Matrikelnummer: Name: #:

Hörsaal: Sitzplatznummer:

Prof. Dr.-Ing. K. D. Müller-Glaser

Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Technik der Informationsverarbeitung, KIT

Informationstechnik

SS 2012

Klausur SS 2012

Fr., 28.09.2012

Hinweise zur Klausur

Hilfsmittel

Zur Prüfung ist nur eine handgeschriebene 2-seitige A4 Notiz-/Formelsammlung zugelassen. Nicht erlaubt sind die Verwendung eines Mobiltelefons und jegliche Kommunikation mit anderen Personen.

Prüfungsdauer

Die Prüfungsdauer beträgt 120 Minuten.

Prüfungsunterlagen

Die Prüfungsunterlagen bestehen aus insgesamt 27 Seiten Aufgabenblättern (diesem Titelblatt, 8 Aufgabenblöcken)

Bitte kontrollieren Sie vor der Bearbeitung der Aufgaben auf jeder Seite oben Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer!

Falls Sie zusätzliche Blätter zur Lösung der Aufgaben benötigen, fragen Sie nach zusätzlichem Papier. Auf jedes zusätzliche Lösungsblatt ist neben dem Namen auch die Aufgabennummer mit einzutragen. Vermeiden Sie das Beschreiben der Rückseiten. Die Verwendung von eigenen Blättern ist nicht erlaubt. Am Ende der Prüfung sind die 27 Seiten Aufgaben- und Lösungsblätter und alle zusätzlichen Lösungsblätter im ausgehändigten Umschlag abzugeben. Verwenden Sie zum Bearbeiten der Aufgaben nur dokumentenechte Schreibgeräte – keinen Bleistift, keine Rotstifte!

Wie verabredet enthält die Klausur mehr Aufgaben als, bei einer richtigen Lösung, zum Erreichen einer sehr guten Note (1,0) notwendig sind (Nutzen Sie die Auswahlmöglichkeit). Bitte beachten Sie: Die mit * gekennzeichneten Teilaufgaben können Sie nicht unabhängig von den anderen Teilaufgaben lösen.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
≈ Gewichtung ca. [%]	12	12	15	11	12	13	12	13	100
Ergebnis [P]									

Aufgabe 1 Allgemeine Fragen

A) Nennen Sie die 2 Arten von heuristischen Verfahren mit jeweils einem Beispiel.

Konstruktive Methoden: Anlagerungsverfahren

Iteratives Verbessern/Optimierungsverfahren: Random Interchange, Kernighan-Lin, Simulated Annealing, Evolutionäre Algorithmen

B) Erläutern Sie die folgenden 4 Algorithmen.

- Iterative Algorithmen:

  Ein Algorithmus ist iterativ, wenn in seiner Realisierung (Programmcode) keine Rekursionen vorkommen. (Schleifen)

- Rekursive Algorithmen:

  Ein Algorithmus ist rekursiv, wenn in seiner Realisierung (Programmcode) nur Rekursionen (direkt oder indirekt), jedoch keine Schleifen (for, while, repeat, ...) vorkommen. Zu jedem iterativen Algorithmus kann ein äquivalenter rekursiver Algorithmus angegeben werden. (Selbstaufruf)

- Halbiterative/Halbrekursive Algorithmen:

  Ein Algorithmus ist halbiterativ/halbrekursiv, wenn er weder iterativ noch rekursiv ist, jedoch hauptsächlich iterative/rekursive Merkmale besitzt.

- Parallele Algorithmen:

  Ein Algorithmus heißt parallel (oder parallelisierbar), wenn eine Laufzeitoptimierung möglich ist, indem er auf einem Multiprozessorsystem implementiert wird. D.h. Teilaufgaben können von mehreren Prozessoren parallel abgearbeitet werden.

C) Nennen Sie 3 allgemeine Suchverfahren der Graphentheorie und geben Sie jeweils ihren Laufzeitaufwand im Worst-Case an.

- Lineare Suche O(n)
- Binäre Suche O(log(n))
- Breitensuche O(V+E)
- Tiefensuche O(V+E)
- Dijkstra $O(n^2+m)$
- Interpolationssuche O(n)

D) Was ist der Unterschied zwischen der Effektivität und der Effizienz von Algorithmen?

Effektivität: Wirksamkeit des Algorithmus zur möglichst guten Lösung der Aufgabenstellung unabhängig vom Aufwand.

Effizienz: Wirtschaftlichkeit des Algorithmus. Verhältnis von Mitteleinsatz zum Grad der Zielerreichung Effizienz setzt Effektivität voraus.

E) Erläutern Sie die Funktionsweise der Queue (Warteschlange).

FIFO Prinzip (First-In First-Out): in einer Queue kann eine beliebige Anzahl von Objekten gespeichert werden. Die gespeicherten Objekte können nur in der gleichen Reihenfolge wieder gelesen werden, wie sie gespeichert wurden.

F) Was versteht man unter der unmittelbaren Nachbarschaft von Knoten in einem Graphen?

Sind zwei Knoten durch eine Kante verbunden, so sind die Knoten unmittelbar benachbart.

G) Nennen Sie 4 Merkmale guter Software.

Zuverlässigkeit

Wartungsfreundlichkeit

Effizienz

Benutzerfreundlichkeit

Nützlichkeit

Aufgabe 2 C++ Verständnisfragen

A) Schreiben Sie die Funktion `selbstswap`, die den Inhalt von zwei übergebenen Integer Variablen vertauscht. Gegeben sind der Funktionsaufruf und die Ausgaben.

```
int a = 5, b = 10;
cout << a << " " << b << endl; // Ausgabe: 5 10
selbstswap( &a, &b );
cout << a << " " << b << endl; // Ausgabe: 10 5

void selbstswap( int* a, int* b ) {
  int temp = *a;
  *a = *b;
  *b = temp;



}
```

B) Richtig oder falsch?

