



VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STAVEBNÍ
V BRNĚ

NWB024

LOGISTIKA

06

SYSTÉMY HROMADNÉ OBSLUHY
TEORIE FRONT

Václav Venkrbec

06

Systemy hromadné obsluhy
Teorie front

Systémy hromadné obsluhy - teorie front

- Zkoumají se systémy, ve kterých dochází k realizaci obsluhy požadavků přicházejících do systému na obslužných zařízeních (linkách, stanicích).
- Ty mají omezenou kapacitu obsluhy.
- Požadavky vstupují do systému s různou intenzitou

Systemy hromadné obsluhy - teorie front

- V závislosti na vztahu:

kapacity obslužných zařízení a intenzity příchodu požadavku

- může docházet před obslužnými linkami k hromadění požadavku, k vytváření front -> Teorie front

Cíle systémů hromadné obsluhy

- analýza s ohledem na efektivní fungování systému
- zajisti, aby se před obslužnými linkami nevytvářely příliš velké fronty čekajících požadavku
- zajistit aby nedocházelo k prostojům obslužných linek
- prostoje linek/stanic, jejich provoz nebo čekání požadavků lze nákladově ohodnotit
- optimalizovat systém vzhledem k jeho celkovým nákladům

Schéma systému hromadné obsluhy - jednofázový

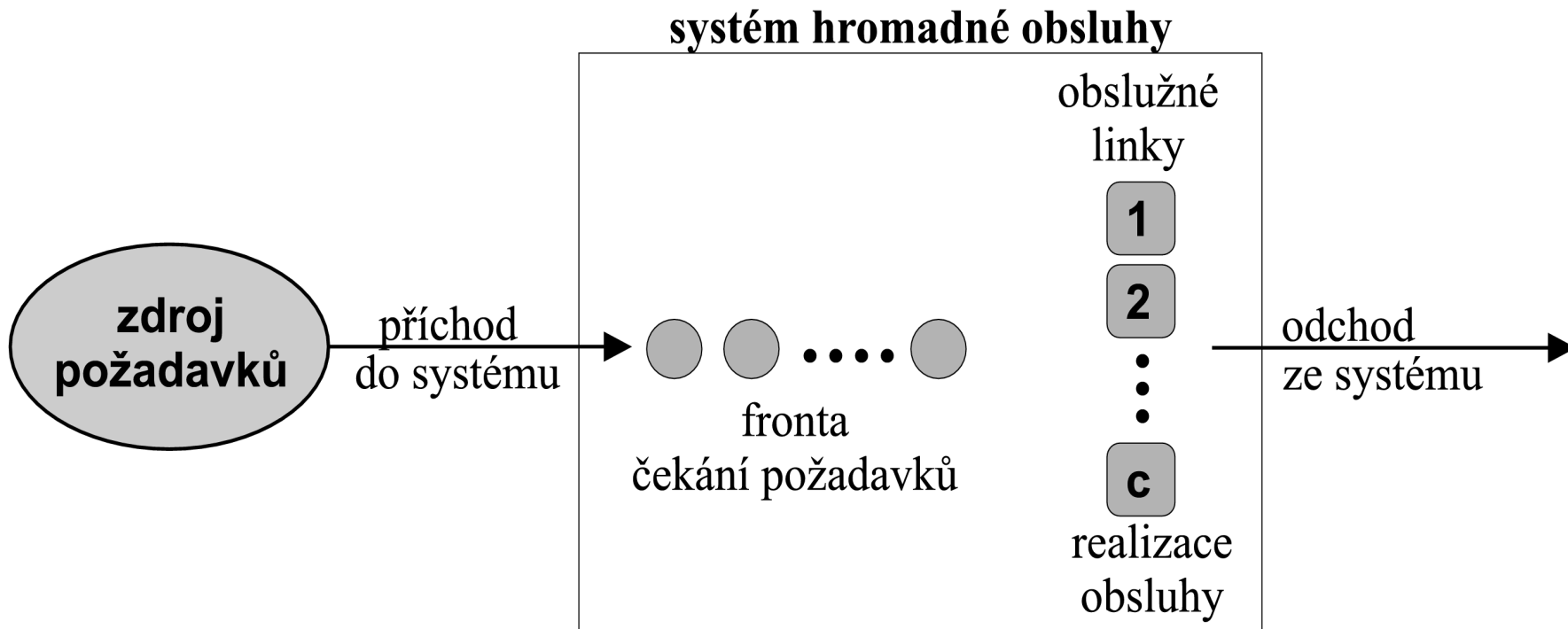
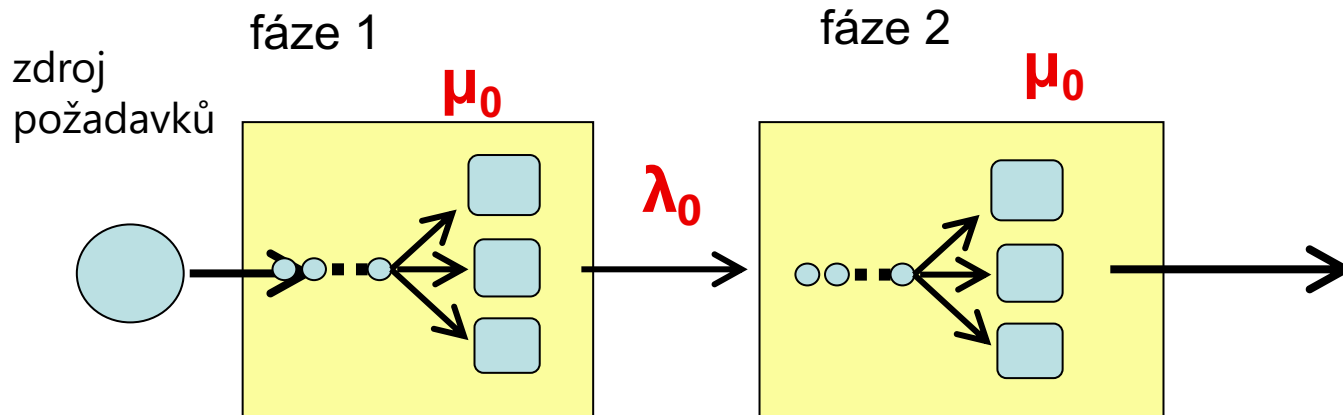


