verrous scientifiques qui doivent être résolus sont les suivants :

- **Calcul des parties cachées de la forme à reconstruire** : seules les parties visibles de la forme sont dessinées sur un croquis. Cela implique qu'une grande partie de la silhouette de la surface n'est pas disponible; la première étape de la thèse sera de proposer une solution pour reconstruire ces données qui sont absentes du croquis.
- **Calcul des coordonnées 3D à partir des données 2D du croquis** : le deuxième défi majeur concerne la reconstruction de la surface 3D à partir des courbes 2D du croquis. Ce problème est sous-déterminé, c'est-à-dire, il existe un nombre infini de surfaces 3D dont la silhouette correspond au même croquis. Pour cela, nous proposons d'utiliser des méthodes qui seront directement inspirées des travaux de recherche en science cognitive.

Ce travail de thèse sera dirigé par Frédéric Cordier et encadré par Yvan Maillot.

Contacts:

Frédéric CORDIER
frederic.cordier@uha.fr
tél : 06 51 81 90 20

Yvan MAILLOT
yvan.maillot@uha.fr
tél : 03 89 33 66 55

Laboratoire IRIMAS
Université de Haute-Alsace
12 rue des Frères Lumière, 68093 MULHOUSE Cedex, France

**FUSION DE DONNEES, PROBLEMES INVERSES ET CALCUL GPU
POUR LA MICROSCOPIE TOMOGRAPHIQUE DIFFRACTIVE**

La microscopie tomographique diffractive (MTD) est une technique *d'imagerie computationnelle* : l'image du spécimen observé n'est pas obtenue directement, mais après une *reconstruction numérique* à partir des données acquises. La reconstruction 3D d'un spécimen transparent, avec la meilleure résolution, nécessite le traitement d'environ 500 à 1000 interférogrammes.

L'équipe du Pr Haeberlé à l'IRIMAS a développé depuis une dizaine d'année cette technique [1], ayant été la première à démontrer expérimentalement sa meilleure résolution [2] et sa complémentarité avec la fluorescence [3]. Cette équipe est actuellement la seule au monde à travailler sur la MTD en réflexion [4], la MTD par rotation de l'échantillon [5], et tout récemment sur la MTD combinant rotation de l'illumination et de l'échantillon [6]. Les systèmes déjà développés permettent l'acquisition des données à haute cadence, mais la reconstruction des images est encore trop lente pour une utilisation temps-réel.

Le travail de thèse proposé comprendra donc deux aspects.

1) Développer les approches GPU pour la reconstruction rapide des images. Pour ce point, l'étudiant partira de programmes C++/CUDA existant, à compléter et à optimiser [7]. Le but de cette première étape sera de se familiariser avec la reconstruction par GPU des images en MTD.

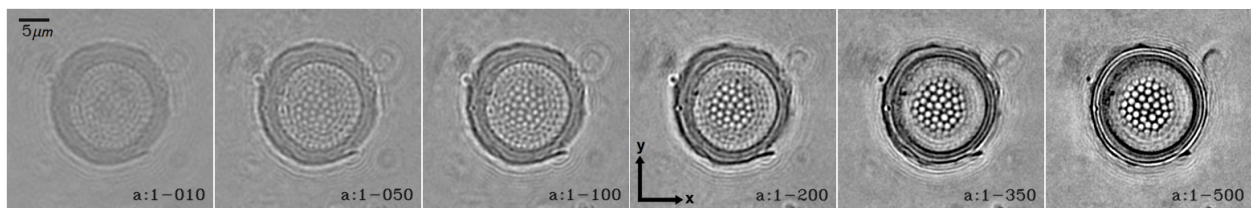


Figure 1: Reconstitutions successives « temps-réel » par GPU d'une diatomée observée en MTD, au fur et à mesure de l'accumulation des prises de vue. Notez l'augmentation progressive de la résolution.

2) Proposer, étudier et tester des méthodes avancées de reconstruction d'images, par exemple de type problème inverse, reconstruction/déconvolution itérative, pour améliorer encore la vitesse et la qualité des reconstructions numériques.

Profil type : Master en Mathématiques Appliquées et/ou Informatique (Calcul Numérique)

Compétences requises : programmation C++ en environnement Linux. Des connaissances en programmation GPU seraient un plus.

L'étudiant intégrera l'équipe du Pr Haeberlé, comprenant aussi sur ce sujet : Nicolas Verrier, Maître de Conférences (instrumentation, programmation, traitement d'images), Bruno Colicchio, Maître de Conférences (programmation, traitement d'images) et Matthieu Debailleul, Docteur-Ingénieur (instrumentation, programmation).

