

Table des matières

Introduction	1
Frédéric VANDERHAEGEN, Choubeila MAAOUI, Mohamed SALLAK et Denis BERDJAG	
Partie 1. Capacités perceptives	3
Chapitre 1. Synchronisation de stimuli avec la fréquence cardiaque : nouveau défi pour le contrôle de dissonances attentionnelles	5
Frédéric VANDERHAEGEN, Marion WOLFF et Régis MOLLARD	
1.1. Introduction.	5
1.2. De l'erreur humaine à la dissonance	6
1.3. Conflit cognitif, attention et dissonance attentionnelle	9
1.4. Causes et évaluation de la dissonance attentionnelle	11
1.5. Étude exploratoire de dissonances attentionnelles.	13
1.6. Résultats de l'étude exploratoire.	16
1.7. Conclusion	24
1.8. Bibliographie.	26
Chapitre 2. Spécification centrée système d'interactions physico-physiologiques de perception sensorielle	33
Jean-Marc DUPONT, Frédérique MAYER, Fabien BOUFFARON, Romain LIEBER et Gérard MOREL	
2.1. Introduction.	33
2.2. Spécification d'une situation-système d'interactions de perception sensorielle.	35

2.2.1. Éléments de connaissance multidisciplinaire en ingénierie-système. . .	36
2.2.1.1. Ingénierie centrée technique	37
2.2.1.2. Ingénierie centrée humain	39
2.2.2. Éléments de connaissance interdisciplinaire en ingénierie-système . .	42
2.2.2.1. Orchestration centrée système de la connaissance multidisciplinaire	42
2.2.2.2. Spécification centrée système basée sur des modèles	46
2.2.3. Spécification d'une situation-système d'intérêt	48
2.2.3.1. Éléments de compréhension multidisciplinaire d'une situation ciblée	49
2.2.3.2. Spécification descriptive de la situation ciblée	50
2.2.3.3. Spécification prescriptive de la situation-système ciblée	51
2.3. Spécification centrée physiologie d'une interaction de perception sensorielle.	55
2.3.1. Éléments de connaissance multidisciplinaire d'une interaction physico-physiologique	56
2.3.1.1. Théorie mathématique de la physiologie intégrative.	56
2.3.1.2. Représentation d'une interaction fonctionnelle de perception/action sensorielle	58
2.3.2. Spécification prescriptive de l'interaction de perception auditive ciblée.	60
2.3.2.1. Éléments de compréhension multidisciplinaire physico-physiologique.	60
2.3.2.2. Spécification interdisciplinaire d'exigences physico-physiologiques.	63
2.4. Spécification centrée système d'une interaction de perception sensorielle. . .	68
2.4.1. Spécification du système d'intérêt ciblé	68
2.4.1.1. Éléments de connaissance multidisciplinaire de l'architecture système ciblée	68
2.4.1.2. Spécification interdisciplinaire de l'artefact de conduite ciblé .	69
2.4.2. Spécification multidisciplinaire d'un modèle exécutable de l'interaction auditive ciblée	70
2.4.2.1. Spécification prescriptive	72
2.4.2.2. Vérification de la spécification	72
2.4.3. Spécification interdisciplinaire du modèle exécutable de l'interaction auditive ciblée	74
2.4.3.1. Éléments de connaissance multidisciplinaire en spécification exécutable basée sur des modèles	76
2.4.3.2. Validation-système de la spécification.	77
2.5. Conclusion	80
2.6. Bibliographie	81

Partie 2. Coopération et partage de tâches 89

Chapitre 3. Un cadre d'analyse du partage d'autorité dans des systèmes sociotechniques complexes 91

Cédric BACH et Sonja BIEDE

3.1. Introduction.	91
3.2. De l'approche systématique à l'approche systémique : une approche différente du partage d'autorité et de responsabilité	94
3.3. Un cadre d'analyse et de conception de l'autorité et de la responsabilité	96
3.3.1. Les actions dans une perspective d'autorité, de responsabilité et de redevabilité	97
3.3.2. Les niveaux d'autorité et de responsabilité	100
3.3.3. Les patrons d'action en relation avec l'autorité et la responsabilité	105
3.3.3.1. Partage d'autorité.	105
3.3.3.2. Distribution d'autorité	106
3.3.3.3. Délégation d'autorité.	108
3.3.3.4. Contractualisation d'autorité	110
3.3.4. Les relations dynamiques entre les dimensions du cadre d'analyse	111
3.4. Le management des turbulences de sillage en séparation visuelle : une étude de cas préliminaire	112
3.4.1. Au niveau nano	113
3.4.2. Au niveau micro.	114
3.4.3. Au niveau meso	115
3.4.4. Au niveau macro	115
3.5. Conclusion	115
3.6. Bibliographie.	116