Schéma systému hromadné obsluhy - vícefázový



Modelování systémů hromadné obsluhy

Modelování:

- „univerzálně“ používaný prostředek pro přípravu (analýzu, prošetření, návrh postupu a způsobu řešení)
- V časové dimenzi není v celém řešitelském procesu nikterak omezen
- Lze jej použít prakticky kdykoliv, ale ne vždy to přinese plný efekt (zisk).

Modelování systémů hromadné obsluhy

Modelování – využití pro dva základní typy problémů:

- stanovení důležitých pracovních charakteristik systému
(odhady středních hodnot – např.: střední využití systému a jeho kanálů, střední délka front, střední čekací doba, střední hodnota netrpělivosti)
- stanovení optimálních parametrů systému
(určení vhodného (optimalizovaného) min. / max. počtu kanálů, optimalizace doby čekání a obsluhy, regulace vstupních toků, min. celkových nákladů na zřízení a provoz systému)

TEORIE FRONT

Příklady systémů hromadné obsluhy

system	obslužné linky	požadavky
ordinace	lékař	pacienti
banka	úředníci	klienti
hypermarket	pokladny	zákazníci
benzínová pumpa	čerpací stojany	vozidla
telefonní centrála	telefonní linky	volající
výrobní hala	výrobní linky	výrobky
podniková údržba	údržbáři	stroje

Prvky systémů hromadné obsluhy

- 1, Zdroj požadavku
- 2, Příchod požadavku do systému
- 3, Doba trvání obsluhy
- 4, Sít obslužných linek
- 5, Režim fronty

1, Zdroj požadavku

- Neohraničený

např. u lékaře v nemocnici nebo v hypermarketu je počet pacientů nebo zákazníků konečný, ale jedná se o stovky nebo dokonce o tisíce požadavků

- Ohraničený

např. firma má 10 strojů, které je třeba udržovat a opravovat – tzn. zdroj požadavků je ohraničený

2, Příchod požadavku do systému

příchody lze definovat dle:

- intenzity příchodu - počet požadavku, které do systému přijdou za časovou jednotku
- intervalu mezi příchody - čas mezi dvěma po sobe následujícími příchody

Obě veličiny spolu úzce souvisejí

2, Příchod požadavku do systému

Např.: Do systému přijde za hodinu průměrně 10 požadavků:

- průměrný interval mezi příchody je $1/10$ hodiny = 6 minut

Veličiny mohou být:

deterministické - intervaly jsou stále stejné, např. u automatické výrobní linky lze fixní intervaly zabezpečit

stochastické - intervaly jsou proměnlivé, ostatní příklady, kdy fixní časy zabezpečit nelze.

Doba trvání obsluhy

- také deterministická nebo stochastická
- nejčastěji se používá exponenciální rozdělení s parametrem μ .

Střední doba trvání obsluhy je pak **$1/\mu$** .

kde

μ - je intenzita obsluhy (= průměrný počet obsloužených požadavků za časovou jednotku. Předpokládáme, že linka je plně vytížena.)

3, Doba trvání obsluhy

Pravděpodobnost, že v systému není žádný požadavek, tj. linka není využita:

$$p_0 = 1 - \lambda / \mu$$

Intenzita provozu systému

Je pravděpodobnost, že v systému je alespoň jeden požadavek (linka je využita):

$$p = \lambda / \mu$$

Intenzita provozu systému

Hodnota ρ popisuje intenzitu provozu systému - současně udává pravděpodobnost, že požadavek, který přijde do systému, bude muset čekat na obsluhu ve frontě.

