



Progetto di Metodi del Calcolo Scientifico

Tonelli Lidia Lucrezia (m. 813114)

Grassi Marco (m. 830694)

Giudice Gianluca (m. 829664)

University of Milano Bicocca

Giugno 2021



Overview

Metodi diretti per matrici sparse

- Approccio al problema

- Analisi delle librerie

- Campagna sperimentale

JPEG

- Custom DCT2

- Custom JPEG



Metodi diretti per matrici sparse

Approccio al problema

Analisi delle librerie

Campagna sperimentale

JPEG

Custom DCT2

Custom JPEG



Metodi diretti per matrici sparse

Approccio al problema

Analisi delle librerie

Campagna sperimentale

JPEG

Custom DCT2

Custom JPEG



Sistema operativo e hardware

Sistema operativo (Installazione da zero)

- Windows 10 Pro
- Ubuntu 20.04 LTS

Hardware

- CPU: Intel Core i7-8550U 4 x 1.8 - 4 GHz
- RAM: 32 GB, DDR4-2400



Librerie utilizzate

Sono state utilizzate 3 librerie più 1 per ottimizzare il calcolo in python su matrici molto grandi.

- Matlab R2021a
- GNU Octave 6.1.0
- Python 3.8.7
 - numpy 1.20.3
 - scipy 1.6.3
 - scikit-sparse 0.4.4

N.B.: Per entrambi i sistemi operativi è stata utilizzata la stessa versione di libreria in modo da avere risultati comparabili.



Metriche di performance

Per misurare le performance sono state utilizzate le seguenti metriche:

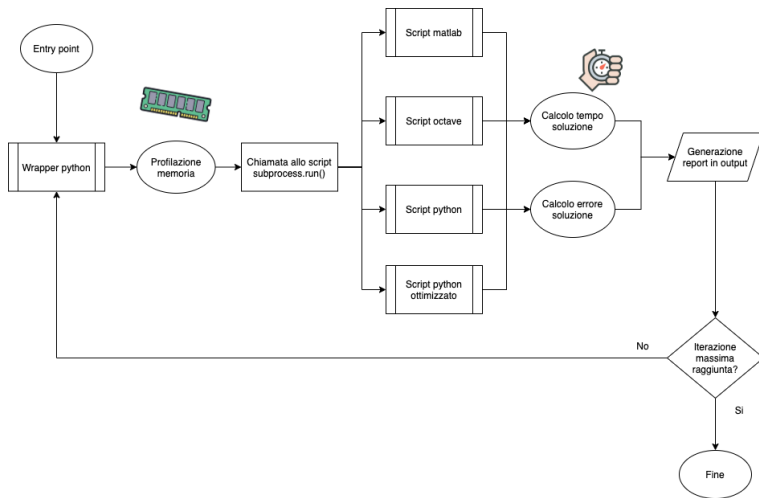
- Tempo di calcolo
- Picco memoria RAM utilizzata
- Errore della soluzione



Tecniche di misurazione

1. Creazione dei 4 script per il calcolo della soluzione di una matrice
 - INPUT: file matrice
 - OUTPUT: File di report
2. 10 iterazioni per il calcolo delle misure (in modo tale da avere risultati statisticamente validi)
 - Script python con funzione di wrapper per profilare la memoria utilizzata.
 - 2.1 Run di ogni script per ogni matrice su ogni sistema operativo.
 - 2.2 Misurazione del tempo (si considera solo il tempo per il calcolo della soluzione)
 - 2.3 Misurazione dell'errore
3. Analisi dei report generati

Tecniche di misurazione





Metodi diretti per matrici sparse

Approccio al problema

Analisi delle librerie

Campagna sperimentale

JPEG

Custom DCT2

Custom JPEG



Matlab

Matlab é ben documentato.

Come salva le matrici sparse? Come Python, ogni elemento diverso da 0 salvato con colonna e riga

Come risolve il sistema lineare? Fare riassunto con la parte delle matrici sparse

<https://it.mathworks.com/help/matlab/ref/mldivide.html>

Come tratta le matrici definite positive e quelle generiche?

Cholesky per vedere se definita positiva, se si usa un metodo, se no un altro -> approfondire al link sopra



Octave

Octave é mal documentato.

