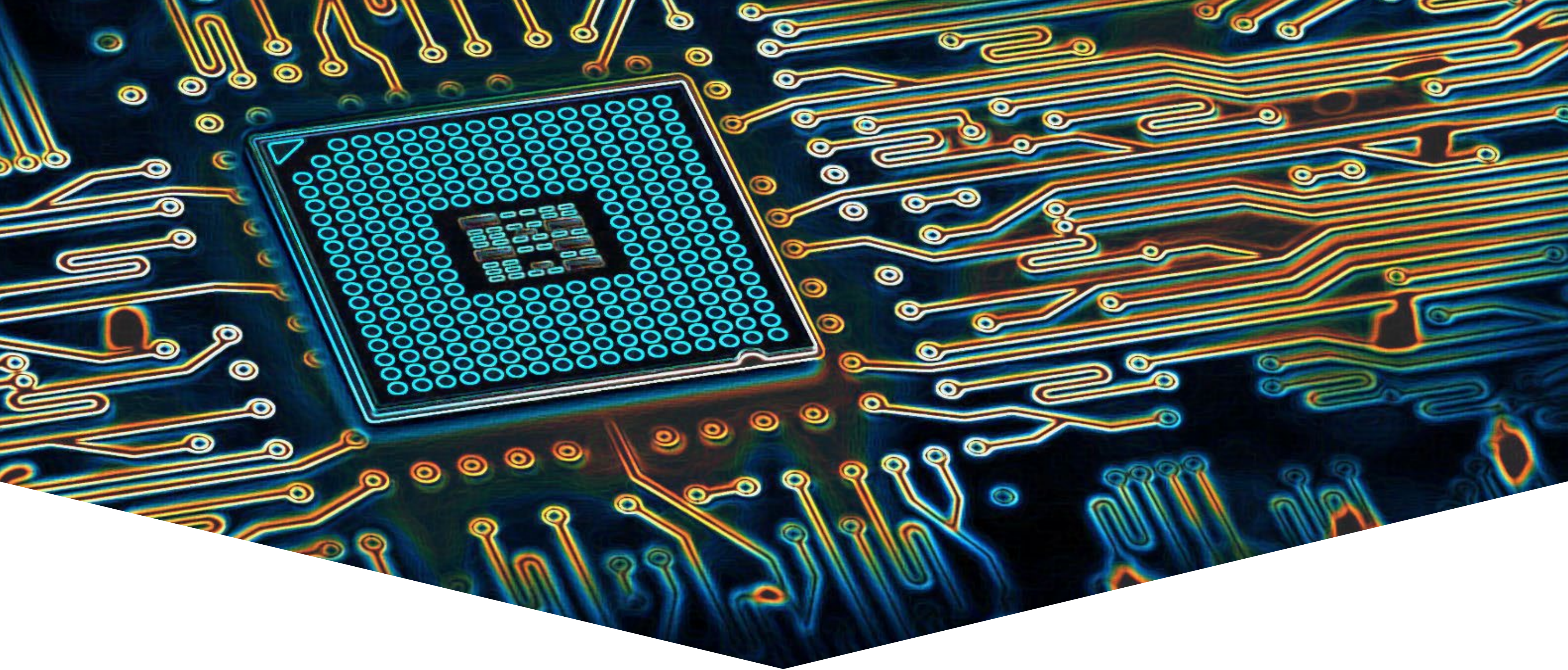


EMS31 Kwartaal 4 Week 2: UDT in C++

User-defined Data Type in C++

Leerdoelen kwartaal 4 week 2. Je leert deze les hoe je:

- een UDT genaamd `Breuk` kunt definiëren in de vorm van een **`class`**;
- de implementatie van de class `Breuk` kunt afschermen van de gebruiker door **`private`** datavelden en **`private`** memberfuncties te definiëren;
- de interface van de class `Breuk` beschikbaar kunt maken voor de gebruiker door **`public`** memberfuncties te definiëren;
- een object van de class `Breuk` kunt initialiseren (door middel van constructors);
- memberfuncties kunt definiëren die ook voor read-only objecten van de class `Breuk` gebruikt kunnen worden;
- er met behulp van operator overloading voor kunt zorgen dat een `Breuk` op dezelfde wijze gebruikt kan worden als een ingebouwd datatype (b.v. **`int`**);

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Herbruikbare component: Breuk

- Waarom wil je programma's maken die rekenen met breuken in plaats van met floating point getallen (`double`)?
- Waarom wil je een component (UDT) `Breuk` maken?
- Hoe doe je dat in C?
- Wat zijn de nadelen van de C oplossing?
- Hoe kan het beter in C++?
- Wat zijn de voordelen van de C++ oplossing?
- Kan het nog mooier?

