

SIGNALIZAČNÍ SOUSTAVY A JEJICH VÝKON¹

Jaroslav Vlček, Zdeněk Votruba²

V dopravě mají významné postavení signalizační soustavy. Je proto aplikačně zdůvodněné studovat jejich spolehlivost a úplnost. Prostředím, v němž je informační výkon studován, je dopravní situace. Dopravní situace je otevřeným prostředím s významnými hodnotami vnějších rozhraní. Její dynamika má charakteristiky mlhavosti (fuzziness) a probíhá v reálném čase. Heterogenita dopravní situace nemusí být plně rozpoznána a identifikována. Míra rozpoznání musí být pojmenována, zobrazena, sdělena. K tomu slouží specifické pragmatické jazyky. U těchto jazyků je podstatné určení míry vzájemné chybné přeložitelnosti (nesrozumitelnosti).

Konstrukce signalizační soustavy vychází z teorie systémového inženýrství a inženýrské informatiky s těmito náležitostmi řešení: (i.) úplnost poznání procesu homogenizace (ii.) dostupnost technik vzájemné přeložitelnosti v pragmaticky (multijazykově s atributy neúplnosti) popsané dopravní situaci (iii.) identifikace vnějších rozhraní (iv.) zvládnutí technik řešení úloh signálních úrovní. Řešení podle tohoto přístupu nemá charakter řešení optimálního resp. úplného, jedná se však o konstrukci s kontrolovanou neúplností a neurčitostí.

I. Úvod.

Ve stručnosti si připomeňme alespoň rámcově strukturované uspořádání **informačního výkonu** [1,2]:

1. Výkon technologický je představován (měřen) hodnotou počtu zpracovaných dat za časovou jednotku, tedy datovým tokem [b.s⁻¹]. Zpracováním dat se rozumí celek technologických fází:
 - (i.) pořízení,
 - (ii.) přenos,
 - (iii.) uložení,
 - (iv.) vyhledání.S rozvojem informatiky a komunikační techniky hodnota tohoto typu informačního výkonu trvale roste.
2. Výkon kvalitativní je představován hodnotou významu zpracovaných dat. Hodnota významu je konstruována jako relace údaje ve formě obrazu (jazykového konstrukt) vůči prostředí, v němž existuje objekt – originál obrazu. Taková konstrukce dovoluje rozlišit³ hodnoty informačního výkonu jako:
 - (i.) údaje,
 - (ii.) informace,
 - (iii.) znalosti,

¹ Práce je podporována výzkumným záměrem MŠMT ČR č. MSM: 210000024

² Oba autoři: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Katedra řídicí techniky a telematiky, Praha 1., Konviktská 20., 110 00, e-mail: votruba@fd.cvut.cz, zdevo@ieee.org.

³ v ordinární škále

- (iv.) odpovědnosti,
- (v.) moudrosti,
- (vi.) víry (?).

Zjištění této hodnoty je závislé na výsledku analýzy prostředí.

3. Výkon antichaotický je představován hodnotou vzájemné srozumitelnosti dat v multijazykovém prostředí, v němž je informační výkon hodnocen. Multijazykové prostředí je identifikováno tzv. pragmatickými jazyky, jež jsou jednak
 - nosiči technologického výkonu, jednak
 - jazyky analýzy prostředí.

Konstrukce hodnoty vzájemné srozumitelnosti je metodicky řešitelná využitím technik gramatik překladu, vytvářejících soubor postupů od gramatik:

- (i.) slovníkových, přes gramatiky
- (ii.) determinované⁴,
- (iii.) gramatiky měkké (soft) ,
- (iv.) gramatiky zastupitelnosti procesů, až popřípadě po
- (v.) gramatiky, vycházející ze znalostních konceptů.

4. Výkon pohotovostní je představován

- (i.) mírou
- (ii.) formou

uplatnění údaje (i.e. obrazu) v prostředí objektu – originálu.

