

И. И. Гихман, А. В. Скороход

Введение в теорию
случайных процессов

(Úvod do teorie náhodových procesů)

Издательство „Наука“, Москва 1965.
Stran 656, cena 1,79 rbl.

Cílem autorů bylo napsat knihu, podávající výklad teorie náhodových procesů na soudobé úrovni matematické přesnosti a současně nevyžadující od čtenáře žádné předchozí znalosti náhodových procesů. Takových knih je ve světové literatuře velmi málo a je proto potěšitelné zjistit, že se autorům jejich záměr zdařil.

Kapitola I má úvodní ráz. Obsahuje definici stochastického procesu v širším smyslu jako soustavy simultánních distribučních funkcí a základní vlastnosti Gaussových procesů a korelačních funkcí. Kapitola II obsahuje výklad teorie míry. Na základě teorie míry je v kapitole III vybudována axiomatika teorie pravděpodobnosti. Na axiomatiku navazuje výklad základních vlastností řad nezávislých náhodných veličin a ergodické věty. Obecné teorii náhodových procesů je věnována kapitola IV, kde je vyložen pojem separabilního procesu, měřitelného procesu a jsou udány postačující podmínky proto, aby proces měl trajektorie spojitě a trajektorie bez nespojitosti druhého druhu.

V dalších čtyřech kapitolách podávají autoři postupně teorii základních typů stochastických procesů: stacionárních procesů v širším smyslu, procesů s nezávislými přírůstky, Markovových procesů s nespojitými přechody mezi stavy a spojitých Markovových procesů. Kapitola o stacionárních procesech obsahuje jednak obecné věty o spektrální reprezentaci procesů, o filtraci a o predikci, jednak způsoby nacházení optimální predikce (Wienerova metoda, Jaglomova metoda). Odvození spektrál-

ní-reprezentace se opírá o odstavec o náhodných mírách. První část kapitoly o procesech s nezávislými přírůstky pojednává o rozkladu procesu na spojitou složku a na integrál vzhledem k Poissonově míře. Dále jsou zde vyloženy vlastnosti trajektorií procesů a základní vlastnosti procesu Brownova pohybu.

V kapitole o Markovových procesech s ryze nespojitými přechody mezi stavy jsou nejprve odvozeny soustavy Kolmogorových diferenciálních rovnic pro pravděpodobnosti přechodu časově homogenních procesů se spočítaným systémem stavů. Obecná teorie nespojitých procesů je doplněna řadou příkladů. V této kapitole jsou také dostatečně podrobně popsány větvičky se procesy. Kapitola o spojitých Markovových procesech začíná odstavcem o difúzních procesech v širším smyslu, ve kterém jsou odvozeny Kolmogorovy parciální diferenciální rovnice. Dále je podrobně vyloženo stochastický integrál Itô, neboť výklad difúzních procesů se opírá o stochastické diferenciální rovnice. Na konci kapitoly jsou odvozeny parciální diferenciální rovnice pro střední hodnoty některých funkcionálů na trajektoriích.

Velmi pozoruhodná je poslední kapitola, obsahující limitní věty pro stochastické procesy. Tato důležitá a celkem nová partie nebyla do knih obsahujících všeobecný výklad teorie náhodových procesů zahrnována. Kapitola obsahuje odstavce o slabé konvergenci rozložení pravděpodobnosti, o konvergenci k procesu Brownova pohybu, o konvergenci Markovových řetězců, o limitních větách pro procesy bez nespojitosti druhého druhu apod.

Při výběru látky a způsobu výkladu vycházeli autoři ze svých pedagogických zkušeností na universitě v Kyjevě. Původní výsledky autorů ovlivnily výklad zejména v kapitole IV a v posledních dvou kapitolách. Kniha je psána srozumitelně. Vyžaduje však smysl pro matematické usuzování.

Petr Mandl

Алгоритмы и рекурсивные функции

(*Algoritmy a rekurzivní funkce*)

Издательство „Наука“, Москва 1965.

Стран 392, цена 1,22 Rbl.

