

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES HDR

NANTES UNIVERSITE

Spécialité : Génie mécanique

Par

« Raphaël CHENOARD »

« Contributions aux méthodes d'exploration et de synthèse pour la conception préliminaire de systèmes »

Travaux présentés et soutenus à « Lieu », le « date »

Unité de recherche : LS2N

Rapporteurs avant soutenance :

Jean-Yves DANTAN Professeur des universités, ENSAM de Metz
Jérôme PAILHES Professeur des universités, ENSAM de Bordeaux
Élise VAREILLES Maître assistante, IMT Mines Albi

Composition du Jury :

| | | |
|----------------|--|--|
| Président : | Prénom Nom | Fonction et établissement d'exercice (6) (<i>à préciser après la soutenance</i>) |
| Examinateurs : | Frédéric Messine Jean-François Petiot | Professeur des universités, ENSEEIHT Professeur des universités, École Centrale de Nantes |

Titre : Contributions aux méthodes d'exploration et de synthèse pour la conception préliminaire de systèmes

Mots clés : Conception préliminaire, programmation par contraintes, synthèse de système

Résumé : Mes travaux portent principalement sur la conception préliminaire de produits ou de systèmes. C'est la première étape lors du développement d'un nouveau système. Ses principales caractéristiques y sont fixées, comme son architecture principale, ses composants ou encore des dimensions ou matériaux. Cette étape s'appuie sur les besoins des parties prenantes identifiées pour définir les critères de performances, mais aussi les contraintes de conception délimitant l'espace des solutions admissibles.

Ces recherches ont permis de mettre en lumière les problématiques rencontrées lors de la formalisation mathématique d'un problème de conception en vue de sa résolution avec un solveur pour calculer un ensemble complet ou partiel des solutions admissibles. Une méthodologie en plusieurs étapes est proposée afin d'identifier les exigences et de les formuler sous forme de modèle mathématique. L'agrégation

d'un ensemble de modèles, justifiés par les exigences à satisfaire, permet d'aboutir à un problème de satisfaction de contraintes qui décrit l'ensemble des propriétés que doivent valider les systèmes attendus. Les problèmes mathématiques obtenus sont hétérogènes (variables discrètes et continues, contraintes numériques et tables de données), ce qui m'a amené à définir de nouveaux mécanismes de résolution.

Mes travaux se sont aussi diversifiés avec des applications dans le domaine du génie électrique et de la gestion d'énergie.

Les travaux présentés synthétisent mes activités depuis 2004 et la participation à l'encadrement de 12 thèses de doctorat, dont 4 sont encore en cours. J'ai également participé à plusieurs projets de recherche collaboratifs nationaux et européens. L'ensemble de ce travail a donné lieu à 11 publications dans des revues et plus de 25 communications avec comités de lecture et 2 brevets.

Title : Contributions to exploration and synthesis methods for preliminary system design

Keywords : Preliminary design, constraint programming, system synthesis

Abstract : My research mainly focus on the preliminary design of products or systems. This step is the first one when developing a new system, where its main characteristics and features are fixed, like its main architecture, its components, or even its dimensions or materials. This phase rely on the needs and requirements of stakeholders, thus defining performances criteria and design constraints limiting the feasible space.

This work has highlighted the main issues encountered when formulating a mathematical problem representing a design problem in order to use a solver to automatically generate feasible solutions. A methodology is proposed to help designers identify requirements and translate them into mathematical models. The aggregation

of these models, justified by the requirements to be met, results in a constraint satisfaction problem that describes the set of properties that must be validated by the expected system. The mathematical models are heterogeneous (discrete and continuous variables, numerical constraints and data tables), which has led me to define new resolution mechanisms.

My research diversified to applications in electrical engineering and energy management.

These works represent my activities since 2004 with the participation to the supervision of 12 PhD thesis, from which 4 are still in progress. I participated to several national and European research projects. My whole activity results in 11 journal article, more than 25 conference proceedings and 2 patents.