



جامعة المسيلة
كلية الرياضيات والإعلام الآلي
مكتبة الكلية
inf - Mast 13
37
رقم تجرید

N° d'ordre :

UNIVERSITE DE M'SILA
FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE
Département d'Informatique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Système d'information Avancés

Par :

BOUSSADIA Samir

SUJET

**DEVELOPEMENT D'UN OUTIL DE
VERIFICATION
DES RDPs ORDINAIRES**

Soutenu publiquement le :27/06/20 12devant le jury composé de :

Mr.	Université de M'sila	Président
Mr. MELIOUH A	Université de M'sila	Rapporteur
Mr.	Université de M'sila	Examineur
Mr.	Université de M'sila	Examineur
Mr.	Université de M'sila	Examineur

Promotion : 2011 /2012

SOMMAIRE

Introduction Générale

Contexte	01
Objectif et démarche	02
Structure du document	02

Chapitre 1

les Réseaux de Pétri

I.1. Introduction	03
I.2. Définition d'un RdP	03
I.3. Evolution d'un RdP.....	04
I.4. Les Propriétés des réseaux de RdP	05
I.5. RdPs Particuliers	08
I.5.1. Graphe d'état	08
I.5.2. Graphe d'événement	08
I.5.3. RdP sans conflit	09
I.5.4. RdP à choix libre	09
I.5.5. RdP simple	10
I.5.6. RdP pur	10
I.5.7. RdPs généralisés	11
I.5.8. RdPs à capacités	12
I.5.9. RdPs à priorités	12
I.6. Extension des Réseaux de Petri	13
I.6.1 Réseaux de Petri colorés	13
I.6.2 Réseaux de pétri temporels	13
I.6.3 Réseaux de pétri hiérarchiques	14
I.7. Quelques outils de base pour analyse des RdPs	14
I.7.1. INA (Integrated Net Analyser)	15
I.7.2. Extension des fichiers INA	16
I.7.3. La structure d'une Session INA	17
I.7.3.1. Démarrer et quitter l'INA.....	17
I.8.conclusion	18

SOMMAIRE

Chapitre 2

Transformation de graphes

2.1. Introduction	19
2.2. L'architecture dirigée par les modèles	19
2.2.1. Notion de modèle	19
2.2.2. Transformation de modèles	20
2.2.3. Méta modélisation et transformation	21
2.2.4. Types de transformations	22
2.2.5. Classification des approches de transformation	23
2.2.5.1. Transformations de type Modèle vers code	23
2.2.5.2. Transformations de type modèle vers modèle	23
2.2.6. Structure d'une transformation	24
2.3. Transformations de graphes	25
2.3.1. Notion de graphe	25
2.3.1.1 Graphes non orientés	25
2.3.1.2 Graphes orientés	25
2.3.2. Grammaires de graphes	26
2.3.2.1. Le principe de règles	28
2.3.2.2. Application des règles	28
2.3.2.3. Système de transformation de graphes	29
2.3.3. Outils de transformation de graphes	29
2.3.3.1 ATOM3	29
2.4 Conclusion	35

Chapitre 3

Contribution et test

3.1. Modélisation automatique	36
3.1.1. Méta-Modélisation des réseaux de Petri	36
3.1.2 Génération d'un outil pour les RDPs	37

SOMMAIRE

3.2. Génération de spécification INA.....	38
3.2.1 .Grammaire de graphe	38
3.2.1.1. Action initiale	38
3.2.1.2. Action finale	38
3.2.2. Règles de transformations	39
3.3. Création d'un bouton de génération de code	44
3.4. Exemple applicatif	44
3.4.1. Transformation du réseau Pétri vers une spécification INA	45
3.5. Conclusion	47

