



Ray Solomonoff



*”Algorithmic Probability can serve as a kind of ’Gold Standard’
for induction systems”*

Západočeská Univerzita V Plzni
Katedra Kybernetiky
Semestrální práce - HKUI

Ondřej Benda
1. semestr
14. února 2020

1 Životopis

1.1 Studium

Ray Solomonoff se narodil 25. července 1926 v Clevelandu v Ohiu jako syn ruských přistěhovalců Phillipa Juliuse a Sarah Mashman Solomonoffové. Navštěvoval střední školu v Glenville, promoval v roce 1944.

Mezi léty 1946 - 1950 studoval fyziku na Chicagské univerzitě. Přednášeli mu zde například E. Fermi nebo R. Carnap. Na této univerzitě získal titul Ph.B. (bakalář filozofie) a M.Sc (magistr vědy) ve fyzice.

1.2 50. léta

Solomonoff se zajímal o problémy indukčních inferencí a vyměňoval si názory s profesorem na Chicagské univerzitě Rudolfem Carnapem, který vyučoval teorii pravděpodobnosti. V roce 1956 byl Solomonoff jedním z asi deseti účastníků Dartmouthského workshopu o umělé inteligenci na Dartmouthské univerzitě v Hanoveru, kterou organizovali M. Minsky, J. McCarthy a C.E. Shannon. Spolu s Minským a McCarthym byly jediní, kteří zde strávily celé léto. Napsal zde zprávu o indukčních inferencích.

Roku 1956 na sympoziu IEEE o teorii informací představil dokument "Indukční inferenční stroj" (An Inductive Inference Machine), který popisoval program, jehož cílem bylo se bez pomoci naučit aritmetické vzorce z příkladů. Vystoupil zde také N. Chomský, který hovořil o své práci na toto téma (Three models for the description of language). Tato řeč Solomonoffa velmi zaujala a proto roku 1958 opustil své zaměstnání v průmyslu, a připojil se k firmě Zator, malé výzkumné jednotce v Cambridgi, která byla založena Calvinem Mooersem kolem roku 1954 za účelem vývoje technologie získávání informací.

1.3 60. léta

V roce 1960 vydal Solomonoff "Předběžná zpráva o obecné teorii indukční inferencí" (A preliminary report on a general theory of inductive inference), v níž nastínil pojem univerzální a priori pravděpodobnosti a jak jej podle Bayesova pravidla použít v induktivním uvažování (spíše v predikci). Roku 1964 ve své další publikaci tyto myšlenky dále rozvinul a definoval pojem výčtu monotónních přístrojů a pojem univerzální a priori pravděpodobnosti na základě univerzálního monotónního přístroje. Tak se

stalo, že původním podnětem k vytvoření teorie algoritmického informačního obsahu jednotlivých objektů byl Solomonoffův vynález univerzálních a priorit pravděpodobnosti, kterou lze použít místo skutečných a priorit pravděpodobnosti při použití Bayesova pravidla.

1.4 70.léta

V roce 1978 se Solomonoffovi povedlo dokázat jeden z významných závěrů ospravedlňující použití univerzálních a priorit pravděpodobnosti: Pokud předpovídáme další prvky nekonečné binární posloupnosti vybrané z libovolného výpočetního měřítka pomocí jediného univerzálního nižšího polovýpočetního měřítka M , pak celková očekávaná čtvercová chyba (předpověď 0 místo 1 nebo naopak) ve všech nekonečně mnoha předpovědích je ohraničena konstantou související s Kolmogorovovou složitostí výpočetního měřítka. Očekávání přebírá výpočetní míru. To znamená, že pokud je očekávaná čtvercová chyba v n -té předpovědi monotónní nezvyšující se funkce n , pak klesá rychleji než $1/n$. To je lepší než jakákoliv klasická prediktivní strategie. Vzhledem k tomu, že univerzální a priori rozdělení jsou váženým součtem všech nižších polovýpočetních distribucí a je samo o sobě jedním z nich, tato věta v podstatě uvádí konvergenční výsledek "odborného učení", které je nyní módní v počítačovém strojovém učení.

1.5 Pozdější léta

V pozdějších letech se Solomonoff snažil najít praktický učební algoritmus. Hodně experimentoval s "tréninkovými sekvencemi" používajícími "konceptní velikost skoku" (dnes se mu v AI říká "chunking"). Nadále věřil v existenci učebního algoritmu, ale zjistil, že přístup používaný například při praktickém rozpoznávání řeči je scestný, protože tento algoritmus může mít až 2000 laditelných reálných číselných parametrů. V devadesátých letech založil Ray Solomonoff společnost, která měla předpovídat výkonnost akcí na vědeckém základě podloženém jeho teoriemi. Nakonec od záměru upustil s tvrzením, že "konvergence není dost rychlá".

Ray J. Solomonoff zemřel 7. prosince 2009 v Cambridge ve státě Massachusetts na komplikace v důsledku prasklé výdutě v hlavě.

2 Dartmouth workshop

Řada událostí po druhé světové válce vedla k zájmu o automatizované a inteligentní systémy. Pokud bychom měli jmenovat jednu, která byla pro rozvoj umělé inteligence klíčová, mohl by to být Dartmouthský workshop pořádaný v létě 1956. Nápad na workshop vymyslel John McCarthy, který přišel s názvem Artificial Intelligence a dále ho rozvíjely Marvin Minsk, Nathaniel Rochester a Claude Shannon. Workshop nesloužil k okamžitému řešení problémů umělé inteligence, spíše sloužil k nadefinování tohoto nového předmětu, potencionálních problémů a praktických aplikací, které byly pro obor relevantní. Návrh pro workshop obsahoval řadu témat, která se v nadcházejících letech stala významnými obory v AI výzkumu. Mezi tato témata patřila: Automatické počítače, Jak lze počítač naprogramovat, aby používal jazyk, Neuronové sítě, Teorie velikosti výpočtu, Sebezdokonalování inteligentních strojů, aj. Dartmouthský workshop byl významný tím, že spojil skupinu stejně smýšlejících vědců, kteří systematicky definovali problémy v AI.

3 Závěr

Ray Solomonoff byl průkopníkem strojového učení, zakladatelem algoritmické teorie pravděpodobnosti, otcem univerzálního rozdělení pravděpodobnosti, tvůrce univerzální teorie indukčního vlivu. První kdo popsal základní koncept algoritmických informací nebo Kolmogorovské složitosti. V novém tisíciletí se jeho práce stala základem první matematické teorie Optimální univerzální umělé inteligence.

$$P_M(x) = \sum_{i=1}^{\infty} 2^{-|s_i(x)|}$$

Obrázek 1: Solomonoffova formule

4 Použité zdroje

- Obituary by Paul Vitanyi
<http://raysolomonoff.com/tributes/vitanyi.html>
- Legacy of Ray Solomonoff
<http://www.hutter1.net/ait.htmray>
- Ray Solomonoff, Pioneer in Artificial Intelligence, Dies at 83
<https://www.nytimes.com/2010/01/10/science/10solomonoff.html>
- Artificial Intelligence: Evolution, Ethics and Public Policy
Saswat Sarangi a Pnkaj Sharma 2019