Rostoucí význam algoritmizace úsudkových a výpočtových procesů způsobuje, že teorie algoritmů se stává stále samostatnější disciplínou (zatímco ve své původní formě — jako teorie rekurzivních funkcí — sloužila v podstatě pouze zájmům matematické logiky). To má za následek snahu řady autorů zachytit souhrnně její hlavní výsledky. Naším čtenářům jsou nejnázorněji dostupné knihy R. Pétera z r. 1951 a V. A. Uspenského z r. 1960. Srovnáme-li tyto práce s recenzovanou monografií, snadno se přesvědčíme o intenzivním rozvoji celé tematiky: A. I. Malcevovi, jednomu z čelných sovětských algebraiků a logiků, se podařilo podat v šesti kapitolách knihy nejen ucelený obraz základů teorie rekurzivních funkcí a dalších algoritmických systémů, ale ve stručných, avšak daleko zasahujících doplňcích shrnout bohatý materiál, z něhož je možno učinit si představu o současném stavu (zhruba do roku 1964) a vývoji speciálních problematik.

I. kapitola uvádí vedle obecnějšího algebraického úvodu definice primitivně, obecně a částečně rekurzivní funkce, úvahy o motivaci těchto definic a vyslovení Churchovy téze.

II. kapitola se zabývá technikou práce s primitivně rek. funkcemi; dále se v ní zavádějí pojmy rekurzivní a rek. spočetné množiny (čísel i n -tic čísel).

V III. kapitole se dokazuje existence obecně rek. funkcí, které nejsou primitivně rekurzivní. Jsou podány dvě varianty důkazu: jednak se konstruuje — pomocí rekurse 2. stupně — obecně rek. funkce univerzální pro jednoargumentové funkce primitivně rek., jednak se konstruuje Ackermannova majorizující funkce. Další paragraf kapitoly je věnován různým standardním reprezentacím částečně rek. funkcí (pomocí superpozice a minimalizace jistých primitivně rek. funkcí). V do-

plňcích je zmínka o dalších typech funkcí (elementárních).

IV. kapitola vyšetřuje systémy funkcí a množin, nejprve za použití běžných numerací; pak je uvedena obecná teorie numerací, zvlášť numerací jednoznačných. V dalším paragrafu kapitoly se autor zabývá teorií reducibility algoritmických problémů a vysvětluje tak pojmy množiny univerzální (vzhledem k této reducibilitě), produktivní, kreativní, jednoduché, imunní, maximální. Následuje diskuse analogických problémů pro systémy množin. V závěru se dokazují základní fakta o rek. oddělitelnosti množin.

V. kapitola přenáší pojmy rekurzivní z číselných množin na libovolné množiny slov; nejprve přes vhodnou numeraci, potom přímo, zobecněním základních operátorů (minimalizace atd.). Je zaveden pojem Turingova stroje a ukázána ekvivalence s pojmem částečně rekurzivní funkce (nad obecnou abecedou). Vypracovaný aparát umožňuje podat jednodušší důkazy řady dříve uvedených tvrzení; kromě toho je aplikován na řešení některých problémů algoritmické rozhodnutelnosti ze speciálních matematických disciplín: problém rovnosti slov v pologrupách, nerekurzivnost a tedy nerozhodnutelnost množiny všech tautologií nižšího predikátorového počtu, důkaz skutečnosti, že množina všech uzavřených pravdivých formulí aritmetiky a množiny všech tautologií predikátorového počtu 2. stupně nejsou rek. spočetné. V doplňcích najde čtenář údaje o rozhodnutelnosti resp. nerozhodnutelnosti řady teorií a o Kleeneho hierarchii.

Poslední kapitola si všímá dalších variant teorie algoritmů: jsou uvedeny Postův a Markovův systém, operátorové algoritmy blízké programům pro číselové počítače, Turingovy stroje s více páskami (i ty, které netisknou: autor je nazývá Minskyho stroje), Tag-systémy. Knihu uzavírá přehled nejnovějších výsledků souvisejících s desátým Hilbertovým problémem (otázka existence algoritmu umožňujícího pro danou diofantovskou rovnici rozhodnout, zda má řešení v oboru celých čísel); zatímco původní problém je stále ještě neřešen, je ukázána neexistence algoritmu pro některé podobně formulované také jsou citovány některé problémy ekvi. valentní.

