

R. J. NELSON

Introduction to Automata

(Úvod do teorie automatů)

John Wiley & Sons, New York—London—Sydney 1968.

Stran XII + 400, cena 115 s.

Kniha je věnována matematické teorii automatů, přitom jejím charakteristickým rysem je důraz, který je kladen na formální stránku probíraných pojmů a metod. Autor vychází z pojmu formálního generativního systému a bere ho za základ, kterému přizpůsobuje výklad v celé knize. Kromě toho jsou v knize soustavně uplatněny ty moderní prostředky, především algebraické, které jsou typické pro práce z abstraktní teorie konečných automatů z posledních let. Kniha obsahuje značné množství materiálu, počítaje v to i výsledky poměrně nové. I výsledky klasické jsou v ní zpracovány původním způsobem, který souvisí s celkovým autorovým pojetím teorie automatů, jež se značně odchyluje od tradice. Obsažnost knihy je dána zčásti tím, že autor každé téma probírá od začátku, a to v elementárních partiích zvláště důkladně, takže teoreticky, alespoň pokud jde o formální stránku, autor u čtenáře nepředpokládá předběžné znalosti (to je v jistém rozporu s hloubkou a náročností výsledků, ke kterým nakonec dospívá). Na druhé straně, jak plyne z poznámek pod čarou, je pro četbu některých částí knihy žádoucí, aby čtenář byl seznámen s příslušným materiálem v běžném, názorném a obsahovém pojetí. Autor sám záměrně většinou ponechává stranou otázky, které se týkají materiální realizace automatů a intuitivní motivace použitých pojmů a konstrukcí.

V úvodní 1. kapitole se hovoří, a to podrobněji než obvykle, o množinách, relacích, grupách, pologrupách a Booleových algebrách.

2. kapitola je věnována rekurzivním a parciálně rekurzivním funkcím, gödelizaci množin slova a pojmům efektivnosti a rozhodnutelnosti.

Ve 3. kapitole je zaveden obecný pojem

formálního systému. Je určen abecedou, rekurzivní množinou tzv. formulí, rekurzivní množinou axiomů a konečnou množinou vicemístných rekurzivních predikátů, které představují odvozovací pravidla. Jedním z ilustrujících příkladů je formalizovaná výroková logika; jsou o ní uvedena i hlavní fakta (bezespornost, úplnost). Jiným příkladem je speciální pojem programovacího systému a jeho vztah k parciálně rekurzivním funkcím. (Není to formální systém ve striktním slova smyslu, jak autor sám poznamenává; v definici je však řada nepřesností.) Pak je definován pojem automatu, a to jakožto semi-Thueův systém, jehož abeceda je rozdělena na vlastní a pomocné symboly. Připouští se nekonečně mnoho axiomů, které jsou dány schématem s metaproměnnými. Automaty uvažované dále v celé knize jsou pak rozděleny do tří, resp. čtyř typů:

1. a) přijímač (acceptor — pro slabé rozhodování množin slov, tj. pro slova z komplementu množiny nedostaneme výsledek), 1. b) detektor (detector — pro běžné rozhodování; definice je nepřesná, není jasné co je „detected set“), 2. generátor (generator — pro generování množiny slov z jednoho axiomu), 3. převodník (transducer — automat s výstupem). Automaty jsou obecně nedeterministické a parciální.

4. kapitola je věnována Turingovým strojům. Jsou nejdřív definovány jako semi-Thueovy systémy se speciálním symbolem pro označení krajů slova. (Tvzení na str. 101, že Turingův stroj je převodník, je nepřesné, neboť nesouhlasí tvar výchozího axiomatického schématu.) Je uvedena také běžná definice pomocí čtveřic. V hlavních rysech je dokázána věta o vztahu Turingových strojů k parciálně rekurzivním funkcím a je uvedena (zčásti bez důkazu) řada základních výsledků o rekurzivně spočetných množinách; používá se mj. vyjádření pomocí Kleeneho normální formy. Pak je definice Turingova stroje modifikována tak, že se z něho stane buď přijímač nebo generátor, a je ukázáno, že rekurzivně spočetné množiny jsou ty, které jsou slabě rozhodovány resp. generovány takovými stroji. Je podán výčet klasických nerozhodnutelných

