קורס תכנות

שיעור רביעי: פונקציות, מבוא לרקורסיה

לולאות - תזכורת

- לולאה:
  - קטע קוד המתבצע שוב ושוב ברצף כל עוד תנאי מסוים מתקיים
- לולאות for:
  - כאשר רוצים לבצע את הלולאה בצורה סדרתית:
    - תבצע את הלולאה 10 פעמים ...
    - תבצע את הלולאה n פעמים ...
- לולאות while:
  - כאשר רוצים לבצע את הלולאה מספר שרירותי של פעמים:
    - כל עוד i זוגי...
    - כל עוד לא הייתה טעות בחישוב ...

לולאות - תזכורת

- break:
  - מסיים (שובר) את ריצת הלולאה
- continue:
  - מסיים רק את הסיבוב (iteration) הנוכחי של הלולאה

לולאות do-while

ההבדל בין do-while ל-while:

- הפקודות מבוצעות לפחות פעם אחת (אפילו אם התנאי לא מתקיים לעולם).
- התנאי נבדק לאחר ביצוע הפקודות.

```
initialize ...

do
{
   do something ...
   increment ...
}
while ( condition );
```


לולאות do-while

```
#include <stdio.h>

int main()
{
   int i=1;

   do
   {
      printf("%d\n", i);
      i++;
   }
   while (i < 10);

   return 0;
}
```

```
#include <stdio.h>

int main()
{
   int i=1;

   while (i < 10)
   {
      printf("%d\n", i);
      i++;
   }

   return 0;
}
```


לולאות do-while

```
#include <stdio.h>

int main()
{
   int i=11;

   do
   {
      printf("%d\n", i);
      i++;
   }
   while (i < 10);

   return 0;
}
```

תנאי הלולאה לא מתקיים

פלט: "11"

```
#include <stdio.h>

int main()
{
   int i=11;

   while (i < 10)
   {
      printf("%d\n", i);
      i++;
   }

   return 0;
}
```

אין פלט

כיצד מחשבים?

```
#include <stdio.h>
int main()
{
   int i = 0;
   double sum = 0, result;

   for (result = 1, i = 1; i <= 20; ++i)
      result = result * 2;
   sum += result;

   for(result = 1, i = 1; i <= 15; ++i)
      result = result * 3;
   sum += result;

   for(result = 1, i = 1; i <= 17; ++i)
      result = result * 5;
   sum += result;

   printf("2^20 + 3^15 + 5^17= %g", sum);
   return 0;
}
```

כיצד מחשבים את:
$2^{20} + 3^{15} + 5^{17}$

חישוב 2^{20}

חישוב 3^{15}

חישוב 5^{17}

מה היינו רוצים?

- בעיות:
  - שכפול של קטע קוד כמעט זהה 3 פעמים
  - אם היו יותר מחוברים היה צריך לשכפל פעמים נוספות
  - התכנית מתארכת ונהיית מסורבלת
    - מקור לבאגים וטעויות copy / paste
    - קשה להבין "למה התכוון המשורר"
- מה היינו רוצים?
  - לכתוב פעם אחת בלבד את הקוד
  - להשתמש באותו קטע קוד מספר פעמים אבל עם פרמטרים שונים בכל פעם

פתרון - פונקציות

```
#include <stdio.h>

double power(double base, int exponent)
{
   int i = 0;
   double result = 1;

   for (i = 1; i <= exponent; i++)
      result = result * base;

   return result;
}

int main()
{
   double sum = power(2,20) + power(3,15) + power(5,17);

   printf("2^20 + 3^15 + 5^17= %g", sum);
   return 0;
}
```

הגדרת פונקציה בשם power המחשבת את $base^{exponent}$

התוכנית מתחילה לרוץ מכאן

קריאה לפונקציה

פונקציות

- פונקציה:
  - קטע קוד בעל שם
  - יכול לקבל ערכי קלט לתוך משתנים
  - יכול להחזיר ערך פלט יחיד
- שימושים:
  - אפשר לקרוא לפונקציה הרבה פעמים במהלך התוכנית, קריאה עם קלט שונה יכולה להניב תוצאה שונה
  - מיחזור קוד:
    - כותבים פעם אחת, בודקים פעם אחת ... משתמשים הרבה פעמים
    - לדוגמא: printf, scanf
  - בהירות קוד: פיתוח וקריאה (אבסטרקציה)
  - עקרון ההכמסה (encapsulation)

ושוב ... למה להשתמש בפונקציות?

