Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2012/13

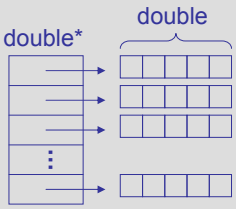
Prof. Dr. Günter Rudolph
Lehrstuhl für Algorithm Engineering
Fakultät für Informatik
TU Dortmund

Inhalt

- Matrixmultiplikation (Schablonen / Ausnahmen)
- Klassenhierarchien

MATRIX Multiplikation (für quadratische Matrizen)

```
class Matrix {
private:
  double **fElem;
  unsigned int fDim;
public:
  Matrix(unsigned int aDim);
  Matrix(const Matrix& aMat);
  unsigned int Dim() { return fDim; }
  void Set(unsigned int aRow, unsigned int aCol, double aVal);
  double Get(unsigned int aRow, unsigned int aCol);
  void Mult(const Matrix& aMat);
  void Print();
  ~Matrix();
};
```



Konstruktor

Aufgaben: Speicher allokieren & Datenstruktur initialisieren

```
Matrix::Matrix(unsigned int aDim) : fDim(aDim) {
  if (fDim == 0) throw "matrix of dimension 0";
  fElem = new double* [fDim];
  if (fElem == nullptr) throw "memory exceeded";
  for (unsigned int i = 0; i < fDim; i++) {
    fElem[i] = new double[fDim];
    if (fElem[i] == nullptr) throw "memory exceeded";
  }
  for (unsigned int i = 0; i < fDim; i++)
    for (unsigned int j = 0; j < fDim; j++)
      fElem[i][j] = 0;
}
```

Speicherallokation

initiale Belegung

Kopierkonstruktor

```
Matrix::Matrix(const Matrix& aMat) : fDim(aMat.fDim) {
  if (fDim == 0) throw "matrix of dimension 0";
  fElem = new double* [fDim];
  if (fElem == nullptr) throw "memory exceeded";
  for (unsigned int i = 0; i < fDim; i++) {
    fElem[i] = new double[fDim];
    if (fElem[i] == nullptr) throw "memory exceeded";
  }
  for (unsigned int i = 0; i < fDim; i++)
    for (unsigned int j = 0; j < fDim; j++)
      fElem[i][j] = aMat.fElem[i][j];
}
```

Speicherallokation

kopieren

Destruktor

```
Matrix::~Matrix() {
  for (unsigned int i = 0; i < fDim; i++)
    delete[] fElem[i];
  delete[] fElem;
}
```


MATRIX Multiplikation

Methoden

```
void Matrix::Set(unsigned int aRow, unsigned int aCol,
                 double aVal)
{
  if (aRow >= fDim || aCol >= fDim) throw "index overflow";
  fElem[aRow][aCol] = aVal;
}

double Matrix::Get(unsigned int aRow, unsigned int aCol) {
  if (aRow >= fDim || aCol >= fDim) throw "index overflow";
  return fElem[aRow][aCol];
}
```

Indexbereichsprüfung!

MATRIX Multiplikation

A und B sind quadratische Matrizen der Dimension n.

C = A · B ist dann:

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^{n} a_{ik} \cdot b_{kj}$$

```
void Matrix::Mult(const Matrix& aMat) {
  if (aMat.fDim != fDim) throw "incompatible dimensions";
  Matrix tMat(*this);
  for (unsigned int i = 0; i < fDim; i++)
    for (unsigned int j = 0; j < fDim; j++) {
      double sum = 0.0;
      for (unsigned int k = 0; k < fDim; k++)
        sum += tMat.Get(i, k) * aMat.fElem[k][j];
      fElem[i][j] = sum;
    }
}
```


MATRIX Multiplikation

Nächste Schritte

1. Ausnahmen vom Typ char* ersetzen durch unterscheidbare Fehlerklassen:
   z.B. class **`MatrixError`** als Basisklasse,
   ableiten: **`MatrixIndexOverflow`**, **`MatrixDimensionMismatch, …`**
2. Umwandeln in Schablone: **`template <class T> class Matrix { …`**
   also nicht nur Multiplikation für **`double`**,
   sondern auch **`int, Complex, Rational, …`**

Code nach Fehlermeldungen durchforsten …

Konstruktoren:

```
throw "matrix of dimension 0";   ⟶ MatrixZeroDimension
throw "memory exceeded";         ⟶ MatrixMemoryExceeded
```

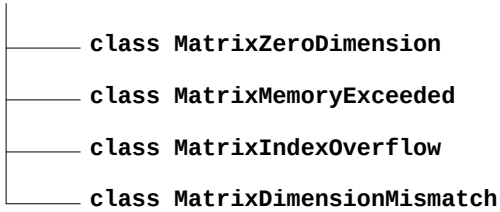
Get / Set:

```
throw "index overflow";          ⟶ MatrixIndexOverflow
```

Mult:

```
throw "incompatible dimensions"; ⟶ MatrixDimensionMismatch
```


Klassenhierachie für Ausnahmen



Minimale Lösung in C++:

```
class MatrixError {};

class MatrixZeroDimension     : public MatrixError() {};
class MatrixMemoryExceeded    : public MatrixError() {};
class MatrixIndexOverflow     : public MatrixError() {};
class MatrixDimensionMismatch : public MatrixError() {};
```


