

SOMMAIRE

De la quantification du risque à l'optimisation des systèmes

Avant-propos

1. Introduction

2. Du bon usage des évaluations quantitatives

3. Les notions théoriques de base

3.1. Rappels sur les probabilités et statistiques

3.1.1. Dénombrement

3.1.2. Probabilité

3.1.3. Opérations logiques

3.1.4. Théorème des probabilités totales

3.1.5. Théorème de Bayes

3.1.6. Variable aléatoire

3.1.7. Fonction de répartition

3.1.8. Espérance mathématique

3.1.9. Variance et écart-type

3.1.10. Moments

3.1.11. Quantiles

3.1.12. Corrélation

3.2. Intervalle de confiance

3.2.1. Intervalle de confiance d'une valeur moyenne

3.2.2. Intervalle de confiance d'un taux de défaillance

3.2.3. Intervalle de confiance d'une probabilité

3.2.4. Niveau de confiance d'un quantile (méthode de Wilks)

3.2.5. Méthodes d'estimation des intervalles de confiance

3.3. Simulation de Monte-Carlo

3.3.1. Principe

3.3.2. Simulation d'une variable aléatoire

3.3.3. Précision des résultats

3.3.3.1. *Valeur moyenne*

3.3.3.2. *Quantile*

3.3.4. Techniques de réduction de variance

3.3.4.1. *Echantillonnage stratifié*

3.3.4.2. *Echantillonnage d'importance*

3.4. Définitions en Sûreté de Fonctionnement

3.4.1. Fiabilité et durée de vie

3.4.2. Sécurité et sauvegarde

3.4.3. Maintenabilité

3.4.4. Disponibilité

3.4.5. Durées caractéristiques de fonctionnement des systèmes

3.4.6. Taux de risque instantané

4. L'estimation en Sûreté de Fonctionnement

4.1. Modèle non paramétrique (Kaplan Meier)

4.2. Lois de probabilité utilisées en Sûreté de Fonctionnement

4.2.1. Lois discrètes

4.2.2. Lois continues

4.3. Ajustement des modèles paramétriques

4.3.1. Méthode des moindres carrés

4.3.2. Méthode des moments

4.3.3. Ajustement graphique

4.3.4. Maximum de vraisemblance

4.4. Qualité et précision d'un Ajustement

4.4.1. Tests d'adéquation graphique

4.4.2. Tests d'hypothèse

4.4.3. Intervalles de confiance asymptotiques

4.5. Modèles d'accélération

4.5.1. Modèle Standard de Vie Accélérée (SVA)

4.5.2. Traitement de données hétérogènes

4.5.3. Prise en compte d'un stress variable (principe de Sedyakin)

4.5.4. Modèle à risque proportionnel (modèle de Cox)

4.6. Modèles de dégradation

4.6.1. Processus Gamma et processus de Wiener

4.6.2. Estimation de la durée de vie restante (RUL)

4.7. Théorie des valeurs extrêmes

4.7.1. Analyse des maxima par intervalles

4.7.2. Analyse des valeurs au-dessus d'un seuil

4.8. Modèles de maintenance

4.8.1. Processus de remplacement RP (Renewal Process)

4.8.2. Processus non homogène de Poisson NHPP (Non-homogeneous Poisson process)

4.8.3. Processus de remplacement généralisé GRP (Generalized Renewal Process)

4.9. Méthode Contrainte / Résistance

4.10. Recueils de données de fiabilité

- 4.10.1. Norme MIL-HDBK 217
- 4.10.2. FIDES
- 4.10.3. Recueil de fiabilité prévisionnelle dans le domaine de la mécanique
- 4.10.4. Fiabilité prévisionnelle des logiciels
- 4.11. Essais de caractérisation de la fiabilité**
- 4.11.1. Les différents types d'essais
- 4.11.2. Caractérisation d'un taux de défaillance
- 4.11.3. Caractérisation d'une loi de fiabilité
- 4.11.4. Planification optimale des essais (méthode D-optimale)
- 4.11.5. Essais de caractérisation des systèmes mono-coup
- 4.12. Modèles de croissance de fiabilité**
- 4.13. Techniques bayésiennes**
- 4.13.1. Démarches fréquentielle et bayésienne
- 4.13.2. Cas particuliers de la loi de Poisson et de la loi binomiale
- 4.13.3. Méthode des essais fictifs
- 4.13.4. Méthode « Bayesian Restoration Maximisation »
- 4.13.5. Consolidation d'un taux de défaillance prévisionnel par des données opérationnelles