Contacts :

Pr. Olivier Haeberlé
olivier.haeberle@uha.fr

Dr Nicolas Verrier
nicolas.verrier@uha.fr

[1] M. Debailleul, B. Simon, V. Georges, V. Lauer, O. Haeberlé, Meas. Sci. Technol. 19, 074009 (2008)

[2] M. Debailleul, V. Georges, B. Simon, R. Morin and O. Haeberlé, Opt. Lett. 34, p. 79 (2009)

[3] B. Simon, M. Debailleul, A. Beghin, Y. Tournier, O. Haeberlé, J. Biophoton. 3, p. 462 (2010)

[4] H. Liu, J. Bailleul, B. Simon, M. Debailleul, B. Colicchio and O. Haeberlé, Appl. Opt. 53, p. 748 (2014)

[5] S. Vertu, J. Flüge, J.-J. Delaunay, and O. Haeberlé, Proc. SPIE vol. 7904, 10.1117/12.874446 (2011)

[6] B. Simon, *et al.*, Optica 4, pp. 460-463 (2017)

[7] J. Bailleul, B. Simon, M. Debailleul, L. Foucault, N. Verrier, and O. Haeberlé, Opt. Comm. (*accepté*) (2018)

SUJET DE THESE

- **Titre** : Métheuristiques hybrides et apprentissage par renforcement
- **Encadrants** : lhassane idoumghar, mathieu brevilliers, Julien Lepagnot
- **Contacts** : lhassane.idoumghar@uha.fr, mathieu.brevilliers@uha.fr, julien.lepagnot@uha.fr
- **Lieu** : Université de Haute Alsace.
- **Durée** : 36 mois.

Sujet

La conception de méthodes d'optimisation efficaces représente un enjeu primordial pour beaucoup de secteurs industriels (automobile, aéronautique, radiodiffusion, etc.). En effet, ces dernières années ont vu apparaître de nombreuses méthodes exactes de plus en plus performantes ainsi que des méthodes heuristiques efficaces qui ont permis de résoudre efficacement de nombreux problèmes difficiles.

Les métaheuristiques constituent une classe d'approches intéressante pour résoudre les problèmes de grande taille. En effet, leur variété permet de s'adapter à différents types de problèmes. Pour tirer avantage de cette variété, de nombreuses méthodes hybrides, mettant en œuvre des métaheuristiques et des méthodes exactes par exemple, existent dans la littérature. Malheureusement, actuellement, ce type d'hybridation est majoritairement réalisé de façon statique et est paramétré de manière expérimentale. Ainsi, l'une des limites de ce type de méthode concerne l'ensemble des paramètres d'hybridation à définir (comment combiner deux approches, à quel moment instancier telle ou telle approche, etc.).

Nous souhaitons à travers cette thèse répondre à ces questions en développant de nouvelles métaheuristiques qui intègrent une ou plusieurs méthodes d'apprentissages dans le but de mieux orienter la recherche vers une meilleure solution dans l'espace de recherche souvent exponentiel. Les algorithmes développés seront validés sur un projet de gestion de bornes de recharges électrique développé par les partenaires.

Plan de travail

Ce travail traitera les différentes phases suivantes :

- Faire un état de l'art sur les méthodes d'apprentissage et les métaheuristiques.
- Etude de processus d'exploration des méthodes hybrides développées afin d'en extraire des informations/connaissances utiles.
- Proposition de nouvelles méthodes hybrides intégrant des mécanismes d'apprentissage.
- Validation des approches développées sur le problème de gestion de bornes de recharges électriques.

Prérequis

- Le candidat doit avoir un master recherche ou équivalent en informatique ou en mathématiques appliquée. Le candidat doit avoir une bonne connaissance dans les domaines suivants : métaheuristiques, méthodes exactes, ordonnancement, techniques d'apprentissages.
- Langage de programmation : C++ /Python.
- Bonne maîtrise de développement sous Linux.
- Le candidat doit avoir un bon niveau en anglais.

Titre : Conception d'une architecture supportant la technologie LiFi

Contexte

La problématique scientifique de cette thèse est centrée sur le développement de communications par lumière visible (Visible Light Communications - VLC) appelée aussi LiFi (Light Fidelity) dans le domaine de l'e-santé. Cette technologie, qui s'apparente au morse dans son fonctionnement, se sert de la modulation de lumière à haute fréquence pour coder et transmettre des informations. Le Li-Fi est présenté comme plus sécurisé que le Wi-Fi (pas de risque de piratage de la connexion à distance) et plus sûr du point de vue sanitaire face à la nocivité que l'on prête aux ondes radio. L'idée est de disposer d'une connexion haut débit à la fois invisible mais très localisée, donc mieux maîtrisable

Compte tenu des nombreux avantages de la technologie VLC, cette solution se présente comme une excellente alternative ou un complément pour les communications actuelles plutôt basées sur les technologies radio-fréquences traditionnelles.

