ČSM

BULLETIN

ČESKÁ SPOLEČNOST
PRO MECHANIKU

3·1997

BULLETIN 3/97

Česká společnost pro mechaniku

Odpovědný pracovník
a redakce časopisu: Doc. Ing. Miloslav Okrouhlík, CSc.
Ústav termomechaniky AV ČR
Dolejškova 5, 182 00 Praha 8
tel. 6605 3158, 6885158, 6885159
fax 8584695
e-mail ok@bivoj.it.cas.cz

Jazyková korektura: RNDr. Eva Hrubantová

Tajemnice sekretariátu: Ing. Jitka Havlínová
Adresa sekretariátu: Dolejškova 5, 182 00 Praha 8
tel. 6605 3045, tel./fax 8587784
e-mail csm@bivoj.it.cas.cz

Určeno členům České společnosti pro mechaniku

Podávání novinových zásilek povoleno Česká pošta, s. p., odštěpný závod
Praha č.j. nov 5279/95 ze dne 7. 7. 1995

Vydává Česká společnost pro mechaniku
Tiskne: MERKANTA s.r.o., Zenklova 34, Praha 8

ISSN 1211-2046
Evid. č. UVTEI 79 038

BULLETIN 3'97

ČESKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU

Stoleté jubileum JSME

Dne 18. července 1997 oslavila Japonská společnost strojních inženýrů (JSME = Japan Society of Mechanical Engineers) stoleté výročí svého založení. K tomuto obdivuhodnému výročí uspořádala slavnostní zasedání, ke kterému pozvala zástupce obdobných společností z celého světa. Sešlo se zde 21 zástupců 13 společností pro mechaniku a inženýrských společností spolu s několika sty domácích pracovníků z tohoto oboru.

Japonsko se otevřelo světu po Meiji revoluci v roce 1868. Tehdy odešli studenti na vysoké školy do celého světa a byl to zvláště Bunji Mano, který studoval v Anglii a byl ovlivněn bohatou činností a autoritou Britské společnosti strojních inženýrů (IMechE). Po svém návratu do Japonska předával své zkušenosti kolegům a připravil půdu pro založení obdobné japonské společnosti.

Po přípravné schůzce na jaře 1897 pak byla Japonská společnost strojních inženýrů založena dne 12. června 1897. Zakládajících členů bylo 72 z řad profesorů a absolventů Imperial University a Tokyo Engineering School. Úkolem Společnosti bylo přispět k rozvoji domácího průmyslu.

To se Japonské společnosti strojních inženýrů za 100 let její existence úspěšně podařilo i přes velké sociální změny, které se za tu dobu v Japonsku udály, a přes válečné zničení země. Dnes má Společnost 45 000 členů, je tedy jednou z nejstarších a nejčetnějších společností ve světě, která vykazuje bohatou činnost v mnoha odborných sekcích. Organizuje mezinárodní a národní konference, vydává množství publikací a časopisů, pořádá kursy i individuální přednášky.

V jubilejním roce 1997 uspořádala Japonská společnost strojních inženýrů nejen zmíněné slavnostní shromáždění, ale i tzv. JSME Centennial Grand Congress. Ten probíhal v červenci a srpnu 1997 v Tokiu a skládal se z 11 mezinárodních konferencí, 11 národních

konferencí, z výstavy nových technologií a strojů, jakož i symposia a soutěže o nejlepšího robota.

Česká společnost pro mechaniku podepsala s Japonskou společností strojních inženýrů v r. 1991 smlouvu o spolupráci. Ta úspěšně pokračuje, i když z naší strany vzhledem k vzdálenostem i nákladům je menší než ze strany japonské. Rádi bychom přivítali Vaše nové náměty na spolupráci.

Prof. Ing. Ladislav Frýba, DrSc.
předseda
České společnosti pro mechaniku

President JSME prof. H. Okamura s předsedou ČSM prof. L. Frýbou po slavnostním shromáždění 18. 7. 1997

Mediánové a některé další statistické a hybridní filtry

Ing. Oldřich Kropáč, DrSc.

Poznatky o světě, který nás obklopuje, získáváme prostřednictvím signálů nejrůznější povahy. Ty obvykle obsahují vedle hledaných či očekávaných informací též složky jednak z konkrétního účelového hlediska nepodstatné, jednak rušivé, vyvolané nedokonalostmi v použitých přenosových informačních kanálech. Proto je nezbytné primární signály vhodným způsobem upravovat.

Nejčastější operací se signály je bezesporu jejich filtrace chápaná v nejširším smyslu toho slova. Nyní téměř výhradně používané číslicové zpracování signálů vedlo k postupnému vypracování algoritmů číslicové filtrace. Vedle klasických lineárních filtrů typu FIR (Finite Impulse Response) a IIR (Infinite Impulse Response), které představují číslicové protějšky původních frekvenčních analogových filtrů realizovaných pomocí RC-obvodů, byly navrženy celé třídy filtrů s novými funkčními vlastnostmi, které lineární filtry postrádají. Mezi nimi se v poslední době zvýšená pozornost věnuje tzv. filtrům mediánovým, které představují zvláštní případ obecnější třídy filtrů statistických.

1. Filtry lineární a statistické

Jedním z nejčastějších úkolů filtrace signálu je ve velmi volné aplikační formulaci jeho "vyhlazení", tj. odstranění drobných lokálních odchylek od celkového kvazihladkého průběhu stavové veličiny. Obvykle předpokládáme nejjednodušší aditivní model spoluúčasti dvou složek signálu, totiž užitečné X_u a parazitní X_p ve tvaru

$$X = X_u + X_p . \tag{1}$$

Abychom mohli obě tyto složky od sebe oddělit, musí mít některé navzájem od sebe odlišné vlastnosti. Nejproduktivnější je předpoklad, že X_u je veličina deterministická, X_p náhodná s normálním (popř. souměrným) rozdělením pravděpodobnosti a s nulovou střední hodnotou. Uplatníme-li tedy na vztah (1) operátor střední hodnoty $E[—]$, dostaneme

$$E[X] = X_u, \tag{2}$$

neboť tento operátor je lineární, deterministickou veličinu ponechává beze změny a podle shora uvedeného předpokladu $E[X_p] = 0$. Jsou-li obě složky signálu náhodné, liší se zpravidla svou frekvenční strukturou, přičemž X_u má obvykle charakter signálu nízkofrekvenčního a X_p signálu vysokofrekvenčního. Může tomu ovšem být i opačně, popř. vztah mezi užitečnou a parazitní složkou může být složitější.

Je-li zadán soubor realizací $\{x_i\}\, i = 1, 2, ..., n$ náhodné veličiny X, za odhad střední hodnoty $E[X]$ použijeme aritmetický průměr $\bar{x}$,

$$\hat{E}[X] = \bar{x} = (1/n)\ \Sigma_{i=1}^{n} x_i . \tag{3}$$

Zobecnění tohoto vztahu představuje tzv. *vážený průměr*. Zavedeme-li normalizované váhové koeficienty a_i , kde $\Sigma_{i=1}^{n} a_i = 1$, vyjádří se vážený průměr vztahem

$$\bar{x} = \Sigma_{i=1}^{n} a_i x_i. \qquad (4)$$

Jde tedy o lineární funkcionál nad $\{x_i\}$. Je zřejmé, že standardní průměrování podle vztahu (3) je zvláštním případem vztahu (4), kde $a_i = 1/n$, $i = 1, 2, ..., n$.

Uplatnění uvedeného průměrovacího algoritmu na zpracování signálu reprezentovaného posloupností dat $\{x_j\}; j = 1, 2, ..., L$, spočívá v tom, že zvolíme okénko délky $n = 2N + 1$, které posouváme s krokem jedna podél průběhu signálu. V obecném kroku j pro $j+i$, kde $i = -N, -N+1, ..., 0, ..., N-1, N$ vyjádříme zprůměrovanou hodnotou y_j vztahem

$$y_j = \Sigma_{i=-N}^{N} a_i x_{j+i}, \qquad \text{kde } a_i = a_{-i},\ \Sigma_{i=-N}^{N} a_i = 1. \qquad (5)$$

Filtrovaná hodnota y_j tedy odpovídá středu okénka. Váhové koeficienty a_i se mohou volit subjektivně, např. ve tvaru Gaussovy funkce, dvojité exponenciály apod., zpravidla se však stanoví výpočtem podle požadovaného filtračního účinku, jde tedy o klouzavý filtr typu FIR (nerekurzivní, s konečnou impulzní odezvou). Používají se i různé varianty tohoto základního schématu. Tak např. pro průběžnou filtraci (on-line) se někdy používají nesymetrické váhy s maximem u indexu $j+N$, k němuž se rovněž přiřazuje filtrovaná hodnota y_{j+N}. Tímto případem se však zabývat nebudeme.

Doposud uvedené průměrovací algoritmy jsou citlivé na výskyt výrazných impulzních parazitních složek, které nedovedou odstranit, naopak při jejich použití se znehodnocují i údaje v okolí jejich výskytu. Na druhé straně v některých aplikacích požadované zachování skokových změn není realizováno a místo nich se vytvářejí pozvolné náběhové rampy. Pro tyto úlohy se ukázalo účelným místo střední hodnoty používat jiný ukazatel polohy náhodné veličiny, totiž medián. Pro souměrná rozdělení pravděpodobnosti střední hodnota a medián splývají, pro jakýkoliv daný typ rozdělení mezi nimi platí pevné přepočítávací vztahy.

Spojitá náhodná veličina X nechť má distribuční funkci $F_X(x) = P[X \le x]$. Reálné číslo M_X, které vyhovuje vztahu $P[X \le M_X] = (1/2) = P[X \ge M_X]$, se nazývá medián. Máme-li opět zadán soubor realizací $\{x_i\}$, $i = 1, 2, ..., n$ náhodné veličiny X, uspořádáme je do vzestupné posloupnosti $x_{(i)} \le x_{(k)}$ pro $i < k$, $i = 1, 2, ..., n$. Pak $x_{(i)}$ je tzv. *i-tá pořádková_statistika* souboru, $\{x_i\}$; volíme-li $n = 2N + 1$, je $x_{(N+1)}$, tj. prostřední hodnota *uspořádaného* souboru výběrovým mediánem souboru $\{x_i\}$ a odhadem $\hat{M}_X$ mediánu M_X náhodné veličiny X.

Poznamenejme, že přiřadíme-li pořádkové statistice $x_{(i)}$ pravděpodobnost $i/(n+1)$, tabulka $[x_{(i)}; i/(n+1)]$, $i = 1, 2, ..., n$; udává empirickou distribuční funkci souboru $\{x_i\}$ kterou lze použít za odhad distribuční funkce $\hat{F}_X(x)$ náhodné veličiny X.

Provedeme-li klouzavé průměrování podle vztahu (5) místo na okénkách s úseky originálního signálu $\{x_i\}$ na uspořádaných posloupnostech $\{x_{(i)}\}$ v rámci okamžitých okének, dospíváme ke klouzavým filtrům na základě pořádkových statistik, tzv. statistickým, z nichž *mediánový filtr* představuje nejjednodušší případ s váhovými koeficienty $a_{(0)} = 1$, $a_{(i)} = 0$ pro $i \ne 0$. Funkce mediánového filtru je schematicky znázorněna na obr. 1.

Abychom získali filtrované hodnoty i pro hodnoty na začátku a konci původní posloupnosti, rozšíříme tuto posloupnost o potřebný počet N údajů $x_1 = x_0 = x_{-1} = ... = x_{-N+1}$ na začátku a $x_L = x_{L+1} = x_{L+2} = ... = x_{L+N}$ na konci posloupnosti $\{x_j\}$, $j = 1, 2, ..., L$.

Obr. 1 Schéma funkce mediánového filtru délky $n = 3$ (čárkovaně ohraničený čtverec)
x - hodnoty vstupního signálu
+ - hodnoty doplněné na začátku a konci signálu
o - hodnoty uspořádané v okénku filtru
y - hodnoty výstupního signálu

2. Vlastnosti mediánových filtrů

Jako autor první zmínky o mediánovém filtru se v literatuře o signálech obvykle cituje J. W. Tukeyho referát na konferenci EASCON 1974 a návod na předběžnou úpravu signálu v knize [1]. Zde používá nejmenší 3bodové okénko ($N = 1$), diskutuje však již o možnosti a významu opakovaného použití téhož filtru. Nicméně, v rámci studia tzv. robustních odhadů v klasické statistice byly již dříve podrobně hodnoceny tzv. L-odhady, založené na používání pořádkových statistik [2]. Z tohoto pohledu tedy statistický filtr představuje klouzavě uplatňovaný algoritmus L-odhadů.

Vlastnosti mediánovych filtrů, resp. signálů jimi filtrovaných, se studují v několika směrech. Především jde o funkci rozdělení mediánu a momentové charakteristiky druhého řádu.

Střední hodnota získaná lineárním operátorem nad daty má (díky působení centrálního limitního teorému) rozdělení normální (je-li výchozí signál gaussovský), popř. asymptoticky normální (je-li výchozí signál negaussovský).

Naproti tomu rozdělení mediánu je značně složitější. Uspořádání konečného souboru dat do monotonní posloupnosti je totiž operace nelineární, což se ovšem promítá do tvaru rozdělení pořádkových statistik. Navíc, za předpokladu, že původní data $\{x_i\}$ jsou nekorelována, *uspořádaná data* $\{x_{(i)}\}$ *jsou korelována*. Podrobnosti k této problematice obecně viz [3], [4]. Ve vztahu k mediánovým filtrům je tato problematika zpracována v článcích [5] až [7].

Rozdělení mediánu je souměrné, pro $n \to \infty$ asymptoticky normální, hodnota $x_{(N+1)}$ uspořádané posloupnosti je nevychýleným a konzistentním odhadem mediánu M_X, tedy platí

$$E[x_{(N+1)}] = M_X, \quad \lim_{n\to\infty} D_M = 0.$$

Na rozdíl od klasické filtrace, kdy rozptyl D_Y výstupu Y je přímo úměrný rozptylu D_X vstupu X, rozptyl D_M nezávisí takto úměrně na D_X, ale nepřímo prostřednictvím hustoty pravděpodobnosti $f_X(x_M)$ [5]. Rozdělení, která mají v mediánu vysokou špičkovou hodnotu, mají proto rozptyl mediánu menší než rozptyl střední hodnoty. Tak např. u rozdělení Laplaceova (oboustranné exponenciální) je to polovina. Naopak rozptyl mediánu je až $(\pi/2)$krát větší než rozptyl střední hodnoty ze souboru s normálním rozdělením a až 3krát větší, má-li soubor rozdělení rovnoměrné.

Rozdělení ostatních pořádkovych statistik jsou nesouměrná a rozdílná pro různé velikosti okének n a indexy i, viz [3], [4].

Sdružené rozdělení vstupu a výstupu statistického filtru je odvozeno v článku [8].

U filtru nás zajímají zejména filtrační účinky projevující se ve frekvenčním zobrazení signálů. U lineárních filtrů o tom vypovídá jejich frekvenční přenos.

U mediánového filtru je intuitivně zřejmé, že působí jako filtr vysokých frekvencí (tj. jako nízkofrekvenční propust). K upřesnění jeho vlastností autoři článku [9] provedli obecnou analýzu sdruženého rozdělení posloupností nezávislých dat po průchodu mediánovým filtrem. Vypočetli kovarianční funkce a výkonové spektrální hustoty pro binární a ternární rovnoměrně rozdělené posloupnosti a dále pro posloupnosti normální kvantované na 8, 16 a 32 úrovních. Byly použity filtry s parametry $N = 1, 2, 3$ a 6. Výsledky plně potvrdily shora zmíněný předpoklad o vysokofrekvenčním charakteru filtru. Ukázalo se, že pro daný parametr N jsou si zmíněné charakteristiky druhého řádu filtrovaných posloupností velmi blízké přes rozdíly v rozděleních i počtech úrovní signálů. V závislosti na N se výkonové spektrální hustoty mění od tvaru připomínajícího přenos integračního filtru 1. řádu pro N=1 až po tvar s poměrně strmě poklesávajícím průběhem funkce výkonové spektrální hustoty pro N=6.

Pro lineární filtry je jejich frekvenční přenos formálně ekvivalentní s výkonovou spektrální hustotou odezvy na vstup charakteru bílého šumu. Tuto charakteristiku výstupu bílého šumu z mediánového filtru lze tedy považovat za jakousi formální analogii frekvenčního přenosu u lineárních filtrů. Je ovšem zřejmé, že ji nelze chápat jako skutečný frekvenční přenos použitelný pro obecně korelovaný vstupní signál, jak je tomu u filtrů lineárních. S touto výhradou lze tedy shrnout, že po stránce frekvenčních vlastností se mediánový filtr podobá jednoduchému vysokofrekvenčnímu filtru lineárnímu.

Jak vyplývá z teoretických úvah v článku [5] a z výsledků simulačních studií uvedených v článku [9], viz též obr. 2, lze normovanou korelační funkci výstupu z mediánového filtru, na jehož vstupu je bílý šum, aproximovat výrazem

$$r(\tau) = 1 - |\tau|/n,$$

což je korelační funkce bílého šumu vzorkovaného s krokem n. Této korelační funkci odpovídá výkonová spektrální hustota typu $(\sin(n\omega/2)/(n\omega/2))^2$. Podrobnější údaje k této problematice viz články [5], [9].

Obr. 2 Korelační funkce výstupů z mediánovych filtrů [9]
a) filtr $n = 7$, na vstupu různé bílé šumy
1 - binární signál
2 - normální signál kvantovaný na 8 úrovních
3 - normální signál kvantovaný na 32 úrovních
b) vstupní normální bílý šum, kvantovaný na 32 úrovních
1 - filtr $n = 3$
2 - filtr $n = 5$
3 - filtr $n = 7$

Význam mediánového filtru však spočívá především v tom, že má některé aplikačně žádoucí vlastnosti, kterými se nemohou vykázat filtry lineární. Na prvním místě je nutno uvést jejich schopnost ze signálu zcela odstranit impulzní poruchy jakkoliv velké amplitudy, aniž by se přitom ovlivnil užitečný signál v okolí parazitního impulzu. Mediánovy filtr s parametrem N (délka okénka $n=2N+1$) odstraní parazitní složku o délce až N hodnot výrazně odchylných od kvaziustáleného průběhu signálu (obr. 3).

Druhou vlastností, užitečnou v některých aplikacích, je naopak zachování skokové změny od jedné kvaziustálené úrovně signálu k jiné kvaziustálené úrovni, pokud ta trvá alespoň $N+1$ následujících hodnot (obr. 4).

Obr. 3 Jednotlivý impulz ve vstupním signálu, (a) po průchodu filtrem, (b) průměrovacím, (c) mediánovým; délka filtru n=3

Obr. 4 Skoková změna ve vstupním signálu, (a) po průchodu filtrem, (b) průměrovacím, (c) mediánovým; délka filtru n = 5

Z analytických úvah i praktických zkušeností s lineárními filtry vyplývá, že požadovaného filtračního účinku se často s výhodou dosahuje opakovanou filtrací uplatňovanou s použitím velmi jednoduchých filtrů, ať již shodných či různých (viz např. [10],

[11]). Přitom počet účinných filtračních kroků není omezen, samozřejmě s výhradou možných problémů se stabilitou tohoto numerického procesu jako celku.

Naproti tomu u mediánových filtrů se po konečném počtu opakovanych filtrací týmž filtrem dospěje k posloupnosti, která se již dalšími filtračními kroky nemění. V této souvislosti se pro typické dílčí úseky výchozího signálu zavádějí tato pojmenování [12], [13]:

1. Konstantní okolí: posloupnost alespoň $N+1$ stejných hodnot.

2. Hrana: monotónně stoupající (či klesající) posloupnost, na jejíchž obou koncích navazují konstantní okolí (obecně s různými konstantními hodnotami). Strmost "hrany" může být ovšem velmi rozdílná, od skokové změny mezi dvěma sousedními konstantními okolími, až po monotónní průběh v rámci celého signálu. Proto někteří autoři (např. [14], [15]) používají termín "lokálně monotónní posloupnost", ve zkratce LOMO.

3. Impulz: množina nanejvýš N bodů, jejichž hodnoty se liší od obou okolních úseků, jimiž jsou konstantní okolí.

4. Oscilace: posloupnost bodů, která není součástí konstantního okolí, hrany ani impulzu.

5. Kořenový signál[1], který se další mediánovou filtrací (týmž filtrem) již nemění. Proto se též říká, že jsou to "pevné body" (fixed points) signálu. Kořenový signál se skládá pouze z konstantních okolí a hran. To znamená, že z původního signálu jsou odstraněny všechny impulzy i oscilace. Dále, má-li kořenový signál obsahovat jak stoupající tak klesající hrany, pak musí být odděleny konstantním okolím minimální délky $N+1$.

Kořenový signál tak představuje maximální možnou schematizaci výchozího signálu. Její hloubka závisí ovšem na velikosti použitého mediánového filtru (obr. 5). Čím delší okénko filtru, tím razantnější schematizaci dostaneme[2] s mezní možností, že to bude jediný monotónní trend [16]. Při řešení konkrétních úloh není ovšem nutno dospět až ke kořenovému signálu. Podle požadovaného filtračního účinku máme možnost volit délku okénka filtru n a počet opakovaných filtrací q. Počet filtrací nutných k dosažení kořenového signálu q_{max} závisí na délce původního signálu L. První horní odhad činil $(L-2)/2$ [13], podle dalších upřesnění [16], [17] činí

$$q_{max} = (3/2)\,(L-2)\,/\,(N+2), \qquad (6)$$

v němž vystupuje i parametr filtru N. Ve skutečnosti je počet filtrací nutných k dosažení kořenového signálu zpravidla značně menší, protože každé konstantní okolí rozděluje signál na dílčí kratší úseky, pro něž podle vztahu (6) platí nižší maximální počty opakovaných filtrací.

K danému vychozímu signálu můžeme odvodit různé kořenové signály podle toho, jaké délky okénka n použijeme (viz obr. 5). Naopak, pro daný filtr existuje množina všech

[1] V originále "root signal"; vzhledem k věcnému významu by bylo možno uvažovat též o termínech základní, fundamentální nebo také redukovaný či schematizovaný signál.

[2] Všimněme si jisté analogie s metodou "stékajícího deště" (rain flow), používanou při schematizaci náhodných zatěžovacích procesů.

možných kořenových signálů tímto filtrem vytvořených. Problematice kořenových signálů a jejich vlastnostem se i nadále věnuje značná pozornost (např. články [18], [19]), i když jejich význam je převážně teoretický.

