

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGÍ
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Modelování a simulace (IMS)

Zákaznická podpora

Téma: Služby, infrastruktura a energetika

Autoři: Milan Hruban, xhruba08
David Hél, xhelda00

4. prosince 2017

OBSAH

1. Úvod	3
1.1 AUTOŘI	3
1.2 PROSTŘEDÍ A PODMÍNKY OVĚŘOVÁNÍ VALIDITY MODELU	4
2. Rozbor tématu a použitých metod/technologií.....	4
2.1 LIVECHAT.....	4
2.3 TECHNIK.....	5
2.4 POUŽITÉ POSTUPY.....	5
2.5 PŮVOD POUŽITÝCH METOD.....	5
3. Koncepce	6
3.1 POPIS KONCEPTUÁLNÍHO MODELU	6
3.2 FORMY KONCEPTUÁLNÍHO MODELU	7
4. Architektura simulačního modelu/simulátoru	8
4.1 MAPOVÁNÍ ABSTRAKTNÍHO MODELU DO SIMULAČNÍHO	8
4.2 UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA.....	9
5. Podstata simulačních experimentů a jejich průběh.....	9
5.1 POSTUP EXPERIMENTOVÁNÍ	9
5.2 DOKUMENTACE EXPERIMENTŮ.....	9
5.3 ZÁVĚRY EXPERIMENTŮ	10
6. Shrnutí simulačních experimentů a závěr	10

1. Úvod

Tato práce se zabývá problematikou zákaznické podpory ve firmě poskytující hosting herních a virtuálních serverů. V následujících kapitolách si rozebereme vybrané téma, architekturu simulačního modelu (¹[IMS - texty, slajd 44](#)), simulační experimenty (²[IMS – opora, str. 41](#)) a základní informace o tvorbě simulátoru pomocí dostupné knihovny SIMLIB (³[dokumentace](#)) k programovacímu jazyku C++ .

Zadáním projektu bylo zaměřit se na problematiku v některé z oblasti služeb, infrastruktury či energetiky a pomocí experimentů zjistit možná rizika, možnosti rozvoje, ekonomické aspekty a podobně. Pro konkrétní případ jsme zvolili zákaznickou podporu společnosti poskytující herní servery. Cílem našeho projektu bylo modelovat ([IMS - texty, slajd 40](#)) současný způsob zpracovávání zákaznických požadavků a pokusit se navrhnout nový způsob, který bude efektivnější z ekonomického hlediska nebo z pohledu komfortu zákazníků. V dalších kapitolách jsou popsána námi navržená vylepšení a výsledky experimentů.

Díky simulaci ([IMS - texty, slajd 33](#)) lze snadněji pochopit zpracování jednotlivých požadavků přicházejících na zákaznickou podporu a jejich následnou obsluhu. Simulací jsme schopni ukázat rychlost zpracování jednotlivých požadavků a ekonomické náklady na provoz podpory.

1.1 AUTOŘI

Na vypracování projektu do předmětu Modelování a simulace ([IMS](#)) spolupracovala dvojice studentů bakalářského studia. Jednotlivé úkoly si oba členové týmu rozdělili následovně:

- **Milan Hruban (vedoucí týmu)** – návrh modelu, implementace
- **David Hél** – tvorba dokumentace, zjišťování informací

Konzultace a odborná fakta související se zákaznickou podporou nám poskytl vedoucí podpory ve společnosti Hicoria, jež se zabývá poskytováním herních serverů. K projektu bylo navíc využito následující odborné a pomocné literatury:

[1] PERINGER, Petr. *Modelování a simulace* [online]. VUT Brno, 2012 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/course-files-st.php?file=%2Fcourse%2FIMS-IT%2Ftexts%2Fopora-ims.pdf&cid=12167>. Studijní opora. Vysoké učení technické v Brně Fakulta Informačních technologií.

