

Concours externe Inria 2018

Arrêté du 12 juin 2018

**Poste : TI2 – Chargé des partenariats et des projets d’innovation
(h/f)**

BAP J

Accès au corps des ingénieurs de recherche

Centre de recherche Inria Rennes – Bretagne Atlantique

Epreuve du 2 octobre 2018

Note sur 20 – Coefficient 3 – Durée 3 heures

La notation prendra en compte la qualité des réponses, mais aussi la rédaction, la présentation, le style et l’orthographe.

Veillez respecter l’anonymat dans les réponses.

Ne pas omettre de noter votre numéro d’ordre sur les feuilles intercalaires.

Annexes :

- **STATOPSYS** – Osez le portage de vos programmes vers le multicoeur
 - Présentation longue du logiciel CMCDOT
-

QUESTION 1 (1 point)

Répondez par Oui/Non aux assertions ci-dessous.

Un chercheur Inria vient vous voir pour collaborer avec une entreprise. Le travail porte sur une valorisation de ses compétences.

Vous devez l

A votre avis, sa relation avec l'entreprise peut être formalisée sous :

- la forme d'une prestation de recherche forfaitaire dont le montant sera payé par l'entreprise à Inria et attribué à l'équipe de recherche du chercheur (O/N)
- la forme d'une expertise dont le montant sera payé par l'entreprise à Inria et attribué à l'équipe de recherche du chercheur (O/N)
- la forme d'une expertise dont le montant sera directement payé par l'entreprise au chercheur (O/N)

QUESTION 2 (1 point)

Classer les licences open-source suivantes dans le tableau ci-dessous :
GPL, LGPL, BSD, CeCILL

	En dérivation	En composition
Permissif		
Non permissif		

QUESTION 3 (4 points)

Vous recevez le mail suivant après un salon.

Le 18 sept. 2018 à 15:49, Conor Neeson <cneeson@ibiz-it.ie> a écrit :
Dear Inria partnership manager,

we met briefly on your stand at the last International Consumer Electronics Show. I was very interested in the work on visual servoing performed by the research teams at your center in Rennes. As you know, Biz-IT is based in Cork Ireland. But we have a subsidiary in Nantes, a few kilometers from your center. The group's R & D was traditionally in Ireland, but now we have a robotics team in Nantes. We would be interested in building relationships with your university. Could you tell me the form that it could take. I have to talk with the management committee before putting you in touch with our subsidiary in Nantes.

Regards,
Conor Neeson

Préparer une réponse en anglais de 20 à 30 lignes maximum

QUESTION 4 (7 points)

Vous êtes chargée des partenariats et projets d'innovation dans un centre de recherche Inria.

Madame Rio est actuellement ingénieure de recherche dans une des équipes de recherche de votre centre Inria, dénommée TRACES. Elle vient vous voir avec un dossier de projet de création d'entreprise qu'elle compte soumettre au Comité d'Engagement d'Inria pour le Transfert Technologique, afin de bénéficier d'un soutien financier de ce dernier (voir le document en annexe).

Pouvez-vous présenter, en deux pages maximum,

- les remarques que vous pourriez faire à Mme Rio sur les points forts et les points faibles que vous identifiez dans son projet de création, en essayant d'être le plus concret et spécifique possible,
- vos recommandations sur les points qui devront être travaillés pendant la période d'incubation pour aboutir à une création d'entreprise dans de bonnes conditions,
- vos recommandations sur l'amélioration du contenu du dossier pour que sa version finale favorise une bonne perception du projet par le Comité d'Engagement d'Inria pour le Transfert Technologique.

QUESTION 5 (3 points)

Pour un salon professionnel, vous devez préparer des fiches de présentation synthétique de logiciels développés par des équipes de recherche Inria, en visant un public d'ingénieurs. Pouvez-vous préparer une présentation en 5 lignes maximum du logiciel CMCDOT décrit en annexe ?

QUESTION 6 (4 points)

Vous êtes contacté.e par une entreprise intéressée par le logiciel « Scoobidoo » développé dans le cadre d'un projet ANR entre l'Université Paris 11, l'Université de Strasbourg, l'INSERM et Polytech Nantes. Le projet vient de se terminer. Vous êtes Chargé de Valorisation à l'INSERM. Quels sont vos réflexes afin de permettre le transfert de ce logiciel à l'entreprise ?

