

JIME 2020

4EME JOURNEES IDENTIFICATION ET MODELISATION EXPERIMENTALE

Caen, les 10, 11 et 12 juin 2020

Recueil des Résumés



Caen les 10, 11 et 12 juin 2020

ENSICAEN

Chère et cher Jimer,

C'est avec plaisir que je vous propose le programme de la quatrième édition des Journées Identification et Modélisation Expérimentale, colloque spécialisé dans la modélisation basée sur les données et l'identification des systèmes. Cette quatrième édition s'inscrit dans la continuité des premières éditions organisées à Nancy en 2001, à Poitiers en 2006 et à Douai en 2011. Ces journées ont pour objectifs de rassembler les acteurs du domaine de l'identification des systèmes, de présenter différentes contributions faisant état des activités de la communauté et de proposer une image de la recherche en identification et en modélisation expérimentale.

Pour cette édition, ces objectifs sont atteints. Ce programme comporte en effet des contributions théoriques et appliquées, des contributions pour les systèmes linéaires et des contributions pour les systèmes non-linéaires, pour des modèles à temps discret ou à temps continu. Les travaux proposés vont de l'étude structurelle de modèle à la mise en oeuvre de l'identification sur des données réelles en passant par la proposition d'algorithmes d'identification ou d'estimation.

A ces différentes contributions s'ajoutent trois présentations en session plénière :

- Data Mining et Machine Learning dans les Big Data, une tentative de démystification, par Ioan Doré Landau, GIPSA Lab, France.
- Le Modèle dans la conception des systèmes de régulation et de monitoring : "Du modèle de connaissance au modèle comportemental (... de la physique au "data")", par Serge Le Gonidec, Airbus Safran Launchers, France.
- Estimation and System Identification for Cyber-Physical Power Systems, par Luigi Vanfretti, Rensselaer Polytechnic Institute, USA.

Bien entendu, l'organisation de JIME 2020 n'aurait pas été possible sans les soutiens de nos sponsors. A ce titre, je remercie la communauté de Caen La Mer, le GDR MACS, la SAGIP, l'Université de Caen Normandie et l'ENSICAEN.

Mes remerciements vont aussi aux membres du comité technique, aux membres du comité d'organisation du Laboratoire d'Automatique de Caen, aux membres du GT "Identification" ainsi qu'au GT "Automatique et Transports Terrestres", "Méthodes et Outils pour la Synthèse et l'Analyse en Robustesse" et "Systèmes dynamiques hybrides" du GDR MACS.

Mathieu Pouliquen
Responsable de l'organisation des JIME 2020

Comité local d'organisation

POULIQUEN Mathieu
FRIKEL Miloud
GEHAN Olivier
MENARD Tomas
PIGEON Eric
TARGUI Boubekeur

GT Identification

BOMBOIS Xavier
MALTI Rachid
POULIQUEN Mathieu

Comité technique

ALBISSER Marie
AUTRIQUE Laurent
BAKO Laurent
BASSET Michel
BOMBOIS Xavier
DJEMAI Mohamed
FRIKEL Miloud
GARNIER Hugues
GEHAN Olivier
GILSON Marion
HETEL Laurentiu
JANOT Alexandre
JAUBERTHIE Carine
JUNGERS Marc
KIEFFER Michel
LANDAU Ioan Doré
LAURAIN Vincent
LECOEUCHE Stéphane
LEFTERIU Sanda
MALTI Rachid
MBOUP Mamadou
MENARD Tomas
MERCERE Guillaume
MEVEL Laurent
MOREAU Xavier
MSAAD Mohammed
OUVRARD Regis
PETRECZKY Mihaly
PIGEON Eric
POINOT Thierry
POULIQUEN Mathieu
POUSSOT Charles
RAISSI Tarek
RICHARD Alain
SAFI Saïd
ZHANG Qinghua

Table des matières

1 Présentations plénières	7
1.1 Data Mining et Machine Learning dans les Big Data, une tentative de démystification.	7
1.2 Le Modèle dans la conception des systèmes de régulation et de monitoring : "Du modèle de connaissance au modèle comportemental (... de la physique au "data")".	8
1.3 Estimation and System Identification for Cyber-Physical Power Systems.	9
2 Les résumés étendus	10
2.1 Identification des systèmes raides en temps discret par une version revisitée de la régression pseudo-linéaire	10
2.2 Etude comparative des méthodes d'identification récursives des systèmes FIR à sortie binaire	11
2.3 Identification nonparamétrique de la dynamique d'un robot à articulation flexible.	12
2.4 Modélisation des dynamiques de population - L'approche identification de systèmes et les équations aux dérivées partielles à paramètres variables	14
2.5 Sur l'importance du benchmarking pour les systèmes réels	15
2.6 Estimation of tire forces acting on a vehicle : an extended Kalman filter approach	17
2.7 Identification de modèle fractionnaire d'impédance de batterie Lithium-ion dans le domaine temporel	19
2.8 An optimal instrumental variable approach for continuous-time multiple input-single output fractional model identification	20
2.9 Modeling and approximation of DC-DC power converters from measurements of their Harmonic Transfer Function	22
2.10 Identification d'un modèle FIR à partir des données d'entrée-sortie binaire	24
2.11 Détection ultra-rapide de défauts dans les réseaux électriques HVDC à l'aide de modèles paramétriques	26
2.12 Probing Signal Design for Enhanced Damping Estimation in Power Networks	28
2.13 Modèle d'évolution de la charge d'un dépôt de stockage temporaire pour l'ordonnement prédictif en présence de retards	29
2.14 CONTSID : a Matlab toolbox for standard and advanced identification of black-box continuous-time models	30
2.15 Sensitivity and identifiability study of a model describing different collective human behaviors during a catastrophic event	32
2.16 Identification en boucle fermée pour un capteur de gaz	34
3 Liste des auteurs	36

1 Présentations plénières

1.1 Data Mining et Machine Learning dans les Big Data, une tentative de démystification.

Orateur

LANDAU Ioan Doré⁽¹⁾

⁽¹⁾ INP Grenoble

Biographie

Ioan Doré LANDAU is Emeritus Research Director at C.N.R.S.(National Center for Scientific Research) and works at the GIPSA-LAB(CNRS/INPG), Control Department, Institut National Polytechnique de Grenoble.

His research interests encompass theory and applications in system identification, adaptive control, robust digital control and nonlinear systems. He has authored and co-authored over 200 papers on these subjects. He is the author and co-author of several books including : Adaptive Control - The Model Reference Approach (Dekker 1979), System Identification and Control Design (Hermès 1993, Prentice Hall 1990), Digital Control Systems (Springer 2005, Hermes-Lavoisier 2002) and co-author of the books Adaptive Control - Theory and Practice (in Japanese -Ohm 1981) (with M. Tomizuka), Adaptive Control (Springer 1997, 2011) (with R. Lozano and M. M'Saad) and Adaptive and Robust Active Vibration Control (Springer, 2016) (with T.B. Airimitoiaie, A. Castellanos, and A. Constantinescu).

Dr. Landau is an IFAC Fellow. He was the recipient of the Rufus Oldenburger Medal 2000 from the American Society of Mechanical Engineers, the Great Gold Medal at Invention Exhibition Vienna (1968), the CNRS Silver Medal (1982) and the Price Monpetit from the French Academy of Science (1990). He is "Doctor Honoris Causa" of the Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain-la-Neuve (2003) and of the University "Politehnica ", Bucarest, 2017.

1.2 Le Modèle dans la conception des systèmes de régulation et de monitoring : "Du modèle de connaissance au modèle comportemental (... de la physique au "data")".

Orateur

LE GONIDEC Serge⁽¹⁾

⁽¹⁾ Airbus Safran Launchers

Biographie

Serge Le Gonidec started his career in 1986 at the "Société Européenne de Propulsion" in a support team "control, measurement and command system" on the engine test benches of the Ariane launcher.

In the early 90', the Ariane 5 program gave him the opportunity to work on the test bench control engineering (flow control, tank pressurization, turbine speed, etc.). These new A5 test benches allowed introducing the digital control and its generalization for the engine or components tested under a high safety level.

In 1994, he joined the team of the System department. His activities were mainly oriented on the future control and on the system stability analyses for the system developments.

After 1997, he has contributed to the engine design (e.g. Vinci) or evolution (e.g. Vulcain2) deploying the linear Multi-variable Predicted Control. In the same time, in relation with ESA or CNES, he worked on R&T activities dedicated to the engine control and the Health Monitoring System.

These activities were a support to the future launchers preparation and paved the way to the reusable launchers, control and monitoring interaction / IVHM / AFTC, etc.

He is currently member of the General Inspection team.

1.3 Estimation and System Identification for Cyber-Physical Power Systems.

Orateur

VANFRETTI Luigi⁽¹⁾

⁽¹⁾Rensselaer Polytechnic Institute

Biographie

Luigi Vanfretti (IEEE S'03-M'10-SM'13) received the Electrical Engineering degree from Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala City, Guatemala, in 2005. He was also a Visiting Researcher with The University of Glasgow, Glasgow, Scotland, in 2005. He obtained the M.Sc. and Ph.D. degrees in electric power engineering from Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, USA, in 2007 and 2009, respectively. For his research and teaching work toward his Ph.D. degree, he was awarded the Charles M. Close Award from Rensselaer Polytechnic Institute.

He was with KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, as Assistant (2010-2013), and Associate Professor (Tenured) and Docent (2013-2017/August); where he established the SmarTS Lab and research group. During this period, he was also with Statnett SF, the Norwegian electric power transmission system operator, as consultant (2011 - 2012), and Special Advisor in Strategy and in R&D (2013 - 2016). He joined Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY in August 2017, to continue to develop his research agenda which aims to apply system identification through the model-based system engineering approach in cyber-physical systems with his new laboratory and research team ALSETLab : <http://alsetlab.com/>

During June-August 2019 he was Visiting Faculty at the King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia, performing research and teaching.