Pravděpodobnost, že v systému je právě n požadavků, jeden je obsluhován a $n-1$ čeká ve frontě:

$$\rho_n = \rho_0 * \rho_n = (1 - \rho) * \rho^n$$

Průměrný čas

- čas, po který požadavek tráví v systému:

$$T = 1 / \mu - \lambda$$

a ve frontě:

$$T_f = T - (1 / \mu) = \lambda / (\mu * (\mu - \lambda))$$

Průměrný počet požadavků v systému:

$$\mathbf{N = \lambda * T = \lambda / (\mu - \lambda)}$$

a ve frontě:

$$\mathbf{N_f = \lambda * T_f = \lambda^2 / (\mu * (\mu - \lambda))}$$

Podmínka stabilizace systému M/M/1: intenzita provozu $\rho < 1$, tj. **intenzita příchodů $\lambda < \text{intenzita obsluhy } \mu$.**

Průměrný počet požadavků

Pokud **intenzita příchodů λ** > **intenzita obsluhy μ** - dojde k zahlcení systému a fronta bude narůstat bez omezení.

4, Sít obslužných linek

Jejich počet a uspořádání podstatně ovlivňuje fungování celého systému.

Jedním z cílů při aplikaci modelu HO je optimalizace počtu obslužných linek

- hraje roli při hledání kompromisu mezi jejich stupněm vytíženosti a délkou fronty, nebo dobou čekání požadavku.

4, Sít obslužných linek

Uspořádání může být:

- paralelní (vedle sebe)

nebo

- sériové (za sebou)

4, Sít obslužných linek – paralelní uspořádání (vedle sebe)

- poskytují stejnou obsluhu

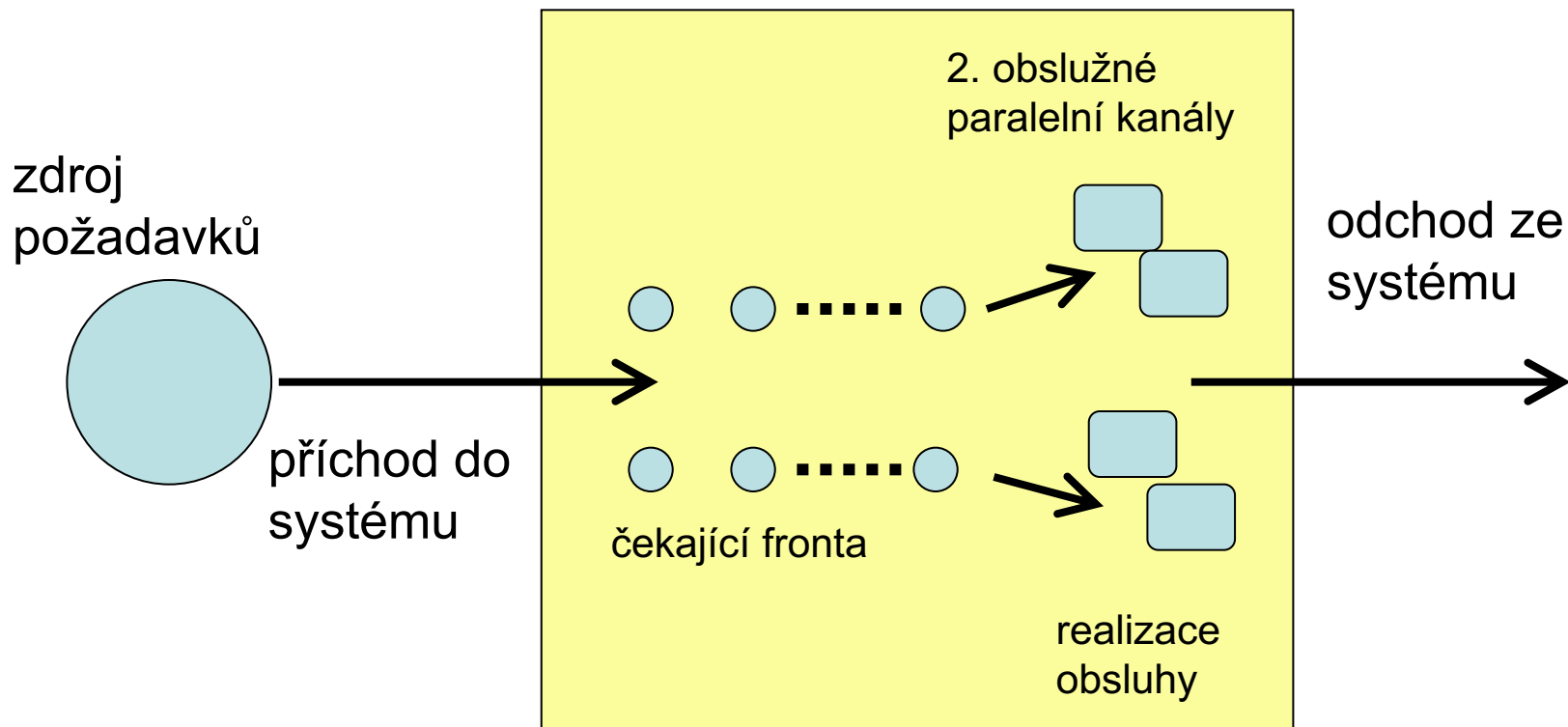
Systemy s jednou frontou:

- před každou linkou vytváří samostatná fronta

Systemy s více frontami:

- nebo je pouze jedna fronta, ze které přechází do obsluhy první požadavek po uvolnění libovolné linky

4, Sít obslužných linek – paralelní uspořádání (vedle sebe)

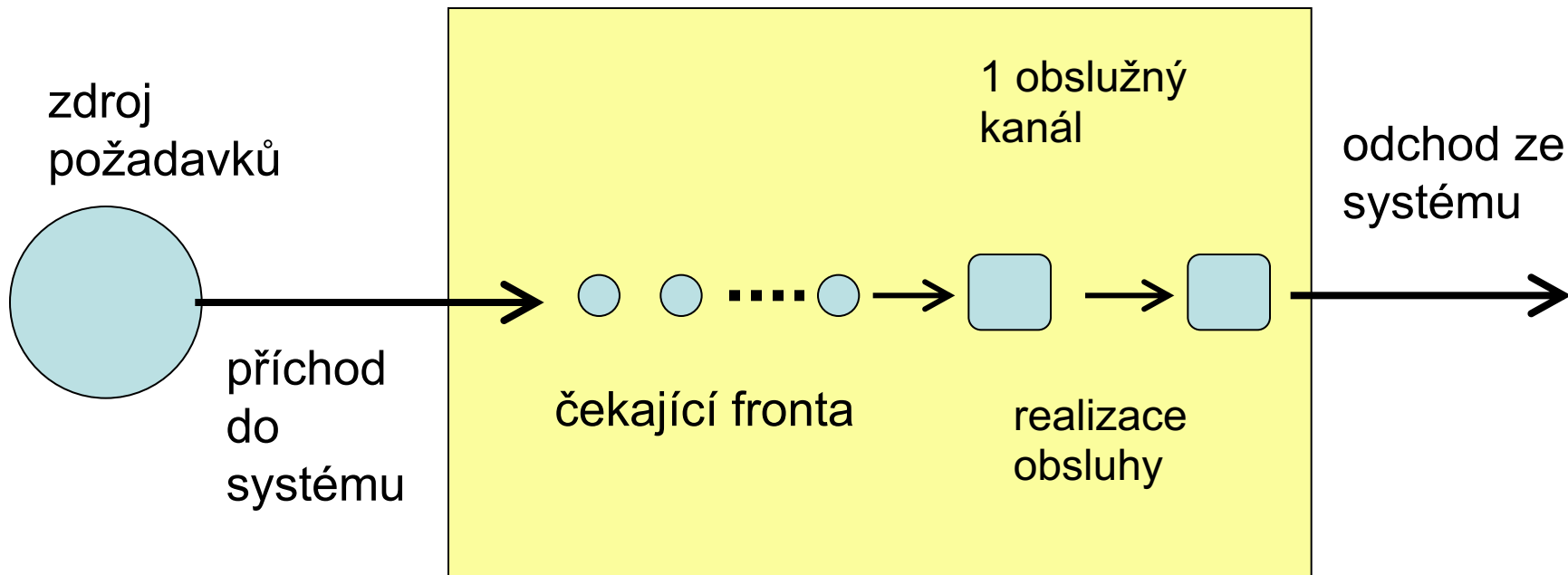


4, Sít obslužných linek – sériové uspořádání (za sebou)

- požadavek prochází postupně

V reálných systémech se běžně vyskytuje kombinace paralelního a sériového uspořádání linek.

4, Sít obslužných linek – paralelní uspořádání (vedle sebe)



5, Režim fronty

-Určuje způsob přechodu požadavku z fronty do obsluhy

FIFO (First In / First Out) nebo FCFS = (First-Come / First-Served)

