



ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

Chương 0: Mở đầu

Trịnh Anh Phúc, Vũ Văn Thiệu, Đinh Viết Sang, Nguyễn Đức Nghĩa

Viện CNTT & TT
Trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội

Giới thiệu

- 1 Tính toán khoa học là gì ?
- 2 Cách tiếp cận dùng trong tính toán khoa học
- 3 Sai số tính toán trong các phương pháp số
- 4 Các loại sai số
- 5 Về điều kiện của bài toán
- 6 Độ chính xác của máy tính
- 7 Sự ổn định số
- 8 Hậu quả của các sai sót phần mềm
- 9 Tổng kết

Giới thiệu

Thông tin giảng viên:

Họ và tên: Đinh Viết Sang

Học vị: Tiến sỹ

Đơn vị công tác: Bộ môn KHMT, Viện CNTT-TT, ĐHBKHN

SĐT: 0964131714

Email: sangdv@soict.hust.edu.vn

Tài liệu tham khảo:

Tính toán khoa học - Nguyễn Đức Nghĩa

Giới thiệu

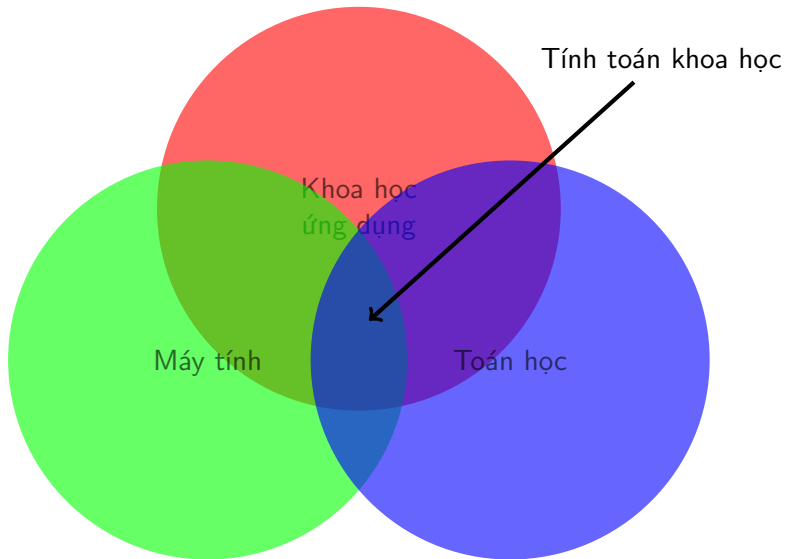
Định nghĩa

Tính toán khoa học là tập hợp tất cả công cụ, kỹ thuật và lý thuyết cần thiết để phát triển và giải quyết các mô hình toán học trong khoa học và kỹ thuật máy tính.

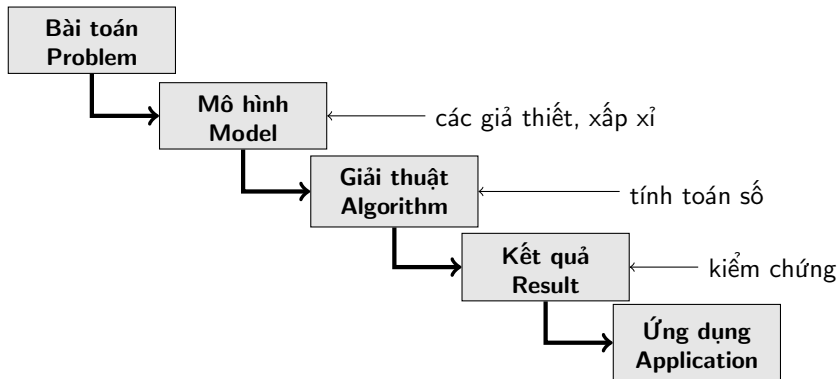
Đặc điểm của Tính toán khoa học:

- Sử dụng sức mạnh của máy tính
- Áp dụng các phương pháp số
- Giải quyết các bài toán kích thước lớn

Giới thiệu



Cách tiếp cận dùng trong tính toán khoa học



Tiếp cận tính toán khoa học

Sai số tính toán trong các phương pháp số

Đặt vấn đề

Khi thiết kế giải thuật để giải các bài toán trong máy tính, ta cần phải kiểm soát được *khoảng cách* giữa lời giải tìm được và lời giải toán học chính xác. Khoảng cách này chính là *sai số* - error - có thể xuất hiện trong quá trình tính lời giải gần đúng cho các mô hình toán học trong máy tính.