problémů jako např. problém zastavení, Postův korespondenční problém atd. Jejich nerozhodnutelnost je vždy dokázána, dokonce i pro problém slov pro pologrupy. Závěrem je popsána konstrukce univerzálního Turingova stroje a též původní Postova verze stroje, u které jsou základní kroky jednodušší než u Turingova modelu.

Ústřední a nejobsažnější část knihy tvoří 5. kapitola, která pojednává o konečných převodnících. Jsou probrány především klasické výsledky o ekvivalenci a redukci, tj. minimalizaci počtu stavů, pro deterministické převodníky Mealyho a později i Mooreova typu (též parciální). V další části je rozvinut algebraický aparát, který v posledních letech byl použit v teorii rozkladů automatů na jednodušší části (pologrupy a grupy spojené s automaty, svazy automatů, rozklady se substituční vlastností, homomorfismy, pojem realizace resp. simulace automatu uvnitř jiného, atd.). Jde přitom o rozklady automatů (většinou uvažovaných bez výstupu — transition system) na automaty, které mají jen dva stavy, nebo u kterých každý vstupní symbol permuteje množinu stavů resp. ji usměrňuje (tj. převádí všechny stavy do jednoho — reset machine), nebo o automaty, u kterých příslušná grupa je jednoduchá (tj. nemá vlastní normální podgrupy). V tomto směru je pak dokázána řada výsledků, které vrcholí Krohn-Rhodesovou větou o tom, že každý „transition system“ lze realizovat jako serio-paralelní spojení systémů, které buď mají jednoduchou grupu nebo které mají pouze dva stavy. (Vyčerpávající podmínka pro to, aby grupa byla jednoduchá, je na str. 227 zřejmým nedopatřením uvedena v nesprávném znění.)

V 6. kapitole jsou probrány některé otázky, které souvisí se strukturální teorií převodníků. Je definován pojem „převodníkové sítě“ (transducer net — elementy, z nichž je složena, jsou binární logické a zpozdovací) a pojem speciálního typu idealizované neuronové sítě s prahovými elementy. Je dokázáno, že tyto sítě realizují — druhé z nich se zpožděním — táž zobrazení jako abstraktní převodníky. Zbytek kapitoly je věnován problémům minimalizace. Především jsou uvedeny hlavní výsledky o redukci vzájemných závislostí

komponent stavů při binárním zakódování (state assignment problem — formulace pomocí podmínek typu „don't care“ je uvedena, poněkud schematicky, až později). Dále jsou vloženy teoretické základy pro čtyři metody minimalizace disjunktivních normálních forem Booleových funkcí (mj. Quineova, také Ashenhurstova metoda rozkladů; k vypracování jedné ze zbývajících přispěl autor knihy). Tato partie má v kontextu knihy poněkud izolované postavení, výsledky nejsou explicitně na automaty aplikovány.

7. kapitola obsahuje bohatý materiál, který kromě klasických výsledků zahrnuje i výsledky poměrně nové a méně známé. Ústředním tématem, které je zde zpracováno konkrétně v souvislosti s přijímači (což není podstatné) je otázka, co „dovedou“ konečné automaty. Kromě konečných, deterministických i nedeterministických přijímačů jsou uvažovány i takové, které mají libovolnou množinu „stavů“. Ústřední postavení má zde Nerodeův pojem relace, která je zprava invariantní vůči zřetězení slov. Je probrána technika regulárních výrazů a je popsán příslušný algoritmus analýzy a syntézy. Zvláštní oddíly jsou věnovány relacím a numerickým funkcím, které lze reprezentovat konečnými automaty, a otázce přijímačů, jež jsou universální vzhledem k jisté třídě přijímačů.