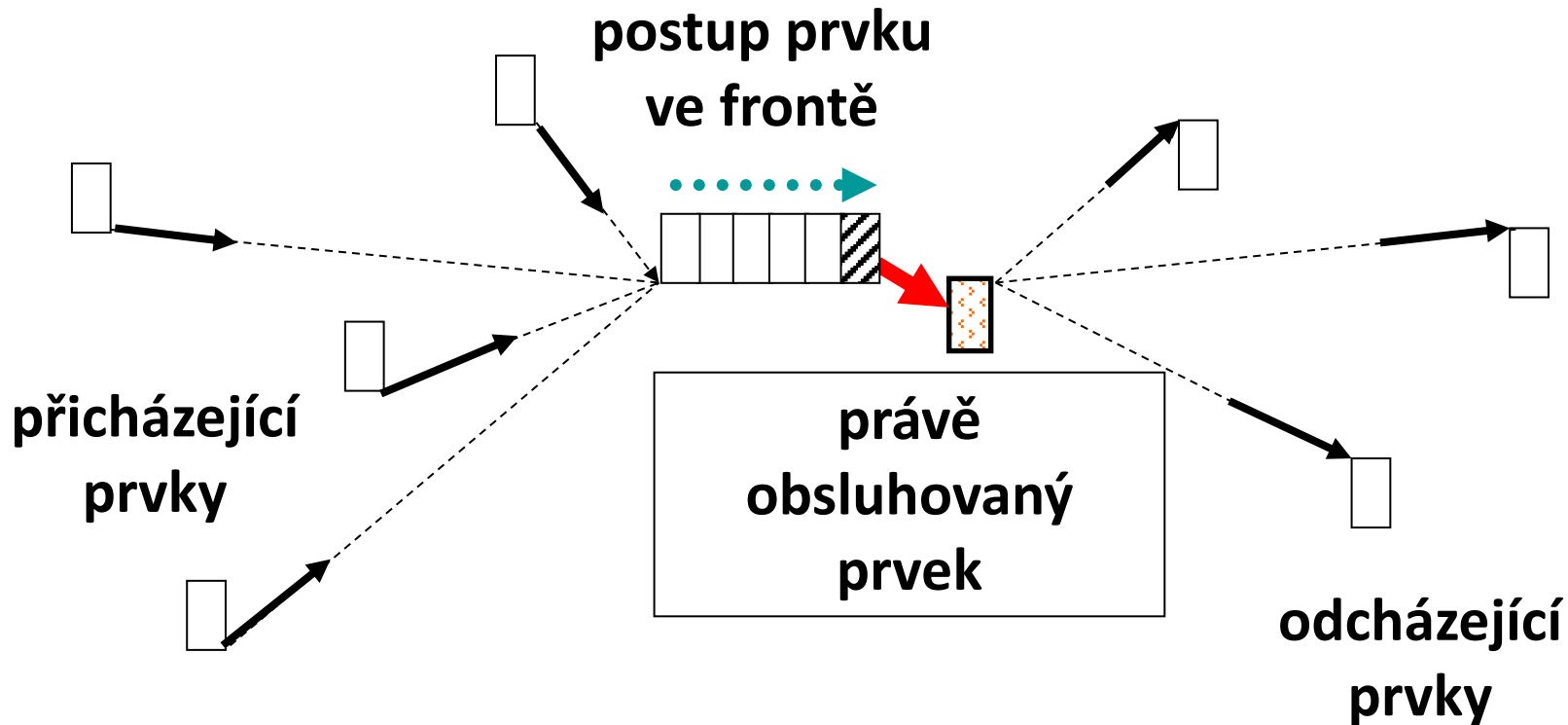
- nejčastější způsob

- obsluha proběhne v tom pořadí, v jakém do systému přišly

- ze zásobníku se odebírá zdola)

TEORIE FRONT

FIFO – grafické znázornění



LIFO (Last In / First Out nebo LCFS = Last-Come / First-Served)

