

Univerzális programozás

Írd meg a saját programozás tankönyvedet!

Ed. BHAX, DEBRECEN,
2019. február 19, v. 0.0.4

Copyright © 2019 Dr. Bátfai Norbert

Copyright (C) 2019, Norbert Bátfai Ph.D., batfai.norbert@inf.unideb.hu, nbatfai@gmail.com,

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

<https://www.gnu.org/licenses/fdl.html>

Engedélyt adunk Önnek a jelen dokumentum sokszorosítására, terjesztésére és/vagy módosítására a Free Software Foundation által kiadott GNU FDL 1.3-as, vagy bármely azt követő verziójának feltételei alapján. Nincs Nem Változtatható szakasz, nincs Címlapszöveg, nincs Hátlapszöveg.

<http://gnu.hu/fdl.html>

COLLABORATORS

	<i>TITLE :</i> Univerzális programozás		
<i>ACTION</i>	<i>NAME</i>	<i>DATE</i>	<i>SIGNATURE</i>
WRITTEN BY	Bátfai, Norbert	2019. április 8.	

REVISION HISTORY

NUMBER	DATE	DESCRIPTION	NAME
0.0.1	2019-02-12	Az iniciális dokumentum szerkezetének kialakítása.	nbatfai
0.0.2	2019-02-14	Inciális feladatlisták összeállítása.	nbatfai
0.0.3	2019-02-16	Feladatlisták folytatása. Feltöltés a BHAX csatorna https://gitlab.com/nbatfai/bhax repójába.	nbatfai
0.0.4	2019-02-19	Aktualizálás, javítások.	nbatfai

Ajánlás

„To me, you understand something only if you can program it. (You, not someone else!) Otherwise you don't really understand it, you only think you understand it.”

—Gregory Chaitin, *META MATH! The Quest for Omega*, [METAMATH]

Tartalomjegyzék

I. Bevezetés	1
1. Vízió	2
1.1. Mi a programozás?	2
1.2. Milyen doksikat olvassak el?	2
1.3. Milyen filmeket nézzek meg?	2
II. Tematikus feladatok	3
2. Helló, Turing!	5
2.1. Végtelen ciklus	5
2.2. Lefagyott, nem fagyott, akkor most mi van?	6
2.3. Változók értékének felcserélése	8
2.4. Labdapattogás	9
2.5. Szóhossz és a Linus Torvalds féle BogomIPS	10
2.6. Helló, Google!	12
2.7. 100 éves a Brun tétel	13
2.8. A Monty Hall probléma	14
3. Helló, Chomsky!	17
3.1. Decimálisból unárisba átváltó Turing gép	17
3.2. Az $a^n b^n c^n$ nyelv nem környezetfüggetlen	18
3.3. Hivatkozási nyelv	19
3.4. Saját lexikális elemző	19
3.5. l33t.1	20
3.6. A források olvasása	23
3.7. Logikus	24
3.8. Deklaráció	25

4. Helló, Caesar!	27
4.1. int ** háromszögmátrix	27
4.2. C EXOR titkosító	28
4.3. Java EXOR titkosító	29
4.4. C EXOR törő	31
4.5. Neurális OR, AND és EXOR kapu	33
4.6. Hiba-visszaterjesztéses perceptron	35
5. Helló, Mandelbrot!	42
5.1. A Mandelbrot halmaz	42
5.2. A Mandelbrot halmaz a std::complex osztállyal	45
5.3. Biomorfok	48
5.4. A Mandelbrot halmaz CUDA megvalósítása	50
5.5. Mandelbrot nagyító és utazó C++ nyelven	54
5.6. Mandelbrot nagyító és utazó Java nyelven	62
6. Helló, Welch!	75
6.1. Első osztályom	75
6.2. LZW	77
6.3. Fabejárás	79
6.4. Tag a gyökér	80
6.5. Mutató a gyökér	92
6.6. Mozgató szemantika	104
7. Helló, Conway!	117
7.1. Hangyaszimulációk	117
7.2. Java életjáték	117
7.3. Qt C++ életjáték	117
7.4. BrainB Benchmark	118
8. Helló, Schwarzenegger!	119
8.1. Szoftmax Py MNIST	119
8.2. Szoftmax R MNIST	119
8.3. Mély MNIST	119
8.4. Deep dream	119
8.5. Robotpszichológia	120