Vous pouvez décrire les actions qui vous semblent à mener et/ou les questions à se poser et la façon d'y apporter des réponses.

1. PITCH	2
1.1. Projet.....	2
1.2. Profil de l'équipe – techno – savoir-faire	2
1.3. Maturité du projet.....	2
2. DESCRIPTION DU PROJET	3
2.1. Problème adressé	3
2.2. Solution envisagée.....	3
2.3. Produit	4
2.4. Technologie sous-jacente	5
2.5. Modèle économique	5
2.6. Marché.....	6
2.7. Situation à date et plan d'action	6
2.8. Equipe	7
2.9. Pourquoi Inria ?.....	7

1. PITCH

*L'industrie embarquée possède **une trentaine d'années d'accumulation des données** sur l'exécution de ses programmes. Avec l'explosion de la collection de l'information, ce rythme impose une augmentation sans précédent de la quantité de ces données dont le concepteur ne se sait pas s'en servir aujourd'hui, tout en étant leur propriétaire. Cela s'ajoute à une opacité croissante des processeurs multicoeur et manycoeur combinée à des programmes de plus en plus complexes. Cette combinaison processeurs/programmes ralentit malheureusement toute une panoplie d'industries à cause d'une vérification temporelle des programmes, dont ces industries n'ont pas anticipé l'arrivée. L'utilisation des solutions anciennes demanderait à modifier le cycle de développement des programmes ... et pourtant c'est bien dans le passé qu'on trouve la solution. A partir de l'exécution passée des programmes, notre solution apprend au concepteur **comment vérifier leur exécution future.***

1.1. PROJET

Aux concepteurs des industries embarquées (automobile, drone, médicale, ferroviaire, spatiale, etc.), nous proposons une vérification temporelle des programmes sur des nouvelles familles de processeurs multicoeur et manycoeur pour lesquels aucune solution statique n'existe. Notre solution s'appuie sur un processus breveté d'apprentissage statistique et un accompagnement du concepteur pour la détection et la compréhension des interférences temporelles entre les programmes. La solution est transparente, n'imposant aucune modification du cycle de développement, tout en aidant le concepteur dans le choix des processeurs adaptés. Notre logiciel, par son côté on-fly, assure son utilisation rapide et indépendante par le client, permettant des itérations rapides et multiples entre les différentes phases du développement.

1.2. PROFIL DE L'ÉQUIPE – TECHNO – SAVOIR-FAIRE

Nous sommes trois docteurs avec des domaines d'expertise complémentaires, tous reconnus pour des résultats sur l'estimation temporelle des temps d'exécution pire cas. Notre logiciel est en rupture avec toute technologie connue à ce jour au point où toute autre équipe possédant la propriété de ce logiciel ne pourrait pas en faire une utilisation correcte et/ou commerciale. Deux membres de l'équipe sont à l'origine des deux brevets assurant une exploitation sereine de la technologie sur laquelle s'appuie le montage de la start-up.

1.3. MATURITE DU PROJET

- *Le projet est en phase de développement avec une extension de la preuve de concept pour le cas des drones, du ferroviaire (passage à niveau) et de la voiture autonome ;*
- *Logiciel – Extreme_Value_Tool (enregistré à l'APP) atteint un TRL 6 : première preuve de concept réalisée suite à une utilisation faite sur des programmes Airbus (civil)*
- *Les premiers clients identifiés appartiennent à quatre grandes classes :*
 - *Industries critiques pour l'aéronautique (Airbus, Dassault, ...) ou pour le contrôle-commande de systèmes (EDF,...);*
 - *Fabricants d'électroniques embarqués (équipements pour automobile, ...);*
 - *Concepteurs de logiciels de modélisation (à préciser avec étude de marché);*
 - *Industries « glissantes » vers le critique : médicale, intelligence artificielle, traitement d'images.*