8. kapitola se týká generátorů. Je věnována tomu aspektu formálních generativních systémů (automatů), který se nejvýrazněji projevuje v matematické lingvistice. V rámci terminologie v knize užitá jsou definovány známé čtyři Chomského typy jazyků resp. gramatik, jsou dokázány ostré inkluze mezi nimi a diskutovány některé jejich vlastnosti (speciálně u kontextových jazyků). Hlavním tématem jsou bezkontextové jazyky, pro které je dokázána řada základních výsledků, mj. o tom, že jsou to právě ty množiny slov, které lze přijímat nedeterministickými zásobníkovými přijímači.

Výklad v knize je doprovázen řadou příkladů a jednotlivé oddíly obsahují značný počet cvičení. Jistým nedostatkem je nepřehlednost, kterou by bylo možno odstranit detailnějším členěním textu. Kniha je originální svým pojetím a může především zkušenějším

čtenáři poskytnout řadu nových informací a podnětů. Jako učebnici ji však stěží lze doporučit jak začátečníkovi, tak tomu, kdo se sice nevyhýbá formalizaci, pokud je účelná nebo poskytuje nový hlubší pohled na zdánlivě heterogenní výsledky, kdo však zároveň hledá a oceňuje intuitivní ideje, že kterých teorie automatů stále vyrůstá a na které je tak bohatá. (V tom smyslu je kniha např. pravým opakem knihy Minského „Computation, finite and infinite machines“, která ovšem záměrně sleduje jiný cíl, ale i nové knihy Arbibovy „Theories of abstract automata“, která, byť rovněž jinak zaměřená, spojuje formalizaci s hlubokým obsahem.) Jednotlivé hledisko formálních systémů, které autor pro své pojetí automatů zvolil, je sice zajímavé a odborník snadno vidí, že je možné, ale podle názoru recenzenta se autorovi nepodařilo prokázat, že krunýř této systemizace je nutný nebo zvlášť účelný. Kromě toho přemíra různých (ne vždy nutných) definic způsobuje, že čtenář vyčerpá značnou část energie na verifikaci toho, že správně identifikuje to, o čem autor mluví. Samotnému autorovi knihy se závazek formální koherence nepodařilo dodržet a v obsaženém textu je řada míst s neúplnými resp. ne zcela exaktními formulacemi, které ruší.

Jiří Bečvář

Wienerova autobiografie je intelektuální biografií vědce v nelepším slova smyslu. Jen málokterá z velikých osobností vědy dvacátého století byla tak upřímná a otevřená, aby dala nahlédnout do své „vědecké kuchyně“, aby se pokusila s fascinující upřímností vylíčit racionální i mimoracionální motivy a stimuly svého vědeckého díla, jak to učinil zakladatel kybernetiky Norbert Wiener. Poutavé čtení o jeho osudech vědce i člověka ukazuje tuto osobnost, která je u nás známa především svým průkopnickým dílem v kybernetice, jako vědecky všestranného člověka s širokými zájmy, které počínaly logikou, matematikou a filosofií (Wiener byl žákem B. Russella) a končily psychologií, fyziologií, jazykovědou, jako vášnivého cestovatele, obdivovatele Číny, avšak také jako velkého humanistu. Wienerovy úvahy o morálce a zodpovědnosti vědce, o morálních a lidských souvislostech atomové pumy, kybernetické techniky jsou stále velice poučné a aktuální. Zejména vysoko je nutno ocenit Wienerovo průkazné svědectví, že o úspěších tvořivé činnosti nerozhodují pouze materiální a technické prostředky, ale především vysoce kultivované a citlivé klima, které není rušeno nešetnými zásahy a které je s to zaručit nejen hmotné, ale také vhodné intelektuální, psychologické a morální podmínky tvůrčí vědecké práce.

Ladislav Tondl

NORBERT WIENER

Můj život

(I am a Mathematician)

Mladá fronta, Praha 1970.

Stran 242, cena 17,50 Kčs.