Schablone MATRIX Multiplikation (für quadratische Matrizen)

```
typedef unsigned int uint;

template <class T> class Matrix {
private:
  T **fElem;
  uint fDim;

public:
  Matrix(uint aDim);
  Matrix(const Matrix& aMat);

  uint Dim() { return fDim; }
  void Set(uint aRow, uint aCol, T aVal);
  T Get(uint aRow, uint aCol);
  void Mult(const Matrix& aMat);
  void Print();

  ~Matrix();
};
```

ursprünglichen Typ der Nutzdaten ersetzen durch generischen Typ **T**

Schablone MATRIX Multiplikation mit vernünftiger Ausnahmebehandlung

Konstruktor

```
template <class T>
Matrix::Matrix(uint aDim) : fDim(aDim) {
  if (fDim == 0) throw MatrixZeroDimension();
  fElem = new T* [fDim];
  if (fElem == nullptr) throw MatrixMemoryExceeded();
  for (uint i = 0; i < fDim; i++) {
    fElem[i] = new T[fDim];
    if (fElem[i] == nullptr)
      throw MatrixMemoryExceeded();
  }
  for (uint i = 0; i < fDim; i++)
    for (uint j = 0; j < fDim; j++)
      fElem[i][j] = 0;
}
```

Speicherallokation

initiale Belegung

Schablone MATRIX Multiplikation mit vernünftiger Ausnahmebehandlung

Kopierkonstruktor

```
template <class T>
Matrix::Matrix(const Matrix& aMat) : fDim(aMat.fDim) {
  if (fDim == 0) throw MatrixZeroDimension();
  fElem = new T* [fDim];
  if (fElem == nullptr) throw MatrixMemoryExceeded();
  for (uint i = 0; i < fDim; i++) {
    fElem[i] = new T[fDim];
    if (fElem[i] == nullptr)
       throw MatrixMemoryExceeded();
  }
  for (uint i = 0; i < fDim; i++)
    for (uint j = 0; j < fDim; j++)
      fElem[i][j] = aMat.fElem[i][j];
}
```

Speicherallokation

kopieren

Destruktor

```
template <class T> Matrix::~Matrix() {
  for (uint i = 0; i < fDim; i++) delete[] fElem[i];
  delete[] fElem;
}
```

Methoden

```
template <class T>
void Matrix::Set(uint aRow, uint aCol, T aVal) {
  if (aRow >= fDim || aCol >= fDim)
    throw MatrixIndexOverflow();
  fElem[aRow][aCol] = aVal;
}
template class <T>
T Matrix::Get(uint aRow, uint aCol) {
  if (aRow >= fDim || aCol >= fDim)
    throw MatrixIndexOverflow();
  return fElem[aRow][aCol];
}
```


Schablone MATRIX Multiplikation mit vernünftiger Ausnahmebehandlung

```
template <class T>
void Matrix::Mult(const Matrix& aMat) {
  if (aMat.fDim != fDim)
    throw MatrixIncompatibleDimensions();

  Matrix tMat(*this);
  for (uint i = 0; i < fDim; i++)
    for (uint j = 0; j < fDim; j++) {
      T sum = 0.0;
      for (uint k = 0; k < fDim; k++)
        sum += tMat.Get(i, k) * aMat.fElem[k][j];
      fElem[i][j] = sum;
    }
}
```



```
class A {
private:
  int a;
public:
  A(int a);
  int Get_a();
  void Show(bool cr = true);
};
```

⇓

```
class B : public A {
private:
  int b;
public:
  B(int a, int b);
  int Get_b();
  void Show(bool cr = true);
};
```

⇒

```
class C : public B {
private:
  int c;
public:
  C(int a, int b, int c);
  int Get_c();
  void Show(bool cr = true);
};
```

Klassenhierarchie

Erzwingen der Verwendung des Konstruktors der Oberklasse:

Attribute durch **`private`** schützen, Zugriff nur durch **`public`** Methoden!

```
A::A(int aa) : a(aa) {}
int A::Get_a() { return a; }
void A::Show(bool cr) {
  cout << a << ' ';
  if (cr) cout << endl;
}
B::B(int aa, int bb) : A(aa), b(bb) {}
int B::Get_b() { return b; }
void B::Show(bool cr) {
  A::Show(false);
  cout << b << ' ';
  if (cr) cout << endl;
}
C::C(int aa, int bb, int cc) : B(aa, bb), c(cc) {}
int C::Get_c() { return c; }
void C::Show(bool cr) {
  B::Show(false);
  cout << c << ' ';
  if (cr) cout << endl;
}
```

a(aa)

Test

```
int main(void) {

  A a(1);
  B b(1,2);
  C c(1,2,3);

  a.Show();
  b.Show();
  c.Show();

  C c2(2*c.Get_a(), 2*c.Get_b(), 2*c.Get_c());
  c2.Show();

  return 0;
}
```

Ausgabe