Pohotovost odezvy objektu – originálu na údaj (obraz) je závislá na signální úrovni informačního výkonu. Konstrukce této hodnoty rozlišuje tři signální úrovně, řešitelné úlohami o společném rozhraní.

5. Výkon gnoseologický je identifikován mírou změny stavu originálu - prostředí, jehož je údaj (informace) obrazem (resp. v němž je informace použita). Tento výkon nabývá hodnot:
 - (i.) potvrzení stavu,
 - (ii.) redukce stavu,
 - (iii.) rozvoje stavu,
 - (iv.) aktivování procesů v prostředí.

II. **Prostředí (originál) informačního výkonu**

Prostředím (originálem), v němž je informační výkon studován, je v našem případě dopravní situace. Její charakteristiky, které jednak zvyšují význam, jednak podmiňují hodnoty informačního výkonu, je možno ve zkratce shrnout takto:

1. Dopravní situace (originál) má dynamickou povahu, je v čase proměnlivá s tím, že „krok času“ je spíše náhodný (stochastický).
2. Dopravní situace je sama o sobě heterogenní, různorodá ve třech třídách proměnných.
 - (i.) dopravních prostředků,
 - (ii.) dopravních cest a
 - (iii.) přepravovaného substrátu.[8,9].
3. Přes heterogenitu svých složek je dopravní situace v celku dynamicky integrálně homogenizovaná.
4. Dopravní situace je prostředím otevřeným, objektivně existuje silná míra vnějších rozhraní. Hodnoty vnějších rozhraní mohou nabývat hodnot pozitivních i negativních, havarijních i katastrofických.
5. Dynamika dopravní situace, heterogenita dopravní situace v homogenizovaném efektu na okolí ji determinuje
 - (i.) reálným časem, spolu s
 - (ii.) mlhavostí (fuzziness), resp. neočekávaností důsledků.

⁴ (Chomského gramatiky)

Tyto základní znaky originálu (= prostředí informačního výkonu), které lze dále podrobněji specifikovat, jsou předmětem (= originálem) sdělení (= informačního zobrazení). Jejich výraznost se projeví v hodnotách informačního výkonu zobrazení, ve zkratce v účinnosti signalizační soustavy, zjednodušeně v její spolehlivosti a úplnosti.

Výraznou charakteristikou prostředí informačního výkonu signalizační soustavy je majorita t.zv. autarkních procesů, t.j. procesů sdělování (signalizace) na víceméně pevné množině prvků - míst signalizace (snimačů, akčních členů, stavů vozidel). Tyto prvky "si vzájemně sdělují své stavy" a podle obsahu sdělení stavy mění. Autarkní procesy zpravidla nemění stavy jiných prvků, prvků nepatřících do dané množiny. Signalizační soustava „sama sebe“ aktivuje, zastaví, upraví určité parametry.

Příslušný systém označujeme jako systém hybridní. Jeho negativní charakteristikou je nevyužitá kapacita signalizace⁵, např. signalizace o zpomalení proudu vozidel. Ta by mohla být případně využita vně autarkního systému, např. vyvoláním jiných procesů na jiném místě, jež by sdílely nevyužitá stavy signalizace⁶.

Takovou signalizační soustavu (systém) bychom nazvali sdílenou (alianční) signalizační soustavou.

Prostředí sdílené soustavy předpokládá rozvoj komunikačního prostředí vně autarkních procesů a vytvoření podmínek pro homogenizaci (ie. vzájemnou přeložitelnost) mezi prostředím autarkní signalizace a prostředím, reagujícími na „nevyužitý odpad“ referenční autarkní signalizační soustavy.

Zřejmým pozitivním efektem by bylo zvýšení jak informačního výkonu signalizační soustavy, tak její spolehlivosti.

