Application BASTRI

Fiches Equipes

MARACAS (SR0850MR)

Modèle et algorithmes pour des systèmes de communication fiables
MARACAS

Statut: Décision signée

Responsable : Jean-marie Gorce

Mots-clés de "A - Thèmes de recherche en Sciences du numérique - 2023" : A1.2.5. Internet des objets , A1.2.6. Réseaux de capteurs , A1.2.7. Systèmes cyber-physiques , A1.5.2. Systèmes communicants , A3.4.1. Apprentissage supervisé , A3.4.3. Apprentissage par renforcement , A3.4.8. Apprentissage profond , A5.9. Traitement du signal , A5.9.2. Estimation, modélisation , A5.9.6. Méthodes d'optimisation , A7.1.4. Algorithmique quantique , A8.6. Théorie de l'information , A8.7. Théorie des graphes , A8.8. Théorie des réseaux , A8.11. Théorie des jeux , A9.2. Apprentissage , A9.3. Analyse de signaux (vision, parole, etc.) , A9.9. IA distribuée, multi-agents

Mots-clés de "B - Autres sciences et domaines d'application - 2023" : B1.1.10. Biologie des systèmes et biologie synthétique , B4.5.1. Informatique "verte" , B6.2.2. Radio , B6.4. Internet des objets , B6.6. Systèmes embarqués , B8.1. Bâtiments intelligents , B8.2. Ville connectée

Domaine : Réseaux, systèmes et services, calcul distribué
Thème : Réseaux et télécommunications

Période : 01/10/2018 -> 31/12/2025
Dates d'évaluation : 17/03/2020

Etablissement(s) de rattachement : INSA LYON
Laboratoire(s) partenaire(s) : CITI

CRI : Centre Inria de Lyon
Localisation : Institut National des Sciences Appliquées Lyon - Laboratoire Center of Innovation in Telecommunications and Integration of service (CITI)
Code structure Inria : 121016-0

Numéro RNSR : 201822863C
N° de structure Inria: SR0850MR

Présentation

MARACAS *associe à la théorie des communications et à la théorie de l'information, des approches de traitement du signal, de théorie du contrôle ou de la théorie des jeux pour explorer le domaine des Computing Networks. Les réseaux sans fil représentent le domaine applicatif de prédilection de l'équipe mais d'autres scénarios sont envisagés, comme ceux exploitant les communications moléculaires, comme les problèmes associés aux smart grids ou encore aux réseaux IoT pour les bâtiments intelligents.*

Le concept de **Computing Networks** généralise les systèmes multi-agents, sous l'angle des communications, en cherchant à exploiter simultanément les capacité de communication multi-utilisateurs d'une part et les ressouces de calcul et et de stockage d'autre part, dans un ensemble de noeuds communicants.

L'optimisation de ces scénarios doir tenir compte de nombreuses contraintes telles que l'efficacité énergétique, la récupération d'énergie, la latence, la fiabilité ou la charge de réseau.

La notion de fiabilité (telle qu'utilisée dans l'acronyme de **MARACAS** reliability) est centrale lorsqu'on la considère dans le sens général : la fiabilité de ces réseaux calculant, mesure sa capacité à effectuer ses tâches, sous un ensemble de contraintes.

Le positionnement originale de **MARACAS** repose sur sa capacité à adresser 3 challenges complémentaires :

- Développer un cadre mathématique solide pour modéliser ces réseaux et en comprendre les limites fondamentales, s'inscrivant ainsi dans le cadre de la théorie de l'information.
- Concevoir des algorithmes efficaces, s'approchant des limites fondamentales établies ci-dessus.