Dictaat H2.2 t/m 2.20

HOGESCHOOL ROTTERDAM

UDT Breuk in C

- Gebruik **struct** voor dataopslag.
- Gebruik functies voor bewerkingen.

```
typedef struct { /* een breuk bestaat uit: */
    int boven;   /*     een teller en      */
    int onder;   /*     een noemer         */
} Breuk;

Breuk normaliseer(Breuk b);
Breuk som(Breuk b1, Breuk b2);

Breuk som(Breuk b1, Breuk b2) {
    Breuk s;
    s.boven = b1.boven * b2.onder + b1.onder * b2.boven;
    s.onder = b1.onder * b2.onder;
    return normaliseer(s);
}
```

Struct type declaratie

Prototypes of Functie declaraties

Functie definitie

Gebruik UDT Breuk in C


```
Breuk b1, b2, b3;
b1.boven = 5; b1.onder = 12;
b2.boven = 4; b2.onder = 9;
b3 = som(b1, b2);
```

Kan overal in het programma staan!

Nadelen Breuk in C

- `b1.onder = 0;` ➔ een "ramp die wacht om te gebeuren".
- Programmeur die het beter denkt te weten kan zelf breuken gaan optellen:

```
b3.boven = b1.boven + b2.boven;
b3.onder = b1.onder + b2.onder;
```

OOPS!

- Verschillende programmeurs kunnen in verschillende delen van het programma de component Breuk uitbreiden: B.v. functies: `product`, `maal`, `times`, en `multiply`.

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Eigenschappen van UDT Breuk in C

Onderhoudbaarheid: **Slecht!**

- Fout in UDT is niet gemakkelijk te vinden.
  - Iedereen kan data van UDT "verzieken".
  - Iedereen kan bewerking op UDT implementeren zonder de bestaande implementatie van de bewerking te gebruiken.
  - Als er 'iets' niet goed gaat met variabele van UDT (b.v. vermenigvuldigen van breuken) moeten we het hele programma doorzoeken.

Aanpasbaarheid en uitbreidbaarheid: **Te Goed!**

- Iedereen kan UDT aanpassen en uitbreiden.

Herbruikbaarheid: **Slecht!**

- Onduidelijk welke functies bij UDT horen en welke functies bij deze applicatie horen (en toevallig dit UDT gebruiken).

HOGESCHOOL ROTTERDAM

UDT Breuk in C++

Gebruik **class** voor dataopslag en bewerkingen.

```
class Breuk {
public:
    void leesin();
    void drukaf() const;
    void plus(Breuk b);
private:
    int boven;
    int onder;
    void normaliseer();
};

void Breuk::plus(Breuk b) {
    boven = boven * b.onder + onder * b.boven;
    onder *= b.onder;
    normaliseer();
}
```

Class declaratie

Public memberfuncties = interface

Private data members

Private memberfunctie

Memberfunctie definitie

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Gebruik UDT Breuk in C++


```
Breuk a, b;
a.leesin();
b.leesin();
a.plus(b);
a.drukaf();
```

Voordelen Breuk in C++

- `b1.onder = 0;` ➔ geeft compilerfout.
- Programmeur die het beter denkt te weten kan zelf geen breuken gaan optellen (zonder `Breuk::plus` te wijzigen).
- UDT Breuk kan slechts op 1 plaats in het programma uitgebreid worden.

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Eigenschappen van UDT Breuk in C++

Onderhoudbaarheid: **Goed!**

- Fout in UDT is gemakkelijk te vinden.
  - Als er 'iets' niet goed gaat met UDT hoef je alleen de implementatie van de UDT te doorzoeken. Fout moet in memberfuncties van de UDT zitten.
  - Je kunt niet (eenvoudig) om de interface van de class heenwerken. (Je kan zelf geen `plus` maken als je niet bij `boven` en `onder` kunt komen.)

Aanpasbaarheid en uitbreidbaarheid: **Goed!**

- UDT kan maar op 1 plaats uitgebreid worden.
- Private delen kunnen aangepast worden zonder dat de interface veranderd. Dus zonder dat de code die de UDT gebruikt dit merkt! Zie practicum opgave 5.2.3.

Herbruikbaarheid: **Redelijk.**

- Duidelijk welke functies bij UDT horen.