Pour réaliser ces travaux de recherche, nous souhaitons développer une architecture à base de la technologie VLC à faible coût dans le domaine médical afin de diminuer les interférences avec les appareils médicaux et d'assurer la qualité de service de certains flux ultra-sensibles et les remontés d'alarmes des patients.

Cadre de la thèse :

La contribution du candidat consistera à proposer des solutions basées sur les différents environnements afin d'assurer une fiabilité de traitements et de transmissions des données dans un contexte de mobilité et de qualité de service. Après une étude des modèles proposés par la communauté scientifique sur les réseaux LiFi, le candidat devra proposer de nouvelles solutions en tenant en compte les contraintes décrit ci-dessus.

Ces solutions seront validées par des simulations et des modèles mathématiques ainsi que sur des plateformes de tests.

Compétences souhaitées :

Le candidat doit avoir une formation en réseaux informatique et de très bonnes compétences en programmation et des outils de simulations.

Contact : abdelhafid.abouaissa@uha.fr, pascal.lorenz@uha.fr

Categorical models for BigData

Contact: laurent.thiry@uha.fr

BigData is centered on large amount of data what directly impacts the performances of the programs (e.g. to query a specific information) and then requires specific architectures to improve them [1], e.g. use of graph databases or distributed concurrent computations. If a lot of technologies are available today to put BigData into practice, theories usable to well understand the benefits/limitations of each architecture, to identify possible improvements or means to combine them are more rare [2]. In this context, the Phd proposed will use the capabilities offered by category theory together with a functional programming language (to easily implement the concepts and facilitate experimentations) to solve this limitation. In particular, it will explain how functors can serve to model data structures (e.g. various representations of graphs) and natural transformations to both change data structures and shift programs applicable to a particular data structure to another program for an other data structure. Then, it will explain how the concept of natural isomorphism can be used to prove that two data structures represent the same information, or that two programs are equivalent. Finally, the equations representing the programs will serve to calculate computation steps (time complexity) and compare the performances of two equivalent programs, then show that a natural transformation is an optimization.

References.

- [1] M. Chen, S. Mao, and Y. Liu, *Big data: A survey, Mob. Netw. Appl.*, vol. 19, no. 2, pp. 171–209, Apr. 2014.
- [2] T. Erl, W. Khattak, and P. Buhler, *Big Data Fundamentals: Concepts, Drivers & Techniques*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall Press, 2016.

IRIMAS- département de mathématiques

http://www.lmia.uha.fr/LMIA-Universite_de_Haute_Alsace/Bienvenue.html

Propositions de Sujets de thèse en Mathématiques

1. Algèbre – Géométrie

Problèmes métriques dans les espaces de Grassmann

**Directeurs de thèse : Amine Hadjar (MCF HDR) et
Boumediene Et-Taoui (MCF HDR)**

Contact : mohamed.hadjar@uha.fr

La thèse sera consacrée à des problèmes métriques importants dans les espaces de Grassmann. Il s'agit de l'étude de configurations particulières de points équidistants dans ces espaces. Un problème typique concerne le nombre maximum de plans équisoclines dans les espaces euclidiens. Ce problème de géométrie et d'algèbre linéaire est en fait un problème de géométrie discrète utilisant de l'arithmétique, et une classe de matrices carrées réelles et complexes appelées matrices de conférence. Ces matrices de conférence apparaissent à plusieurs endroits dans la littérature en : théorie de l'information, théorie du codage, quelques branches de géométrie combinatoire, téléphonie, statistique, analyse de l'image, cryptologie, etc. Il s'agit d'étudier cette géométrie algébrique discrète, cette classe particulière de matrices et d'établir des liens entre elles et d'autres objets de la géométrie combinatoire. On s'intéressera à des problèmes ouverts en petites dimensions.

Références:

- [1] V. Belevitch, Theory of $2n$ -terminal networks with applications to conference telephony, *Elect. Commun.*, 27 (1950), 231-244.
- [2] A. Blokhuis, U. Brehm, B. Et-Taoui, Complex conference matrices and equi-isoclinic planes in Euclidean spaces, preprint (2015).
- [3] B. Et-Taoui, Infinite family of equi-isoclinic planes in Euclidean odd dimensional spaces and of complex conference matrices of odd orders, arxiv : 1409.4282 v1 (2015).
- [4] B. Et-Taoui, Equi-isoclinic planes in Euclidean even dimensional spaces, *Adv. Geom.* 7 (2007), 379{384}.
- [5] B. Et-Taoui, A. Fruchard Sous-espaces équi-isoclines de l'espace euclidien, *Adv. Geom.* 9 (4) (2009), 471{515}.
- [6] J.M. Goethals and J.J. Seidel, Orthogonal matrices with zero diagonal, *Can. J. Math.* 19 (1967), 1001-1010.
- [7] P.W.H. Lemmens, J.J. Seidel, Equi-isoclinic subspaces of Euclidean spaces, *Indag. Math.* 35(2) (1973), 98-107.
- [8] J.H. van Lint, J.J. Seidel, Equilateral point sets in elliptic geometry, *Indag. Math. N.S.* 28 (1966), 335-348.
- [9] R.E.A.C. Paley, On orthogonal matrices, *J. Math. Phys.* 12 (1933), 311-320.

2. Géométrie

Couples de contact métriques avec feuilletages caractéristiques non-orthogonaux

Directeur de thèse : Amine Hadjar (MCF HDR)

Contact : mohamed.hadjar@uha.fr

Un couple de contact sur une variété différentiable de dimension paire est un couple de formes de Pfaff de classes constantes et dont les feuilletages caractéristiques sont supplémentaires et de feuilles sont de contact. Lorsqu'une métrique riemannienne et un champ d'endomorphismes sur la variété satisfont à certaines conditions de compatibilité avec le couple de contact, on parle de couple de contact métrique. Ces variétés supportent deux structures presque complexes qui commutent et donnent deux orientations opposées. Quand elles sont intégrables, la structure est dite normale. Les questions de géométrie riemannienne de telles variétés dans le cas où les deux feuilletages caractéristiques sont partout orthogonaux ont été traitées par les auteurs suivants : K.Abbe, D.E.Blair, D.E.Ludden, K.Yano et plus récemment par G.Bande, D.E.Blair, A.Hadjar, D.Kotschick et P.Piu.

Le sujet de cette thèse consiste à étudier les couples de contact métriques (normaux) dont les feuilletages caractéristiques ne sont pas orthogonaux. Il sera question de construire des exemples intéressants, d'établir des résultats concernant la courbure, ainsi que les sous-variétés invariantes (minimalité, totale géodésicité, leurs structures induites, etc...).

Références

- [1] Bande, G., Blair, D.E., Hadjar, A.: On the curvature of metric contact pairs. *Mediterr. J. Math.* 10, 989–1009 (2013). Copie dans : <http://arxiv.org/abs/1110.6278>
- [2] Bande, G., Hadjar, A.: Minimality of invariant submanifolds in Metric Contact Pair Geometry. *Ann. Mat. Pura Appl.* 194, 1107–1122 (2015). Copie dans : <http://arxiv.org/abs/1404.5447>

3. Algèbre

Algèbre universelle et théorie des déformations

Directeur de thèse : Abdenacer Makhlouf (Professeur)

Contact : abdenacer.makhlouf@uha.fr

Les algèbres Hom-Lie sont apparues naturellement en étudiant les q -déformations des algèbres de Lie [1]. Ces algèbres sont des cas particuliers des algèbres quasi-Lie qui contiennent les super-algèbres de Lie et les algèbres de Lie colorées. Dans une collaboration avec S. Silvestrov nous avons étendu dans ce contexte toutes les structures classiques (associatives, Leibniz, Poisson, Hopf...) ainsi que la notion de module sur une algèbre Hom-associative. L'algèbre Hom-associative considérée s'obtient en modifiant la condition d'associativité à l'aide d'un morphisme et donne par commutation une algèbre Hom-Lie. Par ailleurs, D. Yau a construit récemment le foncteur adjoint donnant les algèbres enveloppantes des algèbres Hom-Lie.

L'objectif du travail proposé est d'étudier l'algèbre universelle de certaines classes d'algèbres de type Hom, l'algèbre homologique correspondante ainsi que les déformations formelles à un paramètre.

Bibliographie :

- [1] Hartwig J. T., Larsson D., Silvestrov S. D.: Deformations of Lie algebras using σ -derivations, J. Algebra (295) (2006), 314-361.
- [2] Makhlouf A. et Silvestrov S., Hom-algebra structures, Journal of Generalized Lie Theory and Applications, vol2 (2)(2008).
- [3] Makhlouf A. et Silvestrov S., Hom-Lie admissible Hom-Coalgebras and Hom-Hopf Algebras, In "Generalized Lie Theory in Mathematics, Physics and Beyond", Editors V. Abramov, E. Paal, S. Silvestrov and A. Stolin, Springer (2008).
- [4] Yau D., Enveloping algebra of Hom-Lie algebras Journal of Generalized Lie Theory and Applications, vol2 (2)(2008).