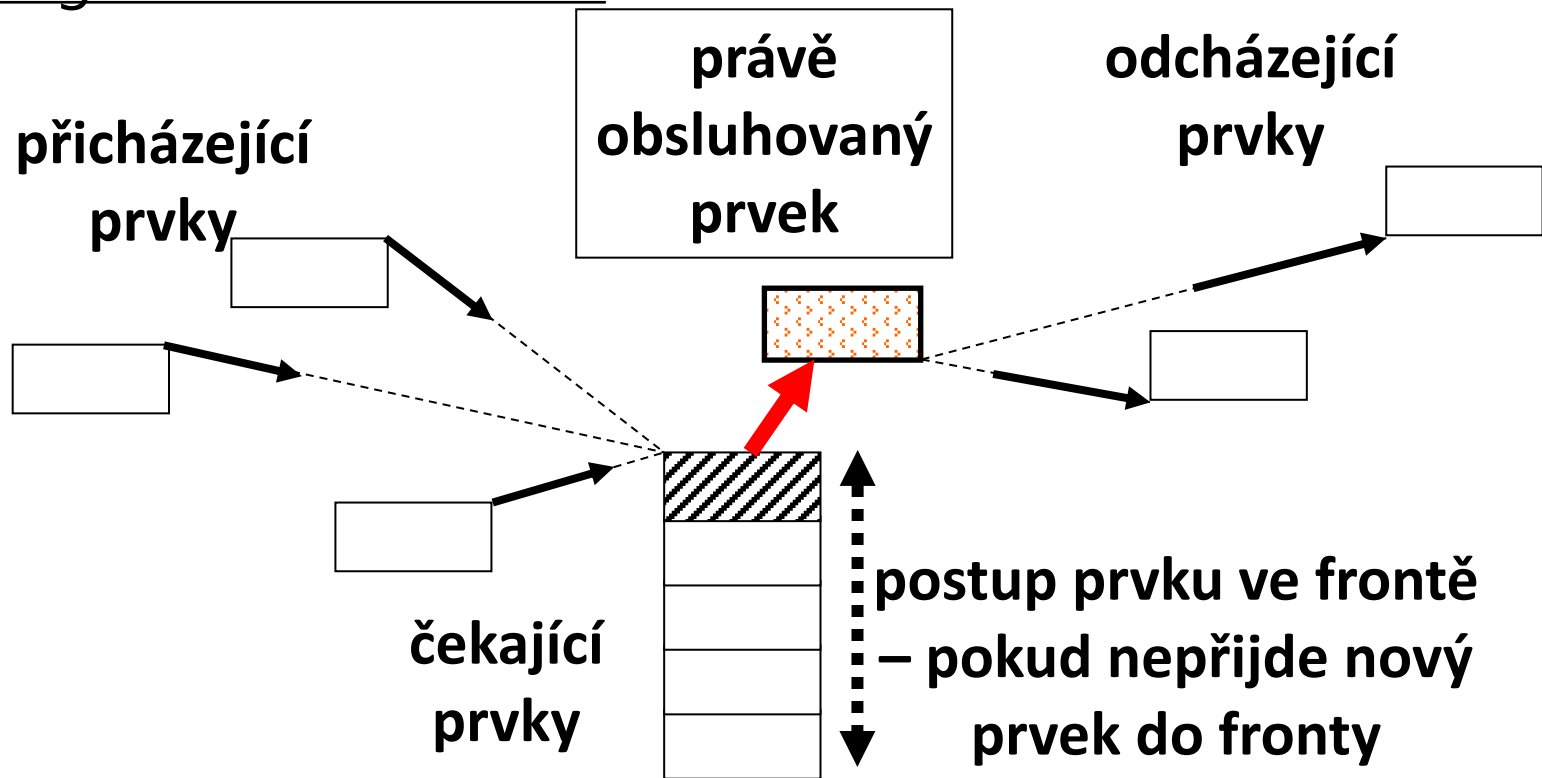
- opačné pořadí obsluhy
- obsluha v obráceném pořadí, než v jakém požadavky do systému přišly
- ze zásobníku se odebírá zdola

SIRO (Selection In Random Order)

- náhodný způsob
- ze zásobníku se odebírá napřeskáčku

TEORIE FRONT

LIFO – grafické znázornění



PRI

(Priority nebo HVF = High Value First)

- podle zadaných priorit (důležitosti)

- ze zásobníku se odebírá k obslužení požadavek s momentálně nejvyšší prioritou

Doba trvání fronty

Určuje způsob jakým fronty časově řeší průchod požadavků obslužným místem:

- konstantní
- náhodná

Systemy mohou být s omezeným nebo neomezeným čekáním.

Konstantní doba trvání fronty

- doba obsluhy je stále stejná
- lépe se plánuje průchod frontou
- může docházet k plýtvání s časem průchodu a tedy k prodloužení času celkové obsluhy nebo k čekání na vyčerpání probíhajícího časového intervalu

Náhodná doba trvání fronty

- doba kolísá – hůře se plánuje
- obvykle úspornější – rozdělení bývá obvykle exponenciální

Disciplína fronty

Určuje chování požadavků:

- absolutně netrpělivá
- částečně netrpělivá
- bez netrpělivosti

Disciplína fronty - absolutně netrpělivá

- požadavek do systému se všemi obsazenými obslužnými body (kanály) nevstoupí a rezignuje na obsluhu
- musí být obsloužen jinde nebo jindy – málokdy se může obsloužení vzdát úplně (trvale)

Disciplína fronty - částečně netrpělivá

- požadavky na vstupu do systému čekají, ale jen určitou dobu
- pokud do vyčerpání této doby nedojde k zahájení obsluhy, odchází pryč

Disciplína fronty - bez netrpělivosti

- požadavky na vstupu do systému čekají bez ohledu na to, jak dlouho čekají (na délku trvání tohoto čekání)
- speciální případy, protože v praxi by to zřejmě vedlo k plýtvání s časem

Další charakteristiky

Např.:

Omezení na kapacitu systému

- maximální počet požadavků, který může být v systému přítomen.
- pokud je systém naplněný, potom se nově příchozí požadavek k němu nemůže připojit a odchází.

Speciální případ = systémy bez čekání

Např. telefonní centrála.

Pokud jsou všechny linky obsazené, nelze se dovolat.

Speciální případ = systémy bez čekání

Např. telefonní centrála.

Pokud jsou všechny linky obsazené, nelze se dovolat.

Obsluhy ve skupinách (výtah, městská doprava)

Cílem zkoumání je odpověď, zda lze přerušit obsluhu v případě, že do systému vstoupí požadavek s vyšší prioritou (záchranná služba, meziměstské hovory), apod.

Klasifikace systémů HO

- dle základních charakteristik jsou modely HO jednotným způsobem klasifikovány pomocí posloupnosti 6 symbolů:

A / B / C / D / E / F

každé z těchto písmen jednoznačně charakterizuje určitou vlastnost – hodnotu...

