

Modalités de l'Appel Projets Inter-laboratoires FIL - 2018/2020

Objectifs

L'objectif principal des projets transversaux est de favoriser les collaborations inter-laboratoires de la Fédération et du site de Lyon - Saint-Etienne.

Ces collaborations peuvent avoir de nombreuses formes : plateforme matérielle, développement logiciel commun, projet scientifique exploratoire, organisation d'une manifestation scientifique, écriture d'un ouvrage, etc. Ces projets seront évalués par rapport à leurs intérêts scientifiques et son caractère structurant au sein de la Fédération. Ils doivent également s'inscrire dans le projet scientifique d'un ou plusieurs thèmes de la Fédération. Une justification courte pour tous ces éléments est demandée dans le dossier que nous souhaitons le plus léger possible.

Pour cet objectif, la Fédération propose donc un support financier sur deux ans.

Quelques contraintes administratives existent cependant :

- le projet doit être porté et soutenu par au moins 2 laboratoires du site Lyon - Saint-Etienne ;
- étant donné le faible montant du financement proposé, celui-ci ne peut servir qu'à du fonctionnement ou de l'équipement (les gratifications de stage de Master Recherche étant considérées comme du fonctionnement) ;
- nous ne demandons pas de lettre de soutien des responsables des thèmes concernés pour le dépôt d'un projet. Cependant, n'hésitez pas à les tenir informés et à interagir avec eux pour la constitution de votre projet.

Informations pratiques

Un canevas de dossier à remplir accompagne ce document.

Le calendrier prévu pour l'appel 2018 est le suivant :

- lancement de l'appel : 11 octobre 2017
- date limite pour la réception des projets : 17 novembre 2017 (projets à transmettre à David, Tanguy et Catherine)
- chaque projet peut être soutenu à la hauteur de 7000 euros maximum sur les 2 ans

Procédures de sélection et d'évaluation

Chaque dossier sera étudié par une commission incluant :

- des représentants du conseil de Fédération
- la direction de la FIL
- les animateurs des cinq thèmes

Le comité de direction validera les choix retenus.

A l'issue de la première année, nous demanderons aux porteurs de projets de transmettre au Comité de direction, une fiche de suivi synthétisant l'avancement du projet quant aux objectifs initiaux.

En cas d'écart important entre les objectifs du projet et la réalité de la première année, le comité de direction pourra saisir le porteur du projet et la commission pour décider de la poursuite ou non du projet.

A l'issue de la deuxième année, la commission demandera au porteur de projet un bilan financier et scientifique. Par ailleurs, il pourra être demandé au porteur de présenter les résultats du projet lors d'un séminaire de la FIL.



Appel Projets Transversaux 2018/2019

DESCRIPTION DU PROJET

Titre du projet

LLipIdO : Logique Linéaire pour l'Internet des Objets

Type de projet (plate-forme, recherche, ...)

Collaboration scientifique exploratoire avec développement logiciel

Laboratoires FIL concernés + Thèmes concernés

LIP & LIRIS
Informatique distribuée et calcul haute performance
Informatique fondamentale

Porteur principal du projet (sauf circonstance très particulière, le porteur est un membre permanent)

| Nom | Prénom | Laboratoire |
|---------|---------|-------------|
| Laurent | Olivier | LIP |

Personnes impliquées (permanents, doctorants,...)

| Nom | Prénom | Laboratoire |
|------------|---------|-------------|
| Badr | Youakim | LIRIS |
| Gatouillat | Arthur | LIRIS |

Justification de la demande et budget (2 pages maximum)

La logique linéaire [Gir87] est l'un des formalismes les plus précis utilisés en théorie de la démonstration. Il est suffisamment expressif pour permettre de représenter fidèlement la logique classique ou la logique intuitionniste, mais également des aspects calculatoires à travers des traductions de systèmes comme le lambda-calcul (noyau des langages de programmation fonctionnels).

Les formules de logique linéaire sont par défaut des ressources utilisables exactement une fois dans une preuve, ce qui mène par exemple à la distinction entre deux conjonctions $A \otimes B$ et $A \& B$ (prise comme hypothèse d'une preuve, la première indique que A et B doivent être utilisées exactement une fois toutes les deux, alors que la seconde offre la possibilité de choisir A ou B mais impose d'en utiliser exactement une des deux). Un connecteur spécifique « ! » permet de déclarer une ressource dont la consommation n'importe pas (ainsi !A peut se comprendre comme « A autant que l'on veut »). La cohérence de l'ensemble se lit dans la propriété $(!A) \otimes (!B) = !(A \& B)$ qui montre comment ces différents ingrédients sont liés entre eux. Il existe également des variantes appelées « logiques linéaires allégées » dans lesquelles des bornes de complexité (polynomiale, exponentielle, etc.) sur l'utilisation des ressources sont garanties.

La richesse d'expressivité de la logique linéaire a permis de représenter différentes formes de systèmes calculatoires : langages de programmation, réseaux de Petri [MOM91], calculs de processus, systèmes temps réel [KOS98], etc.