Contact

- **Responsable :** Jean-marie Gorce
- **Tél :** 04.72.43.60.68
- **Secrétariat Tél :** 04.72.43.64.19

En savoir plus

- Site de l'équipe
- Site sur inria.fr
- Site du responsable
- Derniers Rapports d'Activité : 2019 , 2020 , 2021 , 2022 , 2023

Documents sur la structure

- Intranet
- Privés

Décisions

- 13022 (01/10/2018) : création
- 13873 (30/09/2019) : prolongation
- 14018 (09/12/2019) : création
- 15179 (13/12/2021) : prolongation

Localisation

- **Adresse postale :** CITI Bâtiment Claude Chappe - INSA Lyon 6 avenue des arts 69621 Villeurbanne France
- **Coordonnées GPS :** 45.784128, 4.873572

- Tester et valider ces algorithmes dans des setup expérimentaux (e.g. FIT/CorteXlab)

MARACAS est construit sur nos activités passées développée sous la banière SOCRATE. En particulier, les membres de **MARACAS** sont les principaux contributeurs au développement de la plateforme **FIT/CorteXlab**, avec des contributions de développment Logiciel, de traitement du signal ou encore d'évaluation expérimentale en collaboration avec de nombreux partenaires. **MARACAS** exploite cette expérience pour adresser le champ des systèmes distribués autonomes, sous l'angle de la théorie des communications.

MARACAS développe des modèles mathématiques rigoureux exploitant la théorie de l'information, addressant la grande complexité des **computing networks**. **MARACAS** s'intérese également à l'émergence des techniques issues de l'apprentissage profond et de l'intelligence artificielle pour les adapter au contexte des communications multi-utilisateurs, avec l'objectif de combler le fossé entre les limites fondamentales données par la théorie et les performances expérimentales.

Axes de recherche

Axe 1 - Limites fondamentales des systèmes de communication fiables

La théorie de l'information doit être revisité pour intégrer la fiabilité au sens large. La théorie de l'information non asymptotique qui a fait récemment des progrès très significatifs dans la communauté de la théorie de l'information, est un bon point de départ. Mais pour explorer les performances des computing networks au sens large, il est nécessaire de revenir aux fondamentaux de la théorie pour dériver de nouveaux résultats exploitables dans ce contexte, e.g. pour des canaux non gaussiens, ou des systèmes multi-contraints. Cela veut également dire qu'il est nécessaire de revisiter les problèmes sous-jacents de détection et d'estimation dans un cadre multi-agents, multi-critères pour dériver des formulations 'single letter' des bornes, compréhensibles et exploitables pour l'ingénierie.

Par exemple, la stratégie de mise en cache en bord de réseau, telle que proposée dans les réseaux cellulaires, montre le potentiel énorme à considérer simultanément les propriétés des données et du réseau. Ainsi, Maracas vise à développer des compétences plus fortes en codage de source avec une approche de modélisation orientée data pour les computing networks.

Axis 2 - Algorithmes et protocoles

Le deuxième objectif est d'élaborer de nouveaux algorithmes et protocoles capables d'atteindre, ou au moins d'approcher les limites fondamentales mentionnées dans l'axe 1. Alors que l'exploration des limites fondamentales est utile pour déterminer les stratégies les plus prometteuses (par exemple, relayage, coopération, ...) et permettant d'améliorer les performances, la transformation de ces degrés de liberté supplémentaires en protocoles réels et une question loin d'être triviale.

L'une des raisons est l'augmentation exponentielle (avec le nombre de noeuds) de la complexité des stratégies de communications multi-utilisateurs, à cause de la nécessité de coordination, de feedbacks et de signalisation. Le problème général est un problème d'opitmisation multi-critères multi-agents en contexte décentralisé et dynamique. La formulation générale la plus rigoureuse est non linéaire, non convexe et à large échelle.

L'approche classique conssite à réduire cette complexité en relâchant certaines contraites ou en réduisant artificiellement le nombre de degrés de liberté exploités. Par exemple, la gestion d'interférence par la topologie est un modèle séduisant utilisant un feedback réduit dans les réseaux sans fil et permettant d'obtenir des algorithmes relativement simples.

