

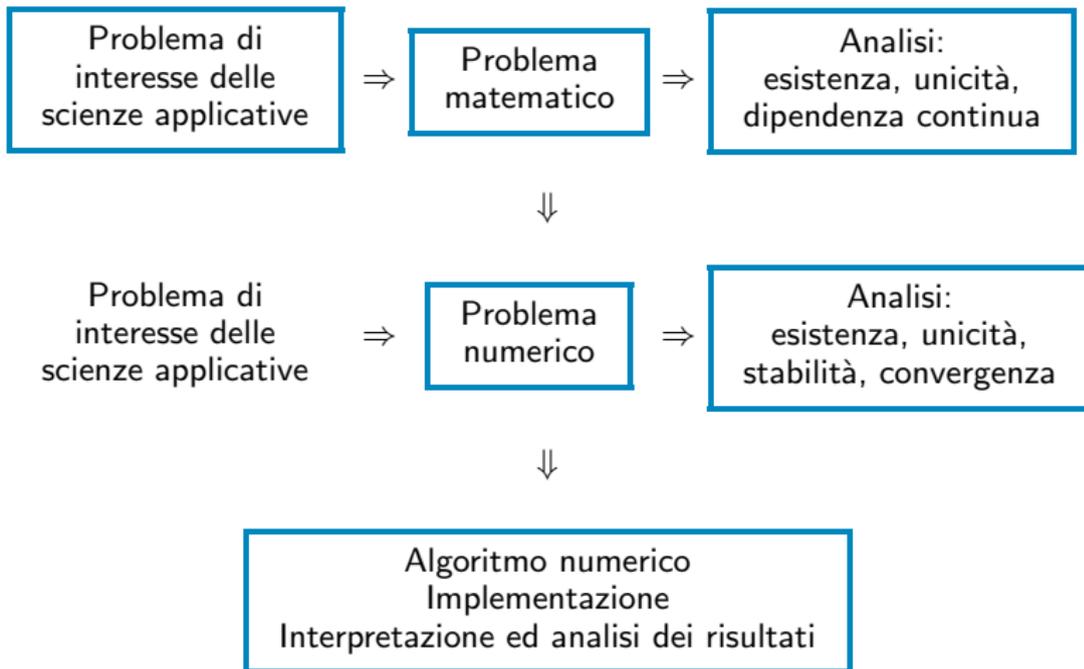
Presentazione del corso di Analisi Numerica

Lucia Gastaldi

DICATAM - Sezione di Matematica,
<http://dm.ing.unibs.it/gastaldi/>

- 1 Processo delle simulazioni
- 2 Elementi di base dell'Analisi Numerica
- 3 Esame
Contatti
- 4 Disastri dovuti ad errori nelle simulazioni numeriche

Simulazioni numeriche



Argomenti del corso

- Approssimazione dei numeri reali
- Equazioni differenziali con valori ai limiti
 - Differenze finite
 - Elementi finiti
- Risoluzione di sistemi lineari
 - Metodi diretti
 - Metodi iterativi
 - Gradiente coniugato
- Risoluzione di sistemi di equazioni non lineari
- Ottimizzazione
- Autovalori ed autovettori
- Approssimazione di funzioni
- Integrazione numerica
- Equazioni differenziali ordinarie

Esercitazioni in Laboratorio con uso di Matlab.

Obiettivi

- Imparare gli elementi della programmazione
- Sviluppare programmi per testare gli algoritmi visti a lezione
- Analizzare i risultati ottenuti

Esame

- **Prova pratica** in Laboratorio

Gli studenti frequentanti potranno sostenere la prova pratica in due parti: la prima a metà corso (fine ottobre circa) e la seconda dopo la fine delle lezioni durante la prima sessione di esami.

Per partecipare alle prove in Laboratorio durante le sessioni di esame gli studenti dovranno iscriversi all'appello.

Gli studenti che non riescono a partecipare alla prova in itinere potranno sostenere la prova pratica in una unica volta.

Il risultato delle prove pratiche se positivo verrà tenuto valido per tutte le sessioni di esame.

- **Prova orale**

Gli studenti potranno sostenere la prova orale nelle date che il docente indicherà alla fine del corso prendendo accordi via email. Per la registrazione è obbligatorio essere iscritti all'ultimo appello di esame antecedente la prova orale.

