Podplukovník doc. Ing. Miroslav S i s k a , CSc.
(Vojenská akademie, Brno)

POČÍTAČOVÉ MODELY V KOMUNIKAČNÍCH SYSTÉMECH

V armádě, stejně jako v civilním životě, se často setkáváme s jevy, které mají charakter hromadné obsluhy. Jde o operace zaměřené na uspokojování určitých požadavků stejného, nebo podobného typu. Systémy, které obsluhu požadavků zajišťují, nazýváme systémy hromadné obsluhy. Každý z nich je složen z jednoho nebo několika obslužných kanálů.

Příkladem systému hromadné obsluhy ve vojenských komunikacích je telefonní nebo rádiová síť, kde pod pojmem požadavky rozumíme jednotlivé účastníky této sítě a kde jako obslužné kanály jsou konkrétní telefonní linky (nebo rádiové kanály). Systémem hromadné obsluhy může být také samotná telefonní (nebo dálnopisná) ústředna jakéhokoli typu. Dnes již klasickou oblastí použití modelů hromadné obsluhy je ošetřování a oprava techniky, se kterou se ve vojenských komunikacích počítá také v polních podmínkách. Mnohé aplikace nalezneme při přepravě vojenské techniky a materiálu. Důležitou oblastí použití modelů hromadné obsluhy je například navrhování počítačových sítí.

Často stojíme před problémem, jak činnost takových systémů analyzovat s cílem zlepšit jejich parametry. K tomu lze s výhodou použít modelování na počítači, které se v porovnání s jinými způsoby řešení vyznačuje vysokou rychlostí, snadnou změnou vstupních dat a především nižšími náklady.

Většina systémů hromadné obsluhy má stochastický charakter. Jejich modelování se zakládá na využití počtu pravděpodobnosti. Proto je další část příspěvku věnována problematice tvorby modelu a dostupným simulačním jazykům, vhodným pro aplikace ve vojenských komunikacích i v jiných oblastech naší armády.

PŘEDPOKLADY PRO MODELOVÁNÍ

Tvorba simulačního modelu vyžaduje určité znalosti a zkušenosti řešitele. Ten musí být podrobně seznámen s modelovaným systémem, musí znát základní principy modelování a musí umět převést model do podoby počítačového programu. Při jeho tvorbě je důležitou otázkou volba programovacího jazyka. Pro diskrétní simulace existují tzv. simulační jazyky, které sestavení těchto programů podstatně usnadňují. Za jazyky s největšími možnostmi jsou považovány Simscript II.5, Simula a GPSS. Každý z nich má své výhody a nevýhody. Jazyk Simscript II.5 přitom patří k nejuniverzálnějším, protože svými vlastnostmi a možnostmi patří jak mezi

obecné, tak mezi simulační jazyky. Je vhodný pro programování komplexních simulačních modelů. Jeho grafický podsystém Simgraphics umožňuje zobrazit výsledky simulace pomocí různých typů grafů a provádět i animaci systému. Jedna z možných aplikací tohoto jazyka ve vojenských komunikacích bude popsána v další části příspěvku.

MODELOVÁNÍ OPRAV VOJENSKÉ KOMUNIKAČNÍ TECHNIKY

Příkladem systému hromadné obsluhy může být opravna vojenské komunikační techniky. Předpokládejme, že je složena ze čtyř pracovišť, nichž každé je specializováno na jistý typ techniky. Pojmenujme obecně tyto typy jako malá, střední, velká a jiná komunikační technika. Struktura opravy je velmi jednoduchá. Můžeme ji stručně popsat takto. Zdrojem požadavků jsou útvary, u kterých se vojenská komunikační technika nalézá. Pokud tato technika potřebuje ošetření nebo opravu, vzniká požadavek na obsluhu. Pracoviště, na nichž se oprava provádí, jsou obslužnými kanály. Před každým z nich se zpravidla bude tvořit fronta, protože v době příchodu požadavku do systému může být příslušný kanál obsazen. Systém můžeme v Kendallově symbolice označit jako M/M/4, což znamená, že rozložení intervalů mezi vstupy požadavků je exponenciální, stejně jako rozložení doby obsluhy v kanálech, a že systém má čtyři paralelně řazené kanály. Každý obslužný kanál má však jiné parametry, tedy jiné střední doby obsluhy, protože opravuje pouze svůj typ techniky. Cílem simulace je získat nejdůležitější parametry systému, mezi které patří údaje o frontách, využití kanálů, doby pobytu požadavků v systému, jakož i počet obsloužených požadavků ve sledovaném časovém intervalu. Uvedené parametry umožňují analyzovat činnost systému jako celku i činnost jeho dílčích částí. Simulační model byl sestaven v jazyce Simscript II.5. Simulace byla provedena pro tyto vstupní údaje: Střední doba mezi vstupy požadavků do systému byla zvolena na 15 časových jednotek. Střední doby obsluhy v kanálech 1 až 4 byly stanoveny na 20, 25, 30 a 20 časových jednotek. Percentuální zastoupení každého typu techniky ve vstupním toku bylo 25 %. Doba simulace byla zvolena na 2440 časových jednotek a jako časová jednotka byla použita jedna minuta.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Počty opravené techniky ukazuje **tabulka 1**, využití obslužných kanálů a základní údaje o frontách jsou v **tabulce 2.** Histogram doby pobytu v systému je v **tabulce 3.**