Une approche moins conventionnelle et beaucoup plus récente consiste à exploiter les techniques d'apprentissage, ce qui peut être vu comme une extension naturelle des approches basée sur la radio cognitive. L'apprentissage n'est pas nouveau en radio, mais était jusqu'à présent basé essentiellement sur l'apprentissage par renforcement. L'avènement relativement récent de l'apprentissage profond apporte une nuvelle piste de travail avec deux questions fondamentales : identifier les vrais problèmes qui peuvent vraiment bénéficier de l'apprentissage profond, et explorer des datasets riches, bien identifiés et étiquettés, à partir de simulations et de de données expérimentales.Nous avons commencé d'explorer cette piste dans le contexte du laboratoire commun Nokia Bell Labs-Inria. Nous commençons par identifier les problèmes cibles où l'apprentissage profond est intéressant, et nous chercherons alors à améliorer et optimiser les algorithmes pour ce contexte.

Axis 3 - Validation expérimentale

Avec l'évolution rapide des technologies de réseaux, et leur complexité croissante, la validation expérimentale est nécessaire pour deux raisons :acquérir des données de référence et valider les nouveaux algorithmes. L'activité de l'équipe s'appuie sur la plateforme FIT/CorteXlab et nos partenariats avec les industriels leaders de leur domaine (Nokia, Orange, ...).

Au delà de FIT/CorteXlab, nous développons une très forte expertise pour le prototypage expérimental des systèmes radio en particulier dans l'environnement GNU radio. Notre travail expérimental s'appuie également sur des partenariats avec d'autres équipes de l'Inria, en particulier au laboratoire CITI et dans le centre Grenoble Rhône-Alpes, mais également au niveau national et européen dans le cadre du projet SILECS qui doit conduire à la convergences des plateformes Grid'5000 et FIT en France, ainisi qu'à l'extension à des patenariaits européens. SILECS permettra de fournir un cadre unique et original pour tester nos algorithmes, générer des données telles que requises pour l'apprentissage.

Enfin, la radio logicielle devenant une technologie accessible à tout le monde à un prix grand public très raisonable, on risque de voir émerger dans un future proche de nombreux systèmes radio faits maison et non officiels, déployés pour l'internet des objets en particulier. Il est très important de développer des moyens techniques permettant de détecter, analyser et contrôler l'usage du spectre radio. Nos développements sur **FIT/CorteXlab** contribueront à ce savoir faire.

Axe 4 - Autres domaines d'application

Au-delà de l'étude des réseaux sans fil, Maracas vise à élargir son terrain de jeu d'un point de vue applicatif.Nous nous intéressons à tous les systèmes décentralisés multi-agents, où les questions de communication sont centrales et pour lesquelles les techniques développées pour les réseaux sans fil peuvent être utiles (smart grids, communication véhiculaires, robots, ...).

Nous avons déjà développés des contributions autour des smart grids, des communications moléculaires et des bâtiments intelligents.

L'objectif dans cet axe est donc d'explorer de nouveaux domaines d'application, en collaboration avec d'autres équipes académiques ou des partenaires industriels. Cet axe de recherche doit aussi permettre de renforcer nos transferts et collaborations.

Relations industrielles et internationales

Relations académiques internationales principales

Prof. Ignaki Estola (Sheffield University, UK)

Prof. Gareth Peters (Heriot-Watt, UK)

Prof. Trung Q. Duong (Queen's Universirty, Belfast)

Prof. Visa Koivunen (Alto Univesity, Finland)

Prof. Petar Popovski (Aalborg University, Denmark)

Prof. H. Vincent Poor, (Princeton University, NJ, USA)

Ivan Sesklar, (Rutgers University, NJ, USA)

Principales relations industrielles

Nokia Bell Labs (joint Inria-Nokia Bell Labs laboratory)

SPIE ICS (industrial chaire Insa-SPIE on Internet of Things)

Orange Labs

Sigfox, Sequans, R-tone