9. Helló, Chaitin!	121
9.1. Iteratív és rekurzív faktoriális Lisp-ben	121
9.2. Weizenbaum Eliza programja	121
9.3. Gimp Scheme Script-fu: króm effekt	121
9.4. Gimp Scheme Script-fu: név mandala	121
9.5. Lambda	122
9.6. Omega	122
 III. Második felvonás	 123
10. Helló, Arroway!	125
10.1. A BPP algoritmus Java megvalósítása	125
10.2. Java osztályok a Pi-ben	125
 11. Helló, Gutenberg!	 126
11.1. Programozási alapfogalmak	126
11.2. Programozás bevezetés	126
11.3. Programozás	135
 IV. Irodalomjegyzék	 137
11.4. Általános	138
11.5. C	138
11.6. C++	138
11.7. Lisp	138

Ábrák jegyzéke

3.1. Sample	18
-------------	----

Előszó

Amikor programozónak terveztem állni, ellenezték a környezetemben, mondván, hogy kell szövegszerkesztő meg táblázatkezelő, de az már van... nem lesz programozói munka.

Tévedtek. Hogy egy generáció múlva kell-e még tömegesen hús-vér programozó vagy olcsóbb lesz allokálni igény szerint pár robot programozót a felhőből? A programozók dolgozók lesznek vagy papok? Ki tudhatná ma.

Mindenesetre a programozás a teoretikus kultúra csúcsa. A GNU mozgalomban látom annak garanciáját, hogy ebben a szellemi kalandban a gyerekeim is részt vehessenek majd. Ezért programozunk.

Hogyan forgasd

A könyv célja egy stabil programozási szemlélet kialakítása az olvasóban. Módszere, hogy hetekre bontva ad egy tematikus feladatcsokrot. Minden feladathoz megadja a megoldás forráskódját és forrásokat feldolgozó videókat. Az olvasó feladata, hogy ezek tanulmányozása után maga adja meg a feladat megoldásának lényegi magyarázatát, avagy írja meg a könyvet.

Miért univerzális? Mert az olvasótól (kvázi az írótól) függ, hogy kinek szól a könyv. Alapértelmezésben gyerekeknek, mert velük készítem az iniciális változatot. Ám tervezem felhasználását az egyetemi programozás oktatásban is. Ahogy szélesedni tudna a felhasználók köre, akkor lehetne kiadása különböző korosztályú gyerekeknek, családoknak, szakköröknek, programozás kurzusoknak, felnőtt és továbbképzési műhelyeknek és sorolhatnánk...

Milyen nyelven nyomjuk?

C (mutatók), C++ (másoló és mozgató szemantika) és Java (lebutított C++) nyelvekből kell egy jó alap, ezt kell kiegészíteni pár R (vektoros szemlélet), Python (gépi tanulás bevezető), Lisp és Prolog (hogyan lássuk mást is) példával.

Hogyan nyomjuk?

Rántsd le a <https://gitlab.com/nbatfai/bhax> git repót, vagy méginkább forkolj belőle magadnak egy sajátot a GitLabon, ha már saját könyvön dolgozol!