Sai số tính toán trong các phương pháp số

Nguồn gốc của sai số

- ❶ Sai số trong dữ liệu đầu vào (input data error) : Các dữ liệu đầu vào của bài toán có thể là kết quả của các phép đo hoặc phép toán thực hiện trước đó
- ❷ Sai số do mô hình (model error) : Xuất hiện khi ta lý tưởng hóa bài toán trong việc xây dựng mô hình toán học
- ❸ Sai số rút gọn (truncation error) : Xuất hiện khi ta phải ngắt các quá trình vô hạn
- ❹ Sai số làm tròn (round-off error) : Xuất hiện khi ta phải làm việc với số vô tỉ (chẳng hạn với số π ta ngắt sau dấu phẩy bao nhiêu số) hoặc khi biểu diễn số trên máy tính (phạm vi biểu diễn luôn hữu hạn)

Sai số tính toán trong các phương pháp số

Ví dụ minh họa

Diện tích bề mặt trái đất tính bởi $S = 4\pi r^2$

- Sai số dữ liệu đầu vào $r = 6370km$, dữ liệu thực nghiệm
- Sai số mô hình, trái đất là hình cầu tròn trịa
- Sai số rút gọn, xuất hiện khi thực hiện các phép toán
- Sai số làm tròn, số π



Các loại sai số

Các loại sai số

Giả sử \hat{x} là xấp xỉ của số thực x .

Ta phân biệt các loại sai số sau:

- Sai số tuyệt đối : $|\hat{x} - x|$
- Sai số tương đối : $\frac{|\hat{x} - x|}{|x|}$ nếu $x \neq 0$

Ta nói \hat{x} là lời giải xấp xỉ chính xác tương đối đến r chữ số sau dấu phẩy khi

$$0.5 \times 10^{-r} < \frac{|\hat{x} - x|}{|x|} \leq 5 \times 10^{-r}$$

Các loại sai số

Ví dụ minh họa

Xét số

$$x = \pi = 3.141592\dots$$

khi đó

$$\hat{x} = 3.1419, \hat{x} = 3.1421, \hat{x} = 3.143$$

là lời giải chính xác tương đối đến $r = 4$ chữ số sau dấu phẩy

Về điều kiện của bài toán

Các định nghĩa

Khái niệm liên quan đến độ nhạy cảm của lời giải tìm được phụ thuộc vào sai số dữ liệu đầu vào

- Bài toán được gọi là có điều kiện tốt (well-conditioned) nếu sai số nhỏ trong dữ liệu dẫn đến sai số nhỏ trong lời giải
- Bài toán được gọi là có điều kiện tồi (ill-conditioned) nếu sai số nhỏ trong dữ liệu dẫn đến sai số lớn trong lời giải

Độ chính xác của máy tính

Định nghĩa

Gọi $fl(x)$ là biểu diễn số thực dấu phẩy động - floating point number - trong máy tính, và ϵ_M là **độ chính xác của máy tính**. Ta có

$$\frac{|fl(x) - x|}{|x|} \leq \epsilon_M$$

Độ chính xác này của máy tính tạo ra giới hạn sai số tương đối mà ta có thể mong đợi từ các thuật toán số.

Sự ổn định số

Sự ổn định số

Khái niệm ổn định số liên quan đến độ chính xác của thuật toán khi làm tròn. Một thuật toán được gọi là *không ổn định* nếu sai số làm tròn có thể dẫn đến sai số lớn trong kết quả.

Hậu quả của các sai sót phần mềm

Ngày 25 tháng 2 năm 1991, tên lửa Scud bắn trúng trại lính Mỹ giết chết 28 lính. Sai số làm tròn thành ghi 24 bit trong tên lửa đánh chặn Patriot, chậm 0.34 giây tương đương khoảng cách 1/2 km do tốc độ tên lửa 1676m/s.



Hậu quả của các sai sót phần mềm

Ngày 4 tháng 6 năm 1996, tên lửa Arian 5 nổ tung sau 40 giây rời bệ phóng Kourou, Guiana, Pháp. Tốc độ ngang của tên lửa đáng nhẽ dùng dấu phẩy động 64 bit thì bị ép về kiểu số nguyên 16 bit.



Hậu quả của các sai sót phần mềm

Ngày 13 tháng 12 năm 1994, hàng Intel phải thu hồi các sản phẩm chip Pentium vì lỗi làm tròn thương số phép chia đến 5 chữ số. Giả sử cho $A = 4195835.0$ và $B = 3145727.0$, thì kết quả công thức trở thành

$$A = A - (A/B) * B = 256$$





VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG
SCHOOL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY

**Thank you for
your attentions!**

