

# Table des matières

<b>Introduction</b> . . . . .	1
Rachid CHELOUAH	
<b>Partie 1. Optimisation.</b> . . . . .	5
<b>Chapitre 1. Tournées de véhicules avec contraintes de chargement : des méthodes de résolution</b> . . . . .	7
Ines SBAI et Saoussen KRICHEN	
1.1. Introduction. . . . .	7
1.2. Le problème de l'acheminement des véhicules à capacité avec des contraintes de chargement à deux dimensions . . . . .	9
1.2.1. Méthodes de solution. . . . .	10
1.2.2. Description du problème. . . . .	12
1.2.3. Les variantes du 2L-CVRP . . . . .	12
1.2.4. Analyse computationnelle . . . . .	14
1.3. Le problème de l'acheminement des véhicules à capacité avec des contraintes de chargement tridimensionnelles . . . . .	14
1.3.1. Méthodes de solution. . . . .	15
1.3.2. Description du problème. . . . .	16
1.3.3. Variantes de 3L-CVRP. . . . .	17
1.3.4. Analyse computationnelle . . . . .	19
1.4. Perspectives de recherche future . . . . .	20
1.5. Bibliographie. . . . .	21

## **Chapitre 2. Ordonnancement du flux de travail IoT basé sur la qualité de service . . . . . 29**

Marwa MOKNI et Sonia YASSA

2.1. Introduction. . . . .	30
2.2. Travaux connexes . . . . .	31
2.3. Formulation du problème. . . . .	33
2.3.1. Modélisation du flux de travail IoT . . . . .	35
2.3.2. Modélisation des ressources. . . . .	35
2.3.3. Modélisation de la planification des flux de travail basée sur la qualité de service . . . . .	35
2.4. Approche basée sur MAS-GA pour l'ordonnancement des flux de travail de l'IoT . . . . .	37
2.4.1. Modèle d'architecture . . . . .	37
2.4.2. Modèle de système multi-agent. . . . .	38
2.4.3. Processus de planification des flux de travail basé sur le MAS . . . . .	39
2.5. Plan d'ordonnancement du travail basé sur le GA . . . . .	42
2.5.1. Codage des solutions . . . . .	43
2.5.2. Fonction d'aptitude . . . . .	45
2.5.3. Opérateur de mutation . . . . .	45
2.6. Étude expérimentale et analyse des résultats . . . . .	45
2.6.1. Résultats expérimentaux . . . . .	47
2.7. Conclusion . . . . .	55
2.8. Bibliographie . . . . .	55

## **Chapitre 3. Résolution de problèmes de sélection de caractéristiques à l'aide de métaheuristiques . . . . . 59**

Mohamed SASSI

3.1. Introduction. . . . .	60
3.2. Inspiration de l'algorithme . . . . .	61
3.2.1. La hiérarchie de la meute de loups . . . . .	61
3.2.2. Les quatre phases de la chasse en meute . . . . .	62
3.3. Modélisation mathématique . . . . .	63
3.3.1. Hiérarchie de la meute . . . . .	63
3.3.2. Les quatre phases de la modélisation de la chasse. . . . .	64
3.3.3. Phase de recherche-exploration. . . . .	68
3.3.4. Phase d'attaque-exploitation . . . . .	68
3.3.5. Pseudocode de l'algorithme d'optimisation du loup gris . . . . .	71
3.4. Fondements théoriques de la sélection des dimensions . . . . .	71
3.4.1. Définition de la sélection des caractéristiques . . . . .	72