Ha megvannak a könyv DocBook XML forrásai, akkor az alább látható **make** parancs ellenőrzi, hogy „jól formázottak” és „érvényesek-e” ezek az XML források, majd elkészíti a dlatex programmal a könyved pdf változatát, íme:

```
batfai@entropy:~$ cd glrepos/bhax/thematic_tutorials/bhax_textbook/
batfai@entropy:~/glrepos/bhax/thematic_tutorials/bhax_textbook$ make
rm -f bhax-textbook-fdl.pdf
xmllint --xinclude bhax-textbook-fdl.xml --output output.xml
xmllint --relaxng http://docbook.org/xml/5.0/rng/docbookxi.rng output.xml  ←
--noout
output.xml validates
rm -f output.xml
dlatex bhax-textbook-fdl.xml -p bhax-textbook.xls
Build the book set list...
Build the listings...
XSLT stylesheets DocBook - LaTeX 2e (0.3.10)
=====
Stripping NS from DocBook 5/NG document.
Processing stripped document.
Image 'dlatex' not found
Build bhax-textbook-fdl.pdf
'bhax-textbook-fdl.pdf' successfully built
```

Ha minden igaz, akkor most éppen ezt a legenerált `bhax-textbook-fdl.pdf` fájlt olvasod.



A DocBook XML 5.1 új neked?

Ez esetben forgasd a <https://tdg.docbook.org/tdg/5.1/> könyvet, a végén találsz az informatikai szövegek jelölésére használható gazdag „API” elemenkénti bemutatását.

I. rész

Bevezetés

DRAFT

1. fejezet

Vízió

1.1. Mi a programozás?

1.2. Milyen doksikat olvassak el?

- Olvasgasd a kézikönyv lapjait, kezd a **man man** parancs kiadásával. A C programozásban a 3-as szintű lapokat fogod nézegetni, például az első feladat kapcsán ezt a **man 3 sleep** lapot
- [[KERNIGHANRITCHIE](#)]
- [[BMECPP](#)]
- Az igazi kockák persze csemegéznek a C nyelvi szabvány [ISO/IEC 9899:2017](#) kódcsipeteiből is.

1.3. Milyen filmeket nézzek meg?

- 21 - Las Vegas ostroma, <https://www.imdb.com/title/tt0478087/>, benne a **Monty Hall probléma** bemutatása.

II. rész

Tematikus feladatok

**Bátf41 Haxor Stream**

A feladatokkal kapcsolatos élő adásokat sugároz a <https://www.twitch.tv/nbatfai> csatorna, melynek permanens archívuma a <https://www.youtube.com/c/nbatfai> csatornán található.

DRAFT

2. fejezet

Helló, Turing!

2.1. Végtelen ciklus

Írj olyan C végtelen ciklusokat, amelyek 0 illetve 100 százalékban dolgoztatnak egy magot és egy olyat, amely 100 százalékban minden magot!

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

A következő program egy magot 100 százalékban dolgoztat meg:

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    while(1) {};
}
```

Ez a program egy egyszerű while ciklus, aminek ha a feltétele teljesül, akkor nem csinál semmit. Ebben az esetben a feltétel 1, ami 'igaz' vagy angolul 'true' boolean típusú értékkel bír, tehát az adott ciklus egy végtelen ciklus, azaz sosem áll le, kivéve ha arra kényszerítjük a CTRL+C betűkombinációval, hiszen az 'igaz' értéke mindig igaz.

A következő program minden magot 100 százalékban dolgoztat meg:

```
]
// compile: gcc name.c -fopenmp

#include <stdio.h>

int main()
{
    #pragma omp parallel
    while(1) {};
}
```

Ez az előző program módosítása. Ugyanabból a while cikusból áll némi változtatással. A #pragma feladata, hogy a gép vagy az operációs rendszerre vonatkozó specifikus utasítást adjon a compilernek, azaz megmondja hogy a compiler tegyen valamit vagy felülírjon valamilyen általánosnak vett utasítást. Itt a #pragma szerepe a felülírás. Normális esetben, mint azt felül is láthattuk, ez a program #pragma nélkül csak 1 processzort dolgoztat meg 100 százalékon, de az omp parallel utsítás azt mondja a compilernek, hogy egyszerre több szálon fusson a program, azaz több processzor dolgozzon rajta egy időben, aminek az eredménye, hogy ez a program az összes processzort 100 százalékosan megdolgoztatja.

A következő program 0 százalékon dolgoztat meg egy magot:

```
    ]
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

int main()
{
    while(1)
    {
        usleep(1000);
    }
}
```

Ez a program a while ciklusban a usleep(1000) utasítást végzi el. A usleep(seconds_t usec) az unistd.h fájlban definiált függvény. Adott usec mennyiségű mikroszekundumig megszakítja a program működését.

2.2. Lefagyott, nem fagyott, akkor most mi van?

Mutasd meg, hogy nem lehet olyan programot írni, amely bármely más programról eldönti, hogy le fog-e fagyni vagy sem!

Megoldás videó:

Megoldás forrása: tegyük fel, hogy akkora haxorok vagyunk, hogy meg tudjuk írni a Lefagy függvényt, amely tetszőleges programról el tudja dönteni, hogy van-e benne végtelen ciklus:

```
Program T100
{

    boolean Lefagy(Program P)
    {
        if(P-ben van végtelen ciklus)
            return true;
        else
            return false;
    }

    main(Input Q)
```



```
{  
  Lefagy(Q)  
}  
}
```

A program futtatása, például akár az előző v. c ilyen pszeudokódjára:

```
T100(t.c.pseudo)  
true
```

akár önmagára

```
T100(T100)  
false
```

ezt a kimenetet adja.

A T100-as programot felhasználva készítsük most el az alábbi T1000-set, amelyben a Lefagy-ra épülő Lefagy2 már nem tartalmaz feltételezett, csak konkrét kódot:

```
Program T1000  
{  
  
  boolean Lefagy(Program P)  
  {  
    if(P-ben van végtelen ciklus)  
      return true;  
    else  
      return false;  
  }  
  
  boolean Lefagy2(Program P)  
  {  
    if(Lefagy(P))  
      return true;  
    else  
      for(;;);  
  }  
  
  main(Input Q)  
  {  
    Lefagy2(Q)  
  }  
}
```

Mit for kiírni erre a T1000 (T1000) futtatásra?

- Ha T1000 lefagyó, akkor nem fog lefagyni, kiírja, hogy true

- Ha T1000 nem fagyó, akkor pedig le fog fagyni...

akkor most hogy fog működni? Sehogy, mert ilyen `Lefagy` függvényt, azaz a T100 program nem is létezik.

A megoldási probléma lényege hogy nem tudunk olyan programot írni, amely eldönti egy másik programról, hogy az lefagy-e vagy sem. Ahhoz hogy a T100 eldöntse, hogy egy program lefagy-e vagy sem, először le kell futtatnia azt és megvizsgálni a következményeket. Ha a program lefutott, a T100 kiírja hogy a programunk lefutott, de ha a program lefagy, akkor a T100 is le fog fagyni, mert a döntés előtt le kell futtatnia azt. Ha a fenti T1000 programot önmagára futtatjuk, akkor két eshetőség adódik: Ha a programunk nem fagy le, akkor bekövetkezik a végtelen ciklus a T1000-ben és így lefagy. Ha pedig lefagy a programunk, akkor mivel a program lefagy ezért a T1000 is lefagy.

2.3. Változók értékének felcserélése

Írj olyan C programot, amely felcseréli két változó értékét, bármilyen logikai utasítás vagy kifejezés használata nélkül!

Megoldás videó: https://bhaxor.blog.hu/2018/08/28/10_begin_goto_20_avagy_elindulunk

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 10;
    int b = 4;
    printf("a = %d\n", a);
    printf("b = %d\n", b);

    a = a - b;  a = 10 - 4 / 6
    b = a + b;  b = 6 + 4 / 10
    a = b - a;  a = 10 - 6 / 4

    printf("a = %d\n", a);
    printf("b = %d\n", b);
}
```