2. DESCRIPTION DU PROJET

2.1. PROBLEME ADRESSE

La numérisation de notre société est **une réalité souvent subie** par la plupart des acteurs de l'industrie embarquée qui veulent profiter des avancées des algorithmes récents. Qui dit algorithme, dit exécution d'un programme sur un processeur et seulement l'industrie critique a pris la mesure de la difficulté qui vient avec plus de puissance de calcul et qui ne rend pas forcément l'exécution des programmes plus rapide. Les différents cœurs d'un processeur communiquent via des goulots d'étranglement (les bus de communications, les partages de mémoires), qui transforment les interférences entre cœurs en nœuds gordiens avec comme unique solution brutale la désactivation de tous les cœurs sauf un. L'industrie des téléphones portables est l'unique industrie qui ose utiliser ces processeurs à pleine puissance de calcul, en acquérant la connaissance la plus poussée des processeurs à plusieurs cœurs. Néanmoins cette industrie se sert de la tolérance des utilisateurs pour contourner le problème. Effectivement un utilisateur relance une application plusieurs fois par jour quand celle-ci dépasse son budget prévu pour l'exécution en figeant l'écran du portable. Pourquoi l'utilisateur continue de s'en servir ? L'application est gratuite et **elle ne met pas en danger la vie de l'utilisateur**. Parfois des applications comme Waze commencent à dépasser cette limite, en mettant par leur arrêt brutal en danger la vie des passagers de la voiture dont le chauffeur fait l'usage.

Tout concepteur d'un programme payant, qui veut garantir une qualité de service à l'utilisateur, a besoin d'une solution lui permettant de comprendre quel processeur est viable et quelle garantie il peut offrir à son client. Des industries critiques comme l'avionique ont mis en place des procédures de certification imposant bien plus qu'une qualité de service, un devoir de réponse correcte dans les temps repartis de la part des programmes. Aujourd'hui **aucun concepteur d'un avion ne sait certifier l'exécution d'un programme sur un processeur à plusieurs cœurs**. La voiture, le train ou le domaine médicale évitent ces procédures de certification en arguant que l'humain possède toujours le contrôle en cas de besoin ... et en évitant l'utilisation des processeurs à plusieurs cœurs pour les programmes critiques. L'arrivée des algorithmes permettant des actions autonomes de ces systèmes change clairement l'enjeu. Ces algorithmes donnent naissance à des programmes voraces en puissance de calcul imposant l'utilisation des processeurs multicoeur. Les éditeurs de logiciel de modélisation se sont adaptés et proposent des solutions pour assurer le comportement fonctionnel des programmes sur des processeurs multicoeur, mais **pas celui temporel**. Le point de non-retour est atteint avec le boom de l'intelligence artificielle. Comment garantir que les programmes rendent la main à leur utilisateur humain en cas du danger immédiat ? Au-delà des aspects algorithmiques, les programmes associés viennent avec des défis temporels auxquels les **industries embarquées ne se sont pas préparées**.

2.2. SOLUTION ENVISAGEE

Solution - notre solution au problème de l'utilisation des processeurs multicoeur s'appuie sur la compréhension des interférences entre les différents coeurs d'un processeur pendant l'exécution d'un programme. En utilisant des approches statistiques alliant protocole de mesures et estimateur associé, nous proposons une classification des facteurs de variation des exécutions des programmes permettant d'une manière itérative de construire un modèle de mesures qui prend en compte le fait que les exécutions très longues sont des cas rares, non-observables pendant une simulation en temps raisonnable. De plus, cette compréhension des interférences nous permet d'indiquer à l'utilisateur des meilleurs moyens pour répartir ses programmes sur les différents cœurs. Nos méthodes ont été testées avec succès sur des cas d'étude industriels dans le cadre des projets européens et nationaux, nous permettant de monter en compétence sur ces sujets et également de proposer un outil d'analyse associé, dont les principes sont protégés par deux brevets.

Couverture de la solution actuelle – le protocole de mesure dépend de la structure du programme dont nous analysons l'exécution. D'une industrie à une autre, l'écriture des programmes est faite différemment et cela a un impact direct sur le protocole de mesures. Actuellement notre protocole est surtout approprié au monde avionique avec des premiers résultats encourageants pour le ferroviaire et les drones.

Comparaison à l'état de l'art et le contexte post-solution – La solution actuelle s'appuie sur des analyses statiques qui ne peuvent pas être appliquées aux processeurs à plusieurs cœurs, principalement à cause des anomalies. Notre solution va permettre l'utilisation des processeurs multicoeur à leur vraie puissance et dont tous les programmes embarqués vont pouvoir bénéficier.

