

①

Catherine C. McGeoch : A Guide to Experimental Algorithmics
(Cambridge Univ. Press 2012)

doprovodný web: AlgLab: An Open Laboratory for Experiments on Algorithms
www.cs.amherst.edu/alglab

obsahuje: informace o lidech, projektech, odkazy na další zdroje,
možnost uložení vlastních příspěvků

Z úvodu knihy:

Experimentální algoritmika: studium algoritmů a jejich chování
experimentálními prostředky

zahrnuje: analýzu - cílem je predikovat chování algoritmu za daných
předpokladů o vstupních datech a výpočetním prostředí
(tj. počítači)
chováním se rozumí doba výpočtu, kvalita řešení,
nároky na prostor atd.

návrh - má směřovat k rychlejším a lepším algoritmům

studium modelů výpočtu - jaký efekt mají změny použitého
modelu počítače na návrh a analýzu algoritmu

Analýza: teoretický přístup - algoritmus je v pseudokódu
hledá se odhad počtu dominujících operací

(v nejhorším a průměrném případě)

výsledky jsou univerzální

asymptotický odhad determinuje chování pro velké vstupy

(např. algoritmus se složitostí $\Theta(n^3)$ implementovaný na
nejrychlejší počítači bude pro velké n výrazně pomalejší
než algoritmus se složitostí $\Theta(n)$ na nejpomalejší
počítači)

nevýhody teoretického přístupu - výpočetní model je zjednodušený,
algoritmus na papíře je něco jiného než skutečný
počítačový program

empirický přístup - algoritmus se implementuje a měří se skutečně spotřebovaný čas v konkrétním prostředí
 nevýhody - postrádá obecnost

výsledky jsou těžko převoditelné mezi různými platformami a instancemi

experimentální algoritmika kombinuje oba přístupy

algoritmus je analyzován jako laboratorní subjekt
 (různě se nastavují parametry, výsledky se statisticky analyzují)

doplňuje, ale nenahrazuje předchozí dva přístupy
 přemostuje komunikační propast mezi teorií a praxí,

mezi zjednodušujícími předpoklady nutnými pro teorii a realitou
 charakterizuje rozdíly mezi nejhorším případem, průměrným případem a typickým případem

rozšiřuje teoretickou analýzu o realističtější vstupy a modely výpočtu

nabízí nová tvrzení (věty) a strategie důkazů

Příklad: Prováděly se experimenty zaměřené na chování základních algoritmů a datových struktur na počítačích s hierarchickou interní pamětí (cache), výsledky vedly k novému ~~modelu~~ analytickému modelu výpočtu (s dvojnásobnou cenou interních operací), následná teoretická re-analýza algoritmů v tomto modelu dávala lepší odhady chování než za použití klasického RAM

(LaMarca, Ladner 1999 vliv cache na efektivitu třídění)

Hierarchický přístup k návrhu algoritmu

6 úrovní hierarchie, zhruba odpovídají pořadí rozhodování během projektu

- 1) Systemová struktura - dekompozice softwaru na moduly a jejich efektivní interakce, rozhodnutí, zda výsledný produkt poběží v sériovém nebo konkurenčním prostředí
- 2) Návrh algoritmu a datových struktur - specifikace problému pro každý modul a výběr vhodné reprezentace
- 3) Implementace a ladění algoritmu - high-level
- 4) Ladění kódu - low-level
- 5) Softwarový systém - ladění výpočetního prostředí pro nejlepší chování algoritmu (optimalizátory, alokace paměti)
- 6) Platforma a hardware - posun na rychlejší CPU, přidání koprocenů

Každá úroveň reprezentuje strategie pro zrychlení algoritmu a programu.

Příklad: Zlomění RSA-129 (Atkins, Graff, Lenstra, Leyland 1994)
 spočívá ve faktorizaci 129-místního prvočíselného klíče
 původní odhad potřebného času vzhledem k tehdejšímu (rok 1977) technickým
 možnostem byl 4 kvadriliony let
 v roce 1994 výpočet trval: 8 měsíců distribuovaných výpočtů
 (1600 platform)

45 hodin paralelních výpočtů (16 000 CPU)

+ pár hodin výpočtu na sériovém počítači

Zrychlení bylo dosaženo ve všech úrovních hierarchie kromě posledního (se zrychlením hardwaru podle Mooreova zákona přibližně 2x každých 18 měsíců počítal už původní odhad)

Experimentální proces

④

Probíhá v cyklech plán - provedení, uvnitř obou fází jsou další cykly

Plán experimentu:

- formulace dotazu
- vytvoření testovacího prostředí (testovací program, instance vstupu a náhodných generátorů, nástroje k měření času a dalších charakteristik, software pro analýzu dat)
- návrh experimentu vzhledem k dotazu (co se bude měřit, na jakých datech, kolikrát atd.)

Provedení experimentu:

- provedení testů a shromažďování dat (výsledků)
- analýza dat a získání informace - když dotaz nebyl zodpovězen, jde se zpět do fáze plánování
- pro akademické experimenty - publikace výsledků, formulace nových dotazů

Graficky:

