

Knihy došlé do redakce (Books received)

A. GHOSAL: *Applied Cybernetics: Its Relevance in Operations Research.* (Studies in Operations Research 5.) Gordon and Breach Science Publishers, New York—London—Paris 1978. xiii + 162 pages; £ 12.80.

Progress in Cybernetics and Systems Research. Vol. IV. Cybernetics of Cognition and Learning. Structure and Dynamics of Socio-economic Systems. Health Care Systems. Engineering Systems Methodology. (Robert Trappl, Gordon Pask, Eds.) Hemisphere Publishing Corporation, Washington—London; Halsted Press, John Wiley & Sons, Inc., New York—London—Sydney—Toronto 1978. xii + 547 pages; £ 28.50.

A. BUNDY, R. M. BURSTALL, S. WEIR, R. M. YOUNG: *Artificial Intelligence: An Introductory Course.* Edinburgh University Press 1978. viii + 253 pages; £ 5.—.

DAVID SMITH, NATHAN KEYFITZ: *Mathematical Demography. Selected Papers.* (Biomathematics 6.) Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1977. XI + 515 pages; 31 figs.; DM 78.—.

EDWIN R. LEWIS: *Network Models in Population Biology.* (Biomathematics 7.) Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1977. XII + 402 pages; 187 figs.; DM 64.80.

J. M. CUSHING: *Integrodifferential Equations and Delay Models in Population Dynamics.* (Lecture Notes in Biomathematics 20.) Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1977. VI + 196 pages; 18 figs.; DM 18.—.

Theoretical Approaches to Complex Systems. Proceedings, Tübingen, June 11–12, 1977. (R. Heim, G. Palm, Eds.) (Lecture Notes in Biomathematics 21.) Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1978. V + 244 pages; 60 figs., 33 tables; DM 24.80.

FRANCESCO M. SCUDO, JAMES R. ZIEGLER: *The Golden Age of Theoretical Ecology: 1923–1940. A Collection of Works by V. Volterra, V. A. Kostitzin, A. J. Lotka and A. N. Kolmogoroff.* (Lecture Notes in Biomathematics 22.) Springer-Verlag, Berlin—

Heidelberg—New York 1978. XI + 490 pages; 48 figs., 4 tables; DM 43.—.

WOLFGANG PRECHT: *Neuronal Operations in the Vestibular System.* (Studies of Brain Function 2.) Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1978. VIII + 226 pages; 105 figs., 3 tables; DM 43.—.

Tumor-Histologie-Schlüssel. ICD-O-DA. International Classification of Diseases for Oncology. Deutsche Ausgabe. (Herausgeber: W. Jacob, Dorothea Scheida, F. Wingert.) Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1978. XXII + 171 Seiten; DM 32.—.

VLADIMÍR STREJC

Stavová teorie lineárního diskrétního řízení

Academia, Praha 1978

376 stran, 52 obrázků; cena Kčs 50,—

V posledních patnácti letech došlo k významnému pokroku v teorii systémů a optimálního řízení. Na místo dřívějších metod, označovaných dnes jako klasické, nastoupila nová, podstatně abstraktnější teorie stavového prostoru. Metody analýzy a syntézy využívající prostor stavových veličin umožnily řešit složitější úlohy a hlavně usnadnily využívání číselnicové výpočetní techniky při řešení praktických úloh.

Přestože řada československých autorů přispěla k rozvoji tohoto oboru původními příspěvky v odborných časopisech, je počítován nedostatek souhrnných knižních publikací v českém nebo slovenském jazyku. Tato kniha nejen že vyplňuje uvedenou mezeru, nýbrž přináší i některé nové prvky z hlediska literatury celosvětové.

Kniha je rozdělena do 17 kapitol a dodatku. V úvodní kapitole je metoda stavového prostoru uvedena do souvislosti s postupy, které se již dávno užívají v analytické dynamice, teorii stability a v jiných oblastech. Druhá kapitola podává axiomatickou definici dynamického systému vypracovanou Kalmanem a konstrukční definici Zadehovu. Vzhledem k potřebám

knihy je však třeba první definici zobecnit tak, aby respektovala i přímý vliv vstupu na výstup systému.