A fenti C program kiírja két változó értékét, felcseréli őket, majd kiírja a változók új értékeit. Az `int a = 10` és `int b = 4` megadják a és b értékeit. Először a-t egyenlővé tesszük a - b -vel (itt így $a = 10 - 4 = 6$). Majd b-t egyenlővé tesszük a + b -vel, de mivel $a = a - b$, ezért $b = a + b = a - b + b = a$ ($b = 10 - 4 + 4 = 10$). Ekkor a-t egyenlővé tesszük b - a -val. Itt $b = a$ és $a = a - b$ -ként van definiálva, tehát $a = b - a = a - (a - b) = a - a + b = b$ ($a = 6 + 4 - (10 - 4) = 4$). A `printf()` függvény kiírja a paraméterül kapott stringet. Például a fent látható `printf("a = %d\n", a)` azt fogja kiírni hogy a = 10, majd egy új sort kezd. Ebből "a = %d\n" a string rész, amiben a %d egy format specifier. Feladata, hogy megmondja, a %d helyére egy decimális egész szám (itt: a) fog kerülni, amit a string rész utáni vesszővel elválasztott helyre kell írni. Ugyanitt a \n egy escape sequence, ami azt mondja a printf függvénynek, hogy a \n helyére egy új sort írjon.

Ezek után megkezdődik a változók felcserélése a fenti műveletek segítségével. Miután az kész, a program ismét kiírja a változók immár új felcserélt értékeit.

2.4. Labdapattogás

Először if-ekkel, majd bármiféle logikai utasítás vagy kifejezés használata nélkül írd egy olyan programot, ami egy labdát pattogtat a karakteres konzolon! (Hogy mit értek pattogtatás alatt, alább láthatod a videónkon.)

Megoldás videó: <https://bhaxor.blog.hu/2018/08/28/labdapattogas>

Labdapattogtatás if nélkül:

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>

int write_x(x,y)
{
    int xi,yi;

    for(xi=0;xi<x;xi++)
    {
        printf("\n");
    }

    for(yi=0;yi<y;yi++)
    {
        printf(" ");
    }
    printf("X\n");
    return 0;
}

int main()
{
    int width = 90;
    int height = 25;
    long int x=0,y=0;

    while(1)
    {
        system("cls");
        write_x(abs(height - (x++ % (height * 2))), abs(width - (y ←
            ++ % (width*2))));
        usleep(10);
    }

    return 0;
}
```

```
}
```

A program Windows alatt egy adott 'pályán' pattogtat egy x-el jelölt 'labdát' a konzolon. Két függvényből áll, a már megszokott `int main()` és egy `int write_x(x,y)` függvényből. A `main` függvényben meg van adva a pálya hossza, magassága és a labda koordinátái, amelyek alapesetben nullával egyenlőek. Ezek után a program egy végtelen ciklusban először törli a képernyőt a `system("cls")` függvénnyel, majd meghívja a `write_x()` függvényt két abszolút értékre. Egy szám abszolút értékét az `abs()` függvénnyel számoljuk ki, ami a `math.h` fájlban van meghatározva. Ha a `write_x()` lefutott, akkor egy ideig megszűnik a munkavégzés és előről kezdődnek a ciklusban definiált lépések.

Az `int write_x(x,y)` itt egy a felhasználó által megadott függvény. Az előtte lévő `int` szó azt jelenti, hogy a függvény egy integer, azaz egész szám típusú értéket fog visszaadni, amit a `return 0` paranccsal teszünk meg (`return 0` azt jelenti, hogy a program probléma nélkül lefutott. Ha nem nullát ad vissza, akkor futás közben hiba történt.). A zárójelek közötti `x` és `y` számok a függvény paraméterei, tehát ezekkel fog dolgozni. A számokat függvényhívásnál kell megadni. A függvényen belül két `for` ciklus található. Az első feladata, hogy a labda függőleges helyzetének megfelelő új sort írjon ki, a másodiké pedig, hogy ugyanúgy a labda vízszintes pozíciójának megfelelő szóközt írasson ki. Ha ez megtörtént, akkor a labda jelenlegi koordináájához érkezett a kurzor. A `for` ciklusok befejeződnek és `printf()`-el kiíratunk egy X-et.

2.5. Szóhossz és a Linus Torvalds féle BogoMIPS

Írj egy programot, ami megnézi, hogy hány bites a szó a gépeden, azaz mekkora az `int` mérete. Használd ugyanazt a `while` ciklus fejet, amit Linus Torvalds a BogoMIPS rutinjában!

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