Autorovi se podařilo shrnout na 390 stránkách všechny profilující partie disciplíny, aniž byl nucen uchýlit se ke zjednodušení či ustoupit od požadavku preciznosti. V rozumných mezích zůstává poměr mezi formální a obsahovou stránkou věci, mezi aparát symboliky (složitější formální zápis poměrně jednoduchých myšlenkových obrátů, např. v některých partiích kapitoly III, je zřejmý dán povahou věci) a názorností výkladu.

Kniha se vyznačuje také vhodnou vnější úpravou. Od základního textu jsou odlišeny petitem odstavce, které nejsou nutné pro pochopení hlavních výsledků. Každý paragraf (z celkového počtu 16) je opatřen dodatkem obsahujícím příklady a cvičení a často také již zmíněné doplňky. Všechna tvrzení základního textu jsou dokázána; v doplňcích se autor odvolává na literaturu jejíž podrobný seznam (121 titulů) je připojen. Práci s knihou ulehčuje jmenný a věcný rejstřík a seznam označení.

Monografie představuje cenný přínos k literatuře o teorii algoritmických systémů a lze ji doporučit každému zájemci o tento obor.

Jiří Hořejš

А. Г. БУТКОВСКИЙ

Теория оптимального управления системами с распределенными параметрами

(*Teorie optimálního řízení soustav s rozloženými parametry*)

Издательство „Наука“, Москва 1965.

Stran 476 s obrázky, tabulkami a grafy, cena 1,30 Rbl..

Otázky optimálního řízení různých procesů upoutávají stále větší pozornost techniků, ekonomů i matematiků. Přitom převážná většina prací z tohoto oboru byla až dosud věnována problémům optimálního řízení soustav, jejichž stav lze popsat systémem obyčejných (obecně nelineárních) diferenciálních rovnic

prvního řádu. Nutné podmínky optimálnosti, shrnuté do Pontrjaginova principu maxima, jsou dnes již všeobecně známy a nalezy četná použití. Další přirozenou etapou ve vývoji teorie optimálních systémů znamená rozšíření na systémy, popsané parciálními diferenciálními rovnicemi, integrálními a obecně funkcionálními rovnicemi. Úlohy tohoto typu vznikají např. v souvislosti se zpracováním materiálu procházejícího žíhací pecí, při řízení procesů v chemických reaktorech a podobně. Těmto problémům je věnována obsáhlá monografie A. G. Butkovského. Její autor je odborníkům dobře znám svými dřívějšími významnými pracemi z tohoto oboru. Přitom jde patrně o první knižní zpracování teorie optimálního řízení soustav s rozloženými parametry ve světové literatuře, pomineme-li obsáhlou studii P. K. C. Wanga ve sborníku *Advances in Control Systems* z roku 1964. Vzhledem k tomu, že jde o oblast, která je stále ještě ve stadiu vývoje, je celkem přirozené, že kniha nepodává ucelený výklad teorie, ale spíše informuje čtenáře o jednotlivých dílech výsledcích, jichž bylo dosaženo, a snaží se je pokud možno systematicky seřadit. Mnohé z těchto výsledků pak náleží autorovi knihy A. G. Butkovskému.

V úvodu se čtenář nejprve seznámí s celou řadou technických problémů, jejichž řešení najde v následujících šesti kapitolách, i s jejich matematickou formulací.

