

פקולטה: מדעי הטבע

מחלקה: מדעי המחשב

שם הקורס: מבנה זיכרון ושפת ++C

קוד הקורס: 2-7027810 כל הקבוצות - קבוצות 1,2,3,4

מועד \_\_א\_\_\_ סמסטר \_\_\_ב\_\_\_תאריך בחינה:\_\_4/7/2018\_\_\_ **פתרון**

משך הבחינה: 3 שעות

שם המרצים: אראל סגל-הלוי, חרות סטרמן

יש לענות על כל השאלות במחברת הבחינה.

אין צורך להעתיק את השאלון למחברת - השאלון יתפרסם במוּדל לאחר הבחינה.

בשאלות 1-5, כששואלים "מה סוג השגיאה", יש לכתוב אחת מהאפשרויות הבאות:

* שגיאת קומפילציה (compilation error)
* שגיאת קישור (link error)
* שגיאת זמן-ריצה (runtime error)
* שגיאה לוגית (logic error)

כששואלים "מה גורם לשגיאה" יש לפרט ולציין מספרי שורות בהתאם לקוד המובא בשאלה.

כששואלים "איך לתקן את השגיאה" יש לציין מספרי שורות ולהסביר מה צריך לשנות בכל שורה/שורות. בחלק מהמקרים ישנם כמה תיקונים אפשריים. ניקוד מלא יינתן רק לתיקון הטוב ביותר מנקודת מבט של הנדסת תוכנה, כפי שנלמד בכיתה.

יש לענות תשובות מלאות אך ממוקדות. לא יינתנו נקודות על תשובות עם טקסט מיותר שאינו קשור לנושא.

ניתן לענות על כל שאלה במילים "לא יודע" או "לא יודעת". במקרה זה השאלה לא תיבדק כלל, ואתם תקבלו 20% מהניקוד על אותה שאלה (מעוגל כלפי מטה).

אסור להשתמש בכל חומר עזר.

בהצלחה!!

## **שאלה** **1 [10 נק']**

נתונה התוכנית:

01 #include <iostream>

02 using namespace std;

03

04 class triplet {

05     double x,y,z;

06 public:

07     triplet(double x, double y,double z): x(x), y(y), z(z) {}

08     friend ostream& operator<< (ostream& out, const triplet& t);

09 };

10

11 ostream& operator<< (ostream& out, const triplet& t) {

12     out << "(" << t.x << "," << t.y << "," << t.z << ")";

13 }

14

15 int main() {

16     triplet t(1,2,3);

17     cout << t << endl;

18 }

כשמריצים make, מתקבל הפלט הבא:

main.cpp:13:1: warning: control reaches end of non-void function [-Wreturn-type]

}

^

1 warning generated.

./a.out

make: \*\*\* [all] Illegal instruction (core dumped)

א [5 נק']. מה סוג השגיאה (קומפילציה / קישור / זמן-ריצה / לוגית)? מה בדיוק גורם לשגיאה?

*שגיאת זמן ריצה.*

*באופרטור הפלט (שורות 11-13) אין פקודת return בסוף.*

*כתוצאה מכך, האופרטור מחזיר זבל - רפרנס למקום לא חוקי.  
בשורה 17, הפעולה cout << t מחזירה רפרנס-זבל.*

*מייד לאחר מכן מנסים לכתוב לתוכו endl - הכתיבה נעשית לכתובת לא חוקית ולכן נזרקת חריגה על הוראה לא חוקית.*

ב [5 נק']. יש לתקן את הבאג ע"י שינוי/הוספה של שורה אחת. איזה שינוי יש לבצע כך שהתוכנית תרוץ בלי שגיאות ותדפיס (1,2,3)?

*אחרי שורה 12 ולפני שורה 13, להוסיף return out.*

## **שאלה 2 [10 נק']**

נתון הקוד החלקי הבא (שלוש נקודות מציינות קוד שהושמט כי אינו רלבנטי לשאלה):

01 #include <iostream>

02 using namespace std;

03

04 class LargeMatrix {

05 public: // ...

06 LargeMatrix(int width, int height) {

07 cout << "standard ctor" << endl; // ...

08 }

09 LargeMatrix(const LargeMatrix& other) {

10 cout << "copy ctor" << endl; // ...

11 }

12 };

13

14 int sum\_of\_values(LargeMatrix m) {

15 cout << "sum\_of\_values" << endl;

16 int result = 0;

17 // do calculation ...

18 return result;

19 }

20

21 int main() {

22 LargeMatrix m1(1000,1000);

23     // ...

24  cout << sum\_of\_values(m1) << endl;

25 }

התוכנית מתקמפלת ורצה, אבל יש בה באג הגורם לכך שהתוכנית רצה מאד לאט.