Obr. 5 Ukázky vzniku kořenových signálů po průchodu mediánovými filtry různých délek
(a) původní signál
(b) kořenový signál již po prvním průchodu filtrem délky $n = 3$
(c) signály po postupných průchodech filtrem délky $n = 5$
(c1) po prvním průchodu
(c2) po druhém průchodu
(c3) po třetím průchodu = kořenový signál
(d) kořenový signál po třetím průchodu filtrem délky $n = 7$

3. Algoritmy pro výpočet průběžného mediánu

Nejjednodušší posloupností dat je binární posloupnost nul (0) a jedniček (1). Hledání mediánu pro takovou posloupnost se redukuje na zjištění počtu nul resp. jedniček v rámci aktuální polohy použitého okénka filtru. Mediánem jsou pak ty hodnoty, jichž je v uvažovaném okénku více. Formálně lze tuto úlohu zapsat jako kombinaci operací MAX a MIN pro 3bodový filtr ve tvaru

$$y_j = MAX[MIN(x_{j-1}; x_j);\ MIN(x_{j-1}; x_{j+1});\ MIN(x_j; x_{j+1})],$$

resp. jako kombinaci logických operátorů AND a OR (opět pro 3bodový filtr) ve tvaru

$$y_j = (x_{j-1}\ AND\ x_j)\ OR\ (x_{j-1}\ AND\ x_{j+1})\ OR\ (x_j\ AND\ x_{j+1}).$$

Uvedené jednoduchosti mediánové filtrace binárního signálu lze využít k filtraci M-úrovňového signálu pomocí tzv. prahového (úrovňového) rozkladu (threshold decomposition). Ten spočívá v tom, že takový signál rozložíme na M-1 binárních signálů podle vztahu (20)

$$x_j[k] = \Sigma_{m=1}^{M-1}\ x_j^{(m)}[k], \qquad (7)$$

$$\text{kde } x_j^{(m)}[k] = 1, \quad \text{je-li } x[k] \geq m,$$
$$= 0, \quad \text{je-li } x[k] < m.$$

Obr. 6 Ukázka prahového rozkladu celočíselného signálu a jeho filtrace 3bodovým mediánovým filtrem

Na každou z binárních složkových posloupností $x_j^{(m)}[k]$ uplatníme mediánovou filtraci a získané filtrované posloupnosti $y_j^{(m)}[k]$ opět sloučíme podle vztahu (7), čímž získáme filtrovanou posloupnost $y_j[k]$. Ukázka tohoto postupu je uvedena na obr. 6 na příkladu čtyřúrovňového celočíselného signálu ($m = 0, 1, 2, 3$). Tento postup lze pochopitelně použít i pro neceločíselné signály, a to tak, že jejich jednotlivým úrovním přiřadíme jejich pořadí. Počet úrovní není omezen, s jejich narůstajícím počtem ovšem úměrně narůstají i časové

nároky na výpočet. Uspořádání jedniček v dílčích prahových signálech $x_j^{(3)}$ až $x_j^{(1)}$ v levé třetině připomíná neurovnanou hromadu (haldu), např. cihel, se zřejmou vlastností, že každá jednička na vyšší úrovni musí mít pod sebou jedničku na nižší úrovni s tím, že na nižší úrovni se mohou vyskytovat i další jedničky navíc. Totéž platí i pro soubor filtrovaných dílčích signálů $y_j^{(3)}$ až $y_j^{(1)}$ na pravé třetině obr. 6. Tato vlastnost (s jistým formálním zpřesněním) se označuje jako "stacking property" (volně snad lze přeložit jako "schopnost vytvářet haldu") a je základem pro zobecněnou třídu filtrů, tzv. *stack filters* [21], [22]. Výhody, které poskytuje prahový rozklad signálu, spočívají v tom, že rozsáhlý *nelineární* a zpracovatelsky náročný problém se *aditivně* rozdělí na řadu dílčích nelineárních úloh, ty se paralelně (v jednotlivých dílčích úlohách podstatně jednodušeji a rychleji) vyřeší a získané dílčí výsledky se opět aditivně složí. Proto se princip prahového rozkladu s úspěchem používá i při řešení některých dalších úloh z oblasti zpracování signálů. Zájemce o podrobnosti odkazujeme na publikaci [23].

Vrátíme-li se k obecně formulované úloze nalezení mediánu, máme k dispozici standardní algoritmy třídění, z nichž je za nejefektivnější uznáván program Quicksort (viz např. [24], programy 2.10, 2.11) s případnou implementační úpravou podle Sedgewicka [25], vyžadující počet operací úměrný $0\ (n \lg n)$. Tento program poskytuje celou uspořádanou posloupnost, kterou lze použít např. k odhadu distribuční funkce. Požadujeme-li nalezení pouze mediánu, je ovšem úplné setřídění výchozí posloupnosti nadbytečné. Autorem programu Quicksort byl totiž vypracován též speciální program pro nalezení obecného *(i)*-tého prvku uspořádané posloupnosti (viz např. [24], program 2.12), vyžadující pouze $0(n)$ operací. Tento program se použije jen na první okénko z dané posloupnosti $\{x_j\}$. Do dalšího okénka totiž přibude jen jeden nový údaj, zatímco jeden, časově nejstarší, se vypustí. Proto je nutno vedle pořadí v uspořádané posloupnosti uchovávat i pořadí z výchozí časové posloupnosti. Jsou-li starý a nový údaj oba současně menší nebo oba současně větší než poslední hodnota mediánu, ten se nemění. Není-li tomu tak, je nutno novou hodnotu zatřídit, upravit označení pořadí prvků a vyhledat požadované pořadí. Zrychlení výpočtu klouzavého mediánu se dále dosáhne využitím mnohdy oprávněného předpokladu, že změny v průběhu výchozího signálu, a tedy rovněž změny v hodnotách sousedních mediánů, jsou malé. Pak lze dosáhnout časové náročnosti úměrné výrazu $0(d)$ resp. $0(D)$, kde d je průměrná vzdálenost, přes kterou je nový prvek nutno pro zatřídění přemístit, D je průměrný rozdíl v hodnotách dvou po sobě následujících mediánů. Pochopitelně je $d \le n$, $D \le n$, přičemž rovnost se vyskytuje zpravidla jen výjimečně.

Přehled a zhodnocení pěti základních algoritmů pro získání klouzavého mediánu je uvedeno v článku [26], a to v členění na tři hlavní kroky: setřídění prvního okénka, nalezení mediánu a "náhrada" (doplnění nového údaje se současným vynecháním časově nejstaršího údaje), z nichž poslední dvě se opakují, dokud není zpracována celá posloupnost x_j, $j = 1, 2, \ldots, L$. Článek [26] obsahuje též odkazy na původní práce týkající se všech hodnocených algoritmů, které většinou uvádějí i příslušné programy. Vedle již citovaných odkazů [24], [25] upozorňujeme též na práce [27] až [29].

Problematice optimálních algoritmů mediánových a obecně statistických i různě kombinovaných filtrů (viz dále kap. 4) se v literatuře průběžně věnuje velká pozornost, a to jak ve vztahu k jejich realizaci ve formě programového vybavení (software), tak ve formě řešení speciálních počítačových obvodů (hardware) na bázi VLSI. Některé orientační údaje k těmto tématům viz články [30] až [34] a ovšem i články o dvojrozměrných filtrech (viz dále kap. 5).

4. Statistické a hybridní filtry

Při úvahách o výhodách mediánových filtrů nelze pominout ani některé jejich nežádoucí vlastnosti. Je proto logické, že se snažíme je odstranit nebo alespoň zmírnit, a to jednak vhodnými doplňkovými úpravami, popř. zobecněními, jednak účelnými kombinacemi s jinými typy filtrů. V dalších odstavcích uvedeme principy některých z nich, zpravidla jen se stručným komentářem o jejich vlastnostech. Zájemce o podrobnosti je nutno odkázat na původní literaturu k jednotlivým metodám a postupům.

4.1. Reziduální vyhlazování

Připomínáme, že odhadem mediánu může být, na rozdíl od klasického průměru, pouze některá z hodnot původního souboru dat. To bezpochyby implikuje myšlenku, že při použití mediánu nedochází k "očištění" původního údaje od parazitní složky ve smyslu modelů podle vztahů (1) a (2). Vskutku, pravděpodobnost, že právě hodnota použitá za odhad mediánu není zatížena parazitní složkou, popř. že velikost této složky odpovídá právě náhodné odchylce mediánu od jeho pravé hodnoty, je nulová. Je myslitelný i alternativní výklad skutečnosti, že medián se číselně může rovnat pouze některé z hodnot původní posloupnosti, totiž, že mediánovou filtrací se odstraní nejen parazitní složka, ale i část užitečné složky signálu. Z tohoto výkladu vychází metoda tzv. reziduálního (nebo též dvojitého) vyhlazování [5].

Vyjdeme z původního vztahu (1) popsaného jako posloupnost

$$x_j = x_j^{(u)} + x_j^{(p)},\ j = 1, 2, \ldots, L, \tag{8}$$

kde $x_j^{(u)}$ má charakter užitečného signálu, jehož časové změny jsou značně pomalejší než u parazitní složky $x_j^{(p)}$.

Mediánovou filtrací dostaneme posloupnost y_j, kterou považujeme za (první) odhad užitečné složky $x_j^{(u)}$, tedy

$$y_j = \mathrm{MED}\,(x_j) \hat{=} x_j^{(u)}. \tag{9}$$

Rozdíl x_j - MED (x_j) pak představuje odhad parazitní složky $x_j^{(p)}$, tzv. reziduum. Jeho mediánovou filtrací bychom měli dostat nulový signál

$$z_j = \mathrm{MED}\,[x_j - \mathrm{MED}\,(x_j)] = 0.$$

Pokud nulový není, předpokládáme ve smyslu shora uvedené alternativní úvahy, že je to část užitečného signálu, nechtěně odstraněná při první filtraci podle vztahu (9). Jestliže ji tedy připočteme k mediánu y_j, očekáváme, že dostaneme v jistém smyslu zlepšený odhad užitečného signálu $x_j^{(u)}$, tedy

$$\hat{x}_j^{(u)} = y_j + z_j = \mathrm{MED}\,(x_j) + \mathrm{MED}\,[x_j - \mathrm{MED}\,(x_j)]. \tag{10}$$

4.2. Zprůměrování několika odhadů

Na danou posloupnost $\{x_j\}$ aplikujeme několik mediánovych filtrů různých délek n_1, n_2, ..., n_m, ... n_p, z nichž získáme odhady MED $(x_j)_1$ až MED $(x_j)p$. Z nich utvoříme vážený průměr podle vztahu

$$y_j = \Sigma_{m=1}^{p} a_m \text{ MED}(x_j)_m, \quad \Sigma_{m=1}^{p} a_m = 1. \tag{11}$$

Vlastnosti filtrace lze ovlivňovat výběrem vah a_m, získaných zpravidla předběžnými simulačními studiemi.

4.3. Vážený mediánový filtr

U standardního mediánového filtru každá vstupní hodnota okénka $\{x_i\}$ má stejnou váhu. Jedna z dalších možností jak ovlivňovat vlastnosti mediánového filtru spočívá v tom, že původním hodnotám klouzavého okénka $\{x_i\}$ přisoudíme různé váhy [5]. Obvykle hodnotám kolem středu okénka přiznáme větší váhy než hodnotám na okrajích okénka.

Váhy odpovídající okénku s parametrem filtru N označíme w_i, $i = -N, ..., 0, ... N$. Nechť jsou to (malá) celá čísla. Pak okénko rozšíříme tak, že každý údaj x_i, $i = -N, ..., 0, ... N$ zopakujeme w_i-krát. Okénko původní délky $n = 2N + 1$ se tak prodlouží na $n^x = \Sigma_{i=-N}^{N} w_i$. Při volbě vah w_i dbáme, aby výsledné n^x bylo liché. Na toto rozšířené okénko uplatníme standardní operaci MED(..).

Uveďme jednoduchý příklad: Nechť $N = 2$, tj. $n = 5$, váhy w_i nechť jsou: $w_{-2} = w_2 = 1$, $w_{-1} = w_1 = 2$, $w_0 = 3$. Původní velikost okénka $n = 5$ se zvětší na $n^x = 2.1 + 2.2 + 3 = 9$ a prvky okénka jsou $[x_{-2}, x_{-1}, x_{-1}, x_0, x_0, x_0, x_1, x_1, x_2]$.

Zvláštní případ tvoří centrálně vážený medián, u něhož váhy w_i jsou vesměs rovny jedné s výjimkou w_0, která nabývá lichých kladných hodnot w_0, které jsou větší než 1. Označme $w_0 = 2q + 1$. Je-li $q = 0$, jde o obyčejný mediánový filtr. Je-li $q \geq N$, výsledkem filtrační operace je původní hodnota x_0, je to tedy identický filtr. Pro centrální váhu w_0 v rozmezí $0 < q < N$ tak dochází k částečnému filtračnímu účinku, který leží mezi režimy "úplná mediánová filtrace" a "bez filtrace". Je ovšem zřejmé, že čím menšího částečného filtračního účinku má být dosaženo, tím větší je nutno volit centrální váhu a tím větší je i efektivní velikost filtru. Zvětšení okénka sebou samozřejmě přináší zvýšené nároky na výpočet.

Nejsou-li váhy dány celými čísly, je odhad mediánu nutno hledat z podmínky minimalizace vyrazu

$$S_1(M_X) = \Sigma_{i=1}^{n} w_i |x_i - M_X| \rightarrow \min, \tag{12}$$

který vyjadřuje požadavek minimalizace součtu *absolutních odchylek* hodnot x_i od M_X. Ze vztahu (12) vychází maximálně věrohodný odhad mediánu M_x za podmínky, že rozdělení náhodné veličiny X je Laplaceovo (oboustranné exponenciální). Řešení podmínky (12) představuje nelineární algebraickou úlohu, která se zpravidla řeší iteračně nebo pomocí lineárního programování, což jsou operace, které mohou být značně zdlouhavé.

Uvažujme nyní místo kritéria (12) podobné kritérium

$$S_2(\beta) = \Sigma_{i=1}^{n} w_i (x_i - \beta)^2 \rightarrow \min, \tag{13}$$

kde symbolem β jsme označili zatím neznámý parametr polohy. Jde o známé kritérium "nejmenších čtverců odchylek", které vede na výraz pro β ve tvaru

$$\beta = \Sigma_{i=1}^{n} w_i x_i / \Sigma_{i=1}^{n} w_i.$$

To je ovšem výraz pro vážený průměr jakožto maximálně věrohodný odhad střední hodnoty E_X za předpokladu, že rozdělení náhodné veličiny X je normální a odpovídá výrazu pro výstup z filtru FIR. Odtud vyplývá na jedné straně příbuznost "ve velkém", na druhé straně však rozdílnost "v malém" mezi filtry mediánovými a průměrovacími (FIR).

Pokud jde o otázku maximálně věrohodných odhadů ve vztahu k rozdělení pravděpodobnosti příslušné náhodné veličiny, viz též údaje o efektivnosti odhadů parametrů polohy, zmíněné v kap. 2.

Podrobnosti o vážených mediánových filtrech lze nalézt v článcích [35] až [38].

4.4. Rekurzivní mediánový filtr

Jedno ze zobecnění klasického mediánového filtru, které se logicky nabízí jako jistá dílčí analogie klasického rekurzivního filtru IIR, spočívá v tom, že místo původních hodnot $[x_{j-N}, ...x_{j-1}]$ zpracovávaného okénka $\{x_j\}$ použijeme již vypočtené filtrované hodnoty $[y_{j-N}, y_{j-N+1}, ..., y_{j-1}]$, přičemž druhá polovina okénka je samozřejmě obsazena původními hodnotami $[x_j, x_{j+1}, ..., x_{j+N}]$. Symbolicky to zapíšeme ve tvaru

$$y_i = \text{MED}\ [y_{j-N}, y_{j-N+1}, ..., y_{j-1}, x_j, x_{j+1}, ..., x_{j+N}]. \tag{14}$$

To znamená, že získaná hodnota y_j okamžitě nahradí původní hodnotu x_j, načež se okénko posune o krok dále, $j \rightarrow j + 1$.

Z této konstrukce rekurzivního filtru vyplývá, že ten reaguje na změny v průběhu vstupního signálu pomaleji v porovnání se standardním klouzavým mediánovým filtrem. Odtud též vyplývá, že posloupnost získaná rekurzivním filtrem je korelována silněji než posloupnost získaná standardním mediánovým filtrem. Proto se použití těchto filtrů zpravidla omezuje na kratší délky filtru, kde tento efekt není tak výrazný. Důležitý je poznatek, že signál je invariantní vůči rekurzivnímu filtru tehdy a jen tehdy, je-li invariantní vůči standardnímu mediánovému filtru. Rekurzivní mediánový filtr dává kořenový signál již po prvním průchodu, což může mít pro některé aplikace zásadní význam. Signál z rekurzivního filtru však nemusí být obecně shodný s kořenovým signálem získaným opakovanými průchody standardním mediánovým filtrem téže délky. Další podrobnosti o rekurzivních mediánových filtrech viz články [39], [40].

4.5. Statistické filtry

Nepřeberné možnosti jak zlepšit vlastnosti mediánových filtrů poskytují různé formy jejich zobecnění. Vycházíme-li obecně z celé uspořádané posloupnosti v rámci okénka filtru $\{x_{(i)}\}$, $i = 1, 2, ..., n$, mluvíme o statistických filtrech.

Obecné schéma statistických filtrů vychází ze vztahu (5), kde ovšem místo původních posloupností v jednotlivých okénkách použijeme posloupnosti uspořádané, tj. místo vztahu (5) píšeme

$$y_j = \Sigma_{i=-N}^{N} a_i x_{(i)+j}. \qquad (15)$$

Podobně jako u průměrování podle vztahu (5) můžeme použít nejrůznější varianty váhových koeficientů a_i . Problematika odhadů parametrů polohy z uspořádaných souborů, kterým se říká L-odhady, je podrobně analyzována v práci [2], odkud přebíráme některé osvědčené algoritmy. Popravdě nutno uvést, že při studiu L-odhadů v rámci hledání nejvhodnějších odhadů parametrů polohy [2] je pozornost soustředěna na robustní odhady ze souborů získaných opakovaným měřením jedné konkrétní (kvazi)náhodné veličiny, netýká se tedy charakteru filtrace posloupnosti dat chápaných jako časová řada. Posledně jmenovanými otázkami se teprve později zabývají např. práce [41], [42].

Dobré vlastnosti prokázaly vážené údaje z trojice pořádkových statistik (tzv. trimean) ve dvou variantách (pro jednoduchost vynecháváme průběžný index j časové posloupnosti):

a) $\hat{M}_X = (1/4)\,x_{(k)} + (1/2)\,\mathrm{MED}(x_i) + (1/4)\,x_{(l)}$,
kde $k = [n/4 + 1]$, $l = n - [n/4]$, což např. pro $n = 11$ dává
$\hat{M}_X = (1/4)\,x_{(3)} + (1/2)x_{(6)} + (1/4)x_{(9)}$,

b) $M_X = 0{,}3\,x_{(k)} + 0{,}4\,\mathrm{MED}\,(x_i) + 0{,}3\,x_{(l)}$,
kde $k = [n/3 + 1]$, $l = n - [n/3]$, což pro stejný případ $n = 11$ dává
$\hat{M}_X = 0{,}3\,x_{(4)} + 0{,}4\,x_{(6)} + 0{,}3\,x_{(8)}$.

Přitom $[n]$ zde znamená celou část čísla n.

Jistým smíšeným typem, představujícím přechod od algoritmu střední hodnoty k algoritmu mediánového filtru, je tzv. *alfa-useknutá střední hodnota*, při níž se vynechá současně k nejmenších a k největších údajů uspořádané posloupnosti $x_{(i)}$ a zbývajících n-$2k$ hodnot se zprůměruje se stejnými vahami, tedy (pro jednoduchost opět vynecháváme průběžný index j celé posloupnosti) [42], [43], [44]

$$y = \frac{1}{2N-2k+1}\,\Sigma_{i=-N+k+1}^{N-k} x_{(i)} = \frac{1}{n-2k}\,\Sigma_{i=k+1}^{n-k} x_{(i)-N}. \qquad (16)$$

Písmeno alfa v názvu algoritmu udává, jaká část okrajů rozdělení vyjádřená pravděpodobností α se vynechává z vyhodnocení. Tato pravděpodobnost je *nezávislá na typu rozdělení* a vyjádří se vztahem

$$\alpha = k/(N+1) = 2k/(n+1), \qquad (17)$$

kde k je počet údajů vynechaných na každém z obou konců uspořádané posloupnosti $x_{(i)}$. Vynecháme-li např. u okénka délky $n = 2N+1 = 19$, po jednom údaji na každém z obou konců ($k = 1$), vynecháme z vyhodnocení 10 % údajů, tj. po 5 % na každém konci.

Vynecháním okrajových hodnot uspořádané posloupnosti se zbavíme případných značně odlehlých hodnot, které by jinak výrazně zkreslily aritmetický průměr vypočtený ze

všech hodnot souboru, kterých bychom následně použili za odhad střední hodnoty. Jde tedy o jedno z běžně používaných opatření vedoucích k získání robustního odhadu parametru polohy.

Volíme-li krajní případ s $k = 0$, dostaneme výraz pro odhad střední hodnoty $\bar{x}$ podle rovnice (3), volíme-li opačný krajní případ, tj. $k = N$, dostaneme $x_{(N+1)}$, což je právě medián.

O statistických charakteristikách alfa-useknuté střední hodnoty pojednává článek [44]. V tomto pojednání se uvažuje též tzv. komplementární alfa-useknutá střední hodnota daná vztahem

$$\Delta y = (1/(2k))\left[\Sigma_{i=1}^{k} x_{(i)-N} + \Sigma_{i=n-k+1}^{n} x_{(i)-N}\right], \qquad (18)$$

tj. zprůměrujeme oba useknuté konce uspořádané posloupnosti $x_{(i)}$.
Zřejmě platí

$$(n-2k)y + 2k\Delta y = \bar{x}, \qquad (19)$$

tj. vážený součet alfa-useknuté a komplementární alfa-useknuté posloupnosti dává klasický aritmetický průměr. Při vhodné volbě α podle vztahu (17) pak alfa-useknutá posloupnost y_j podle vztahu (16) charakterizuje vyhlazený trend původní posloupnosti x_j, zatímco komplementární alfa-useknutá posloupnost Δy_j podle (18) v jistém smyslu charakterizuje okamžité dynamické rozpětí původní posloupnosti x_j.

Mezní případ komplementární alfa-useknuté posloupnosti, tj. případ s $k = 1$, dává průměrnou hodnotu minimální a maximální hodnoty posloupnosti $\{x_{(i)}\}$, kterou lze formálně použít za odhad mediánu, tj.

$$(1/2)\,[x_{(1)} + x_{(n)}] = \hat{M}_X. \qquad (20)$$

Tyto odhady používající pouze hodnoty z obou konců rozdělení mají jistou výhodu v tom, že jejich stanovení je rychlejší než stanovení hodnot mediánu. Je-li rozdělení signálu normální, pak odhady takto získané jsou však málo vydatné (jejich rozptyl je velký), přičemž pro $n \to \infty$ vydatnost klesá k nule a ze statistického hlediska je takový odhad nepoužitelný. Naproti tomu pro rovnoměrné rozdělení signálu je tento odhad optimální. Odtud vyplývá, že pro rozhodnutí, jaký algoritmus filtrace použít, je žádoucí alespoň orientační představa o rozdělení pravděpodobnosti zpracovávaného signálu.

Lepší statistické vlastnosti pro gaussovské signály poskytují odhady vytvořené ze zkrácených polorozpětí

$$(1/2)(x_{(2)} + x_{(n-1)}), \text{ resp. } (1/2)(x_{(3)} + x_{(n-2)}),$$

popř. i vážené kombinace několika zkrácených polorozpětí [3], [4].

Okrajové hodnoty uspořádané posloupnosti, tj. $x_{(1)}$ a $x_{(n)}$, popř. $x_{(2)}$ a $x_{(n-1)}$, lze ovšem použít jako hranice vymezující konfidenční pásmo signálu x_j s konfidenční pravděpodobností $\gamma = 1 - \alpha$. Přitom dolní mez tohoto konfidenčního intervalu odpovídá pravděpodobnosti $\alpha/2$, horní mez pravděpodobnosti $1-\alpha/2$. Budeme-li požadovat obvyklou konfidenční pravděpodobnost $\gamma = 0{,}95$, tj. $\alpha = 0{,}05$ (pro normální rozdělení signálu to znamená, že šířka

konfidenčního intervalu je $\pm 2\sigma$ na obě strany od střední hodnoty), musíme použít okénko délky $n = 39$. Pak $x_{(1)}$ odpovídá pravděpodobnosti 0,025 a $x_{(39)}$ pravděpodobnosti 0,975.

Volíme-li α dostatečně malé (zpravidla postačuje $\alpha = 0{,}05$), lze s vyhovující přibližností považovat $x_{(1)}$ za dolní a $x_{(n)}$ za horní obálku dané posloupnosti $\{x_j\}$. Jejich poloviční rozdíl, tj. $(1/2)(x_{(n)} - x_{(1)})$, je pak jednoduchým (ale ovšem přibližným) odhadem modulační funkce $A(t)$ úzkopásmového procesu $x(t) = \cos(\omega t + \varphi)$, kde kromě $A(t)$ mohou být i $\omega(t)$ a $\varphi(t)$ náhodnými funkcemi argumentu t. K otázce obálky v kontextu se statistickými filtry viz též [45].