Pourquoi notre solution ? Les informations multiples collectées et s'appuyant sur des diverses sources de variation ne permettent pas aux concepteurs des programmes un traitement manuel. Aujourd'hui seulement une solution statistique est capable d'interpréter une si grande masse de données. Nous proposons la seule technologie accompagnée par un logiciel dont la maturité est suffisante pour permettre de construire une solution maintenant et ici.

2.3. PRODUIT

Notre produit se décline en quatre présentations possibles :

- [StatOpSys.P1] : logiciel d'estimation des temps d'exécution pire cas d'un programme. Ce logiciel est proposé avec ou sans protocole de mesures, en fonction de l'attente des clients. L'utilisateur estime on-fly la variation des temps d'exécution d'un programme suite à des modifications.

Exemple d'utilisation – un concepteur logiciel inclut son produit dans une bibliothèque existante (Appstore, Googleplay, etc.). Les avis des clients sont négatifs, l'application se ferme souvent. Le concepteur propose une solution et voudrait éviter que la nouvelle version ait les mêmes problèmes, sans dépenser trop de temps et argent, mais également pouvant vérifier l'impact de chaque modification de son programme.

- [StatOpSys.P2] : le logiciel est proposé accompagné par une prestation de service permettant d'obtenir les mesures et adapter l'exécution des programmes. Cela s'adresse aux utilisateurs qui ne possèdent pas des compétences techniques pour la mise en place d'une campagne de mesures.

Exemple d'utilisation – un programme d'assistance aux actes chirurgicaux fonctionne bien au point que le chirurgien en devient dépendant au bout de quelques années. Lors d'un changement d'ordinateur, le programme devient défaillant au point qu'il provoque des perturbations graves pour les patients. Le concepteur du programme ne possède pas une compétence lui permettant de résoudre le problème sans une modification importante du programme.

- [StatOpSys.P3] - l'adaptation du logiciel en vue d'intégration dans un logiciel d'un spectre plus large. Cela s'adresse aux éditeurs de logiciels dont la compétence d'estimation temporelle manque.

Exemple d'utilisation – un concepteur d'un logiciel de modélisation veut permettre à ses utilisateurs d'ajouter des notations temporelles sur les différentes boites de son modèle afin de permettre l'utilisation des programmes générés automatiquement sur des processeurs à plusieurs cœurs. Cela va attirer plus d'utilisateurs pour l'éditeur de logiciels.

- [StatOpSys.P4] - estimation des interférences inter-cœurs pour des concepteurs de systèmes d'exploitation existants et/ou de processeurs – une prestation permettant aux concepteurs de porter leur solution vers des processeurs non-couverts actuellement.

Exemple d'utilisation – un concepteur d'un hyperviseur temps réel pour les processeurs à seul cœur voudrait porter sa solution à plusieurs cœurs, mais les interférences entre cœurs ne permettent pas un portage facile. Le concepteur utilise nos conseils pour finaliser ce portage, en évitant de monter en compétence.

2.4. TECHNOLOGIE SOUS-JACENTE

Notre technologie s'appuie actuellement sur

- 1. Un estimateur statistique implémentant les principes de la théorie des valeurs extrêmes – sa validation est obtenue par la comparaison de deux méthodes indépendantes d'estimation. Ce logiciel est enregistré à l'APP et Inria est seul propriétaire. Le principe de comparaison des deux méthodes est présenté dans un brevet dont Inria est seul propriétaire.*
- 2. Un traitement bayésien des mesures, permettant de combiner les effets des différentes interférences et de donner un principe de composition de ces interférences. Le principe de ce traitement est décrit dans un brevet dont Inria est seul propriétaire.*

L'adaptation de l'estimateur et la proposition d'un protocole propres à un domaine s'appuient sur le savoir-faire des trois membres de l'équipe.