Bitte beachten Sie, dass falsche Antworten einen Punktabzug bedeuten. Negative Punkte werden allerdings nicht auf andere Teilaufgaben übertragen.

i. Ein Zeiger ist eine veränderbare Variable, deren Inhalt die Adresse einer anderen Variablen im Speicher enthalten kann. ☐ Falsch ☒ Richtig

ii. Der Operator `&&` verknüpft zwei Operanden und gibt **true** zurück, wenn beide Operanden den Wert **true** haben, sonst **false.** ☐ Falsch ☒ Richtig

iii. Der Operator == kann dazu verwendet werden, um die Inhalte zweier Variablen zu vergleichen. ☐ Falsch ☒ Richtig

iv. Die zwei Ausdrücke in der letzten Zeile sind äquivalent in C++:

```
int var;
// ...
var = var << 2;     var = var * 2;
```

☒ Falsch ☐ Richtig

C) Gegeben sind die folgenden Funktionsaufrufe. Schreiben Sie zu den Funktionsaufrufen die passenden C++ Prototypen.

```
float result = min( 7.45, 12.12 );
```
Antwort: `float min( double, double );`
`oder float min( float, float );`

```
char c = get( 'A' );
```
Antwort: `char get( char );`

```
bool error = false;
string ergebnis = intToStr( 1234, &error );
```
Antwort: `string intToStr( int, bool* );`

D) Ergänzen Sie die folgende Funktion um `if`-Anweisungen in C++. Der Funktion wird eine Arbeitszeit in Minuten als Integer übergeben. Wenn die übergebene Arbeitszeit mehr als 4 Stunden beträgt, sollen 30 Minuten vom übergebenen Wert abgezogen werden, und wenn die übergebene Arbeitszeit mehr als 6 Stunden beträgt, sollen nochmals (zusätzlich) 15 Minuten abgezogen werden. Das Ergebnis soll als **`return`**-Wert zurückgegeben werden.

```
int arbeitszeitRechnen( int zeit ) {
  if( zeit > 360 ) {
    return zeit - 45;
  }
  if( zeit > 240 ) {
    return zeit - 30;
  }
  return zeit;









}
```

```
Oder:
  if( zeit > 240 ) {
    zeit = zeit - 30;
  }
  if( zeit > 330 ) {
    zeit = zeit - 15;
  }
  return zeit;
```

```
  int temp = zeit;
  if( zeit > 240 ) {
    temp -= 30;
  }
  if( zeit > 360 ) {
    temp -= 15;
  }
  return temp;
```

E) Welche Werte speichern die Variablen `x` und `y`, wenn die folgende Schleife verlassen wird

```
int x = 0;
int y = 1;
do {
  y *= 10;
  y = y + x;
  x = x + 1;
} while( y <= 1000 );
```

x: **3**

y: **1012**

F) Welchen Wert speichert der String `u` nach Ausführung folgender C++ Anweisungen?

```
string u( "Kaffeesahne" );
string v( "Tassenkuchen" );
u.erase( 5, 6 );
u = u + v;
u.erase( 5, 6 );
u = u.substr( 0, u.length() - 1 );
```

Kaffekuche

G) Was gibt das folgende C++ Programm auf dem Bildschirm aus?

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
  long n[3] = {100, 200, 300};
  long* ref = n;
  n[1]++;
  cout << n[1] << " " << *ref << endl;
  ref++;
  cout << n[1] << " " << *ref << endl;
  *ref = *ref + 1;
  cout << n[1] << " " << *ref << endl;
  return 0;
}
```

201 100

201 201

202 202

Aufgabe 3 Objektorientierung in C++

A) Benennen Sie die vier Fehler im folgenden C++-Code:

```
class Base {
private:
  int value;

protected:
  void set_value( int x ) const {
    value = x;
  }

public:
  int get_value() const {
    return value;
  }
};

class Derived : public Base {
public:
  Derived( int x ) {
    set_value( x * 10 );
  }

  int get_value() const {
    return value * 10;
  }
};

int main() {
  Base b;
  b.set_value( 100 );

  Derived d;
  d.get_value();

  return 0;
}
```

- Base::set_value() darf nicht als const deklariert sein, weil ein Attribut der Klasse (value) verändert wird.
- Derived::get_value() kann nicht auf value zugreifen, weil das Attribut als private in der Basisklasse deklariert ist.
- Der Konstruktor von Derived erwartet einen Paramter, der bei der Definition von d angegeben werden muss.
- In main() kann nicht auf b.set_value() zugegriffen werden, weil Base::set_value() als protected deklariert ist.

B) Gegeben sei folgender C++-Code:

```
#include <iostream>
using namespace std;

class figure {
protected:
  int start_x;
  int start_y;

public:
  figure() {
    start_x = 0;
    start_y = 0;
  }

  figure( int x, int y ) {
    start_x = x;
    start_y = y;
  }

  void set_start( int x, int y ) {
    start_x = x;
    start_y = y;
  }

  void print_position() const {
    cout << "figure:" << endl;
    cout << "start_x=" << start_x << endl;
    cout << "start_y=" << start_y << endl;
  }

  virtual void print_area() const {
    cout << "figure area=0" << endl;
  }
};

class circle : public figure {
private:
  int radius;

public:
  circle( int x, int y, int r ) {
    set_start( x, y );
    radius = r;
  }

  void print_position() const {
    cout << "circle:" << endl;
    cout << "start_x=" << start_x << endl;
    cout << "start_y=" << start_y << endl;
  }

  virtual void print_area() const {
    cout << "circle area=" << 2 * radius * radius << " x PI"
    << endl;
  }
};
```