- חלוקת התכנית לחלקים לוגים שונים
  - כל חלק מבצע פעולה בסיסית אחרת
  - קריאת נתונים, עיבוד נתונים, הדפסה ...
- פירוק בעיה מסובכת לתת בעיות פשוטות יותר - אבסטרקציה
- שימוש חוזר באותו קטע קוד מספר פעמים באותה התוכנית
- שימוש חוזר באותו קטע קוד בתכניות שונות
  - ניתן להשתמש בפונקציות שכתבנו גם בתוכניות אחרות
  - לדוגמא printf שמופיעה בספרייה stdio.h.

הגדרת פונקציות

```
type function_name( type parameter1, type paremeter2, ... )
{
   local variables declaration
   statement 1
   statement 2
   ...
   ...
   return value;
}
```

- לפני שניתן להשתמש בפונקציה צריך להגדיר אותה
- לפונקציה יש:
  - שם
  - טיפוס הערך המוחזר
  - משתני קלט
  - אוסף פקודות המרכיב את גוף הפונקציה

שם הפונקציה

- שם הפונקציה:
  - אותם כללים כמו שם של משתנה
  - לא יכול להכיל סימנים כמו +-*$% ...
  - חייב להתחיל באות
  - אסור להשתמש במילים שמורות
- מומלץ ששם הפונקציה יהיה שם בעל משמעות:
  - max
  - printf
  - getPacManPos

14

הגדרת פונקציות

```
double power(double base, int exponent)
{
   int i = 0;
   double result = 1;

   for (i = 1; i <= exponent; i++)
      result = result * base;

   return result;
}
```

בגוף הפונקציה ניתן להשתמש בכל אוסף הפקודות של C (כולל לקרוא לפונקציות אחרות)

- שם הפונקציה:
  - `power`
- טיפוס ערך מוחזר:
  - `double`
- משתני קלט:
  - `double base, int exponent`

13

קריאה לפונקציה

קריאות לפונקציה

```
int main()
{
   double solution = power(2,20) + power(3,15) + power(5,17);

   printf("2^20 + 3^15 + 5^17 = %g", solution);

   return 0;
}
```

- קריאה לפונקציה:
  - היא פקודה המתבצעת ברצף הפקודות של התוכנית
  - ניתן לקרוא לפונקציה גם מתוך פונקציה אחרת
  - חייבים להעביר לפונקציה ערכים בהתאם להגדרת הפונקציה
  - בסיום ריצת הפונקציה, חוזרים למקום שלאחר הקריאה לפונקציה

16

משתני קלט

- משתני הקלט:
  - מוגדרים בהגדרת הפונקציה
  - יש להם שם וטיפוס (כמו משתנים רגילים)
  - מוכרים אך ורק על ידי הפונקציה

```
int max( int val1, int val2 )
```

```
double squareRoot( double number )
```

- אם הפונקציה לא מקבלת ערכים:
  - אפשר להשאיר את הסוגריים ריקים
  - או לכתוב בתוכם void

```
int isPacManAlive()
```

```
int getNumGhosts( void )
```

15

דוגמא להמחשה בלבד

```
int greater(int a, int b)
{
   if ( a > b )
      return 1;
   else
      return 0;

   printf("Will this be printed?\n");
}
```

יכולה להופיע יותר מפקודת return אחת בפונקציה אולם רק אחת תתבצע

הפקודה הזאת לא תתבצע

```
int greater(int a, int b)
{
   return ( a > b );
}
```

הדרך הנכונה לממש את greater

18

הערך המוחזר

```
void print_help()
```

- טיפוס הערך המוחזר:
  - אם הפונקציה לא מחזירה ערכים, אז הטיפוס הוא void.
- כאשר הפונקציה מחזירה ערך שונה מ-void:
  - צריכה להתבצע פקודת return שבה יוחזר ערך מהטיפוס המתאים
  - return היא הפקודה האחרונה המבוצעת בפונקציה
  - גם אם מופיעות אחריה פקודות נוספות
- ניתן להשתמש בפקודת return גם בפונקציה שלא מחזירה ערך.
  המשמעות תהיה – יציאה מיידית מהפונקציה.

17

הערך המוחזר

- עם סיום הפונקציה, במידה והוחזר ערך:
  - ניתן לבצע בעזרתו פעולות
  - ניתן לשמור אותו במשתנה

שימוש בערך המוחזר לביצוע חישוב

```
int main()
{
   double sum = power(2,20) + power(3,15) + power(5,17);

   printf("2^20 + 3^15 + 5^17 = %g", sum);

   return 0;
}
```


קריאה לפונקציה

```
double power(double base, int exponent)

double sum = power(2, 20));
```

- קריאה לפונקציה:
  - היא פקודה המתבצעת ברצף הפקודות של התוכנית
  - ניתן לקרוא לפונקציה גם מתוך פונקציה אחרת
  - חייבים להעביר לפונקציה ערכים בהתאם להגדרת הפונקציה
  - בסיום ריצת הפונקציה, חוזרים למקום שלאחר הקריאה לפונקציה