```
// BHAX BogoMIPS
// Copyright (C) 2019
// Norbert Batfai, batfai.norbert@inf.unideb.hu
//
// This program is free software: you can redistribute it and/or modify
// it under the terms of the GNU General Public License as published by
// the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
// (at your option) any later version.
//
// This program is distributed in the hope that it will be useful,
// but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
// MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
// GNU General Public License for more details.
//
// You should have received a copy of the GNU General Public License
// along with this program. If not, see <https://www.gnu.org/licenses/>.
//
// Version history
//
```

```
// This program is based on
//
// - Linus Torvalds's original code (https://mirrors.edge.kernel.org/pub/ ↵
//   linux/kernel/v1.0/linux-1.0.tar.gz init/main.c)
// - and Jeff Tranter's standalone version (archive.debian.org/debian/pool/ ↵
//   main/s/sysutils/sysutils\_1.3.8.5.1.tar.gz).
//
// See also UDPROG
//

#include <time.h>
#include <stdio.h>

void
delay (unsigned long long loops)
{
    for (unsigned long long i = 0; i < loops; i++);
}

int
main (void)
{
    unsigned long long loops_per_sec = 1;
    unsigned long long ticks;

    printf ("Calibrating delay loop..");
    fflush (stdout);

    while ((loops_per_sec <= 1))
    {
        ticks = clock ();
        delay (loops_per_sec);
        ticks = clock () - ticks;

        if (ticks >= CLOCKS_PER_SEC)
        {
            loops_per_sec = (loops_per_sec / ticks) * CLOCKS_PER_SEC;

            printf ("ok - %llu.%02llu BogoMIPS\n", loops_per_sec / 500000,
                    (loops_per_sec / 5000) % 100);

            return 0;
        }
    }

    printf ("failed\n");
    return -1;
}
```

2.6. Helló, Google!

Írj olyan C programot, amely egy 4 honlapból álló hálózatra kiszámolja a négy lap Page-Rank értékét!

Megoldás videó:

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>

void kiir (double tomb[], int db);
double tavolsag(double pagerank[], double pagerank_temp[], int db);

int main(void)
{
    double L[4][4] =
    {
        {0.0, 0.0, 1.0 / 3.0, 0.0},
        {1.0, 1.0 / 2.0, 1.0 / 3.0, 1.0},
        {0.0, 1.0 / 2.0, 0.0, 0.0},
        {0.0, 0.0, 1.0 / 3.0, 0.0}
    };

    double PR[4] = {0.0, 0.0, 0.0, 0.0};
    double PRv[4] = {1.0 / 4.0, 1.0 / 4.0, 1.0 / 4.0, 1.0 / 4.0};

    for (;;)
    {
        for(int i=0; i<4; i++)
        {
            PR[i] = PRv[i];
        }

        for (int i=0; i<4; i++)
        {
            double temp = 0.0;

            for (int j=0; j<4; j++)
            {
                temp += L[i][j] * PR[j];
                PRv[i] = temp;
            }
        }

        if(tavolsag(PR, PRv, 4) < 0.000001)
        {
            break;
        }
    }
}
```

```
kiir(PR, 4);

return 0;
}

void kiir (double tomb[], int db)
{
    for (int i=0; i<db; i++)
    {
        printf("PageRank [%d]: %lf\n", i, tomb[i]);
    }
}

double tavolsag(double pagerank[], double pagerank_temp[], int db)
{
    double dist = 0.0;

    for(int i=0; i<db; i++)
    {
        dist += (pagerank[i] - pagerank_temp[i]) * (pagerank[i] - pagerank_temp ←
        [i]);
    }

    return sqrt(dist);
}
```

Ez a program egy 4 honlapból álló hálózatra kiszámolja a négy lap Page-Rank értékét.