```
class quad : public figure {
private:
  int end_x;
  int end_y;

public:
  quad( int s_x, int s_y, int e_x, int e_y ) {
    set_start( s_x, s_y );
    end_x = e_x;
    end_y = e_y;
  }

  void print_position() const {
    cout << "quad:" << endl;
    cout << "start_x=" << start_x << endl;
    cout << "start_y=" << start_y << endl;
  }

  virtual void print_area() const {
    int a = abs( end_x - start_x );
    int b = abs( end_y - start_y );
    cout << "quad area=" << a * b << endl;
  }
};

int main() {
  figure f( 10, 20 );
  circle c( 100, 150, 50 );
  quad q( 200, 200, 300, 400 );

  f.print_position();
  f.print_area();
  c.print_area();
  q.print_area();

  figure& f1 = c;
  f1.print_position();
  f1.print_area();

  figure& f2 = q;
  f2.print_position();
  f2.print_area();

  return 0;
}
```

i. Geben Sie die Ausgabe des Programms an:

figure:
start_x=10
start_y=20

figure area=0

circle area=5000 x PI

quad area=20000

figure:
start_x=100
start_y=150

circle area=5000 x PI

figure:
start_x=200
start_y=200

quad area=20000

ii. Schreiben Sie eine alternative Main-Funktion, die die `figure f` auf dem Heap anlegt. Anschließend sollen ihre Position sowie ihre Fläche mit den zugehörigen Methoden ausgegeben werden. Sorgen Sie außerdem dafür, dass der verwendete Heap-Speicher vor Beendigung der Main-Funktion wieder freigegeben wird.

```
int main() {
   figure * f = new figure( 10, 20 );

   f->print_position();
   f->print_area();

   delete f;

   return 0;
}
```

C) Gegeben seien die folgenden C++-Klassen, deren Definition jedoch die Vererbungsbeziehungen fehlen. Tragen Sie die fehlenden Vererbungsbeziehungen in die Kästen ein, falls keine Vererbungsbeziehung notwendig ist, lassen Sie den Kasten leer:

```
class C1 [          ] {
public:
  C1() {
    cout << "C1()" << endl;
  }
};

class C2 [ : public C1 ] {
public:
  C2() {
    cout << "C2()" << endl;
  }
};

class C3 [ : public C1 ] {
public:
  C3() {
    cout << "C3()" << endl;
  }
};

class C4 [ : public C3 ] {
private:
  C2 c2;
public:
  C4() {
    cout << "C4()" << endl;
  }
};
```

Bei der Ausführung folgender Main-Funktion:

```
int main() {
  C2 c2;
  C3 c3;
  C4 c4;

  return 0;
}
```

erzeugt das Programm diese Ausgabe:

C1()
C2()
C1()
C3()
C1()
C3()
C1()
C2()
C4()

Aufgabe 4 STL

Es soll eine Studentendatenbank erstellt werden, die zur internen Datenspeicherung mit einem Container der C++ Standard Template Library arbeitet. Der folgende C++ Code ist bereits gegeben:

```
#include <string>
#include <list>
#include <iostream>
using namespace std;

class Student {
private:
  string name;
  string vorname;
  int matrikelnr;

public:
  const string& getName() const { return name; }
  const string& getVorname() const { return vorname; }
  int getMatrikelnr() const { return matrikelnr; }

  void setName( const string& n ) { name = n; }
  void setVorname( const string& n ) { vorname = n; }
  void setMatrikelnr( int nr ) { matrikelnr = nr; }
};


class Studentenverwaltung {
private:
  list<Student> studentenliste;

public:
  void addStudent( const string& vorname, const string& name,
    int matr );
  void deleteStudent( list<Student>::iterator it );
  list<Student>::iterator findStudent( int matrikel );
  void printStudent( list<Student>::iterator it ) const;
};


int main() {
  Studentenverwaltung s;

  s.addStudent( "Peter", "Mueller", 1234567 );

  list<Student>::iterator it = s.findStudent( 1234567 );
  s.printStudent( it );

  s.deleteStudent( it );
  it = s.findStudent( 1234567 );
  s.printStudent( it );

  return 0;
}
```

A) Implementieren Sie die folgenden vier Methoden der Klasse `Studentenverwaltung` in C++.

i. `addStudent( const string& vorname, const string& name, int matr )` soll einen Studenten mit den übergebenen Daten zu `studentenliste` hinzufügen. Es muss nicht überprüft werden, ob ein entsprechender Student bereits in der Liste existiert.

```
void Studentenverwaltung::addStudent( const string& vorname,
  const string& name, int matr ) {
    Student s;
    s.setName( name );
    s.setVorname( vorname );
    s.setMatrikelnr( matr );
    studentenliste.push_back( s );

    Student* s = new Student;
    s->setName( name );
    s->setVorname( vorname );
    s->setMatrikelnr( matr );
    studentenliste.push_back( *s );
    delete s;
}
```

ii. `findStudent( int matrikel )` soll einen beliebigen Studenten mit entsprechender Matrikelnummer zurückgeben. Die Methode soll `studentenliste.end()` zurückgeben, falls der gesuchte Student nicht in der Datenbank existiert.

```
list<Student>::iterator Studentenverwaltung::findStudent(
  int matrikel ) {
  list<Student>::iterator it;
  for ( it = studentenliste.begin();
    it != studentenliste.end(); ++it ) {
    if ( it->getMatrikelnr() == matrikel ) {
      return it;
    }
  }

  return studentenliste.end();









}
```

iii. `deleteStudent( list<Student>::iterator it )` soll den angegebenen Studenten aus der Liste löschen.

```
void Studentenverwaltung::deleteStudent(
  list<Student>::iterator it ) {
  studentenliste.erase( it );




}
```

iv. `printStudent( list<Student>::iterator it )` soll die Daten eines Studenten aus der Liste ausgeben und für den in `main()` angegebenen Beispielcode die folgende Ausgabe liefern:

Vorname: Peter, Name: Mueller, Matrikel-Nr.: 1234567

Student nicht gefunden

```
void Studentenverwaltung::printStudent( list<Student>::iterator it )
  const {
  if ( it != studentenliste.end() ) {
    cout << "Vorname: " << it->getVorname() << ", Name: "
      << it->getName() << ", Matrikel-Nr.: " << it->getMatrikelnr()
      << endl;
  } else {
    cout << "Student nicht gefunden" << endl;
  }




}
```

B) Geben Sie die Definition des Attributs `studentenliste` mit einem alternativen STL-Container an, der eine effizientere Implementierung der Methode `findStudent( int matrikel )` ermöglicht. Nennen Sie außerdem einen Vorteil und einen Nachteil des verwendeten Contrainers gegenüber dem list-Container.

