

MOwNiT Lab6 - sprawozdanie

Autor: Michał Flak

Polecenie

Korzystając z przykładu napisz program, który:

1. Jako parametr pobiera rozmiar układu równań n
2. Generuje macierz układu $A(n \times n)$ i wektor wyrazów wolnych $b(n)$
3. Rozwiązuje układ równań
4. Sprawdza poprawność rozwiązania (tj., czy $Ax=b$)
5. Mierzy czas dekompozycji macierzy - do mierzenia czasu można skorzystać z przykładowego programu dokonującego pomiaru czasu procesora spędzonego w danym fragmencie programu.
6. Mierzy czas rozwiązywania układu równań

· Zadanie domowe: Narysuj wykres zależności czasu dekompozycji i czasu rozwiązywania układu od rozmiaru układu równań.

Wykonaj pomiary dla 10 wartości z przedziału od 10 do 1000.

Rozwiązanie

Analogicznie jak w przykładzie tworzymy macierz, wektor i rozwiązujemy za pomocą GSL (tworzymy też kopię pierwotnej macierzy, bo dekompozycja modyfikuje nam pierwotne dane). Zapisujemy czas wykonania w zmiennych (metody generowania danych oraz mierzenia czasu do wglądu w listingu kodu na końcu sprawozdania):

```
double* a_data = generate_matrix(n);
double* a_copy = copyVector(a_data, n*n);

double* b_data = generate_vector(n);

gsl_matrix_view m
    = gsl_matrix_view_array (a_data, n, n);
gsl_matrix_view m_copy
    = gsl_matrix_view_array (a_copy, n, n);

gsl_vector_view b
    = gsl_vector_view_array (b_data, n);

gsl_vector *x = gsl_vector_alloc (n);

int s;

gsl_permutation * p = gsl_permutation_alloc (n);

double decomp_time = decomp (&m.matrix, p, &s);

double solvetime = solve (&m.matrix, p, &b.vector, x);
```

Poprawność rozwiązania sprawdzamy mnożąc pierwotną macierz przez wektor wynikowy za pomocą `gsl_blas_dgemv`. Porównujemy otrzymany wektor z pierwotnym wektorem b do epsilon=0.005:

```
int compare_vectors(gsl_vector*a, gsl_vector*b) {
    if(a->size != b->size) return 0;
```

```

const double eps = 0.005;

for(int i = 0; i < a->size; i++){
    if(fabs(gsl_vector_get(a,i)-gsl_vector_get(b,i)) > eps) {
        return 0;
    }
}
return 1;
}

int verify_correctness(int n, gsl_matrix *m, gsl_vector*b, gsl_vector *x) {

    gsl_vector *y = gsl_vector_alloc(n);
    int err = gsl_blas_dgemv( CblasNoTrans, 1.0, m, x, 1.0, y );

    return compare_vectors(y, b);
}

```

Wypisujemy wynik na wyjście standardowe w formacie:

Size: 700, DTime: 0.10751800000000000, STime: 0.00103000000000000, Correct: 1

Następującym skryptem uruchamiamy program dla 10 wartości w przedziale [10,1000]:

```

rm wyniki.txt
for c in {10, 100, 200, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000}
do
    ./lab6 $c | tee -a wyniki.txt
done