Klasifikace systémů HO

A charakterizuje typ pravděpodobnostního rozdělení pro intervaly mezi příchody požadavku do systému, přičemž **M** znamená exponenciální rozdělení, **D** konstantní intervaly, **G** nespecifikované rozdělení

B totéž pro dobu trvání obsluhy

C počet paralelně uspořádaných obslužných linek

D kapacita systému

E kapacita zdroje požadavku

F režim fronty

Klasifikace systémů HO - příklad

M / M / 5 / 20 / ∞ / FIFO

kde:

- systém HO, ve kterém intervaly mezi příchody i doba obsluhy mají exponenciální rozdělení (M)
- 5 paralelních linek
- celková kapacita 20 míst (z toho 5 v obsluze a max. 15 ve frontě)
- zdroj požadavků je neomezený, obsluhuje se podle pořadí při příchodu.

Klasifikace systémů HO

Dělení do skupin:

1. Časové charakteristiky
2. Charakteristiky počtu požadavků
3. Pravděpodobnostní charakteristiky
4. Nákladové charakteristiky

1. Časové charakteristiky

- týkají se „pouze“ časové obsluhy požadavku:

T_f průměrná doba čekání požadavku ve frontě předtím, než začnou být obsluhovány

T průměrná doba strávená v celém systému

2. Charakteristiky počtu požadavků

- týkají se počtu požadavků:

N_f průměrná délka fronty

N průměrný počet požadavků v systému

3. Pravděpodobnostní charakteristiky

Pravděpodobnost, že:

- obslužná linka nepracuje
- obslužná linka pracuje
- příchozí požadavek bude muset čekat ve frontě
- v systému je určitý počet požadavků
- požadavek nebude kvůli naplnění systému obsloužen

4. Nákladové charakteristiky

Náklady fungování celého systému za časovou jednotku

Optimální počet linek v provozu vedoucí k dosažení minimálních nákladu

Proč definovat charakteristiky?

Jde o určení počtu linek tak, aby nedocházelo k jejich zbytečným prostojeům, ale ani k nadměrným frontám požadavků vedoucích ke ztrátám zákazníků a tím i zisku

Mezi některými charakteristikami existují bezprostřední vazby.

Průměrná doba, kterou stráví požadavek v systému:

průměrná doba strávená ve frontě + průměrná doba trvání obsluhy

$$T = T_f + 1/\mu$$

Průměrný počet požadavků

$$\mathbf{N} = \lambda \cdot T$$

$$\mathbf{N}_f = \lambda \cdot T_f$$

- tzn. určení všech nebo alespoň některých charakteristik,
lze dosáhnout dvojím způsobem – analyticky nebo pomocí
simulací

Analytické řešení

- pro jednotlivé charakteristiky jsou odvozeny konkrétní vztahy
- dispozici jen u nejjednodušších modelů
- u složitějších systémů nutné experimentování s modelem

Experimentování s modelem

- pomocí vhodného SW se simuluje (napodobuje) chod reálného systému
- simulace lze provádět ve zrychleném nebo zpomaleném čase
- na základě sběru dat v průběhu simulačního běhu lze potom aproximativně odvodit charakteristiky simulovaného systému
- lze analyzovat i velmi složité systémy a to už ve fázi jejich navrhování

Multiagentní modely sociálních organizací (Agent Based Social Simulation (ABSS))

- je vědecká disciplína zabývající se simulacemi sociálních fenoménů prostřednictvím multiagentních modelů za využití počítačů

Multiagentní modely sociálních organizací (Agent Based Social Simulation (ABSS))

vznikají jako kombinace tří vědeckých přístupů:

- sociálních věd
- počítačového simulování
- multiagentních simulací (MAS).

Multiagentní modely sociálních organizací

Princip:

- využití tzv. agentů (softwarové autonomní entity s relativně jednoduchým chováním)
- agenti reprezentují reálné jednotky sledovaného systému
- jsou situováni do definovaného kontextu prostředí
- jednají a reagují (agenti reagují mezi sebou skrze prostředí, kterému se mohou v čase adaptovat)

Multiagentní modely sociálních organizací

Agent či agentka

- z franc = činitel, jednatel, pověřenec
- z lat. agere = jednat, působit

agent (teorie systémů) – celek schopný samostatného jednání v závislosti na okolních podmínkách

Multiagentní modely sociálních organizací

- lidský jedinec je modelován jako agent, implementovaný většinou v podobě softwarového agenta
- agenti řeší společně problémy, které přesahují možnosti a znalosti každého z nich

Multiagentní systém (Multi-agent system - MAS)

- je simulované prostředí se síťovým charakterem, v němž dochází k interakci určitých typů aktérů (agentů) mezi sebou a/nebo s prostředím, ve kterém se nacházejí.
- prostřední může mít různou formu (mřížky, sítě apod.)
- simulace je pak spuštěna a sledována v diskrétním čase
- v každém časovém kroku se vyhodnocuje chování všech agentů a stav prostředí

Multiagentní modelování

- výpočetní forma vědeckého modelování, kterou umožnil až rozvoj moderní výpočetní techniky především v posledních dvou desetiletích 20. století.