Třetí kapitola začíná jednoduchými příklady sestavování matematického modelu fyzikálních systémů a postupně zobecňuje uvedená pravidla na systémy popsané obyčejnými diferenciálními rovnicemi. Ve čtvrté kapitole jsou pak shrnuty některé základní vlastnosti systémů, zejména linearita a stacionarita, zatímco pátá kapitola uvádí některé metody řešení lineárních stavových rovnic. Aby čtenář neztratil souvislost s klasickými metodami, nechýbí zde návaznost na řešení v Laplaceově transformaci.

Počínaje šestou kapitolou je čtenář systematicky uveden do teorie diskretních lineárních systémů. Při výkladu je využito všech možných analogií se spojitými systémy. Je třeba zdůraznit, že pod pojmem diskretní systém má autor na mysli systém (obvykle technologický) pracující spojitě, ale řízený a pozorovaný pouze v diskretních okamžicích. Z praktického hlediska je toto omezení zcela opodstatněné; z teoretického hlediska vede k některým příjemným zjednodušením. Kapitola sedmá podrobně uvádí do problematiky vzorkování a určení diskretního popisu spojitě pracujícího systému.

Několik dalších kapitol je věnováno základním otázkám teorie lineárních systémů. V kapitole osmé je netradičním způsobem zpracováno paralelní, seriové a zpětnovazební spojení systémů. V deváté kapitole je stručný přehled často skloňovaných pojmů dosažitelnosti, fideitelnosti, stabilizovatelnosti a duálních pojmů pozorovatelnosti, rekonstruovatelnosti a detekovatelnosti. Je uveden Kalmanův kanonický rozklad systému a z něj vyplývající důležitost minimální realizace vnějšího popisu (matice přenosů či impulsních charakteristik). Desátá kapitola vysvětluje, jak změnou báze stavového prostoru můžeme obdržet některé zvlášť jednoduché popisy systémů s jedním vstupem a výstupem. Jedná se o kanonický tvar Frobeniův a Jordanův a jejich souvislost s vnějším popisem systémů. Zobecnění těchto pojmů pro mnohazměřové systémy je před-

mětem zájmu jedenácté kapitoly. Zde je klíč k odhalení složité struktury systémů s více vstupy a výstupy, jejíž pochopení je nesmírně důležité při návrhu optimálního řízení. Dvanáctá kapitola pak shrnuje základní definice a klasická kritéria stability diskretních lineárních systémů.

Novým zajímavým prvkem je zařazení kapitoly (v pořadí už třinácté) o identifikaci systémů. Je zde přehled moderních deterministických metod experimentální identifikace parametrů modelu. Zvláštní odstavce jsou věnovány metodě nejmenších čtverců a metodě maximální věrohodnosti. Na tuto kapitolu navazuje kapitola čtrnáctá, věnovaná odhadu stavových veličin systému. Vychází z Luenbergerových prací o deterministickém odhadu stavu a z Kalmanových prací o optimálním stochastickém odhadu.

Hlavní tematika knihy je soustředěna do zbývajících tří kapitol. Nejprve v patnácté kapitole jsou základy deterministické syntézy regulačních obvodů využívající popisu soustavy ve stavovém prostoru. Jedná se o modální řízení, kdy požadované chování obvodu vyjadřujeme zadáním jeho charakteristického polynomu. Zde je s výhodou použito Frobeniových kanonických tvarů. Další úloha je konečný počet kroků regulace, kdy soustavu chceme převést z jednoho stavu do druhého konečným počtem řídicích zásahů. Jsou rozlišeny dva případy: koncový stav je rovnovážný (tedy nulový) nebo ustálený (odpovídající předem zadanému průběhu). Nakonec je ukázáno, jak postupovat v případě, že nejsou k dispozici všechny stavové veličiny soustavy — použijeme Luenbergerův estimátor stavu. Šestnáctá kapitola je věnována syntéze podle kvadratických kritérií. Odvození je provedeno třemi způsoby (Ljapunovova věta, diskretní princip maxima, dynamické programování), což je třeba ocenit z didaktického hlediska. Jsou řešeny úlohy s konečným i s nekonečným horizontem, a též některé singulární případy. Poslední sedmnáctá kapitola pak čtenáře seznamuje se základy syntézy stochastických soustav. Tato partie je snad prakticky nejdůležitější z celé knihy, trpí však přílišnou stručností, takže se ztrácí dostatečná motivace pro pochopení principu separability, podle něhož se optimální stochastické řízení