Conclusion Générale

Conclusion Générale	48
---------------------------	----

Bibliographie

Figure 1.4 : Exemple d'un RfP	36
Figure 1.5 : Exemple d'un RfP vivant et non vivant	36
Figure 1.6 : Exemple d'un RfP persistant	36
Figure 1.7 : Conflit effectif (RfP gauche Non – RfP droit Oui)	37
Figure 1.8 : exemple de graphe d'état	38
Figure 1.9 : exemple de Graphe d'événement et Graphe non d'événement	39
Figure 1.10 : exemple de Graphe sans Conflit	39
Figure 1.11 : exemple de Graphe avec Conflit	39
Figure 1.12 : exemple de RfP à choix libres	39
Figure 1.13 : exemple de RfP sans choix libres	39
Figure 1.14 : exemple de RfP simple	39
Figure 1.15 : exemple de RfP non simple	39
Figure 1.16 : exemple de RfP pur	40
Figure 1.17 : exemple de RfP non pur	40
Figure 1.18 : exemple de RfP Avant franchissement	41
Figure 1.19 : exemple de RfP Après franchissement	41
Figure 1.20 : exemple de RfP à capacités	42
Figure 1.21 : exemple de RfP approprié Avant franchissement	43
Figure 1.22 : exemple de RfP approprié Après franchissement	43

Introduction générale

Contexte et problématique

L'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM, ou MDE : *Model Driven Engineering*) offre un cadre méthodologique et technologique qui permet d'unifier différentes façons de faire des transformations dans un processus homogène. Il est ainsi possible d'utiliser la technologie la mieux adaptée à chacune des étapes du développement du logiciel, tout en ayant un processus global de développement qui soit unifié dans un paradigme unique.

L'IDM permet cette unification grâce à l'utilisation importante des modèles (qui peuvent être exprimés dans des formalismes différents) et des transformations automatiques entre les modèles. L'utilisation intensive de modèles permet un développement souple et itératif, grâce aux raffinements et enrichissements par transformations successives. Par ailleurs, les transformations permettent de passer d'un espace technique à un autre (par exemple d'UML vers les graphes ou vers des codes). Ainsi, les transformations permettent de choisir l'espace technique et le formalisme le plus adapté à chaque activité.

La capacité de représenter les comportements tels que la concurrence et le choix, augmente les chances de définir des modèles logiquement incorrects avec des erreurs de contrôle de flux (inter blocage, vivacité...). Ce risque d'erreur est d'autant plus grand lorsqu'il s'agit de systèmes complexes.

Des techniques diverses d'analyse et de vérification existent. Parmi lesquelles on peut citer les réseaux de Pétri. Ces derniers ont été choisis dans notre travail pour un but d'élaborer et de vérifier des modèles. Ceci se justifie par leur base mathématique solide, la large gamme d'outils d'analyse qu'ils possèdent, par leur simplicité et leur capacité de représentation graphique des modèles.

La plupart des outils d'analyse associés au formalisme réseau de Pétri, fonctionnent sur la base des entrées descriptives du RDP à analyser, générées de manière automatique. Néanmoins il existe un outil très riche (INA : *IntegratedNetAnalyzer*), qui a pour entrée une description élaborée de manière manuelle par un utilisateur. Et cela rend le processus d'analyse plus difficile, surtout pour un cas où le modèle a une taille importante.

Objectif et démarche

Pour aboutir à une analyse usuelle et rapide d'un RDP, il faut faire recours à une démarche automatique. Dans ce contexte, notre contribution consiste à proposer une approche totalement automatisée, permettant d'intégrer l'outil INA dans l'outil ATOM³. Cette intégration, est basée sur la technique de méta-modélisation et les grammaires de graphes, pour générer de manière automatique des modèles réseaux de Pétri, et les analyser par l'outil INA.

Cette approche est réalisée en deux étapes. Dans la première étape, nous avons proposé un méta-modèle pour le formalisme réseaux de Pétri, depuis lequel un environnement de modélisation est généré. Pour atteindre un processus automatique et correct, dans la deuxième étape, une grammaire de graphes est définie, permettant de générer automatiquement une spécification INA (forme textuelle) depuis un réseau Petri (forme graphique).