První kapitola je věnována obecné teorii optimálního řízení. Od řídící vektorové funkce se požaduje, aby náležela uzávěru konvexní oblasti. Ve druhém paragrafu této kapitoly jsou uvedena různá rozšíření Pontrjaginova principu maxima na soustavy popsané systémy rovnic typu

$$\frac{\partial^2 Q_i}{\partial x \partial y} = f_i \left(x, y, Q, \frac{\partial Q}{\partial x}, \frac{\partial Q}{\partial y}, u \right),$$

kde

$$Q = (Q_1, \dots, Q_n).$$

Ve třetím paragrafu jsou uvedeny výsledky V. F. Krotova pro soustavy

$$\frac{\partial Q_i}{\partial x_j} = f_{ij}(Q, U, x).$$

Obecná vyšetřování extrémů funkcí v Banachově prostoru jsou předmětem §§ 5, 7, 8, 11. K jejich čtení je nutná znalost některých základních pojmů z funkcionální analýzy, jež se nepředpokládá v ostatních částech knihy. V dalších odstavcích jsou uvažovány soustavy, popsané integrálními rovnicemi (§§ 6, 9). Dále jsou v první kapitole vyšetřovány otázky syntézy optimální regulace soustav s rozloženými parametry, otázky řiditelnosti, pozorovatelnosti a invariantnosti. V § 13 je krátce naznačena možnost užití Bellmanova principu optimality pro sestavení podmínek extrémů ve tvaru funkcionálních rovnic.

Ve druhé kapitole jsou vyšetřovány soustavy, popsané rekurentními vztahy, pod něž spadají velmi důležité impulsní soustavy. Na příkladě v § 2 je ukázáno, že pro tyto soustavy nelze mechanicky přeložit Pontrjaginův princip maxima formálním nahrazením derivací podíly diferenci. Postačující podmínky pro extrém jsou vyloženy v § 3 této kapitoly, dále následující aplikace na problém žihací pece.

Třetí kapitola je věnována momentové metodě. V prvním paragrafu této kapitoly je vysvětlena souvislost mezi úlohou na nejkratší dobu přechodu u soustav s rozloženými parametry s tzv. *l*-problémem momentů podle M. G. Krejna. Teorie momentové metody je uvedena v obsáhlém druhém paragrafu. Aplikace na syntézu soustavy s rozloženými parametry jsou studovány v § 3.

V § 4 je řešena úloha optimálního převedení soustavy, popsané vlnovou rovnicí, do klidového stavu v nejkratším čase. Poslední, pátý paragraf je věnován otázce aproximace funkce více proměnných součtem součinů funkcí jedné proměnné.

Čtvrtá kapitola zahrnuje celou řadu různých numerických metod řešení optimalizačních problémů. Jsou zde např. metoda postupných aproximací, založená na momentové metodě, různé diferenční metody, metoda přímek, parabolické aproximace a jiné.

Poslední dvě kapitoly (kap. 5. Optimální ohřev tuhých těles, kap. 6. Optimální řízení průchodných pecí) obsahují podrobný výklad řešení příslušných praktických problémů s užitím předchozích teoretických výsledků. V přílohách I–III jsou uvedeny tabulky a nomogra-

my k řešení některých úloh. Tolik ve stručnosti k obsahu knihy.

Knihy A. G. Butkovského je psána srozumitelně a shrnuje veliké množství zajímavých a různorodých faktů. Je zřejmě určena značně širokému okruhu čtenářů a autor tu byl postaven před obtížný úkol napsat text, který by vyhověl zároveň požadavkům techniků i matematiků. Z tohoto hlediska se mohou zdát některé části matematikům příliš rozvláčné (např. úvod), zatím co mnohemu technikovi budou činit obtíže důkazy některých vět a teoretické partie (zejména např. § 5, kap. I, § 2, kap. II). Nicméně znamená kniha A. G. Butkovského podstatné obohacení literatury z oboru řízení složitých technických procesů, podává ucelený obraz o teorii, dosud rozptýlené na stránkách mnoha časopisů a tedy velkou těžko dostupné. Proto kniha nalezne jistě živý ohlas i u naší technické veřejnosti a pomůže v řešení složitých otázek, jež sebou přinášejí rozvoj vědy a techniky.

Antonín Tuzar

R. J. P. CAREY

Finding and Using Technical Information

(Vyhledávání a používání technických informací)

Edward Arnolds (Publishers) Ltd., London 1966.

Stran 153, cena 25 s.