za určitých okolností rozpadá na dvě nezávislé jednodušší úlohy — optimální deterministické řízení z kapitoly 16 a optimální stochastický odhad stavu z kapitoly 14. V dodatku pak čtenář nalezne stručný přehled některých kapitol z lineární algebry.

Je třeba si uvědomit, že napsání ucelené knihy pokrývající tak široký obor, jakým je nyní teorie lineárních systémů a optimálního řízení, je velmi obtížné. Celkově můžeme říci, že tento záměr se autorovi podařil. Čtenář je nenásilným způsobem uveden do problematiky a postupně veden od jednodušších úloh ke složitějším. Kniha je čtivá, bude určitě bližší technikům než matematikům, a lze ji doporučit všem, kteří se chtějí osvojit základy stavového popisu systémů a jeho využití při sestavování řídicích algoritmů.

Kniha může být přínosem nejen pro českého či slovenského čtenáře, ale i pro čtenáře zahraničního. Dokladem toho je připravovaný anglický překlad, který vyjde pod názvem „State Space Theory of Discrete Linear Control“ v koedici nakladatelství Academia a Wiley v roce 1979. Bude obsahovat navíc odstavce o odhadu parametrů stavového modelu a různé drobné úpravy a příklady týkající se stochastického řízení.

Vladimír Kačera

E. W. ELCOCK, D. MICHIE (Eds.)

Machine Intelligence 8

Ellis Horwood Ltd., Chichester-Halsted Press, New York 1977. 630 stran; cena £ 24,00.

Po pětileté přestávce vyšel osmý svazek série sborníků se společným názvem Machine Intelligence (předchozí sborníky byly vydávány nakladatelstvím Edinburgh University Press v letech 1967—1972). Osmý sborník je založen na referátech přednesených na dvoutýdenním semináři v Santa Cruz v Kalifornii.

Ve sborníku jsou zastoupeny všechny hlavní současné směry výzkumu v oblasti umělé inteligence; podtitul „Reprezentace znalostí ve stroji“ spíše naznačuje dnešní jednotlicí hledisko na výzkum v umělé inteligenci, než že by charakterizoval tématické zúžení sborníku.

Tradiční dělení sborníku na několik tématických oddílů nám usnadní orientaci.

1. Znalosti a matematické myšlení

Dvě práce v této části reprezentují současně snahy o obohacení univerzálních, ale zdoluhavých algoritmů automatického dokazování (založených např. na rezolučním principu) specifickými metodami, využívajícími konkrétních znalostí příslušné disciplíny. E. W. Elcock (*Reprezentace znalostí při automatickém dokazování v geometrii*, s. 11—29) staví jako protiklad „slepého“, čistě logického dokazování postupy založené na geometrickém názoru. Je popsána i implementace. W. W. Bledsoe a M. Tyson (*Rozlišování typů proměnných a dokazování po případech při verifikaci programů*, s. 30—51) se zabývají speciálními procedurami, které umožňují zacházet s nerovnostmi a udržovat informace o intervalu možných hodnot daného parametru (např. $a \leq k \leq b$), což je výhodnou pomůckou při automatickém dokazování programů. Uplatňuje se to např. jsou-li důkazy vedeny analýzou případů (např. první $k \leq 1$, druhý $2 \leq k \leq 3$ atp.).

