

TEORIE GRAFŮ (POJMY, MÍRY, INDEXY)

Základní pojmy

Graf = symbolické znázornění reálné sítě, abstrakce reality (realita = soustava propojených uzlů)

Postup převodu reálné sítě do grafu - *pravidla*

Základní pojmy:

- *graf* (G),
- *vrchol (uzel)* (v),
- *hrana* (e).
- hrana typu „most“.

Další pojmy:

- *podgraf* – podmnožina grafu, která se zbytkem grafu není spojena žádnou hranou (je-li globální dopravní systém grafem, potom je dopravní síť každého druhu dopravy jeho podgrafem),
- *planární* (rovinný) × *neplanární* (3D) graf.

Hrany, cesty apod.

Protože dopravní síť umožňuje pohyb osob, zboží a informací, musí i teorie grafů nabízet možnosti znázornění takových pohybů – pojmy:

- *spojení* – každá soustava dvou vrcholů spojených hranou, mezi nimiž tedy existuje možnost pohybu, a to nezávisle na směru;
- *cesta* – sled hran, které jsou absolvovány při přesunu z jednoho vrcholu do jiného ve stejném směru (nepřerušenost takového sledu).

Každé hraně, každému spojení, každé cestě může být přisouzena charakteristika *vzdálenosti* (např. km, množství dopravy, čas, ...).

- *cykly, okruhy*
- *strom* – graf bez cyklu

Základní strukturální vlastnosti grafů

Prostorová organizace uzlů a hran vyjadřuje *strukturu grafu*. K nejdůležitějším strukturálním vlastnostem grafu patří:

- *symetrie* × *asymetrie* grafu:
 - symetrický je graf tehdy, pakliže existuje obousměrné spojení všech spojených vrcholů,
 - jsou-li některé vrcholy spojeny pouze v jednom směru, pak je graf asymetrický;
- *kompletnost* grafu – graf je kompletní tehdy, pokud je každý vrchol napojen minimálně jednou hranou alespoň v jednom směru (kompletní graf nemá podgrafy);
- *konektivita* grafu – takový graf musí splňovat vlastnost, že z kteréhokoliv vrcholu existuje cesta do všech ostatních vrcholů (hraje roli směr).

Analýza efektivity sítí – míry a indexy

K analýze *efektivity sítí* využívá teorie grafů řadu různých měř a indexů – jejich využití:

- schopnost vyjádřit strukturu sítě prostřednictvím *jedné hodnoty, jednoho čísla*,
- *srovnání různých dopravních sítí* v určitém čase,
- *srovnání vývoje dopravní sítě* v různých obdobích.

Míry:

- *diametr (d)* – délka nejkratší cesty mezi dvěma nejvzdálenějšími vrcholy grafu (čím vyšší má síť *d*, tím méně je propojená);
- *počet cyklů (cyklické číslo, u)* → $u = e - v + p$;
- *řád (stupeň) vrcholu (o)* – jde o míru udávající počet hran, jež vycházejí z určitého vrcholu, jedná se o jednoduchou, ale efektivní míru významu vrcholu (hub).

Indexy – komplexnější prostředky analýzy struktury sítí:

- *detour index (deviatilita)* – ukazatel, jakým způsobem daná dopravní síť překonává vzdálenost či „odpor“ prostředí
 $DI = DT / DD$
DI – detour index,
DT – reálná vzdálenost v dopravní síti,
DD – přímá (vzdušná) vzdálenost
- *hustota sítě* (v km hran / km^2);
- *pi index* – vztah mezi celkovou délkou grafu $L(G)$ a délkou diametru $D(d)$ – délky hran musí být v tomto případě oceněny, nejlépe v km;
- *eta index* – průměrná délka hrany;
- *theta index* – průměrné množství dopravy na jeden vrchol;
- *iota index* – poměr mezi celkovou délkou sítě a celkovou „hmotou“ vrcholů (jako váha se užívá stupeň vrcholu, který je v případě všech vrcholů stupně 2 a více násoben dvěma);
- *beta index* – míra konektivity grafu, počítá se jako počet hran ku počtu vrcholů (čím vyšší hodnota, tím je graf konektivnější);
 $\beta = e / v$
- *alfa index* - míra konektivity grafu, počítá se jako počet cyklů ku maximálnímu možnému počtu cyklů (čím vyšší hodnota, tím je graf konektivnější);
 $\alpha = u / (2v - 5)$
- *gamma index* - míra konektivity grafu, počítá se jako počet hran ku maximálnímu možnému počtu hran (čím vyšší hodnota, tím je graf konektivnější);
 $\gamma = e / 3(v - 2)$