

Obsah

PŘEDMLUVA

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | ZÁKLADY TEORIE SPOLEHLIVOSTI | 9 |
| 1.1 | Teorie spolehlivosti | 9 |
| 1.2 | Základní pojmy | 10 |
| 1.2.1 | Spolehlivost jako obecná vlastnost | 10 |
| 1.2.2 | Dílečí vlastnosti spolehlivosti | 10 |
| 1.2.3 | Pojem poruchy | 10 |
| 1.2.4 | Klasifikace poruch | 11 |
| 1.2.5 | Určování dílečích vlastností spolehlivosti..... | 11 |
| 1.3 | Doba do poruchy | 12 |
| 1.3.1 | Matematický popis doby do poruchy | 12 |
| 1.3.2 | Hazardní funkce a její alternativní vyjádření | 12 |
| 1.3.3 | Základní číselné charakteristiky doby do poruchy | 13 |
| 1.4 | Intenzita poruch | 15 |
| 1.4.1 | Pravděpodobnostní interpretace intenzity poruch | 15 |
| 1.4.2 | Grafická interpretace intenzity poruch | 15 |
| 1.4.3 | Klasifikace monotónních intenzit poruch | 16 |
| 1.4.4 | Intenzita poruch systému složeného z n nezávislých prvků | 17 |
| 1.4.5 | Reprodukční vlastnost Weibullova rozdělení | 17 |
| 1.5 | Zálohování | 19 |
| 1.5.1 | Podstata zálohování a druhy zálohování | 19 |
| 1.5.2 | Dva základní typy zálohování | 19 |
| 2 | DEMONSTRACE SPOLEHLIVOSTI VYSOCE SPOLEHLIVÝCH PRVKŮ | 21 |
| 2.1 | Modifikace metody maximální věrohodnosti pro neúplná data | 21 |
| 2.1.1 | Výběrové plány | 21 |
| 2.1.2 | Zrychlené zkoušky spolehlivosti | 23 |
| 2.1.3 | Metoda maximální věrohodnosti..... | 24 |
| 2.1.4 | Věrohodnostní funkce pro neúplná data - cenzorování II. typu | 26 |
| 2.1.5 | Věrohodnostní funkce pro neúplná data - cenzorování I. typu | 27 |
| 2.1.6 | Věrohodnostní funkce pro neúplná data - náhodné cenzorování | 28 |
| 2.2 | Úvod do Bayesovy indukce..... | 38 |
| 2.2.1 | Apriorní rozdělení | 38 |
| 2.2.2 | Aposteriorní rozdělení..... | 39 |
| 2.2.3 | Bayesovy estimátory..... | 41 |
| 2.2.3.1 | Bayesův bodový odhad..... | 42 |
| 2.2.3.2 | Bayesův intervalový odhad..... | 43 |
| 2.3 | Bayesův přístup pro demonstraci spolehlivosti vysoce spolehlivých prvků..... | 45 |
| 2.3.1 | Úvod | 45 |
| 2.3.2 | Demonstrace spolehlivosti vysoce spolehlivých výrobků..... | 46 |
| 2.3.3 | Klasický postup pro demonstraci spolehlivosti intenzity poruch..... | 46 |
| 2.3.4 | Bayesův přístup pro demonstraci spolehlivosti vysoce spolehlivých prvků..... | 48 |