České vydání této autobiografie průkopníka kybernetiky vyšlo ve velkém časovém odstupu po originálu, který byl vydán již v polovině padesátých let. Přesto však toto vydání, které nesporně obohatí naši česky vydanou literaturu o vzniku kybernetiky, je záslužným činem.

GEORGE L. NEMHAUSER

Einführung in die Praxis der Dynamischen Programmierung

(Úvod do praxe kybernetického programování)

R. Oldenburg Verlag, München—Wien 1969.

Stran 354, 53 obrázků, 56 tabulek, cena DM 78,—.

Recenzovaná kniha je překladem anglického originálu „Introduction to Dynamic Program-

80 ming" vydaného v roce 1966 nakladatelstvím John Wiley and Sons. Je zamýšlena jako úvod do teorie dynamického programování se zřetelem k jeho praktickým aplikacím.

Materiál knihy je rozdělen do 8 kapitol. Úvodní kapitola stručně pojednává o modelech a základních vlastnostech metody dynamického programování a přináší též nástin ostatních optimalizačních metod. 2. kapitola je věnována teoretickým základům metody dynamického programování. Výklad se však v této kapitole omezuje pouze na deterministické modely. Následující kapitola pojednává o praktických postupech pro řešení vícestupňových optimalizačních problémů. Blokova schémata i četné podrobně řešené příklady, jakož i zdůraznění praktických potíží při výpočtech, jsou dobrou přípravou pro pochopení látky i pro řešení konkrétních příkladů. 4. kapitola úzce navazuje na vlastní výpočetní problematiku, je totiž věnována metodám hledání optima funkcí jedné i více proměnných. V 5. kapitole je studován případ stochastických rozhodovacích modelů. Pozornost je věnována řízením Markovovým řetězcům, problémům adaptivního řízení i některým úlohám z teorie her. V následující 6. kapitole je zkoumán případ zobecněné struktury rozhodovacího procesu pro případy s rozvětvením a se zpětnou vazbou. 7. kapitola je věnována důležitému případu, kdy celkový počet kroků je nekonečný. Zvláštní pozornost je v této kapitole věnována dynamickému programování v Markovových řetězcích a vzájemnému vztahu mezi dynamickým programováním a klasickým variačním počtem, jakož i Pontrjaginovým principem maxima. Krátká závěrečná 8. kapitola přináší některé metodické a aplikační poznámky. V závěru knihy nalezneme seznam základní literatury (66 citací) a věcný rejstřík.

Knihy je psána jasnou formou a od čtenáře se nepožadují prakticky žádné předběžné matematické znalosti. Výklad je veden velmi účelně, vychází se totiž z nejjednodušších případů, které jsou postupně zobecňovány. Obdržené závěry jsou však vždy jasně a přesně formulovány. Řada řešených příkladů v textu jakož i bohatá cvičení na konci každé kapitoly umožňují důkladné pochopení látky.

Knihu lze velmi dobře doporučit jako úvodní učebnici i jako praktickou příručku všem, kdož se chtějí seznámit s teorií, metodikou i praktickým využitím dynamického programování. Zejména může být užitečná pracovníkům, kteří se zabývají vědeckým řízením a operačním výzkumem.

Karel Sladký

CHARLES R. KELLEY

Manual and Automatic Control

A THEORY OF MANUAL CONTROL AND ITS APPLICATIONS TO MANUAL AND AUTOMATIC SYSTEMS

(Ruční a automatická regulace — Teorie ruční regulace a její použití v ručních a automatických systémech)

John Wiley & Sons, Inc., New York—London—Sydney 1968.

Stran x + 272, cena 95 s.

V publikacích o regulační technice se zpravidla jen málo pojednává o regulaci uskutečňované člověkem, kdy je tedy člověk členem regulačního obvodu. Naproti tomu recenzovaná kniha představuje pravý opak: „primárním“ regulátorem je člověk, a automatizační prostředky jsou jen zařízeními k rozšíření lidských možností. Svým zaměřením a rozsahem je to nejrozsáhlejší dílo o technice ruční regulace.