L'outil choisit pour cela est ATOM₃; car il permet de supporter la multi-modélisation et les transformations de graphes en se basant sur des grammaires de graphes et des méta-modèles.

Structure du document

Ce mémoire est organisé en trois chapitres. Le premier chapitre, est un état de l'art présentant un aperçu sur les réseaux de Pétri. Nous mettrons ici l'accent sur les réseaux de Pétri ordinaires.

Le deuxième chapitre sera préservé à étudier l'architecture MDA. Nous donnerons un rappel sur cette architecture incluant la notion de méta-modèle et les transformations de graphes, avec une présentation de l'outil ATOM₃.

Notre contribution fait l'objet du troisième chapitre, contenant une étude progressive de notre approche de modélisation et de génération de spécifications INA pour les RDPs, ainsi qu'un exemple illustratif.

Une conclusion générale et des perspectives inspirées de ce travail de recherche termineront ce document.

Conclusion Générale

L'Ingénierie Dirigée par les Modèles MDA est une démarche pour le développement logiciel qui prône la modélisation lors de toutes les étapes du cycle de vie des applications. MDA utilise fortement les modèles que nous avons étudiés au cours de ce travail, à savoir CIM, PIM et PSM. Nous avons présenté brièvement les différentes technologies standards de l'OMG qui permettent de mettre en œuvre MDA. Nous avons dégagé alors les principaux avantages de MDA qui sont, entre autres, pérennité la productivité et la prise en compte des plates-formes.

Nous avons vu l'état de l'art de l'approche MDA, en particulier, les langages de modélisations et ceux de méta-modélisation. Nous avons étudié aussi les opérations possibles sur les modèles.

Dans ce contexte, notre contribution consiste à proposer une approche totalement automatisée, permettant d'intégrer l'outil INA dans l'outil ATOM³. Cette intégration, est basée sur la technique de méta-modélisation et les grammaires de graphes, pour générer de manière automatique des modèles réseaux de Pétri, et les analyser par l'outil INA.

L'approche proposée, consiste à générer depuis un méta-modèle bien défini (représentant le réseau de Pétri ordinaire, à savoir la place, l'arc, la transition), un environnement graphique pour la modélisation avec le formalisme réseau de Pétri. Dans cet environnement, nous avons intégré un générateur de spécification INA en se basant sur une grammaire de transformation. Cela nous permet d'éliminer les risques d'erreurs qui peuvent être causées par une transformation manuelle.

Dans un travail futur, nous comptons continuer la génération de code, en offrant des spécifications INA pour les autres types de RDPs (RDP temporel, RDP coloré...), en utilisant toujours la technique de transformation de graphes et l'outil ATOM3. Dans ce cas-là nous obtiendrons un outil de transformation générale pour tout type de réseau de Pétri.