| | | | |
|----------|-----------|--|-----|
| | 2.3.4.1 | Apriorní a aposteriorní rozdělení pro A, λ_1 a λ_2 | 50 |
| | 2.3.4.2 | Determinace faktoru zrychlení | 53 |
| | 2.3.4.3 | Výběrový plán pro zkoušení spolehlivosti, Situace 1..... | 56 |
| | 2.3.4.4 | Výpočet aposteriorního rizika odběratele..... | 57 |
| | 2.3.4.5 | Výběrový plán pro zkoušení spolehlivosti, Situace 2..... | 61 |
| | 2.3.4.6 | Závěrečné poznámky..... | 64 |
| 3 | | TEORIE OBNOVY S IMPLEMENTACÍ PROCESŮ STÁRNUTÍ A ÚDRŽBY | |
| | 3.1 | Úvod..... | 66 |
| | 3.2 | Proces obnovy..... | 66 |
| | 3.3 | Modely s obnovou..... | 68 |
| | 3.3.1 | Modely se zanedbatelnou dobou obnovy..... | 68 |
| | 3.3.1.1 | Poissonův proces..... | 68 |
| | 3.3.1.2 | Gamma rozdělení doby do poruchy..... | 69 |
| | 3.3.1.3 | Weibullovo rozdělení doby do poruchy..... | 72 |
| | 3.4 | Modely s údržbou pro odstranění skrytých poruch..... | 74 |
| | 3.4.1 | Modely s periodickými výměnami..... | 75 |
| | 3.4.2 | Periodické prohlídky s částečnou obnovou..... | 76 |
| | 3.5 | Alternující modely s implementací stárnutí..... | 78 |
| | 3.5.1 | Alternující proces s obnovou..... | 78 |
| | 3.5.2 | Modely se stárnutím..... | 79 |
| | 3.6 | Alternující modely s výskytem dvou typů poruch..... | 82 |
| | 3.6.1 | Společná oprava..... | 82 |
| | 3.6.2 | Dvě nezávislé části..... | 83 |
| | 3.7 | Závěrečné poznámky | |
| 4 | | EFEKTIVNÍ ALGORITMY PRO OCENĚNÍ SPOLEHLIVOSTI SYSTÉMŮ A SÍTÍ | |
| | 4.1 | Analýza spolehlivosti systému metodou stromů poruch..... | 85 |
| | 4.1.1 | Úvod..... | 85 |
| | 4.1.2 | Základní pojmy systémové analýzy..... | 85 |
| | 4.1.3 | Poruchové a bezporuchové modely, vrcholová událost..... | 86 |
| | 4.1.4 | Přechod od funkčního schématu ke stromu poruch..... | 88 |
| | 4.1.5 | Konstrukce stromu poruch..... | 89 |
| | 4.1.5.1 | Další pravidla pro konstrukci a popis stromu poruch..... | 94 |
| | 4.1.6 | Kvalitativní vyhodnocení stromu poruch..... | 96 |
| | 4.1.6.1 | Základní pojmy..... | 96 |
| | 4.1.6.2 | Využití Booleovy algebry, výpočet pravděpodobností jednoduchých složených událostí..... | 98 |
| | 4.1.7 | Kvantitativní vyhodnocení stromu poruch..... | 103 |
| | 4.1.7.1 | Charakterizace vstupních dat..... | 104 |
| | 4.1.7.2 | Typy vyhodnocení stromu poruch..... | 105 |
| | 4.1.7.2.1 | Přímá metoda pomocí pravdivostní tabulky..... | 105 |
| | 4.1.7.2.2 | Analytické a simulační vyhodnocení..... | 107 |
| | 4.1.7.3 | Citlivostní analýza..... | 110 |
| | 4.1.7.4 | Přehled výpočetních programů pro analýzu stromem poruch současných i minulých..... | 111 |
| | 4.2 | Paralelní simulační algoritmus pro optimalizaci spolehlivosti, založený na orientovaném acyklickém grafu..... | 113 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.2.1 | Úvod..... | 113 |
| 4.2.2 | Výpočetní těžkosti – analytický přístup..... | 114 |
| 4.2.3 | Paralelní simulační algoritmus..... | 115 |
| 4.2.3.1 | Přímá simulační metoda MC..... | 115 |
| 4.2.3.2 | Paralelní simulační proces..... | 115 |
| 4.2.3.3 | Orientovaný AG jako matematická reprezentace systému | 115 |
| 4.2.3.4 | Popis algoritmu..... | 117 |
| 4.2.3.5 | CL posloupnost..... | 118 |
| 4.2.3.6 | Vývojový diagram paralelního algoritmu..... | 119 |
| 4.2.4 | Modely pro stochastické a deterministické procesy terminálních uzlů | |
| 4.2.4.1 | Modely pro údržbu..... | 121 |
| 4.2.4.2 | Modely pro stochastické procesy..... | 123 |
| 4.2.5 | Indikátory spolehlivosti, použití paralelního algoritmu..... | 123 |
| 4.2.5.1 | Srovnávací výpočty..... | 124 |
| 4.2.5.2 | Použití algoritmu pro průmyslové aplikace..... | 125 |
| 4.2.5.3 | Použití paralelního algoritmu v optimalizačních výpočtech..... | 126 |
| 4.2.6 | Závěrečné poznámky..... | 130 |
| 4.3 | Nový algoritmus pro kvantifikaci spolehlivosti vysoce spolehlivých systémů a sítí na hranici počítačové přesnosti | |
| 4.3.1 | Úvod..... | 132 |
| 4.3.2 | Formulace problému, předpoklady, odvození nezbytných vztahů..... | 132 |
| 4.3.2.1 | Odvození koeficientu nepohotovosti pro model s opravitelnými prvky a výskytem skrytých poruch..... | 133 |
| 4.3.3 | Doplňující se pravděpodobnosti funkce a nefunkce..... | 135 |
| 4.3.4 | Problémy s počítačovým odčítáním dvou blízkých reálných čísel..... | 136 |
| 4.3.5 | Podstata vyčíslení pravděpodobnosti nefunkčního stavu uzlu..... | 136 |
| 4.3.6 | Bezztrátový součet libovolného počtu libovolně různých nezáporných čísel..... | 137 |
| 4.3.7 | Vyčíslení vztahu $1 - \exp(-x)$ pro malá nezáporná x | 139 |
| 4.3.8 | Přípustný kontext použití nevedoucí ke ztrátě přesnosti..... | 140 |
| 4.3.9 | Určení pravděpodobnostního chování systému podle jeho grafové struktury..... | 140 |
| 4.3.10 | Příklady výpočtů vysoce spolehlivých systémů..... | 143 |
| 4.3.11 | Závěrečné poznámky..... | 145 |

5 DYNAMICKÁ SPOLEHLIVOST

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.1 | Úvod..... | 147 |
| 5.2 | Současný stav řešení dynamické spolehlivosti..... | 147 |
| 5.3 | Bližší interpretace problému a metodické přístupy k řešení..... | 148 |
| 5.3.1 | Analytický přístup..... | 148 |
| 5.3.2 | Simulační přístup..... | 149 |
| 5.4 | Konkrétní dynamický problém a jeho řešení simulační technikou..... | 151 |
| 5.4.1 | Popis dynamického systému..... | 151 |
| 5.4.2 | Řešení dynamického systému simulační metodou..... | 152 |
| 5.5 | Závěrečné poznámky..... | 154 |

| | |
|-------------------------|-----|
| Použitá literatura..... | 156 |
|-------------------------|-----|

| | |
|--|------------|
| Příloha 1 – Vybraná rozdělení pravděpodobnosti..... | 159 |
| Příloha 2 – Úvod do teorie odhadu..... | 168 |
| Příloha 3 – Fischerova míra informace..... | 174 |
| Příloha 4 – Bezztrátový součet kladných čísel..... | 178 |
| Příloha 5 – Generování náhodných čísel na PC..... | 182 |
| Příloha 6 – Algoritmus pro řešení dynamický systém..... | 186 |