Chapitre 4. La conception d'une interface selon des principes de transparence 119

Raissa POKAM MEGUIA, Serge DEBERNARD, Christine CHAUVIN

et Sabine LANGLOIS

4.1. Introduction.	119
4.2. État de l'art	120
4.2.1. <i>Situation awareness</i>	121
4.2.2. Transparence.	122
4.3. Conception d'une IHM transparente pour véhicule autonome	126
4.3.1. Présentation de la démarche	126
4.3.2. Définition des principes de transparence.	126
4.3.2.1. Principe issu du modèle de l'objectif général	128
4.3.2.2. Principe issu du modèle de la tâche	129

4.3.2.3. Principe issu du modèle analytique	130
4.3.2.4. Principe issu du modèle de l'environnement	131
4.3.2.5. Principe issu du modèle de la coopération	131
4.3.2.6. Principe issu du modèle de l'agent humain	132
4.3.3. <i>Cognitive Work Analysis</i>	132
4.3.3.1. L'analyse du domaine de travail	133
4.3.3.2. L'analyse de la tâche de contrôle	136
4.4. Protocole expérimental	139
4.4.1. Interfaces	139
4.4.2. Hypothèses	141
4.4.3. Participants	141
4.4.4. Matériel	142
4.4.5. Les scénarios de conduite	143
4.4.6. Variables mesurées	144
4.4.7. Démarche statistique	146
4.5. Résultats et discussions	147
4.5.1. <i>Situation awareness</i>	147
4.5.1.1. Résultats	148
4.5.1.2. Discussion	148
4.5.2. Satisfaction des participants	150
4.5.2.1. Résultats	150
4.5.2.2. Discussion	151
4.6. Conclusion	151
4.7. Remerciements	153
4.8. Bibliographie	153

Partie 3. Fiabilité des systèmes 157

Chapitre 5. Contrôle tolérant aux fautes extéroceptives pour une conduite autonome et sûre 159

Mohamed Ryad BOUKHARI, Ahmed CHAIBET, Moussa BOUKHNIFER
et Sébastien GLASER

5.1. Introduction	159
5.2. Formulation du problème	163
5.3. Architecture de commande tolérante aux fautes	164
5.3.1. Le modèle dynamique du véhicule	165
5.4. Les algorithmes de vote	168
5.4.1. Maximum de vraisemblance (MLV)	168
5.4.2. Moyenne pondérée (WA)	169
5.4.3. Moyenne pondérée basée sur l'historique (HBWA)	170

5.5. Résultats de simulation	173
5.6. Conclusion	182
5.7. Bibliographie.	182

Chapitre 6. Un modèle graphique basé sur les facteurs affectant la performance pour l'évaluation de la fiabilité humaine 187

Subeer RANGRA, Mohamed SALLAK, Walter SCHÖN et Frédéric VANDERHAEGEN

6.1. Introduction.	187
6.2. La méthodologie PRELUDE.	195
6.2.1. Contexte théorique	197
6.2.1.1. La théorie des fonctions de croyance et les systèmes de valuations	197
6.2.1.2. Règles de combinaison	199
6.2.1.3. Comparaison des BPA à l'aide de mesures d'intervalles et de distances	200
6.2.1.4. Exemple simple.	201
6.2.2. La partie qualitative.	202
6.2.2.1. Facteurs affectant la performance pour les opérations ferroviaires.	202
6.2.2.2. Identification des HFE et contexte critique pour la sécurité.	204
6.2.2.3. Exemple pour l'illustration	206
6.2.3. La partie quantitative	207
6.2.3.1. Processus d'élicitation des avis d'experts	207
6.2.3.2. Combinaison des avis d'experts	210
6.2.3.3. Transformation	211
6.2.3.4. Exemple (suite).	213
6.2.4. Quantification et analyse de sensibilité.	215
6.2.4.1. Assignment des preuves directes et quantification	215
6.2.4.2. Analyse de sensibilité	216
6.2.4.3. Exemple (suite).	216
6.3. Cas d'étude	219
6.3.1. Étape 1, partie qualitative : identification des HFE et PSF	221
6.3.2. Étape 2, partie quantitative : élicitation d'experts, combinaison et transformation de données	224
6.3.3. Étape 3, données de quantification et résultats	226
6.4. Conclusion	231
6.5. Remerciements.	234
6.6. Bibliographie.	235