2. Řešení úloh a dedukce

I. Pohl (*Praktické a teoretické úvahy o algoritmech heuristického prohledávání*, s. 55—72) se zamýšlí nad podstatou heuristických algoritmů lokálního prohledávání a pokouší se o jednotlicí pohled na tyto algoritmy. Je to jedna z mála prací, které kladou do souvislosti výzkum v oblasti složitosti algoritmů s otázkami heuristických přístupů. Jde o problém, který ještě čeká na exaktní matematické zpracování. Následuje příspěvek S. Sichelové (*Omezení oborů hodnot proměnných při rezolučním dokazování*, s. 73—85), který se snaží o jisté zdokonalení automatického dokazování vět. Hlavočlady jsou oblíbeným testovacím příkladem v umělé inteligenci. V práci W. M. McKeemana (*Formální model skládacích hlavočlady*, s. 86—93) je použito formalismu teorie grup k popsání jisté třídy hlavočlady (typu krychle Soma). Jedním z nejrozsáhlejších příspěvků sborníku je podnětná práce R. Waldingera (*Souběžná realizace několika cílů*, s.

94–136). Jde zčásti o přehled několika nejnovějších směrů v automatické syntéze plánů robota (nebo též programů pro počítač), zčásti o nové myšlenky v tomto oboru, založené na pojmu kostry plánu a na metodě regrese (zpětné modifikace) plánu.

3. Měření znalostí

Oddíl s tímto lákavým názvem obsahuje dvě práce: I. J. Good (*Dynamická pravděpodobnost, šach hrany počítačem a měření znalostí*, s. 139–150) a D. Michie (*Teorie rad*, s. 151 až 168). První je téměř filosofickým zamyšlením nad vztahem pravděpodobnosti (v obecném slova smyslu) a umělou inteligencí („pseudognostikou“). Pravděpodobnost lze chápat dynamicky v tom smyslu, že pravděpodobnost jevu (např. zda miliontá číslice v desetinném rozvoji čísla π je 7) se může měnit na základě čistě rozumových úvah (bez empirických testů). Michie poukazuje na jisté souvislosti mezi výpočtovou složitostí a informačním obsahem „rady“, která výpočet urychluje. Velmi zajímavé náměty k zamyšlení nejsou bohužel prezentovány v dostatečně konkrétním tvaru. (Oba posledně zmíněné příspěvky jsou dokladem toho, že hraní šachu počítačem není jen samoučelná zábava pracovníků v umělé inteligenci, ale že může stimulovat velmi obecné myšlenky a přístupy.)

4. Induktivní získávání znalostí

Kromě dvou krátkých poznámek I. J. Gooda na úvod a závěr jsou v tomto oddílu dvě speciální práce o použití induktivních postupů při hraní šachu počítačem: R. S. Michalski a P. Negri (*Experiment induktivního učení při koncové hře v šachu*, s. 175–192) a P. Negri (*Induktivní učení v hierarchickém modelu reprezentace znalostí v koncovkách*, s. 193 až 204).

5. Programovací prostředky pro reprezentaci znalostí

J. M. Foster (*Návrh programovacího jazyka pro reprezentaci znalostí*, s. 209–222) rozebírá některé obecné charakteristiky existujících i perspektivních jazyků pro umělou inteligenci

(zacházení s kontexty, relační struktury, srovnávání vzorků, deduktivní mechanismy, datové typy). Rozsáhlou analýzu konkrétního programu v jazyku LISP pro zacházení s konvenční bází dat provádí E. Sandewall (*Několik poznatků o konceptuálním programování*, s. 223–265). Analýza je prováděna ve světle snahy, aby programovací systém „rozuměl“ programu a komunikoval s programátorem v jeho přirozené pojmové oblasti. Jeden ze směrů programování pro umělou inteligenci vychází z přesvědčení, že predikátová logika může být zcela adekvátním a užitečným programovacím jazykem. Tento směr je ve sborníku zastoupen příspěvkem M. H. van Emdena (*Programování rezoluční logikou*, s. 266–299). Autor se zaměřuje zejména na dva aspekty: vhodnost logiky k formulaci problémů a oddělení logické od řídicí komponenty algoritmů. Poslední příspěvek tohoto oddílu je přehledová práce R. Davise a J. Kinga (*Přehled produkčních systémů*, s. 300–332). Produkčním systémem je v současné literatuře věnována velká pozornost jako nástroji k manipulaci s bázemi znalostí pomocí jistého souboru pravidel; pravidlo, které má být použito, je vybíráno na základě zjištění, zda je „vhodné“ pro současný stav báze znalostí.