[2] PERINGER, Petr. *Popis simulační knihovny SIMLIB* [online]. Vysoké učení technické v Brně, 1997 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: <http://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/doc/html-cz/>

¹www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf

²<http://www.fit.vutbr.cz/study/course-l.php.cs?id=12167>

³<http://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>

1.2 PROSTŘEDÍ A PODMÍNKY OVĚŘOVÁNÍ VALIDITY MODELU

Ověřování validity modelu ([IMS - texty](#), slajd 37) probíhalo následujícím způsobem. Z námi vytvořeného modelu ([IMS - texty](#), slajd 7) byla pomocí simulačních experimentů získána sada dat, která byla následně konzultována s vedoucím podpory dané firmy. Data byla porovnána se záznamy v databázi požadavků na podporu, kterou si firma vede, a shledána jako odpovídající.

2. ROZBOR TÉMATU A POUŽITÝCH METOD/TECHNOLOGIÍ

Veškerá fakta a informace v této kapitole byla zjištěna na základě konzultace s jedním z vedoucích pracovníků (pokud není uvedeno jinak) a jedná se tedy o přesná data z interních záznamů firmy, které si vede pro vlastní potřeby.

Podpora obdrží za den v průměru 160 požadavků. Vzhledem k tomu, že požadavky v rámci dne nepřichází rovnoměrně, je třeba rozdělit den na několik intervalů. V tabulce ([Tabulka 1 – Příchody požadavků v danou hodinu](#)) jsou zobrazeny jednotlivé intervaly s průměrným počtem zákaznických požadavků. Asi jednou za měsíc dojde k hromadné poruše, která ovlivní větší množství serverů. Porucha je opravena průměrně za 30 minut a během této doby požadavky vznikají desetkrát rychleji. Tento údaj byl zjištěn výpočtem ze situace, kdy porucha trvala 25 minut, a přišlo 50 požadavků. Jedná se tedy pouze o nepřesný údaj, více dat jsme však nebyli schopni zajistit.

Tabulka příchodu požadavků v danou hodinu				
Čas příchodu	0-12	12-18	18-22	22-24
Počet požadavků	21	77	47	15

TABULKA 1 - PŘÍCHODY POŽADAVKŮ V DANOU HODINU

2.1 LIVECHAT

Zákazník může požádat o podporu buď livechat a nebo může svůj požadavek napsat ve formě zprávy, takzvaného ticketu, který je následně obdržen a zodpovězen pracovníkem podpory. Livechat je k dispozici pouze v pracovní dny od 12:00 do 18:00 a může zároveň vést až 5 konverzací. Pokud je livechat plně obsazený, zákazník může vyčkat na jeho uvolnění nebo napsat ticket. Jestliže je zrovna k dispozici livechat, až 85% zákazníku jej upřednostňuje před možností napsat ticket.

***PRŮMĚRNÝ POČET POŽADAVKŮ NA LIVE CHAT/PRŮMĚRNÝ
POČET OBDRŽENÝCH POŽADAVKŮ OD 12 DO 18 * 100%***

Konverzace na livechatu trvá v případě krátké konverzace přibližně 2 minuty a v případě dlouhé konverzace přibližně 15 minut. Toto dělení vychází z dvou skupin problémů, které se vyskytují: opakující se problémy, na které má zaměstnanec již připravenou odpověď, a neobvyklé problémy, které vyžadují delší popis problému ze strany zákazníka. K přesnému rozdělení zákaznických požadavků do zmíněných skupin neexistují data, ale podle odhadu obsluhy livechatu se vyskytuje mírná převaha opakujících se problémů. Existuje 10% šance, že zákazníkům požadavek nelze vyřešit přes livechat a je odkázán na ticket podporu.