דוגמא

```
#include <stdio.h>

double power(double base, int exponent)
{
   int i = 0;
   double result = 1;

   for (i = 1; i <= exponent; i++)
      result = result*base;

   return result;
}

int main()
{
   double sum = power(2,20) + power(3,15) + power(5,17);

   printf("2^20 + 3^15 + 5^17= %g", sum);
   return 0;
}
```

פונקציה המקבלת 2 משתנים, אחד מסוג double והשני מסוג int

main היא פונקציה

ללא שימוש במשתנה עזר

```
double power(double base, int exponent)
{
   int i = 0;
   double result = 1;

   for (i = 1; i <= exponent; i++)
      result = result*base;

   return result;
}

int main()
{
   printf("2^20 + 3^15 + 5^17= %g",
       power(2,20) + power(3,15) + power(5,17));
   return 0;
}
```

נעביר את הביטוי ישירות כערך לפונקציה printf

פונקצית main

- פונקציית main:
  - כל תוכנית C מכילה פונקציה בשם main
  - זו הפונקציה הראשית שבה התוכנית מתחילה
  - הפונקציה (התכנית) מופעלת ע"י מערכת ההפעלה

- הערך המוחזר של main:
  - מועבר למערכת ההפעלה
  - טיפוסו צריך להיות int (או void)
  - אם ערכו 0 המשמעות היא שהתוכנית הסתיימה באופן תקין

פונקצית main

- פונקציית main:
  - יכולה לקבל משתנים ממערכת ההפעלה
  - יכולה לפעול גם בלי לקבל משתנים

- לא מומלץ לכתוב פונקציית main ארוכה שהכל נעשה בתוכה
- מקובל:
  - לחלק את התוכנית לפונקציות בהתאם לחלקים הלוגיים שלה
  - לכתוב פונקציית main קצרה שקוראת לפונקציות האחרות

משתנים בפונקציה

- משתנים בפונקציה:
  - מוכרים אך ורק בפונקציה הזאת (ב-scope שלה)
  - לא מוכרים בפונקציות אחרות (גם לא ב-main)
  - כולל גם את משתני הקלט
- בסיום ריצת פונקציה:
  - המשתנים לא מוגדרים יותר
  - ערכי המשתנים לא נשמרים מקריאה אחת לשנייה

מחסנית הקריאות

```
void g()
{
   printf("G\n");
}

void f()
{
   g();
   printf("F\n");
}

int main()
{
   f();
   printf("MAIN\n");
   return 0;
}
```

מה יודפס על המסך?

משתנים בפונקציה - דוגמא

```
#include <stdio.h>

double power(double base, int exponent)
{
   int i = 0;
   double result = 1;

   for (i = 1; i <= exponent; ++i)
      result = result * base;

   return result;
}

int main()
{
   double sum = power(2,20) + power(3,15) + power(5,17);

   printf("2^20 + 3^15 + 5^17= %g", sum);
   return 0;
}
```

המשתנים:
i, result, base, exponent
מוגדרים אך ורק בפונקציה **power**

המשתנה **sum**
מוגדר אך ורק ב-**main**

משתנים בפונקציה - דוגמא

```
#include <stdio.h>

double power(double base, int exponent)
{
   int i = 0;
   double result = 1;

   for (i = 1; i <= exponent; ++i)
      result = result * base;

   return result;
}

int main()
{
   double result = power(2,20) + power(3,15) + power(5,17);

   printf("2^20 + 3^15 + 5^17= %g", result);
   return 0;
}
```

אפשר להגדיר בפונקציות שונות משתנים שונים באותו השם (למשל result)

אין כל קשר בין שני המשתנים!

פונקציות – העברת ערכים

```
#include <stdio.h>

int square(int num)
{
   num = num * num;
   return num;
}

int main()
{
   int num = 16;

   printf("The square of %d is %d", num, square(num));
   return 0;
}
```

אל פונקציה מועברים ערכים (השמה) ולא המיקום בזיכרון, למעשה יש כאן **העתקה** של הערך במשתנה

שינוי ערך המשתנה בפונקציה לא משפיע על המשתנה המקורי

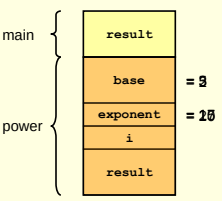
הפלט : The square of 16 is 256

בזמן ריצה

source code

```
double power(double base, int exponent)
{
   int i = 0;
   double result = 1;

   for (i = 1; i <= exponent; i++)
      result = result * base;

   return result;
}

int main()
{
   double result = power(2,20) +
                   power(3,15) +
                   power(5,17);

   printf("2^20 + 3^15 + 5^17= %g",
          result);
   return 0;
}
```

call stack



דוגמה להכרזה על פונקציות

```
double power(double base, int exponent);
 ...
 ...
 implement something
 ...
 ...
 implement something else
 ...
 ...

double power(double base, int exponent)
{
    int i;
    double result = 1;
    for (i = 1; i <= exponent; i++)
         result = result * base;
    return result;
}
```