4.6. Hybridní FIR - mediánový filtr

Jednou z účinných možností, jak zlepšit vlastnosti standardního mediánového filtru, je jeho kombinace se standardním FIR-filtrem [46], [47]. Ta spočívá v tom, že okénko délky n rozdělíme na lichý počet subokének k, v každém z nich vypočteme *váženou průměrnou hodnotu* E_{Xk} jakožto odhad střední hodnoty; výslednou hodnotu filtrace pak najdeme jako jejich medián

$$y = \mathrm{MED}\,[E_{X1}, \ldots, E_{Xr}, \ldots, E_{Xk}].$$

Obvykle volíme počet subokének k malý, zpravidla jen 3 nebo 5. Protože výpočet E_{Xr} je rutinní lineární operací a prvků v "mediánovém" okénku je málo, je celková doba výpočtu filtrované hodnoty y značně kratší ve srovnání s čistě mediánovým filtrem s okénkem původní délky n.

Mezi vlastnostmi popsaného hybridního filtru a standarního filtru mediánového jsou důležité zejména tyto významné rozdíly: Zatímco mediánový filtr odstraní posloupnost za sebou následujících impulzů až do délky N, uvedený hybridní filtr odstraní pouze jednotlivé impulzy. Jistou nevýhodou mediánového filtru však je, že impulz nacházející se v blízkosti hrany neodstraní, ale přičlení ho k této hraně, takže polohu této hrany efektivně posune o jeden krok zpět (popř. kupředu), viz obr. 5 a 7. Hybridní filtr ve stejné situaci polohu hrany zachová za cenu mírného zvýšení úrovně mezi impulzem a hranou (obr. 7). Další porovnání vlastností filtrů mediánových a hybridních tohoto typu je uvedeno v citovaných článcích [46], [47].

4.7. Některé další varianty filtrů na bázi pořádkových statistik

Možností, jak statistické filtry zobecňovat a různě kombinovat s cílem posílit požadované filtrační vlastnosti, je nepřeberné množství a v literatuře se objevují nové a nové varianty. Abychom ukázkově předvedli velkou šíři možností a nápadů, se kterými se setkáváme, uvedeme některé z nich v tomto odstavci.

Obr. 7 Schéma filtrace posloupnosti
(a) filtrem
(b) standardním mediánovým
(c) hybridním FIR - mediánovým
délka filtrů $n = 11$

a) Jako jistý "duální" přístup k dříve uvedenému prahovému rozkladu daného signálu podle úrovní stavové veličiny je přístup používající aditivní rozklad podle časového argumentu [48]. Danou posloupnost $\{x_j\}$, $j = 1, 2, \ldots, L$ rozdělíme na několik "zředěných" posloupností navzájem posunutých o jednotkové kroky argumentu. První zředěnou posloupnost dostaneme, jestliže z původní posloupnosti vybereme posloupnost $x_1, x_{1+k}, x_{1+2k}, \ldots$, tj. mezi dvěma po sobě následujícími hodnotami vynecháme vždy k-1 prvků původní posloupnosti. Další zředěné posloupnosti jsou

$$x_2, x_{2+k}, x_{2+2k}, x_{2+3k}, \ldots$$
$$\vdots$$
$$x_k, x_{2k}, x_{3k}, \ldots$$

Celkem tedy vytvoříme k zředěných a navzájem se překrývajících posloupností, které obsahují úplnou výchozí informaci, pouze jinak uspořádanou. Na každou zředěnou posloupnost stačí k dosažení ekvivalentního filtračního účinku uplatnit zhruba k-krát kratší a tedy rychlejší filtry. Z filtrovaných zředěných posloupností složíme postupem inverzním k rozkladu posloupnost, která je filtrovanou posloupností původního signálu.

b) Některé algoritmy vycházejí z myšlenky nahradit nelineární mediánovou filtraci opakovanou filtrací lineární, popř. lineární filtrací uplatněnou na účelně rozšířeném souboru dat. Tak např. v článku [49] popisujícím tzv. L1-filtry se z původní časové posloupnosti $\{x_i\}$ v okénku délky n a uspořádané posloupnosti $\{x_{(i)}\}$ téhož okénka vytvoří vektor délky n^2 na základě jistého pravidla o shodě prvků v obou uvedených posloupnostech. Filtrovaná hodnota se pak najde jako lineární kombinace prvků tohoto vektoru, přičemž váhové koeficienty se stanoví postupem popsaným v citovaném článku. Zde jsou popsány i způsoby, jak se vypořádat s problémy vyplývajícími z manipulací se značně zvětšeným číselným vektorem, byť je v něm značné množství nul. Na ukázkových příkladech se předvádí, že i přes tento zřejmý handicap lze dosáhnout efektivní funkce tohoto typu filtru.

c) Informace o časovém pořadí v původní posloupnosti využívají rovněž tzv. filtry kombinační [50] a permutační [51], [52]. Ty vycházejí ze skutečnosti, že uspořádaná posloupnost je jistou permutací prvků původního sledu dat, resp. naopak, konkrétní výchozí posloupnost lze chápat jako jistou permutaci posloupnosti uspořádané.

d) Velmi zajímavý je filtr označovaný LUM (zkratka pro Lower-Upper-Middle), u něhož jeho výstup vyplyne z porovnání zvolené dolní (lower) a horní (upper) *pořádkové statistiky* se střední (middle) hodnotou okénka *původní* (neuspořádané) *posloupnosti* [53]. Filtr LUM pracuje jednak jako vyhlazovací (odstraňuje impulzy), jednak jako filtr, který zvýrazňuje ostrost hrany při skokové změně stavové veličiny.

Ve vyhlazovací funkci je výstup y z filtru LUM definován vztahem

$$y_{N+1} = \mathrm{MED}\,[x_{(k)}, x_{N+1}, x_{(n-k+1)}]. \qquad (21)$$

Vedle délky okénka $n = 2N + 1$ je dalším parametrem filtru pořadí (k) uspořádané posloupnosti, kde $1 \le k \le (n+1)/2$. Volba (k) vymezuje úroveň vyhlazování: při $k = 1$ jde o identický filtr, tj. $y_{N+1} = x_{N+1}$, při $k = (n+1)/2$ jde o standardní mediánový filtr. Dá se ukázat, že v této funkci je ekvivalentní centrálně váženému mediánovému filtru (viz odst. 4.3) s vahou $w = n - 2k + 2$.

Má-li filtr LUM zvýrazňovat ostrost hrany, je jeho výstup definován takto:

$$\begin{aligned} y_{N+1} &= x_{(l)}, \text{ je-li } x_{(l)} < x_{N+1} < (x_{(l)} + x_{(n-l+1)})/2, \\ &= x_{(n-l+1)}, \text{ je-li } (x_{(l)} + x_{(n-l+1)})/2 < x_{N+1} < x_{(n-l+1)}, \\ &= x_{N+1} \text{ v ostatních případech.} \end{aligned} \qquad (22)$$

To znamená, že je-li $x_{(l)} < x_{N+1} < x_{(n-l+1)}$, x_{N+1} se nahradí buď hodnotou $x_{(l)}$, nebo $x_{(n-l+1)}$ podle toho, ke které je blíže. V takovém případě se totiž x_{N+1} interpretuje jako přechodový prvek na hraně. Jeho posunutím směrem k okraji uspořádané posloupnosti se odstraní zmíněný charakter přechodového prvku a přispěje se k vytvoření strmějšího průběhu hrany. Volíme-li $l = (n+1)/2$, jde o identický filtr, $y_{N+1} = x_{N+1}$, při volbě $l = 1$ se x_{N+1} nahradí minimální $x_{(1)}$ resp. maximální hodnotou $x_{(n)}$ uspořádané posloupnosti.

Obě doposud samostatně zmíněné funkce se uplatní současně, zavedeme-li dva parametry k, l tak, že mezi nimi platí vztah $1 \le k \le l \le (n+1)/2$ a platí současně definice (21) a (22). Činnost filtru LUM je schematicky znázorněna na obr. 8. Padne-li střední hodnota původní (neuspořádané) časové posloupnosti x_{N+1} do některého z vyšrafovaných políček, zůstává beze změny. Objeví-li se v některém z bílých políček, nahradí se nejbližší hodnotou (ve směru šipek) ve šrafovaném políčku. Filtr LUM je poměrně jednoduchý a jeho funkce je průhledná a pomocí dvou parametrů k a l spolu s velikostí okénka n snadno ovladatelná v širokém rozmezí požadovaných filtračních účinků.

Obr. 8 Schéma funkce filtru LUM, $n = 23$, $k = 4$, $l = 9$

e) Jedna z možností jak dosáhnout zlepšených vlastností filtrů spočívá v tom, že se filtrační procedura naopak rozdělí na několik postupně navazujících kroků, z nichž každý je zaměřen na dílčí specifický úkol. Tak např. v článku [54] se v prvním kroku částečně potlačí šumová složka, v druhém kroku se provede rekonstrukce hran a ve třetím kroku se dokončí odstranění šumu.

f) Odvození značného počtu jednotlivých, značně rozmanitých algoritmů na bázi pořádkových statistik vyvolává úvahu o možnosti shrnout všechny tyto algoritmy do jedné zobecněné procedury, jejímiž zvláštními případy by byly jednotlivé, původně samostatné jednoduché algoritmy. Intuitivně je zřejmé, že k formulaci takového zobecněného algoritmu bude nutno použít bohatší a tedy i náročnější analytický aparát. Jednotný návrhový postup pro zobecněnou třídu filtrů "stack" je popsán např. v článku [55].

g) V této souvislosti bychom chtěli upozornit na jednu zajímavou třídu filtrů, která vedle již zmíněného prahového rozkladu využívá analytický aparát neuronových sítí [56]. Ty byly primárně navrženy jako modely pro popis procesů v nervových soustavách živých organizmů, našly však své uplatnění i v oblasti zpracování informací v obecném smyslu. Problematikou neuronových sítí a jejich aplikací na číslicové zpracování dat se zde ovšem nemůžeme zabývat ani na nejjednodušší informativní úrovni a zájemce odkazujeme na práce [57] až [60]. Jejich zmínkou jsme chtěli demonstrovat vzájemnou provázanost metodik různých oborů lidské činnosti.

h) Při této příležitosti je vhodné zmínit se též o tom, že statistické filtry obecně vykazují jistou nejednoznačnost své funkce v tom smyslu, že v návaznosti na další okolnosti jistou konkrétní funkci zpravidla vykonají, někdy však nikoliv. Jejich chování má proto znaky logiky "fuzzy", která navazuje na teorii fuzzy (neostrých) množin. K této problematice blíže viz např. článek [61].

4.8. Optimalizace filtrů a filtry adaptivní

Požadovaný filtrační účinek bývá pro konkrétní úlohy někdy dosti úzce vymezen pomocí vhodných doplňkových podmínek, např. o rozdělení signálu, resp. jeho složek. Pak je na místě specifikovat parametry použitého filtru tak, aby skutečně dosažený filtrační účinek byl co nejblíže požadovanému. U standardního mediánového filtru máme ovšem k dispozici jakožto volný parametr pouze velikost okénka. Tím můžeme rozhodovat o tom, jak dlouhé impulzní poruchy mají být odstraněny, resp. které skokové změny jakožto hrany mají být zachovány. U základního statistického filtru máme navíc k dispozici pořadí (i) uspořádané posloupnosti, i když flexibilita filtračního účinku z tohoto titulu vyplývající není příliš vysoká. V obou případech však jde o optimalizaci na celočíselné množině (dalším příkladem je počet vynechaných okrajových hodnot u alfa-useknuté uspořádané posloupnosti), což si vyžádalo formulaci speciálního optimalizačního přístupu [62].

Optimalizace filtrů používajících lineární kombinaci pořádkových statistik za doplňujícího předpokladu o tvaru šesti funkcí rozdělení parazitní složky je podrobně popsána v článku [41]. Z publikovaných údajů o optimálních koeficientech (pro konstantní užitečný signál) vyplývá značná rozdílnost v jejich hodnotách pro jednotlivá rozdělení. Jako ukázku uvádíme tabulku č. 1, která obsahuje koeficienty pro filtry s parametrem $N = 4$, tj. $n = 9$. Z tabulky je zřejmé, že pro rozdělení definovaná na konečném intervalu (první čtyři rozdělení v tab. 1) největší váhy mají okrajové hodnoty $x_{(1)}$ a $x_{(n)}$, zatímco hodnoty v okolí mediánu se téměř neuplatňují. Pro rovnoměrné rozdělení je to právě aritmetický průměr nejmenší a

největší hodnoty v okénku, tj. $(1/2)(x_{(1)} + x_{(n)})$, pro normální rozdělení je to standardní aritmetický průměr. Pro rozdělení Laplaceovo mají naproti tomu největší váhy medián a hodnoty v jeho blízkosti. Samotný medián s vahou $a_{(N+1)} = 1$ vychází jako optimální pro rozdělení parazitních složek, jejichž hustoty pravděpodobnosti poklesávají k nule pro $x \to \infty$ ještě povlovněji, než je tomu u rozdělení Laplaceova; jde tedy o častý výskyt rušivých impulzů s velkými amplitudami.

V kap. 3 jsme se zmínili o filtrech typu "stack", které představují jisté zobecnění jednoduších filtrů mediánových resp. statistických. Proto právě tomuto typu nelineárních filtrů je věnována zvýšená pozornost i pokud jde o vyhledávání optimální struktury filtru, jak je dokumentováno např. v článcích [55], [63], jakož i v řadě dalších. Za optimalizační kritéria se zde ovšem používají klasická kritéria součtu nejmenších čtverců odchylek (rov. (13)), resp. nejmenšího součtu absolutních odchylek (rov. (12)).

Rozdělení	$a_{-4}=a_4$	$a_{-3}=a_3$	$a_{-2}=a_2$	$a_{-1}=a_1$	a_0
antimodální	0,5548	-0,0263	-0,0146	-0,0099	-0,0081
rovnoměrné	0,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
parabolické	0,3403	0,0613	0,0443	0,0362	0,0357
trojúhelníkové	0,2591	0,0491	0,0573	0,0839	0,1009
normální	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111
Laplaceovo	-0,0190	0,0290	0,0697	0,2380	0,3647

Tabulka 1 Koeficienty pro optimální statistické filtry, $N = 4$ ($n = 9$) [41]

Na problematiku návrhu optimálních filtrů navazuje problematika filtrů adaptivních. Obecné principy adaptivní filtrace lze nalézt např. v souborných pracích [65], [66], o mediánových a statistických filtrech se pojednává např. v článcích [67] až [70].

5. Mediánové filtry dvojrozměrné a vektorové

Je-li dán soubor reálných čísel na čtvercové mříži $\{x_{jk}\}$, $j = 1, 2, ..., L$, $k = 1, 2, ..., Q$, kde $x_{jk} - x_{j-1,k} = \Delta x_j$ = konst., $x_{jk} - x_{j,k-1} = \Delta x_k$ = konst, pak medián y_{jk} je definován jako střední hodnota uspořádané posloupnosti $x_{(i)}$ hodnot x_{jk} získaných na příslušném dvojrozměrném okénku filtru. Na rozdíl od jednorozměrného okénka, kde se používá n za sebou následujících hodnot posloupnosti, u dvojrozměrné soustavy dat může mít podle konkrétního účelu filtrace okénko různé tvary; ukázky nejčastěji používaných jsou uvedeny na obr. 9. Přitom přibližné kruhové prstence podle obr. 9f byly vytvořeny tak, aby počet bodů v každém

prstenci byl přibližně úměrný ploše příslušného přesného kruhového prstence. Pokud jde o způsob vypočtu mediánu v blízkosti hranice, obvykle se počítá pouze z hodnot, které jsou současně ve filtrovaném souboru a okénku. Jejich počet je ovšem nižší, než je počet bodů celého standardního okénka. Dvojrozměrný filtr, jehož okénko je souměrné vůči středu a tento střed též obsahuje, zachovává hranu, pod níž se zde rozumí případ, kdy všechny body po jedné straně dané přímky mají stejnou hodnotu a, zatímco všechny body po druhé straně téže přímky mají stejnou hodnotu b, od a odlišnou, $a \neq b$. Proto se tento typ okénka zpravidla používá.

Vlastnosti dvojrozměrných filtrů jsou podobně jako u filtrů jednorozměrných podrobně prozkoumány jak pokud jde o kořenové signály [71] a rozdělení výstupu z těchto filtrů [72], tak ovšem i pokud jde o rychlé algoritmy jejich realizace [73], [74]. Hlavní uplatnění dvojrozměrných filtrů mediánových a obecněji statistických je v oblasti zpracování obrazů [75] až [77]. Zde se uplatní zejména schopnosti těchto filtrů eliminovat parazitní šumy při současném zachování či dokonce rekonstrukci ostrých kontrastů jednotlivých prvků obrazu. K dosažení co nejlepších funkčních vlastností se podobně jako u jednorozměrných filtrů používají filtry různě kombinované [78] až [82], filtry optimální [83], [84] a adaptivní [85] až [87].

Obr. 9 Okénka dvojrozměrných filtrů
(a) vertikální řada, (b) horizontální řada, (c) kříž,
(d) čtverec, (e) čtvercový rám, (f) kruhy a kruhové rámy
(g) čtverce a čtvercové rámy

Problematika dvojrozměrné filtrace obrazové informace je ovšem již natolik složitá, že se v rámci tohoto stručného informativního pojednání nemůžeme věnovat ani nejjednodušším problémovým otázkám této jistě zajímavé oblasti. Pro ilustraci filtračního efektu mediánového filtru ve srovnání s lineárním průměrovacím filtrem uvádíme obr. 10, který je převzatý z pojednání [5]. Je zřejmé, že mediánový filtr pracuje značně lépe než průměrovací, zejména pokud jde o zachování kontrastů na hranách. Průměrovací filtr způsobuje rozmazávání těchto

hran (viz též obr. 4) a v případě a_3) poskytuje výsledek, který je naprosto nepoužitelný Pro zajímavost uvádíme na obr. 11 nejčastěji používaný testovací obraz, nazývaný "Lena", a to i v barevné verzi.

Zobecněním jednorozměrných filtrů chápaných jako jednosložkové (skalární) dostáváme filtry vektorové. Vlastnosti jejich mediánové verze jsou popsány v článku [88].

Pro zpracování obrazové informace se vedle mediánových resp. statistických filtrů používají i s nimi příbuzné filtry morfologické. Jejich princip je znázorněn na obr. 12 [89] až [91]. Daný obrazec A (obr. 12a) se upravuje pomocí modifikačního prvku B (obr. 12b) tím způsobem, že jeho střed se posouvá po obrysu obrazce A, svou vnitřní obálkou vytvoří tzv. erozi $A \ominus B$ obr. (12c) a vnější obálkou tzv. rozšíření (dilatation) $A \oplus B$, obr. (12d). Postupné uplatnění eroze a rozšíření, tj. $(A \ominus B) \oplus B = A_B$ se označuje jako otevření (opening), obr. (12e), zatímco duální operace $(A \oplus B) \ominus B = A^B$ se označuje jako uzavření (closing), obr. (12f). Porovnáním obr. (12e) a (12f) zjišťujeme, že A_B se nerovná A^B; nerovnají se však ani $(A_B)^B$ a $(A^B)_B$, viz obr. (12g) a (12h).

Obr. 10 Filtrace obrazce zašuměného náhodně rozdělenými impulzy na 20 % plochy [5]
(a) vesměs černými (b), různé sytosti rovnoměrně od bílé po černou
(a_1,b_1) zašuměné obrazy
(a_2,b_2) po klouzavé mediánové filtraci
(a_3,b_3) po klouzavém průměrování

Obr. 11 Nejčastěji používaný testovací obraz nazývaný "Lena"

Obr. 12 Základní operace morfologického filtru [89]
(a) původní obraz A (b) modifikační prvek B
(c) eroze $A \ominus B$ (d) rozšíření $A \oplus B$
(e) otevření $A_B = (A \ominus B) \oplus B$ (f) uzavření $A^B = (A \oplus B) \ominus B$
(g) $(A^B)_B$ (h) $(A_B)^B$

Hlavní význam morfologického filtru spočívá v tom, že odstraňuje nadbytečné detaily a ponechává pouze podstatné rysy obrazu. Parametrem filtru je velikost, popř. i tvar modifikačního prvku B. Použitím metody prahového rozkladu (viz kap. 3) lze takto upravovat i obrazy s odstupňovanými úrovněmi šedi či barevnými odstíny. Ve zjednodušené verzi lze prinicpu morfologického filtru využít i k vyhlazování křivek jakožto zobrazení funkcí jednoho argumentu. V této aplikaci lze nalézt souvislosti jednak s mediánovým filtrem, jednak s fraktálovým pojetím křivek.

6. Závěr

Zpracování signálů nejrůznějších druhů je neoddělitelnou součástí každého empirického či experimentálního poznání. Standardní metodou zpracování signálů je jejich filtrace. Skutečnost, že lineární číslicové filtry svými inherentními vlastnostmi nejsou schopny plnit některé důležité požadavky aplikační praxe, vedla k rozvoji různých algoritmů nelineárního zpracování signálů. Mezi nimi významné místo zaujímají filtry používající v klouzavém okénku dané posloupnosti dat místo segmentu této časové posloupnosti údaje tohoto segmentu uspořádané podle velikosti stavové veličiny. Filtry konstruované na tomto principu se nazývají statistické a jejich nejjednodušší formou je filtr mediánový. Naopak zobecňováním tohoto principu, popřípadě jeho kombinací s jinými strukturami zpracování dat lze odvodit množství variant se specifickými filtračními účinky. Systematicky se problematice statistických filtrů věnuje pozornost od začátku osmdesátých let a zájem o ni nadále trvá, a to se vzrůstající intenzitou. Od prvotních základních teoretických rozborů vlastností jednoduchých vyhodnocovacích schémat se postupně přešlo až na složité algoritmické struktury umožňující optimalizaci a adaptaci na kladené požadavky ve vztahu k specifickým vlastnostem dané datové struktury. Přitom se pozornost věnuje rozvoji jak užitvatelských algoritmů, tak integrovaných počítacích obvodů na bázi VLSI.

Záměrem autora bylo, ve velmi stručném, a tedy nutně zjednodušeném přehledu seznámit čtenáře se základními principy, vlastnostmi i problémy statistických a z nich odvozených filtrů s přesvědčením, že jde o užitečný nástroj pro zpracování experimentální informace nejrůznějšího druhu, který je hodný naší pozornosti. Je třeba zejména připomenout schopnost těchto filtrů na jedné straně účinně ze signálu odstraňovat impulzní šumy a na druhé straně bez zkreslení ponechávat ostré skokové změny v průběhu stavové veličiny. To je činí zejména vhodnými pro ošetření obrazové informace, která prochází informačními kanály zatíženými šumovými a jinými zkreslujícími vlivy. Typickým je proto použití v televizní technice, ať již komerční, průmyslové či medicínské. Statistické filtry se ovšem plně uplatňují i při zpracování jednosložkových signálů, které tvoří podstatný objem experimentální informace každého oboru.

Pokud je autorovi známo, souborných zpracování pojednávané tematiky je zatím nemnoho. K dosud citovaným starším položkám [5] a [14] lze připojit rovněž starší přehled [92] a dále některé odstavce knihy [93] a jednu kapitolu v příručce [94]. Čtenáři, který se zajímá o podrobnosti jednotlivých globálních přístupů či dílčích algoritmů, jsou určeny průběžné odkazy na literaturu, převážně časopiseckou. Protože jde často o účelově zaměřené práce (dizertace převážně amerických univerzit), je žádoucí použitelnost publikovaných metod ověřit na vlastních datech či vlastními numerickými (simulačními) experimenty.

