



**BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL**

Prof. Dr. Hans-Jürgen Buhl  
Praktische Informatik/Numerik

Fakultät für  
Mathematik und Naturwissenschaften,  
Mathematik und Informatik

E-MAIL buhl@math.uni-wuppertal.de

WWW www.math.uni-wuppertal.de/~buhl

DATUM 17. Mai 2017

## **Formale Methoden**

**SS 2017 – Übungsblatt 4**

**Ausgabe: 18. Mai 2017**

**Abgabe bis 25. Mai 2017 an: <mailto:1449250@uni-wuppertal.de>**

### **Aufgabe 1.** *ParameterDirectionKind, subsets ownedRule*

Welche C++-Typmodifizierer werden (vermutlich) bei der Abbildung von Modellen auf Code-Eigenschaften für die UML-ParameterDirectionKinds (vgl. <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/microsoft.visualstudio.uml.classes.parameterdirectionkind.aspx>) genutzt?

Lesen Sie in Abschnitt 7 (Classes) der UML 2.4.1 Superstructure Specification das Diagramm 7.11. Erläutern Sie die subsets-Eigenschaft der Rollen precondition und postcondition.

Warum ist es wichtig, für (fast) alle Methoden (Operationen) Vor- und Nachbedingungen explizit anzugeben?

### **Aufgabe 2.** *Redesign Sparbuch*

Designen Sie das Sparbuch aus Übungsblatt 2 neu nach den Prinzipien objektorientierter Programmierung (abstrakte Klasse `Waehrung`, abstrakte Klasse `Konto`, ...) und der SdV (welche grundlegenden Observatoren sind nötig, welche Modifikatoren, ...). Konstruieren Sie in `papyrus` die nötigen Diagramme. Vergessen Sie nicht entsprechende subsets-Eigenschaften der verschiedenen Buchungstypen explizit anzugeben.

Konzipieren Sie einen «datatype» `Datum` und eine Methode `Zinstage`, die die Anzahl der wirksamen Zinstage jedes Datums nach der kaufmännischen Zinsrechnung ( $12 * 30$  Tage) bestimmt. Wie kann das Ergebnis dieser Methode in OCL spezifiziert werden? Welche Invariante sollte `Datum` besitzen?

### Aufgabe 3. *OclVoid und null; Real*

Informieren Sie sich im OCL2.4-Manual über den Datentyp `OclVoid`. Wozu kann er benutzt werden?

Welche Operationen gibt es für den `primitive type Real` in der OCL-Spezifikation? Erläutern Sie die Nachbedingung der Operation `round()`. Warum wird in dieser die Zeichenfolge `"abs ()"` so unüblich benutzt?

### Aufgabe 4. *Ein Code-Contract*

Erläutern Sie die Prinzipien der SdV

**Spezifikation durch Vertrag - eine Basistechnologie ...**

an folgendem Beispiel:

```
...
template <class T>
set<T> operator+(const set<T>& s, const T& e){
    ...
};
...
template <class T>
set<T> operator-(const set<T>& s, const T& e){
    ...
};
...
class mydictionary{

public :
    ////////// basic queries :

    unsigned int get_count() const;           // number of key/value-pairs in dict.

    bool has(const KEY& k) const;           // key in dictionary?

    VALUE value_for(const KEY& k) const;    // lookup value for key

    ////////// class invariant :
private :
    virtual bool invariant() const;
public :

    ////////// derived queries :
    // not yet necessary

    ////////// constructors and destructors :

    mydictionary ();

    ~mydictionary ();

    ////////// copy constructor

    mydictionary(const mydictionary<KEY, VALUE>& s);

    ////////// deactivate operator=
```

```

private :
    mydictionary& operator=(const mydictionary<KEY, VALUE>& s);
public :

    //////////////////// (pure) modifiers
    void put(const KEY& k, const VALUE& v);
                                   // put key/value-pair in dict.

    void remove(const KEY& k);
                                   // remove key/value-pair

};
...
template<class KEY, class VALUE>
unsigned int mydictionary<KEY, VALUE>::get_count() const{
    REQUIRE( invariant() );
    ...
};
...
template<class KEY, class VALUE>
bool mydictionary<KEY, VALUE>::has(const KEY& k) const {
    REQUIRE( invariant() );
    ...
    ENSURE( /* consistent with count */ (get_count() != 0) || ! result);
    ...
};
...
template<class KEY, class VALUE>
VALUE mydictionary<KEY, VALUE>::value_for(const KEY& k) const{
    REQUIRE( invariant() );
    REQUIRE(/* key in dict. */ has(k));
    ...
};
...
template<class KEY, class VALUE>
mydictionary<KEY, VALUE>::mydictionary(){
    ...
    ENSURE(invariant());
    ENSURE(count == 0);
};
...
template<class KEY, class VALUE>
mydictionary<KEY, VALUE>::~mydictionary(){
    REQUIRE( invariant() );
    ...
};
...
template<class KEY, class VALUE>
mydictionary<KEY, VALUE>::mydictionary(const
                                   mydictionary<KEY, VALUE>& s){
    ...
    ENSURE(get_count() == s.get_count());
    ...
    ENSURE(invariant());
};

```

```

...
template<class KEY, class VALUE>
void mydictionary<KEY, VALUE>::put(const KEY& k, const VALUE& v)
DO
  REQUIRE(/* key not in dict. */    ! has(k));
  ID(unsigned int count_old=get_count());
  ...
  ENSURE(/* count incremented */   get_count() == count_old + 1);
  ENSURE(/* key in dict. */         has(k) );
  ENSURE(/* correct value */       value_for(k) == v);
END;
...
template<class KEY, class VALUE>
void mydictionary<KEY, VALUE>::remove(const KEY& k)
DO
  REQUIRE(/* key in dict. */    has(k));
  ID(unsigned int count_old = get_count());
  ...
  ENSURE(/* count decremented */  get_count() == count_old - 1);
  ENSURE(/* key not in dict. */    ! has(k));
  ...
END;
...
int main(){
  ...
}

```

Die Abfrage `has(k)` reicht aus, genau spezifizieren zu können, wann `put(k, v)` und `remove(k)` aufgerufen werden dürfen und welchen Haupteffekt ihre Aufrufe jeweils haben.

Sie reicht jedoch nicht aus, um die vollständige Wirkung von `put()` beziehungsweise `remove()` spezifizieren zu können (Framebedingung). Wie müssten die grundlegenden Observatoren geändert werden, um auch dies zu erlauben?

#### Aufgabe 5. Design by Contract/Spezifikation durch Vertrag

Der Artikel

[Design by Contract](#)

beschreibt ebenfalls die Methodik der Codeverträge. Welche Vorteile sieht der Autor in der Benutzung von internen Selbsttests?

Beantworten Sie mit Hilfe von [http://de.wikipedia.org/wiki/Design\\_by\\_contract#Sprachunterst.C3.BCtzung](http://de.wikipedia.org/wiki/Design_by_contract#Sprachunterst.C3.BCtzung) und <http://c2.com/cgi/wiki?DesignByContract>, welche Programmiersprachen die Methodik DbC von Haus aus, welche erst mit Hilfe zusätzlicher externer Tools unterstützen?