הכרזה על הפונקציה
(function declaration)

מימוש הפונקציה
(function implementation)

הכרזה על פונקציות

- על מנת להשתמש בפונקציה, יש להגדירה
- לכן הפונקציה מומשה לפני ה-main

- אופציה נוספת היא:
  - להכריז על הפונקציה בתחילת הקובץ (ללא מימוש)
    - Function Declaration
  - לממש את הפונקציה בהמשך הקובץ, או בקובץ נפרד
    - Implementation

- ההכרזה על הפונקציה (prototype) והמימוש חייבים להיות זהים!

הכרזה על פונקציות – ספריות

- `#include <filename>`
  - הקומפיילר מצרף לקובץ שלנו את הקובץ filename
  - כאשר filename הוא אחד מקבצי ההכרזות של C
  - הקובץ מכיל הכרזות של פונקציות שימושיות
    - לדוגמא stdio.h מכיל פונקציות קלט / פלט (כמו printf,scanf)

- כך אנחנו יכולים להשתמש בפונקציות מבלי להכיר את המימוש שלהן
- בזמן הקומפילציה ה- linker מצרף את המימוש שלהן (מתוך הספריות הקיימות של C) לתוכנית שלנו

בשביל מה צריך הכרזה על פונקציות?

- לפעמים נוח לראות בתחילת הקובץ אילו פונקציות ממומשות בקובץ

- אם התכנית מורכבת ממספר קבצים,
  - ההגדרה של הפונקציות צריכה להופיע רק באחד מהקבצים
  - בכל שאר הקבצים תופיע רק ההכרזה
  - למשל, שימוש בספריות של פונקציות, כמו stdio.h

סיכום ביניים

- מהן פונקציות ולמה הן שימושיות
- קריאה לפונקציה והערך שמוחזר ממנה
- משתנים בפונקציות והעברת ערכים אליהן
- הכרזה על פונקציות וספריות של פונקציות

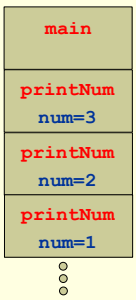
ספריות נוספות

- ב- C קיימות ספריות נוספות לשימושינו
  - ב- math.h נוכל למצוא פונקציות כמו:
    - sin
    - cos
    - abs
    - log
    - sqrt
    - ...
  - ב- ctype.h נוכל למצוא פונקציות שעוסקות בתווים כמו:
    - toupper
    - Islower
    - ...

פונקציה יכולה לקרוא גם לעצמה

- מה תעשה התוכנית הבאה?

```
void printNum(int num)
{
  printf("%d ", num);
  printNum(num-1);
}

int main()
}
  printNum(3);
  return 0;
}
```

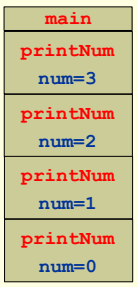


התוכנית "תעוף" כשיגמר הזכרון...

תנאי עצירה

- מה תעשה התוכנית הבאה?

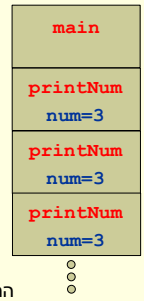
```
void printNum(int num)
{
  if (num == 0)
      return;
  printf("%d ", num);
  printNum(num-1);
}

int main()
}
  printNum(3);
  return 0;
}
```



חשוב לקדם משתנה מקריאה לקריאה

- מה תעשה התוכנית הבאה?

```
void printNum(int num)
{
  if (num == 0)
      return;
  printf("%d ", num);
  printNum(num);
}

int main()
}
  printNum(3);
  return 0;
}
```

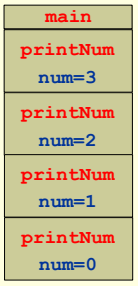


התוכנית "תעוף" כשיגמר הזכרון...

דוגמא נוספת

- מה תעשה התוכנית הבאה?

```
void printNum(int num)
{
  if (num == 0)
      return;
  printf("%d ", num);
  printNum(num-1);
  printf("%d ", num);
}

int main(){
  printNum(3);
  return 0;
}
```



רקורסיה

- פונקציה שקוראת לעצמה נקראת פונקציה רקורסיבית.
- פרטים – בשבוע הבא...