BIBLIOGRAPHIE

- [ATOM3, 2007] <http://atom3.cs.mcgill.ca/>.
- [Rdp_particuliers, 2007] [http://www.RdP_particuliers.html,2007].
- [Andries, 1999] M. Andries, G. Engels, A. Habel, B. Hoffmann, h.-J. Kreowski, s. Kuske, D. Pump, A. Schürr et G. Taentzer, "Graph transformation for specification and programming", Science of Computer programming, vol 34, NO°1, pages 1-54, Avril 1999.
- [Czarnecki, 2006] Czarnecki.K, Helsen .S, "Feature-based survey of model transformation approaches", IBM Systems Journal, VOL. 45, NO. 3, 2006.
- [De Lara, 2002] De Lara.J , Vangheluwe.H, "AToM3: A Tool for Multi-Formalism Modelling and Meta- Modelling". Lecture Notes in Computer Science 2306, pp.174-18, 2002.
- [Hettab,2009] HETTAB .A, " De M-UML vers les réseaux de Petri « Nested Nets » : Une approche basée transformation de graphes ", Mémoire de Magistère dans le cadre de l'école doctoral pôle Est, 2009.
- Karsai, 2004] G. Karsai, A. Agrawal, "Graph Transformations in OMG's Model-Driven Architecture", Lecture Notes in Computer Science, Vol 3062, 243-259, Springer Berlin / Heidelberg, juillet 2004.
- [Kameche, 2010] KAMECHE .A, GUERGOUR .M, " Initialisation des RdP à partir Des diagrammes UML ", Mémoire d'ingénieur d'état en informatique option : système informatiques, 2010.
- [Muller, 2001] Muller .P.A, " De la modélisation objet des logiciels à la meta-modélisation des langages informatiques ", Thèse de HDR présentée devant L'Université de Rennes, 2001.
- [Murata,1989] Murata. T, "Petri Nets: properties, analysis and applications", Proc. IEEE, vol.77, pp. 541-580, 1989.
- [OMG, 1999] OMG Manufacturing Domain Task Force : STEP and OMG Product Data Management Specifications : A Guide for Decision Makers, Octobre 1999. <http://www.omg.org/homepages/mfg/mfgppepdm.htm>.
- [Prakash, 2006] N. Prakash, S. Srivastava and S. Sabharwal. "The Classification Framework for Model Transformation", Journal of Computer Science 2 (2): 166-170, 2006.

- [Raida, 2008] Raida .E, "Modélisation et Vérification des processus métiers dans les entreprises virtuelles: Une approche basée sur la transformation de graphes", Thèse de Doctorat en Sciences en Informatique,2008.
- [Roch, 2002] S. Roch and P.H Starke P.H, "Integrated Net Analyzer", User manual, 2002.
- [Rozenberg, 1999] G. Rozenberg, "Handbook of Graph Grammars and Computing by Graph Transformation", Vol.1. World Scientific, 1999.
- [Scorletti , 2006] Scorletti.G, Binet.G, "Réseaux de Petri ", Université de Caen Basse Normandie France, [http ://www.greyc.ensicaen.fr/EquipeAuto/Gerard S/mait Petri.html](http://www.greyc.ensicaen.fr/EquipeAuto/GerardS/mait Petri.html), 2006.

Résumé

Ce travail consiste à développer un outil de modélisation pour les réseaux de Pétri ordinaires et de génération de leur spécification INA (Integrated Net Analyzer). Ce développement se base sur une opération de méta-modélisation et de génération de code réalisée par une grammaire de transformation. Ces techniques sont offertes par l'outil ATOM3 (A Tool for Multi-formalism and Meta-Modeling).

Mots clés: RDPs ordinaires, méta-modélisation, grammaire de transformation, génération de code, ATOM3, INA.

Abstract

This work consists on developing a tool for modeling ordinary Petri nets and for generating their INA (Integrated Net Analyzer) specification. The development is based on méta-modeling operation and on code generation realized by a transformation grammar. Those techniques are offered by ATOM3 tool (A Tool for Multi-formalism and Meta-Modeling).

Key words: Ordinary PNs, méta-modeling, transformation grammar, code generation, ATOM3, INA.

ملخص

هذا العمل يقوم بإنجاز أداة لتصميم شبكات بيترى العادية و بإصدار مواصفات نصية لهذه الشبكات خاصة بأداة التحليل INA. هذا الإنجاز يعتمد على عمليتين أساسيتين هما *laméta-modélisation* وإصدار مواصفات نصية المنجزتان عن طريق قواعد تحويلية و المتوفرة لدى البرنامج ATOM3 (A Tool for Multi-formalism and Meta-Modeling).

الكلمات المفتاحية: تصميم شبكات بيترى العادية, *méta-modélisation*, قواعد تحويلية, إصدار مواصفات نصية, ATOM3, INA.