הפלט המתקבל כולל את ארבע השורות הבאות:

standard ctor

copy ctor

sum\_of\_values

0

א [5 נק']. מהו הבאג? (ציינו מספרי שורות).

*בשורה 14, המשתנה m מועבר by value.*

*כתוצאה מכך, כשקוראים לפונקציה sum\_of\_values, נקרא הבנאי המעתיק.*

*הבנאי המעתיק של מטריצה גדולה, כנראה, מעתיק את כל המטריצה וזה לוקח הרבה זמן.*

ב [5 נק']. יש לתקן את הבאג ע"י שינוי/הוספה של שורה אחת. איזה שינוי יש לבצע כך שהתוכנית תרוץ מהר ובלי שגיאות?

*בשורה 14, להעביר את המשתנה m כרפרנס:* ***LargeMatrix& m****.*

## **שאלה 3 [10 נק']**

נתונה התוכנית הבאה:

class XX {

    int ixx;

};

class YY: public XX {

    int iyy;

};

class ZZ {

    YY oyy;

    int izz;

};

int main() {

    ZZ ozz;

}

התוכנית בשפת ++C. התוכנית מתקמפלת ורצה בלי שגיאות.

א. באיזה איזור בזיכרון נמצא המשתנה ixx (**מחסנית** / ערימה / אחר)?

ב. באיזה איזור בזיכרון נמצא המשתנה iyy (**מחסנית** / ערימה / אחר)?

ג. באיזה איזור בזיכרון נמצא המשתנה izz (**מחסנית** / ערימה / אחר)?

ד. התוכנית תורגמה לשפת Java. התוכנית הראשית נשארה ללא שינוי:

 public static void main(String[] args) {

        ZZ ozz;

 }

התוכנית מתקמפלת ורצה בלי שגיאות.

באיזה איזור בזיכרון נמצא המשתנה ixx (מחסנית / ערימה / **אחר**)?

*[לא נמצא בשום מקום כי העצם לא נוצר - זה רק פוינטר].*

ה. התוכנית תורגמה לשפת Java. התוכנית הראשית שונתה ל:

 public static void main(String[] args) {

        ZZ ozz = new ZZ();

  }

התוכנית מתקמפלת ורצה בלי שגיאות.

באיזה איזור בזיכרון נמצא המשתנה ixx (מחסנית / ערימה / **אחר**)?

*[לא נמצא בשום מקום - העצם מסוג ZZ אמנם נוצר, אבל השדה מסוג YY לא נוצר - הוא רק פוינטר].*

## **שאלה 4 [10 נק']**

נתונה תוכנית המורכבת משלושה קבצים.

**AbstractShape.h:**

01

02 class AbstractShape {

03 public:

04     virtual void plot();

05 };

**Circle.h:**

11 #include "AbstractShape.h"

12 #include <iostream>

13 class Circle: public AbstractShape {

14 public:

15     void plot() { /\* code for plotting a circle. not shown. \*/ }

16 };

**main.cpp**:

21 #include "Circle.h"

22 int main() {

23     AbstractShape\* s = new Circle();

24 s->plot();

25 }

כשמריצים make מתקבלת הודעת השגיאה הבאה:

/tmp/main-3bcff2.o: In function `AbstractShape::AbstractShape()':

main.cpp:(.text.\_ZN13AbstractShapeC2Ev[\_ZN13AbstractShapeC2Ev]+0x6): undefined reference to `vtable for AbstractShape'

א [5 נק']. מה סוג השגיאה (קומפילציה / קישור / זמן-ריצה / לוגית)? מה בדיוק גורם לשגיאה?

*שגיאת קישור.*

*בקובץ AbstractShape.h מגדירים פונקציה וירטואלית בשם plot, אבל לא מממשים אותה בשום מקום.*

*כתוצאה מכך לא נוצרת טבלת פונקציות וירטואליות עבור AbstractShape.*

*הבנאי של AbstractShape צריך לאתחל את ה-vptr של המחלקה כך שיצביע לטבלה הוירטואלית, אבל הטבלה לא קיימת.*

*המקשר מגלה את זה ומתלונן על הפניה לא מוגדרת ל-vtable for AbstractShape.*

ב [5 נק']. יש לתקן את הבאג ע"י שינוי/הוספה של שורה אחת. איזה שינוי יש לבצע כך שהתוכנית תרוץ בלי שגיאות ותצייר עיגול?