```
map<int /*matrikel*/, Student> studentenliste;
```

Vorteil: Auffinden von Studenten anhand der Matrikelnummer, ohne die Liste durchgehen zu müssen.
Nachteil: Einfügen von Studenten aufwendiger.

C) Verständnisfragen zur STL

- Nennen Sie zwei Sequenzielle Container der STL

```
vector, list, deque
```

- Nennen sie zwei Container Adapter der STL

```
stack, queue, priority_queue
```

- Nennen sie vier Assoziative Container der STL

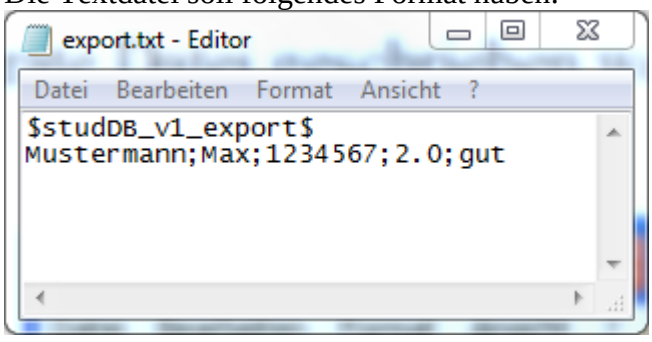
```
set, multiset, map, multimap, unordered_map,
unorderer multimap, bitset
```

Aufgabe 5 Studentendatenbank (Datei- / Stream - / Stringverarbeitung)

Die Verwaltung der Studentendatenbank soll so erweitert werden, dass sie Daten mit einem anderen Programm austauschen kann. Dazu sollen die enthaltenen Daten in eine Textdatei geschrieben werden.
Die Klasse Student hat analog zu Aufgabe 4 folgenden Aufbau, sie wurde nur um das Attribut note und die entsprechenden Zugriffsmethoden erweitert:

```
class Student {
private:
  string name;
  string vorname;
  int matrikelnr;
  double note;

public:
  const string& getName() const { return name; }
  const string& getVorname() const { return vorname; }
  int getMatrikelnr() const { return matrikelnr; }
  double getNote() const { return note; }

  void setName( const string& n ) { name = n; }
  void setVorname( const string& n ) { vorname = n; }
  void setMatrikelnr( int nr ) { matrikelnr = nr; }
  void setNote( double n ) { note = n; }
};

class StudDatabase {
// ...
public:
// ...

  /* Schreibt den Inhalt des aktuellen Datensatzes in die Attribute des übergebenen Objekts*/
  void read( Student* stud );

  /* Schreibt die Werte der Attribute des übergebenen Student-Objektes in die Datenbank */
  void write( Student* stud );

  void first(); // springe zum ersten Datensatz
  void next();  // springe zum nächsten Datensatz
  bool eof();   // gibt true zurück, wenn das Ende erreicht wurde; sonst false
};
```

Die Textdatei soll folgendes Format haben:



Die erste Zeile in der Datei ist eine Prüfzeile und dient der Überprüfung beim Einlesen. Sie muss in der gezeigten Form als erste Zeile in eine neu erzeugte Datei geschrieben werden. Damit kann beim Einlesen sichergestellt werden, dass nicht versehentlich eine falsche Textdatei ausgewählt wurde.
Die einzelnen Attribute der Klasse `Student` werden nacheinander in eine Zeile in die Datei geschrieben, wobei die einzelnen Attribute durch ein Semikolon voneinander getrennt werden. Außerdem soll auch die Benotung in Worten angehängt werden.

Dabei gilt folgende Unterteilung:

[1,0 ; 1,5]	sehr gut
(1,5 ; 2,5]	gut
(2,5 ; 3,5]	befriedigend
(3,5 ; 4,0]	ausreichend
(4,0 ; 5,0]	mangelhaft
sonst	Fehler

Achtung: Auf die Attribute der Klasse Student kann nur mit den entsprechenden Methoden zugegriffen werden. Ein direkter Zugriff auf die Attribute ist nicht erlaubt.

A) Sortieren Sie die Zeilen der folgenden Funktion und tragen Sie jeweils die Zeilennummer in der richtigen Reihenfolge die linke Tabelle ein. Die Funktion soll eine als Gleitkommazahl übergebene Benotung in eine wörtliche Benotung nach obiger Tabelle umwandeln und als String zurückgeben. Wenn die Zahl außerhalb liegt soll entsprechend ein Fehler zurückgegeben werden.