Per contattarmi

Il mio studio si trova presso la **Sezione di Matematica** del
DICATAM, piano terra di via Valotti 9 (interno 5736)

e-mail: `lucia.gastaldi@unibs.it`

Orario di ricevimento

Da confermare

Lunedì dalle 16.30 alle 18.30

Mercoledì dalle 9.30 alle 11.30

Disastri dovuti ad errori nelle simulazioni numeriche

- Affondamento della piattaforma Sleipner A nel Mare del Nord (23 Agosto 1991).
Causa Analisi agli elementi finiti non accurata.
- Bersaglio sbagliato da un missile Patriot durante la Guerra del Golfo (25 Febbraio 1991).
Causa Scarsa considerazione degli errori di arrotondamento.
- Esplosione del razzo Ariane 5 (4 Giugno 1996).
Causa Conseguenza di un semplice overflow.

Per maggiori informazioni consultare il sito
<http://www.ima.umn.edu/arnold/disasters/disasters.html>

Affondamento della piattaforma petrolifera Sleipner A nel Mare del Nord

Il 23 Agosto 1991, la piattaforma è affondata nel mare del Nord al largo della Norvegia, provocando una perdita stimata in **700 milioni di dollari**.

La rottura ha provocato un effetto sismico del terzo grado della scala Richter.

Causa

Le analisi effettuate dopo l'incidente hanno provato che il disastro è stato causato dall'**utilizzo incauto** in fase di progettazione del codice elementi finiti NASTRAN che ha **sottostimato** gli sforzi di taglio del **47%**.

Una successiva analisi più accurata agli elementi finiti ha stimato che la rottura sarebbe dovuta accadere a una profondità di 62 metri, in buon accordo con la reale profondità di 65 metri.

Bersaglio sbagliato da un missile Patriot durante la Guerra del Golfo

Il 25 Febbraio 1991 durante la Guerra del Golfo un missile americano Patriot non è riuscito ad intercettare un missile Scud iracheno che ha colpito una baracca dell'esercito Americano uccidendo 28 soldati e ferendone altri 100.

Causa Errori di arrotondamento

$$\frac{1}{3} \times 3 = 1 \quad 0.3 \times 3 = 0.9 \neq 1$$

Invece

$$\frac{1}{10} \times 10 = 1 \quad 0.1 \times 10 = 1$$

Però in rappresentazione binaria con 24 cifre significative si ha

$$\begin{aligned} \frac{1}{10} &= \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^5} + \frac{1}{2^8} + \frac{1}{2^9} + \frac{1}{2^{12}} + \frac{1}{2^{13}} + \dots \\ &= 0.000110011001100110011001100\dots \end{aligned}$$

Usando 24 cifre binarie $\frac{1}{10} = 0.000110011001100110011001100$ e si introduce un errore pari a

$0.00000000000000000000000000001100 \dots$ in sistema binario e a circa 0.000000095 nel sistema decimale.

La batteria di missili era in funzione da **100 ore**, il computer di bordo lavorava a **24 bits** e l'orologio che li guidava aveva incrementi di **1/10 di secondo**. Calcolando il numero di decimi di secondo in 100 ore (tenendo in conto la rappresentazione a 24 bit del numero) si ottiene:

$$0.000000095 \times 100 \times 60 \times 60 \times 10 = 0.34 \text{ errore in secondi}$$

Gli Scud viaggiano a una velocità di circa **1.676 metri al secondo**, quindi in **0.34 secondi** percorre più di mezzo chilometro.

Esplosione del razzo Ariane 5

Il 4 Giugno 1996, il razzo Ariane 5 lanciato dalla Agenzia Spaziale Europea è esploso 40 secondi dopo il lancio da Kourou, nella Guiana Francese. Il razzo era al suo primo volo dopo una ricerca di 10 anni costata 7000 milioni di dollari. Il costo del razzo e della pedana di lancio è stato valutato in 500 milioni di dollari.

Causa

La commissione di indagine ha studiato le cause dell'esplosione e dopo due settimane ha dato il suo responso. Un numero rappresentato in virgola mobile a 64 bit relativo alla velocità del razzo rispetto alla piattaforma è stato convertito in un intero a 16 bit con segno.

Il numero era maggiore di 32768, il più grande numero intero che si può memorizzare col segno in 16 bit. Quindi la conversione è fallita.