5. Modélisation et évaluation des systèmes

- 5.1. Les différentes méthodes de modélisation et de traitement**
- 5.2. Modélisation statique des systèmes**
- 5.2.1. Bloc Diagramme de Fiabilité
 - 5.2.1.1. *Représentation et méthode de calcul*
 - 5.2.1.2. *Types et effets des redondances*
 - 5.2.1.3. *Application du théorème des probabilités totales*
 - 5.2.1.4. *Erreurs à éviter*
 - 5.2.1.5. *Avantages et limites du Bloc Diagramme de Fiabilité*
- 5.2.2. Arbre de Fautes
 - 5.2.2.1. *Représentation*
 - 5.2.2.2. *Coupes minimales et calcul de probabilité*
 - 5.2.2.3. *Démarche d'élaboration des arbres*
 - 5.2.2.4. *Erreurs à éviter*
 - 5.2.2.5. *Avantages et limites de l'arbre de fautes*
- 5.3. Modélisation dynamique des systèmes**
- 5.3.1. Modélisation markovienne
 - 5.3.1.1. *Graphe et matrice de Markov*
 - 5.3.1.2. *Traitement Markovien*
 - 5.3.1.3. *Démarche d'élaboration des modèles markoviens*
 - 5.3.1.4. *Exemples d'application*
 - 5.3.1.5. *Avantages et limites de la modélisation markovienne*

5.3.1.6. Solutions Palliatives

5.3.1.6.1. Méthode des états fictifs

5.3.1.6.2. Couplage entre traitements markovien et arbre de fautes

5.3.1.6.3. Génération automatique de modèles

5.3.1.6.4. Traitement par phase

5.3.1.7. Autres membres de la famille Markovienne

5.3.1.7.1. Processus de Décision Markovien (MDP)

5.3.1.7.2. Modèles de Markov Caché (MMC)

5.3.1.7.3. Processus généralisés de décision markovien partiellement observable (GPOMDP)

5.3.1.7.4. Processus de Markov déterministes par morceaux (PDMP)

5.3.2. Modélisation associée à la simulation

5.3.2.1. Simulation des systèmes non réparables

5.3.2.2. Simulation des systèmes réparables

5.3.2.2.1. Simulation des modèles markoviens

5.3.2.2.2. Réseaux de Petri stochastique

5.3.2.2.3. Modèle de simulation récursive

5.3.2.3. Maîtrise de la complexité

5.4. Autres méthodes de modélisation

5.4.1. Modélisation basée sur un langage

5.4.2. Modélisation par réseaux bayésiens

5.4.2.1. Dépendances entre les variables

5.4.2.2. Calcul de probabilité

5.4.2.3. Apprentissage automatique

6. Propagation des incertitudes

6.1. Analyse pire cas

6.2. Propagation d'incertitude par simulation de Monte-Carlo

6.3. Dimensionnement probabiliste

7. Optimisation des Systèmes

7.1. Processus d'Allocation

7.2. Analyse de sensibilité

7.3. Couplage des modèles d'évaluation à des outils d'optimisation

7.4. La Sûreté de Fonctionnement dans l'optimisation globale des systèmes

8. Health monitoring

ANNEXE 1 : Estimation d'un intervalle de confiance

ANNEXE 2 : Optimisation

CAB INNOVATION

S.A.R.L. au Capital de 50 000 f - Code APE 722 Z - n° SIRET 428 854 871 00012

Siège social : 3 rue de la coquille, 31500 Toulouse - Tel : 05 61 54 68 08

Courriel : contact@cabinnovation.com

Site : cabinnovation.com