Partie 4. La modélisation et l'aide à la décision 243

**Chapitre 7. Modèle flou d'aide à la décision pour la commande,
le contrôle et la régulation des systèmes de transport 245**

Saïd HAYAT et Saïd Moh AHMAED

7.1. Introduction.	245
7.2. Problématique d'aide à la décision dans le transport collectif urbain	246
7.3. Réseau de transport urbain de Montbéliard.	247
7.3.1. Les correspondances	248
7.3.2. La régulation d'un réseau de transport collectif urbain.	249
7.4. Modèle flou d'aide à la décision pour la régulation du trafic de transport	251
7.4.1. Acquisition des connaissances.	252
7.4.2. Les critères de décision pour la régulation du trafic des transports collectifs	254
7.4.3. La modélisation des critères	256
7.4.4. Processus de fuzzification	256
7.4.5. Génération des décisions.	259
7.4.6. Défuzzification	261
7.4.7. Classes de décisions	267
7.4.7.1. Décision de régulation classe A	267
7.4.7.2. Décision de régulation classe B.	267
7.4.7.3. Décision de régulation classe C.	267
7.4.8. Proposition des stratégies de régulation	270
7.4.9. Impact et validation des stratégies de régulation	270
7.4.10. Mise en application des stratégies de régulation.	270
7.5. Conclusion	271
7.6. Bibliographie.	271

**Chapitre 8. L'impact de la stabilité humaine dans les systèmes
homme-machine : cas du transport ferroviaire 273**

Denis BERDJAG et Frédéric VANDERHAEGEN

8.1. Introduction.	273
8.2. Stabilité et notions associées	274
8.2.1. La résilience	274
8.2.2. La stabilité dans le contexte technologique	275
8.2.3. Définition mathématique de la stabilité au sens de Lyapunov.	275
8.2.3.1. Remarques.	276
8.2.3.2. Discussion.	276

8.2.4. Théorème de Lyapunov	277
8.2.4.1. Discussion	277
8.3. La stabilité dans le contexte humain	277
8.3.1. Définition de la stabilité humaine	277
8.3.1.1. Hypothèse	277
8.3.1.2. Remarques	278
8.3.2. Définition du potentiel d'action et de réaction	278
8.4. La stabilisabilité	279
8.5. La stabilité dans le contexte des SHM	280
8.6. Structure du SHM étudié dans le contexte ferroviaire	281
8.6.1. Structure générale	281
8.6.2. Le module de supervision	283
8.6.3. Le modèle du système technologique	283
8.6.4. Le modèle de l'opérateur humain	284
8.7. Exemple illustratif	285
8.7.1. Protocole expérimental	285
8.7.2. Résultats expérimentaux	292
8.7.3. Observations et discussion	292
8.8. Conclusion	293
8.9. Bibliographie	294

Partie 5. Conception innovante 297

Chapitre 9. Développement d'un vêtement intelligent pour l'aide à la gestion de crises : application au contrôle d'incendies 299

Guillaume TARTARE, Marie-Pierre PACAUX-LEMOINE, Ludovic KOEHL
et Xianyi ZENG

9.1. Introduction	299
9.2. Conception d'un vêtement intelligent pour les pompiers	302
9.2.1. Architecture du système portable	302
9.2.2. Sélection de composants électroniques	304
9.2.3. Conception textile et intégration des capteurs	304
9.3. Traitement de signaux physiologiques	306
9.3.1. Extraction de formes d'ondes respiratoires	306
9.3.2. Détection automatique du rythme cardiaque	307
9.3.3. Variabilité du rythme cardiaque	309
9.3.4. Analyse des résultats expérimentaux	309
9.4. Coopération pompiers-robots à l'aide du vêtement intelligent	311
9.4.1. Robots	313
9.4.2. Interface du superviseur humain	314

9.5. Conclusion 315
9.6. Bibliographie. 316

**Chapitre 10. Pédagogie active pour l'aide à l'innovation
dans les transports 319**

Frédéric VANDERHAEGEN

10.1. Introduction 319
10.2. Analyse d'un accident ferroviaire et conception de système 320
10.3. Analyse d'usages d'un régulateur de vitesse 324
10.4. Simulation d'usages d'un radar anticollision en conduite. 326
10.5. Aide à l'écoconduite. 328
10.6. Vers un support pour la conception innovante de systèmes de transport . . . 330
10.7. Conclusion 333
10.8. Bibliographie 334

Conclusion. 339

Frédéric VANDERHAEGEN, Choubeila MAAOUI, Mohamed SALLAK
et Denis BERDJAG

Liste des auteurs. 341

Index. 343