```
string benotung( double note ) {
```

06
03
04/13
11
10
01
09
07
14
02
05
12
08
13/04

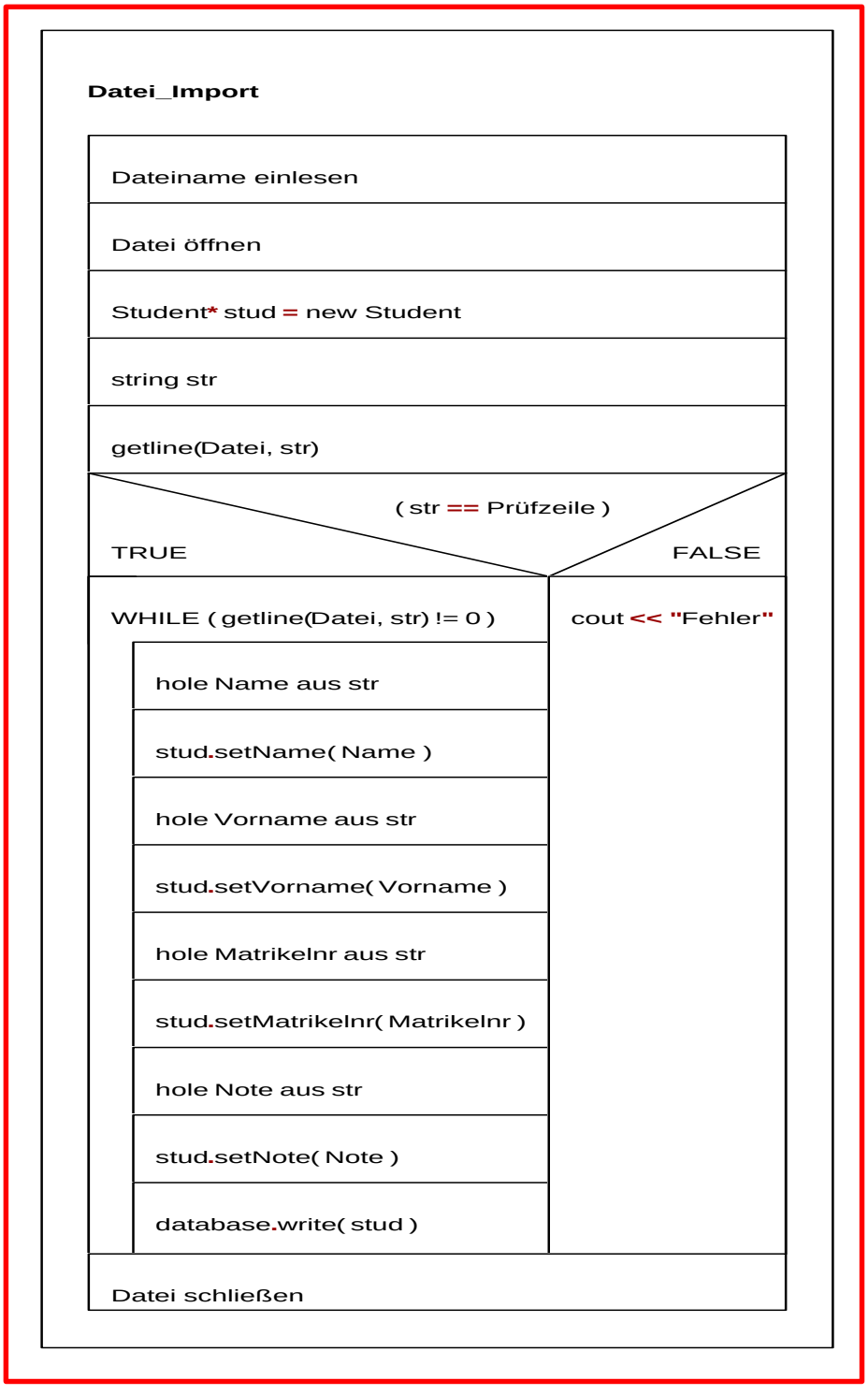
```
01  } else if( note <= 2.5 ) {
02  } else if( note <= 4 ) {
03  return "Fehler";
04  }
05  return "ausreichend";
06  if( (note < 1.0) || (note > 5.0) ) {
07  } else if( note <= 3.5 ) {
08  return "mangelhaft";
09  return "gut";
10  return "sehr gut";
11  if( note <= 1.5 ) {
12  } else {
13  }
14  return "befriedigend";
```

```
}
```

B) Schreiben Sie eine Funktion, welche alle Datensätze der Datenbank in eine Textdatei schreibt. Vergessen Sie nicht die Prüfzeile hinzuzufügen. Außerdem soll der Benutzer gefragt werden, unter welchem Dateinamen er die Daten speichern will. Wenn der angegebene Name nicht auf „.txt“ endet, soll das Programm diese Erweiterung an den eingegebenen Dateinamen anhängen. Die Funktion `benotung(double note)` aus der obigen Teilaufgabe soll benutzt werden, um den entsprechenden letzten Teil der Zeile in der Textdatei zu generieren.

```
void daten_in_datei( StudDatabase* database ) {
  Student* stud = new Student;
  const string pz = "$studDB_v1_export$";
  string dateiname;

  cout << "Bitte geben Sie einen Dateinamen ein: ";
  cin >> dateiname;

  if ( dateiname.find(".txt") == string::npos ) {
    dateiname.append(".txt");
  }

  ofstream datei( dateiname );
  datei << pz << endl;

  database->first();
  while ( !database->eof() ) {
    database->read( stud );
    datei << stud->getName() << ";" << stud->getVorname() << ";"
      << stud->getMatrikelnr() << ";" << stud->getNote() << ";"
      << benotung( stud->getNote() ) << endl;
    database->next();
  }

  datei.close();