6. Použití dialogu k předávání znalostí stroji

C. Green a D. Barstow (*Hypotetický dialog, demonstrovací bázi znalostí pro systém na porozumění programů*, s. 335–359) diskutují formou dialogu se strojem rozsah a charakter znalostí, které by musel ovládat systém na porozumění programů, a to na konkrétním příkladě syntézy jednoduchého řídicího programu.

7. Použití dialogu k předávání znalostí člověku

Tato část sborníku se změřuje na použití počítačů v pedagogice. Dvě práce R. B. Davise a spoluautorů (*Reprezentace znalostí o matematice při výuce počítačem*, část I–II, s. 363–386, 387–421) navazují na sebe; první se zabývá použitím modelů umělé inteligence k analýze chování člověka při učení a druhá popisuje konkrétní experimenty se systémem

PLATO. K. Kahn se ve svém příspěvku (*Tři interakce mezi umělou inteligencí a pedagogikou*, s. 422—429) zabývá některými myšlenkami systému LOGO, které demonstrují tři možné úlohy umělé inteligence při vyučování: teorie učení obecně, výuka počítačem a výuka tím, že žáci sami programují jednoduché úlohy z oblasti umělé inteligence.

8. Kazuistiky v oblasti empirických znalostí

Dva příspěvky tohoto oddílu se zabývají specifickými případy reprezentace znalostí, a to v archeologii (J. Doran, *Reprezentace znalostí pro inferenci v archeologii*, s. 433—454) a v buněčné genetice (D. Rutovitz, *Klasifikace chromosomů a segmentace jako úloha umění předpovídat*, s. 455—472).

9. Percepční znalosti

D. A. Huffman se ve svých dvou příspěvcích (*Pojem duality v analýze scén s mnohostěny*, s. 475—492, *Realizovatelné konfigurace čar na obrazech mnohostěnu*, s. 493—509) zabývá speciální problematikou analýzy trojrozměrných scén na základě dvourozměrných snímků. Jde o odvětví umělé inteligence s delší tradicí a s mnoha praktickými výsledky a proto čtenář uvítá přehledový a velmi dobře informující článek A. K. Mackwortha (*Jak vidět jednoduchý svět — výklad některých počítačových programů pro analýzu scén*, s. 510—537).

10. Znalost světa pro účely porozumění jazyku

Závěrečný oddíl sestává ze dvou rozsáhlých statí známých specialistů v oboru počítačové lingvistiky. E. Cherniak (*Inference a znalosti při porozumění jazyku*, s. 541—574) se zabývá problémem, jakou úlohu hraje inference při porozumění textu (a při jeho transformaci do báze znalostí), jakou má mít tato inference podobu a kdy má být prováděna. K ilustraci autor používá reprezentace založené na predikátovém kalkulu, Hewittův PLANNER a a Minského koncepci rámců.

R. Shank (*Reprezentace a porozumění textu*, s. 575—619) sleduje problém porozumění přirozenému jazyku v plné jeho šíři — od sémantické reprezentace vět (uvádí metodu založenou

na tzv. konceptuální závislosti) přes inferenci až po organizaci znalostí při reprezentaci, včetně teorie scénářů (scripts) a plánů.

Zmínili jsme se jednotlivě o všech příspěvcích ve sborníku z toho důvodu, aby v plné své konkrétnosti vedle sebe vynikla všechna témata, která jsou v současné době ve světě považována za hlavní náplň pozoruhodné disciplíny, označované jako umělá inteligence. Souhrnně lze o sborníku Machine Intelligence 8 konstatovat, že má vysokou úroveň obsahovou i sdělnou, a čestně se řadí do celé plejády sborníků prací na příbuzná témata, které se objevily v posledních deseti letech (a to nejen v sérii Machine Intelligence). Lze jen doufat, že se v brzké době vyskytnou monografie, které se pokusí o jednotnici a teoreticky fundovaný přístup k této důležité, níměně dosti heterogenní disciplíně.

