

Aula 1

Roteiro

- Três (tipos de) problemas
- *Monte Carlo to the rescue*
- História da origem do nome
- Monte Carlo na Computação

Problema 1: Otimização

- Considere um espaço de estado discreto e bem grande
 - ex. todos os grafos rotulados com n vértices
- Considere uma função que avalia a qualidade de cada estado
 - ex. distância média normalizada por arestas

Encontrar estado que maximiza a função

- Força bruta (testar todos) é proibitivo!
 - grafos rotulados, 1ms em cada grafo → 1130 anos, se $n=10$

Problema 2: Somatório

- Considere um somatório com muitos termos
 - ex. todas as permutações de n cartas
- Considere o valor das parcelas do somatório
 - ex. vencer ou perder um jogo de cartas, dado a permutação das cartas (não há aleatoriedade)

**Calcular o valor do somatório
(de forma aproximada)**

- ex. número de permutações que ganham o jogo
- Força bruta (todos os termos) é proibitivo

Problema 3: Amostragem

- Considere um espaço de estado discreto e bem grande
 - ex. todos os trios de amizade do Facebook
- Considere uma função que associa a cada objeto um valor
 - ex. número de mensagens trocadas

Escolher aleatoriamente um objeto com probabilidade proporcional ao valor

- Força bruta (enumerar todos) para escolher é proibitivo!

Monte Carlo to the Rescue

Resolvem todos estes problemas!

- Conjunto de técnicas para atacar problemas como estes (otimização, somatório, amostragem)
 - algoritmos ou métodos de Monte Carlo
 - não há uma definição geral e bem aceita
- Muitas técnicas e algoritmos diferentes
 - ideia e aplicação surgiu na década de 40
- Ideia central da técnica: **aleatoriedade**
 - usar o acaso (a chance) para computar!

Ideia central na computação moderna!

História das Origens

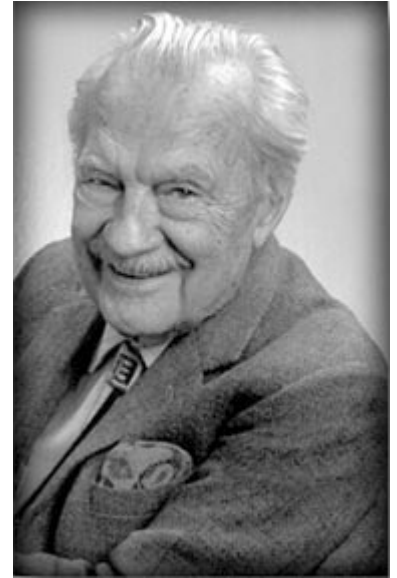
- **S. Ulam:** se recuperando de uma doença, pondera sobre as chances de ganhar o jogo de paciência (em 1946)
- Depois de fazer contas, sugere a ideia de jogar várias vezes para estimar



- **J. von Neumann:** vê o potencial e desenvolve programas para implementar a ideia
- Difusão de neutrinos e outros em reação nuclear, projeto Manhattan (origem da bomba atômica)

História das Origens

- **N. Metropolis:** sendo um projeto secreto, sugere um codinome para a técnica
- Monte Carlo: cassino em Mônaco onde o tio de Ulam jogava



- Algoritmos de Monte Carlo tem papel central no projeto Manhattan
- Resolvem problemas de otimização e cálculo de valores
- Implementado em um dos primeiros computadores: ENIAC

Ponto de Inflexão

Equation of State Calculations by Fast Computing Machines

The Journal of Chemical Physics 21, 1087 (1953); <https://doi.org/10.1063/1.1699114>

Nicholas Metropolis, Arianna W. Rosenbluth, Marshall N. Rosenbluth, and Augusta H. Teller

Los Alamos Scientific Laboratory, Los Alamos, New Mexico

Edward Teller

Department of Physics, University of Chicago, Chicago, Illinois

- Metropolis e coautores (maridos e mulheres!) publicam uma técnica geral em 1953
 - artigo tem hoje 45 mil citações!
- Ideia é generalizada e amplamente utilizada em diversos ramos da ciência
 - algoritmo de Metropolis-Hasting
- Top-10 mais influentes algoritmos do Século XX pela revista IEEE Comput in Science & Engineering

Monte Carlo na Computação

[Machine Learning](#)

January 2003, Volume 50, [Issue 1-2](#), pp 5-43 | [Cite as](#)

An Introduction to MCMC for Machine Learning

Authors

[Authors and affiliations](#)

Christophe Andrieu, Nando de Freitas, Arnaud Douce, Michael I. Jordan

IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND AI IN GAMES, VOL. 4, NO. 1, MARCH 2012

A Survey of Monte Carlo Tree Search Methods

IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 24, NO. 5, MAY 2002

Image Segmentation by Data-Driven Markov Chain Monte Carlo

Zhuowen Tu and Song-Chun Zhu

Sebastian Thrun^{a,*}, Dieter Fox^b, Wolfram Burgard^c, Frank Dellaert^a

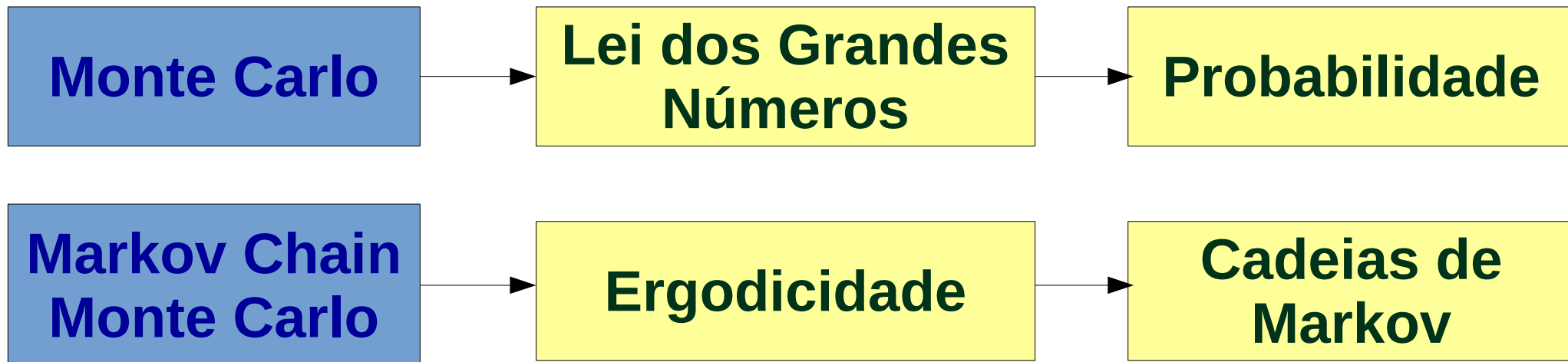
- Todos com centenas de citações!

Monte Carlo na Computação

- Amplamente empregado na computação
 - geralmente para resolver problemas (todos artigos anteriores)
- Computação também propõe algoritmos eficientes
 - modelagem do problema para melhor desempenho de algoritmos específicos
- Monte Carlo está na moda na Computação
 - mudança de paradigma: computar usando dados e aleatoriedade
 - Monte Carlo tem tudo a ver com este novo paradigma

Monte Carlo nesta Disciplina

- Objetivo é aprender conceitos teóricos e técnicas fundamentais
 - permitem entender a base que sustenta Monte Carlo
 - não iremos aprofundar em nenhuma aplicação específica (em seu projeto sim)



Estudaremos o amarelo para
melhor entender o azul!