Druhým, již zmíněným problémem prostředí informačního výkonu je jeho multijazykovost. Připomeňme, že multijazykové prostředí (MJP) je definováno [2] v dvojrozměrném prostoru:

(definice jazyka) x (využitelnost jazykových konstruktů),

a to zkráceně ve formě tabulky 1. V tabulce o 20 třídách možnosti konstrukce signalizace je teoretický prostor pro účinnou a výkonnou signalizační soustavu. Praktické řešení je pracné a složité.

složky definice X využitelnost	abeceda (podle prostředí)	syntaxe (podle technických možností)	sémantika (podle zkušenosti)	medium (nosič)
jen pro někoho (znak)	1	2	3	4
jen o něčem (slovo)	5	6	7	8
jen o výskytu (věta)	9	10	11	12
jen o četnosti (soubor)	13	14	15	16
jen o celku (báze)	17	18	19	20

tab.1. Třídy možností konstrukce signalizace

III. Spolehlivost a úplnost signalizační soustavy

Jakkoliv integrální řešení projektu signalizační soustavy podle zadání z odstavců I. a II. je zřejmě složitým celkem dílčích úloh (podle odst. I.) a podmínek (podle odst. II.), spojovaných řešením podmínek typu:

jestliže...a...nebo...pak...,

kde symboly: "...“ představují zadání podle obou odstavců (I.,II.), výsledek projektu nemusí být zcela spolehlivý a úplný. Takové hodnocení plyne ze zadání pro řešení algoritmických částí "jestliže", "a",

⁵ (v obecnějším případě lze použít teleologický termín „informační odpad“)

⁶ Takový přístup by byl patrně v rozporu s platným paradigmatem oboru zabezpečovací techniky, zejména v dopravě železniční, měl by ale též nepominutelné přednosti. Výzvou „nezávislému“ akademickému pracovišti je, aby se o modelování či experimentální implementaci takové signalizační soustavy pokusilo.

“nebo“, “pak“. Pokusme se nastínit hodnoty těchto zadání částí řešení projektu signalizační soustavy dopravní situace s jejími znaky, a to ve význačných krocích:

- Heterogenita dopravní situace nemusí být úplně rozpoznána a identifikována. Odtud pak plyne i nespolehlivost rozpoznání homogenizované (integrované) dopravní situace.
- Míra rozpoznání homogenity jinak heterogenní dopravní situace musí být pojmenována, zobrazena, má - li být sdělena. Pro zobrazení (pojmenování) vzniklé dopravní situace jsou k dispozici jazyky se svými abecedami, syntaxí a sémantikou. Tyto definiční komponenty jazyka nemusí být schopné úplně popsat (i neúplně!) poznanou dopravní situaci. Navíc vzniklá situace může být popsána v různých (pragmatických) jazycích s nebezpečím vzájemné nesrozumitelnosti.
- Různá výkonnost nosičů sdělení může vést k rozpadu (i neúplně!) úplnosti zobrazení vzniklé dopravní situace.
- Přijímaná sdělení v okolí dopravní situace mohou být s různou pohotovostí i s různou schopností implantace přijata, což může vést k nečekaným změnám stavů v hodnotách gnoseologického výkonu signalizační soustavy.

Vyvolanými podmínkami řešení signalizační soustavy na přechodu od autarkní – hybridní signalizační soustavy ke kvalitě sdílené signalizační soustavy je vytvoření podmínek spolupráce procesů, signalizovaných na vlastní množině částí, s částmi mimo tuto množinu. Tato spolupracující množina se může měnit, mohou to být:

- jiné části množiny dopravních prostředků,
- jiné části jiných dopravních cest i
- jiné prvky množiny přepravních substrátů,

než ty, nad nimiž signalizační soustava ve své původní – autarkní podobě fungovala.

V těchto množinách je „přeložena“ signalizační situace, a to vyvolá procesy vně původní množiny signalizačního prostředí. Dokonce je možno počítat s tím, že množiny, sdílející výsledky původní signalizace svými aktivovanými procesy mohou být buď náhodně, nebo vědomě volitelné. Součástí řešení se stávají i řešení strategií či inteligentních zdrojů volby orientace sdílení signalizované situace. Zvyšuje se i význam multijazykového prostředí sdílení výsledků signalizačních soustav.

Potenciálním přínosem je vyšší informační výkon, který může působit výrazně antichaoticky⁷.

