

Obsah

PŘEDMLUVA	13
POUŽITÉ ZKRATKY	16
1 HISTORICKÝ EXKURZ DO M&S	20
2 ZÁKLADNÍ POJMY M&S	29
3 TAXONOMIE MODELU A SIMULACE	36
3.1 MATERIÁLNÍ A MYŠLENKOVÝ POHLED NA MODEL.....	36
3.2 KLASIFIKACE MODELŮ V ZÁVISLOSTI NA ŽIVOTNÍM CYKLU MODELU	38
3.3 KLASIFIKACE MODELŮ Z POHLEDU JEJICH KOMPLEXNOSTI.....	39
3.4 KLASIFIKACE DLE ZPŮSOBU NAHRAZOVÁNÍ KOMPONENT SIMULAČNÍCH SYSTÉMŮ	40
3.5 DALŠÍ ZPŮSOBY KLASIFIKACE MODELŮ A SIMULACÍ.....	42
4 APLIKACE MODELOVÁNÍ A SIMULACE VE VOJENSTVÍ	44
4.1 KLASIFIKACE APLIKACÍ MODELOVÁNÍ A SIMULACE	44
4.2 MODELOVÁNÍ A SIMULACE VE VZDĚLÁVÁNÍ A VÝCVIKU	45
4.2.1 <i>Výcvik dovedností jednotlivce</i>	45
4.2.2 <i>Výcvik spolupráce malých týmů</i>	47
4.2.3 <i>Štábní výcvik s podporou počítačů</i>	48
4.2.4 <i>Integrovaný výcvik</i>	51
4.2.5 <i>Herní systémy použité ve vojenství</i>	52
4.3 PODPORA OPERACÍ	53
4.3.1 <i>Plánování operací</i>	53
4.3.2 <i>Příprava k provedení operace a její vlastní provedení</i>	57
4.3.3 <i>Tvorba modelu prostředí</i>	59
4.3.4 <i>Vizualizace zájmového prostoru</i>	61
4.3.5 <i>Stimulace systémů velení a řízení</i>	61
4.3.6 <i>Válečná hra a její konstrukty</i>	62
4.4 TVORBA SCHOPNOSTÍ	68
4.4.1 <i>CD&E proces a jeho podpora M&S</i>	69
4.4.2 <i>Návrh architektury experimentu pro tvorbu schopností s využitím M&S</i>	70
4.5 AKVIZICE.....	72
4.5.1 <i>Stanovení požadavků na systém pro akviziční proces</i>	73
4.5.2 <i>Ověření systémových požadavků a porovnání řešení</i>	74
4.6 KLÍČOVÉ TECHNOLOGIE POUŽITÉ PŘI MODELOVÁNÍ A SIMULACI VE VOJENSTVÍ	76
4.6.1 <i>Virtuální realita</i>	76
5 ŽIVOTNÍ CYKLUS TVORBY MODELU A VYUŽITÍ SIMULACE PŘI EXPERIMENTU	88
6 FORMULACE PROBLÉMU	94
6.1 MENTÁLNÍ MODELY	94
6.2 PROBLÉM.....	95
6.2.1 <i>Klasifikace problémů</i>	97
6.2.2 <i>Neformální techniky vymezení problému a tvorby modelu</i>	98
6.2.3 <i>Myšlenkové mapy</i>	99
6.2.4 <i>Pojmové mapy</i>	100

