

Náhodné chození

Tomáš Jakoubek¹, Tomáš Kolín², Slavomír Kučera³, Martin Štrympl⁴

(1) Gymnázium & SPgŠ, Jeronýmova 27, Liberec;

loony@seznam.cz,

(2) Gymnázium Říčany, Komenského nám.1/1280, 251 01 Říčany;

Furret@seznam.cz,

(3) Gymnázium VBT Slaný, Smetanovo nám. 1310. Slaný;

slavek.kucera@quick.cz,

(4) SOS a SOU, Belgická 400, Jablonec nad Nisou;

mr.ms@seznam.cz

Abstrakt:

Náplní našeho miniprojektu bylo studium problematiky náhodného chození (random walk). V tomto ohledu jsme se zabývali praktickým využitím této metody, například ve vyhledávacích algoritmech počítačových programů. Porovnávali jsme rychlost běhu algoritmů na dnešních a kvantových počítačích (zatím jen hypoteticky). K pochopení problematiky jsme použili vzorový příklad „opilého námořníka“.

1 Úvod

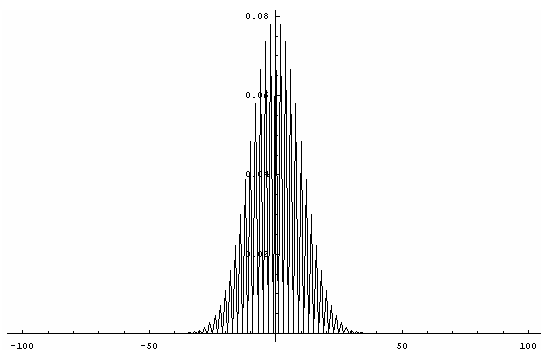
V současnosti je mnoho problémů, které sice jsou analyticky popsitelné, ale už těžko řešitelné. Musíme sáhnout například k počítačové simulaci. Jednou z mnoha používaných metod je právě náhodné chození, využívané například při prohledávání databází, simulaci difúze, vytváření ISF fraktálů atd.

2 Využití náhodnosti

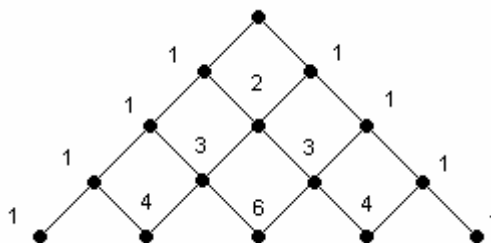
K ověření jevu náhodného chození jsme použili několik praktických metod a jejich počítačových simulací. Mezi použité metody patřily „chůze opilého námořníka“, Galtonova deska a síť světelných rozdělovačů.

Chůze opilého námořníka je ideální příklad pro vysvětlení jevu náhodného chození. Myšlený námořník je opilý, nepamatuje si cestu domů a absolutně nekontroluje pohyby svých nohou. Vyjde před restaurační zařízení a kymácí se se stejnou pravděpodobností vlevo i vpravo. Protože do výchozího bodu vede nejvíce cest, bude se námořník pohybovat s největší pravděpodobností okolo restaurace. Graficky znázorněná nejpravděpodobnější pozice námořníka je na obr. 1. Druhý obrázek je síť ukazující možnosti postupu námořníka. U každé pozice je zapsán počet cest vedoucích z výchozího do daného koncového bodu.

Čím je číslo větší, tím větší je pravděpodobnost, že zde námořník skončí. Odborný název pro obr. 2 je Pascalův trojúhelník.

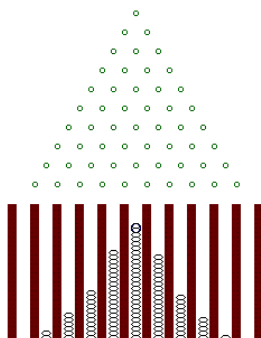


Obr. 1: Graf pravděpodobnosti pozice po 100 krocích



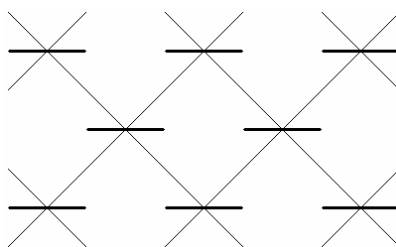
Obr. 2: Grafické znázornění pohybu s počtem cest