  delete stud;
}
```

C) Beschreiben Sie eine Methode, indem Sie ein Nassi-Shneiderman-Diagramm mit Pseudocode zeichnen. Die Methode soll eine Datei zeilenweise einlesen und die Werte in die Datenbank schreiben. Die Werte aus der Datei sollen zunächst in die Attribute eines Studenten-Objektes geschrieben werden, und dann mit der entsprechenden Methode der Datenbank hinzugefügt werden. Überprüfen Sie dabei, ob die Prüfzeile korrekt in der Datei vorhanden ist, weitere Fehlerprüfungen sind nicht erforderlich. Wenn die Datei ungültig ist, gibt die Methode nur eine entsprechende Fehlermeldung aus. Eine Instanz der Datenbank ist als Objekt mit dem Name `database` gegeben.



Aufgabe 6 Graphentheorie

A) Gegeben ist der Graph G durch die folgende Adjazenzmatrix in Tabelle 6-1, beantworten Sie hierzu die unten stehenden Fragen.

Quelle / Ziel	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	0	0	0	1	0
B	1	0	1	0	0	0	0
C	1	0	0	0	0	0	0
D	0	1	0	0	0	0	0
E	0	1	0	1	1	0	0
F	0	0	0	1	0	0	1
G	0	0	0	1	0	1	0

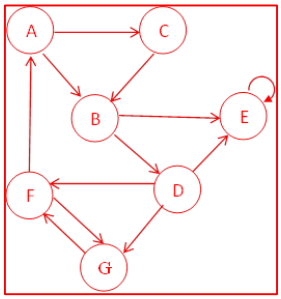
Tabelle 6-1: Adjazenzmatrix zu Graph G

a) Wieviele Knoten und Kanten hat dieser Graph:

Anzahl Knoten: 7 Anzahl Kanten: **12**

b) Ist der Graph streng zusammenhängend – begründen Sie Ihre Antwort:
Nein, da von Konten E nicht zu jedem beliebigen Knoten ein Weg existiert

c) Besitzt der Graph eine Schleife – begründen Sie Ihre Antwort:
Ja, der Konten E hat eine Kante zu sich selbst



d) Bestimmen Sie den Grad des Knotens E:
$d^-(E)$ = **3** $d^+(E)$ = **1**

e) Geben Sie eine beliebige einfache Kantenprogression der Länge 5 an:
mögliche Lösungen siehe Graph. z.B.: A-C-B-D-G-F usw.
Wichtig: EINFACHE Kantenprogression = keine Kante mehrfach

f) Geben Sie einen beliebigen Zyklus an:
mögliche Lösungen siehe Graph. z.B.: A-B-D-G-F(-A)

B) Gegeben ist ein Binärbaum. Ein Beispiel hierzu ist in Abbildung 6-1 dargestellt. Jeder Knoten im Binärbaum hat einen Schlüssel, einen Wert, sowie einen linken Nachfolger und einen rechten Nachfolger. Dabei gilt, dass der Schlüssel des linken Nachfolgers (bzw. aller über den linken Nachfolger erreichbaren Knoten) immer kleiner und der Schlüssel des rechten Nachfolgers (bzw. aller über den rechten Nachfolger erreichbaren Knoten) immer größer als der eigene Schlüssel sind. Weiterhin ist kein Schlüssel mehr als einmal im Baum vorhanden.

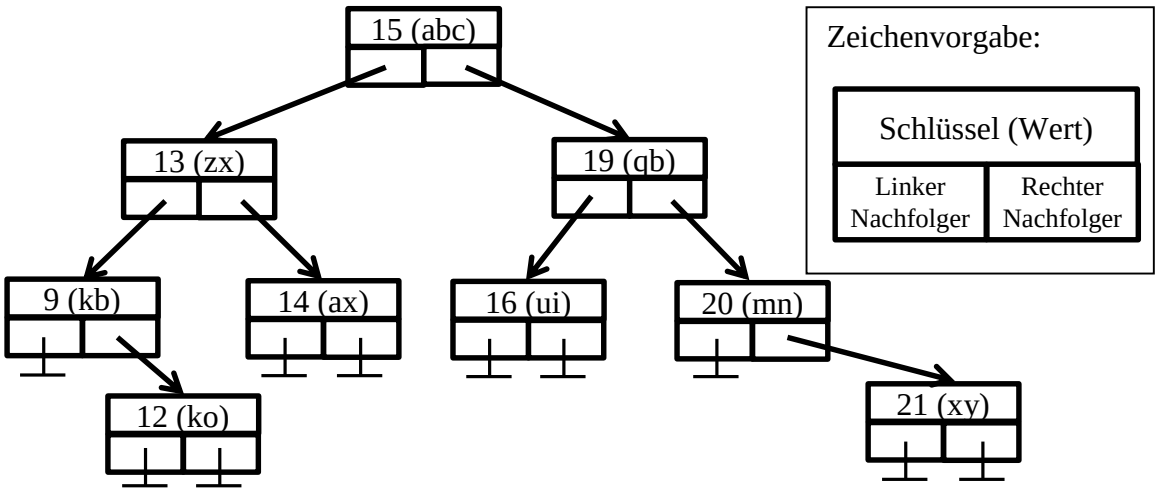


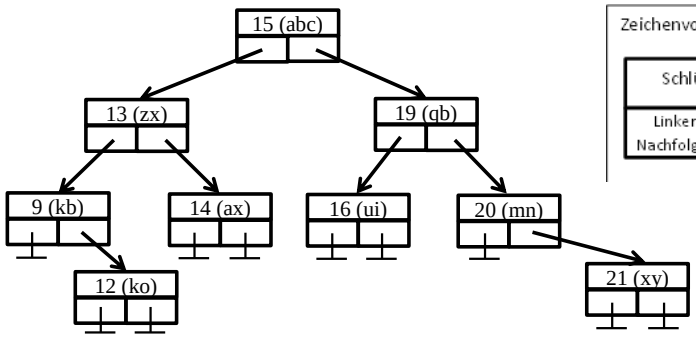
Abbildung 6-1: Beispiel Binärbaum

Schreiben Sie in Pseudocode einen Algorithmus, welcher in einem Binärbaum alle Knoten findet, welche einen Schlüssel in einem bestimmten Bereich besitzen. Dieser Bereich wird durch die Variablen *min* und *max* (inkl. *min* und *max*) gekennzeichnet. Es sollen die Werte für alle Knoten im Bereich (Reihenfolge beliebig) ausgegeben werden. Der Aufruf erfolgt mit dem Wurzelknoten (15) - im Beispiel: **`suche( startknoten, 14, 20 );`**
Bitte schreiben Sie einen Algorithmus der für einen allgemeinen Binärbaum gilt, die Abbildung 6-1 dient nur zur Veranschaulichung. Der geschriebene Pseudocode muss ausreichend detailliert sein, um direkt in Programmcode umgesetzt werden zu können.

Die folgende Klasse beschreibt die Attribute eines Knotens:

```
class Knoten {
public:
  int schluessel;
  string wert;
  Knoten* links;
  Knoten* rechts;
};
```

Lösen Sie die Aufgabe auf der nächsten Seite.



Zeichenvorgabe:


```
class Knoten {
public:
  int schluessel;
  string wert;
  Knoten* links;
  Knoten* rechts;
};
```

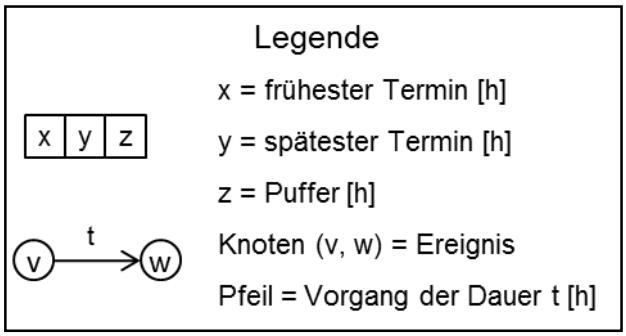
```
suche( knoten, min, max ) {
  if( knoten == NULL ) return;
  if( knoten.schluessel < min ) {
    suche( knoten.rechts, min, max );
  }

  if( knoten.schluessel > max ) {
    suche( knoten.links, min, max );
  }

  if( knoten.schluessel >= min && knoten.schluessel <= max )
  {
    ausgabe( knoten.wert );
    suche( knoten.links, min, max );
    suche( knoten.rechts, min, max );
  }
```

➔ Auch andere Lösungen möglich, Algorithmus muss nicht effizient sein

```
}
```

C) In Abbildung 6-2 ist ein CPM (Critical Path Method) Graph dargestellt. Hierbei sind Vorgänge als Pfeile mit der Vorgangsdauer t in Tagen und Ereignisse als Knoten (A-G) dargestellt (siehe Legende). Setzen Sie in die leeren Kästchen jeweils die richtigen Werte für den frühesten Termin, spätesten Termin und den Puffer mit Hilfe der Critical Path Method ein. Anschließend geben Sie den „kritischen Pfad“ unter dem Graph an.

Hinweis:
Der „kritische Pfad“ ist derjenige Weg durch den Graph, bei welchem eine Verzögerung eines Ereignisses auf diesem Pfad, die Verzögerung des Endtermins zur Folge hätte.



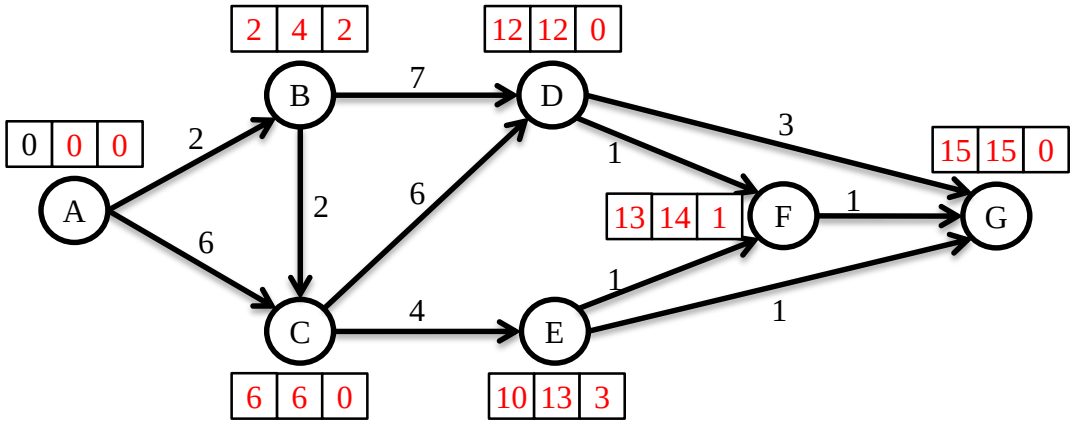


Abbildung 6-2: CPM Graph

Kritischer Pfad: A → C → D → G

Aufgabe 7 Selection-Sort Algorithmusanalyse

Gegeben ist der C++ Code des Selection-Sort Algorithmus. Dieser sortiert ein Array in aufsteigender Reihenfolge. Der gezeigten Funktion wird ein Pointer auf ein Array `arr` und die Anzahl der Elemente mit der Übergabevariablen `anzahlElemente` übergeben.