Tabulka 1

Typ techniky	Opraveno kusů
malá	32
střední	52
velká	43
jiná	44
celkem	171

Tabulka 2

Kanál pro opravu	Využití [%]	Prům. délka fronty	Max. délka fronty
malé techniky	18	0.02	1
střední techniky	53	0.42	4
velké techniky	60	0.45	5
jiné techniky	35	0.42	5

Tabulka 3

Čas. interval [min.]	Počet [kusů]	Počet [%]	Suma [%]
0 < T < 20	73	42.7	42.7
20 < T < 40	29	17	59.6
40 < T < 60	26	15.2	74.9
60 < T < 80	9	5.3	80.1
80 < T < 100	17	9.9	90.1
100 < T < 120	6	3.5	93.6
120 < T < 140	4	2.3	95.9
140 < T <160	2	1.2	97.1
160 < T < 180	2	1.2	98.2
180 < T < 200	2	1.2	99.4
200 < T < 220	1	0.6	100

Průměrná doba čekání požadavku ve frontě je 18,96 minuty, průměrná doba pobytu požadavku v systému je 42, 93 minuty.

Z údajů o frontách a kanálech je patrné, že systém je dimenzován na mnohem větší zatížení. Průměrné a maximální délky front jsou malé, právě tak nízké je využití kanálů. Histogram ukazuje, že téměř 75 % požadavků se v systému nezdrželo déle než 60 min. Je zřejmé, že při takto zvolených dobách obsluhy je systém schopen zajistit mnohem více oprav.

Vlastnosti systému můžeme zkoumat pomocí dalších experimentů: jedním z nich je postupné zkracování střední doby mezi příchody požadavků $t_{stř}$ z 15 minut až na 7. Omezíme-li se na sledování tří parametrů, využití v kanálech, délku fronty a počet opravené techniky, následujících pět simulačních běhů dává výsledky podle **tabulky 4.**

Tabulka 4

Vstup	Využití v kanálech (%)				Prům. délka fronty (ks)				Počet oprav
	1	2	3	4	1	2	3	4	
15	18	53	60	35	0.02	0.42	0.45	0.04	171
13	22	63	49	53	0.02	0.61	0.61	1.11	200
11	28	64	83	50	0.11	1.14	1.46	0.64	235
9	58	73	91	66	0.83	1.07	4.64	1.27	284
7	62	99	99	77	1.93	3.95	6.33	2.58	360

V modelu můžeme snadno měnit další parametry, jako střední dobu obsluhy v kanálech, počty obslužných kanálů a s malými úpravami programu i strukturu systému. Změnou těchto parametrů můžeme postupně celý systém optimalizovat podle některého předem zvoleného kritéria.

❑

Uvedený příklad nepředstavuje žádné konkrétní zařízení, rovněž vstupní údaje byly zvoleny zcela libovolně. S minimálními úpravami by však mohl být využit pro simulaci reálného systému. Zkušenosti z práce na několika modelech a získané výsledky ukazují, že simulace mohou nalézt uplatnění nejen v oblasti vojenských komunikačních systémů, ale i v celé řadě odborností naší armády. Využití simulačního jazyka Simscript II.5 tomu může velmi účinně pomoci.

Literatura:

- **Hušek, R.- Lauber, J.:** Simulační modely. SNTL/ALFA, Praha, 1987.
- **Kindler, E.:** Simulační programovací jazyky. SNTL, Praha, 1980.
- **Russell, E. C.:** Simscript II.5 - Programming Language, CACI, 1992.
- **Russell, E. C.:** Simscript II.5 - Building Simulation Models. CACI, 1992.