Regulaci se v knize rozumí působení na okolí s cílem změnit je („control“) nebo je udržovat stálé („regulation“). Autorův přístup k problematice regulace vyžaduje zavedení pojmů vnější obvod — se vzdálenější působností — a vnitřní obvod, jehož působnost je „bližší“; jde tedy o vědomé zaměření na hierarchičnost různých vlivů. Tato koncepce je ilustrována příklady, nejčastěji z oblasti řízení dopravních prostředků od automobilu přes (zejména) loď, letadla až k vesmírným kabinám. Autor rozeznává tyto podstatné

prvky regulace: výběr cíle regulace (regulační úkol), regulátor (moduluje energii podle cíle a podle zpráv od zpětnovazebního čidla), zdroj energie, regulační styk (místo, kde se vpusťte energie — regulační orgán), regulační efektor (člen přijímající energii) a zpětnovazební čidlo. Toto rozdělení více vyhovuje zaměření knihy než obvyklé členění známé z teorie přístrojové regulace.

Podstatnou složkou ruční regulace je učení, přizpůsobování; schopnost uvědomovat si místo a význam v regulačním obvodu; porovnávat vztah mezi zásahem a jeho účinkem; vědomí, že co vnímáme je jen model skutečnosti; nutnost predice. Z tohoto pohledu vyplývají kritéria pro výběr způsobu regulace. Kromě této mentální stránky ruční regulace působí člověk i jako motor. Nejde však jen o svalovou práci: je třeba plánovat tělesnou činnost a získat souhrn zručností, jichž je nemálo i při prostém řízení automobilu. Uplatňuje se zde stále ještě mysteriózní působení nervové soustavy.

Ruku v ruce s učením a adaptací jde optimalizace, umožněná teprve rozřešením problému volby kritéria a podmíněná zapamatováním předchozích zkušeností.

Významnou stránkou ruční regulace je přisun informací vyhovujícími kanály, hmatově-kinestetickým, rovnováhovým, sluchovým a zejména zrakovým; bylo vynaloženo mnoho zkoumání, jak zkonstruovat a uspořádat přístroje (např. na palubní desce), aby jejich údaje snadno zprostředkovaly přenos informací do vědomí člověka. Jde nejen o sdělení hodnot veličin, ale i směru a rychlosti jejich změn, o údaj historie a predikce. Všechny tyto údaje směřují k vytvoření modelu ve vědomí člověka, na jehož základě se uskutečňuje adaptivní regulace.

Tento model je podkladem k regulačním zásahům člověka do soustavy, jež musí být uskutečnitelné lidskou silou a s přiměřeným duševním úsilím — kvantita i kvalita lidské činnosti rozhodují o zařízeních, jimiž člověk působí na mechanismy. I tento směr toku informací byl předmětem odpovědného výzkumu; v neposlední řadě sem patří snímání akčních proudů ze svalů paže a obličjeje.

„....., a tedy každý mechanický model,

ať jakkoli důmyslný, bude postrádat schopnost plánovat, což, v plném smyslu tohoto slova, je základem regulační činnosti“, tvrdí autor a poprvé v tomto místě knihy používá kratičkého slovníku Laplaceovy transformace (osm přiřazení) k přibližnému matematickému popisu chování člověka jako členu regulačního obvodu a uvádí jeho změřené frekvenční charakteristiky, dopravní zpoždění, chování v nespojitém vzorkovacím režimu a jeho nelinearity a práh citlivosti. V této části knihy se opírá o práce Sheridanovy a zejména Ziebolzovy, jehož koncepci modelu chování člověka a popis rychlého prediktivního regulátoru „působícího jako člověk“ považuje za významné.

Z hrubého přehledu obsahu knihy vyplývá šíře zpracované látky; skoro stejná je i hloubka úvah jež autor předkládá. Zaměření knihy — neobvyklé pro pracovníky v teorii i praxi automatizace — je plně podloženo autorovým záměrem, ukázat člověka jako složku regulačního obvodu, pomalou, nepřesnou, podléhající subjektivním vlivům a únavě, ale přesto vynikající nad všechny přístroje.