Literatura

1. Tukey, J. W.: Exploratory data analysis. Reading, MA, Addison-Wesley 1977. Ruský překlad, 1981.
2. Andrew, D. F. et al.: Robust estimates of location: Survey and advances. Princeton, NJ, University Press 1972.
3. Sarhan, A. E. - Greenberg, B. G. (eds.): Contributions to order statistics. New York, J. Wiley 1962. Ruský překlad 1970.
4. David, H. A.: Order statistics. New York, J. Wiley 1970.
5. Justusson, B. I..: Median filtering: Statistical Properties, In: Huang, T. S. (ed.): Two-dimensional digital signal processing II: Transforms and median filters. Berlin, Springer 1981; Ch. 5, s. 161 - 196.
6. Ataman, E. - Aatre, V. K. - Wong, K. M.: Some statistical properties of median filters. IEEE Tr. ASSP-29, 1981, č. 5, s. 1073 - 1075.
7. Nodes, T. A. - Gallagher, N. C. Jr.: The output distribution of median type filters. IEEE Tr. COM-32, 1984, č. 5, s. 532 - 541.
8. Páez-Borrallo, J. M. - Zazo-Bello, S.: On the joint statistical characteristics of the input and output of an order statistic filter. IEEE Tr. SP-42, 1994, č. 2, s. 456 - 469.
9. Kuhlmann, F. - Wise, G. L.: On second moment properties of median filtered sequences of independent data. IEEE Tr. COM-29, 1981, č. 9, s. 1374 - 1379.
10. Whittlesey, J. R. B.: A rapid method for digital filtering. Comm. ACM, 7, 1964, č. 9, s. 552 - 556.
11. Otnes, R. K. - Enochson, L.: Applied time series analysis. Vol. I. Basic techniques. New York, J. Wiley 1978.
12. Gallagher, N. C. Jr. - Wise, G. L.: A theoretical analysis of the properties of median filters. IEEE Tr. ASSP-29, 1981, č. 6, s. 1136 - 1141.
13. Arce, G. R. - Gallagher, N. C. Jr.: State description for the root signal set of median filters. IEEE Tr. ASSP-30, 1982, č. 6, s. 894 - 902.
14. Tyan S. G.: Median filtering: deterministic properties. In: [5], Ch. 6, s. 197 - 217.
15. Longbotham, H. G. - Bovik, A. C.: Theory of order statistic filters and their relationship to linear filters. IEEE Tr. ASSP-37, 1989, č. 2, s. 275 - 287.
16. Fitch, J. P. - Coyle, E. J. - Gallagher, N. C. Jr.: Root properties and convergence rates of median filters. IEEE Tr. ASSP-33, 1985, č. 1, s. 230 - 240.
17. Wendt, P. D. - Coyle, E. J. - Gallagher, N. C. Jr.: Some convergence properties of median filters. IEEE Tr. CAS-33, 1986, č. 3, s. 276 - 286.
18. Charif-Chefchaouni, M. - Schonfeld, D.: On the convergence and roots of order-statistic filters. IEEE Tr. SP-43, 1995, č. 8, s. 1990 - 1993.
19. Eberly, D. - Longbotham, H. - Aragon, J.: Complete classification of roots to one-dimensional median and rank-order filters. IEEE Tr. SP-39, 1991, č. 1, s. 197 - 200.
20. Fitch, J. P. - Coyle, E. J. - Gallagher, N. C. Jr.: Median filtering by threshold decomposition. IEEE Tr. ASSP-32, 1984, č. 6, s. 1183 - 1186.
21. Wendt, P. D. - Coyle, E. J. - Gallagher, N. C. Jr.: Stack filters. IEEE Tr. ASSP-34, 1986, č. 4, s. 898 - 911.
22. Yin, L.: Stack filters: a structural approach. IEEE Tr. SP-43, 1995, č. 4, s. 831 - 840.
23. Muroga, S.: Threshold logic and its applications. New York, Wiley-Interscience 1971.
24. Wirth, N.: Algoritmy a struktúry údajov. Bratislava, Alfa 1987.
25. Sedgewick, R.: Implementing Quicksort programs. Comm. ACM, 21, 1978, č. 10, s. 847 - 857.

26. Juhola, M. - Katajainen, J. - Raita, T.: Comparison of algorithms for standard median filtering. IEEE Tr. SP-39, 1991, č. 1, s. 204 - 208.
27. Ataman, E. - Aatre, V. K. - Wong, K. M.: A fast method for real-time median filtering. IEEE Tr. ASSP-28, 1980, č. 4, s. 415- 421.
28. Bapeswara Rao, V. V. - Sankara Rao, K.: A new algorithm for realtime median filtering. IEEE Tr. ASSP-34, 1986, č. 6, s. 1674 - 1675.
29. Astola, J. T. - Campbell, T. G.: On computation of the running median. IEEE Tr. ASSP-37 , 1989, č. 4, s. 572 - 574.
30. Oflazer, K.: Design and implementation of a single-chip 1-D median filter. IEEE Tr. ASSP-31 , 1983, č. 5, s. 1164 - 1168.
31. Fitch, J. P.: Software and VLSI algorithms for generalized ranked order filtering. IEEE Tr. CAS-34, 1987, č. 5, s. 553 -559.
32. Hakami, M. R. - Warter, P. J. - Boncelet, C. C. Jr.: A new VLSI architecture suitable for multidimensional order statistic filtering. IEEE Tr. SP-42, 1994, č. 4, s. 991 - 993.
33. Lucke, L. E. - Parhi, K. K.: Parallel processing architecture for rank order and stack filters. IEEE Tr. SP-42, 1994, č. 5, s. 1178 - 1189.
34. Akopian, D. et. al.: Processors for generalized stack filters. IEEE Tr. SP-43, 1995, č. 6, s. 1541 - 1546.
35. Brownrigg, D. R. K.: The weighted median filter. Comm, ACM, 27, 1984, č. 8, s. 807 - 818.
36. Zeng, B.: On the root structure of weighted median filters. IEEE Tr. CAS-37, 1991, s. 1402 - 1404.
37. Yang, R. - Yin, L. et al.: Optimal weighted median filtering under structural constraints. IEEE Tr. SP-43, 1995, č. 3, s. 591- 604.
38. Yli-Harja, O. - Astola, J. - Neuvo, Y.: Analysis and properties of median and weighted median filters using threshold logic and stack filter representation. IEEE Tr. SP-39, 1991, č. 2, s. 395- 410.
39. Nodes, T. A. - Gallagher, N. C. Jr.: Median filters: some modifications and their properties. IEEE Tr. ASSP-30, 1982, č. 5, s. 739 - 746.
40. Alliney, S.: Recursive median filters of increasing order - a variational approach. IEEE Tr. SP-44, 1996, č. 6, s. 1346 - 1354.
41. Bovik, A. C. - Huang, T. S. - Munson, D. C.: A generalization of median filtering using linear combinations of order statistics. IEEE Tr. ASSP-31, 1983, č. 6, s. 1342 - 1350.
42. Lee, Y. H. - Kassam, S.: Generalized median filtering and related nonlinear filtering techniques. IEEE Tr. ASSP-33, 1985, č. 3, s. 672 - 683.
43. Bednar, J. B. - Watt, T. L.: Alpha-trimmed means and their relationship to median filters. IEEE Tr. ASSP-32, 1984, č. 1, s. 145 - 153.
44. Peterson, S. R. - Lee, Y. H. - Kassam, S. A.: Some statistical properties of alpha-trimmed means and standard type M filters. IEEE Tr. ASSP-36, 1988, č. 5, s. 707 - 713.
45. Tagare, H. D. - Figueiredo, R. J. P. de: Order filters. Proc. IEEE, 73, 1985, č. 1, s. 163 - 165.
46. Heinonen, P. - Neuvo, Y.: FIR-median hybrid filters. IEEE Tr. ASSP-35, 1987, č. 6, s. 832 - 838.
47. Heinonen, P. - Neuvo, Y.: FIR-median hybrid filters with predictive FIR abstructure. IEEE Tr. ASSP-36, 1988, č. 6, s. 892 - 899.
48. Akarun, L. - Haddad, R. A.: Decimated rank-order filtering. IEEE Tr. SP-42, 1994, č. 4, s. 835 - 845.

49. Palmieri, F. - Boncelet, C. G. Jr.: L1 filters - a new class of order statistic filters. IEEE Tr. ASSP-37, 1989, č. 5, s. 691 -701.
50. Ghandi, P. - Kassam, S. A.: Design and performance of combination filters. IEEE Tr. SP-39, 1991, č. 7.
51. Barner, K. E. - Arce, G. R.: Permutation filters: a class of non-linear filters based on set permutations. IEEE Tr. SP-42, 1994, č. 4, s. 782 - 798.
52. Kim, Y. - T. - Arce, G. R.: Permutation filter lattices: a general nonlinear filtering framework.IEEE Tr. SP-42, 1994, č. 9, s. 2227 - 2249.
53. Hardie, R. C. - Boncelet, C. G. Jr.: LUM filters: A new class rank order based filters for smoothing and sharpening. IEEE Tr. SP-41, 1993, č. 3, s. 1061 - 1076.
54. Hwang, H. - Haddad, R. A.: Multilevel nonlinear filter for edge detection and noise supression. IEEE Tr. SP-42, 1994, č. 2, s. 249 - 258.
55. Zeng, B. - Gabbouj, M. - Neuvo, Y.: A unified design method for rank order, stack and generalized stack filters based on classical Bayes decision. IEEE Tr. CAS-38, 1991, č. 9, s. 1003 -1020.
56. Yin, L. - Astola, J. - Neuvo, Y.: A new class of nonlinear filters - neural filters. IEEE Tr. SP-41, 1993, č. 3, s. 1201 -1222.
57. Lippmann, R. P.: An introduction to computing with neural nets. IEEE ASSP Magazin, 4, 1987, č. 2, s. 4 - 22.
58. Kosko, B.: Neural networks for signal processing. London, Prentice-Hall Int. 1992.
59. Hush, D. R. - Horne, B. G.: Progress in supervised neural networks. IEEE Signal Proces. Mag., 10, 1993, č. 1, s. 8 - 39.
60. Haykin, S.: Neural networks expand SP's horizons. IEEE Signal Processing Magazin, 13, 1996, č. 2, s. 24 - 49.
61. Rea, J. A. - Longbotham, H. G. - Kothari, H. N.: Fuzzy logic and mathematical morphology implementation by stack filters. IEEE Tr. SP-44, 1996, č. 1, s. 142 - 147.
62. Lin, H. M. - Willson, A. N. Jr.: Median filters with adaptive length. IEEE Tr. CAS-35, 1988, č. 6.
63. Coyle, E. J. - Lin, J. H.: Optimal stacking filters and mean absolute error nonlinear filtering IEEE Tr. ASSP-36, 1988, č. 8, s. 1244 - 1254.
64. Lin, J.-H. - Kim, Y. - T: Fast training algorithms for stack filters. IEEE Tr. SP-42, 1994, č. 4, s. 772 - 781.
65. Haykin, S.: Adaptive filter theory. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall 1991.
66. Treichler, J. R. - Johnson, C. R. - Larimore, M.: Theory and design of adaptive filters. New York, J. Wiley 1987.
67. Nieminen, A. - Heinonen, P. - Neuvo, Y.: Median-type filters with adaptive substructures. IEEE Tr. CAS-34, 1987, č. 7, s. 842- 847.
68. Pitas, I. - Venetsanopoulos, A. N.: Adaptive filters based on order statistics. IEEE Tr. SP-39, 1991, č. 2, s. 518 - 522.
69. Lin, J. H. - Sellke, T. M. - Coyle, E. J.: Adaptive stack filtering under the mean error criterion. IEEE Tr. ASSP-38, 1990, č. 6, s. 938 - 954.
70. Yin, L. - Astola, J. - Neuvo, Y.: Adaptive multistage weighted order statistic filters based on the backpropagation algorithm. IEEE Tr. SP-42, 1994, č. 2, s. 419 - 422.
71. Nodes, T. A. - Gallagher, N. C. Jr.: Two-dimensional root structures and convergence properties of the separable median filter. IEEE Tr. ASSP-31, 1983, č. 6, s. 1350 - 1365.
72. Liao, G. Y. - Nodes, T. A, - Gallagher, N. C. Jr.: Output distributions of two-dimensional median filters. IEEE Tr. ASSP-33, 1985, č. 5, s. 1280 - 1295.
73. Huang, T. S. - Yang G. J. - Tang, G. Y.: A fast two-dimensional median filtering algorithm. IEEE Tr. ASSP-27, 1979, č. 1, s. 13- 18.

74. Ahmad, M. A. - Sundararajan, D.: A fast algorithm for two-dimensional median filtering. IEEE Tr. CAS-34, 1987, č. 11, s. 1364 - 1374.
75. Pitas, I. - Venetsanopoulos, A. N.: Nonlinear mean filters in image processing, IEEE Tr. ASSP-34, 1986, č. 6, s. 578 - 584.
76. Huang, T. S. (ed.): Special section on multidimensional signal processing in image analysis. IEEE Tr. ASSP-37, 1989, č. 12, s. 2006 - 2174.
77. Arce, G. R. - Maragos, F.: et al. (eds.): Special issue on nonlinear image processing. IEEE Tr. IP-5, 1996, č. 6, s. 805 -1100.
78. Arce, G. R.: Multistage order statistic filters for image sequence processing. IEEE Tr. ASSP-39, 1991, č. 5, s. 1146 -1163.
79. Pitas, I. - Venetsanopoulos, A. N.: Order statistics in digital image processing, Proc. IEEE, 80, 1992, č. 12, s. 1892 - 1921.
80. Ko, S. J. - Lee, Y. H.: Center weighted median filters and their application to image enhencement. IEEE Tr. CAS-38, 1991, č. 9, s. 984 - 993.
81. Koivunen, V.: A robust nonlinear filter for image restoration. IEEE Tr. IP-4, 1995, č. 5, s. 569 - 578.
82. Arce, G. R. - Hall, T. A. - Barner, K. E.: Permutation weighted order statistical filter lattices. IEEE Tr. IP-4, 1995, č. 8, s. 1070 - 1083.
83. Coyle, E. J. - Lin, J. H. - Gabbouj, M.: Optimal stack filtering and the estimation and structural approaches to image processing. IEEE Tr. ASSP-37, 1989, č. 12, s. 2037 - 2066.
84. Zeng, B.: Optimal median-type filtering under structural constraints. IEEE Tr. IP-4, 1995, č. 7, s. 921 - 931.
85. Perlman, S. S. - Eisenhandler, S. et al.: Adaptive median filtering for impulse noise elimination in real time TV signals. IEEE Tr. COM-35, 1987, č. 3, s. 532 - 541.
86. Bernstein, R.: Adaptive nonlinear filters for simultaneous removal of different kinds of noise in images. IEEE Tr. CAS-34, 1987, č. 11, s. 1275 - 1291.
87. Yang, X. - Toh, P. S.: Adaptive fuzzy multilevel median filters. IEEE Tr. IP-4, 1995, č. 5, s. 680 - 682.
88. Astola, J. - Haavisto, P. - Neuvo, Y.: Vector median filters. Proc. IEEE, 78, 1990, č. 4, s. 678 - 689.
89. Stevenson, R. L. - Arce, G. R.: Morphological filters: statistics and further syntactic properties. IEEE Tr. CAS-34, 1987, č. 11, s. 1292 - 1305.
90. Maragos, P. - Schafer, R. W.: Morphological filters, I, II. IEEE Tr. ASSP-35, 1987, č. 8, s. 1153 - 1184. Corr. ASSP-37, 1989, s. 597.
91. Maragos, P. - Schafer, R. W.: Morphological systems for multidimensional signal processing. Proc. IEEE, 78, 1990, č. 4, s. 690 - 710.
92. Arce, G. R. - Gallagher, N. C. Jr. -Nodes, T. A.: Median filters: Theory for one- and two-dimensional filters. In: Huang, T. S. (ed.):Advances in computer vision and image processing. Greenwich, CT, JAI 1986; Vol. 2, s. 89 - 166.
93. Pitas, I. - Venetsanopoulos, A. N.: Nonlinear digital filters. Boston, MA, Kluwer Academic Publ. 1990.
94. Haavisto, P.: Median filters. In: Mitra, S. K. - Kaiser, J. F. (eds.): Handbook for digital signal processing. New York, Wiley-Interscience 1993; Ch. 13-6, s. 953 - 980.

Tajemství Bernoulliho rovnice

Cyril Höschl

V příspěvku [1] byla zmínka o tom, že Bernoulliho rovnici v originálním spise Daniela Bernoulliho [2] nenajdeme. Vnucuje se otázka, co tam tedy najdeme a proč rovnice

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z = konst = \frac{v_0^{\,2}}{2g} + \frac{p_0}{\rho g} + z_0 \qquad (1)$$

nese jeho jméno. Rovnice (1) se týká ideální nestlačitelné tekutiny (bez vnitřního tření). Jde o proudění v proudové trubici tak malého průřezu, že rychlost proudění v ní můžeme považovat za konstantní. Spíše bychom tedy mohli mluvit o proudovém vláknu. Součin plochy průřezu A a rychlosti proudu v je konstantní, tj. platí rovnice kontinuity

$$Av = konst = A_0 v_0. \qquad (2)$$

Proudová trubice je znázorněna na obr. 1. Přitom p značí tlak, z výšku středu průřezu nad referenční vodorovnou rovinou, ρ hustotu a g gravitační zrychlení.

Obr. 1

DANIELIS BERNOULLI JOH. FIL.
MED. PROF. BASIL.
ACAD. SCIENT. IMPER. PETROPOLITANÆ, PRIUS MATHESEOS SUBLIMIORIS PROF. ORD. NUNC MEMBRI ET PROF. HONOR.

HYDRODYNAMICA,

SIVE

DE VIRIBUS ET MOTIBUS FLUIDORUM COMMENTARII.

OPUS ACADEMICUM

AB AUCTORE, DUM PETROPOLI AGERET, CONGESTUM.

ARGENTORATI,

Sumptibus JOHANNIS REINHOLDI DULSECKERI,

Anno M D CC XXXVIII.

Typis JOH. HENR. DECKERI, Typographi Basiliensis.

Obr. 2

Obr. 3

Rovnice (1) a (2) jsou základem řešení mnoha důležitých úloh technické praxe, v nichž místo proudové trubice vystupuje potrubí (pokud lze předpokládat, že rychlost tekutiny v jeho průřezu je dostatečně přibližně konstantní).

V článku [3] je citována fundamentální Gerickeho věta, která platí v dějinách matematiky: "Věta, která nese něčí jméno, pochází od někoho jiného." Vztahuje se tato věta i na případ Bernoulliho rovnice (1)? Pokusíme se poodhalit toto tajemství.

Rodina Bernoulliů pocházela z Antverp, byla velmi početná a slavná a do Basileje se uchýlila z náboženských důvodů. V mechanice se nejvíce proslavili bratři Jakub (1654 - 1705) a Jan (1667 - 1748), jakož i Janův syn Daniel (1700 - 1782). Posledně jmenovaný vydal v roce 1738 ve Štrasburku svou Hydrodynamiku, jejíž umělecky zdobený titulní list reprodukujeme na obr. 2. V této knize tvrdí autor na str. 7, že jeho teorie je nová, neboť uvažuje zároveň tlak i pohyb. Na jiném místě najdeme větu: "Žádné těleso se nemůže samo povznést do větší výšky, než z které volně spadlo". Původ této věty sahá až k Leibnizovi a Huygensovi a jejím obsahem, stejně jako obsahem rovnice (1), je zákon o zachování energie.

K odvození rovnice (1) se vztahuje text uvedený až v předposlední (dvanácté) kapitole knihy (§ 5, str. 258). Tam je formulována tato úloha:

"Je dána nádoba s velmi velkým průřezem *ACEB*," (obr. 3), "kterou udržujeme plnou vody a která je navrtána a opatřena vodorovnou válcovou trubkou *ED*; na vnějším konci trubky se nachází ústí *o*, z kterého voda konstantní rychlostí vytéká. Ptáme se, jak velký tlak působí na vnitřní straně trubky."

Řešení, které pak Bernoulli nabízí, je z našeho dnešního hlediska nepřesným slovním popisem fyzikální podstaty jevu, doprovázeným matematickými symboly, jejichž význam není nijak přesně vymezen. Je na čtenáři, aby si s nimi poradil. Abychom to čtenáři usnadnili, vložíme do překladu původního textu v závorkách vlastní vysvětlující poznámky. Bernoulli píše:

"Nechť a značí výšku vodní hladiny AB nad ústím o; výtoková rychlost vody v otvoru o je, vznikne-li ustálený stav, konstantní a rovna $\sqrt{a}$ (odtud lze soudit, že $2g = 1$), neboť jsme předpokládali, že nádoba zůstává plná. Je-li poměr průřezu trubky k průřezu otvoru v ústí n :1, bude rychlost v trubce $\sqrt{a}/n$. Kdyby celá plocha FD uzávěry chyběla, byla by rychlost v trubce $\sqrt{a}$, tedy větší než $\sqrt{a}/n$; voda v trubce se tedy snaží téci větší rychlostí, čemuž brání plocha uzávěry. Z toho vzniká přetlak, který se přenáší na vnitřní stěnu. Podle toho je tlak na vnitřní stěnu úměrný zrychlení, kterému by byla vystavena tekutina, kdyby překážka náhle zmizela a tekutina mohla volně proudit do atmosféry.

Všechno tedy probíhá tak, jako kdyby se trubka během proudění tekutiny k ústí *o* náhle v průřezu *cd* rozlomila a hledalo se zrychlení kapky (částice tekutiny) *abcd*. Z tohoto důvodu musíme vzít v úvahu nádobu *ABEcdC* a odtud stanovit zrychlení, kterému budou podrobeny částice s počáteční rychlostí $\sqrt{a}/n$.

Nechť v značí proměnnou rychlost v trubce *Ed*, n průřez trubky (dříve to byl poměr dvou průřezů), její délka $Ec = c$, $\mathrm{d}x$ je délka *ac*. V tomto okamžiku vstupuje kapka do trubky u *E*, zatímco *abcd* trubku opouští. Kapka u *E*, jejíž hmotnost je $n\,\mathrm{d}x$ (předpokládá se tedy jednotková hustota), dosahuje rychlosti v, tedy živé síly $n\,v^2\,\mathrm{d}x$ (podle Leibnize je živá síla součinem hmotnosti a kvadrátu rychlosti), která vzniká zúplna; vskutku nemá kapka u *E* před vstupem do trubky žádnou rychlost, neboť obsah nádoby *AE* je nekonečně velký. K živé síle $n\,v^2\,\mathrm{d}x$ přijde ještě přírůstek, který voda dostane v prostoru *Eb*, když kapka *ad* vyteče. Tento přírůstek je zřejmě $2\,n\,c\,v\,\mathrm{d}v$ ($n\,c$ je hmotnost, $2\,v\,\mathrm{d}v$ vznikne diferenciací v^2). To všechno se musí vztáhnout ke skutečnému sestupu kapky z výšky *BE*, tedy z výšky a. Takže platí:

$$n\,v^2\,\mathrm{d}x + 2\,n\,c\,v\,\mathrm{d}v = n\,a\,\mathrm{d}x$$

čili

$$v\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x} = \frac{a - v^2}{2c}\,. \qquad (3)$$

Během celého pohybového děje je přírůstek rychlosti, který vzniká v časovém intervalu $\mathrm{d}x/v$, úměrný tlaku. V našem případě je tedy tlak, který působí na kapku *ad*, úměrný velikosti $v\,\mathrm{d}v/\mathrm{d}x$, tedy též úměrný výrazu $(a - v^2)/2c$."

Všimněme si, že Bernoulli chápe působení tlaku vždy jen jako tlak mezi stěnou a tekutinou; pojem vnitřního tlaku v tekutině zavedl teprve Leonard Euler (1707 - 1783).