2.5. MODELE ECONOMIQUE

En fonction de la présentation du produit nous identifions les canaux de distribution suivants :

- 1. Directement chez les industriels critiques déjà identifiés – avionique, spatial, ferroviaire, automobile. Souvent leurs prestataires utilisent les solutions que la maison mère adopte. Cela permet d'augmenter le nombre de nos canaux de distribution en devenant la référence pour ce domaine ;*
- 2. Alliance avec des éditeurs logiciels qui vendent notre logiciel à leurs clients afin d'améliorer leur offre. Les éditeurs logiciels en question deviennent des distributeurs pour notre logiciel.*
- 3. Alliance avec des concepteurs de processeurs pour le portage des applications dédiées.*
- 4. Présentations des preuves de concept pour des domaines fortement innovants afin de rentrer sur des nouveaux marchés.*

En plus de ces canaux, une participation régulière aux différents événements industriels avec des tutoriaux et preuves de concept adaptés devrait assurer l'accès aux nouveaux clients.

En dehors du logiciel venant avec un revenu via des licences, des prestations de services permettront d'engendrer une source de revenu supplémentaire.

2.6. MARCHÉ

Le marché total « adressable » est le marché des systèmes embarqués. Selon la société d'études IDC (2015), ce marché (soit tout équipement architecturé autour d'un ou plusieurs processeurs, d'une ou plusieurs interfaces de connectivité et d'un ou plusieurs systèmes d'exploitation et/ou d'une interface utilisateur de haut niveau, à l'exception des PC, des téléphones, des serveurs et des tablettes) va franchir la barre des 1000 milliards de dollars en 2020, contre 750 milliards de dollars en 2015.

Les acteurs actuels sont Rapita (Royaume Uni) et Absint (Allemagne) qui proposent des solutions adaptées pour l'industrie embarquée critique. Rapita propose une solution hybride à base de mesures et Absint des analyses statiques. Notre solution est complémentaire dans le sens où elle s'appuie sur des approches statistiques pour améliorer l'ensemble des mesures. Notre solution permet, par exemple, de faire évoluer une analyse sur un seul cœur faite par Rapita ou Absint vers une solution prouvable sur un processeur multicœur. A l'opposé des deux acteurs, nous visons un marché plus large pour des programmes implémentant des algorithmes complexes, auquel Rapita et Absint ne peuvent pas prétendre par limitation technique. En conclusion proposer des alliances à Rapita et Absint, en s'appuyant sur la complémentarité de nos produits, est envisageable.

2.7. SITUATION A DATE ET PLAN D'ACTION

M = Aout 2018 (mois du départ en chômage d'Emmanuelle Rio)

Actions à M – 4

- *Sollicitation auprès du premier client potentiel (systèmes embarqués);*
- *Travail sur la preuve de concept pour le cas d'un autopilote Pixhawk sur NuttX ;*
- *Travail sur la preuve de concept pour le passage à niveau modélisé dans Atelier B et implémenté sur LCHIP ;*
- *Travail sur la preuve de concept pour les algorithmes de l'intelligence artificielle.*

Actions à M – 3

- *Dépôt demande de financement « transfert de technologie » auprès de l'Inria pour un salaire ingénieur 24 mois pour finalisation preuve de concept pour le véhicule autonome C1 ;*

Actions à M – 2

- *Présentation de la POC autopilote chez Airbus ;*
- *Sollicitation auprès des clients potentiels en contrôle-commande de systèmes ;*

Actions à M :

- *Dépôt d'une demande d'aide ACCRE auprès de l'ANPE pour Emmanuelle Rio en tant que ARE ;*

2.8. EQUIPE

- *Emmanuelle Rio, CEO*
 - *Docteure en Statistiques de l'Université Paris Descartes*
 - *Autrice de deux brevets et concepteur principal du logiciel Inria Extreme_Value_Tool*
 - *Après une première expérience en tant que CIFRE chez EDF, Emmanuelle a su proposer rapidement des solutions adaptées à l'exécution d'un programme*
- *Thomas Sotin, CTO*
 - *Docteur en Informatique de l'Université Pierre et Marie Curie*
 - *Après une première expérience en tant que CIFRE chez Airbus, Thomas a proposé pour la première fois une utilisation industrielle des méthodes statistiques dans le contexte de l'exécution d'un programme, permettant à ses encadrants industriels de convaincre leur hiérarchie Airbus que le futur sera statistique.*
- *Marianne Rochange, conseillère scientifique*
 - *Docteure en Informatique de l'Université d'Orsay, HDR de l'Université Pierre et Marie Curie*
 - *Chercheuse Inria et connaisseuse de l'écosystème de l'embarqué ; co-autrice avec E. Rio de deux brevets et du logiciel Extreme_Value_Tool*
 - *Convaincue qu'une entreprise sur ce sujet ne peut exister qu'en relation avec le monde académique, Marianne est prête à assurer le lien entre la nouvelle entreprise et l'équipe de recherche TRACES.*

2.9. POURQUOI INRIA ?

En dehors d'une demande de soutien de 24 personnes.mois d'ingénieur, nous souhaitons bénéficier de la part d'Inria d'un soutien type « incubateur ».

