

# Table des matières

<b>Introduction</b> . . . . .	1
Vicenç PUIG et Silvio SIMANI	
<b>Chapitre 1. Modélisation mathématique et caractérisation des défauts</b> . . . . .	29
Silvio SIMANI	
1.1. Introduction . . . . .	29
1.2. Techniques FDI basées sur des modèles . . . . .	30
1.3. Modélisation de systèmes défectueux . . . . .	32
1.3.1. Modélisation et description des défauts . . . . .	33
1.3.2. Description mathématique . . . . .	34
1.4. Génération résiduelle . . . . .	39
1.5. Techniques de génération résiduelle . . . . .	43
1.5.1. Génération de résidu <i>via</i> l'estimation de paramètres . . . . .	43
1.5.2. Approches basées sur l'observateur . . . . .	47
1.5.3. Détection des défauts <i>via</i> les équations de parité . . . . .	53
1.6. Détection de changements et évaluation des symptômes . . . . .	57
1.7. Problème de robustesse de la génération résiduelle . . . . .	59
1.7.1. Approche FDI $H_\infty$ . . . . .	61
1.7.2. Découplage actif et passif des perturbations . . . . .	64
1.8. Intégration des techniques de diagnostic de défauts . . . . .	66
1.8.1. Logique floue pour la génération de résidus . . . . .	66
1.8.2. Réseaux neuronaux pour le diagnostic de défauts . . . . .	68
1.8.3. Approche neuro-floue des FDI . . . . .	70
1.8.4. Détectabilité et isolabilité de défauts . . . . .	72

1.8.5. Identification de la structure du modèle NF . . . . .	74
1.8.6. Génération résiduelle NF pour la FDI . . . . .	74
1.9. Conclusion . . . . .	76
1.10. Bibliographie . . . . .	77
<b>Chapitre 2. Analyse structurelle</b> . . . . .	87
Mattias KRYSANDER et Erik FRISK	
2.1. Introduction . . . . .	87
2.2. Contexte . . . . .	88
2.2.1. Modèles structurels . . . . .	88
2.2.2. Décomposition et correspondances de Dulmage-Mendelsohn . . .	91
2.2.3. Décomposition et simulation de Dulmage-Mendelsohn . . . . .	94
2.3. Analyse de la détectabilité et de l'isolabilité des défauts . . . . .	95
2.3.1. Analyse de la détectabilité de défauts . . . . .	95
2.3.2. Analyse d'isolabilité de défauts . . . . .	97
2.3.3. Décomposition canonique de la partie surdéterminée . . . . .	98
2.4. Sous-modèles testables . . . . .	99
2.4.1. Définitions basiques . . . . .	100
2.4.2. Algorithme MSO . . . . .	102
2.4.3. Génération résiduelle basée sur le <i>matching</i> . . . . .	103
2.5. Placement du capteur . . . . .	104
2.5.1. Problème de base du placement des capteurs . . . . .	105
2.5.2. Approche structurelle . . . . .	106
2.6. Conclusion . . . . .	112
2.7. Bibliographie . . . . .	113
<b>Chapitre 3. Détection et isolation de défauts basées sur des ensembles</b> . . . . .	115
Ye WANG et Vicenç PUIG	
3.1. Introduction . . . . .	115
3.2. Notations, définitions et propriétés . . . . .	116
3.3. Énoncé du problème . . . . .	118
3.3.1. Systèmes linéaires incertains à temps discret . . . . .	118
3.3.2. Méthodes basées sur les ensembles . . . . .	118
3.3.3. Énoncé du problème FDI . . . . .	120
3.4. Techniques proposées . . . . .	121
3.4.1. Approche par appartenance ensembliste . . . . .	121
3.4.2. Observateur zonotopique . . . . .	122
3.4.3. Relation entre les méthodes basées sur les ensembles . . . . .	123

3.5. Méthodes de conception . . . . .	125
3.5.1. Conditions de robustesse . . . . .	125
3.5.2. Condition de sensibilité aux défauts . . . . .	129
3.6. Procédures de détection et d'isolation de défauts . . . . .	131
3.6.1. Détection de défauts . . . . .	131
3.6.2. Isolation de défauts . . . . .	133
3.7. Exemple d'application : système à quadruple réservoir . . . . .	134
3.7.1. Résultats avec conditions de robustesse . . . . .	135
3.7.2. Résultats avec conditions de robustesse et de sensibilité aux défauts . . . . .	138
3.8. Conclusion . . . . .	138
3.9. Bibliographie . . . . .	142

## **Chapitre 4. Diagnostic des systèmes stochastiques . . . . .** 145

Gregory PROVAN

4.1. Introduction . . . . .	145
4.2. Tâche de diagnostic stochastique . . . . .	148
4.2.1. Notations . . . . .	148
4.2.2. Formulation du problème . . . . .	148
4.2.3. Représentation de l'incertitude . . . . .	149
4.3. Méthodes d'inférence pour la tâche de diagnostic . . . . .	150
4.3.1. Différence avec d'autres tâches . . . . .	151
4.4. Approche basée sur les modèles . . . . .	151
4.4.1. Méthodes FDD traditionnelles . . . . .	151
4.4.2. Inversion/filtrage bayésien . . . . .	154
4.5. Approches guidées par les données . . . . .	157
4.5.1. Méthodes de ML . . . . .	158
4.5.2. Méthodes statistiques . . . . .	159
4.6. Approches hybrides : méthodes de substitution . . . . .	160
4.6.1. Ajustement de modèles de substitution par échantillonnage . . . . .	161
4.7. Analyse comparative des approches . . . . .	162
4.8. Conclusion . . . . .	163
4.9. Bibliographie . . . . .	163

## **Chapitre 5. Méthodes guidées par les données pour le diagnostic de défauts . . . . .** 167

Silvio SIMANI

5.1. Introduction . . . . .	167
5.2. Modèles pour le diagnostic de défauts des systèmes linéaires . . . . .	169
5.3. Méthodes d'estimation des paramètres pour le diagnostic de défauts . . . . .	171

5.3.1. Méthode guidée par les données dans des conditions idéales . . . . .	172
5.3.2. Méthodes guidées sur les données dans des scénarios réels . . . . .	175
5.4. Identification de systèmes dynamiques non linéaires . . . . .	182
5.4.1. Modèle affine par morceaux . . . . .	184
5.4.2. Structure du modèle hybride . . . . .	184
5.4.3. Approximation d'un système non linéaire . . . . .	185
5.4.4. Continuité du modèle et partitionnement du domaine . . . . .	188
5.4.5. Estimation d'un modèle affine local . . . . .	192
5.4.6. Estimation de modèles multiples . . . . .	195
5.5. Approche floue du diagnostic de défauts guidée par des données . . . . .	200
5.5.1. Identification de modèle flou . . . . .	202
5.5.2. Prototypes Takagi-Sugeno . . . . .	204
5.5.3. Modélisation floue guidée par les données . . . . .	207
5.5.4. Méthodes de <i>clustering</i> . . . . .	207
5.5.5. Algorithmes de partitionnement diffus des c-moyennes . . . . .	209
5.5.6. Algorithme de partitionnement de Gustafson-Kessel . . . . .	211
5.5.7. Nombre optimal de clusters . . . . .	213
5.6. Identification de modèles flous . . . . .	213
5.6.1. Identification des modèles non linéaires . . . . .	216
5.6.2. Identification du partitionnement de l'espace produit . . . . .	218
5.6.3. Identification de modèle de partitionnement diffus . . . . .	220
5.6.4. Estimation de la fonction d'appartenance antécédente . . . . .	221
5.6.5. Estimation des paramètres conséquents . . . . .	223
5.7. Conclusion . . . . .	227
5.8. Bibliographie . . . . .	228

## **Chapitre 6. Approche par intelligence artificielle du diagnostic basé sur les modèles**

Belarmino PULIDO, Carlos J. ALONSO-GONZÁLEZ et Anibal BREGON	235
6.1. Introduction . . . . .	235
6.2. Cas d'étude . . . . .	237
6.3. Systèmes de diagnostic basés sur la connaissance . . . . .	240
6.3.1. Tâche de diagnostic et modèle de système . . . . .	242
6.3.2. Diagnostic de dispositifs physiques . . . . .	245
6.3.3. Limites du KBS pour le diagnostic des dispositifs physiques . . . . .	246
6.4. Diagnostic basé sur modèle . . . . .	246
6.4.1. Formalisation du diagnostic basé sur la cohérence et sa première implémentation (GDE) . . . . .	247
6.5. CBD pour les systèmes dynamiques . . . . .	257
6.5.1. Différentes approches pour le CBD de systèmes dynamiques . . . . .	258

6.5.2. PC pour le cas d'étude du système à trois réservoirs . . . . .	262
6.6. Conclusion . . . . .	264
6.7. Bibliographie . . . . .	266
<b>Liste des auteurs</b> . . . . .	271
<b>Index</b> . . . . .	273