Jak odtud dospět k rovnici (1) a dát tedy obdivuhodným Bernoulliho úvahám moderní šat? Nejprve zavedeme konstantu úměrnosti λ a podle poslední citované věty položíme

$$p = \lambda\,\frac{a - v^2}{2c}\,.$$

Poté nahradíme výšku a výrazem $2\,g\,(z_0 - z)$ (neboť Bernoulli psal $\sqrt{a}$ místo $\sqrt{2ga}$). Konečně poměr λ/c označíme jako ρ a dostaneme

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z = z_0. \qquad (4)$$

To je však zvláštní případ rovnice (1), v níž položíme $p_0 = 0$ (odečteme atmosférický tlak, takže p bude znamenat přetlak) a také $v_0 = 0$ (hladina v nádobě podle předpokladu neklesá).

V knize Danielova otce Jana Bernoulliho, nazvané "Hydraulica, nunc primum detecta ac demonstrata directe ex fundamentalis pure mechanicis," najdeme rovnici

$$p = \frac{\alpha^2 h^2 - \beta^2\omega^2}{2\,\alpha^2 h}\,v^2 + h\omega\,v\,\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}\int\frac{\mathrm{d}s^2}{y\,\mathrm{d}t} \qquad (5)$$

kterou bychom mohli po obdobné rekonstrukci, jakou jsme ukázali u rovnice (3), převést na tvar

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z + \frac{1}{g}\int_{s_0}^{s}\frac{\partial v}{\partial t}\,\mathrm{d}s = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{p_0}{\rho g} + z_0. \qquad (6)$$

Zde s je délka měřená po proudovém vláknu od průřezu A_0 k průřezu A (obr. 1). Je to Bernoulliho rovnice pro nestacionární proudění a pochází od Jana, tedy nikoli Daniela Bernoulliho. Ironií osudu je, že i tato rovnice bývá připisována Danielovi. Jako by to byla pomsta Prozřetelnosti za podvod, kterého se ze žárlivosti dopustil otec Jan, aby oslabil synovu slávu. Na rukopisu knihy Jana Bernoulliho, uloženém v bazilejské knihovně, najdeme totiž datum 1732, ačkoli rukopis byl prokazatelně dokončen až roku 1740 (viz [4]).

Dnes se zdá nepochopitelné, jak "neohrabaně" byla Bernoulliho rovnice v originálním spise [2] odvozena. Tím, že autor zvolil např. $g = 0{,}5$ nebo $\rho = 1$, velice znesnadnil kontrolu rovnic podle fyzikálních rozměrů. Soustředil se na zkoumání fyzikálního jevu, zato byl nepozorný v označování veličin (srovnej dvojí význam symbolu n). Výsledkem jeho úvah nebyl vzorec pro výpočet neznámého tlaku, ale pouze jakási slovně popsaná úměra s blíže neurčenou konstantou úměrnosti. A přece nelze jeho dílu upřít geniálnost. Vždyť v jeho době nebyly ještě vytříbené pojmy a všeobecně uznávané definice a zákony. Z textu je zřejmé usilovné přemýšlení, které autora dovedlo k jeho výsledkům. Je to týž proces poznávání, kterým musí i dnes projít - byť na jiné výchozí pozici - každý student oboru mechaniky, který své poslání bere poctivě a vážně. Krása jeho úvah spočívá v tom, že je lze nakonec matematicky popsat. To uměl ocenit už Leonardo da Vinci (1452 - 1519), který napsal: "Kdo nevěří ve vrcholnou jistotu matematiky, tápe v zmatku a nikdy neumlčí rozpory sofistických věd, které člověka učí věčnému křiku."

Literatura

[1] HÖSCHL, C.: Jak daleko je dnešní mechanika od Babylonské věže? Bulletin ČSM č. 2 (1996), s. 3 - 5.

[2] BERNOULLI, D.: Hydrodynamica. Argentorati, Štrasburk 1738.

[3] GÖRTLER, H.: Zur Geschichte des Π - Theorems. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik 55 (1975), č. 1. s. 3 - 8.

[4] SZABÓ, I.: Die ursprünglichen Fassungen einiger Gesetze der Mechanik. Die Bautechnik 45 (1968), č. 1, s. 1 - 8.

[5] LEONARDO DA VINCI: Nápady (výbor z próz). Odeon, Praha 1982.

INFORMACE

Sekretariát České společnosti pro mechaniku hodlá založit zvláštní kartotéku infomací o konferencích, které se budou konat v České republice. Žádáme proto všechny organizátory konferencí, seminářů a podobných akcí z oboru mechaniky, aby datum a název akce oznamovali předem do sekretariátu Společnosti.

Chceme tím zamezit současnému pořádání konferencí z příbuzných oborů, tak jak se to již nejednou stalo v minulosti. Po zaběhnutí této evidence doporučujeme všem pořadatelům konferencí, aby nejdříve datum akce konzultovali se sekretariátem České společnosti pro mechaniku.

(Telefon/fax 8587784, e-mail: csm@it.cas.cz)

Ing. Jitka Havlínová
tajemnice Společnosti

Druhá evropská konference
TURBOSTROJE - DYNAMIKA TEKUTIN A TERMODYNAMIKA

5. - 7. března 1997, Antverpy, Belgie

V roce 1993 byl ustaven Evropský výbor, který za podpory Evropské Unie uspořádal první konferenci s výše uvedenou tematikou v roce 1995 v Erlangenu v Německu. Evropský výbor si vytkl za cíl vytvořit konferenci evropského formátu se zaměřením na základní problematiku přeměny energie v turbostrojích, nahradit některé národní konference a vytvořit v dané problematice evropskou protiváhu k americké konferenci ASME. Českou republiku v Evropském výboru od počátku jeho činnosti zastupuje autor článku.

Druhá konference byla uspořádána v Antverpách za předsednictví prof. R. Decuypere z Bruselu. Na druhou konferenci bylo zasláno 109 nabídek referátů. Při Evropském výboru byl vytvořen lektorský sbor, v němž je zastoupeno rovněž šest oponentů z České republiky. Tematicky vhodné příspěvky byly oponovány vždy třemi nezávislými oponenty z různých zemí. Nakonec výbor přijal 63 referátů, z toho čtyři z České republiky a jeden ze Slovenské republiky. Navíc byly předneseny tři přednášky pozvaných lektorů.

Konference se zúčastnilo přes 160 účastníků, z toho 15 z České republiky. Projednávaná problematika byla rozdělena do tematických okruhů: parní turbíny I, II, III; čerpadla a vodní turbíny; přestup tepla I, II; speciální problémy; proudění ucpávkami a netěstnostmi; nestacionární proudění.

V předsálí konferenčních prostor byla uspořádána výstava několika menších firem se zaměřením zejména na měřicí techniku a na speciální software.

První lektorskou přednášku měl G. Karadimas, SNECMA (F) na téma "Perspektivy vývoje součástí leteckých motorů při použití nových metod". Druhá lektorská přednáška W. Dawese, Whittle Laboratory (UK) měla název "Současný a budoucí vývoj 3D CFD pro turbostroje se zahrnutím účinků interakce rotoru a statoru". Třetí lektorská přednáška byla zaměřena na experimenty: G. Brüggemann, Institut für Thermodynamik der Luft- und Raumfahr (D) "Optické metody pro měření proudění v technických aplikacích".

V tematickém okruhu "parní turbíny" byla věnována pozornost 2D a 3D výpočtům proudění při návrhových a nenávrhových režimech a jejich porovnání s experimenty. Řada referátů byla zaměřena na výpočty a experimenty při dvoufázovém proudění vlhké páry. V dalších tematických okruzích se většinou projednávala problematika spojená s výpočty a experimenty při 3D proudění v průtočných částech, včetně proudění radiální vůlí nad lopatkami. Rozebíraly se rovněž moderní návrhové metody. Středem pozornosti v tematickém okruhu "přestup tepla" bylo chlazení lopatek plynových turbín se zaměřením zejména na filmové chlazení vnějších povrchů.

Tři české referáty se zabývaly problematikou parních turbín. Čtvrtý referát byl zařazen do tematického okruhu "aerodynamika kompresorů". Slovenský referát se týkal aerodynamiky turbín.

Přednesené referáty, kromě lektorských přednášek, byly otištěny ve sborníku konference. Jedenáct vybraných prací (mezi nimi jeden český referát) bude ještě publikováno v časopise

"Journal of Power and Energy" (UK), který se stal oficiálním publikačním časopisem evropské konference.

Druhá evropská konference o turbostrojích ukázala následující hlavní vývojové směry:
- rozsáhlé využití počítačů pro řešení přímých a nepřímých 2D a 3D úloh proudění průtočnými částmi všech druhů turbostrojů se zaměřením na optimalizaci tvarů obtékaných povrchů (lopatek, kanálů a pod.),
- experimentální ověřování počítačových metod,
- počítačový a experimentální výzkum vzniku a proudění vlhké páry v parních turbínách,
- intenzivní výzkum chlazení lopatek plynových turbín, zejména filmového chlazení vnějších povrchů,
- uvažování účinků nestacionárního proudění.

Třetí evropská konference "Turbostroje - dynamika tekutin a termodynamika" bude uspořádána v prvním týdnu měsíce března 1999 ve Velké Británii, nejspíše v Londýně.

Doc. ing. Miroslav Šťastný, DrSc.
ŠKODA TURBINY, Plzeň

INFORMACE

NAME OF CONFERENCE	CONTACT PERSONS	DATES
GERMANY Fifth IFToMM International Conference on Rotor Dynamics Darmstadt, Germany	Prof. R. Nordmann Mechatronische Systeme im Maschinenbau, Technische Hochschule, Darmstadt Petersenstrasse 30, 64287 Darmstadt, Germany	September 7-10 1998
ROMANIA The VIth National Symposium on Computer-Aided Design-PRASIC '98	Prof. Petre Alexandru Prof. Grigore Goru University of Transilvania B-dul Eroilor nr. 29 2200 Brasov Romania	November 1998
KAZAKHSTAN International Conference Spatial Mechanisms and High Class Mechanisms, Almaty	Prof. U. A. Joldasbekov President Kazakh Academy of Engineering 480100 Almaty Kazakhstan	Autumn 1998

Vzpomínka na prof. Richarda Skalaka, světovou osobnost a spoluzakladatele biomechaniky a bioinženýrství

Prof. Richard Skalak, pracovník oddělení aplikované mechaniky Kalifornské univerzity v San Diego a ředitel Ústavu mechaniky a materiálů rovněž v San Diego v U.S.A., zemřel po dvou letech zákeřné nemoci dne 17. září 1997, ve věku 73 let.

Prof. R. Skalak se narodil v roce 1924 českým přistěhovalcům žijícím v této době v New Yorku. Měl tři sestry a dva bratry. Po ukončení bakalářského studia (1943) a magisterského studia v oboru stavebního inženýrství na Kolumbijské univerzitě v New York, pracoval jako instruktor v námořnickém výzkumu a to v letech 1948 až 1954. Postdoktorandské studium v oboru mechanika tekutin ukončil v roce 1954 (Ph.D.). Jeho disertace byla věnována problémům vodního rázu. Na Kolumbijské univerzitě zůstal po celých 34 let a to do roku 1988. V pozdějších letech se zabýval vibracemi kapalin, šířením povrchových vln v rotující kapalině a teorií turbulence, jakož i výzkumem dobývání a zpracování nafty. Od roku 1960 se začal zajímat o biomedicínské problémy.

V letech 1967 až 1968 pracoval na univerzitě v Göteborgu, kde ve spolupráci s dr. P. I. Branemarkem se věnoval originální studii biomechaniky erytrocytů. Na základě principů mechaniky poprvé popsali deformaci erytrocytů a jejich membrán. Výsledky byly shrnuty v článku „Deformation of Red Blood Cells in Capillaris" a publikovány v časopise Science, 1969. V této výzkumné činnosti dr. R. Skalak pak pokračoval na Kolumbijské univerzitě ve spolupráci s dr. Shu Chienem. V roce 1958 přešel prof. R. Skalak na Kalifornskou univerzitu v San Diego a v roce 1992 se stal při této univerzitě zakladatelem a ředitelem Ústavu mechaniky a materiálu (IMM). Tento ústav plní ve Spojených státech úlohu koordinace výzkumu a dalšího vývoje chytrých, inteligentních a moudrých materiálů a systémů na základě nových koncepcí tkáňového inženýrství, rozšířené termodynamiky, teorie škál, fraktální komprese a špičkových nanotechnologií.

Úžasná pracovní a úspěšná činnost prof. Skalaka při řízení vynikajícího ústavu byla charakterizována těmito výsledky. V průběhu svého čtyřletého vedení organizoval 72 sympozií a pět letních škol, kterých se zúčastnilo více než 5000 špičkových odborníků z celého světa. Tato vědecká setkání byla zaměřena na vazbu mezi mechanikou a materiálem a jejich cílem byl výzkum nanomateriálů, nanotribologie, únavy geobiomateriálů, mikroteorie kompozitů, superplasticita a řada dalších transdisciplinárních oborů. Prof. Skalak vždy nosil domů dvě aktovky. Když byl svými spolupracovníky dotazován, proč tomu tak je, odpověděl, že v jedné se nacházejí podklady pro obchodní činnost ústavu IMM a v druhé jsou dokumenty týkající se badatelské činnosti. Jeho vynikající celoživotní výzkumná činnost byla zejména zaměřena na reologii membrán, konstitutivních rovnic měkké a pevné tkáně, biomechaniku leukocytů, vývoj titanové zubní náhrady, na mikropohyby kostních implantátů, biomechaniku plicní cirkulace, výzkum rakoviny, srpkovitost erytrocytů, mikrocirkulace krve, biomechanikui adheze buněk, hypertenzi, biomechaniku arteriosklerózy a na další patologické problémy z hlediska bioinženýrství. Jeho světové přínosy v oboru biomedicínského inženýrství a biomechaniky jsou shrnuty ve více než 200 vědeckých publikacích. Je rovněž spoluautorem proslulých knižních publikací „Mechanics and Thermodynamics of Biomembranes", CRC Press Inc., Boca Raton

1080 a „Microvascular Mechanics“, Springer Verlag, 1989. Spolu s dr. Chienem byl editorem světového díla „The Handbook of Bioengineering“, McGraw-Hill, 1989.

Prof. Skalak byl členem New York Academy of Sciences, New York Academy of Medicine, National Academy of Engineering a dalších 17 národních a mezinárodních vědeckých společností. Je spoluzakladatelem konání Světových kongresů biomechaniky. V roce 1990 byl spolupředsedou 1. Světového kongresu biomechaniky, San Diego, U.S.A. Byl členem redakčních rad 5 vědeckých časopisů, z toho v letech 1978 - 1979 redaktorem Journal of Applied Mechanics a v letech 1984 - 1988 redaktorem časopisu Journal of Biomechanical Engineering. Získal rovněž řadu vysokých ocenění a uznání, např. Lissnerovu cenu ASME, medaili Theodore von Karmana (ASCE), Poiseuilleho (ISB), ČSAV a Melvilleho (ASME).

Prof. R. Skalak svým životních dílem zahájil převratný proces, který se jednak týká poznání biomechanické odezvy biomateriálů a jejich soustav, jednak využití těchto poznatků v biomedicínském inženýrství.

Jeho laskavé, jemné a cílevědomé vedení i řešení procesů celosvětového výzkumu a vývoje v biomechanice člověka bude nezapomenutelnou vzpomínkou na jeho osobnost.

Prof. Jaroslav Valenta
předseda Rady českých vědeckých společností
prezident EUREKY České republiky
člen Světového řídícího výboru pro biomechaniku

INFORMACE

Eighth International Symposium on Measurement and Control in Robotics
June 8 - 12, 1998
Prague, Czech Republic

Organized by: IMEKO Technical Committee on Measurement in Robotics (TC17)
Czech National Committee IMEKO
Czech Technical Univerzity
Faculty of Mechanical Engineering

Enquiries and Further Information:
8th ISMCR '98 Secretariat
ČEDOK, a.s. Congress & Incentive Department
Na Příkopě 18, 111 35 Prague
Czech Republic
Phone: 420 2 24197695 FAX: 420 2 24221740 420 2 24213786
Email: cong@cedok.anet.cz

or

Phone: 420 2 24352737 FAX: 420 2 24310292 Email: volf@fsid.cvut.cz

Ing. Milan BABINSKÝ CSc.
N 11.10.1942 Praha
SAGE Brno, s.r.o.,vývoj software
project manager

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Husova 13	Jiráskova 30
Brno	Brno
602 00	602 00
☎ 05+4321 1834	☎ 05+753 409
Fax 05+4321 5567	*Fax*

TM

Prof. Ing. Miroslav BALDA DrSc.
N 20.5.1932 Plzeň
Západočeská univerzita
ředitel UFY

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Veleslavínova 11	Kardinála Berana 10
Plzeň	Plzeň
301 14	301 25
☎ 019+722 11 78	☎ 019+227153
Fax 019+722 07 87	*Fax*
mbalda@hera.zcu.cz	

TM,PM,MM

Ing. Ladislav BERÁNEK CSc.
N 29.11.1957 Hlinsko
Jihočeská univerzita
odborný asistent

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Jeronýmova 10	Zahradní 380
České Budějovice	Hrdějovice
370 01	373 61
☎	☎
Fax	*Fax*

MT,PM

Ing. Vladimir BORŮVKA CSc.
SO 25.11.1925 Praha
SVÚSS, a.s.
výzkumný a vývojový pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Podnikatelská ul.	Táhlá 6
Praha 9 - Běchovice	Praha 4 - Braník
190 11	147 00
☎ 02+6706 3549	☎ 02+472 83 68
Fax 02+627 4350	*Fax*

TM

Prof.Ing. Jiří BRADÁČ CSc.
N 28.5.1936 Plzeň
VŠB, Technická univerzita Ostrava,Fak.stavební
profesor

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
17.listopadu 15	J.Ziky 1943
Ostrava - Poruba	Ostrava - Poruba
708 33	708 00
☎ 069+44 34 82	☎ 069+666 1904
Fax 069+44 34 82	*Fax*

GE

Ing. Igor EISNER CSc.
N 20.8.1947 Zvolen (Slovensko)
Výskumno-vývojový ústav strojov a mechanizmov
samostatný výzkumný pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Buzulucká 3	Hlinkova 2330
Zvolen	Zvolen
961 50	960 01
☎ 0855+320270-7 l. 1201	☎ 0855+361536
Fax 0855+258 39	*Fax*

TM

Prof. Ing. Ondřej FISCHER DrSc.
N 5.11.1929 Praha
Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR
vědecký pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Prosecká 76	Mánesova 49
Praha 9	Praha 2
190 00	120 00
☎ 02+882 334	☎ 02+22251565
Fax 02+884 634	*Fax*

Ing. František FRIDRICH
SO 7.10.1954 Nové Město na Moravě
ATEKO a.s.
výzkumný pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Resslova 956	Markova 739
Hradec Králové	Hradec Králové
500 10	500 02
☎ 049+380 11	☎
Fax	*Fax*

MM,EM,IK

Doc.Ing. Nikolaj GANEV CSc.
N *24.3.1953* *Jambol (Bulharsko)*
ČVUT, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
vědecký pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Břehová 7	U valu 862/2
Praha 1	Praha 6 - Ruzyně
115 19	161 00
☎ 02+21912413	☎ 02+301 7884
Fax 02+21912407	*Fax*

ganev@troja.fjfi.cvut.cz

Ing. Karel HAUSVATER
N *5.8.1935* *Hradec Králové*
CHMP Velkomoravia, s.r.o.
ředitel

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Vaculíkova 1a	Brožíkova 14
Brno	Brno - Lesná
638 00	638 00
☎ 05+45222334	☎ 05+521135
Fax 05+45222334	*Fax* 05+521135

MS

Ing. Jan HEISLER
S *8.8.1964* *Praha*

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
	Na Stárce 12
	Praha 5
	150 00
☎	☎ 02+782 06 43?
Fax	*Fax*

MT

Ing. Jiří HERŠTUS DrSc.
N *24.1.1938* *Český Brod*
AGE s.r.o. - Aplikovaná geotechnika a ekologie
jednatel společnosti

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Thámova 9	K Dolankám 996
Praha 8	Česky Brod
180 00	282 01
☎ 02+232 0177	☎ 0203+622 467
Fax 02+232 0177	*Fax*

GE

Ing. Jaromír HORÁČEK DrSc.
N *17.10.1946* *Praha*
Ústav termomechaniky AV ČR
zástupce ředitele

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Dolejškova 5	Davídkova 95/2103
Praha 8	Praha 8
182 00	182 00
☎ 02+6605 3125	☎
Fax 02+858 46 95	*Fax*

jaromirh@it.cas.cz

Doc. Ing. Milan HÝČA DrSc.
N *17.11.1939* *Mladá Boleslav*
Česká zemědělská univ., Tech.fak.,kat.mech.a stroj.
docent

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
	Soukenická 27
Praha 6 - Suchdol	Praha 1
165 21	110 00
☎ 02+2438 3174	☎ 02+231 45 75
Fax 02+2092 1361	*Fax*

hyca@tf.czu.cz

Ing. Jitka JÁGROVÁ CSc.
N *7.11.1939* *Praha*
Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní,
kat. mech., pružnosti a pevnosti

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Hálkova 6	Žitná 823
Liberec	Liberec 6
461 17	460 06
☎ 048+218 47/316	☎ 048+5135314
Fax 048+510 58 82	*Fax*

jitka.jagrova@vslib.cz

Ing. Jaromír JÍLEK CSc.
SO *27.2.1945* *Praha*
Komerční pojišťovna, a.s.
systémový administrátor

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Jindřišská 17	Jeseniova 153
Praha 1	Praha 3
111 21	130 00
☎ 02+220 95373	☎ 02+821 86 05
Fax 02+24236696	*Fax*

MT,LE

Doc. Ing. Miroslav JÍLEK CSc.
N *5.4.1941* *Praha*
ČVUT, FS, kat. mechaniky tekutin a termomechaniky
docent

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Technická 4	Na Vinobraní 18
Praha 6	Praha 10
166 07	106 00
☎ 02+2435 2581	☎ 02+768 910
Fax	*Fax*

jilek@fsid.cvut.cz
TM,EM,MT,RM

RNDr. Pavel JONÁŠ DrSc.
N *23.12.1932* *Chrustenice*
Ústav termomechaniky AV ČR
vědecký pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Dolejškova 5	Hradešínská 47
Praha 8	Praha 10
182 00	101 00
☎ 02+6605 3313	☎ 02+739 244
Fax 02+858 46 95	*Fax*

jonas@it.cas.cz
MT,VI

Ing. Vratislav KAFKA DrSc.
N *3.7.1929* *Hevlín*
Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR
vedoucí odd. biomechaniky

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Prosecká 76	Ružinovská 10
Praha 9	Praha 4
190 00	142 00
☎ 02+69785 06	☎ 02+472 49 50
Fax 02+884 634	*Fax*

Doc. Ing. Daniel KALINČÁK CSc.
N *27.1.1947* *Vrútky*
Žilinská univerzita, KKVMZ
vedoucí oddělení vozidel

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Veľký diel	O.Plachého 40
Žilina	Martin - Priekopa
010 26	036 08
☎ 089+512 kl.349	☎ 0842+282 230
Fax 089+53016	*Fax*

kalincak@fstroj.utc.sk
TM,PM,EM,

Ing. Petr KASALICKÝ CSc.
N *13.6.1942* *Chrudim*
podnikatel

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
	Manětínská 10
	Plzeň
	323 30
☎	☎ 019+670 06 ?
Fax	*Fax*

Ing. Milan KLADRUBSKÝ
SO *4.6.1955* *Příbram*
VZLÚ-Palmovka

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
V Mezihoří 2	
Praha 8 - Libeň	Voznice 26
180 00	
☎ 02+6841456	☎ 0305+222 04
Fax	*Fax*

MT

Ing. Petr KOKTAN
N *6.5.1953* *Žalov*
TREZOR TEST, s.r.o.
vedoucí zkušební laboratoře

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Na vršku 67	Běchorská 2230
Klecany	Praha 9 - H. Počernice
250 67	193 00
☎ 02+6603 2916	☎ 02+860 220
Fax 02+860 220	*Fax* 02+860 220

TM,EM

Ing. Václav KONEČNÝ CSc.
SO *17.5.1935* *Krčmaň, okr. Olomouc*
SVÚSS, a.s.
výzkumný a vývojový pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Podnikatelská ul.	Jabloňová 31
Praha 9 - Běchovice	Praha 10
190 11	106 00
☎ 02+6706 3523	☎ 02+758132
Fax 02+627 4350	*Fax*

MT

Doc. Ing. Zdeněk KOPŘIVA CSc.
N *8.1.1926* *Uherské Hradiště*

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
	Hroznová 43
	Brno
	603 00
☎	☎ 05+432 47764
Fax	*Fax*

Prof. Ing. Ctirad KRATOCHVÍL DrSc.
SO *1.4.1938* *Město Albrechtice*

VUT Brno, Fakulta strojní
ředitel ústavu mechaniky těles

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Technická 2	Hakenova 5
Brno	Brno
616 69	638 00
☎ 05+4114 2853	☎ 05+621 900
Fax 05+745718	*Fax*

TM,LE

Ing. František LOULA
SO *29.10.1945* *Praha*

SVÚSS, a.s.
výzkumný a vývojový pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Podnikatelská ul.	Na strži 1197
Praha 9 - Běchovice	Praha 4
190 11	140 00
☎ 02+6706 3519	☎
Fax 02+627 4350	*Fax*

MT,LE

Doc.Ing. Jiří MÁCA CSc.
SO *1.5.1957* *Praha*

ČVUT, Fakulta stavební,

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Thákurova 7	Jiřinková 18
Praha 6	Praha 10
166 29	100 00
☎ 02+2435 4500	☎ 02+755 04 52
Fax 02+2431 0775	*Fax*

IK,GE,NG

Ing. Jiří NÁPRSTEK DrSc.
SO *24.9.1944* *Praha*

Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR
vedoucí oddělení

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Prosecká 76	Studentská 5
Praha 9	Praha 6
190 00	160 00
☎ 02+882 121	☎ 02+311 16 56
Fax 02+884 634	*Fax*

TM,EM,IK

RNDr. Marie NĚMEČKOVÁ
N *10.2.1948* *Blovice*

Ústav pro informace ve vzdělání
odborný pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Senovážné nám. 26	Hostýnská 12/516
Praha 1	Praha 10 - Malešice
111 21	108 00
☎ 02+24398267	☎
Fax	*Fax*

nemecko@alfa.uiv.cz
MT,LE

Doc. Ing. Miloslav OKROUHLÍK CSc.
N *7.5.1941* *Praha*

Ústav termomechaniky AV ČR
vedoucí oddělení

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Dolejškova 5	Vavřenova 1170
Praha 8	Praha 4
182 00	142 00
☎ 02+6605 3158	☎ 02+471 80 23
Fax 02+858 46 95	*Fax*

ok@bivoj.it.cas.cz
PM

Prof. Ing. Emanuel ONDRÁČEK CSc.
SO *25.12.1931* *Dolní Poříčí*

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR
náměstek ministra školství

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Karmelitská 8	Čejkova 12
Praha 1	Brno 15
118 12	615 00
☎ 02+519 31 11	☎
Fax	*Fax*

TM

Ing. Jan PAROUBEK CSc.
SO *23.10.1946* *Domažlice*

AHT Energetika, s.r.o.

