

INTERFAKULTETSKI POSTDIPLOMSKI STUDIJ

"INTEGRALNI I MULTIMODALNI TRANSPORT"

Pri Fakultetu za pomorstvo i saobraćaj

R I J E K A

P e t a r Č u m b e l i ć

POUZDANOST NAVIGACIJSKIH SISTEMA U INTEGRALNOM I MULTIMODALNOM TRANSPORTU

MAGISTARSKI RAD

Rijeka, 1985.

	strana
1. UVODNA RAZMATRANJA	1
1.1. Cilj, svrha i značaj rada	1
1.2. Općenito o sistemima ili sustavima	6
1.3. Općenito o navigacijskim sistemima i problemima navigacije u suvremenom multimodalnom transportu	8
2. OPĆENITO O NAVIGACIJSKIM GREŠKAMA	15
2.1. Pojmovi i termini	17
2.2. Kategorije	18
2.3. Definicije	19
2.3.1. Greške	20
2.3.2. Standard	21
2.3.3. Točnost i preciznost	21
2.4. Klasifikacija na kvalitativnoj osnovi	22
2.4.1. Sistem astronomske navigacije	23
2.4.2. Sistem obalne navigacije	23
2.4.3. Sistem elektronske navigacije	24
2.4.4. Klasifikacija grešaka na sistematske i slučajne	24
3. SISTEMATSKE GREŠKE	25
3.1. Ukupna sistematska greška	28
4. NEKI OSNOVNI POJMOVI TEORIJE VJEROJATNOSTI, MAATEMATIČKE STATISTIKE I TEORIJE POUZDANOSTI PROIZVODNIH SISTEMA	29
4.1. Općenito	29
4.2. Slučajne greške kao slučajni događaji	30
4.3. Vjerojatnost	31
4.4. Prostor vjerojatnosti	32
4.5. Funkcija distribucije i funkcija gustoće	33
4.6. Teoretske i empirijske distribucije	36

	strana
4.7. Parametri koji reprezentiraju neku populaciju	37
4.7.1. Matematičko očekivanje	37
4.7.2. Medijan	39
4.7.3. Mod	39
4.8. Parametri koji karakteriziraju distribuciju vjerojatnosti slučajne varijable	40
4.8.1. Momenti oko nule i oko matematičkog očekivanja	40
4.8.2. Disperzija i standardna devijacija	41
4.8.3. Koeficijenti asimetrije, zakrivljenosti i ekscesa	42
4.8.4. Čebiševljeva nejednakost	44
4.9. Metoda uzoraka i Teorija ocjene	45
4.9.1. Točkasta ocjena	46
4.9.2. Metoda maksimalne vjerojatnosti	47
4.9.3. Intervalne ocjene	48
4.10. Problemi pouzdanosti sistema	48
4.10.1. Elementi sistema	48
4.10.2. Osnovni pokazatelji pouzdanosti	50
4.10.3. Osnove pouzdanosti sistema u cjelini	51
4.10.3.1. Serijsko vezivanje	52
4.10.3.2. Paralelno vezivanje	53
4.10.3.3. Pasivno paralelno vezivanje	53
5. SLUČAJNE GREŠKE	56
5.1. Općenito o slučajnim greškama	56
5.2. Normalna distribucija vjerojatnosti	57
5.2.1. Standardizirana normalna distribucija	59
5.2.2. Navigacijske greške normalne distribucije	62
5.2.2.1. Magnetski kompas	62

	strana
5.2.2.2. Žiroskopski kompas	62
5.2.2.3. Hiperbolična navigacija	62
5.2.2.4. Satelitska navigacija	63
5.3. Uniformna distribucija vjerojatnosti	65
5.3.1. Standardizirana uniformna distribucija	67
5.3.2. Navigacijske greške uniformne distribucije	69
5.4. Periodična distribucija vjerojatnosti	70
5.4.1. Standardizirana periodična distribucija	75
5.4.2. Navigacijske greške periodične distribucije	77
5.2.4. Sistem algoritma	113
6. UKUPNA SLUČAJNA GREŠKA	81
6.1. Općenito	81
6.2. Distribucija ukupne slučajne greške	82
6.3. Ukupna slučajna greška u sistemu astronomske navigacije	84
6.3.1. Neki osnovni pojmovi astronomske navigacije	85
6.3.1.1. Visinska ili Hilaire-ova metoda	87
6.4. Distribucija vjerojatnosti slučajne varijable "dv" i određivanje širine "pojasa sigurnosti"	91
Tabela 1. Slučajne greške periodične distribucije	130
7. EKSTREMNE VRIJEDNOSTI EMPIRIJSKIH DISTRIBUCIJA	98
7.1. Općenito o ekstremnim vrijednostima	98
7.2. Funkcija distribucije i funkcija gustoće ekstremnih vrijednosti	98
7.3. Domena, tok i singularne točke funkcije distribucije i funkcije gustoće	100
7.4. Najvjerojatnija greška	104
8. MATEMATIČKO MODELIRANJE PRIMJERA IZ PRAKSE	107

	strana
8.1. Općenito o formalizaciji procesa	107
8.2. Modeliranje računa za određivanje pojasa sigurnosti u astronomskoj navigaciji	108
8.2.1. Zadaci modeliranja	108
8.2.2. Sistem modela	109
8.2.2.1. Skup parametara	109
8.2.2.2. Skup varijabli	110
8.2.2.3. Skup funkcionalnih veza i odnosa	111
8.2.3. Sistem simbola	112
8.2.4. Sistem algoritma	113
8.3. Primjeri iz navigacijske prakse	116
8.3.1. Primjer 1	116
8.3.2. Primjer 2	119
8.3.3. Primjer 3	121
8.3.4. Usporedba 17 serija	122
8.3.5. Primjer 4	123
ZAKLJUČAK	126
DODATAK	130
Tabela 1. Slučajne greške periodične distribucije	130
Tabela 2. Jednake postotne greške triju standardiziranih distribucija	130
Tabela 3. Najvjerojatnija greška za dani uzorak	131
Tabela 4. Funkcija distribucije normalne, uniformne i periodične razdiobe	132
Tabela 5. Kvantili standardiziranih distribucija	135
Tabela 6. Funkcija gustoće standardizirane periodične razdiobe	137

1.1. CILJ, SVRHA I ZNAČAJ RADA

Grafikon razdiobe vjerojatnosnog opterećenja

za $4/3 \leq K_z \leq 3.3$

138

LITERATURA

139

U prijevozu robe od proizvođača do krajnjeg potrošača javlja se niz varijanti u korištenju različitih vidova prijevoza. Zajednički elementi tih varijanti su:

- korištenje različitih tipova vozila zavisno od vrste i količine robe koja se prevozi,
- prekrcaj po sistemu "komad po komad" s jednog transportnog sredstva na drugo, ili prekrcaj na švornje točkama transporta tj. na mjestima gdje se sastaju korisnik usluga prijevoza i prijevoznik,
- korištenje različite prekrcajne mehanizacije za pojedine vrste robe i za različite tipove prijevoznih sredstava,
- skupne pakiranja za zaštitu robe u transportu i drugo.

U obzir uzevši gore navedene zajedničke elemente klasičnog transportnog procesa i ako još k tome dodamo heterogenost tog procesa u tehničko-tehnološkom i organizacijskom smislu, doći ćemo do zaključka, da klasični transportni proces nije ni integriran ni kontinuiran, a kontinuiranost