



# A Mixed Integer Linear Programming formulations for optimizing timing performance during the deployment phase in real-time systems design

Asma Mehiaoui, Tucci-Piergiovanni Sara, Jean-Philippe Babau

## ► To cite this version:

Asma Mehiaoui, Tucci-Piergiovanni Sara, Jean-Philippe Babau. A Mixed Integer Linear Programming formulations for optimizing timing performance during the deployment phase in real-time systems design. 2012. <cea-00811359>

**HAL Id: cea-00811359**

**<https://hal-cea.archives-ouvertes.fr/cea-00811359>**

Submitted on 10 Apr 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



CEA/SACLAY  
DIRECTION DE LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE  
DEPARTEMENT INGENIERIE LOGICIELS ET SYSTEMES



## Département Ingénierie Logiciels et Systèmes

### **A Mixed Integer Linear Programming formulations for optimizing timing performance during the deployment phase in real-time systems design**

Saclay, le 10/12/2012

REF. : DRT/LIST/DILS/12-0307/AM

**Par : Asma MEHIAOUI, Sara TUCCI-PIERGIOVANNI,  
Jean-Philippe BABAU**



DIRECTION DE LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE  
LABORATOIRE D'INTEGRATION DES SYSTEMES ET DES TECHNOLOGIES  
DEPARTEMENT INGENIERIE LOGICIELS ET SYSTEMES  
CEA SACLAY Nano-INNOV – PC 174 - 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX  
TÉL . (33)1 69 08 62.59 - FAX (33)1 69 08 83 95 – E-MAIL : françois.terrier@cea.fr  
Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial  
R.C.S. PARIS B 775 685 019

Identification :

Rapport LIST/DILS/2012-0307/AM

**Titre : A Mixed Integer Linear Programming formulations for optimizing timing performance during the deployment phase in real-time systems design**

Auteurs : **Asma MEHIAOUI**

**Mot clés : distributed real-time systems design ; designer guidance ; timing performance ; optimization ; mixed integer linear programming.**

Unité : **DRT/DILS//LISE**

Résumé :

Dans les méthodologies standards de développement des systèmes temps-réel, le concepteur doit déployer des fonctions échangeant des signaux d'information sur une plate-forme d'exécution. Ce déploiement consiste en trois étapes à savoir (i) le placement des fonctions et signaux sur un réseau de nœuds distribués, (ii) le partitionnement de ces fonctions et signaux, respectivement en tâches et messages à priorité fixe, et (iii) l'ordonnancement des tâches et messages (c'est-à-dire l'affectation de priorités aux tâches et messages). Les choix de conception à chaque étape influençant fortement les performances temporelles du système, le présent rapport amène à soutenir les concepteurs dans leur choix au cours des trois étapes. Pour cela, nous apportons deux solutions basées sur la technique d'optimisation soit la programmation linéaire (MILP). Dans un premier temps, nous fournissons une formulation linéaire adressant les trois étapes à la fois, cette dernière est appelée formulation linéaire en une seule phase. Ensuite, nous faisons face à la grande complexité de la formulation en une seule phase par sa décomposition en deux formulations linéaires moins complexes, nous appelons cela la formulation linéaire en deux phases. La première formulation de cette dernière traite le placement des fonctions et les signaux échangés sur les nœuds et les bus, respectivement. La deuxième formulation détermine le partitionnement des fonctions (resp. signaux) dans des tâches (resp. messages) et affecte des priorités à chaque partition.

Ce document est la propriété du CEA. Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

This document is the property of the CEA. It can not be copied or disseminated without its authorization.

	REDACTEURS <i>WRITERS</i>	VERIFICATEUR <i>CONTROLLER</i>	CHEF DE DEPARTEMENT <i>HEAD of DIVISION</i>
NOM	Asma MEHIAOUI	Sara TUCCI-PIERGIOVANNI	François TERRIER
DATE	10/12/2012	20/12/2012	20/12/2012
SIGNATURE			

DIRECTION DE LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE  
LABORATOIRE D'INTEGRATION DE SYSTEMES ET DES TECHNOLOGIES  
DEPARTEMENT INGENIERIE LOGICIELS ET SYSTEMES  
CEA SACLAY Nano-INNOV - PC 174 - 91191 Gif-sur-Yvette CEDEX  
TEL : (33)1 69 08 62 54 - FAX (33)1 69 08 89 95 - E-MAIL : francois.terrier@cea.fr  
Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial  
R.C.S. PARIS B 775 654 049

**Suivi des modifications :**

Date	Version	Rédacteur(s)	Description des évolutions

**Diffusion :**

DRT-S LIST/DILS/

DRT-S LIST/DILS/LISE

DRT-S LIST/DILS/LISE

DRT-S LIST/DILS/LISE

François TERRIER

Sébastien GERARD

Chokri MRAIDHA

Sara TUCCI-PIERGIOVANNI

Nom du serveur: HAL-CEA

# Table des matières

## Abstract

## 1 Introduction

## 2 Definitions, assumptions and problem statement

- 2.1 Functional graph
- 2.2 Network topology
- 2.3 Deployment problem for latency minimization

## 3 One-step MILP formulation

- 3.1 Description
- 3.2 MILP formulation

## 4 Two-step MILP formulation

- 4.1 Description
- 4.2 MILP formulation

## 5 Conclusion

## References

# Liste des figures

**Figure 1:** Example of a functional graph

**Figure 2:** Example of a network topology

**Figure 3:** Illustrative example of a deployment solution in one-step formulation

**Figure 4:** Illustrative example of a placement solution

**Figure 5:** Illustrative example of a partitioning and scheduling solution

## Abstract

Following the standard development methodologies for the real-time systems, the designer has to deploy functions exchanging signals information onto an execution platform. The deployment consists of the three stages i.e. (i) the placement of functions and signals on a distributed network of nodes, (ii) the partitioning of these functions and signals in fixed-priority tasks and messages, respectively, and (iii) the tasks and messages scheduling (i.e. tasks and messages priority assignment). As the design choices at each stage highly influence the timing performance of the system, in the present report, we are interested in supporting designers in their choices during the three stages. To achieve that, we use the Mixed Integer Linear Programming (MILP) technique. Therefore, we first give a MILP formulation which deals with the three stages at the same time; it is called one-step MILP formulation. Then, we face the high complexity of the one-step MILP formulation by decomposing it into two less complex MILP formulations; we call that two-step MILP formulation. The first MILP formulation treats the placement of functions and exchanged signals to nodes and buses, respectively. The second MILP formulation determines the partitioning of functions (resp. signals) in tasks (resp. messages) and assigns priorities to each partition.

**KEYWORDS:** distributed real-time systems design; designer guidance; timing performance; optimization; mixed integer linear programming.