Multiagentní modely

- výstupy modelovacích činností
- k simulaci komplexních systémů v různých zájmových oblastech (ekonomie, biologie, sociální vědy)

Multiagentní modelování

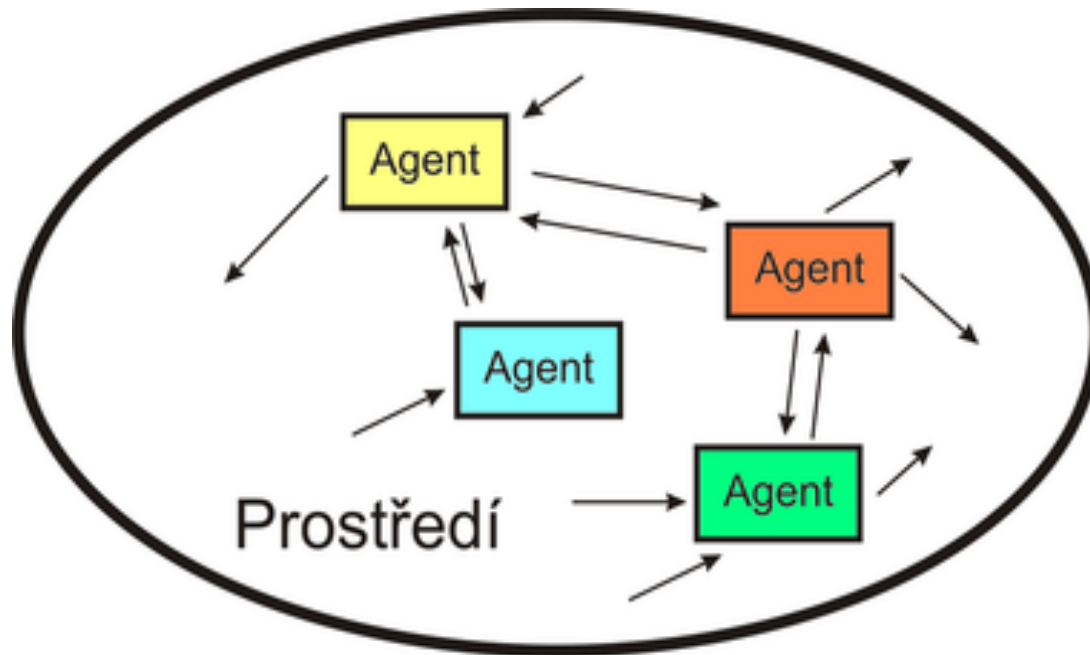
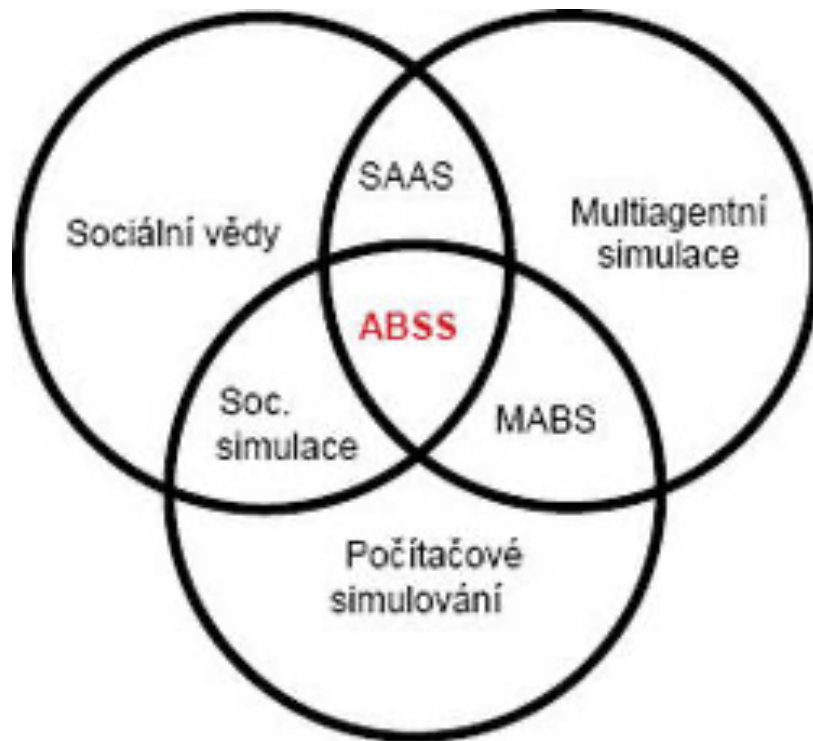


Schéma multiagentní sociální simulace





VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STAVEBNÍ
V BRNĚ

NWB024

LOGISTIKA

06

DĚKUJI ZA POZORNOST

Václav Venkrbec