CMCDOT - Conditional Monte Carlo Dense Occupancy Tracker



CMCDOT est un système de filtrage Bayésien de grilles d'occupation dynamiques, permettant d'estimer parallèlement au niveau de chaque cellule d'une grille les probabilités d'occupation, d'inférer les vitesses, de prédire les risques de collision et d'associer les cellules appartenant à un même objet dynamique.

Dernière génération d'une suite de méthodes de filtrage Bayésiennes développées dans l'équipe Inria eMotion, puis dans l'équipe Inria Chroma (BOF, HSBOF,...), il intègre dans un formalisme de programmation Bayésienne unifié la gestion de méthodes d'échantillonnage hybrides (grilles d'occupations classiques pour les parties statiques, ensembles de particules pour les parties dynamiques), tout en incorporant des éléments s'apparentant à la théorie de Dempster-Shafer (état "unknown", permettant une focalisation des ressources de calcul).

Il offre également un système de projection de la scène estimée dans un futur proche, pour référencer les collisions potentielles avec l'ego-véhicule ou tout autre élément de l'environnement, ainsi qu'une pré-segmentation très bas coût des espaces dynamiques cohérents (avec prise en compte des vitesses).

Prenant en entrée des grilles d'occupation instantanées générées par des modèles capteurs pour différentes sources, le système est composé d'un paquet ROS, pour gérer la connectique des entrées/sorties, qui encapsule le cœur de l'application embarquée et optimisée sur GPU Nvidia (code Cuda), permettant une analyse temps réel de l'environnement direct sur cartes embarquées (Tegra X1, X2).

ROS (Robot Operating System) correspond à un ensemble d'outils informatiques open source permettant de développer des logiciels pour la robotique. Développées dans un cadre automobile, ces techniques peuvent être exploitées dans tous les domaines de la robotique mobile. Elles sont particulièrement adaptées à la gestion d'environnements hautement dynamiques et incertains (exemple : scénario urbain, avec piétons, cyclistes, voitures, bus, etc.).

Modes de fonctionnement

Après avoir configuré via ROS les paramètres de filtrage (taille de grille, résolution, etc.), le système fournit chacune de ses sorties sur des topics ROS, alors simple à connecter à d'autres services :

- ▶ grille d'occupation.
- ▶ grille de vitesses (i.e. vitesse moyenne par cellule).
- ▶ grilles de risque (agglomération des risques par cellule sur des prédictions à 0.5s, 1s, et 1.5s).
- ▶ liste des objets pré-segmentés.

Principales fonctionnalités

- ▶ Estimation de probabilités d'occupation au niveau des cellules d'une grille.
- ▶ Cadre formel clairement défini.
- ▶ Isolation et segmentation des éléments dynamiques.
- ▶ Inférence des vitesses au niveau des cellules, avant la phase de reconnaissance d'objet.
- ▶ Intégration adéquate du mouvement propre du mobile (déplacement de la grille).
- ▶ Correction basée sur le modèle généré de l'odométrie donnée par les capteurs.
- ▶ Estimation des risques de collisions dans un futur proche entre un mobile donné et la scène dynamique considérée, et ceci au niveau de la grille.
- ▶ Segmentation peu coûteuse en proto-objets des éléments dynamiques.
- ▶ Calculs massivement parallélisés et optimisés sur GPU Nvidia.
- ▶ Paquet ROS pour l'interconnexion avec d'autres modules.
- ▶ Calculs temps réels sur carte embarquée Nvidia Tegra X1, X2.

Equipe de recherche Inria

Le logiciel CMC-DOT a été développé et est maintenu par l'équipe de recherche CHROMA .

Cette équipe de recherche contribue à la mise en place de méthodologies générales pour la perception et prise de décision en robotique mobile, prennent en considération les aspects d'autonomie, de ressources limitées, de coopération et d'interaction sociale.