2.2 TICKETY

Tickety řeší zaměstnanec podpory, který nemá žádnou pevně stanovenou pracovní dobu. Jeho úkolem je minimalizovat dobu čekání zákazníka. Jeho pracovní režim vypadá následovně: 3x denně zkontroluje, zda jsou ve frontě nějaké nevyřešené tickety (většinou v 11, 16 a 20 hodin) a pokud ano, na tickety odpovídá, dokud všechny nevyřeší. Zhruba 5% ticketů vyžaduje zásah technika – pošle tedy zprávu technikovi s požadavkem. Průměrná doba řešení jednoho ticketu je 2 minuty. Tato výrazně nižší doba než při řešení požadavku na livechatu je způsobena tím, že pomocí ticketů jsou řešeny operace, které na livechatu vyřešit nelze, ale trvají málo času (převod kreditů, zrušení serveru...) a také proto, že jeden ticket je chápán jako dvojice dotaz a odpověď, zatímco požadavek na livechatu může být konverzace, tedy série těchto dvojic.

2.3 TECHNIK

Chování technika není pro výsledný systém příliš významné, protože množství požadavků na něj je minimální. Získaná data jsou pouze odhadem zaměstnance podpory. Pokud je technik během dne (8 – 22 hodin) vyzván k řešení ticketu, zprávu zaregistruje průměrně během jedné hodiny. Řešení ticketu mu pak trvá zhruba 2 minuty v případě jednoduchého zásahu, nebo přibližně 30 minut v případě složitějšího problému.

2.4 POUŽITÉ POSTUPY

Jediná použitelná metoda k získání informací o modelovaném systému byla konzultace se zaměstnancem firmy, který má přístup ke všem interním datům.

K vytvoření abstraktního modelu ([IMS - texty, slajd 42](#)) jsme zvolili modelování pomocí petriho sítě. Zvolený postup je pro daný problém ideální, protože se jedná o diskrétní systém ([IMS - texty, slajdy 119 až 122](#)), definovaný stavy a vzájemnou komunikací jednotlivých prvků, která za jistých podmínek způsobí změnu stavu.

Tvorba simulačního modelu proběhla za pomoci jazyka C++ s použitím knihovny SIMLIB.

2.5 PŮVOD POUŽITÝCH METOD

- Petriho síť ([IMS - texty, slajd 123](#))
- C++ ([Odkaz na stránku](#))
- SIMLIB ([IMS, slajdy 163 až 206](#))

3. KONCEPCE

Veškerá fakta zmíněná v předchozí kapitole jsou relevantní pro sestavení abstraktního modelu. V následující kapitole jsou popsána všechna zjednodušení a úpravy provedené při sestavování abstraktního modelu.

3.1 POPIS KONCEPTUÁLNÍHO MODELU

Pro tvorbu abstraktního modelu jsme zvolili petriho síť (z důvodů popsaných v [kapitole 2.4](#)). Na obrázku ([Obrázek 1 - Petriho síť](#)) je znázorněn zjednodušený abstraktní model. Zjednodušení za účelem přehlednosti spočívá v nezahrnutí částí, které modelují čas v rámci dne a týdne. Přejchod Generátor požadavků tedy generuje požadavky podle pravidel popsaných v [kapitole 2](#). Stejně tak zaměstnanci podpory (stavy Livechat, Pracovník podpory a Technik) jsou v abstraktním modelu znázorněni jako přítomni neustále, ve skutečnosti (a v simulačním modelu) se řídí pravidly popsanými v [kapitole 2](#). Rychlost požadavků vznikajících při poruše se také odvíjí od aktuálního času, pro účely abstraktního modelu byla modelována jako $\text{Exp}(45\text{s})$. Jedná se o hrubý odhad průměrné doby v rámci dne.

Přejchody ([IMS](#) – *opora*, str. 32) T29, znázorňující zákazníka odkázaného zaměstnancem livechatu k napsání ticketu, který ticket nenapíše, a T28, znázorňující zákazníka, který ticket naopak napíše, postrádají pravděpodobnostní ohodnocení. Důvodem je, že nebylo možno získat relevantní informace. V simulačním modelu jsou tyto požadavky opouštějící systém skrz přechod T29 zcela zanedbány, avšak v abstraktním modelu byl přechod ponechán, protože odpovídá modelovanému systému ([IMS - texty](#), *slajd 7*). Validita modelu tímto zjednodušením zůstane nezměněna, protože počet požadavků na livechat a počet ticketů je sledován nezávisle, tedy zákazníka, který byl odkázán k napsání ticketu, ale neučinil tak, chápeme jako splněný požadavek. Pokud ticket napsal, vnímáme jej jako nový požadavek, nezávislý na předchozí komunikaci.