```

Wyniki

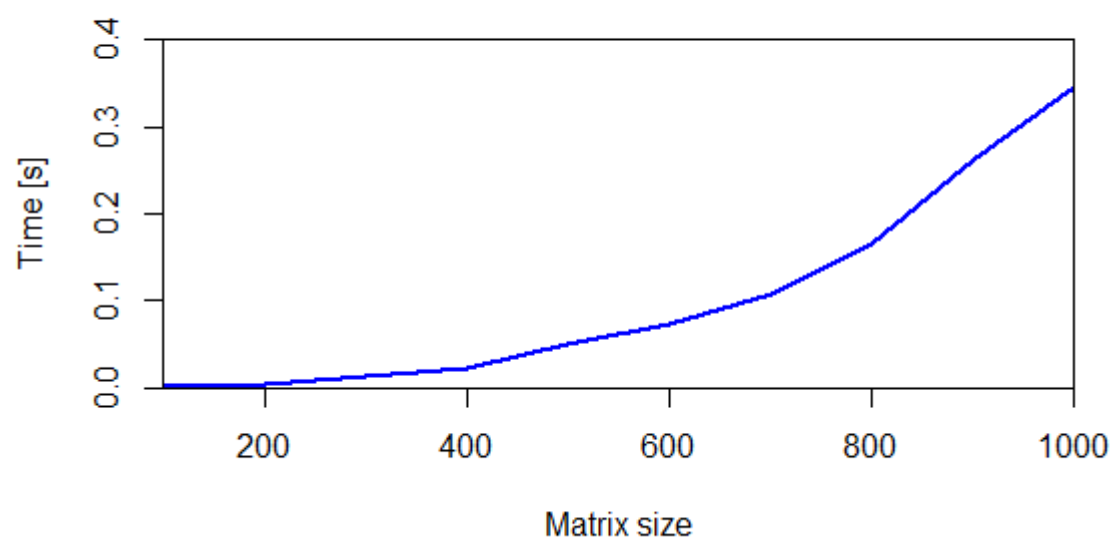
Zawartość wyniki.txt:

```

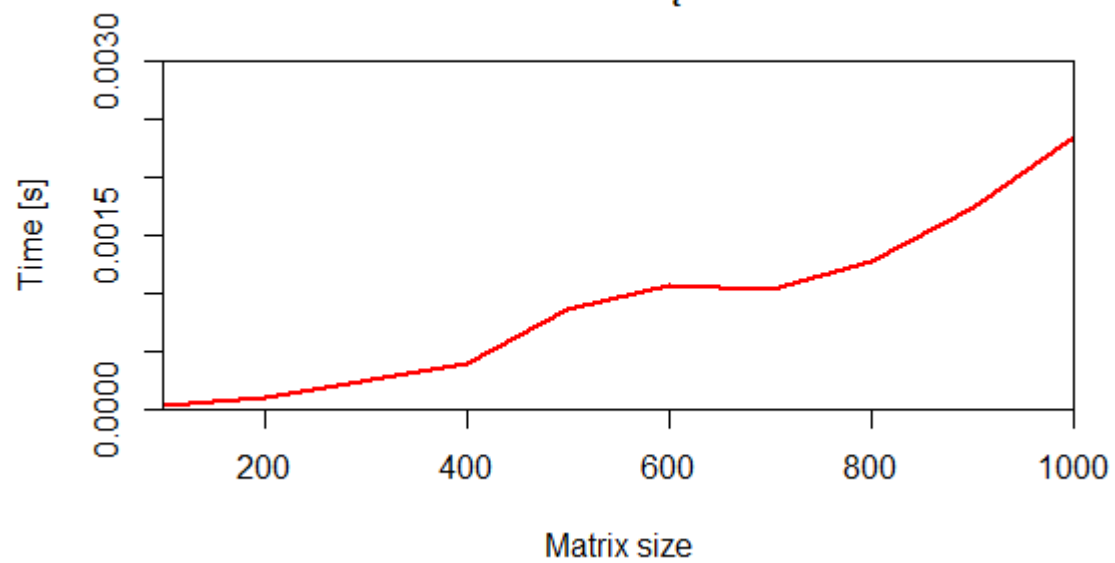
Size: 100, DTime: 0.00036000000000000, STime: 0.00003400000000000, Correct: 1
Size: 200, DTime: 0.00272200000000000, STime: 0.00010400000000000, Correct: 1
Size: 400, DTime: 0.02155200000000000, STime: 0.00038700000000000, Correct: 1
Size: 500, DTime: 0.05089800000000000, STime: 0.00086500000000000, Correct: 1
Size: 600, DTime: 0.07247099999999999, STime: 0.00106600000000000, Correct: 1
Size: 700, DTime: 0.10751800000000000, STime: 0.00103000000000000, Correct: 1
Size: 800, DTime: 0.164304000000000001, STime: 0.00128000000000000, Correct: 1
Size: 900, DTime: 0.262979000000000002, STime: 0.00174800000000000, Correct: 1
Size: 1000, DTime: 0.34624500000000000, STime: 0.00233800000000000, Correct: 1

```

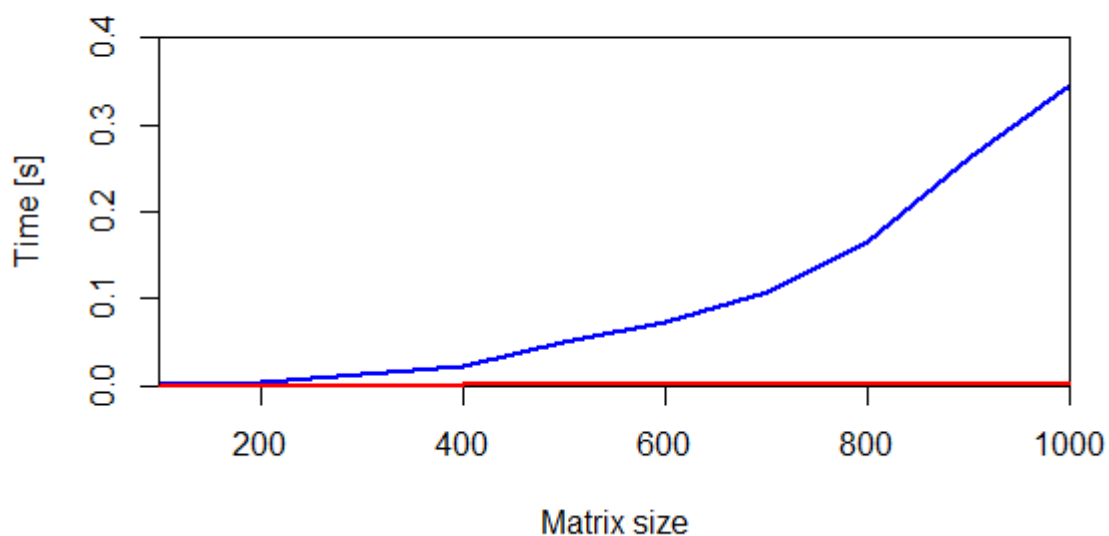
Czas dekompozycji



Czas rozwiązania



Porównanie czasów



Wnioski

Widzimy, że czas obu operacji rośnie wraz z rozmiarem macierzy. Dekompozycja trwa znacznie dłużej niż rozwiązanie układu równań.