6.2.5	<i>Brainstorming</i>	101
6.2.6	<i>Negativní brainstorming</i>	103
6.2.7	<i>Brainwriting</i>	104
6.2.8	<i>Šestislovný graf</i>	105
6.2.9	<i>Šest klobouků</i>	107
6.3	SYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP K FORMULACI PROBLÉMU	109
6.3.1	<i>Paradigma systémového myšlení</i>	109
6.3.2	<i>Systémová dynamika</i>	110
6.3.3	<i>Příčinný smyčkový diagram</i>	112
7	KONCEPTUÁLNÍ MODELOVÁNÍ	114
7.1	STRUKTUROVANÝ PŘÍSTUP K MODELOVÁNÍ SYSTÉMŮ	114
7.1.1	<i>Entitně-relační diagram</i>	114
7.1.2	<i>Funkční schéma</i>	117
7.2	OBJEKTIVĚ ORIENTOVANÝ PŘÍSTUP K MODELOVÁNÍ SYSTÉMŮ	118
7.2.1	<i>UML</i>	119
7.2.2	<i>Diagram tříd</i>	120
7.2.3	<i>Diagram případů užití</i>	122
7.2.4	<i>Sekvenční diagram</i>	123
8	MODELOVÁNÍ VSTUPNÍCH DAT	126
8.1	TEORETICKÁ ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOTI	127
8.2	TVORBA MODELU VSTUPNÍCH DAT NA ZÁKLADĚ ANALÝZY REÁLNÉHO SYSTÉMU	132
8.2.1	<i>Sběr dat</i>	132
8.2.2	<i>Identifikace vhodného rozdělení pravděpodobnosti</i>	133
8.2.3	<i>Odhad parametrů rozdělení pravděpodobnosti</i>	134
8.2.4	<i>Validace parametru rozdělení pravděpodobnosti</i>	135
8.2.5	<i>Shrnutí procesu tvorby modelu vstupních dat na základě existence vzorků dat</i>	135
8.3	TVORBA EMPIRICKÉHO ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOTI	137
8.4	TVORBA ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOTI NA ZÁKLADĚ EXPERTNÍHO ODHADU	139
8.5	SIMULACE PRO TVORBU MODELU VSTUPNÍCH DAT	139
9	IMPLEMENTACE MODELU	144
9.1	IMPLEMENTACE MODELU V OBECNÉM PROGRAMOVACÍM JAZYCE	145
9.2	IMPLEMENTACE MODELU VE SPECIALIZOVANÉM SIMULAČNÍM JAZYCE	147
9.2.1	<i>Specializovaný simulační jazyk SIMSCRIPT</i>	147
9.3	IMPLEMENTACE MODELU VE SPECIALIZOVANÝCH SW NÁSTROJÍCH PRO TVORBU MODELŮ	150
9.3.1	<i>Multiagentní modelování v SW nástroji AnyLogic</i>	151
9.3.2	<i>Systémová dynamika v SW nástroji Vensim</i>	154
10	VERIFIKACE A VALIDACE	159
10.1	METODY VERIFIKACE A VALIDACE	162
10.1.1	<i>Neformální metody V&V</i>	162
10.1.2	<i>Statické metody V&V</i>	163
10.1.3	<i>Dynamické metody V&V</i>	164
10.1.4	<i>Formální metody V&V</i>	165
10.2	DOPORUČENÍ PRO VV&A	165
11	NÁVRH A PROVEDENÍ EXPERIMENTU S VYUŽITÍM SIMULACE	168

11.1	EXPERIMENT VE VOJENSTVÍ.....	168
11.1.1	Identifikace problému.....	172
11.1.2	Návrh řešení problému.....	172
11.1.3	Definování hypotézy pro ověření navrženého řešení.....	172
11.1.4	Definování klíčových parametrů pro ověření navrženého řešení.....	172
11.1.5	Výběr hypotézy k testování.....	173
11.1.6	Návrh experimentu.....	173
11.1.7	Tvorba experimentu.....	173
11.1.8	Příprava personálu.....	173
11.1.9	Provedení experimentu.....	173
11.1.10	Analýza výsledků experimentu.....	174
11.1.11	Dokumentace experimentu.....	174
11.1.12	Socializace výsledků experimentu.....	174
11.2	TECHNIKY NÁVRHU EXPERIMENTU PRO POUŽITÍ SIMULAČNÍCH TECHNOLOGIÍ.....	174
11.2.1	Architektura návrhu experimentu s využitím simulačních technologií.....	174
11.2.2	Doporučené techniky návrhu experimentu při využití simulačních technologií.....	178
11.3	PŘÍKLAD NÁVRHU A PROVEDENÍ EXPERIMENTU S VYUŽITÍM SIMULAČNÍCH TECHNOLOGIÍ.....	184
11.3.1	Formulace problému a jeho ohraničení.....	184
11.3.2	Tvorba konceptuálního návrhu modelu.....	185
12	ANALÝZA VÝSTUPNÍCH DAT EXPERIMENTU.....	188
12.1	ZÁKLADNÍ POJMY MATEMATICKÉ STATISTIKY.....	188
12.2	REGRESNÍ A KORELAČNÍ ANALÝZA.....	191
12.3	TESTOVÁNÍ STATISTICKÝCH HYPOTÉZ.....	194
12.3.1	Testování rozdílů dvou rozptylů: <i>F</i> -test.....	196
12.3.2	Testování rozdílů dvou středních hodnot: <i>Studentův t</i> -test.....	196
12.4	ANALÝZA ROZPTYLU (ANOVA).....	197
12.5	SHLUKOVÁ ANALÝZA.....	200
12.5.1	Hierarchické shlukovací metody.....	201
12.5.2	Nehierarchické shlukování.....	202
13	STANDARDSY V OBLASTI MODELOVÁNÍ A SIMULACE.....	204
13.1	STANDARDIZACE VE VOJENSTVÍ.....	204
13.1.1	Postup tvorby standardu.....	205
13.2	KATEGORIE STANDARDŮ.....	205
13.3	STANDARDSY METODOLOGIÍ VÝVOJE SYSTÉMU.....	207
13.3.1	<i>IEEE 1730 DSEEP</i>	207
13.3.2	<i>VV&V Overlay on the HLA FEDEP</i>	208
13.4	STANDARDSY KONCEPTUÁLNÍHO MODELOVÁNÍ A SCÉNÁŘE.....	210
13.4.1	<i>BOM</i>	210
13.4.2	<i>MSDL</i>	212
13.5	STANDARDSY INTEROPERABILITY.....	213
13.6	STANDARDSY DATOVÝCH MODELŮ PRO VÝMĚNU DAT.....	213
13.6.1	<i>JC3IEDM</i>	214
13.6.2	<i>C-BML</i>	214
13.7	STANDARDSY REPREZENTACE PROSTŘEDÍ.....	216
13.7.1	<i>SEDRIS</i>	216
13.7.2	<i>GML</i>	219