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Plzeňská 221/130	Jindřišská 5
Praha 5	Praha 1
150 00	110 00
☎ 02+558818 lin.248	☎ 02+265 872
Fax	*Fax* 02+242 22407

MT,LE

Ing. Jaroslav PETRÁSEK CSc.
N *10.4.1949* *Hradec Králové*

VAMET, s.r.o.
jednatel

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Plzeňská 221/130	Slezská 62
Praha 5	Praha 2
150 00	120 00
☎ 02+558 818	☎ 02+2425 4805
Fax 02+524 330	*Fax*

adkr@mail.bic.cvut.cz
MM

Ing. Jaroslav PROCHÁZKA
N *5.4.1960* *Praha*

Letecké přístroje Praha,s.r.o.
vývojový pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Pod Hájkem 1	Přístavní 13
Praha 8	Praha 7
180 00	170 04
☎ 02+6830704,6833092	☎
Fax 02+6848444	*Fax*

Doc. Ing. Jaromír PŘÍHODA CSc.
SO *26.6.1939* *Praha*

Ústav termomechaniky AV ČR
vědecký pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Dolejškova 5	Fügnerova 251
Praha 8	Černošice I
182 00	252 28
☎ 02+6605 3824	☎ 02+6434133
Fax	*Fax*

prihoda@bivoj.it.cas.cz
MT

Doc. Ing. Pavel PUCHMAJER CSc.
N *1.3.1937*

ČVUT, Fakulta strojní, katedra pružnosti a pevnosti
docent

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Technická 4	Na vápenném 4A
Praha 6	Praha 4 - Podolí
166 07	147 00
☎ 02+2435 2519	☎ 02+428 78 35
Fax	*Fax*

TM

Ing. Ladislav PŮST DrSc.
N *26.1.1927* *Praha*

Ústav termomechaniky AV ČR
vědecký konzultant

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Dolejškova 5	Vestavěná 26
Praha 8	Praha 4
182 00	141 00
☎ 02+6885157	☎ 02+762 082
Fax 02+858 46 95	*Fax*

pust@bivoj.it.cas.cz
TM,EM

Prof. Ing. Ladislav RUS DrSc.
N *21.11.1943* *Ostrava*

ČKD PRAHA HOLDING, a.s.
technický ředitel

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Freyova 27	Slezská 103
Praha 9	Praha 2
190 02	120 00
☎ 02+6603 4330	☎ 02+731 677
Fax 02+6603 6501	*Fax*

TM

Ing. Stanislav SALABA
N *16.7.1924* *Praha*

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
	Čapkova 407
	Borohrádek
	517 24
☎	☎ 0444+8261
Fax	*Fax*

Doc.Ing. Otakar SEDLECKÝ DrSc.
SO *31.8.1932* *Bílina*
ČVUT, Fakulta stavební, kat. geotechniky
samostatný vědecký pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Thákurova 7	Nad Palatou 16
Praha 6	Praha 5
166 29	150 00
☎ 02+2435 1111	☎ 02+526 120
Fax	*Fax*

RNDr. Vladimír SCHENK DrSc.
N *4.8.1939* *Praha*
Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR
vedoucí vědecký pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
V Holešovičkách 41	Dürerova 2176
Praha 8 - Libeň	Praha 10
182 09	101 00
☎ 02+66009-338, -337	☎ 02+781 76 48
Fax 02+6880-105	*Fax*

SI

RNDr. Bohumil SVOBODA CSc.
N *7.11.1948* *Počátky*
GEODYN, s.r.o.
jednatel

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Tiskařská 10	Podjavorinské 1598
Praha 10	Praha 4
108 28	149 00
☎ 02+67210 165	☎ 02+791 38 74
Fax 02+67210 165	*Fax* 02+791 38 74

GE,SI

Prof. Ing. Jiří ŠESTÁK DrSc.
N *4.10.1930* *Brno*
ČVUT, Fakulta strojní
profesor

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Technická 4	Mečíková 10/2851
Praha 6	Praha 10
166 07	106 00
☎ 02+2435 2547	☎
Fax 02+2431 0292	*Fax*
sestak@fsid.cvut.cz	

Ing. Jaromír ŠKALOUD CSc.
SO *12.12.1944* *Přepychy*
SVÚSS, a.s.
výzkumný a vývojový pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Podnikatelská ul.	Faltanova 567
Praha 9 - Běchovice	Praha 4
190 11	149 00
☎ 02+6706 3531	☎
Fax 02+627 4350	*Fax*

MT

Ing. Josef ŠTANGL CSc.
N *27.5.1957* *Praha*
Integraph ČR, spol.s r.o.
projektový manažer

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Podbabská 20	Španielova 1305
Praha 6	Praha 6
160 46	163 00
☎ 02+24311741	☎ 02+3024667
Fax 02+24311742	*Fax*
jstangl@ingr.com	

IK

Ing. Václav TRKOVSKÝ CSc.
SO *9.6.1955*
ŠKODA, Technický úsek, Strategie

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Tylova 57	K jezu 20
Plzeň	Plzeň
316 00	315 02
☎ 019+773 24 90	☎
Fax	*Fax*

Ing. Jaroslav VACEK DrSc.
N *12.3.1938* *Kladno*
ČVUT Praha - Kloknerův ústav
ved.věd.prac.,soudní znal.-geotech.

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Šolínova 7	Slezanů 16
Praha 6	Praha 6
166 08	169 00
☎ 02+2435 3549	☎ 02+301 05 40
Fax 02+2431 0736	*Fax*

GE

Doc. Ing. Miroslav VÁCLAVÍK CSc.
N *27.12.1943* *Peřimov*
Výzkumný ústav textilních strojů, a.s.
generální ředitel

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
U jezu 4	Klášterského 256
Liberec	Liberec 10
461 19	460 10
☎ 048+510 11 49	☎ 048+242 28
Fax 048+334 24 02	*Fax*

TM

Ing. Miroslav VALEŠ
SO *8.9.1932* *Valdice u Jičína*
Výzkumný a zkušební letecký ústav
vědecky výzkumný pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
V mezihoří 2	Bořivojova 21
Praha 8 - Libeň	Praha 3
180 00	130 00
☎ 02+6841456	☎ 02+277 80 09
Fax	*Fax*

MT

Doc. Ing. Jan L. VÍTEK CSc.
N *29.6.1957* *Praha*
ČVUT, Fakulta stavební
docent

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Thákurova 7	Proboštská 4
Praha 6	Praha 6
166 29	160 00
☎ 02+2435 4417	☎ 02+312 2442
Fax 02+311 73 62	*Fax*
vitek@beton.fsv.cvut.cz	

IK

Ing. Jiří ZAVORAL CSc.
N *10.2.1944* *Polička*
AZ Consult spol.s.r.o., Ústí nad Labem
jednatel

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Klíšská 12	Svatojiřská 18
Ústí nad Labem	Ústí nad Labem
400 01	400 03
☎ 047+520 1070	☎ 047+346 97
Fax 047+520 1128	*Fax*

GE

Prof. Ing.Dr. Jan ŽIŽKA
N *28.8.1919* *Praha*

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
	Loosova 8
	Brno - Lesná
	638 00
☎	☎ 05+529 407
Fax	*Fax*

TM

PŘÍLOHA K ADRESÁŘI SPOLEČNOSTI - NOVÍ ČLENOVÉ

Ing. Martin BÍLEK
N *22.5.1971* *Liberec*
Technická univerzita v Liberci
doktorand

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Hálkova 6	Sněhurčina 710/73
Liberec	Liberec
460 17	460 15
☎ 048+25441 linka 173	☎
Fax	*Fax*

martin.bilek@vslib.cz
TM,PM,

Ing. Vladimír HRABÁNEK CSc.
N *7.10.1948* *Praha*
podnikatel

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
	Sestupná 9
	Praha 6
	162 00
☎	☎ 02+367920
Fax	*Fax* 02+367920

TM,PM,

RNDr.Ing. Zdeněk MATOUŠEK
N *2.7.1938* *Olešná*

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
	Přímětická 1186/6
	Praha 4 - Michle
	140 00
☎	☎ 02+61211054
Fax	*Fax*

TM

Ing. Jaroslav SAMOEL
N *26.11.1971* *Vysoké Mýto*
ČVUT, Fakulta stavební
postgraduální st.

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Thákurova 7	Komenského 89/IV
Praha 6	Vysoké Mýto
166 29	566 01
☎ 02+24351111	☎ 0468+21647
Fax 02+24310737	*Fax*

TM,PM,MM,MS

Doc.RNDr. Jan ŠKLÍBA CSc.
N *30.10.1935* *Opava*
Technická univerzita Liberec
docent

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Hálkova 6	Šluknovská 312
Liberec	Praha 9 - Prosek
461 17	190 00
☎ 048+21847	☎ 02+880631
Fax	*Fax*

RM,MT

Ing. Božetěch ŠULA CSc.
N *2.3.1928* *Praha*
AŽD,s.r.o. Praha
samost.vedoucí pracovník

Adresa zaměstnavatele	*Adresa bydliště*
Žirovnická 5	Chalupkova 2
Praha 10	Praha 4
106 00	149 00
☎ 02+67287323	☎ 02+7923630
Fax 02+67287363	*Fax*

TM,PM,MM,MS

Novým kolektivním členem Společnosti se stala firma

HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK HBM

Elektrická měření mechanických veličin

HBP Ing. Ivan Wasgestian - výhradní zastoupení firmy HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH, DARMSTADT

Kompletní měřicí řetězce od jedné firmy včetně know-how

např. systémy vážení a dávkování, měřicí systémy pro metrologické laboratoře, systémy sledování statických a dynamických dějů na ocelových konstrukcích apod.,
- snímače síly, tlaku, dráhy, zrychlení, krouticího momentu
- tenzometry
- analogové i digitální měřicí zesilovače,
- ústředny pro statická i dynamická měření
- firemní software pro řízení měření a vyhodnocení dat
- ISO9001 již od roku 1986

Najdete nás na těchto adresách:

HBP Ing. Ivan Wasgestian
Podskalská 7, 128 00 PRAHA 2
tel.: 02-294332, 0602-220667
fax.: 02-24913657

HBM-Centrum při ÚMT-VUT
Technická 2, 616 69 BRNO
tel.: 05-41214625, 41142806
fax.: 05-741852

Novinky z oboru dynamického měření:

MGCplus - 16ti kanálová digitální dynamická ústředna pro velmi přesná měření jak v laboratorních tak i v terénních podmínkách. Umožňuje práci ve spojení s PC i v autonomním režimu.

SPIDER 8 - cenově přístupná vícekanálová měřicí ústředna určená pro práci s PC rozšiřitelná až na 64 kanálů.

Prague Meetings on Macromolecules
56th meeting - 18th discussion conference

MECHANICAL BEHAVIOUR OF POLYMERIC MATERIALS
PRAGUE, 20 - 23 JULY 1998

SCOPE
The Conference will provide a forum for both academia and industry experts in the mechanical behaviour of solid polymers. both synthetic and natural. Special emphasis will be put on structural understanding of macroscopic mechanical behaviour. A lesson from natural biological materials will also be examined. Finally, methodological issues and new experimental approaches will be discussed.

TOPICS
1. Interrelations between structural hierarchy and mechanical behaviour
2. Analysis of strength and toughness for composites and blends
3. Effects of degradation on mechanical properties
4. New experimental approaches including on-line structural characterisation in mechanical testing, acoustic emission, fractoemission, and related techniques.

MAIN LECTURES
The following experts have accepted the invitation to present main lectures:
E. BAER *(Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, U.S.A.)*, G. CAPACCIO *(BP Chemicals Limited, Grangemouth, U.K.)*. G. K. ELYASHEVICH *(Institute of Macromolecular Compounds, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia)*, A. GALESKI *(Centre of Molecular and Macromolecular Studies, Polish Academy of Sciences, Lodz, Poland)*, W. GRELLMANN *(Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle, Germany)*, G. HINRICHSEN *(Technische Universität Berlin, Germany)*, H. L. KARDOS *(Washington University in St. Louis Missouri, U.S.A.)*, F. LaMANTIA *(Universita di Palermo, Italy)*, P. J. LEMSTRA *(Technische Universiteit, Eindhoven, The Netherlands)*, M. MATSUO *(Nara Women's University, Nara, Japan)*, and M. RAAB *(Institute of Macromolecular Chemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic, Praha, Czech Republic)*.

SPECIAL LECTURES
About fifteen special lectures (20 minutes each, additional 5 minutes for discussion) are to be presented at the Conference. Those interested in presentation of a special lecture should submit a brief summary, along with the preliminary registration card, to the P.M.M. Secretariat not later than by 15th October 1997. In November 1997, the Conference Programme Committee will inform interested participants whether their lectures have been accepted. Special lectures which have not been accepted may be presented as poster communications.

POSTER COMMUNICATIONS
Two poster sessions will be arranged (75-100 minutes each). The number of posters is not limited. Detailed information on the format of posters will be given in the *Second Circular*.

PANEL DISCUSSIONS
Two plenary discussions will be organised:

"Mechanical Behaviour of High-Performance Polymers"
Invited discussion leader:
A. HILTNER (Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, U.S.A.)

"Strength and Toughness of Oriented Polymer Systems, Composites, and Blends"
Invited discussion leader:
H. H. KAUSCH (École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland)

PUBLICATION
Summaries of main lectures, special lectures and poster communications will appear *in the Programme Booklet* (with ISBN). Full texts of main and special lectures will be published in a special volume of *Macromolecular Symposia.*

GENERAL INFORMATION
SESSIONS: All sessions of the meeting will take place in the *Institute of Macromolecular Chemistry*, Academy of Sciences of the Czech Republic, Heyrovského nám. 2, Praha 6 - Petřiny.
REGISTRATION: Full information and final registration form will be included in the *Second Circular* to be sent out before 1st February 1998 to all who preregistrer for meeting by returning the attached preliminary registration card till 1st December 1997
REGISTRATION FEES (approximate, including lunches):
full fee CHF 550, student fee CHF 250, accompanying person fee CHF 220. Payment of fees should be made along with submission of the final registration form.
SOCIAL EVENTS: All participants are invited to take part in social events to be specified in the *Second Circular*. A special programme will be arranged for registered accompanying persons.
ACCOMMODATION: Accommodation will be available in a hall of residence within easy reach from the Institute by public transport. The accommodation is not included in any registration fee.
VISAS: Both a valid passport and a visa are required for entry into the Czech Republic. Visas are not required from participants coming from countries with which the Czech Republic has a visa-free agreement. Please note the IUPAC sponsorship implies that entry visas will be granted to all bona fide scientists provided the application is made not less than three months in advance. If a visa is not granted one month before the meeting, the IUPAC Secretariat should be notified without delay by the applicant.

DETAILED AND TOPICAL INFORMATION:
Please visit our WWW site at http://www.ime.cas.cz/~sympo/pmm98.html.

Numerical Methods and Computational Mechanics 98

Prof. Dr. Aurél GALÁNTAI
Institute of Mathematics
University of MISKOLC
H-3515 Miskolc-Egyetemváros
Hungary

International Science Committee

Chairman:
B. SZABÓ, Washington University in St. Louis, USA

Honorary chairman:
P. RÓZSA, Technical University of Budapest, Hungary
R.P. AGARWAL, National University of Singapore, Singapore
I. BABUSKA, The University of Texas, USA
C. BREZINSKI, Universite' des Sciences et Technologies, de Lille, France
C. BROYDEN, University of Bologna, Italy
M. GRIEBEL, University of Bonn, Germany
M. KLEIBER, Polish Academy of Sciences, Poland
H. MANG, Vienna Technical University, Austria
P. NEITTAANMAKI, University of Jyvaskyla, Finland
E. STEIN, University of Hannover, Germany
W. WENDLAND, University of Stuttgart, Germany
T. CZIBERE, University of Miskolc, Hungary
I. KOZÁK, University of Miskolc, Hungary
Zs. GÁSPÁR, Technical University of Budapest, Hungary
I. PÁCZELT, University of Miskolc, Hungary

Local Committee

A. GALÁNTAI, Chairman
Gy. SZEIDL, Co-chairman
K. BALLA, (Budapest),
I. FARAGÓ (Budapest)
K. JEZSÓ (Miskolc),
K. JÁRMAI (Miskolc)
L. KALMÁR (Miskolc),
Gy. KÁROLYI (Budapest)
B. KOVÁCS (Miskolc)
G. STÉPÁN (Budapest)
G. STOYAN (Budapest),
Z. SZARKA (Miskolc)

Sponsors

Hungarian Academy of Sciences
IFToMM
Central European Association for Computational Mechanics

Address

A. Galántai
Institute of Mathematics
Gy. Szeidl
Department of Mechanics
University of Miskolc
3515 Miskolc, Egyetemváros
Hungary

Phone 36-46-365-111 exts.: 12 97 or 18 92; Fax: 36-46-365-74
E-mail: nmcm98@gold.uni-miskolc.hu

WWW Home Page

Please visit our WWW pages which are regularly updated and provide you with more information on formal requirements, deadlines, accommodation, travelling, schedule etc.

http://www.uni-miskolc.hu:8080/home/nmcm98/conf98.html

First Announcement and Call for Papers

NUMERICAL METHODS AND COMPUTATIONAL MECHANICS

N M
'98 MISKOLC
C M

24-27th August 1998
The University of Miskolc
Miskolc, Hungary

Organized by

Central European Association for Computational Mechanics
János Bolyai Mathematical Society
Hungarian Academy of Sciences
University of Miskolc
The Miskolc Committee of the Hungarian Academy of Sciences

Introduction

The aim of the conference is to bring together numerical analysts of classical topics and specialists in computational mechanics who are interested in the development, implementation and application of advanced methods for reliable mathematical simulation of structural and mechanical systems. Special attention will be given to the finite element and boundary element methods and related techniques.

Conferences on Numerical Mathematics and Computational Mechanics in Miskolc

Details form the preface written by the chairman *Ivo Babuska* of the Science Committee to the volume containing the Conference Abstracts in 1996:

'This Conference is one of the series of international conferences organized by the János Bólyai Mathematical Society (Keszthely 1968, 1973, 1977; Miskolc 1986, 1990, 1994). These conferences were initiated and have been fostered by some of the leading Hungarian mathematicians, particularly *Pál Rózsa*, who organized and chaired the first six conferences. At the beginning the conferences focused on the theory and applications of differential equations and numerical algebra. Their scope gradually widened to include, for the first time in 1994, computational mechanics.

... Many of the problems in science and engineering are best treated with solid knowledge in numerical mathematics and computational mechanics which have provided increasingly important methods for solving real engineering problems. Meeting and interacting with colleagues from other countries is an essential requirement for those who perform research and/or apply these methods in their work.'

The University and the city of Miskolc

The University of Miskolc was founded in 1949. However two of the faculties, the Faculty of Mining Engineering and the Faculty of Metallurgical Engineering, were established much earlier by the empress Maria-Theresia of the Habsburg family in 1735. Since its foundation in 1949, the University of Miskolc has became one of the largest institutions of higher education in Hungary. There are 10 000 full time and part time students and 700 academic and research persons. The six faculties: the Faculty of Mining Engineering, the Faculty of Metallurgical Engineering, the Faculty of Law, the Faculty of Business and Economics and the Faculty of Humanities, each headed by a dean, are largely independent. The university is one of the most important research centers in Central Europe and has close links with other universities all over the world.

Miskolc is situated in north-east Hungary at the foothills of the Bükk mountains. It is the second largest city in Hungary with a population of over 200000. The outskirts of the city abound in numerous sights including the greatest waterfall in the country, the famous swimming pools and spa of Miskolctapolca and the plateau of the Bükk mountains which are covered with beech forests. Near Miskolc there are the two historic towns of Eger and Sárospatak and the world famous wine district of Tokaj.

Call for Papers

Authors who wish to present a 20-minute contributed lecture should submit via e-mail a maximum of two-page abstract in English and LATEX format with article 12pt style. Page size is A4. Deadline: 30th of April, 1998.

Fields of Primary Interest

- Numerical algebra (sparse and dense linear systems, eigenvalue problems, nonlinear systems, parellel algorithms)
- Numerical solution of differential equations (IVP and BVP for ODEs and DAE, FEM and BEM for partial DEs, multigrid, difference and spectral methods, etc.)
- Computational mechanics (FEM and BEM with applications in mechanics of solid bodies and fluid mechanics, structural optimization, nonlinear dynamics etc.)

Forty five minute plenary lectures, thirty minute minisymposium lectures and twenty minute contributed talks are planned.