*כיוון שהמחלקה AbstractShape מייצגת צורה מופשטת, לא אמור בכלל להיות לה בנאי. הדרך הטובה ביותר להשיג מטרה זו היא להפוך את הפונקציה plot לוירטואלית-טהורה ע"י הוספת "=0" בשורה 4:*

*04     virtual void plot()* ***= 0****;*

*פתרון אפשרי אבל פחות טוב הוא להוסיף מימוש ריק לפונקציה, למשל:*

*04     virtual void plot()* ***{}***

## שאלה 5 [10 נק']

נתונה התוכנית:

01 #include <set>

02 #include <iostream>

03 using namespace std;

04

05 struct XX {

06     int x;

07     XX(int x): x(x) {}

08 };

09

10 int main() { // the program should print "100"

11     multiset<XX> myset;

12     myset.emplace(1);

13     myset.emplace(0);

14     myset.emplace(0);

15     for (auto y: myset)

16         cout << y.x;

17 }

כשמריצים make מתקבל הפלט הבא:

/usr/bin/../lib/gcc/x86\_64-linux-gnu/7.1.0/../../../../include/c++/7.1.0/bits/stl\_function.h:386:20: error: invalid operands to binary expression ('const XX' and 'const XX')

{ return \_\_x < \_\_y; }

~~~ ^ ~~~

/usr/bin/../lib/gcc/x86\_64-linux-gnu/7.1.0/../../../../include/c++/7.1.0/bits/stl\_tree.h:2069:10: note: in instantiation of member function 'std::less<XX>::operator()' requested here

\_\_x = \_M\_impl.\_M\_key\_compare(\_\_k, \_S\_key(\_\_x)) ?

^

/usr/bin/../lib/gcc/x86\_64-linux-gnu/7.1.0/../../../../include/c++/7.1.0/bits/stl\_tree.h:2381:19: note: in instantiation of member function 'std::\_Rb\_tree<XX, XX, std::\_Identity<XX>, std::less<XX>, std::allocator<XX> >::\_M\_get\_insert\_equal\_pos' requested here

auto \_\_res = \_M\_get\_insert\_equal\_pos(\_S\_key(\_\_z));

^

/usr/bin/../lib/gcc/x86\_64-linux-gnu/7.1.0/../../../../include/c++/7.1.0/bits/stl\_multiset.h:448:16: note: in instantiation of function template specialization 'std::\_Rb\_tree<XX, XX, std::\_Identity<XX>, std::less<XX>, std::allocator<XX> >::\_M\_emplace\_equal<int>' requested here

{ return \_M\_t.\_M\_emplace\_equal(std::forward<\_Args>(\_\_args)...); }

^

main:12:8: note: in instantiation of function template specialization 'std::multiset<XX, std::less<XX>, std::allocator<XX> >::emplace<int>' requested here

myset.emplace(1);

א [5 נק']. מה סוג השגיאה (קומפילציה / קישור / זמן-ריצה / לוגית)? מה בדיוק גורם לשגיאה?

*שגיאת קומפילציה.*

*בשורה11 אנחנו יוצרים עצם מסוג multiset של XX.*

*הסוג multiset הוא בעצם תבנית (template) שבונה קבוצה מסודרת, ומשתמשת באופרטור "קטן מ" כדי לסדר.*

*אבל, לסוג XX אין אופרטור "קטן מ". השגיאה מתגלה כשהקומפיילר מקמפל את הקוד של התבנית - לכן השגיאה היא בקוד של הספריה התקנית (stl).*

ב [5 נק']. איך אפשר לתקן את התוכנית כך שתרוץ בלי שגיאות ותדפיס 100?

*אפשרות אחת היא להוסיף אופרטור "קטן מ" למחלקה XX. אבל כדי שהתוכנית תדפיס 100, האופרטור צריך לשים את 1 לפני 0. למשל, אפשר להוסיף בשורה 9:*

*bool operator< (const XX& a, const XX& b) { return a.x* ***>*** *b.x; }*

*פתרון נוסף: להוסיף אופרטור בתוך המחלקה - בין שורות 7,8:*

*bool operator< (const XX& other) const {return x > other.x;}*

## שאלה 6 [40 נק']

נתונה התוכנית:

01 #include <cmath>

02 #include <iostream>

03 #include <vector>

04 using namespace std;

05

06 class PositiveMatrix {

07     double\* vals;

08     int rows,cols;

09 public:

10     PositiveMatrix(int rows, int cols):

11     rows(rows), cols(cols), vals(new double[rows\*cols]) {

12         for (int i=0; i<rows\*cols; ++i)

13             vals[i]=0.0;

14     }

15

16     double operator() (int x, int y) const {

17         return vals[x\*cols+y];

18     }

19