13.7.3 Shapefile	220
13.7.4 DTED.....	221
13.7.5 GeoTIFF.....	222
13.7.6 OpenFlight.....	222
13.8 STANDARDY ANALÝZY VÝSLEDKŮ SIMULACE	223
13.8.1 DDCA.....	223
14 PŘÍSTUPY K INTEGRACI SIMULAČNÍCH SYSTÉMŮ.....	225
14.1 DISTRIBUOVANÁ SIMULACE.....	225
14.2 HISTORIE DISTRIBUOVANÉ SIMULACE.....	226
14.3 DIS.....	226
14.4 HLA.....	227
14.4.1 Požadavky na interoperabilitu dle IEEE 1516.....	228
14.4.2 Požadavky na interoperabilitu dle IEEE 1516.1.....	229
14.4.3 Požadavky na interoperabilitu dle IEEE 1516.2.....	230
14.4.4 Popis funkcionality architektury HLA.....	231
14.5 SROVNÁNÍ DIS A HLA.....	232
14.6 TENA.....	233
14.7 ZÁKLADNÍ SROVNÁNÍ ARCHITEKTUR HLA A TENA.....	235
14.8 C2SIM.....	235
POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA PRO DALŠÍ STUDIUM PROBLEMATIKY M&S VE VOJENSTVÍ.....	238

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 HIERARCHIE POJMŮ MECHANIZACE.....	239
OBRÁZEK 2 KONCEPTUÁLNÍ MODEL.....	240
OBRÁZEK 3 STOLNÍ VARIANTA VÁLKY.....	241
OBRÁZEK 4 PRVNÍ VOJENSKÝ MECHANIZACI.....	242
OBRÁZEK 5 LANCHESTERŮV MODEL.....	243
OBRÁZEK 6 VÝSLEDKY PROVEDENÍ SIMULACE.....	244
PARAMETRECH (VLASTNÍ = 100) A JEHO BOJOVÁ EFEKTIVITA = 0.....	245
OBRÁZEK 7 VÝSLEDKY PROVEDENÍ SIMULACE.....	246
PARAMETRECH (VLASTNÍ = 100) A JEHO BOJOVÁ EFEKTIVITA = 0.....	247
OBRÁZEK 8 VÝSLEDKY PROVEDENÍ SIMULACE.....	248
PARAMETRECH (VLASTNÍ = 142) A JEHO BOJOVÁ EFEKTIVITA = 0.....	249
OBRÁZEK 9 VÝSLEDKY PROVEDENÍ SIMULACE.....	250
PARAMETRECH (VLASTNÍ = 100) A JEHO BOJOVÁ EFEKTIVITA = 0.....	251
OBRÁZEK 10 POUŽITÍ MODELOVÁNÍ A SIMULACE.....	252
V PEARL HARBOUR.....	253
OBRÁZEK 11 SAGE VELÍCÍ PRACoviŠTĚ.....	254
OBRÁZEK 12 HISTORICKY PRVNÍ TROJROZMĚRNÝ.....	255
VÝCVIK ASTRONAUTŮ.....	256
OBRÁZEK 13 UKÁZKA HIERARCHICKÉ STRUKTURY.....	257
OBRÁZEK 14 MODULÁRNÍ STRUKTURA SIMULÁTORU.....	258
OBRÁZEK 15 MÍRA VĚROHODNOSTI MODELU.....	259
OBRÁZEK 16 ROZLIŠENÍ MODELU.....	260
OBRÁZEK 17 AGREGACE ENTIT BOJIŠTĚ.....	261
OBRÁZEK 18 MATERIÁLNÍ MODEL TANKŮ.....	262
OBRÁZEK 19 HIERARCHIE MODELŮ VE VOJENSTVÍ.....	263
OBRÁZEK 20 ŽIVÁ SIMULACE SE SIMULACÍ.....	264
OBRÁZEK 21 KONSTRUKTIVNÍ SIMULACE.....	265
OBRÁZEK 22 TRENAŽÉR PRO VÝCVIK JEJICH.....	266
OBRÁZEK 23 TRENAŽÉR PRO VÝCVIK JEJICH.....	267
OBRÁZEK 24 TRENAŽÉR PRO VÝCVIK JEJICH.....	268
OBRÁZEK 25 OSÁDKOVÝ REKONFIGURACNÍ.....	269
OBRÁZEK 26 OSÁDKOVÝ SIMULÁTOR S VIRTUÁLNÍM.....	270
PROSTŘEDÍ.....	271
OBRÁZEK 27 ARCHITEKTURA ŠTÁBNÍHO.....	272
OBRÁZEK 28 ROLE SIMULAČNÍHO PROSTŘEDÍ.....	273
OBRÁZEK 29 ARCHITEKTURA INTEGROVANÝCH.....	274
SIMULAČNÍCH SYSTÉMŮ.....	275
OBRÁZEK 30 VIRTUAL BATTLESPACE – FUTURE.....	276