Dictaat H2.2

HOGESCHOOL ROTTERDAM

User-defined Data Type in C++

Leerdoelen kwartaal 4 week 2. Je leert deze les hoe je:

- een UDT genaamd `Breuk` kunt definiëren in de vorm van een `class`;
- de implementatie van de class `Breuk` kunt afschermen van de gebruiker door `private` datavelden en `private` memberfuncties te definiëren;
- de interface van de class `Breuk` beschikbaar kunt maken voor de gebruiker door `public` memberfuncties te definiëren;
- een object van de class `Breuk` kunt initialiseren (door middel van constructors);
- memberfuncties kunt definiëren die ook voor read-only objecten van de class `Breuk` gebruikt kunnen worden;
- er met behulp van operator overloading voor kunt zorgen dat een `Breuk` op dezelfde wijze gebruikt kan worden als een ingebouwd datatype (b.v. `int`);

HOGESCHOOL ROTTERDAM

User-defined Data Type in C++

Constructor en `const` memberfuncties **zelf bestuderen**!

Dictaat H2.3 t/m 2.10

HOGESCHOOL ROTTERDAM

User-defined Data Type in C++

Leerdoelen week 5 les 2. Je leert deze les hoe je:

- een UDT genaamd `Breuk` kunt definiëren in de vorm van een `class`;
- de implementatie van de class `Breuk` kunt afschermen van de gebruiker door `private` datavelden en `private` memberfuncties te definiëren;
- de interface van de class `Breuk` beschikbaar kunt maken voor de gebruiker door `public` memberfuncties te definiëren;
- een object van de class `Breuk` kunt initialiseren (door middel van constructors);
- memberfuncties kunt definiëren die ook voor read-only objecten van de class `Breuk` gebruikt kunnen worden;
- er met behulp van operator overloading voor kunt zorgen dat een `Breuk` op dezelfde wijze gebruikt kan worden als een ingebouwd datatype (b.v. `int`);

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Gebruik UDT Breuk in C++


```
Breuk a, b;
a.leesin();
b.leesin();
a.plus(b);
a.drukaf();
```

Kan het beter?

Stel: hergebruik UDT Breuk is succes!

- Helpfiles
- FAQ

Bron: https://www.leshulp.nl/breuken-oefenen/

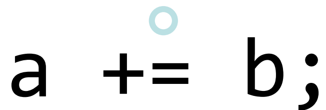
Gebruik Breuk is vergelijkbaar met **int**!

```
Breuk a, b;
cin >> a >> b;
a += b;
cout << a;
```

Veel werk!
Moeite waard?

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Operator overloading

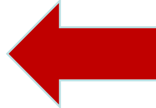


De C++ compiler denkt met je mee!

HOGESCHOOL ROTTERDAM

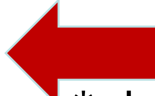
UDT Breuk in C++


```
class Breuk {
public:
    void leesin();
    void drukaf() const;
    void operator+=(Breuk b);
private:
    int boven;
    int onder;
    void normaliseer();
};
```



Operator overloading is simpel!

```
void Breuk::operator+=(Breuk b) {
    boven = boven * b.onder + onder * b.boven;
    onder *= b.onder;
    normaliseer();
}
```



UDT Breuk is een succes!

Help! Probleem met gebruik van UDT Breuk.

Aan: Broeders, J.Z.M. (Harry)

Beste meneer Broeders,

Met veel plezier maak ik gebruik van de herbruikbare C++ class Breuk van uw website https://harrybroeders.bitbucket.io/. Helaas ben ik nu een probleem tegengekomen. Bij het vertalen van de programmacode:

```
Breuk a, b, c;
a += b += c;
```

Geeft de gcc C++ compiler de volgende foutmelding:

```
no match for 'operator+=' (operand types are 'Breuk' and 'void')
```

Ik heb geen idee wat dit betekent. Kunt u mij helpen?
Met vriendelijke groet,

HOGESCHOOL ROTTERDAM

UDT Breuk is een succes!

Mag

```
a += b += c;
```

met `int`?

- Wat betekent het dan?

Oplossing?

- ```
  b += c;
  a += b;
  ```
- Kan dat niet beter?