Galtonovu desku (vymyslel ji Francis Galton při svých výzkumech v 19. století) můžeme sestavit z hřebíků, které jsou ve stejných vzdálenostech zatlučeny do desky tak, aby vypadaly jako na obr. 2. Pod Galtonovu desku umístíme měřící nádoby, které zachytávají kuličky vhažované shora. Na konci pokusu by nádoby blíže středu měly obsahovat nejvíce kuliček - vede do nich nejvíce cest. Principem desky je, že kulička, která dopadne na hřebík má 50% šanci spadnout vlevo, nebo vpravo. Protože sestavení takovéto desky by bylo vzhledem k potřebné přesnosti velice náročné, použili jsme počítačovou simulaci. Kvalitu výsledku (obr. 1, obr.3) zajistíme velkým počtem opakování.



Obr. 3: Výsledek simulačního programu

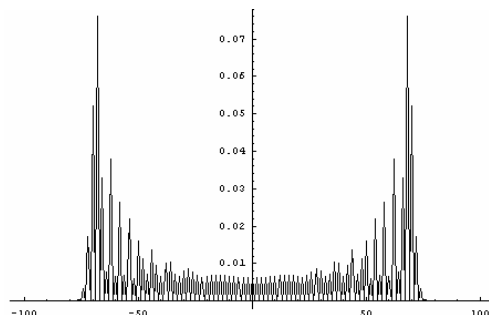
Dále jsme porovnávali běh algoritmu náhodného chození na dnešních a kvantových počítačích. Kvantovou analogií Galtonovy desky lze realizovat pomocí optické sítě sestavené z děličů paprsků (obr. 4).



Obr. 4: Schéma optické sítě

Každý optický rozdělovač vytvoří z jednoho vstupu dva výstupy, ale s fází posunutou o π . Z toho vyplývá, že na dalších děličích může vzniknout vlna s větší amplitudou nebo se mohou

setkat vlny s posunutou fází a vyrušit se. Výstup z optické sítě je velmi závislý na místě vstupu paprsku. Pokud paprsek vpustíme prostředkem sítě, získáme následující výsledek (obr.5), který je odlišný od výsledku z Galtonovy desky. Z grafu je vidět, že „chodec“ má mnohem větší pravděpodobnost, že se dostane dál od výchozího bodu. Například vyhledávací algoritmus vystavěný na kvantovém náhodném chzení by prošel množinu dat rychleji a bude tedy efektivnější.



Obr. 5: Výsledek z kvantového počítače

3 Shrnutí

Metoda náhodného chzení nachází využití například při prohledávání velkého množství dat, kde systematické prohledávání je časově velmi náročné. Musíme však počítat s drobnou odchylkou ve výsledku.

Bohužel jsme nemohli ověřit předpokládanou kvadratickou výkonnost kvantových počítačů oproti těm dnešním, proto jsme ji řešili jen teoreticky.

Z našeho studia vyplývá i jeden, pro studenty podstatný, závěr: při dočasné ztrátě paměti je téměř nemožné dostat se z restauračního zařízení domů – s největší pravděpodobností skončíte opět na výchozím místě...

Poděkování

Za zasvěcení do teorie náhodného chzení děkujeme Ing. Martinu Štefaňákovi a prof. Ing. Igoru Jexovi, DrSc. Za možnost účasti na Fyzikálním týdnu 2005 děkujeme FJFI ČVUT v Praze a Nadačnímu fondu teoretické fyziky. Děkujeme celému organizačnímu týmu FT, hlavně Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc.

Reference:

- [1] KEMPE J.: *Quantum random walks - an introductory overview*, Contemporary Physics, 2003, Vol. 44 (4), p. 307-327
- [2] GALTONOVA DESKA – APLET:
http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/bookapplets/chapter3/GaltonBoard/GaltonBoard.html
- [3] STRÁNKA O FRANCISU GALTONOVI: <http://www.mugu.com/galton/index.html>
- [4] KUPČA V.: *Teorie a perspektiva kvantových počítačů*,
<http://cml.fsv.cvut.cz/~kupca/qc/qc.html>