Rychlý vývoj vědy a techniky vytváří dnes tak velké množství vědecko-technických informací, že je už nelze zvládnout jinak, než dobře organizovanou a nejmodernějšími prostředky vybavenou sítí informačních útvarů, zabývajících se pasivní a aktivní dokumentační činností.

Ve všech průmyslově vyvinutých státech přisuzuje se proto dokumentační činnosti velký význam a budují se pro ni s podporou státu, průmyslu a vědeckých institucí odborné dokumentační ústavy a pracoviště od nejnižších do nejvyšších stupňů.

V předních kapitalistických státech je dnes dokumentační služba na vysokém stupni organizace a moderního vybavení.

Careyova příručka, určená studentům, učitelům, vědcům, inženýrům a technikům, podává podrobný přehled o dokumentační službě ve Velké Británii, o jejích pramenech, vybavení, pomůckách, organizaci a útvarech a vzájemných vztazích mezi nimi.

Kniha, která nejde příliš do hloubky, pokrývá — někdy v zjednodušených formulacích, jindy s mnohými detaily — celou oblast dokumentační činnosti a upozorňuje na všechny její hlavní problémy. (Zjednodušeně vidí např. problém překladu názvů ruských děl bez důkladné znalosti ruštiny. Říká o tom na str. 125: „... Značná část ruské terminologie je přímo převzata z anglických výrazů. Význam mnoha názvů a nápisů v ruštině stává se proto zřejmým po přepisu [do latinky, moje poznámka].“ Podrobný přehled o kopírovacích a rozmnožovacích prostředcích a srovnání jejich vlastností podává na str. 137—141).

Autor se zabývá hlavními principy informační služby a některými cestami přenou dokumentačních informací, pořizováním trvalých záznamů a příslušnou organizací knihovnické služby. Dále představuje reprezentativní skupiny dokumentů a jejich informační obsah. Tuto část knihy uzavírá kapitolou o literární rešerši a vyhodnocování zjištěných informací. Cituje názvy mnoha děl a prací zabývajících se vždy určitými problémy dokumentační práce. Pro českého čtenáře je tato část knihy zajímavá tím, že ho jednak upozorňuje na zvláštní prameny a organizaci pramenů dostupných a používaných ve Velké Británii, USA a ostatní oblasti anglické vědeckotechnické literatury, jednak se setkává s mnohými prameny, které jsou dnes pro celý svět společné. O sovětském dokumentačním časopise *Referativnyj žurnal* se říká na str. 56, že je to nejobsáhlejší časopis tohoto druhu ve světě. Mnoho jeho částí se nyní překládá do angličtiny. Zdůrazňuje se nutnost, aby se dokumentační záznamy publikovaly co nejdříve po vydání původního díla. Informace po 12 měsících může již být zastaralá.

V další části knihy popisuje některé cesty, po nichž se informace šíří a knihu uzavírá

poznámkami a informacemi o některých přidružených problémech a službách, např. jak nejlépe využít služby knihoven, o otázkách překladatelských a o reprodukci dokumentů.

Autor, který je sám lektorem knihovnického a dokumentačního oboru na technické škole, připojil ke knize také podrobný vyučovací program s kontrolními otázkami, tvořící úplný kurs dokumentační služby podle jednotlivých částí knihy.

Podrobný věcný rejstřík usnadňuje orientaci v jednotlivých částech knihy.

Juda Sternkürer

Prague Studies in Mathematical Linguistics, sv. I

Academia, Praha 1966

Str. 240, cena 35,— Kčs.

Tento anglicky a rusky psaný sborník statí, určený především zahraničním zájemcům, zahrnuje některé dílčí výsledky, jichž bylo u nás v oblasti matematické lingvistiky dosaženo, a svým tématikou velmi širokým zaměřením velmi dobře reprezentuje rostoucí zájem našich lingvistů o tuto problematiku.

První tématický okruh z oblasti statistické lingvistiky zahrnuje celkem deset prací. Příspěvek B. TRNKY k statistické fonologii je prvním pokusem o systematické shrnutí výsledků získaných při rozboru kvantity českých samohlásek a jejich četností. J. KRÁMSKÝ se zabývá analýzou četností samohláskových fonémů v jazycích s pětiprvkovým trojúhelníkovým systémem samohlásek. Ve statí L. DOLEŽELA a J. PRŮCHY, věnované problematice kombinatorických vlastností jazykových jednotek, se zkoumá závislost mezi funkčním zatížením grafémů v češtině a jejich četnostmi. J. HORECKÝ analyzuje rozložení tříčlenných skupin souhlásek na počátku slov ve slovenštině. K. BUZÁSSYOVÁ aplikuje na slovenštinu syntagmatický fonologický model a využívá svých výsledků o rozložení slovenských fonémů pro typologické účely. M. TĚŠITELOVÁ zkoumá na základě homonymních forem podstatných

jmen v češtině problematiku ekonomie jazykového vyjadřování. Příspěvek K. PALY se zaměřuje na aktuální větné členění a jeho užití v oblasti strojového zpracování informací. J. PRŮCHA informuje o výsledcích experimentů zaměřených na objasnění vztahu mezi délkou kontextu a výběrem sémantických jednotek. L. HŘEBÍČEK analyzuje signifikantní a nesignifikantní rozdíly mezi fonémy v rýmech ka-zažské poesie a jejich překladů do ruštiny. Konečně M. KÖNIGOVÁ zkoumá na základě četností grafémů a jejich skupin obecnou problematiku statistického výběru v lingvistice.

Druhý komplex šesti statí je věnovaný otázkám algebraické lingvistiky. M. NOVOTNÝ dokazuje, jak lze pojmy a teorémy v pracích O. S. Kulaginové, V. A. Uspenského a S. Marcuse včlenit do jisté obecné algebraické teorie tzv. R-systémů, tj. množin se systémem relací. V lingvistické interpretaci lze R-systém realizovat jako množinu slov nějakého jazyka a relace lze definovat pomocí gramaticky správných vět. K. ČULÍK studuje jazyky generované určitým typem neúplných Markovovských algoritmů, tzv. quasi-algoritmy, jež jsou velmi blízké bezkontextovým gramatikám N. Chomského. Lingvistiku budou zde zajímat úvahy o možnosti využívat metod programování pro počítače i při strojovém překladu z přirozených jazyků, kde je ovšem třeba s ohledem na morfologické a syntaktické aspekty překladu stanovit kromě příslušných pravidel i jisté podmínky, kdy a jak se těchto pravidel má používat. L. NEBESKÝ vyšetřuje jistou formální gramatiku odlišnou jak od frázových tak i o závislostních gramatik, o níž předpokládá,

že pomocí ní bude možné generovat množiny jednoduchých vět přirozených jazyků. P. NOVÁK podává na podkladě úvah o matematických modelech lingvistických objektů klasifikaci problémů spjatých s aplikací matematických metod v jazykovědě. L. UHLÍŘOVÁ se zabývá některými aspekty slovosledu v kategoriálních a transformačních gramatikách a kloní se k názoru, že pro češtinu jsou vhodnější transformační gramatiky N. Chomského nežli kategoriální, vytvořené Bar-Hillelem a Lambekem na podkladě angličtiny. V závěrečné statí této části navrhuje J. JELÍNEK metodu pro rozbor všech druhů syntaktických konstrukcí, jež vyjadřují nějaký vztah, který lze explicitně formulovat pomocí věty.

Třetí soubor tří statí věnovaných problematice strojového překladu začíná článkem D. KONEČNÉ, P. NOVÁKA a P. SGALLA referujícím o výsledcích získaných při strojovém překladu z angličtiny do češtiny na počítači EPOS I. P. PŘÍHA se zabývá problematikou koordinačních spojek při rozboru češtiny pro potřeby strojového překladu. Závěrečná stať J. PANEVOVÉ rozebírá na základě českých matematických a elektrotechnických textů za obdobným účelem vlastnosti neshodného přívlastku.

Široký kolektiv autorů, kteří se na tomto sborníku podíleli, jasně dokumentuje plodnost spolupráce lingvistů a matematiků i návaznost naší mladé matematické lingvistiky na slavnou tradici pražské jazykovědné školy.

Karel Berka