During his time in Europe, Dr. Vanfretti was institutional PI for several European Flagship projects, including : ITEA3 Open Cyber-Physical System Model-Driven Certified Development (opencps.eu), the FP7 IDE4L (Ideal Grid for All) and the FP7 iTesla (Innovative Tools for Electrical System Security within Large Areas) projects. He is currently institutional PI for the NASA University Leadership Initiative Center for Cryogenic High-Efficiency Electrical Technologies for Aircraft which develops model-based fully electrical aircraft concepts, the GridX project Funded by the Center of Excellence for NEOM Research at King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabia, which focuses on develop autonomy for microgrid operation, and several projects funded by the New York State Research and Development Agency dealing with modeling, inverter controls, and machine learning applications for power grids.

Dr. Vanfretti was elected into the Modelica Association and the Board of the North American Modelica Users' Group in 2019 for his contributions in the evangelization and use of the Modelica language and Functional Mock Up interface standards. In addition, from 2009 to 2014, he served as Vice-Chair of the IEEE PES CAMS Task Force on Open Source Software. He is an advocate and evangelist for free/libre and open-source software, member of the Open Source Modelica Consortium (OSCM) and Associate Member of the Free Software Foundation.

He also served from 2009 to 2016 in the IEEE Power Engineering Society (PES) PSDP Working Group on Power System Dynamic Measurements, in different capacities, including as Chair from 2014-2016.

His research interests are in cyber-physical modeling, simulation, stability and control; with applications to power grids and transport electrification.

2 Les résumés étendus

2.1 Identification des systèmes raides en temps discret par une version revisitée de la régression pseudo-linéaire

Auteurs

VAU Bernard⁽¹⁾ et BOURLÈS Henri⁽¹⁾

⁽¹⁾ SATIE, École Normale Supérieure Cachan

Résumé étendu

Les systèmes linéaires ayant des modes dont les fréquences sont espacées de plusieurs décades (systèmes raides) sont réputés être particulièrement difficiles à identifier. Ce type de système est néanmoins très fréquemment rencontré dans le domaine de la mécanique. D'une part, les algorithmes d'identification à temps discret classiques fournissent des modèles précis dans une bande de fréquence n'allant guère en deça du dixième de la fréquence de Nyquist. D'autre part, les structures d'identification à temps continu à partir de données échantillonnées induisent des modèles pertinents en basse fréquence, mais généralement approximatifs au voisinage de la fréquence de Nyquist.

Cette situation nous a conduit à développer une série d'algorithmes en temps discret aptes à identifier des systèmes dont les modes peuvent être, par exemple séparés de trois décades, voire davantage. Il s'agit d'une version revisitée des schémas d'identification basés sur la régression pseudo-linéaire pour des modèles de type "erreur de sortie" ou "ARMAX" (en boucle ouverte et fermée). La régression pseudolinéaire (PLR) a été largement utilisée dans le passé dans le cadre de la commande adaptative [1].

Il a été montré dans [2], que pour les schémas de type PLR, la distribution des biais est dépendante de la paramétrisation du prédicteur, ce qui nous a conduit ainsi à modifier la paramétrisation des prédicteurs des schémas originaux de type PLR, en les développant sur des bases généralisée de fonctions de transfert orthonormales (GBOF) telles qu'elles ont été introduites par Heuberger et Al. dans les années 1990 [3].

Les pôles de la base de fonctions orthonormales (en général peu nombreux) jouent le rôle de paramètres de réglage influant sur les conditions de convergence des algorithmes et la distribution des biais. De plus, une expression particulière dans le domaine fréquentiel du noyau reproduisant de l'espace de Hilbert associé à ces fonctions de base agit comme un indicateur de l'effet des pôles de la base sur la distribution des biais.

Par divers exemples, on montre que l'identification de systèmes raides, jusqu'alors impossible en temps discret, est rendue accessible. Le contenu de cette présentation résulte de travaux effectués dans le cadre de la préparation d'une thèse de doctorat soutenue en novembre 2019.

Références

- 1 I.D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, A. Karimi, Adaptive Control, Springer 2011.
- 2 B. Vau, H. Bourlès, Some remarks on the bias distribution analysis of discrete-time identification algorithms based on pseudo-linear regression, Systems and Control Letters, vol. 119, 2018.
- 3 P.S.C Heuberger, P.M.J. Van den Hof, B. Wahlberg (Eds), Modelling and Identification with rational orthogonal basis functions, Springer, 2005.

2.2 Etude comparative des méthodes d'identification récursives des systèmes FIR à sortie binaire

Auteurs

OUALLA Hicham^(1,2), POULIQUEN Mathieu⁽¹⁾, FRIKEL Miloud⁽¹⁾ et SAFI Said⁽²⁾

⁽¹⁾ LAC, Université de Caen Normandie

⁽²⁾ University Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal, Morocco

Résumé étendu

L'identification des systèmes à sortie quantifiées ou binaires est un sujet de recherche important depuis quelques années. Différentes méthodes intéressantes ont été proposées jusqu'à présent. Ces solutions sont pour la plupart dédiées aux systèmes pour lesquels la partie linéaire est modélisée par un filtre à réponse impulsionnelle finie (Finite Impulse Response FIR). A noter que peu d'entre elles permettent l'identification d'une partie linéaire modélisée par un filtre à réponse impulsionnelle infinie ou d'une partie modélisée par un système non linéaire.

Dans cette étude, nous considérons les méthodes dédiées à l'identification en temps réel des systèmes FIR à partir de sortie binaires. Plusieurs méthodes sont proposées dans la littérature, les 6 principales sont celles proposées dans les articles suivants : [1], [2], [3], [4], [5], [6]. La méthode proposée dans [1] est basée sur l'utilisation d'un signal d'excitation périodique. Les méthodes proposées dans [2] et [3] sont très proches. Elles sont basées sur un algorithme de type LMS. L'algorithme présenté dans [4] combine l'utilisation de l'algorithme du gradient stochastique et la connaissance des propriétés statistiques du bruit. Dans [5], le problème d'identification initial est reformulé en un problème d'identification par ensemble d'appartenance. Enfin, l'algorithme proposé dans [6], initialement dédié à l'identification d'un système à réponse impulsionnelle infinie, est basé un algorithme d'approximation stochastique. Ces différentes méthodes sont ainsi relativement différentes en termes de principe et en termes de paramétrage pour leur mise en oeuvre. Notre objectif est de proposer des éléments de comparaison entre ces différentes méthodes, éléments basés sur la description de chaque méthode et sur les performances respectives lors de la réalisation de simulations numériques.

Références

- 1 L.Y. Wang, G.G. Yin, Y. Zaho, J. Zhang. Identification input design for consistent parameter estimation of linear systems with binary-valued output observations. *IEEE transactions on Automatic Control*, 53(4) : 867-880, 2008
- 2 K. Jafari, J. Juillard, E. Colinet. A recursive system identification method based on binary measurements. *IEEE Control and Decision Conference*, Atlanta, 2010.
- 3 K. Jafari, J. Juillard, M. Roger. Convergence analysis of an online approach to parameter estimation problems based on binary observations. *Automatica*, 48(11) : 2837-2842, 2012.
- 4 J. Guo, Y. Zhao. Recursive projection algorithm on FIR system identification with binary-valued observations. *Automatica*, 49(11) :3396-3401, 2013.
- 5 M. Pouliquen, T. Menard, E. Pigeon, O. Gehan, A. Goudjil. Recursive system identification algorithm using binary measurements. *European Control Conference*, Aalborg, 2016.
- 6 Q. Song. Recursive identification of systems with binary-valued outputs and with ARMA noises. *Automatica*, 93 :106-113, 2018.

2.3 Identification nonparamétrique de la dynamique d'un robot à articulation flexible.

Auteurs

BOUKHEBOUZ Bassem^(1,2), MERCÈRE Guillaume⁽³⁾, GROSSARD Mathieu⁽¹⁾, LAMY Xavier⁽¹⁾ et LAROCHE Édouard⁽²⁾

⁽¹⁾ CEA LIST/SRI

⁽²⁾ ICUBE, Université de Strasbourg

⁽³⁾ LIAS, Université de Poitiers

Résumé étendu

Les robots flexibles ont généralement un comportement nonlinéaire (NL). Cependant, en pratique, le calcul du modèle linéarisé d'un système NL n'est généralement pas possible, car les nonlinéarités sont généralement inconnues. Pour cela, il est souvent suggéré d'effectuer une identification nonparamétrique, afin de fournir des connaissances a priori sur le comportement entrée-sortie du système. Il a été montré dans [2], qu'une estimation consistante du modèle linéarisé en présence de distorsions NL, appelée meilleure approximation linéaire (BLA), peut être obtenue en utilisant des excitations gaussiennes. Parmi la classe des excitations gaussiennes, l'excitation multisinus est généralement préférée pour l'estimation de la fonction de transfert (FRF) ([4]).

Nous nous intéressons ici à l'identification nonparamétrique en boucle fermée de la FRF, entre le couple moteur et la position moteur du premier axe d'un robot à articulation flexible (RAF). Plus précisément, en tenant compte des effets du frottement de Coulomb et de la raideur de la transmission entre le moteur et articulation, qui est une fonction polynomiale NL selon [1]. Lors de l'identification en boucle fermée, seul le spectre du signal de référence est explicitement défini. Or, l'utilisation d'un spectre plat de référence conduit à un spectre non plat de commande, ce qui peut entraîner une saturation et une faible excitation à certaines fréquences.

Nos contributions consistent à adapter pour le cas des excitations multisinus l'algorithme de [3] qui sert à l'affinage du spectre de la commande. De plus, en appliquant des multisinus impaire à phase aléatoire comme signal d'excitation, nous avons déterminé la BLA du transfert linéaire sous-jacent entre le couple moteur et la position du moteur, la variance des contributions NL stochastiques ainsi que la variance du bruit.