Plenary Speakers Include

R.P. Agarwal, I. Babuska, C. Brezinski, C. Broyden, Zs. Gáspár, M. Griebel, M. Kleiber, H. Mang, P. Neittaanmaki, P. Rózsa, E. Stein, B. Szabó, W. Wendland

Minisymposia

Computational methods for optimization of engineering systems, conjugate gradient methods, boundary element method, large eddy simulation and nonlinear dynamics: Other minisymposia are being organized also.

Language

English is the working language for the Conference

Publication

A special issue of the journals:
Computers & Mathematics with Applications
or
Computer Assisted Mechanics and Engineering Sciences

Papers on (structural) optimization are also welcomed in the journal
Structural Optimization
If the number of papers submitted to this journal is sufficiently large then a special issue will be published.

Deadlines

Submission of abstracts and registration: *30th of April, 1998.*
Final program, notification of acceptance: *30th of June, 1998.*
Submission of the entire paper is due on *25th of August, 1998.*

NUMERICAL METHODS AND COMPUTATIONAL MECHANICS IN SCIENCE AND ENGINEERING

August 24-27, 1998 MISKOLC, Hungary
Please complete and mail this form

Surname:_____
Given Name_____
Title (Dr/Mr/Ms):_____
Affilation:_____
Street/P.O. Box:_____
City, State: _____
Country:_____
Telephone:_____
Fax:_____
E-mail:_____

☐ I will attend the conference
☐ I intend to contribute a paper. An abstract will be mailed later
☐ An abstract is enclosed

Date _____Signature:_____

VENUE OF THE CONFERENCE

The Bernardin hotel complex with its Convention Center in the Grand Hotel Emona lies on a peninsula with lush Mediterranean flora, halfway between the medieval town of Piran and the modern seaside resort of Portorož. The centerpiece of the complex is the Bell Tower. This remnant of the 15th century St. Bernardin monastery stands as a proud reminder of the rich cultural past of Slovenia. The complex offers a total of 767 rooms, 250 of which are in the Grand Hotel Emona.

Portorož is easily accessible by car, or by:

- air: Portorož Airport - 5 km,
  Ljubljana-Brnik Airport - 130 km,
  Trieste Airport - 50 km,
  Klagenfurt Airport - 200 km.

Throughout the conference a special ground transportation will be organized between the Ljubljana-Brnik airport and the Bernardin Hotels.

- train: Koper railway station - 15 km,
  Trieste railway station - 25 km.

CHANGE OF LOCATION

The 5th European Rheology Conference will be held in Portorož, an attractive tourist spa on the Slovenian Adriatic Coast and not in Ljubljana as stated in the First announcement. The Convention Center of Bernardin Hotels ensures that all participants can stay together after hours in the same location where the conference will be held. This provides better opportunities for communication and socialization of the participants.

CONFERENCE LANGUAGE

English will be the official language. No translation will be provided.

KEY DATES

- **October 15, 1997**
  Deadline for submission of Reply card
- **January 15, 1998**
  Deadline for submission of abstract
- **March 15, 1998**
  Notification of acceptanc
- **April 15,1998**
  Deadline for submission of paper
- **July 15, 1998**
  Deadline for reduced -rate registration

WELCOME

The Slovenian Society of Rheology

5th European Rheology Conference

September 6-11, 1998

The Bernardin Hotels Portorož, Slovenia

SECOND ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPERS

SCIENTIFIC PROGRAM

This Conference will bring together scientists and engineers from different fields such as, rheology, materials science, chemical, mechanical, civil and electrical engineering, and others more. These deal, in one way or another, with the rheology of materials. The Scientific Program will follow the tradition of previous rheology conferences to let participants share the most recent developments in research, education and practice of rheology through plenary and keynote lectures, and oral and poster presentations. Papers dealing with rheology are sought in the following areas:

- The Rheology of Solids & Composites
- Constitutive Theories & Equations
- Fracture, Fatigue & Wave Propagation
- Polymer Melts & Polymer Processing
- Rheometry, Experimental Methods & Instrumentation
- Materials Characterization
- Time-dependent Phenomena
- Fluid Mechanics
- Numerical Simulations
- Analytical Methods
- Molecular Dynamics & Theories
- Material Processing
- Biorheology
- Blends
- Foams
- Electro- & Magneto-Rheology
- Food Rheology
- Industrial Rheology, coorganized with the Working Party on Industrial Rheology of the EFCE
- Liquid Crystals
- Polymer Solutions
- Surfactants
- Suspensions, Emulsions, Dispersions, Gels ...
- Environmental Interactions
- Other Related Topics

PUBLICATION AND SUBMISSION OF ABSTRACTS

In keeping with previous European Rheology Conferences, the proceedings of the 5th European Rheology Conference will be published as a volume of *Progress and Trends in Rheology.*

Submissions will be selected on the basis of 1-page abstracts. Participants wishing to enter their paper for poster presentation, should indicate so in the lower right corner of the abstract. In the same location indicate the area, named in the Scientific Program, to which your contribution should be allocated. The abstract should contain the title of the presentation, the author(s)'s name(s) and their affiliation(s) including full mailing address, telephone and fax. number, and e-mail address. Please use 11pts Times New Roman font.

SOCIAL PROGRAM

Several social and tourist activities will be organized for full participants and accompanying persons. A post conference tour will also be organized, provided there is sufficient interest.

EXHIBITION

An international exhibition of testing equipment and rheology related literature will be organized. Manufacturers and publishers are invited to address their interest to the conference organizers.

ORGANIZING COMMITTEE

I. Emri, Chair
R. Cvelbar
T. Malavašič
U. Osredkar
Z. Šebenik
A. Zupančič
M. Žumer

FURTHER INFORMATION

For further scientific information contact:

Prof. Igor Emri
Center for Experimental Mechanics
University of Ljubljana
Cesta na Brdo 49
SI-1125 Ljubljana, Slovenia
Tel: (+386) 61 123 2247
Fax: (+386) 61 123 2471
e-mail: igor.emri@ki.si
http://www.fs.uni-lj.si/cem/RHEO.html

For general information (i.e. registration, accommodation, exhibition, ...) contact the conference secretary:

Ms. Mateja Bourke
Center for Experimental Mechanics
University of Ljubljana
Cesta na Brdo 49
SI-1125 Ljubljana, Slovenia
Tel: (+386) 61 123 2247
Fax: (+386) 61 123 2471
e-mail: rheo.98@ki.si

The Secretary
EUROMECH 386
Department of Mechanical Engineering
Loughborough University
Loughborough
Leicestershire LE11 3TU
United Kingdom

Loughborough: Town and University

The University town of Loughborough is conveniently situated in the centre of England, close to the city of Nottingham. It may be easily reached by car (via the M1 motorway heading north out of London) and by rail from London St. Pancras station (in 1.5 hours). It is also within a short distance of the local East Midlands airport.

The colloquium will take place in Loughborough University which has the largest Engineering faculty in the U.K. and is famous for its engineering and sporting activities. It has a pleasant and spacious campus with excellent accommodation and recreation facilities.

Accommodation

Participants have the option of being accommodated in a University Hall of Residence (in rooms with en suite facilities) at modest charges or in the superior-quality Burleigh Court conference hotel. Both types of accommodation are situated on the campus of the University and are within short walks of the Colloquium venue.

Abstracts, papers and requests for further details should be sent to:

Dr. Thiam E. Chung
Colloquium Secretary (Euromech 386)
Department of Mechanical Engineering
Loughborough University
Loughborough
Leicestershire LE11 3TU
United Kingdom

Telephone: +44 (0)1509 223156
Fax: +44 (0)1509 223934
Email: t.e.chung@lboro.ac.uk

Alternative telephone number:
+44 (0)1509 223221

First Announcement and Call for Papers

EUROMECH Colloquium 386

Dynamics of Vibro-Impact Systems

at

Loughborough University

Loughborough, United Kingdom

15-18 September 1998

Scope of Colloquium

Mechanical systems with multiple impact interactions have wide applications in engineering as the most intensive sources of mechanical influence on materials, structures and processes. Vibro-impact systems are used widely in machine dynamics, vibration engineering and structural mechanics.

Analysis of vibro-impact systems involves the investigation of mathematical models with discontinuities and reveals their behaviour as strongly nonlinear. Such systems exhibit combined resonances, synchronisation and pulling, bifurcations and chaos, excitation and interaction of space coherent structures, shock waves, and solitons.

The aim of the colloquium is facilitate the exchange of up-to-date information on the analysis and synthesis of vibro-impact systems as well as on new developments in excitation, control and applications of vibro-impact processes.

Contributions to the Colloquium in the following areas are particularly welcome:

- excitation, synchronisation and stabilisation of vibro-impact processes
- dynamics of vibro-impact machines and technological processes
- non-linear phenomena due to vibro-impact interaction of solids
- effect of repeated impacts on solids and granular media
- control of vibrations by impacts
- analytical, experimental and numerical methods for the analysis of vibro-impact systems
- measurement of vibro-impact processes
- synthesis and optimisation of vibro-impact systems

Call for Papers and Deadlines

Authors wishing to contribute to the Colloquium are invited to submit two copies of a one-page abstract to the Colloquium Secretary by **1 February 1998**.

The authors will receive notification of acceptance of their proposed contribution by **1 March 1998**.

Full length (camera-ready) manuscripts will be limited to 10 pages per contribution and will be required by **1 June 1998**.

To enable delegates to the Colloquium to benefit fully from the contributions, confirmation of participation will be required when papers are accepted. Only confirmed presentations will be included in the Final Programme and the Proceedings.

Language of the Colloquium

The working language of the Colloquium is English which will be used for all presentations, discussions and printed material.

Colloquium Committee

Chairman: Professor V.I.Babitsky
Department of Mechanical Engineering
Loughborough University
Loughborough LE11 3TU
United Kingdom
Telephone: +44 (0)1509 223240
Fax: +44 (0)1509 223934
Email: v.i.babitsky@lboro.ac.uk

Secretary: Dr. T.E.Chung
Telephone: +44 (0)1509 223156
Fax: +44 (0)1509 223934
Email: t.e.chung@lboro.ac.uk

Pre-registration form: EUROMECH Colloquium "Dynamics of Vibro-Impact Systems"

Please tick appropriate box:

Name .....
Address .....
.....
.....
.....
.....

☐ I wish to contribute a paper provisionally entitled .....
.....
.....
.....
.....
and will provide an abstract by 1 February 1998.

☐ I am interested in attending the Colloquium. Please send me further details when available.

☐ I wish to receive details of the proceedings when published.

Telephone .....
Fax .....

Are you a Euromech Member? ☐ Yes ☐ No

IUTAM / IFToMM Symposium SNDS'98
Prof.M.Zakrzhevsky
Scientific Secretary of the SNDS'98
Institute of Mechanics
Riga Technical University
1, Kalku St, Riga, Latvia, LV-1658

Tel. +371 7 227 873, +371 2 466 328
Fax: +371 7820094
E-mail: mzakr@acad.latnet.lv
snds@adm.rtu.lv

PUBLICATION

The Proceedings of the Symposium will be published in hard cover book by *Kluwer Academic Publishers.* Abstracts of accepted lectures will be available at the time of registration.

SOCIAL PROGRAMME

Social Programme is open for all registered participants. It contains informal get-together party, reception , and guided tours over the Old Riga and suburbs (the half-day excursion followed by informal dinner).

REGISTRATION FEE

Before May 31, 1998	320 USD
After May 31, 1998	350 USD
Accompanying person	100 USD

The registration fee includes Programme and Abstracts, the Symposium Proceedings, coffee/tea, lunches, and the Social Programme. The hotel prices are not included into the fee.

ADDRESS OF ORGANIZING COMMITTEE

IUTAM / IFToMM Symposium SNDS '98
Prof. M. Zakrzhevsky, Scientific Secretary
Institute of Mechanics
Riga Technical University
1, Kalku St, Riga, Latvia, LV-1658

Tel. +371 7 227 873, +371 2 466 328
Fax: +371 7820094
E-mail: mzakr@acad.latnet.lv
snds@adm.rtu.lv

http://www.rtu.lv/mmd/snds98

IUTAM / IFToMM Symposium on

Synthesis of Nonlinear Dynamical Systems

SNDS '98

24-28 August, 1998 RIGA, LATVIA

hosted by the Institute of Mechanics of Riga Technical University with support of the Latvian National Committee for Mechanics and the Latvian Council of Science.

1st ANNOUNCEMENT and CALL FOR PAPERS

Chairman: Professor Egons Lavendelis,
Director of the Institute of Mechanics,
Rector of Riga Technical University
Scientific Secretary: Professor Michael Zakrzhevsky

Deadlines to remember 1998

January 15	Submission of abstracts
March	Notification of acceptance
April	Preliminary programme
May 31	Registration at reduced fee
May 31	Receipt of camera-ready abstracts
June 30	Last date of registration for inclusion in the Final Programme
August 24	Last date for receipt full papers

SCIENTIFIC COMMITTEE

Professor E. Lavendelis, Chairman, Riga, Latvia
Professor J. Angeles, Montreal, Canada
Professor I. Blekhman, St. Petersburg, Russia
Professor J. Engelbrecht (ex officio), Tallinn, Estonia
Professor M. Lesser, Stockholm, Sweden
Professor P.C. Müller, Wuppertal, Germany
Professor M. Potier-Ferry, Metz, France
Professor L. Pust, Prague,The Czech Republic
Professor D.A. Rand, Coventry, The UK
Professor Y. Ueda, Kyoto, Japan

SCIENTIFIC PROGRAMME

The programme consists of keynote lectures (50 min.), invited lectures (20 min.), and poster contributions. The list of topics below give a guideline for possible contributions:

- synthesis and analysis of nonlinear dynamical systems
- new nonlinear phenomena in dynamical systems
- applications of nonlinear dynamics in mechanics
- chaotic dynamics and applications
- dynamics of impact oscillations
- stability and control, bifurcation analysis
- nonlinear vibrational mechanics and technology
- control and optimization in dynamical systems
- dynamics and control of robots and machines
- nonlinear rotordynamics

It goes without saying that contributions from other areas within the theory and applications of Nonlinear and Chaotic Dynamics are also most welcome.

CALL FOR PAPERS

Abstracts of papers and reply forms should be submitted as soon as possible and before 15 January 1998 for review. The text of abstracts must be restricted to one side of A4 paper. The language of the *SNDS'98* will be English.

SYMPOSIUM LOCATION

The venue for the Symposium is Riga Technical University being located in the very centre of Riga, the capital of Latvia. Riga has long tradition as an international trading centre dates back to the Hanseatic League and the 13th century. Now more than eight hundred thousands people live in Riga. Only 20-30 minutes it is necessary from the Riga's centre to reach the beautiful beaches and health resorts on the Baltic See. Excursions to sightseeing attractions in and outside Riga and social programme will be provided.

ACCOMMODATION

The organisers will do all their best to help doing accommodation according to participant's possibilities and desire from prestigious hotels to friendly guesthouses. Please contact us for further information.

TRANSPORTATION

Arriving in Riga by train, by air, or by car - that's no problem. Arriving in Riga by air means landing just minutes from the city centre. The railway station is in the very centre of Riga.

SNDS '98
IUTAM/IFToMM Symposium on
Synthesis of Nonlinear Dynamical Systems
24-28 August, 1998 RIGA, LATVIA

Surname _____
Name _____

Affiliation _____
_____

Address _____
_____

Phone: _____
Fax: _____
E-mail: _____

☐ I wish to submit a paper to the Symposium entitled _____
_____
_____
_____
_____

☐ abstract of my paper is attached (text must be restricted to one side of A4 paper.)

Date: _____ Signature: _____

Please return this reply form to the Organizing Committee as soon as possible but before January 15, 1998

Please do copies for your colleagues if necessary

IFToMM

TENTH WORLD CONGRESS ON THE THEORY OF MACHINES AND MECHANISMS
Oulu, Finland, June 20 - 24, 1999

First Announcement and Call for Papers

The Tenth World Congress of the International Federation for Theory of Machines and Mechanisms (IFToMM) will be held at the University of Oulu. The scientific and tehnical program will consist of contributed papers, special seminars and invited general lectures.

Conference Chairman:
Tatu Leinonen
University of Oulu

Steering Scientific Committee:
Chairs of IFToMM
Technical Committees

Honorary Committee:
Jorge Angeles, Canada
IFToMM President
Adam Morecki, Poland,
Giovanni Bianchi, Italy,
Leonard Maunder. UK,
Bernard Roth, USA
Past IFToMM Presidents

Organized by:
Dept. of Mechanical Eng.
University of Oulu
P.O. Box 444
FIN-90571 Oulu, FINLAND
Tel: +358 8 553 2050
Fax: +358 8 553 2026
E-mail: tatu@me.oulu.fi

Organizing Secretariat:
Oulu Tourism Services
Torikatu 10
P.O. Box 237
FIN-90101 Oulu, FINLAND
Tel: +358 8 314 1251
Fax: +358 3 314 1269
E-mail:
helena.karjalainen@ouka.fi

City of Oulu:

See WWW-Home Page
http://www.ouka.fi

Scientific and Technical Program - Topics
The Congress will cover the general area of Theory and Practice of Machines and Mechanisms. The topics covered are those of the IFToMM Technical Committees:

- Computational kinematics
- Gearing
- Linkages and cams
- Man-machine systems
- Mechatronics
- Micromechanisms
- Nonlinear oscillations
- Robots and manipulators
- Rotor dynamics
- Transportation machinery
- Tribology

The following topics are also included:

- Biomechanics
- Dynamics of machines
- Experimental methods
- Kinematic analysis and synthesis of mechanisms
- Software development
- Teaching methods
- Vibrations and noise in machines.

IFToMM Proceedings have become a part of the fundamental literature on Mechanical Engineering, including History of Machines, and Mechanisms. The 1999 proceedings, containing the general lectures and papers presented, will be available at the Congress.

Lectures and Forums
The scientific and technical program will include:

- General lectures by internationally renowned engineers on topics of mechanics.
- Informal open forums on topics of international importance to mechanical theoreticians and designers to maximize exchange of ideas among Congress attendees. Topics could be in the field of health, tehnology transfer, robotics, design, economics, computers, space, quality of life, environment, communications, transportation, etc.

The General Assembly of IFToMM will be held during the Congress.

Sponsored by:
Academy of Finland, local industry, foundations, and the University of Oulu

Call for Papers
The Program Committee cordially invites persons interested in presenting a paper to send their extended abstracts (not less than 300 words) to theChairs of their National Committee on TMM if they live in member countries, and to the organizing secretariat otherwise. National committee chairs are listed in the Congress IFToMM WWW-Home Page (http://me.oulu.fi/~iftomm/). The deadline for the reception of extended abstracts is July 21, 1998. Authors will be notified of the acceptance of their abstracts by Octoher 1998. The final evaluation is based on full papers made by corresponding Permanent Commission or Technical Committee of IFToMM.

Participants from IFToMM National Committee Members are entitled to a reduced registration fee.

IFToMM Tenth World Congress under Midnight Sun

Oulu, Finland, June 20 - 24, 1999

In order to receive information on the Tenth World Congress, please fill in this form and return it to:

Organizing Secretariat
OuluTourism Services
Torikatu 10
P.O. Box 237
FIN-90101 Oulu, FINLAND

REPLY FORM

Surname: _____
Forename(s): _____
Title (Prof. / Dr. / Mr. / Ms.): _____
Business Position: _____
Organization: _____
Full address: _____
_____
_____

Telephone: _____
Fax: _____
E-mail: _____

Date: _____

Signature: _____

☐ Please send me further information on the Congress.

☐ It is my intention to submit a paper for the Congress provisionally belonging to the Topics: _____.

☐ I will be accompanied by ____ person(s).

☐ I am interested in a visit on the Midnight Sun tour in Finnish Lapland.

Název příspěvku:

Autoři:

Krátký souhrn:

Ústav termomechaniky AV ČR

ve spolupráci s

Czech Committee of the EUROMECH Society

pořádá ve dnech 3. až 4. února 1998

kolokvium

DYNAMIKA STROJŮ ´98

Cílem kolokvia je napomoci k vzájemné informovanosti a k vytváření neformálních vztahů mezi odborníky zabývajících se výzkumem v oboru "Mechanika tuhých a poddajných těles a prostředí". Kolokvium by mělo rovněž přispět k rychlé publikaci výsledků dosažených v ročním období řešení grantových projektů a dalších vědeckých programů.

Adresa sekretariátu konference:
E. Koubová, Ústav termomechaniky AV ČR, Dolejškova 5, 182 00 Praha 8
tel.: 02 6885158, fax: 02 8584695, e-mail: secr@bivoj.it.cas.cz

Příspěvky účastníků kolokvia budou rozděleny do tématických okruhů:

- dynamika kontinua, rázové a nelineární jevy,
- šíření trhlin, konstitutivní modely,
- dynamika lineárních a nelineárních soustav, identifikace, chaos,
- kmitání mechanických soustav v interakci s tekutinou,
- moderní výpočtové postupy a experimentální metody.

Jednacími jazyky kolokvia jsou čeština nebo angličtina.

Přihlášky k účasti na kolokviu a k přednesení příspěvku zašlete na adresu organizátorů nejpozději do **5. prosince 1997.** Přijetí Vaší přihlášky bude potvrzeno nejpozději do **19.12.1997.** Zároveň s tímto potvrzením Vám zašleme pokyny pro vypracování příspěvku "camera ready" do sborníku.

Sborník referátů bude vydán při zahájení kolokvia.

Registrační poplatek je stanoven podle zák. č.526/90 Sb. na základě předpokládaných nákladů jako smluvní cena ve výši

1200,- Kč (před 31. 12. 1997)
1300,- Kč (po 31. 12. 1997)

převodem na účet u **Investiční banky v Praze 8,**
číslo 101289018/5100, var. symbol 27.

V registračním poplatku jsou vedle organizačních nákladů pořadatelů zahrnuty náklady na 1 výtisk sborníku kolokvia a občerstvení v průběhu jednání. V případě neúčasti přihlášeného účastníka poplatek nevracíme, ale je možné vyslat zástupce.

Ubytování pro účastníky kolokvia je možné v omezeném počtu objednat předem v hotelu AV ČR "Na Mazance". V době rozeslání tohoto oznámení cena jednolůžkového pokoje činí 500,-Kč a dvoulůžkového pokoje činí 700,- Kč.
Uvítáme, budete-li o pořádaném kolokviu informovat co nejširší okruh svých kolegů. Těšíme se na Vaši účast.

Ing. Ivan Dobiáš, DrSc.

PŘIHLÁŠKA
k účasti na kolokviu
DYNAMIKA STROJŮ '98
Praha, Ústav termomechaniky AV ČR
3. až 4. února 1998

Jméno .....

Instituce .....

.....

Adresa .....

.....

.....

Tel..... **Fax**.....

E-Mail: .....

Přednesu příspěvek ☐ ano ☐ ne

Budu požadovat ubytování

2.2./3.2.	☐ ano ☐ ne
3.2./4.2.	☐ ano ☐ ne
4.2./5.2.	☐ ano ☐ ne

Souhlasím s uvedením své úplné adresy v materiálech kolokvia ☐ano ☐ne

Datum: **Podpis:**

← **Zde oddělte přihlášku a odešlete prosím na adresu organizátorů.**

ABSTRAKT PŘÍSPĚVKU

Ústav mechaniky těles, Fakulta strojní, Vysoké učení technické v Brně
Ústav teoretické a aplikované mechaniky, Akademie věd České republiky, Praha
Ústav termomechaniky, Akademie věd České republiky, Praha
ŽĎAS a.s., Žďár nad Sázavou
Sdružení pro Inženýrskou mechaniku

NÁRODNÍ KONFERENCE
s mezinárodní účastí

INŽENÝRSKÁ MECHANIKA '98

Svratka, Česká republika

11. - 14. května 1998

První oznámení

Cílem konference je získat přehled současného stavu rozvoje mechaniky těles, mechaniky tekutin a termodynamiky, zejména ve vztahu k projektům řešeným v České republice.