4. ARCHITEKTURA SIMULAČNÍHO MODELU/SIMULÁTORU

Simulační model odpovídá abstraktnímu modelu v předchozí kapitole, je však v nějakých ohledech zjednodušen (popsáno v předchozí kapitole) a doplněn o modelování času v rámci dne a dnů v rámci týdne. V následující kapitole je popsáno mapování abstraktního modelu do simulačního. Zahrnuje všechny použité objekty vystupující v simulaci a popisuje jejich chování a roli, kterou zastávají v rámci systému.

4.1 MAPOVÁNÍ ABSTRAKTNÍHO MODELU DO SIMULAČNÍHO

- **Třída Generator**

Generátor ([IMS - texty](#), slajd 97) požadavků zákazníků. Požadavky vytváří v časových intervalech daných aktuální denní dobou.

- **Třída BreakdownGenerator**

Generuje poruchu ovlivňující větší množství serverů a zároveň ovládá i logiku jejího opravení.

- **Třída CustomerRequirement**

Reprezentuje potřebu zákazníka na službu podpory. S ohledem na aktuální denní dobu si požadavek může zabrat `liveChat` a nebo vytvoří instanci třídy `Ticket`.

- **Třída BackendWorker**

Reprezentuje technika, logiku jeho chování – pokud dostane zprávu o novém ticketu (reprezentován pomocí fronty `waitTicketsBackend` ([IMS – opora](#), str. 45)) ticket vyřeší.

- **Třída SupportWorker**

Představuje zaměstnance, který zpracovává tickety. Bere si tedy tickety z fronty `waitTickets`. Jeho přítomnost je modelována pomocí atributu `operatingHours[]`, který představuje hodiny, kdy zaměstnanec obvykle kontroluje nové tickety.

- **Třída Ticket**

Proces znázorňující životní cyklus jednoho ticketu. Je zařazen do fronty `waitTicket`, a čeká, až jej někdo aktivuje (tedy vyřeší).

Dále program využívá již dříve zmíněné sklad `liveChat` ([IMS – opora](#), str. 47), představující pracovníka livechatu a fronty `waitTickets` a `waitTicketsBackend`, reprezentující tickety čekající na pracovníka podpory a technika.

4.2 UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA

Uživatelská příručka je dostupná po spuštění programu s argumentem `-h` nebo `-help`. Výchozí výstup programu je směřován na `stdout`, lze jej přesměrovat pomocí argumentu `-out 'filename'`. Více informací lze najít v uživatelské příručce.

5. PODSTATA SIMULAČNÍCH EXPERIMENTŮ A JEJICH PRŮBĚH

Při experimentování nad simulačním modelem jsme měli několik cílů, které ovlivnily způsob volby experimentů. Naším hlavním cílem bylo minimalizovat ekonomické náklady na provoz podpory avšak ne za cenu ztráty komfortu zákazníků. Vzhledem k tomu, že se jedná o komplexní pojem, jako míru komfortu zákazníků budeme považovat průměrný čas od vzniku požadavku do doby, kdy je požadavek vyřízen. Minimalizací ekonomických nákladů pak chápeme dobu, kterou zaměstnanci stráví řešením zákaznických požadavků a také celkový počet zaměstnanců. Simulační model nám umožňuje provést velké množství experimentů s různými variantami obsluhy podpory a statistické zpracování jejich výsledků ([IMS – opora, str. 48](#)).

5.1 POSTUP EXPERIMENTOVÁNÍ

Experimentování probíhalo na školním serveru merlin. Naším cílem je vyzkoušet různé varianty simulačního modelu a ohodnotit jejich kvalitu. Vzhledem k relativně omezenému počtu variant budeme jejich tvorbu zakládat na prosté analýze faktů z [kapitoly 2](#) a následně na výsledcích předchozích experimentů. Sofistikovanější optimalizační metody nejsou pro náš konkrétní problém potřeba.