Les résultats de simulation ont mis en évidence la dépendance de l'estimation à la valeur de l'amplitude du signal d'excitation. En effet, suivant une métrique qui mesure la qualité de l'identification, une amplitude optimale peut être trouvée, qui aboutit à un compromis en termes de qualité du modèle identifié entre les différents effets NL. De plus, l'identification nonparamétrique du RAF sur la base de données simulées montre l'impact des distorsions NL sur l'estimation de la FRF : (i) les frottements masquent les résonances/antirésonances pour les faibles amplitudes d'excitation ; (ii) la nonlinéarité de la transmission pour les fortes amplitudes introduit un décalage à droite des fréquences de résonances/antirésonances.

Références

- 1 F. Fichera, M. Grossard. On the modeling and identification of stiffness in cablebased mechanical transmissions for robot manipulators. *Mechanism and Machine Theory*, 176 - 190, 2017
- 2 R. Pintelon, J. Schoukens. *System identification : a frequency domain approach*. John Wiley & Sons. 2012.
- 3 F. Saupe, A. Knoblach. Design of excitation signals for the closed loop identification of industrial robots. *Proceedings of the IEEE International Conference on Control Applications*, (pp. 1553-1560). 2012.

- 4 J. Schoukens, R. Pintelon, E. Van der Ouderaa, J. Renneboog. Survey of excitation signals for FFT based signal analyzers. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 342-352. 1988.

2.4 Modélisation des dynamiques de population - L'approche identification de systèmes et les équations aux dérivées partielles à paramètres variables

Auteurs

CHHAYTLE Mohamad⁽¹⁾, OUVRARD Régis⁽¹⁾ et POINOT Thierry⁽¹⁾

⁽¹⁾ LIAS, Université de Poitiers

Résumé étendu

Les travaux présentés dans cette communication sont publiés dans [1].

Le déclin de la biodiversité est un fait indéniable aujourd'hui, et l'enjeu est de définir des politiques publiques capables d'enrayer ce déclin. Les travaux décrits ci-dessous sont le fruit d'un programme de recherche qui regroupe le LIAS de l'Université de Poitiers, le GREThA -UMR 5113- de l'Université de Bordeaux, le CEBC -UMR 7372- de l'Université de La Rochelle, le MNHN de Paris, l'ARB Nouvelle-Aquitaine, la DREAL Nouvelle-Aquitaine et la LPO. L'objectif est de développer de nouveaux modèles de dynamiques de populations. Ces modèles, couplés à des modèles socio-économiques, permettront de prédire pour différents scénarios agricoles, par exemple, le meilleur compromis entre production agricole et conservation de la biodiversité.

Les modèles considérés sont basés sur des équations aux dérivées partielles (EDP) à paramètres variant capables de représenter les dynamiques spatiales et temporelles des populations et l'hétérogénéité environnementale. Voici un exemple de modèle considéré :

$$\frac{\partial u(x,y,t)}{\partial t} = D(H) \left(\frac{\partial^2 u(x,y,t)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u(x,y,t)}{\partial y^2} \right) - w_x(H) \frac{\partial u(x,y,t)}{\partial x} - w_y(H) \frac{\partial u(x,y,t)}{\partial y} + \beta_1(H)u(x,y,t) + \beta_2(H)u^2(x,y,t)$$

où u est la population étudiée, x et y sont les coordonnées spatiales, t est la variable de temps, $D(H)$, $w_x(H)$, $w_y(H)$, $\beta_1(H)$, $\beta_2(H)$ sont les paramètres variant en fonction d'un indice H représentant l'hétérogénéité environnementale (donc variable en fonction de x et y voire de t).

L'estimation paramétrique des modèles EDP à paramètres variant doit être réalisée à partir de données ornithologiques qui présentent la particularité d'un faible nombre d'échantillons temporels et d'un échantillonnage spatial non-uniforme. L'indice H qui caractérise en tout point l'environnement en terme de potentialité d'accueil des espèces considérées, est obtenu à partir de données spatiales et temporelles sur l'assolement, les boisements, l'urbanisation, les mesures agro-environnementales, etc.

La méthode de Galerkin permet d'approximer le modèle d'EDP par un système d'équations différentielles. Pour tirer toute l'information des données ornithologiques et pour résoudre le problème lié au faible nombre d'échantillons temporels, la base de fonctions spatiales orthonormales utilisée dans la méthode de Galerkin est construite par l'approche POD (proper orthogonal decomposition). Une procédure itérative d'identification permet alors de minimiser un critère quadratique sur l'erreur entre la population mesurée $u(x,y,t)$ et la solution approchée $\hat{u}(x,y,t)$ de l'EDP.

L'approche, d'abord validée en simulation, est appliquée sur des données du suivi temporel des oiseaux communs (STOC-EPS) à l'échelle de la France métropolitaine. L'indice H caractérisant la diversité paysagère a été obtenu à partir de données du CORINE Land Cover.

Références

- 1 R. Ouvrard, G. Mercère, T. Poinot, F. Jiguet and L. Mouysset, Dynamic models for bird population - A parameter-varying partial differential equation identification approach. Control Engineering Practice. Volume 91, October 2019
(<https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2019.07.009>)

2.5 Sur l'importance du benchmarking pour les systèmes réels

Auteurs

JANOT Alexandre⁽¹⁾ et BRUNOT Mathieu^(1,2)

⁽¹⁾ ONERA / DTIS, Université de Toulouse

⁽²⁾ LGP, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes

Résumé étendu

Dans le domaine de l'identification des systèmes, le benchmarking consiste à évaluer soit plusieurs méthodes d'identification sur une structure particulière de modèle, soit une méthode d'identification particulière sur plusieurs structures de modèles, [7], [11], [12]. Bien entendu, pour les évaluations soient les plus objectives possibles, le benchmarking est très souvent basé sur des simulations Monte Carlo. En effet, effectuer des simulations permet de maîtriser parfaitement les conditions. Grâce au benchmarking, des techniques très intéressantes ont pu être développées, évaluées et améliorées au cours des décennies, voir par exemple [5] et [9].

Si le benchmarking est très répandu dans les domaines de l'automatique, [7], [11], [12], et de l'économétrie, [4] et [8], il l'est beaucoup moins dans les domaines d'application tels que la robotique, l'électrotechnique ou l'aéronautique. Cet état de fait peut s'expliquer par le fait que des données issues d'expériences dites réelles i.e. données collectées à partir d'un système réel tel qu'un robot, une machine électrique ou un avion sont disponibles. De plus, les modèles dynamiques sont souvent calculés à partir de lois physiques bien établies e.g. loi de Newton, loi d'Ohm ou de Maxwell, [1], [2], [3] et [6]. Dans ce cas, pourquoi devrions-nous benchmarker plusieurs méthodes alors que des données expérimentales sont disponibles et que les modèles sont établis à l'avance? De plus, il convient de souligner que les modèles dynamiques utilisés en automatique sont souvent très éloignés des modèles physiques calculés. Par exemple, le modèle dynamique inverse d'un robot ou le modèle dynamique direct d'un avion n'ont strictement rien à voir avec un modèle ARMAX ou Box-Jenkins. Ceci donne donc une fausse impression que le benchmarking n'est qu'un jeu intellectuel assez éloigné des considérations pratiques que tout expérimentateur(e) doit faire face.

Bien évidemment, cette idée peut se comprendre mais elle est aussi source de dérive. En effet, nombre de papiers expérimentaux traitent du calcul des variances des estimées de manière archaïque et les données expérimentales sont toujours contaminées par des erreurs de modèle (il faut entendre erreur au sens large). Enfin, les praticien(ne)s jugent la qualité des estimées par la connaissance a priori qu'ils/elles ont du système. Si les estimées sont proches de valeurs plausibles, alors la méthode sera dite bonne.

Heureusement, les lignes commencent à bouger. La communauté de l'automatique comprend que les modèles dynamiques sont différents de ceux qu'elle a l'habitude de traiter pendant que la communauté applicative comprend que de fausses conclusions peuvent être faites sans benchmarking. Un exemple frappant est ce papier qui affirmait que la méthode de la variable instrumentale n'apporte rien pour l'identification des robots à cause des fonctions nonlinéaires, [10], alors que les résultats expérimentaux présentés dans [1] et [6] prouvent le contraire. Ce papier s'inscrit donc dans cette mouvance et présente une évaluation de trois méthodes d'identification (moindres carrés linéaires, output-error et variable instrumentale) sur un modèle d'avion en complétant les investigations menées dans [2] et [3]. Les résultats obtenus avec des simulations Monte Carlo tendent à montrer que la méthode basée sur les variables instrumentales est très intéressante et prometteuse.

Références

- 1 M. Brunot, A. Janot, P.C. Young and F. Carrillo, An improved instrumental variable method for industrial robot model identification, Control Engineering Practice, Vol. 74, May 2018, pp.

