

Département d'informatique

THESE

présentée en vue de l'obtention du

Grade de DOCTEUR

de l'UNIVERSITE LOUIS PASTEUR de STRASBOURG

spécialité INFORMATIQUE

par

Pierre FRANÇON

**Configuration de Réseaux Hétérogènes :
Modélisation par Objets et Outil de Validation**

Soutenue le 7 Septembre 1992 devant la Commission d'Examen :

| | | |
|-----|--------------|--------------------|
| MM. | J.F. DUFOURD | Président |
| | J. BEZIVIN | Rapporteur externe |
| | G. JUANOLE | Rapporteur externe |
| | J.J. PANSIOT | Directeur de thèse |
| | E. HORLAIT | Examineur |

Résumé

Nous présentons un outil de validation des aspects statiques de la configuration des réseaux en termes de respect des contraintes des protocoles. Ces contraintes concernent la topologie du réseau et les valeurs numériques de paramètres associés aux chemins empruntés par l'information circulant sur le réseau. Cette validation, intervenant avant installation d'un réseau ou avant modification de sa configuration, évite certaines anomalies et les expertises correspondantes en phase opérationnelle, en particulier pour les réseaux hétérogènes. La première partie du mémoire présente le modèle de réseau développé dans l'objectif de réaliser un outil de validation de configuration. La description du modèle de base est suivie par celle des différentes extensions et raffinements possibles. La seconde partie concerne l'étude de la mise en œuvre du modèle dans un contexte d'administration de réseau. Elle comporte entre autre l'approche objet choisie pour la description de l'expertise réseau. La troisième partie présente la maquette logicielle réalisée avec le langage orienté objet Eiffel. Nous mentionnons les difficultés rencontrées, ainsi que des remarques sur l'utilisation du langage Eiffel. En annexe, nous rappelons le modèle de réseau normalisé par l'ISO et les prérequis en langage orienté objet. De plus, un exemple d'algorithme montre la complexité des structures de données manipulées et illustre les problèmes rencontrés lors de l'utilisation du langage Eiffel.

Mots Clés

Administration de réseau, Validation de configuration de réseau, Interconnexion de réseaux hétérogènes, Modélisation de configuration de réseau, Modélisation orientée objet, Langage orienté objet, Eiffel.

Summary

We introduce a tool for checking whether static aspects of network configuration respect protocol constraints. These constraints concern topological parts of the network and numerical values based on network information paths. Checking before network installation or network configuration evolution avoids treating some faults during the operational phase. This is especially true for heterogeneous networks. The first part of the report introduces a model of a network later used as a configuration checking tool. The basic part of the model is followed by extensions and refinements. The second part is concerned with using the model in a network management context. It also presents the object oriented approach chosen for describing network expert evaluation. The third part introduces a software prototype developed with the object oriented language Eiffel. The problems we meet when using Eiffel are discussed here. An appendix is a reminder of what is the network model normalized by the ISO and what are prerequisites of object oriented language. Finally, a simple algorithm shows the complexity of the data structure we use and illustrates problems encountered when using Eiffel.

Key words

Network management, Network configuration checking, Heterogeneous network interconnexion, Network configuration modelization, Object oriented modelization, Object oriented language, Eiffel.