```
01  void mySelectionSort( int* arr, int anzahlElemente ) {
02    int min = 0;
03    int links = 0;
04    while( links < anzahlElemente ) {
05      min = links;
06      for( int i = links + 1; i < anzahlElemente; i++ ) {
07        if( arr[i] < arr[min] ) {
08          min = i;
09        }
10      }
11      int temp = arr[min];
12      arr[min] = arr[links];
13      arr[links] = temp;
14      links = links + 1;
15    }
16  }
```

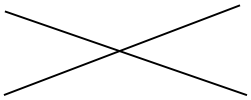
A) Der Funktion wird für den Wort-Case Fall das folgende Array übergeben. Ermitteln Sie die Ausführung des Algorithmus und füllen Sie jeweils eine Zeile in der folgenden Tabelle aus, wenn der Algorithmus jeweils die Zeile 5 und 9 erreicht hat. Die Werte sollen dabei in die Tabelle NACH Ausführung der entsprechenden Zeile eingetragen werden. Wenn der Wert der Variablen nicht definiert ist tragen Sie ein "-" ein.

				Array arr			
				0	1	2	3
Zeile	min	i		8	6	4	2
5	0	-		8	6	4	2
9	1	1		8	6	4	2
9	2	2		8	6	4	2
9	3	3		8	6	4	2
5	1	-		2	6	4	8
9	2	2		2	6	4	8
9	2	3		2	6	4	8
5	2	-		2	4	6	8
9	2	3		2	4	6	8
5	3	-		2	4	6	8

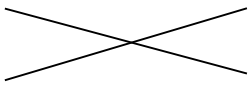
B) Führen Sie zum oben gezeigt Code eine Laufzeitanalyse für den Worst-Case Fall durch. Die Laufzeit von Zeile 8-10, 15-16 müssen Sie nicht in der Tabelle ausfüllen. Geben Sie jeweils die Anzahl der Ausführungen in Abhängigkeit von *n* (Anzahl der Elemente im Array) an und unter der Tabelle die Gesamtkomplexität. Die Zwischenrechnungen zu Zeile 6 & 7 können wenn nötig auf einem extra Blatt ausführen.

Es gilt allgemein: $\sum_{j=1}^{n}(j)=\frac{n\cdot(n+1)}{2}$

Zeilen-nr		Anzahl der Ausführungen
02 03	`int min = 0;` `int links = 0;`	1
04	`while( links < anzahlElemente ) {`	n+1
05	`  min = links;`	n
06	`  for( int i = links +1; i < anzahlElemente; i++ ) {`	$\frac{1}{2}n^2+\frac{1}{2}n$
07	`  if( arr[i] < arr[min] ) {`	$\frac{1}{2}n^2-\frac{1}{2}n$

08
09
10
	`  min = i;`
	`  }`
	`  }`
		

11
…
	`  int temp = arr[min];`
	`  arr[min] = arr[links];`
	`  arr[links] = temp;`
	`  links = links + 1;`
		n

15 …	`  }` `}`	

Gesamtkomplexität des Algorithmus: $O(n^2)$

C) Vergleichen Sie gedanklich den Best-Case mit dem Worst-Case Fall für den Selection-Sort Algorithmus.

a) Welche Zeile würde eine andere Laufzeit aufweisen im Best-Case Fall im Vergleich zum Worst-Case Fall? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.
Es ändert sich nur die Ausführungen für Zeile 8, da die anderen Zeilen unabhängig sind vom Inhalt des Arrays.

b) Wie verändert sich die Gesamtkomplexität des Algorithmus im Best-Case Fall im Vergleich zum Worst-Case Fall? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.
Die Anzahl der Ausführungen der Schleifen und somit die Gesamtkomplexität des Algorithmus ist unabhängig von dem Inhalt des Array, da dieses nicht in den Bedingungen der Schleifen verwendet wird.

Aufgabe 8 Rechnerarchitektur

A) Allgemeine Fragen:

i. Erläutern Sie die beiden Begriffe Polling und Interrupt.

Polling (programmierte zyklische Abfragen): einfach, benötigt keine zusätzliche Hardware, belegt aber ständig CPU-Leistung.

Interrupt (engl. to interrupt, unterbrechen): Laufzeiteffizient, aber zusätzliche Hardware notwendig. Interrupt (engl. to interrupt, unterbrechen): die kurzfristige Unterbrechung eines Programms, um eine andere, meist kurze, aber zeitkritische Verarbeitung durchzuführen

ii. Nennen und erläutern Sie die 4 Phasen der Unterbrechungsverarbeitung.

(1) Auslösendes Ereignis: Unterbrechungsanforderung (Interrupt Request, IRQ)
(2) Retten des Prozessorkernstatus (auf den Stack)
(3) Unterbrechungsbehandlung (Interrupt Service Routine, ISR)
(4) Wiederherstellen des Prozessorkernstatus (vom Stack) / Rücksprung ins unterbrochene Programm

iii. Nennen und erläutern Sie 3 Verdrängungsstrategien beim Cache.

- LRU-Strategie (Least Recently Used): Der Eintrag, auf den am längsten nicht zugegriffen wurde, wird verdrängt
- LFR-Strategie (Least Frequently Used): Der am seltensten gelesene Eintrag wird verdrängt
- FIFO-Strategie (First In First Out): Der jeweils älteste Eintrag wird verdrängt
- Zufallsstrategie: geringster Hardwareaufwand

B) Cache

Angenommen, dass ein Prozessor einen Hauptspeicher der Größe 4 GByte hat, wo jedem einzelnen Byte im Speicher eine 32 Bit lange Adresse zugeordnet wird. Zusätzlich verfügt der Prozessor über einen Cache Baustein der Technologie SRAM, der 1024 KBytes (nur Daten) vom Hauptspeicher aufnehmen kann (unabhängig vom notwendigen Speicher zur Speicherung der weiteren Bits, wie z.B. Tag). Der Cache hat eine Blockgröße von 64 Bytes. Zusätzlich wird auf dem Cache für jeden Block ein Valid-Bit vorgesehen.

i. Berechnen Sie für Direct-Mapped und für 4-Wege-assoziativen Cache die Anzahl der Cache-Blöcke und der Cache-Sets.

Direct-Mapped:

Anzahl Cache-Sets = 1

Anzahl Cache-Blöcke = 1024 * 1024 / 64 = $2^{10}*2^{10} / 2^6 = 2^{14} = 16384$

4-Wege:

Anzahl Cache-Sets = 4

Anzahl Cache-Blöcke = 1024 * 1024 / 64 = $2^{10}*2^{10} / 2^6 = 2^{14} = 16384$

ODER:

Anzahl Cache-Blöcke pro Set = 1024 * 1024 / 64 / 4 = $2^{10}*2^{10} / 2^6 / 2^2 = 2^{12} = 4096$

ii. *Berechnen Sie für jeden Typ die in Wirklichkeit notwendige Speicherkapazität für den Cache-Baustein

Direct-Mapped:

Offset = ld(Blockgröße) = ld(64) = 6

Index = ld(Blöcke/Sets) = ld (2^{14} / 1) = 14

Tag = Adressbreite – Offset – Index = 32 – 14 – 6 = 12

Speichergröße = Datenspeicher + Speicher für (Tag+Valid) =
2^{10} KB + (((12+1)Bit*2^{14}) / (8Bit/Byte) / 2^{10}) KB = 1050 KB

4-Wege:

Offset = ld(Blockgröße) = ld(64) = 6

Index = ld(Blöcke/Sets) = ld (2^{14} / 4) = 12

Tag = Adressbreite – Offset – Index = 32 – 12 – 6 = 14

Speichergröße = Datenspeicher + Speicher für (Tag+Valid) =
2^{10} KB + (((14+1)Bit*2^{14}) / (8Bit/Byte) / 2^{10}) KB = 1054 KB