- 2 M. Brunot, Comparison of Numerical Differentiation Techniques for Aircraft Identification, *Journal of Aerospace Engineering*, Vol. 32(5), 2019
- 3 M. Brunot, An Instrumental Variable Approach for Aircraft Identification, In *Proc. 2020 AIAA Scitech 2020 Forum*, January 2020
- 4 R. Davidson and J.G. MacKinnon, *Estimation and Inference in Econometrics*, Oxford University Press, New York, 1993
- 5 M. Gilson, H. Garnier, P.C. Young, P.C. and P. Van den Hof, Optimal instrumental variable method for closed-loop identification , *Control Theory & Applications, IET*, Vol. 5(10), pp. 1147-1154
- 6 A. Janot, P.O. Vandanjon and M. Gautier, A Generic Instrumental Variable Approach for Industrial Robot Identification, *IEEE Trans. on Control Systems Technology*, January 2014, Vol. 22(1), pp. 132-145
- 7 L. Ljung, *System identification : Theory of user, Information and system sciences series*, Prentice Hall, 1999
- 8 J.G. MacKinnon and H. White, Some heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimators with improved finite sample properties, *Journal of Econometrics*, Vol. 29(3), pp 305-325
- 9 V. Pascu, H. Garnier, L. Ljung and A. Janot, Benchmark problems for continuous-time model identification : Design aspects, results and perspectives, *Automatica*, Vol. 107, September 2019, pp. 511-517
- 10 M. Prüfer, C. Schmidt and F. Wahl, Identification of Robot Dynamics with Differential and Integral Models? : a Comparison, in : *Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation*, San Diego, California, USA, 8-13 May 1994, pp. 340-345
- 11 T. Söderström and P. Stoica, *System Identification*, Prentice Hall International, New York, 1989
- 12 P.C. Young, *Recursive Estimation and Time-Series Analysis : An Introduction for the Student and Practitioner* , Berlin : Springer-Verlag, 2011

2.6 Estimation of tire forces acting on a vehicle : an extended Kalman filter approach

Auteurs

MUSSOT Vincent⁽¹⁾, MERCÈRE Guillaume⁽²⁾, DAIRAY Thibault⁽¹⁾, ARVIS Vincent⁽¹⁾ et VAYSSETTES Jérémy⁽¹⁾

⁽¹⁾ MICHELIN

⁽²⁾ LIAS, Université de Poitiers

Résumé étendu

During the next half century, the development of new information and communication technologies tools should enable cars to be operated in a fully autonomous mode as well as in a combined human-machine mode better than the one we currently know. In this context, future cars will be more and more based on innovative control algorithms to ensure autonomous functions, to improve car performance, to optimize occupant comfort and, more importantly, to increase passenger as well as pedestrian safety.

In order to guarantee such performance constraints, one of the paths considered by many companies working in vehicle related field goes through an accurate estimation of factors influencing the vehicle behavior. One of these factors is the tire and more specifically the tire forces. The tire forces are the forces acting on the tire during any car maneuver. Thus, precise estimation of tire forces has a prominent place in the improvement of assistance systems.

Several studies were carried out to estimate the tire forces [1]. They can be separated in two categories. In the first one, the tire forces can be estimate directly by using dedicated (thus costly) designed sensors. Convincing results were obtained with this approach [2]. However, driver assistance systems are intended to be used on production vehicle were the use of costly sensors is an obstacle. Thus, economical method should be considered. These methods are mainly part of the second categories, the software method based on virtual sensor.

Roughly speaking, a virtual sensor is the association of a vehicle model with a state observer. Therefore, several questions arise about what sort of model and what type of observer consider. The vehicle model should represent vehicle dynamics accurately and in the same way have an acceptable computation time. For these reasons, the vehicle model considered in this study is a single-track model including the load transfer. The load transfer considered in this model will indeed depend of the dynamics observed. Thus, on the one hand, if we are interested by the longitudinal dynamics, the included load transfer will be the one between the front and the rear part of the vehicle. On the other hand, if the lateral part is considered, the load transfer will be the one between the left and right part of the vehicle. Then, depending on what sort of dynamics is observed, a different suspension model should be considered. The case of coupled dynamics is not considered in this study because it represents a short amount of time during real maneuvers and it is easily achievable by combining the two independent cases.

As far as the observer is concerned, it should (i) work in real time with measurements already available on standard vehicles, (ii) involve nonlinear model and (iii) guarantee a user defined level of precision. Considering these constraints, several observers could be effective [3]. This is one of the main reasons why a comparison between the extended Kalman filter [4], the unscented Kalman filter [5] and the particle filter [4] will be carried out in this study to highlight the advantages and drawbacks of each solution and allow the user to make the best trade-off between precision and computation time. The virtual sensor will be tested on data generated with VI-CarRealTime software, a real-time vehicle simulator developed by VI-GRADE company [6] including Tametire model, a physical and accurate tire model developed by MICHELIN to obtain state of the art vehicle dynamic simulations.

Références

- 1 M. Acosta, S. Kanarachos, and M. Blundel, Virtual Tyre Force Sensors : An Overview of Tyre Model-based and Tyre Model-less State Estimation Techniques. Proc. Inst. Mech. Eng. Part D J. Automob. Eng. 2017, doi :10.1177/0954407017728198
- 2 S. Khaleghian, A. Emami, and S. Taheri, A technical survey on tire-road friction estimation, Friction, vol. 5, no. 2, pp. 123-146, 2017.
- 3 R. Rajamani, N. Piyabongkarn, J. Lew, K. Yi and G. Phanomchoeng, Tire-road friction-coefficient estimation, IEEE Control Syst. Mag., vol. 30, no. 4, pp. 54-69, Aug. 2010.
- 4 D. Simon, Optimal State Estimation . Hoboken, NJ : John Wiley & Sons. ISBN 978-0- 471-70858-2. 2006
- 5 S. J. Julier and J. K. Uhlmann, A New Extension of the Kalman Filter to Nonlinear Systems. In Proc. of AeroSense : The 11th Int. Symp. On Aerospace/Defence Sensing, Simulation and Controls. 1997.
- 6 VI-GRADE, VI-CarRealTime 19.0 Documentation

2.7 Identification de modèle fractionnaire d'impédance de batterie Lithium-ion dans le domaine temporel

Auteurs

NASSER-EDDINE Achraf^(1,2), HUARD Benoît⁽²⁾, GABANO Jean Denis⁽²⁾ et POINOT Thierry ⁽²⁾

⁽¹⁾ Switchess

⁽²⁾ LIAS, Université de Poitiers

Résumé étendu

L'identification de l'impédance d'une batterie s'effectue classiquement par les électrochimistes dans le domaine fréquentiel en effectuant des mesures en spectroscopie d'impédance. Cette méthode permet de relever le spectre expérimental de l'impédance de la batterie. Le spectre obtenu fait apparaître en général trois domaines de fréquences bien séparés : (1) une zone basse fréquence correspondant à des phénomènes de diffusion ionique et caractérisée par une droite de pente proche de 45° et baptisée zone de Warburg; (2) une zone moyenne fréquence faisant apparaître une semi-ellipse liée au mécanisme de transfert de charge; (3) une zone haute fréquence caractérisant la résistance de l'électrolyte et des résistances de contact ainsi que le comportement inductif des câbles de connexion utilisés pour la mesure. Les modèles d'impédance électrochimique utilisés pour expliquer les spectres expérimentaux correspondent à des circuits électriques équivalents dont le plus couramment utilisé est le circuit de Randles. Ce dernier intègre des fonctions de transfert utilisant des impédances CPE (Constant Phase Element) correspondant à des intégrateurs d'ordre non entier. Ces modèles ne permettent pas de simulation dans le domaine temporel, mais ils peuvent être exploités aisément pour identifier le spectre dans le domaine fréquentiel; l'acquisition des mesures nécessite par contre un équipement spécifique (analyseur de spectre) et peut nécessiter un temps assez long (de l'ordre de la dizaine de minutes) pour collecter un nombre suffisant de mesures d'impédance complexe, particulièrement à basse fréquence ($f < 100\text{mHz}$).

Cet article propose une alternative à cette technique en effectuant les mesures dans le domaine temporel, via des expérimentations de chronopotentiométrie. Celles-ci consistent à imposer une séquence d'excitation en courant de type Séquence Binaire Pseudo-Aléatoire de courte durée (de l'ordre de la seconde) et d'exploiter la mesure de la variation de tension induite autour de la tension en circuit ouvert OCV (Open Circuit Voltage) qui dépend de l'état de charge de la batterie. L'identification nécessite alors de pouvoir simuler dans le domaine temporel les impédances d'ordre non entier issues des modèles physico-chimiques. C'est pourquoi des modèles fractionnaires d'impédance basés sur un opérateur d'intégration fractionnaire continu sont proposés afin d'estimer correctement les paramètres des impédances électrochimiques en utilisant l'algorithme d'optimisation de Levenberg-Marquardt.

La procédure d'identification est dans un premier temps validée en simulation de Monte-Carlo en utilisant des paramètres proches de ceux d'une cellule de batterie Lithium-ion. Dans un deuxième temps, la même procédure est testée expérimentalement sur une cellule Lithium-ion de 3.4Ah . L'amplitude et la durée de l'excitation en courant permettent de considérer une variation de l'état de charge négligeable. L'étude est menée à différents états de charge ajustés entre 0 et 100%.

Le travail présenté offre des perspectives intéressantes consistant à exploiter la cartographie des différents paramètres d'impédance estimés en fonction de l'état de charge à des fins de diagnostic, d'estimation de l'état de charge ou d'élaboration de modèles fractionnaires de type LPV (Linear Parameter Varying) afin d'estimer correctement les variations de tension lorsque le profil de courant est quelconque et ne permet plus de considérer un état de charge constant.

2.8 An optimal instrumental variable approach for continuous-time multiple input-single output fractional model identification

Auteurs

MAYOUFI Abir^(1,2), VICTORS Stéphane⁽¹⁾, MALTI Rachid⁽¹⁾, CHETOUI Manel⁽²⁾ et AOUN Mohamed⁽²⁾

⁽¹⁾ IMS, Université de Bordeaux

⁽²⁾ MACS, ENIG Gabès

Résumé étendu

An instrumental variable approach for continuous-time MISO system identification using fractional models is proposed.

This work can be viewed either as an extension of the simplified refined instrumental variable for fractional models (srivcf) ([1]) to the MISO case or an extension of the MISO-srivc ([2]) to the fractional case. A fixed fractional commensurate differentiation order is first of all considered. When it is assumed to be unknown, a particular attention is given to its choice.

