OPTIMALIZACE POMOCÍ SIMULACE

DISKRÉTNÍ SIMULACE – OPTIMALIZAČNÍ EXPERIMENTY A SOFTWARE. KVANTITATIVNÍ A KVALITATIVNÍ FAKTORY, SROVNÁNÍ SYSTÉMŮ, METODY SIMULAČNÍ OPTIMALIZACE, PŘÍKLADY SIMULAČNÍHO SOFTWARU A POSTUPY MODELOVÁNÍ V NICH POUŽITÉ.

OPTIMALIZACE

Optimalizace znamená, že se snažíme najít nejlepší variantu z hlediska určitého kritéria při respektování omezujících podmínek, například optimální počet obslužných linek. V simulaci se vyskytují náhodné veličiny, takže lze danou variantu označit za nejlepší pouze na určité hladině významnosti.

Definujme nejprve vstupní a výstupní parametry. Vstupní parametry se nazývají **faktory** a mohou být kvalitativní: řád fronty (LIFO, FIFO), typ rozdělení (diskrétní, spojité – exponenciální, normální…), různá pravidla pro pohyb entit (procento rozdělení k přepážkám) či kvantitativní (diskrétní, např. počet obslužných zařízení, kapacita fronty, počet příchozích požadavků apod., či spojité, např. průměrná délka obsluhy, intervaly mez příchody, doba provozu apod.).

Výstupní parametry se nazývají **odezvy**. Hodnotu odezvy se snažíme maximalizovat (maximum obsloužených požadavků) či minimalizovat (minimální doba ve frontě, náklady).

Pokud můžeme porovnat všechny možné varianty, mluvme o tzv. **srovnání systémů**. Uvažujme náhodnou veličinu *Y* představující odezvu (zisk, náklady,…) a dvě různé varianty systému. Y_{ij} označíme hodnotu výstupní proměnné pro *i*-tou variantu v *j*-té simulaci. Y_{ij} získáme jako průměry z jednotlivých replikací, budou mít tedy v důsledku centrální limitní věty normální rozdělení. Cílem simulace je zjistit rozdíl ve výkonnosti těchto dvou variant, který označme *Z:* tedy $Z_j = Y_{1j} - Y_{2j}$. Můžeme zjistit bodový odhad *Z*, a interval spolehlivosti pak získáme jako:

$$Z \pm t_{1-\frac{\alpha}{2},2n-2} \frac{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}}{\sqrt{n}},$$

kde *n* je počet pozorování odezvy Y a S_1^2 a S_2^2 jsou rozptyly odezvy pro variantu 1 a 2. Jestliže interval spolehlivosti neobsahuje nulu, lze učinit závěr, že jedna varianta je lepší než druhá. Efektivnější srovnání dostaneme při použití metody společných náhodných čísel, díky které redukujeme vliv náhodnosti. V tomto případě bude interval spolehlivosti následující:

$$Z \pm t_{1-\frac{\alpha}{2},n-1} \frac{S_z}{\sqrt{n}}.$$

kde S_Z^2 je rozptyl rozdílu *Z*. Tento interval má menší počet stupňů volnosti, ale to je vyváženo pozitivní kovariancí plynoucí z použití metody společných náhodných čísel.

Pokud **nemůžeme prozkoumat všechny varianty**, můžeme použít experiment Monte Carlo, metodu Friedmana a Savage, nebo metodu RSM.

Metoda Monte Carlo spočívá v tom, že náhodně vygenerujeme nějakou variantu, provedeme několik simulačních běhů, a pokud jsou výsledky této varianty lepší než výsledky předešlé varianty, označíme tuto variantu jako nejvhodnější a postup opakujeme. Skončíme tehdy, když byl prozkoumán určitý počet variant, nebo když byla dosažena uspokojivá úroveň výsledků.

Metoda Friedmana a Savage je metodou postupné jednorozměrné optimalizace. Postupuje tak, že se zafixují všechny proměnné kromě jedné, kterou označme x_1. Ta se mění po intervalech zvolené délky. Jakmile se najde optimální řešení, zafixuje se proměnná x_1 a mění se proměnná x_2 atd.

Metoda RSM (response surface method, analýza plochy odezvy) je postavená na tom, že mezi odezvou a faktory existuje určitý funkční vztah, který lze aproximovat nelineární funkcí. Provedeme tedy několik simulačních experimentů a sestavíme tzv. regresní metamodel, ve kterém bude odezva vysvětlovanou proměnnou a faktory vysvětlujícími proměnnými. Zvolíme si výchozí řešení a pomocí regresního metamodelu ve tvaru polynomu prvního řádu (lineární závislost) prohledáme jeho okolí. Směr, kudy se pohybovat, určí odhadnuté koeficienty regresního metamodelu, délku kroku si musíme určit sami. Přesuneme se do nového řešení a opakujeme totéž, dokud lineární vztahy stačí k popisu závislostí. Pak přejdeme na regresní metamodel ve tvaru polynomu druhého řádu. Protože je to heuristická metoda, můžeme skončit v lokálním extrému, proto je dobré vyzkoušet více výchozích řešení.

JAKÉ EXISTUJÍ SIMULAČNÍ PROGRAMY, JAZYKY A PORADENSKÉ FIRMY?

K simulaci lze použít některý z obecných programovacích jazyků: C++, Pascal…

Existují i specializované simulační programovací jazyky: Simscript, Simula, MOR/DS, GPSS

Pro aplikace typu Monte Carlo se hodí matematické výpočetní systémy: MATLAB, R Project

Pro diskrétní simulaci lze použít programy: Simprocess, Simul8 (podnikové procesy), Witness (logistika), pro spojitou simulaci programy Powersim, Vensim…

A když si nevíme rady, můžeme si nechat pomoci od firem Logio, Humusoft (Witness)

ZDROJE:

Přednášky 4EK421 Simulační modely ekonomických procesů, VŠE Praha, 2013.

Dlouhý, M. a kol.: Simulace podnikových procesů. Computer Press, Brno 2007.