20     double& operator() (int x, int y) {

21         return vals[x\*cols+y];

22     }

23 };

24

25 int main() {

26     PositiveMatrix m1(10,4);

27     cout << m1(1,2) << endl; // prints 0 (OK)

28     m1(1,2) = 3.0;

29     cout << m1(1,2) << endl; // prints 3 (OK)

30

31     PositiveMatrix m2{m1};

32     m2(1,2) = 5;

33     cout << m1(1,2) << endl; // prints 5 (should print 3)

34

35 m1 = m2;

36 m1(1,2) = 7;

37     cout << m2(1,2) << endl; // prints 7 (should print 5)

38

39     m1(1,2) = -5.0; // should throw an exception "illegal value"

40 }

התוכנית מתקמפלת ורצה אולם המחלקה PositiveMatrix לא גמורה - יש להשלים בה מספר חלקים לפי הפירוט בסעיפים הבאים. **אין לשנות את התוכנית הראשית** - עליכם לוודא שהתוכנית הראשית כפי שהיא כתובה עכשיו רצה בלי שגיאות. אם השינוי שלכם דורש להחליף קוד שכבר קיים במחלקה PositiveMatrix - ציינו בפירוש את מספרי השורות שבהן יש להחליף את הקוד ומה יש לכתוב במקומו.

א [10 נקודות]. יש להוסיף קוד למחלקה PositivcMatrix כך שלא תהיה דליפת זיכרון בתוכנית.

*להוסיף מפרק:*

*~PositiveMatrix()*

*{*

*delete[] vals;*

*}*

ב [10 נקודות]. יש להוסיף קוד למחלקה PositivcMatrix כך שבשורה 33 יודפס הערך הנכון - 3.

*להוסיף בנאי מעתיק:*

*PositiveMatrix(const PositiveMatrix& other):*

*rows(other.rows), cols(other.cols), vals(new double[rows\*cols])*

*{*

*for (int i=0; i<rows\*cols; ++i)*

*vals[i]=other.vals[i];*

*}*

ג [10 נקודות]. יש להוסיף קוד למחלקה PositivcMatrix כך שבשורה 37 יודפס הערך הנכון - 5.

*להוסיף אופרטור השמה:*

*PositiveMatrix& operator=(const PositiveMatrix& other)*

*{*

*if (this != &other)*

*{*

*delete[] vals;*

*rows = other.rows;*

*cols = other.cols;*

*vals = new double[rows\*cols];*

*for (int i=0; i<rows\*cols; ++i)*

*vals[i]=other.vals[i];*

*}*

*return \*this;*

*}*

ד [10 נקודות]. יש להוסיף ולשנות קוד כך שכל ניסיון לשנות ערך במטריצה למספר שלילי (כמו בשורה 39) יגרום לזריקת חריגה.

*להוסיף מחלקת פרוקסי ולהחזיר אותה מתוך אופרטור הסוגריים. למשל, אפשר להוסיף את הקוד הבא בשורה 5:*

*class negative\_value { };*

*class Proxy {*

*double& \_d;*

*public:*

*Proxy(double& d): \_d(d) { }*

*Proxy& operator= (double d) {*

*if (d<0)*

*throw negative\_value();*

*\_d = d;*

*return \*this;*

*}*

*operator double() const { return \_d; }*

*};*

*ולשנות את שורה 20 ל:*

*20* ***Proxy*** *operator() (int x, int y) {*

*21       return Proxy(vals[x\*cols+y]);*

*22 }*

## שאלה 7 [10 נק']

נתון קוד חלקי של המחלקה Fraction. עליכם לכתוב קוד חדש, כך שכל עצם מהמחלקה:

Fraction<int>

יתנהג כמו Fraction הנתון, אבל יהיה ניתן גם לייצר עצמים מהטיפוס:

Fraction<short>

Fraction<long>

בלי לכתוב קוד נוסף. אין צורך לממש אופרטורים או פונקציות אחרות שלא מופיעות בקוד להלן. עליכם לכתוב קוד מלא גם אם חלקו העתקה מהקוד להלן.

class Fraction {

private:

int nom, den;

public:

Fraction(int nn, int dn=1): nom(nn), den(dn) { }

int Nom() const {

return nom;

}

int Den() const {

return den;

}

Fraction operator+ (const Fraction& other) {

int nn = nom \* other.den + den \* other.nom;

int dd = den \* other.den;

return Fraction(nn, dd);

}

};

***פתרון****:*

*template <typename T>*

*class Fraction*

*{*

*private:*

*T nom, den;*

*public:*

*Fraction(T nn, T dn=1): nom(nn), den(dn) { }*

*T Nom() const {*

*return nom;*

*}*

*T Den() const {*

*return den;*

*}*

*Fraction operator+ (const Fraction& other) {*

*T nn = nom \* other.den +*

*den \* other.nom;*

*T dd = den \* other.den;*

*return Fraction(nn, dd);*

*}*

*};*