| | | |
|------------------------|--|-----------|
| PARTIE I | INTRODUCTION | 13 |
| I.1..... | L'état de l'art | 14 |
| I.2..... | Sujet | 15 |
| I.3..... | Plan | 18 |
| I.4..... | Aide à la Lecture du Mémoire | 20 |
| | | |
| PARTIE II | LE MODELE | 21 |
| II.1..... | Méthode de description | 22 |
| II.1.1..... | Norme ISO | 22 |
| II.1.2..... | Modèle entité / association | 23 |
| II.1.3..... | Graphes et hypergraphes | 25 |
| II.2..... | Le modèle de base | 26 |
| II.2.1..... | Les éléments de base du modèle | 26 |
| II.2.1.1..... | Protocole | 26 |
| II.2.1.2..... | Entité | 29 |
| II.2.2..... | Equipement | 30 |
| II.2.3..... | Réseau de communication | 43 |
| II.2.4..... | Validation de la configuration | 54 |
| II.2.4.1..... | Répartition des entités et des liens inter-entités | 54 |
| II.2.4.2..... | Validation topologique | 59 |
| II.2.4.3..... | Validation des attributs des protocoles | 60 |
| II.2.4.4..... | Autres types de validations | 67 |
| II.3..... | Extension récursive au modèle de base | 70 |
| II.3.1..... | Entités relais et terminales | 70 |
| II.3.2..... | Protocoles de gestion du relais | 73 |
| II.4..... | Modélisation à précision variable | 79 |
| II.4.1..... | Protocole unidirectionnel | 79 |
| II.4.2..... | Liens entre modélisations à précisions variables | 81 |
| II.5..... | Additifs au modèle | 89 |
| II.5.1..... | Adressage des SAPs | 89 |
| II.5.2..... | Fonctions de relais | 93 |
| II.5.3..... | Transfert de l'information | 94 |
| II.6..... | Notions pour mieux appréhender le réseau | 96 |
| II.6.1..... | Couches | 96 |
| II.6.2..... | Nouvelles composantes | 96 |
| II.6.2.1..... | Composantes-relais et composantes-terminales | 97 |
| II.6.2.2..... | Composante-protocole | 99 |
| II.6.2.3..... | Composante-réseau | 100 |
| II.6.3..... | Classification des liens inter-entités | 101 |

| | | |
|-------------------------|--|------------|
| PARTIE III | MISE EN ŒUVRE | 103 |
| III.1. | Types d'équipement | 104 |
| III.2. | Couplage du modèle avec le monde réel | 109 |
| III.3. | Validation de la configuration | 113 |
| III.4. | Visualisation de la configuration | 115 |
| III.4.1. | Critères relatifs aux réseaux | 115 |
| III.4.2. | Critères géographiques | 116 |
| III.4.3. | Critères administratifs | 117 |
| III.5. | Fonctionnalités de l'outil | 119 |
| III.5.1. | Fonctionnalités attendues | 119 |
| III.5.2. | Fonctionnalités de la maquette développée | 121 |
| III.5.2.1. | Description du réseau | 121 |
| III.5.2.2. | Dédution et validation | 122 |
| III.5.2.3. | Visualisation | 125 |
| III.5.2.4. | Enrichissement de l'outil par les experts en réseau | 132 |
| | | |
| PARTIE IV | MAQUETTE LOGICIELLE | 133 |
| IV.1. | Implémentation avec le LOO Eiffel | 134 |
| IV.1.1. | Adéquation entre les objectifs et l'approche objet | 134 |
| IV.1.2. | Conception de la hiérarchie de classes | 137 |
| IV.1.2.1. | Hiérarchie des types d'équipements | 140 |
| IV.1.2.2. | Hiérarchies dépendantes des protocoles | 142 |
| IV.1.3. | Mise en œuvre de la validation générique | 143 |
| IV.1.3.1. | Validation de topologies | 144 |
| IV.1.3.2. | Nécessité de l'approche covariante du langage Eiffel | 144 |
| IV.2. | Remarques générales concernant Eiffel | 154 |
| IV.2.1. | Difficultés conceptuelles rencontrées en Eiffel | 154 |
| IV.2.2. | Limite du langage Eiffel | 162 |
| IV.2.3. | Problèmes d'implémentation du langage | 164 |
| IV.3. | La maquette réalisée | 168 |
| IV.3.1. | Caractéristiques de la maquette | 168 |
| IV.3.2. | Les classes du noyau de la maquette | 168 |
| IV.3.2.1. | Structures de données | 168 |
| IV.3.2.2. | Propriétés des classes et graphes d'héritages | 170 |
| | | |
| PARTIE V | CONCLUSION | 179 |