Dans ce projet, on va s'intéresser à spécifier des objets connectés réutilisables ayant des ressources consommables et limitées surtout en termes d'énergie, de capacité de calcul et d'espace de stockage, pour pouvoir les assembler « correctement » sous forme d'objets connectés composites. La vérification formelle d'un assemblage tout en respectant les contraintes sur les ressources reste un enjeu majeur dans le développement de l'Internet des Objets. Or, nous constatons qu'un assemblage d'objets connectés est une preuve de logique linéaire d'une spécification définie par assemblage de leurs cycles de vie exprimés sous forme d'automates d'états finis. Un premier travail a été mené dans ce sens au LIRIS par Arthur Gatouillat et Youakim Badr [GB17], dans le cadre minimal de la logique linéaire intuitionniste multiplicative (centré sur « \otimes »). En tirant parti de la complémentarité de nos domaines d'expertises en logique linéaire et objets connectés, ce projet de recherche vise, d'une part, à développer ce travail vers de plus gros systèmes et en utilisant des fragments plus riches de la logique linéaire pour représenter des propriétés plus fines des cycles de vie, et d'autre part, à développer des outils automatiques ou semi-automatiques pour construire les preuves de logique linéaire nécessaires de manière certifiée.

On va chercher à enrichir la représentation de cycles de vie d'objets connectés en tirant profit des autres ingrédients fournis par la logique linéaire : utilisation de « & » pour représenter des choix conditionnels, de « ! » pour des ressources illimitées (ou ses variantes à complexité polynomiale par exemple), etc. On s'intéressera également à la distinction entre l'utilisation des ressources contraintes en temps ou en espace. Puisque qu'un assemblage valide d'objets connectés satisfaisant une spécification est donné par une preuve de logique linéaire, la prise en compte de systèmes réalistes va nécessiter de construire des preuves trop grosses pour être décrites entièrement à la main, et l'introduction d'automatisation est nécessaire.

Différents travaux ont été faits sur la recherche automatique de preuves en logique linéaire [CP05], mais il n'existe plus à l'heure actuelle d'implémentation utilisable. L'objet d'un stage sera de développer un prototype de prouveur automatique de logique linéaire en OCaml. Un second stage visera à optimiser le prouveur, et à travailler aux interfaces : mise à disposition des utilisateurs via un serveur web, interaction avec le logiciel Coq (voir ci-dessous).

Afin de certifier les preuves produites (c'est un enjeu important des prouveurs automatiques à l'heure actuelle), le logiciel développé produira un terme de preuve compatible avec la librairie Yalla [Lau], et donc

certifiable par Coq. Coq est un logiciel d'aide à la preuve qui permet en particulier de certifier des preuves dans une logique représentée dans le système. La librairie Yalla, en cours de développement, vise à offrir un cadre pour la preuve de propriétés de logique linéaire et permet en particulier de certifier des preuves dans cette logique.

- [CP05] K. Chaudhuri, and F. Pfenning. "A Focusing Inverse Method Theorem Prover for First-Order Linear Logic." In *CADE*, 69–83. Springer, 2005.
- [GB17] **A. Gatouillat**, and **Y. Badr**. "Verifiable and Resource-Aware Component Model for IoT Devices." In *The International Conference on Management of Digital EcoSystems*, 236–43, 2017.
- [Gir87] J.-Y. Girard. "Linear Logic." *Theoretical Computer Science*, 50:1–102, 1987.
- [KOS98] M. Kanovich, M. Okada and A. Scedrov. "Specifying Real-Time Finite-State Systems in Linear Logic." *ENTCS*, 16(1), 1998.
- [Lau] **O. Laurent**. Yalla: an LL library for Coq. <https://perso.ens-lyon.fr/olivier.laurent/yalla/yalla-1.0.tgz>
- [MOM91] N. Martí-Oliet and J. Meseguer. "From Petri Nets to Linear Logic Through Categories: a Survey." *International Journal of Foundations of Computer Science*, 2(4):297–399, 1991.

Budget :

- 2 rencontres scientifiques d'une journée (1 par an) avec pour chaque :
 - 3 missions de collègues français : 3 x 250 € = 750 €
 - pauses café et repas pour 6 à 8 participants : 150 €total : 1 800 €
- 2 gratifications de stages de 3-4 mois : 2 x 2 000 € = 4 000 €
- 1 mission en conférence internationale pour présenter les résultats : 1 200 €

Total : **7 000 €**

Critères d'évaluation qualitative et quantitative (½ page maximum)

Les résultats scientifiques sur les utilisations de la logique linéaire comme formalisme pour l'assemblage d'objets connectés dans le domaine de l'internet des objets seront valorisés sous forme de publications (a priori en conférences internationales).

Concernant les logiciels :

- développement d'un logiciel de preuve automatique pour la logique linéaire en OCaml ;
- poursuite du développement de la librairie Yalla de logique linéaire en Coq ;
- interfaces :
 - export de certificats dans Yalla à partir du système de preuve automatique,
 - interface web pour l'utilisation du prouveur automatique dans l'assemblage d'objets connectés.

Impacts pour la FIL

Ce projet est l'occasion de mettre en place une collaboration nouvelle entre membres du LIP et du LIRIS. L'utilisation de la logique linéaire dans le domaine de l'internet des objets est encore embryonnaire, mais la FIL permet la mise en contact des compétences nécessaires. Il s'agit d'un exemple net de collaboration trans-laboratoires valorisant des expertises informatiques lyonnaises complémentaires, et qui devrait attirer l'attention et la collaboration de collègues extérieurs.