Program

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <math.h>
#include <time.h>
#include <gsl/gsl_errno.h>
#include <gsl/gsl_spline.h>
#include <gsl/gsl_interp.h>
#include <gsl/gsl_chebyshev.h>
#include <gsl/gsl_fit.h>
#include <gsl/gsl_integration.h>
#include <gsl/gsl_linalg.h>
#include <gsl/gsl_blas.h>

double* generate_matrix(int n) {
    double* matrix = (double*)malloc(n*n*sizeof(double));

    srand(2137);
    for(int i = 0; i < n; i++) {
        for(int j = 0; j < n; j++) {
            //printf("x: %d, y: %d\n", i, j);
            matrix[i*n+j] = ((double)rand())/RAND_MAX;
        }
    }
}
```

```

    return matrix;
}

double* generate_vector(int n) {
    double* vector = malloc(n*sizeof(double));
    for(int i = 0; i < n; i++) {
        vector[i] = i+1;
    }

    return vector;
}

double* copyVector(double* src, int size)
{
    double* vec = calloc(sizeof(double), size);
    for (int i = 0; i < size; ++i){
        vec[i] = src[i];
    }
    return vec;
}

int compare_vectors(gsl_vector*a, gsl_vector*b) {
    if(a->size != b->size) return 0;

    const double eps = 0.005;

    for(int i = 0; i < a->size; i++){
        if(fabs(gsl_vector_get(a,i)-gsl_vector_get(b,i)) > eps) {
            return 0;
        }
    }
    return 1;
}

int print_matrix(FILE *f, const gsl_matrix *m)
{
    int status, n = 0;

    for (size_t i = 0; i < m->size1; i++) {
        for (size_t j = 0; j < m->size2; j++) {
            if ((status = fprintf(f, "%g, ", gsl_matrix_get(m, i, j))) < 0)
                return -1;
            n += status;
        }

        if ((status = fprintf(f, "\n")) < 0)
            return -1;
        n += status;
    }

    return n;
}

```

```

}

int print_vector(const gsl_vector *v){
    for(int i = 0; i < v->size; i++){
        printf("%g, ", gsl_vector_get(v, i));
    }
    printf("\n");
}

int verify_correctness(int n, gsl_matrix *m, gsl_vector*b, gsl_vector *x) {

    gsl_vector *y = gsl_vector_alloc(n);
    int err = gsl_blas_dgemv( CblasNoTrans, 1.0, m, x, 1.0, y );

    return compare_vectors(y, b);
}

double decomp(gsl_matrix *A, gsl_permutation* p, int *signum)
{
    clock_t start = clock();
    gsl_linalg_LU_decomp(A, p, signum);
    clock_t end = clock();

    double t = ((double) (end - start)) / CLOCKS_PER_SEC;
    return t;
}

double solve(const gsl_matrix* LU, const gsl_permutation* p, const gsl_vector* b, gsl_vector* x)
{
    clock_t start = clock();
    gsl_linalg_LU_solve(LU, p, b, x);
    clock_t end = clock();

    double t = ((double) (end - start)) / CLOCKS_PER_SEC;
    return t;
}

int calculate(int n){
    double* a_data = generate_matrix(n);
    double* a_copy = copyVector(a_data, n*n);

    double* b_data = generate_vector(n);

    gsl_matrix_view m
        = gsl_matrix_view_array (a_data, n, n);
    gsl_matrix_view m_copy
        = gsl_matrix_view_array (a_copy, n, n);

    gsl_vector_view b
        = gsl_vector_view_array (b_data, n);

    gsl_vector *x = gsl_vector_alloc (n);

```

```

int s;

gsl_permutation * p = gsl_permutation_alloc (n);

double decomp_time = decomp (&m.matrix, p, &s);

double solvetime = solve (&m.matrix, p, &b.vector, x);

printf("Size: %d, DTime: %.17f, STime: %.17f, Correct: %d\n",
      n,
      decomp_time,
      solvetime,
      verify_correctness(n, &(m_copy.matrix), &(b.vector), x)
);
gsl_permutation_free (p);
gsl_vector_free (x);
}

int main(int argc, char const *argv[])
{
    if(argc != 2) return -1;
    int n = atoi(argv[1]);

    calculate(n);

    return 0;
}

```