Come salva le matrici sparse? Usa il compressed column format -> si salva ogni elemento diverso da zero con il numero di riga, e per ogni colonna salva il numero nnz per quella colonna -> anzi che una tripletta per ogni elemento diverso da zero, si salva una coppia e in pi un numero per ogni colonna

Come risolve il sistema lineare? Uguale a Matlab a meno che il sistema non sia singolare, over o under-determined (ma non il nostro caso penso)

Come tratta le matrici definite positive e quelle generiche? Vedi comportamento di Matlab

Octave usa meno RAM di matlab ? documentarsi



Python (numpy + scipy + scikit-sparse)

Python un linguaggio di programmazione generale purpose.
Abbiamo utilizzato 3 librerie apposite per il calcolo scientifico,
ognuna con un compito diverso.

1. numpy: Libreria utilizzata per leggere e gestire le matrici in memoria
2. scipy: Libreria specifica per il calcolo scientifico. Utilizza metodi diretti per il calcolo della soluzione di un sistema. Il metodo standard per la risoluzione diretta di sistemi lineari non ottimizzata come matlab o octave. Supporta la fattorizzazione LU tuttavia non abilitata di default.
Non supporta cholesky su matrici sparse
3. scikit-sparse: Cholesky su matrici sparse. Implementazione in c.

Scipy é documentato peggio di Matlab ma meglio di Octave

Come salva le matrici sparse? Numpy/Scipy si salva le matrici



Metodi diretti per matrici sparse

Approccio al problema

Analisi delle librerie

Campagna sperimentale

JPEG

Custom DCT2

Custom JPEG



Proprietá delle matrici

Matrice	Simmetrica	Def. pos.	Cand. Cholesky
Hook_1498	Y	Y	Y
G3_circuit	Y	Y	Y
nd24k	Y	Y	Y
boundle_adj	Y	Y	Y
ifiss_mat	N	N	N
TSC_OPF_1047	Y	N	N
ns3Da	N	N	N
GT01R	N	N	N



Grafici

Confronto tra Matlab, Octave, Python su Windows o Linux per i parametri velocit , precisione, occupazione di memoria



Grafici riassuntivi di confronto



Listato



Metodi diretti per matrici sparse

Approccio al problema

Analisi delle librerie

Campagna sperimentale

JPEG

Custom DCT2

Custom JPEG



Metodi diretti per matrici sparse

Approccio al problema

Analisi delle librerie

Campagna sperimentale

JPEG

Custom DCT2

Custom JPEG



Algoritmo usato

DCT2 fatta con numpy e FFT per confrontare presa da scipy.fft
array crescenti di dimensione 2^i



Notizie su scipy.fft



Confronto tra Custom DCT2 e FFT

grafici - la dct é $O(N^3)$, la FFT é $O(N^2)$



listato



Metodi diretti per matrici sparse

Approccio al problema

Analisi delle librerie

Campagna sperimentale

JPEG

Custom DCT2

Custom JPEG



Algoritmo



Algoritmo



Esempi con le immagini proposte



Sperimentazione

Momento della presentazione in cui facciamo girare il nostro programma



listato



Blocks of Highlighted Text

Block 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.

Block 2

Pellentesque sed tellus purus. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Vestibulum quis magna at risus dictum tempor eu vitae velit.

Block 3

Suspendisse tincidunt sagittis gravida. Curabitur condimentum, enim sed venenatis rutrum, ipsum neque consectetur orci, sed blandit justo nisi ac lacus.



Multiple Columns

Heading

1. Statement
2. Explanation
3. Example

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.



Theorem

Theorem (Mass–energy equivalence)

$$E = mc^2$$



Verbatim

Example (Theorem Slide Code)

```
\begin{frame}  
\frametitle{Theorem}  
\begin{theorem}[Mass--energy equivalence]  
$E = mc^2$  
\end{theorem}  
\end{frame}
```



Figure

Uncomment the code on this slide to include your own image from the same directory as the template .TeX file.



Citation

An example of the `\cite` command to cite within the presentation:

This statement requires citation [Smith, 2012].



References



John Smith (2012)

Title of the publication

Journal Name 12(3), 45 – 678.



Grazie per l'attenzione