Assume a MISO model with n_u inputs, described by :

$$\begin{cases} y_{u_k}(t) = G_k(p)u_k(t) \\ y(t) = \sum_{k=1}^{n_u} y_{u_k}(t), \quad G_k(p) = \frac{B_k(p, \theta_k)}{A_k(p, \theta_k)} = \frac{\sum_{j=0}^{J_k} b_{j,k} p^{\beta_{j,k}}}{1 + \sum_{i=1}^{I_k} a_{i,k} p^{\alpha_{i,k}}} = \frac{\sum_{j=0}^{J_k} b_{j,k} p^{j\mu}}{1 + \sum_{i=1}^{I_k} a_{i,k} p^{i\mu}} \\ y^*(t_h) = y(t_h) + e(t_h) \end{cases}$$

Supposing that the fractional commensurate order is known a priori and only the linear coefficients are estimated, the parameter vector takes the following form :

$$\begin{cases} \theta_k = [b_{0,k}, b_{1,k}, \dots, b_{J_k,k}, a_{1,k}, \dots, a_{I_k,k}]^T, \quad k = 1, \dots, n_u \\ \theta = [\theta_1, \dots, \theta_{n_u}] \end{cases}$$

The main idea is to decompose the MISO model into n_u SISO models and to estimate, using the least-squares and optimal instrumental variables, the parameters θ_k of each SISO model ($k = 1, \dots, n_u$), by minimizing the L2-norm of the cost function :

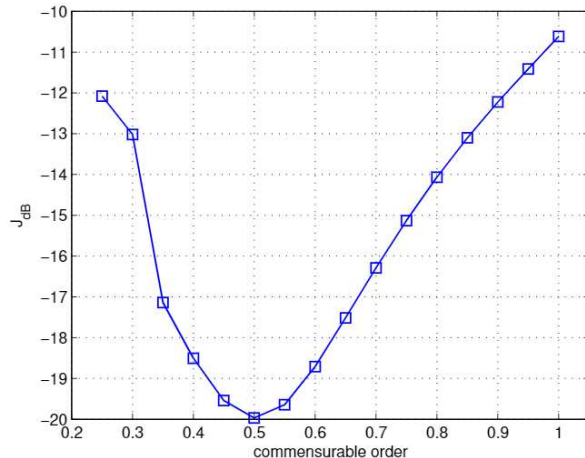
$$\varepsilon_k(t, \theta) = x_k(t, \theta) - y_{u_k}(t, \theta), \quad k = 1, \dots, n_u$$

where

$$x_k(t, \theta) = y^*(t) - \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq k}}^{n_u} y_{u_n}(t, \theta_n)$$

A case study is carried out in an academic example and the influence of the commensurate differentiation order is studied. As expected the minimum is located at the true differentiation order.

Prospects : Gradient-based algorithms can be implemented for order estimation. Differentiation orders can further be adjusted for each SISO model. The developed algorithms are intended to be used in climate modeling.



Références

- 1 S. Victor, R. Malti, H. Garnier, and A. Oustaloup. Parameter and differentiation order estimation in fractional models. *Automatica*, 49(4) :926-935, 2013.
- 2 H. Garnier, M. Gilson, P.C. Young, and E. Huselstein. An optimal iv technique for identifying continuous-time transfer function model of multiple input systems. *Control Engineering Practice*, 15(4) :471-486, 2007

2.9 Modeling and approximation of DC-DC power converters from measurements of their Harmonic Transfer Function

Auteur

LEFTERIU Sanda⁽¹⁾

⁽¹⁾ IMT, Lille Douai

Résumé étendu

Power converters are electronic circuits that allow the electric power source (a battery, the electrical network, a solar panel, etc.) to be adapted to the needs of the receiver (an electric motor, an asynchronous machine, etc.). This contribution focuses on DC-DC converters, to be found in mobile phones, laptops, wind turbines, photovoltaic systems, electric cars, etc. Many topologies exist, the easiest to analyze being : the buck converter (the output voltage is lower than the input, also referred to as a step-down converter) and the boost converter (the output voltage is higher than the input, also referred to as a step-up converter).

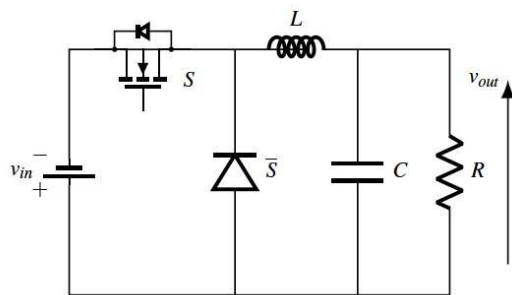


Fig. 1. Circuit diagram for the buck converter

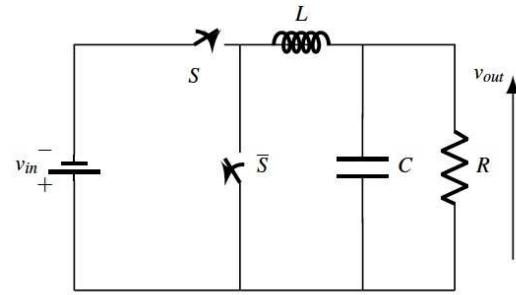


Fig. 2. The buck converter as a switched system

Fig. 1 shows the circuit diagram of an open-loop buck converter. Due to the presence of transistors and diodes acting as switches, this can be regarded as a switched system. In continuous current mode (CCM), the transistor S is open and closed with a certain switching frequency, while the diode \bar{S} follows the opposite behavior (Fig. 2). The periodic behavior of the switches dictates the periodicity of the overall system. The output filter is an RLC circuit, hence linear. Thus, DC-DC converters are periodic switched linear (PSL) systems.

This contribution focuses on modeling and approximating the buck converter in the frequency domain from measurements that are physical [1] realizable. Using the small signal paradigm, an AC voltage of small amplitude and varying frequency is added to the DC input. An FFT analysis of the output reveals, besides the perturbation frequency, other frequencies (typically referred to as harmonic distortions [2]). These frequencies are predicted by the Harmonic Transfer Function (HTF [1]), which was developed as a tool for analyzing periodic systems in the frequency domain. The HTF is expressed in terms of doubly-infinite state-space matrices which, for our application, can be truncated to only a few terms. From the spectral analysis of the response to a range of sinusoidal perturbations, measurements at the expected peaks are gathered [2], which represent, after post-processing, measurements of the HTFs. These can be employed, together with the Loewner framework, proposed in [3] [4], to identify the continuous-form of these HTFs.

Références

- 1 R. W. Erickson, Large signals in switching converters, PhD thesis : California Institute of Technology, 1983.
- 2 S. Lefteriu et A. C. Antoulas, A New Approach to Modeling Multiport Systems From Frequency-Domain Data, IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, vol. 29 (1), pp. 14-27, 2010.
- 3 N. Wereley, Analysis and Control of Linear Periodically Time Varying Systems, PhD thesis : Massachusetts Institute of Technology, 1991.
- 4 A. J. Mayo et A. C. Antoulas, A framework for the solution of the generalized realization problem, Linear Algebra and its Applications, vol. 425 (2), pp. 634 - 662, 2007.

2.10 Identification d'un modèle FIR à partir des données d'entrée-sortie binaire

Auteurs

POULIQUEN Mathieu⁽¹⁾, PIGEON Eric⁽¹⁾, GEHAN Olivier⁽¹⁾, GOUDJIL Abdelhak⁽¹⁾ et AUBER Romain⁽²⁾

⁽¹⁾ LAC, Université de Caen

⁽²⁾ Bodycap

Résumé étendu

Cette étude s'intéresse à l'identification d'un système dynamique à partir de données binaire à la fois sur l'entrée et la sortie. Ce contexte particulier est justifié par le fait qu'il est parfois difficile d'obtenir des données à haute résolution. C'est le cas lorsqu'aucun capteur haute résolution n'est pas disponible (n'existe pas ou trop cher), lorsqu'il n'est pas possible de transmettre des données haute résolution (bande passante limitée par exemple), lorsque l'utilisation de données binaires permet de préserver les capacités mémoire et batterie (sur un petit appareil connecté sans fil par exemple) ou encore lorsque l'on veut simplement analyser des données catégorielles (enseillé / nuageuse ou détecté/non détecté par exemple). Nous considérons ici le cas extrême où nous utilisons une quantification d'un bit à la fois en entrée et en sortie du système. Une telle situation se produit lorsque nous ne voulons pas ou ne pouvons pas interférer avec le système. La seule information disponible est alors le fait que les échantillons de l'entrée et de la sortie sont inférieurs ou supérieurs à un seuil de quantification, seuil pouvant être différent de zéro.

Il existe relativement peu de solutions pour l'identification du système avec une quantification d'un bit à la fois en entrée et en sortie. Dans [1] seul le cas d'un seuil égal à zéro est considéré. [2] traite de l'identification des systèmes linéaires FIR en supposant que les mesures d'entrée et de sortie sont soumises à une quantification. Deux algorithmes basés sur des techniques de programmation sont présentés. On peut remarquer que ces algorithmes ne prennent pas en compte la présence de bruit. En considérant l'identification avec seulement des mesures binaires sur les signaux d'entrée et de sortie disponibles, [3] et [4] ont proposé des algorithmes pour l'identification d'un système de gain. Ces solutions sont étendues dans [5] et [6]. Dans [5] et [6], on suppose que les seuils des quantificateurs d'entrée et de sortie peuvent être adaptés.

Dans cette étude, nous présentons une alternative pour l'identification de systèmes dynamiques utilisant des mesures binaires à la fois en entrée et en sortie. Nous étudions ici le cas où le seuil peut être différent de zéro. La pierre angulaire de l'algorithme proposé est l'estimation, dans un premier temps, de la fonction de corrélation de l'entrée et de la fonction de corrélation entre l'entrée et la sortie. Ces estimations sont ensuite utilisées, dans un second temps, pour l'estimation des paramètres. Ce document poursuit le développement du algorithme proposé dans [7], ce dernier algorithme étant dédié à l'identification de modèles auto-régressifs pour des séries temporelles à partir de séquences d'observation quantifiées à un bit.