Je to knížka velmi zajímavá a pro mnohé pracovníky i užitečná. Významnost její náplně dokládá i velké množství citované literatury s příbuzným zaměřením. Dává nové pohledy na činnost člověka v algoritimizovatelných podmínkách. Myslím, že její český překlad by vzbudil zasloužený zájem.

Jaroslav Křížek

J. HINTIKKA, P. SUPPES (Eds.)

Information and Inference

(*Informace a inference*)

Synthese Library. D. Reidel, Dordrecht 1970.

Stran 336, cena Dfl. 61,— (§ 16,80).

Jeden z posledních svazků „Synthese Library“, která publikuje významné monografie z logiky a metodologie vědy, je věnován



nejnovějším výsledkům tzv. sématické teorie informace. Když počátkem padesátých let Y. Bar-Hillel a R. Carnap vydali první studie o mírách tzv. sématické informace, které se opíraly o Carnapův systém induktivní logiky, zdálo se, že tento nový směr navazující na výsledky matematické teorie informace poskytuje veliké perspektivy. Avšak dalších deset let nepřineslo příliš mnoho nového k dosavadním výsledkům. Navíc logicko-matematická база navržené koncepce se ukázala jako velice omezená. Proto je třeba uvítat, že v posledních letech se objevila řada prací, které razí nová hlediska v sématické teorii informace. Významnými centry těchto nových tendencí se staly university v Stanfordu a v Helsinkách, a to zejména zásluhou finského logika J. Hintikky. J. Hintikka rovněž publikoval řadu pozoruhodných prací v souvislostech pojmu „informace“ a induktivní logiky (například v sborníku „Aspects of Inductive Logic“, Synthese Library 1966) a referoval o těchto nových výsledcích na posledním logickém kongresu v Amsterdamu v roce 1967.

J. Hintikka a P. Suppes byli rovněž iniciátory posledního sborníku prací, který soustřeďuje nejvýznamnější práci z logiky, které se vážou k pojmu „informace“. Sborník je uveden synthetickou studií J. Hintikky o pojmu sématické informace. D. Jamison analyzuje některé pojmy sématické teorie informace ze subjektivistického hlediska (Objektivistické hledisko chápe informaci jako snížení neurčitosti, subjektivistické hledisko jako změny ve vírách.) R. Rosenkrantz se zabývá infor-

mačními aspekty experimentálních procedur vycházejí z koncepce experimentu jakožto komunikačního procesu experimentátora s přírodou. R. Hilpinen rozebírá informační aspekty pozorování ve vědě. Informačním problémům dalšího komplexu vědeckých procedur, zejména procedur explanace a predikce, je věnována podnětná studie J. Pietarinena. Tato studie zavádí řadu kritérií pro kvantifikaci tzv. explanační mohutnosti vědeckých hypotéz. Z. Domotor podává nárys tzv. kvalitativní teorie informace a navrhuje axiomatizaci této teorie. D. Jamison, D. Lhamon a P. Suppes ve své studii o učení a struktuře informace ukazují souvislosti tzv. matematické teorie učení a matematických modelů učení s některými pojmy teorie informace. J. Hintikka ve studii o tzv. povrchní a tzv. hloubkové informaci ukazuje na nové možnosti aplikace teorie sématické informace v oblasti epistemologie. Poslední studie J. Hintikky a R. Tuomely s názvem „Obecné teorie pomocných pojmů“ ukazuje význam některých pojmů teorie informace při budování formalizovaného systému.

Sborník „Information and Inference“ výrazně ukazuje nové perspektivy sématické teorie informace, a to nejen v tradičních kontextech induktivních a pravděpodobnostních logik, ale také v kontextech matematicko-logických modelů některých procedur, zejména procedur experimentování, pozorování, vysvětlení a predikce, učení aj.

Ladislav Tondl