Problémy inženýrské mechaniky, které se týkají navrhovaných námětů, bude možné přednést a diskutovat na setkání v hotelu ŽĎAS a.s., v krásném prostředí Žďárských vrchů

PROGRAMOVÝ VÝBOR

Ing. Ivan Dobiáš, DrSc.	(ÚT AV ČR)
Ing. František Hamerník (předseda)	(ŽĎAS a.s.)
Ing. Jaromír Horáček, DrSc.	(ÚT AV ČR)
Prof. Ing. Přemysl Janíček, DrSc.	(ÚMT VUT Brno)
Prof. Ing. Ctirad Kratochvíl, DrSc.	(ÚMT VUT Brno)
Ing. Pavel Lamač	(ŽĎAS a.s.)
Ing. František Laryš	(ŽĎAS a.s.)
Ing. Jiří Minster, CSc.	(ÚTAM AV ČR)
Ing. Jiří Náprstek, CSc.	(ÚTAM AV ČR)
Ing. Ladislav Půst, DrSc.	(ÚT AV ČR)
Doc. Ing. Jaromír Příhoda, CSc.	(ÚT AV ČR)
Prof. RNDr. Ing. Jan Vrbka, DrSc.	(FS VUT Brno)

SEKRETARIÁT KONFERENCE

Eva Koubová
Ústav termomechaniky AV ČR
Dolejškova 5
182 00 Praha 8

Tel.: 02 6885158
Fax: 02 8584695
E-mail: secr@bivoj.it.cas.cz

Vědecký a technický program

Konference bude zaměřena na obecné oblasti inženýrské mechaniky, zejména:

- Analýza, modelování a simulace v mechanice těles, mechanice tekutin a termodynamice
- Diagnostické a identifikační metody v mechanice
- Interdisciplinární problémy v mechanice (mechatronika, biomechanika, aeroelasticita)
- Neklasické problémy v mechanice (mechanika tekutin při tavení a odlévání, plasmová mechanika)
- Komplexní problémy v mechanice systémů (např. pohonové soustavy)
- Spolehlivost mechanických systémů

Příjem příspěvků

Programový výbor žádá zájemce o přednesení příspěvků, aby zaslali jejich stručný obsah (ne méně než 200 slov) sekretariátu konference nejpozději do

16. ledna 1998.

Autorům bude potvrzeno přijetí příspěvků do 30. ledna 1998. Termín pro přijetí plného textu příspěvku a pro jeho publikaci ve sborníku je 6. březen 1998. Sborník přijatých příspěvků bude publikován před zahájením konference. Počet účastníků je limitován.

Jednací jazyky konference: čeština, slovenština, angličtina.

Instrukce pro přípravu příspěvků budou zaslány společně s ohlášením o přijetí příspěvku. Pro přednesení příspěvku je vyhrazeno 20 - 25 minut včetně diskuse.

Konferenční poplatek činí 3500,- Kč (2700,- Kč pro účastníky z ČR)

Výše konferenčního poplatku je stanovena podle zákona č. 526/90 Sb na základě předpokládaných nákladů jako smluvní cena a vedle organizačních nákladů zahrnuje sborník, ubytování, stravování, občerstvení a autobusovou dopravu Žďár - Svratka a zpět. V případě neúčasti přihlášeného účastníka poplatek nevracíme, je však možné vyslat zástupce. Ubytování nabídl ŽĎAS a.s. ve svém rekreačním středisku ve Svratce. Konference je sponzorována ŽĎAS a.s., Žďár nad Sázavou.

Bankovní spojení: Investiční a poštovní banka - pobočka Žďár nad Sázavou
číslo účtu: 108688089/5100, var. symbol 155

NÁRODNÍ KONFERENCE
s mezinárodní účastí

INŽENÝRSKÁ MECHANIKA '98

Svratka, Česká republika, 11. - 14. května 1998

Jméno: .....

Příjmení: .....

Titul: .....

Funkce: .....

Organizace: .....

Adresa: .....

PSČ: ..... Město: .....

Země: .....

Telefon: ..... Fax: .....

E-mail: .....

☐ Zúčastním se konference
☐ Pošlu písemný příspěvek

KRONIKA

Tisková oprava

Redakce Bulletinu České společnosti pro mechaniku byla požádána, aby uvedla na pravou míru mylnou informaci o zániku časopisu Acta Technica CSAV, která se vyskytla ve vzpomínkovém článku na dr. Půsta v Bulletinu 2/97 na str. 52.

Z dopisu redaktora časopisu ing. V. Pekárka, CSc. vyjímáme:
"Kontinuita námi vydávaného časopisu Acta Technica CSAV byla po rozdělení Československa obecně uznána (letošní ročník má pořadí 42), a to také z toho důvodu, že časopis byl vždy vydáván a redigován v Praze bez účasti Slováků. Proto mohla být zachována i původní redakční rada, jejímž členem je i nadále ing. Ladislav Půst, DrSc., s nímž spolupracujeme."

Vydavateli Acta Technica CSAV se tímto omlouváme.

Redakce

65 let prof. ing. Miroslava Baldy, DrSc.

Narodil se 20. května 1932 jako prvorozený syn ladiče a opraváře pian v Plzni. Zde také prožil válečná léta a středoškolská studia na technické větvi reálného gymnázia. Tím předurčil svoji budoucí inženýrskou životní dráhu.

Přes pomaturitní potíže spojené s členstvím v Junáku se po zaučení soustružníkem kovů a užitečné konstruktérské praxi v plzeňské Škodovce přece jen dostal na denní studium strojní fakulty tehdejší VŠSE v Plzni. Během studií pracoval několik let jako demonstrátor na katedře mechaniky u prof. Šejvla a věnoval se sportovní střelbě. Tato záliba mu vydržela 30 let a vedla ke sportovním i trenérským úspěchům - k titulům mistra střelby a prvních tříd trenéra a rozhodčího.

Vysokoškolské studium ukončil s vyznamenáním ve specializaci tepelných turbin u prof. Bečváře v roce 1957. V té době se na novopečeného inženýra usmála štěstěna života. Dostal se do strojního výzkumu Škodovky k jeho zakladateli a vynikajícímu člověku a vědci dr. ing. Vladimíru Marcellimu, pozdějšímu profesoru a členu korespondentu ČSAV. V tomto období pod vedením dr. Marcelliho se formuje vědecké zaměření jubilanta na dynamiku rotorů turbosoustrojí. Zachytil nástup výpočtové techniky do Škodovky a počítače se mu staly nejen prostředkem bádání, ale i celoživotním koníčkem. Pro jeho další odborný vývoj měla velký význam jeden a půl roční stáž na Technické univerzitě v Delftu v Holandsku u prof. A. D. de Patera, zaměřená na dynamiku kolejových vozidel.

V roce 1969 obhajuje kandidátskou disertační práci v oboru mechaniky a intenzivně vědecky pracuje ve strojním výzkumu Škodovky, kde postupně vede výzkumnou skupinu Dynamika strojů a střediska Měření a vyhodnocování, Technická kybernetika a Technická dynamika. V roce 1984 byl jmenován vedoucím Strojírenského výzkumu Ústředního výzkumného ústavu koncernu ŠKODA Plzeň. V roce 1987 úspěšně obhájil doktorskou disertaci s názvem „Dynamické vlastnosti těžkých strojů" a byla mu udělena vědecká hodnost DrSc.

Prof. Balda stál u zrodu dislokovaného pracoviště Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV v Plzni, z něhož byl později vytvořen samostatný Ústav technologie a spolehlivosti strojních konstrukcí. Pracoval v něm externě na problémech vícekanálové simulace provozních zatěžovacích procesů konstrukcí.

Listopad 1989 přinesl do života prof. Baldy zásadní změny. Začátkem roku 1990 byl kolektivem pracovníků požádán, aby kandidoval na místo ředitele Ústředního výzkumného ústavu koncernu ŠKODA. Po počátečním odmítnutí a neúspěšném pokusu o obsazení této funkce jiným pracovníkem opětovné žádosti vyhověl a vedením koncernu byl do této funkce jmenován 1. 2. 1990. Po transformaci ústavu akademie do Západočeské univerzity se stal ředitelem Ústavu fyzikálního inženýrství a v r. 1997 i vedoucím nově zřízeného detašovaného pracoviště Ústavu termomechaniky AV ČR, orientovaného na diagnostiku materiálu. Plně se zapojil do vědecké práce v grantových projektech GA ČR i do pedagogické práce přednáškami statistické mechaniky a experimentální dynamiky v inženýrském oboru matematicko-fyzikální inženýrství a jako školitel v doktorandském studiu na Fakultě aplikovaných věd (FAV). V roce 1994 před vědeckou radou FAV se habilitoval a v dubnu 1997 byl jmenován profesorem pro obor mechanika. Velké pracovní zatížení spojené s řízením ústavu a s prací v řadě odborných společností vytlačuje vědecké bádání do prostředí domova. Zde u manželky Marie a v kruhu

rodiny se třemi syny Pavlem, Petrem a Michalem nachází v počítačovém království vzácné pochopení a účinnou podporu svých synů - inženýrů.

Prof. Balda se stal mezinárodně uznávaným vědeckým pracovníkem v oboru dynamiky strojů. Svědčí o tom jak jeho účast na mnoha kongresech, konferencích a seminářích, na kterých je zvaným přednášejícím, a ohlas na jeho díla v zahraniční literatuře (23 citací), tak i zařazení do „Who is Who in Engineering" vydaného ve Washingtonu. Je členem Inženýrské akademie ČR, Technického komitétu Rotordynamics IFToMM, místopředsedou České společnosti pro mechaniku, předsedou oborové komise strojírenství GA ČR, členem vědeckých rad Fakulty aplikovaných věd ZČU a Ústavu termomechaniky AV ČR a pracuje v odborných komisích FAV a dalších institucí. Výčet jeho činností spojených s vědeckým a pedagogickým působením by byl velmi rozsáhlý. Připomeňme si jeho významný přínos v oblastech dynamiky pružných rotorů, počítačového zpracování provozního měření a jedno- i vícekanálové simulace provozních zatěžovacích procesů. Prakticky všechny výsledky prací prof. Baldy byly realizovány v průmyslové praxi, zejména mateřské Škodovce. Řešení dynamiky pružných rotorů se promítlo do úspěšných výrobků turbosoustrojí. Metoda optimalizovaného vyvažování pružných rotorů byla mnohokrát využita pro minimalizaci vibrací rotačních strojů. Počítačové zpracování provozních měření dovolilo odhalit kritické stavy řady strojů a zařízení. Originální postup vícekanálového zatěžování, chráněný autorským osvědčením, umožňuje rychlejší a přesnější napodobení provozních podmínek při laboratorních zkouškách. Přínos jubilantova díla pro technickou praxi je ojedinělý. V závěru zprávy návrhové komise pro jmenování profesorem se výstižně praví: „Zcela mimořádně jsou u něj vyváženy znalosti v oblasti teoretické, počítačové i experimentální mechaniky".

Vážíme si pracovních výsledků prof. Baldy, jeho přímých a zásadových postojů v nelehkých dobách i jeho trvalých přátelských vztahů. Do dalších roků přejeme prof. Baldovi pevné zdraví, mnoho úspěchů ve vědecké a pedagogické práci a více času na počítačové fandovství. Těšíme se na osobní setkání v naději, že budeme moci dále čerpat z vědeckých a životních zkušeností jubilanta.

Prof. Ing. Vladimír Zeman, DrSc.

Pětašedesátiny ing. Rudolfa Dvořáka, DrSc.

Připomenutí tohoto jubilea musí být nevyhnutelně spojeno i se zamyšlením nad vývojem mechaniky tekutin v posledních letech ve světě a v České republice zvláště. Činnost dr. Dvořáka a jeho životní postoje, tak jak je vnímal autor do jeho šedesátin, jsou uvedeny v Bulletinu č. 2, 1992. Zde bych se soustředil jen na jeho další života běh a připomenul významnější události. Je zajímavé si při této příležitosti uvědomit, že subjektivní vnímání času je v pozdějším věku poněkud slabší. Časový interval D*t*, např. rok, je jakoby kratší. Pravděpodobně je to způsobeno velkým množstvím životních zkušeností člověka už hned tak nic nepřekvapí.

Zvlášť významná byla a doposud je jeho aktivita v Evropské společnosti pro mechaniku (EUROMECH). V této prestižní organizaci již po léta zastupuje Českou republiku a navíc je i členem jejího výboru. Za dobu působení se mu podařilo natolik zviditelnit českou mechaniku, že organizace čtyř kolokvijí EUROMECH byla svěřena České republice (vesměs Ústavu termomechaniky). Významná je i jeho aktivita při našem zapojování do Evropské výzkumné společnosti pro turbulentní proudění a spalování ERCOFTAC. Podílel se i na naší aktivní účasti v evropských výzkumných projektech COST a Copernicus.

Ne všechno se v období rozsáhlé přestavby naší společnosti po roce 1990 podařilo tak, jak bylo původně zamýšleno. Z našeho hlediska šlo o prosazení dalšího rozvoje aerodynamiky v naší zemi. V důsledku komplikací doprovázejících privatizaci našich největších strojírenských podniků ŠKODY Plzeň a ČKD Kompresory došlo k přerušení více než dvacetileté spolupráce s nimi a tím i k útlumu výzkumu aerodynamiky turbínových a kompresorových mříží a aplikací poznatků vnitřní aerodynamiky ve strojírenství v ÚT. Právě ve vnitřní aerodynamice byl a doposud je dr. Dvořák nespornou mezinárodně uznávanou autoritou. Současná situace nedává příležitost, aby jubilant bohatství svých zkušeností a poznatků při výzkumu a spolupráci s průmyslem využíval. Avšak ladem toto intelektuální bohatství nezůstalo. Dokladem toho je např. jeho kniha *Transonické proudění* (Academia, 1986) a skripta *Vnitřní aerodynamika* (ČVUT, 1987).

Pro úplnost je však třeba poznamenat, že k útlumu experimentální aerodynamiky dochází po pádu "železné opony" na celém světě. Objevily se nové priority, především v oblasti ekologie a vyšší účinností energetických transformací. Mechanika tekutin se díky počítačům již lépe vyrovnává s problémem geometrie a soustřeďuje se více na původ a povahu základních fyzikálních procesů, jako jsou např. vznik a interakce vírových struktur a turbulence, materiálové vlastnosti tekutin za extrémních podmínek apod. Vlastnostem složitých vírových struktur s turbulencí se jubilant intenzivně věnuje v poslední době v Ústavu termomechaniky AV ČR.

Výsledkem této práce jsou skripta *Matematické metody v aerodynamice* (ČVUT 1992 a ČVUT 1996) a nedávno vyšlá kniha *Matematické modelování v aerodynamice*, kterou napsal spolu s prof. K. Kozlem, a řada přednášek na mezinárodních a tuzemských konferencích.

Nechci závěrem diskutovat výhody pokročilejšího věku (pojem "stáří" bych ponechal geologům), ale chtěl bych zdůraznit, že čas je také parametr vývoje osobnosti, a v řadě případů i mírou zkušeností. Přeji spolu se svými spolupracovníky, kolegy a přáteli dr.

Dvořákovi, aby i v dalších letech pokračoval v pozitivním vývoji své osobnosti, v hromadění zkušeností a také v jejich předávání těm později narozeným.

František Maršík

K pětašedesátinám RNDr. Pavla Jonáše, DrSc.

I když nám všem ubíhá čas stejně rychle, někomu jakoby utíkal pomaleji. K těm šťastlivcům patří i RNDr. Pavel Jonáš, DrSc., který oslaví koncem tohoto roku pětašedesátiny. Pracuje přitom pořád se stejným zaujetím a zájmem o dynamiku tekutin a dodnes nezapře v sobě experimentálního fyzika svojí neustálou snahou dostat se až k fyzikální podstatě řešeného (inženýrského) problému pečlivým a promyšleným experimentem. Léta práce v oboru, léta sbírání životních zkušeností i jeho smysl pro spolupráci mu přinesly velkorysý nadhled a schopnost pochopit pracovní a osobní problémy druhých. Dlouholetou činnost koordinátora dřívějšího státního plánu badatelského výzkumu zúročil v záviděníhodném přehledu v oboru a porozumění pro jeho potřeby a problémy. Je škoda, ač to není těžké pochopit, že svoje znalosti a zkušenosti mohl plně uplatnit až v posledních sedmi letech, ať už u nás, nebo i v zahraničí (Management Committee of the COST Action F1, kursy o termoanemometrii na TU Karlsruhe, ERCOFTAC Workshop aj.). A tak bude-li někdo u nás hledat skutečného znalce turbulence a turbulentního proudění, najde u dr. Jonáše vlídné přijetí, radu a porozumění.

Myslím, že mu mohu jménem všech jeho kolegů a přátel popřát hodně zdraví a elánu do dalších let a vyslovit přání, aby i v této, pro vědu a výzkum nelehké době, mohl své zkušenosti ještě dlouho využívat ku prospěchu nás všech a k rozvoji mechaniky tekutin.

Rudolf Dvořák

Podrobný souhrn životních aktivit dr. Jonáše je uveden ve vzpomínce V. Řeháka k jeho 60-tinám v Bulletinu ČSM, 2-1993.

Jaroslav Kožešník

Jaroslav Kožešník se narodil 8. června 1907 v Kněžicích na Moravě v rodině učitele, jako nejstarší syn ze čtyř dětí.

Vystudoval na reálném gymnáziu v Jihlavě, kde v roce 1925 maturoval s vyznamenáním. Ve studiu pokračoval na ČVUT v Praze, na vysoké škole strojního a elektronického inženýrství. Školu absolvoval s vyznamenáním.

Od roku 1930 pracoval jako asistent ústavu Úvodu do strojního inženýrství.

V roce 1935 předložil disertační práci na téma Kroutivé kmitání hřídelů na podkladě operátorového počtu. Na základě této práce dosáhl doktorátu technických věd.

Z vysoké školy odešel v září roku 1935. Stal se referentem matematického oddělení Škodových závodů v Praze.

Od roku 1937 až do září roku 1945 byl vedoucím matematického oddělení v Plzni. V této funkci řešil řadu významných teoretických problémů a mohl zároveň uplatnit výsledky svých výpočtů na skutečných provedeních strojů a zařízení. Šlo převážně o problémy z oboru mechaniky (mechaniky vozidel, zejména pásových), pružnosti a pevnosti, teorie mletí a drcení, termodynamiky, vnitřní balistiky, matematické statistiky aj. Řadu těchto témat zpracoval ve formě výpočtových pomůcek.

V roce 1945 byl Jaroslav Kožešník jmenován ředitelem výzkumného ústavu Škodových závodů v Praze. Postupně prošel řadou vědeckoorganizačních funkcí v československém strojírenství.

Při všech svých funkcích nezanedbával vlastní vědeckou činnost. Přednášel na řadu vědeckých témat a napsal několik vědeckých prací.

Od roku 1951 přednášel na ČVUT v Praze jako externí učitel. Ke dni 1. 1. 1955 byl jmenován profesorem na fakultě strojní ČVUT.

Po nástupu na školu se stal vedoucím nově zřízeného Ústavu nauky o kmitání a podobnosti. Po zrušení ústavu pracoval v rámci katedry mechaniky.

Postupně přednášel tematiku dynamiky strojů, pružnosti a pevnosti i fyzikální podobnosti v řadě specializací na fakultě strojní i elektrotechnické.

Profesor Kožešník přednášel rád. Na přednášky se vždy pečlivě připravoval. Přestože jeho přednášky měly vysokou odbornou úroveň, snažil se, aby byly studentům srozumitelné.

Výuce na škole se věnoval, byť v omezené míře, prakticky do konce svého života.

Publikační činnost profesora Kožešníka je velmi rozsáhlá, představuje více než 100 prací z různých oborů. To dokumentuje jeho neobyčejně široký přehled v řadě vědních disciplín.

Nejznámějšími mezi technickou veřejností jsou jeho knihy. Mnohé z nich vznikly na základě jeho přednášek na škole.

Jeho spis Fyzikální podobnost a stavba modelů, vydaný JČMF v roce 1948, byl první prací u nás, která umožňovala technikům osvojit si užitečné metody rozměrové analýzy k řešení technických problémů.

K této problematice se profesor Kožešník vrací v knize Teorie podobnosti a modelování (1983), v níž se metody podobnosti aplikují v řadě oborů významných pro stavbu strojů.

Jeho nejznámější kniha Dynamika strojů (1958) položila základy novému pojetí tohoto oboru. Byla přeložena do polštiny, ruštiny, němčiny a angličtiny.

V knize Mechanika elektrických strojů točivých (1960) souhrnně zpracoval metodiku výpočtů částí těchto strojů. I tato publikace byla přeložena do ruštiny a angličtiny.

K problematice dynamiky strojů, která byla těžištěm jeho vědecké práce, se vrací v knize Kmitání mechanických soustav, vydané v roce 1979.

Jeho činnost veřejná a organizační většinou úzce souvisela s jeho činností vědeckou.

Vládou československé republiky byl profesor Kožešník jmenován členem přípravné komise pro vytvoření ČSAV.

Po jejím založení v roce 1952 byl zvolen členem korespondentem a v roce 1960 akademikem.

Postupně byl pověřován významnými úkoly, stal se nejprve zástupcem a poté hlavním vědeckým sekretářem ČSAV.

Od roku 1961 byl místopředsedou a v letech 1970 až 1981 předsedou ČSAV.

Zasloužil se o vybudování Ústavu teorie informace a automatizace ČSAV. Jeho ředitelem byl až do posledních dnů svého života.

Díky své rozsáhlé vědecké i organizační činnosti byl nejen členem akademií věd řady států, členem mnoha významných vědeckých institucí u nás i v zahraničí, ale i nositelem řady vyznamenání.

Přes všechny tyto pocty zůstal Jaroslav Kožešník člověkem skromným, ochotným odbornou radou pomoci každému, kdo ho o ni požádal.

Květen 1997

Doc. ing. Čeněk Zikmund, CSc.

PLACENÝ INZERÁT

MARC

Představuje sedm nových produktů

MARC K7.1

Světový standard pro obecné účely nelineární analýzy metodou konečných prvků. Obsahuje kromě jiného nový algoritmus pro výpočet 3-D kontaktů s automatizovaným řízením hustoty sítě. Zlepšena je i výkonnost a potřebná rychlost na zvládnutí extrémně rozsáhlých výpočtů reálných problémů, včetně tvarové optimalizace a proudění tekutin.

MENTAT II 3.1

Výkonné a obecné grafické uživatelské prostředí ovládající všechny produkty MARCu. Verze 3.1 poskytuje rozšířenou podporu nelineárních vlastností MARCu, jakož i automatizovanou doménovou dekompozici. Obsahuje též vytvoření, kontrolu a zpracování nelineárních paralerních procesů.

MARC K6.3

Plně funkční paralelně procesorová verze MARCu využívající doménovou dekompozici skvěle přizpůsobenou MPP počítačovým systémům.

MARC/Autoforge 2.2

Lehce použitelná, mimořádně rychlá a přesná simulace výrobních procesů tvářením (lisování. válcování a kování), založená na nejmodernější technologii konečných prvků. Zahrnuje všechny podstatné vlivy působící v těchto procesech.

MARC/Designer 2.1

Výkonný, rychlý, efektivní, plně integrovaný a mimořádně snadno použitelný modelovací a analytický systém pro návrháře.

MARC/Link - S a SG

Rozšiřuje funkčnost systému I-DEAS Master Series podporou všech možností nelineární analýzy při použití uživatelského rozhraní I-DEASu.

MARC/Link - P 2.1

Doplňuje funkčnost systému Pro/Engineer podporou všech možností nelineární analýzy.

A nakonec to nejlepší. MENTAT II 3.1 nabízí pro libovolnou 3-D geometrii

AUTOMATICKÝ GENERÁTOR ŠESTISTĚNŮ

Nyní vše k dispozici na počítačích používající platformy operačních systémů MS Windows nebo UNIX, a to za

STÁLE PŘÍZNIVĚJŠÍ CENY

Další informace: **http://www.marc.com**