IV. Podmínky řešení

Konstrukce signalizační soustavy dopravních situací, která by vyhověla znakům podle předchozích odstavců I. – III. je nepochybně rozsáhlým a náročným metodickým úkolem. Podrobnosti úkolu lze založit na výsledcích teorií inženýrské informatiky a systémového inženýrství. Shrňme nejvýraznější metodické náležitosti takového řešení:

- Pokud možno úplnost poznání homogenity jinak heterogenně se jevící dopravní situace.
- Disponibilita technikami (gramatikami) vzájemné přeložitelnosti v pragmaticky multijazykově popsané dopravní situaci.
- Identifikace vnějších rozhraní dopravní situace s jejím okolím.
- Ovládnutí technik řešení úloh signálních úrovní, sjednocujících jak různé výkony nosičů sdělení o dopravní situaci, tak možnou analýzu gnoseologického výkonu signalizační soustavy.

⁷ To, že velká část dopravních procesů identifikovaných na realitě v blízkosti nasycení dopravních proudů má podstatně chaotické komponenty, je dopravním inženýrům notoricky známo. Chybí však jak adekvátní nástroje řízení, tak relevantní informace. Koncept sdílených systémů, využitý v signalizaci, slibuje dílčí uspořádávací (“selforganizing“) přínos, spojený s využitím „signalizačního odpadu“.

V. Závěry

Uvedené argumenty jsou přehledem teoretických základů řešení výkonu signalizační soustavy o dopravní situaci. Možné příklady jsou představitelné, konkrétní řešení však pro náročnost nemusí být vždy úplné.

Nicméně naznačený rozvoj signalizačních soustav v dopravě je teoretickou základnou t.zv. integrované dopravy.

VI. Reference.

1. Vlček J.: Systémové inženýrství, vyd. ČVUT Praha 1999
2. Brandejský T., Moos P., Novák M., Vlček J., Votruba Z.: Informační výkon. Soubor prací z semináře teoretických základů informatiky 1997-1999 Zpráva ČVUT, Fakulta dopravní LAI 10/2000 (předáno do tisku)
3. Brillouin. L.: Science and Information Theory, Academic Press, New York, 1956
4. Prigogine I., Stengers I.: Order out of Chaos, Bantam Books, Toronto, 1984
5. Klir G.J.: Facets of System Sciences, Plenum New York, 1991
6. Votruba Z. Moos P.: Information Power, Sborník konference CE&I v Herl'anech, říjen 1999.
7. Novák M., Votruba Z.: System Theory Approach to the Hybrid System Lifetime Analysis and Prediction. CCSC '99 Multiconference, Athény 1999.
8. Vlček J. Doprava: vědně-metodologická východiska, Sborník kolokvia: Doprava, předmět vědeckého zkoumání, Praha 26.-28. září 1996
9. Vlček J. Nástín systémové teorie dopravy Konference ČVUT, FD 1999
10. Brillouin. L.: Science and Information Theory, Academic Press, New York, 1956
11. Vlček J. a kol. Spolehlivost hybridního systému. Výzkumná zpráva č. K614 – 01/2001. Katedra automatizace v dopravě a telekomunikacích, ČVUT v Praze, Fakulta dopravní.
12. Vlček J. a kol.: Systémový model soutěže v technickém rozvoji ČVUT, Fakulta stavební, 1997, 1998.

Adresní údaje o autorech.

<i>Plné jméno s tituly</i>	prof. Dr. Ing. Jaroslav Vlček, DrSc. doc. Ing. Zdeněk Votruba, CSc.
<i>Pracoviště a jeho začlenění</i>	ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Katedra řídicí techniky a telematiky.
<i>Adresa pro korespondenci</i>	ČVUT, Fakulta dopravní Konviktská 20, 110 00, Praha1 – Staré město
<i>E - mail</i>	Votruba@fd.cvut.cz , zdevo@ieee.org
<i>Fax</i>	(+4202)24229201
<i>Telefon</i>	(+4202) 24359549