Références

- 1 V. Krishnamurthy. Estimation of quantized linear errors-in-variables models. *Automatica*, 31 :1459-1464, 1995.
- 2 V. Cerone, D. Piga, and D. Regruto. Fixed-order FIR approximation of linear systems from quantized input and output data. *Systems and Control Letters*, 62 :1136-1142, 2013.
- 3 K. You, E. Weyer, and G.N. Nair. Identification of a gain system with binary input and output measurements. *IEEE Conference on Decision and Control*, Osaka, 2015.

- 4 Y. Lian, Z. Luo, E. Weyer, and G.N. Nair. Parameter estimation with binary observations of input and output signals. Australian Control Conference, Newcastle - Australia, 2016.
- 5 A.S. Leong, E. Weyer, and G.N. Nair. On the identification of FIR systems with binary input and output observations. IEEE Conference on Decision and Control, Las Vegas, 2016.
- 6 A.S. Leong, E. Weyer, and G.N. Nair. Identification of FIR systems with binary input and output observations. Technical report, 2018.
- 7 R. Auber, M. Pouliquen, E. Pigeon, M. M'Saad, O. Gehan, P.A. Chapon, and S. Moussay. Estimation of auto-regressive models for time series using binary or quantized data. SYSID, Stockholm, 2018.

2.11 Détection ultra-rapide de défauts dans les réseaux électriques HVDC à l'aide de modèles paramétriques

Auteurs

VERRAX Paul^(1,2), BERTINATOS Alberto⁽¹⁾, KIEFFER Michel⁽²⁾ et RAISONS Bertrand ⁽³⁾

⁽¹⁾ Supergrid Institute

⁽²⁾ L2S, Université Paris Sud - Paris XI

⁽³⁾ G2E, Université Grenoble Alpes

Résumé étendu

Faults occurring on transmission lines such as short circuits require the fast opening of the line breakers and thus fast and reliable identification of the fault. We propose a novel single ended protection algorithm able to detect and identify faults occurring in High Voltage Direct Current (HVDC) grids. Each protection relay embeds a two-layer parametric model of the evolution of the current and voltage when a fault occurs. This model depends on the physical parameters of the fault, the fault distance and impedance.

The first layer is based on the Telegraphers equations to describe the propagation of the traveling waves prevailing in the first milliseconds after the fault. The second layer is a behavioral model to account for additional phenomenon such as soil resistivity effects. The filters accounting for the ground effects are tuned off-line using least squares estimation and simulated data for various faults.

When a fault is suspected, an iterative maximum-likelihood (ML) estimate of the fault parameters is evaluated from the measurements available at the relay. The fault parameters are thus adjusted so that the output of the two-layer model matches the received data. New measurements are considered as they arrive at the relay to improve the estimation of the parameters.

The estimated fault parameters and their confidence intervals are exploited to determine whether or not one has to consider that a fault actually occurred on the considered line.

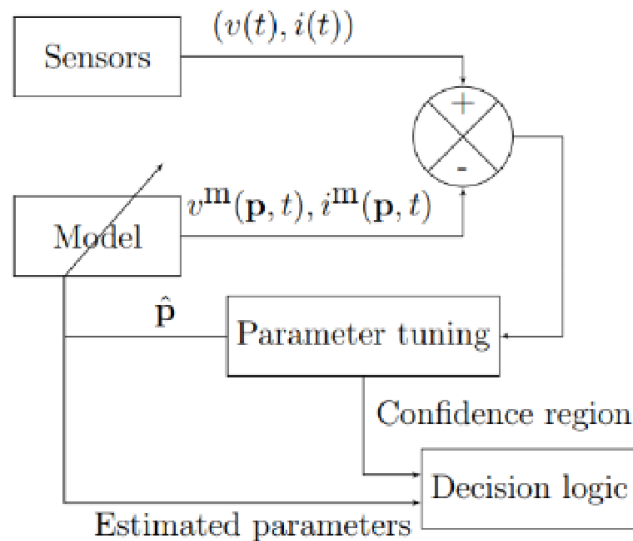


Figure 1 – Proposed identification approach.

Off-line transient simulations in EMTP-RV show that the proposed algorithm can identify internal faults from measurements collected over a time window of less than 1 ms after the detection of an abnormal behavior on the line and is selective, i.e., immune to faults on neighboring lines. Extensive simulations over a wide range of fault characteristics show that the method is reliable in presence of high/low impedance faults as well as close/remote faults.

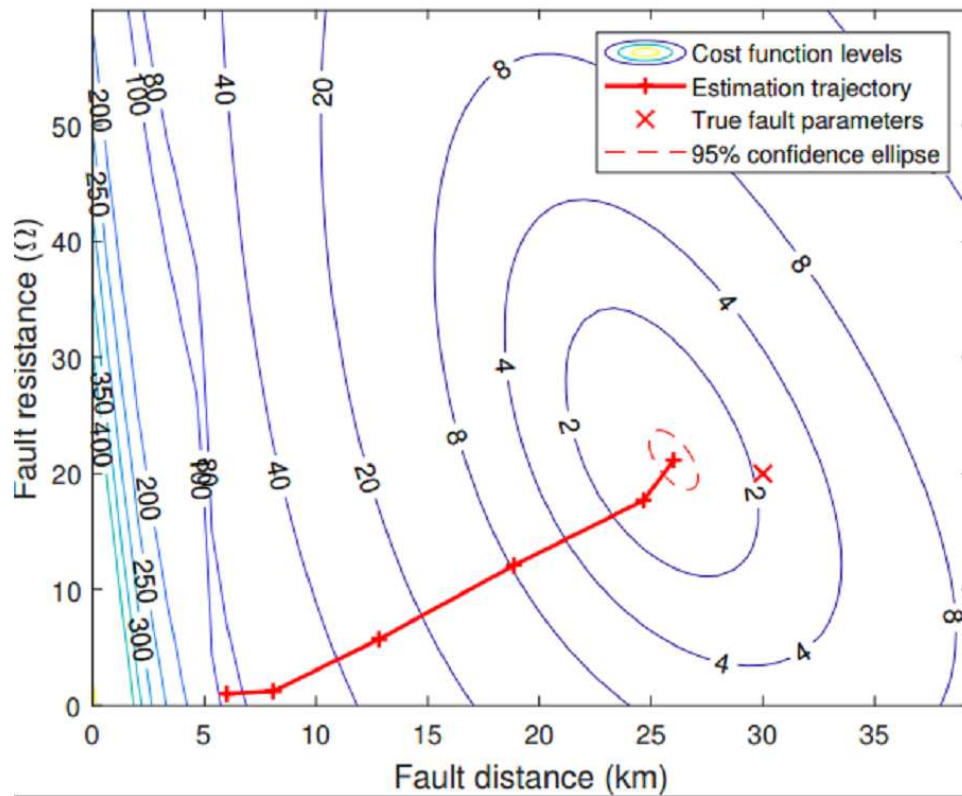


Figure 2 – Contour plot of the cost function associated to the maximum likelihood estimator obtained with the iterative estimation of the fault parameters for a fault located at 30km from the relay with a resistance of 20 Ohms on a line of 200 km.

2.12 Probing Signal Design for Enhanced Damping Estimation in Power Networks

Auteurs

BOERSMA Sjoerd⁽¹⁾, BOMBOIS Xavier⁽²⁾, VANFRETTI Luigi⁽³⁾, GONZALEZ Juan-Carlos⁽¹⁾ et BENCHAIB Abdelkrim⁽¹⁾

⁽¹⁾ SuperGrid-Institute

⁽²⁾ Laboratoire Ampère, École Centrale de Lyon

⁽³⁾ Rensselaer Polytechnic Institute

Résumé étendu

Accurate monitoring of electromechanical oscillations in real-time is one of the most important functions of a wide area monitoring system. Oscillations are monitored by continuously estimating the frequencies and damping ratios of dominant electromechanical modes. These are referred to as critical system modes and, in normal operation, are damped enough such that no instability occurs. However, damping ratios change over time due to, among others, disturbances in the network. It is possible that such a disturbance renders these damping ratios too low. Consequently, large oscillations and a potential blackout of the network can occur. Hence it is important to continuously provide an accurate damping estimation so that, when this crosses a specific lower bound, a controller can be activated to increase this damping, thereby preventing major system instabilities.

Approaches described in literature that provide a damping estimation can roughly be divided into two categories. The first category only uses ambient excitation while, in the second category, the network is excited with a probing signal. Ambient excitation occurs when the network is in equilibrium, and the primary disturbance comes from random load changes. This type of excitation is always present in a network and should therefore be accounted for in the damping estimation method. In general, ambient excitation is relatively low, which can easily result in estimations with relatively high variances.

In this work, a framework is proposed for designing a specific probing signal that is able to provide a damping estimation with user-defined variance. A power spectrum of the probing signal is determined by solving an optimization problem with Linear Matrix Inequality constraints. The objective function is defined as a weighted sum of the probing signal's power and a level of disturbance caused by probing the network. A desired level of the damping estimation's variance is set as a constraint. The time-domain realization of the obtained power spectrum is described by a multisine, which would be the actual probing signal applied to the network. The employed framework is demonstrated through simulations using the Modelica tool Dymola on a network modeled using the OpenIPSL library.

2.13 Modèle d'évolution de la charge d'un dépôt de stockage temporaire pour l'ordonnancement prédictif en présence de retards

Auteurs

NGUYEN Tam⁽¹⁾, KIEFFER Michel⁽²⁾, DE TURCK Koen⁽²⁾, CABANI Adnane⁽³⁾ et CABANI Iyadh⁽¹⁾

⁽¹⁾ PickUp Services

⁽²⁾ L2S, Université Paris Sud - Paris XI

⁽³⁾ IRSEEM, ESIGELEC

Résumé étendu

Cette communication aborde le problème de la modélisation de l'évolution de la charge d'un espace de stockage servant à conserver de manière temporaire le produit d'une requête adressée par un client à un serveur. Ce type de situation se rencontre par exemple lors de la demande de traitement d'une masse de données (ensemble d'images, vidéo, fichiers sources à compiler) adressée par un client à un serveur distant. Le traitement prend un temps dépendant de la charge des serveurs. Le résultat du traitement (produit) est conservé dans un espace de stockage temporaire avant d'être prélevé par le client. Un autre exemple est la commande d'un produit auprès d'un fournisseur. Le traitement de la commande, ainsi que l'acheminement du produit vers un point de stockage (bureau de poste, commerce de proximité) prennent un temps plus ou moins long dépendant par exemple de la disponibilité du produit. Le produit reste dans le point de stockage jusqu'à son retrait par le client ou son renvoi vers l'expéditeur.