3.4.2. Méthodes de sélection des caractéristiques . . . . .	72
3.4.3. Méthode par filtrage . . . . .	72
3.4.4. Méthode <i>wrapper</i> . . . . .	73
3.4.5. Mouvement de sélection des caractéristiques binaires . . . . .	73
3.4.6. Avantages de la sélection des dimensions pour les algorithmes de classification par apprentissage automatique . . . . .	74
3.5. Modélisation mathématique du problème d'optimisation de la sélection des dimensions . . . . .	75
3.5.1. Définition du problème d'optimisation . . . . .	75
3.5.2. Espace de recherche discret binaire . . . . .	75
3.5.3. Fonctions objectifs pour la sélection des caractéristiques . . . . .	77
3.6. Adaptation de métaheuristiques pour l'optimisation dans un espace de recherche binaire . . . . .	79
3.6.1. Module <i>M1</i> . . . . .	80
3.6.2. Module <i>M2</i> . . . . .	81
3.7. Adaptation de l'algorithme du loup gris à la sélection des dimensions dans un espace de recherche binaire . . . . .	84
3.7.1. Premier algorithme bGWO1 . . . . .	84
3.7.2. Deuxième algorithme bGWO2 . . . . .	86
3.7.3. Première approche de la GWO binaire . . . . .	87
3.7.4. Deuxième approche de la GWO binaire. . . . .	88
3.8. Mise en œuvre expérimentale de bGWO1 et bGWO2 et discussion . . .	88
3.9. Conclusion . . . . .	90
3.10. Bibliographie . . . . .	91

## **Chapitre 4. La résolution du problème d'équilibrage d'une chaîne de montage à modèles mixtes . . . . .**

Lakhdar BELKHARROUBI et Khadidja YAHYAOUI

4.1. Introduction. . . . .	94
4.2. Travaux connexes de la littérature . . . . .	97
4.3. Description du problème et formulation mathématique . . . . .	99
4.3.1. Description du problème. . . . .	99
4.3.2. Formulation mathématique . . . . .	99
4.4. Procédure de base de recherche adaptative randomisée gloutonne . . .	100
4.5. Procédure de recherche adaptative randomisée gloutonne réactive . . .	101
4.6. Procédure de recherche adaptative hybride, réactive, gloutonne et aléatoire pour le problème d'équilibrage de type 2. . . . .	102
4.6.1. La phase de construction proposée. . . . .	103
4.6.2. La phase de recherche locale . . . . .	107
4.7. Exemples expérimentaux. . . . .	108

4.7.1. Résultats et discussion . . . . .	112
4.8. Conclusion . . . . .	117
4.9. Bibliographie. . . . .	117
<b>Partie 2. Apprentissage automatique . . . . .</b>	<b>121</b>
<b>Chapitre 5. Réseau interactif et apprentissage automatique pour les recommandations . . . . .</b>	<b>123</b>
Ahlem DRIF, Saad Eddine SELMANI et Hocine CHERIFI	
5.1. Introduction. . . . .	124
5.2. Travaux liés. . . . .	126
5.2.1. Mécanisme de réseau d'attention dans les systèmes de recommandation. . . . .	126
5.2.2. Apprentissage automatique empilé pour l'optimisation . . . . .	127
5.3. Recommandation interactive personnalisée . . . . .	128
5.3.1. Notation . . . . .	130
5.3.2. Le réseau interactif de recommandation d'attention. . . . .	131
5.3.3. Recommandeur de filtrage à base de contenu empilé . . . . .	136
5.4. Paramètres expérimentaux . . . . .	138
5.4.1. Les ensembles de données. . . . .	138
5.4.2. Métriques d'évaluation. . . . .	139
5.4.3. Lignes de base. . . . .	140
5.5. Expérimentations et discussion . . . . .	141
5.5.1. Analyse des hyperparamètres . . . . .	141
5.5.2. Comparaison des performances avec les lignes de base . . . . .	144
5.6. Conclusion . . . . .	148
5.7. Bibliographie. . . . .	148
<b>Chapitre 6. Comparaison de modèles d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond . . . . .</b>	<b>153</b>
Gustavo FLEURY SOARES et Induraj PUDHUPATTU RAMAMURTHY	
6.1. Introduction. . . . .	153
6.2. Travaux connexes . . . . .	156
6.2.1. Incorporation des mots . . . . .	158
6.2.2. Modèles d'apprentissage profond . . . . .	159
6.3. Expériences et évaluation . . . . .	160
6.4. Conclusion et travaux futurs . . . . .	166
6.5. Bibliographie. . . . .	168