Ivan M. Havel

TAKEO MĀRUYAMA

Stochastic Problems in Population Genetics

Lecture Notes in Biomathematics, vol. 17. Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York, 1977, 245 str.

Recenzovaná kniha se zabývá aplikací teorie stochastických procesů na některé modely teoretické populační genetiky. Její koncepce je dána tím, že za základ knihy posloužily autorovy přednášky o teoretické populační genetice určené pro studenty biologie, kteří nejsou obeznámeni s teorií stochastických procesů. Z tohoto hlediska je použitý matematický aparát dosti náročný (diferenciální rovnice, maticový počet atd.).

Základní pojmy stochastických procesů vykládá autor na speciálním případě náhodné procházky se spojitým časem a diskretním stavovým prostorem. Odvozuje pro tento případ zpětné Kolmogorovy rovnice, které pak ve své obecnější podobě slouží za základ dalšího výkladu. Příklad je pak zobecněn pro případ diskretního času i prostoru, spojitého času a diskretního kruhového prostoru a spojitého času i prostoru pro náhodné procházky. Dále

je pak zaveden pojem markovského procesu; autor se omezuje na difuzní náhodné procesy a pro tento případ odvozuje obecné zpětné Komogorovy rovnice a zabývá se jejich řešením.

S tímto matematickým aparátem vysvětluje základní modely populační genetiky (Wrightův, Fellerův, Moranův atd.) pro konečnou populaci s dvěma geny a náhodnými mezigeneračními změnami. Modely jsou zesložitovány přípuštěním proměnlivé velikosti populace, mutací a výběru. Na tentýž případ s dvěma geny aplikuje i čistý proces zrodu a zániku, proces zrodu a zániku se závislou hustotou i obecně časově nehomogenní proces a působení náhodného okolí.

Základním ukazatelem je zde genová frekvence. Její trajektorie jsou předmětem zájmu. Nejprve je jedna kapitola věnována otázce klasifikace „mezi“ procesů, aplikace této klasifikace se pak týká právě mezi genových frekvencí v jednotlivých procesech. Následuje výklad o střední hodnotě „integrace“ trajektorií; jde o problémy setrvání procesu v jistých hranicích nebo určování střední doby dosažení mezních absorbujících stavů atd. Pozornost je zde věnována i otázkám počítačové simulace včetně konkrétních programů. Výklad je pak orientován na rozbor složitějších biologicky motivovaných případů chování trajektorií v různých modelech. Samostatné kapitoly jsou

věnovány numerické integraci Kolmogorových zpětných rovnic a vlastním hodnotám a číslům těchto rovnic a dále aproximačním metodám.

V dalších kapitolách je pak uvažován vliv geografické struktury populace, opět od nejjednodušších případů konfigurací kolonií organizmů se vzájemnou migrací v jednorozměrném a dvourozměrném prostoru. Jsou zde v zásadě využívány hlavně numerické metody a simulace. Pozornost je pak věnována geograficky invariantním vlastnostem a různým speciálním problémům.

Celkově lze říci, že kniha má výrazně mezioborový charakter. Může být užitečná matematikovi se základním vzděláním v teorii pravděpodobnosti, pokud by se chtěl systematicky věnovat aplikacím matematiky v populační genetice (předpokládané biologické znalosti jsou elementární); pro specialistu ve stochastických procesech by kniha mohla být zajímavá jako ukázka rozumně motivovaných speciálních typů procesů a jejich použití. Podle zkušeností recenzenta je biologům kniha na této úrovni nepřístupná; biolog by však mohl tuto knihu s velkým užitekem přečíst za spolupráce s matematikem. Pro podněcení takového kontaktu obsahuje recenzovaná kniha výjimečně cenný materiál.

Tomáš Havránek