5.2 DOKUMENTACE EXPERIMENTŮ

Experimentování jsme začali sadou s výchozím nastavením – tedy s nastavením, v kterém zákaznická podpora funguje nyní. Všechny experimenty, pokud není řečeno jinak, byly spuštěny s parametrem `-t 2419200`. Tento parametr určuje dobu běhu, v tomto konkrétním případě 28 dní. Předběžné experimenty s delším časem nevykazovaly žádné odlišnosti, a nepřinášely tedy žádnou přidanou hodnotu pro experiment. Po první sadě experimentů jsme konzultovali výsledky se zaměstnancem podpory, a na základě jeho doporučení upravili frekvenci generování požadavků.

Při opakování sady experimentů s upraveným modelem ve výchozím nastavení jsme dostali průměrnou hodnotu 10 218 sekund čekání na požadavek a průměrnou hodnotu 8.13 odpracovaných hodin denně (zahrnuje livechat a pracovníka podpory). Počet požadavků, které podpora zodpověděla do 1000 vteřin, byl v průměru 1325 z celkových 4559.

Další sada experimentů byla spuštěna s parametrem `-no-livechat`. Zákaznické požadavky tedy řešil pouze jeden pracovník podpory. V tomto experimentu se průměrná doba čekání zvedla na 12 897 vteřin, a počet odpracovaných hodin snížil na 5.27 hodin denně.

Následující sada experimentů proběhla s použitím parametrů `-no-livechat` a `-extra-worker 8 14 22`. V tomto nastavení řešili zákaznické požadavky 2 pracovníci podpory, bez použití livechatu. Výsledný průměrný čas čekání byl 8991 vteřin a počet odpracovaných hodin 5.16 hodin denně.

Pro finální sadu experimentů byly „pracovní hodiny“ stávajícího zaměstnance nastaveny na 17 a 22, a přidán parametr `-extra-worker 8 15 19`. Naměřené hodnoty jsou 5.32 odpracovaných hodin denně a průměrná doba čekání 6428 sekund. Je také nutno dodat, že při tomto nastavení byl počet požadavků, na které podpora zareagovala do 1000 vteřin v průměru 542 z celkových 4492.

5.3 ZÁVĚRY EXPERIMENTŮ

Bylo provedeno 5 zdokumentovaných sad experimentů (a další pomocné kalibrační experimenty). Každá sada obsahovala 20 běhů simulačního modelu s identickými parametry. Experimentováním jsme zjistili, že odstraněním pracovníka livechatu a přidáním pracovníka řešícího tickety lze dosáhnout zvýšení průměrné efektivity systému, konkrétně průměrné doby čekání avšak za cenu výrazného snížení počtu požadavků, na které podpora zareaguje do 1000 vteřin.

Nad simulačním modelem by se daly provést navazující experimenty, dále optimalizující pracovní dobu zaměstnanců podpory.

6. SHRUTÍ SIMULAČNÍCH EXPERIMENTŮ A ZÁVĚR

V rámci projektu vznikl nástroj simulující provoz zákaznické podpory u konkrétní soukromé firmy. Po drobných úpravách je možno jej použít na simulaci a optimalizaci provozu zákaznické podpory obecně.

Z výsledků experimentů vyplývá, že námi navrhovanou změnou, odebráním pracovníka livechatu a přidáním pracovníka na řešení ticketů, lze snížit průměrnou dobu zpracování jednoho požadavku. Využitelnost našeho řešení v praxi je těžké zhodnotit, avšak z nám dostupných dat lze usoudit, že současná situace pravděpodobně většině zákazníků vyhovuje (vysoká tendence zákazníků preferovat livechat při vyřizování jejich požadavku).

Pro zákazníky nejkomfortnější řešením by samozřejmě bylo přidání pracovníka podpory a ponechání livechatu, avšak to by znamenalo obrovské zvýšení nákladů (počtu odpracovaných hodin), proto jsme tuto možnost v experimentech vyloučili.