<b>Chapitre 7. Approche hybride pour la navigation autonome des robots mobiles</b> . . . . .	173
Khadidja YAHYAOU	
7.1. Introduction. . . . .	174
7.2. Travaux connexes . . . . .	175
7.2.1. Approches classiques. . . . .	175
7.2.2. Méthodes avancées . . . . .	176
7.3. Situation problématique . . . . .	178
7.4. Développement d'une architecture de contrôle . . . . .	180
7.4.1. Description des agents . . . . .	181
7.5. Principe de navigation par logique floue. . . . .	187
7.5.1. Aperçu de la logique floue. . . . .	187
7.5.2. Description du robot simulé. . . . .	188
7.5.3. Stratégie de navigation. . . . .	189
7.5.4. Agent contrôleur flou. . . . .	189
7.6. Simulation et résultats . . . . .	203
7.7. Conclusion . . . . .	205
7.8. Bibliographie. . . . .	206

<b>Chapitre 8. La détection d'intrusion au moyen des réseaux de neurones : un tutoriel</b> . . . . .	211
--	-----

Alvise DE' FAVERI TRON

8.1. Introduction. . . . .	211
8.1.1. Systèmes de détection d'intrusion . . . . .	211
8.1.2. Réseaux neuronaux artificiels. . . . .	212
8.1.3. L'ensemble de données NSL-KDD . . . . .	212
8.2. Analyse de la base de données. . . . .	213
8.2.1. Résumé de l'ensemble de données. . . . .	213
8.2.2. Caractéristiques . . . . .	213
8.2.3. Distribution des caractéristiques binaires . . . . .	214
8.2.4. Distribution des caractéristiques catégorielles . . . . .	218
8.2.5. Distribution des données numériques . . . . .	220
8.2.6. Matrice de corrélation . . . . .	222
8.3. Préparation des données . . . . .	223
8.3.1. Nettoyage des données. . . . .	223
8.3.2. Codage des colonnes catégoriques . . . . .	224
8.3.3. Normalisation . . . . .	225
8.4. Sélection des caractéristiques . . . . .	228
8.4.1. Sélection basée sur les arbres . . . . .	228

- 8.4.2. Sélection univariée . . . . . 229
- 8.5. Conception du modèle . . . . . 230
  - 8.5.1. Environnement du projet. . . . . 230
  - 8.5.2. Construction du réseau neuronal . . . . . 231
  - 8.5.3. Apprendre les hyperparamètres . . . . . 231
  - 8.5.4. Époques. . . . . 231
  - 8.5.5. Taille du lot . . . . . 232
  - 8.5.6. Couches d’abandon . . . . . 232
  - 8.5.7. Fonctions d’activation . . . . . 232
- 8.6. Comparaison des résultats . . . . . 233
  - 8.6.1. Mesures d’évaluation. . . . . 233
  - 8.6.2. Modèles préliminaires . . . . . 234
  - 8.6.3. Ajout de l’abandon . . . . . 238
  - 8.6.4. Ajout des couches supplémentaires . . . . . 240
  - 8.6.5. Ajout d’une sélection de caractéristiques . . . . . 240
- 8.7. Déploiement dans un réseau . . . . . 242
  - 8.7.1. Capteurs . . . . . 242
  - 8.7.2. Choix du modèle . . . . . 242
  - 8.7.3. Déploiement du modèle . . . . . 243
  - 8.7.4. Adaptation du modèle . . . . . 245
- 8.8. Travaux futurs . . . . . 245
- 8.9. Bibliographie. . . . . 246

**Liste des auteurs. . . . . 249**

**Index . . . . . 251**