Dans les deux cas, il est important de modéliser l'évolution de la charge de l'espace de stockage afin de pouvoir orienter le trafic des produits des requêtes émises par les clients vers le point de stockage le mieux adapté et éviter tout risque de surcharge. Le caractère aléatoire des temps de traitement des requêtes et de séjour des produits au sein d'un espace de stockage rend la prédiction de l'évolution de la charge complexe.

Les principaux objectifs de notre travail sont de proposer des modèles statistiques de l'évolution de la charge au niveau d'un espace de stockage de taille limitée et d'estimer les paramètres de ces modèles ainsi que leur évolution temporelle. Dans un premier temps, nous avons limité notre étude à la modélisation des flux entrants et sortants au niveau de l'espace de stockage. Le processus de traitement des requêtes n'est pas encore considéré en détail.

Le flux entrant, pour chaque intervalle de temps, peut être représenté par une variable aléatoire discrète, positive et non limitée. L'observation de données historiques fait apparaître une dépendance importante de ce flux vis-à-vis du jour de la semaine, de l'heure de la journée et d'un niveau d'activité de la semaine (période normale, vacances, etc.). De plus, en faisant l'hypothèse que le flux entrant dans un intervalle de temps est proportionnel à la taille de l'intervalle et est indépendant du flux entrant lors de l'intervalle précédant, nous avons modélisé ce flux par une loi de Poisson de paramètre variable au cours du temps.

Le flux sortant, pendant un intervalle de temps donné, peut être représenté par une variable aléatoire discrète, limitée par le stock disponible à l'entrepôt au début de l'intervalle de temps. En supposant que les instants de récupération des produits de requêtes sont indépendants entre eux, le flux sortant peut être modélisé par une loi binomiale, dont les paramètres dépendent également du jour de la semaine, de l'heure de la journée et d'un niveau d'activité de la semaine.

Les paramètres des deux lois proposées ont été estimées à partir des données historiques. Ceci permet de construire un premier modèle d'évolution de la charge sur un horizon temporel équivalent au temps de traitement des requêtes et d'arrivée des produits à l'espace de stockage. Une évaluation de la capacité de prédiction du modèle considéré a été réalisée à partir de données expérimentales.

2.14 CONTSID : a Matlab toolbox for standard and advanced identification of black-box continuous-time models

Auteurs

GARNIER Hugues ⁽¹⁾, GILSON Marion⁽¹⁾, CHEN Fengwei⁽²⁾ et MULLER Hugo⁽¹⁾

⁽¹⁾ CRAN, Université de Lorraine

⁽²⁾ Université de Wuhan

Résumé étendu

CONTSID : a Matlab toolbox for standard and advanced identification of black-box continuous-time models

The CONTinuous-Time System IDentification (CONTSID) toolbox provides Matlab functions for estimating continuous-time black-box models of dynamical systems from measured data without having to fully characterize the mathematics governing the system behavior.

The toolbox includes tools for standard identification of linear continuous-time models such as simple process, transfer functions and state-space models.

The toolbox also provides algorithms for more advanced identification such as errors-invariable (EIV) and closed-loop model estimation or to capture nonlinear system dynamics.

This paper presents an overview of the main features of the latest release of the CONTSID toolbox and outlines the recent developments. One of the main additions is a new Graphical User Interface (GUI), which allows the user to perform data analysis, model parameter estimation as well as model validation in a very intuitive way. The main window of the new GUI for the CONTSID toolbox is shown in Figure 3.

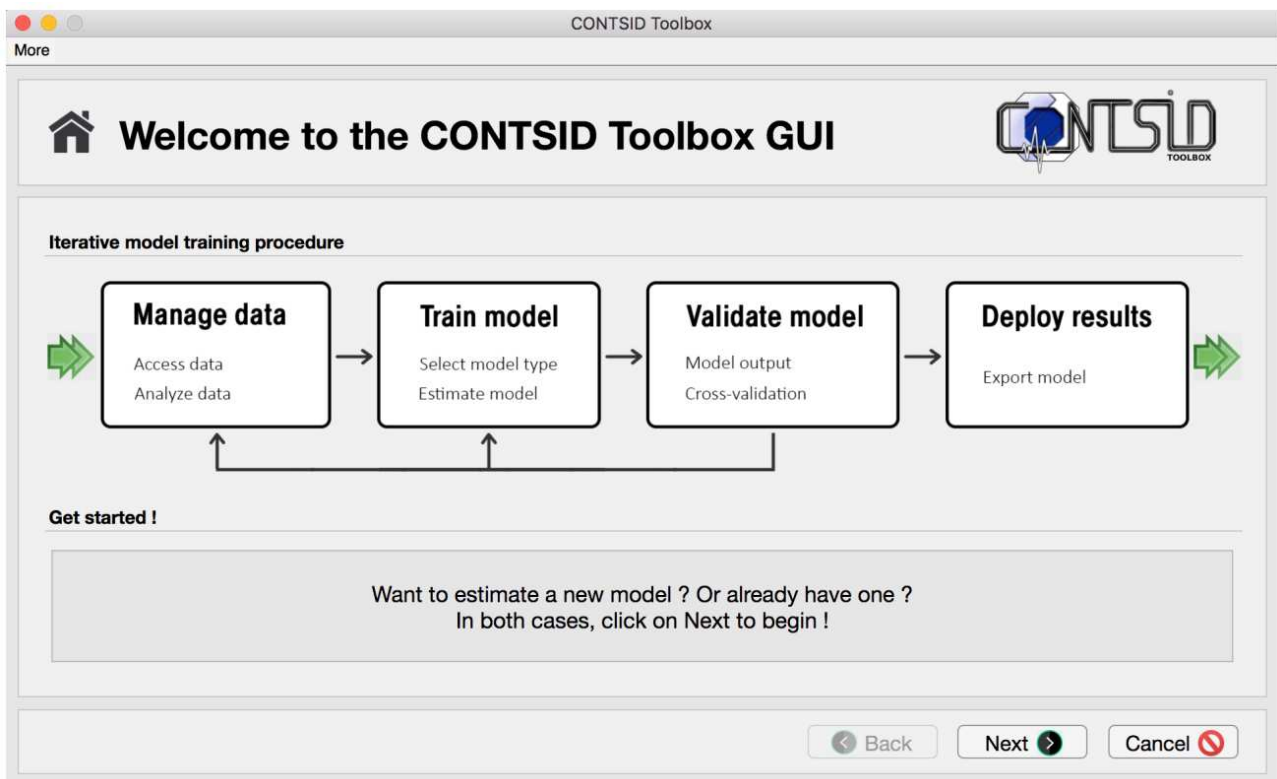


Figure 3 – Main window of the new GUI for the CONTSID toolbox.

The paper is organized in the following way. An overview of the different forms of CT models along with standard and advanced methods available in the toolbox is first presented. The recommended

sequence for identifying linear models with the CONTSID toolbox is then presented and illustrated on experimental data. The latest developments for time-delay model estimation and the new GUI are finally described.

2.15 Sensitivity and identifiability study of a model describing different collective human behaviors during a catastrophic event

Auteurs

VERDIÈRE Nathalie⁽¹⁾ et LANZA Valentina⁽¹⁾

⁽¹⁾ LMAH, Université du Havre

Résumé étendu

The past forty years have witnessed a significant increase in the number of disasters, that can be natural, societal or technological ([1]). These trends should not be reversed in the coming years, as the risk factors remain numerous : climate change, geopolitical tensions, risks linked to advances in technology and to the needs of societies, population growth and poverty, deterioration of the environment and urban pressure etc. (URD, 2010). Modern societies, whatever their level of development, have to remain resilient to disasters [2]. People do not know how to act or respond to a disaster. If certain behaviors are found to be appropriate, others, unfortunately more numerous, prove to be inappropriate (freezing, flight to the danger zone), or even clearly non suitable (curiosity, protection of property, etc...) in relation to the reactions expected and recommended by operational actors or prevention tools [3]. Therefore, a better understanding of their consequences is a major challenge in the safety and security of the population. Moreover, we need to progress in our understanding and ability to anticipate human, individual and collective behavior with respect to complex disasters of any origin. Indeed, the way to predict or anticipate human responses determines how we handle emergencies. Numerical simulations from a mathematical model may help to reach these goals.

Until recently, the mathematical modeling of crowd dynamics mainly consisted in simulations of displacements, sometimes in case of collective panic [4,5]. However, according to psychologists, geographers and neuroscientists, several different behaviors can be observed during major disasters [6]. Moreover, individuals do not stay in the same behavior all the time during the catastrophic event. In this work, we consider a psychological based model describing the concurrent human collective behaviors occurring in natural, societal or technological events. It emerged from a collaboration with geographers of Géoazur (Nice) and Géographie-Cités (Paris) laboratories and with psychologists of LLPL laboratory (Nantes) [7].

Here, psychologists classify human behaviors according to the emotional load and its regulation . Three sets of behaviors have been determined :

- The set of instinctive and alert behaviors corresponding to a low emotional charge
- The set of controlled behaviors with a medium emotional charge that can be regulated
- The set of panic behaviors : panic, freezing, automate behaviors (trampling, crushing) corresponding to a high emotional charge difficult to regulate.