HOGESCHOOL ROTTERDAM
  ```

Fix Breuk::operator+=


```
class Breuk {
public:
    void leesin();
    void drukaf() const;
    Breuk operator+=(Breuk b);
private:
    int boven;
    int onder;
    void normaliseer();
};

Breuk Breuk::operator+=(Breuk b) {
    boven = boven * b.onder + onder * b.boven;
    onder *= b.onder;
    normaliseer();
    return ????;
}
```

Wat moeten we teruggeven?

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Pointer this


```
class Breuk {
public:
    void leesin();
    void drukaf() const;
    Breuk operator+=(Breuk b);
private:
    int boven;
    int onder;
    void normaliseer();
};

Breuk Breuk::operator+=(Breuk b) {
    boven = boven * b.onder + onder * b.boven;
    onder *= b.onder;
    normaliseer();
    return *this;
}
```

this is een pointer naar de receiver

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Is UDT Breuk een succes?

Re: Help! Probleem met gebruik van UDT Breuk.

Aan: Broeders, J.Z.M. (Harry)

Beste meneer Broeders,

De laatste twee dagen heb ik besteed aan het opsporen van een BUG in mijn programma die veroorzaakt bleek te worden door UW UDT Breuk.
U begrijpt dat ik daar NIET blij mee ben!

De code:

```
Breuk a, b, c;
(a += b) += c;
```

Werkt NIET CORRECT!!!

Met (niet zo) vriendelijke groet,

Probleem?

- c wordt niet opgeteld bij a

Oplossing?

- reference

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Reference

In C++ zijn er verschillende 'soorten' variabelen:

- 'gewone' variabelen;
- pointers;
- references.

  Een reference is een andere naam voor een variabele die al bestaat.

```
int i;
int& j {i}; // initialisatie is verplicht!

i = 3;
cout << j << '\n';
// een reference is een "pseudoniem"
```

Is dit goed voor de onderhoudbaarheid?

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Gebruik reference

Je kunt een reference gebruiken als:

- Globale variabele. ✗
- Lokale variabele. ✗
- Parameter. ✓
- Return type. ✓

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Call by value (remember EMS10)


```
void swap(int p, int q) {
    int t {p};
    p = q;
    q = t;
}

//  ...
    int i {3};
    int j {4};
    swap(i, j);
//  ...
```

Deze code werkt **niet goed**!

Weet je nog waarom?

Oplossing?

Call by reference (de C-manier)


```
void swap(int* p, int* q) {
    int t {*p};
    *p = *q;
    *q = t;
}

//  ...
    int i {3};
    int j {4};
    swap(&i, &j);
//  ...
```

p wijst naar i
q wijst naar j

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Call by reference in C++


```
void swap(int& p, int& q) {
    int t {p};
    p = q;
    q = t;
}

//  ...
    int i {3};
    int j {4};
    swap(i, j);
//  ...
```

p is een andere naam voor i
q is een andere naam voor j

Bron: https://www.flickr.com/photos/rossendalewadey/4127442871

Onder de ‘motorkap’ wordt een reference geïmplementeerd met een pointer.

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Reference return

Je kunt een reference ook teruggeven vanuit een functie.

```
int& max(int& a, int& b) {
    if (a > b) return a;
    else return b;
}

int main() {
    int x {2}, y {7}, z;
    max(x, y) = 0;
    z = max(x, y);
//  ...
}
```

Een functie die een reference teruggeeft kan ook **links** van een = teken gebruikt worden.

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Fix Breuk::operator+=


```
class Breuk {
public:
    void leesin();
    void drukaf() const;
    Breuk& operator+=(Breuk b);
private:
    int boven;
    int onder;
    void normaliseer();
};

Breuk& Breuk::operator+=(Breuk b) {
    boven = boven * b.onder + onder * b.boven;
    onder *= b.onder;
    normaliseer();
    return *this;
}
```

Met behulp van een reference kunnen we ook **onnodige kopietjes** voorkomen.

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Fix Breuk::operator+=


```
class Breuk {
public:
    void leesin();
    void drukaf() const;
    Breuk& operator+=(const Breuk& b);
private:
    int boven;
    int onder;
    void normaliseer();
};

Breuk& Breuk::operator+=(const Breuk& b) {
    boven = boven * b.onder + onder * b.boven;
    onder *= b.onder;
    normaliseer();
    return *this;
}
```

Waarom **const**?

Dictaat H2.11 t/m 2.20

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Nog meer operator overloading

Als je het leuk vind kun je paragraaf 16.1 t/m 16.8 uit het dictaat lezen.

- Daar maak je dan kennis met zogenoemde `friend` functies.
- Vriendschap in C++ gaat wel erg ver ...

A friend is someone who may touch your private parts.

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Volgende les…

Generiek programmeren in C++ d.m.v. een `template`.

We maken ook een begin met polymorfisme en overerving.

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Aan de slag!

Aan de slag met [Opdrachten_Week_4.2.pdf]

HOGESCHOOL ROTTERDAM