These three sets of behaviors may give rise to different intensities of physiological charges and can be observed during different types of disasters which are sudden and unpredictable such as a terrorist attack or an earthquake. It is worth noting that these three classes of behaviors (alert, controlled and panic behaviors) can be differentiated by physiological measurements (see [8] for stress detection in computer work for example). For instance, panic provokes a significant increase of the heart rate and of the sweat unlike alert behaviors. From these considerations, a mathematical model, named APC (Alert-Panic-Controlled) and composed of 5 nonlinear ordinary differential equations on 5 state variables and with 12 parameters has been derived. However, some parameters corresponding to transitions to one behavior to another one must be estimated from physiological measurements or observations. In order to determine the measures permitting their estimation, we propose to present a sensitivity and an identifiability study on the APC model. Sensitivity analysis with respect to the parameters quantifies the influence of the different parameters on the variability of the mathematical model response. Identifiability property ensures that two different parameter vectors will generate

two distinct trajectories. It is a necessary prerequisite before putting in place parameter identification procedures. Indeed, in the case of a non identifiable model, the numerical procedure can fail or give not realistic parameter values. These notions as well as the ways they can serve to calibrate the model will be presented.

Références

- 1 A. Dauphiné and D. Provitolo, Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer (2ème Ed). Armand Colin, Paris, 2013.
- 2 M. Reghezza, S. Lhomme and D. Provitolo, Defining resilience : when the concept resists. Reghezza-Zitt et Rufat, Iste Press, Resilience Imperative - Uncertainty, Risks and Disasters, 2015.
- 3 E.L. Quarantelli, Conventional beliefs and counterintuitive realities. Social research, 75(3), 2008.
- 4 N. Bellomo and C. Dogbe, On the modeling of traffic and crowds : A survey of models, speculations, and perspectives. SIAM review, 53(3) :409-463, 2011.
- 5 D. Helbing, I. Farkas and T. Vicsek, Simulating dynamical features of escape panic. Nature, 407(6803) :487-490, 2000.
- 6 D. Provitolo, E. Dubos-Paillard, N. Verdière, V. Lanza, R. Charrier, C. Bertelle, and M. Aziz-Alaoui. Les comportements humains en situation de catastrophe : de l'observation à la modélisation conceptuelle et mathématique. Cybergeog : European Journal of Geography, 2015.
- 7 E. Verhulst, P. Richard, D. Provitolo and O. Navarro, Virtual tsunami : navigation technique and user behavior analysis during emergency. In 1st International Conference for Multi-Area Simulation - ICMASim, 2019.
- 8 F. Akbar, G. Mark, I. Pavlidis, and R Gutierrez-Osuna. An empirical study comparing unobtrusive physiological sensors for stress detection in computer work. Sensors, 19, 2019.

2.16 Identification en boucle fermée pour un capteur de gaz

Auteurs

POULIQUEN Mathieu⁽¹⁾, DENOUAL Matthieu⁽²⁾

⁽¹⁾ LAC, Université de Caen

⁽²⁾ GREYC, Université de Caen

Résumé étendu

L'étude présente un dispositif dédié à la détection de la concentration de gaz. Cette détection est réalisée via l'estimation d'une variation de masse thermique à l'aide d'un algorithme d'identification en boucle fermée. Le principe de la méthode a été démontré en mode boucle ouverte dans [1]. Un mode de fonctionnement en boucle fermée a été introduit dans [2], l'objectif du présent article n'est pas de développer une nouvelle méthode d'identification mais de confirmer et de consolider les premiers résultats obtenus dans la conception du dispositif.

Le dispositif thermique est constitué d'une structure avec une poutre et une pointe de disque remplie de zéolithes (voir figure 4). Les zéolithes sont utilisées comme couches sélectives. Les zéolithes sont des matériaux micro/nanoporeux qui révèlent une grande sélectivité chimique, de taille et de forme permettant la détection et la différenciation entre différents gaz et vapeurs. Le faisceau à conductivité thermique (G_{th}) isole la masse thermique de la pointe du disque (C_{th}) de l'environnement. La pointe et le faisceau forment un système thermique de premier ordre à constante de temps $\tau_{th} = \frac{C_{th}}{G_{th}}$. Une seule résistance est utilisée à la fois pour le chauffage et la mesure de température grâce à la modulation haute fréquence et au couplage capacitif. Lorsque le gaz s'adsorbe dans la couche de zéolite, la masse thermique de la pointe C_{th} augmente.

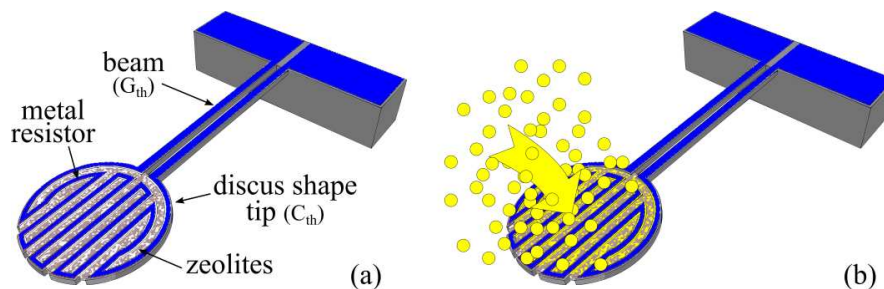


Figure 4 – (a) Représentation schématique du procédé thermique. (b) Le gaz est absorbé dans les trous remplis de zéolithes et en conséquence génère une augmentation de la masse thermique.

Dans cette étude, l'extraction de masse thermique est effectuée avec un algorithme d'identification tandis que le système thermique fonctionne en mode boucle fermée et est maintenu à température constante et auto-stimulé avec des impulsions de chaleur pseudo-aléatoires. Ce contexte explique la nécessité d'une identification en boucle fermée.

Il est bien connu qu'en raison de la corrélation entre le bruit d'entrée et le bruit de sortie, l'identification dans un contexte en boucle fermée peut être problématique d'où le développement de solutions spécifiques. Nous avons choisi d'implémenter deux algorithmes d'identification indirecte en boucle fermée. Tout d'abord, nous souhaitons avoir une estimation en temps réel de la variation de masse thermique. Cela nécessite l'utilisation d'un algorithme d'identification récursif en boucle fermée. À cette fin, le premier algorithme d'identification choisi est l'algorithme d'identification CLOE (Closed Loop Output Error) ([3]) qui fournit d'abord une estimation d'un modèle à temps discret. Ce modèle à temps discret est ensuite converti en un modèle à temps continu. Deuxièmement, nous souhaitons avoir l'estimation directe d'un modèle à temps continu (sans conversion) et une estimation de l'écart

type sur la variation de masse thermique estimée. Cela est possible via la mise en oeuvre d'un algorithme d'identification en temps continu. A cette fin, le deuxième algorithme d'identification choisi est l'algorithme d'identification CLSRIVC présenté dans [4].

Références

- 1 M. Denoual, M. Pouliquen, D. Robbes, O. de Sagazan, J. Grand, H. Awala, S. Mintova, S. Inoue, A. MitaTixier and Y. Mita. Microfabricated test structures for thermal gas sensors. Proc. of ICMTS, 2016.
- 2 M. Denoual, M. Pouliquen, C. Jorel, C. Radu, D. Robbes, M. Harnois, O. De Sagazan, J. Grand, H. Awala, S. Mintova, S. Inoue, E. Lebrasseur, K. Yamada, Y. Okamoto, A. MitaTixier and Y. Mita. Zeolite-based thermal mass gas sensor with selfidentification algorithm. Proc. of DTIP, 2017.
- 3 I. Landau and A. Karimi. Recursive algorithms for identification in closed-loop : a unified approach and evaluation. Automatica, 33(8), 1499-1523, 1997.
- 4 M. Gilson, H. Garnier, P. Young and P. Van den Hof Instrumental variable methods for closed-loop continuoustime system identification, in identification of continuous time models from sampled data. H. Garnier, L. Wangs Springer-Verlag, 133-160, 2008.

3 Liste des auteurs

AUBER	Romain	24
AOUN	Mohamed	20
ARVIS	Vincent	17
BENCHAIB	Abdelkrim	28
BERTINATOS	Alberto	26
BOERSMA	Sjoerd	28
BOMBOIS	Xavier	28
BOUKHEBOUZ	Bassem	12
BOURLÈS	Henri	10
BRUNOT	Mathieu	15
CABANI	Adnane	29
CABANI	Iyadh	29
CHEN	Fengwei	30
CHETOUI	Manel	20
CHHAYTLE	Mohamad	14
DAIRAY	Thibault	17
DE TURCK	Koen	29
DENOUAL	Matthieu	34
FRIKEL	Miloud	11
GABANO	Jean Denis	19
GARNIER	Hugues	30
GILSON	Marion	30
GEHAN	Olivier	24
GONZALEZ	Juan-Carlos	28
GROSSARD	Mathieu	12
GOUDJIL	Abdelhak	24
HUARD	Benoît	19
JANOT	Alexandre	15
KIEFFER	Michel	26, 29
LE GONIDEC	Serge	8
LAMY	Xavier	12
LANDAU	Ioan Doré	7
LAROCHE	Édouard	12
LANZA	Valentina	32
LEFTERIU	Sanda	22
MALTI	Rachid	20
MAYOUFI	Abir	20
MERCÈRE	Guillaume	12, 17

MULLER	Hugo	30
MUSSOT	Vincent	17
NASSER-EDDINE	Achraf	19
NGUYEN	Tam	29
OUALLA	Hicham	11
OUVRARD	Régis	14
PIGEON	Eric	24
POINOT	Thierry	14, 19
POULIQUEN	Mathieu	11, 34
RAISONS	Bertrand	26
SAFI	Said	11
VANFRETTI	Luigi	9, 28
VAU	Bernard	10
VAYSSETTES	Jérémy	17
VERRAX	Paul	26
VERDIÈRE	Nathalie	32
VICTORS	Stéphane	20