2.7. 100 éves a Brun tétel

Írj R szimulációt a Brun tétel demonstrálására!

Megoldás videó: <https://youtu.be/xbYhp9G6VqQ>

Megoldás forrása: https://gitlab.com/nbatfai/bhax/blob/master/attention_raising/Primek_R

```
# Copyright (C) 2019 Dr. Norbert Bátfai, nbatfai@gmail.com
#
# This program is free software: you can redistribute it and/or modify
# it under the terms of the GNU General Public License as published by
# the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
# (at your option) any later version.
#
# This program is distributed in the hope that it will be useful,
# but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
# MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
# GNU General Public License for more details.
```

```
#  
# You should have received a copy of the GNU General Public License  
# along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>  
  
library(matlab)  
  
stp <- function(x) {  
  primes = primes(x)  
  diff = primes[2:length(primes)]-primes[1:length(primes)-1]  
  idx = which(diff==2)  
  t1primes = primes[idx]  
  t2primes = primes[idx]+2  
  rt1plust2 = 1/t1primes+1/t2primes  
  return(sum(rt1plust2))  
}  
  
x=seq(13, 1000000, by=10000)  
y=sapply(x, FUN = stp)  
plot(x,y,type="b")
```

A Brun tétel szerint az ikerprímek reciprokösszege egy Brun-konstans nevű értékhez konvergál. Az ikerprímek olyan prímpárok, melyek különbsége 2. Egy prímpár pedig egy olyan prím, ami egy másik prímtől 2-nél nagyobb, vagy kisebb. Példaképp az 1 és a 3 számok. Ekkor $1/1 + 1/3 = 1.333$. A Brun-konstans megközelítő értéke 1,90216. Itt a program első felében a `primes(x)` függvényt definiáljuk, ami egyrészt kiírja x-ig a prímszámokat, másrészt kiszámolja az ikerprímek reciprokösszegeit. Azután a második részben kiplottolhatjuk a függvény által kiszámolt eredményeket. Viggo Brun, norvég matematikus bizonyította be a tételt 1919-ben.

2.8. A Monty Hall probléma

Írj R szimulációt a Monty Hall problémára!

Megoldás videó: https://bhaxor.blog.hu/2019/01/03/erdos_pal_mit_keresett_a_nagykonyvben_a_monty_hall-paradoxon_kapcsan

Megoldás forrása: https://gitlab.com/nbatfai/bhax/tree/master/attention_raising/MontyHall_R

```
# An illustration written in R for the Monty Hall Problem  
# Copyright (C) 2019 Dr. Norbert Bátfai, nbatfai@gmail.com  
#  
# This program is free software: you can redistribute it and/or modify  
# it under the terms of the GNU General Public License as published by  
# the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or  
# (at your option) any later version.
```



```
#
# This program is distributed in the hope that it will be useful,
# but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
# MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
# GNU General Public License for more details.
#
# You should have received a copy of the GNU General Public License
# along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>
#
# https://bhaxor.blog.hu/2019/01/03/erdos\_pal\_mit\_keresett\_a\_nagykonyvben ↔
# a\_monty\_hall-paradoxon\_kapcsan
#

kiserletek_szama=10000000
kiserlet = sample(1:3, kiserletek_szama, replace=T)
jatekos = sample(1:3, kiserletek_szama, replace=T)
musorvezeto=vector(length = kiserletek_szama)

for (i in 1:kiserletek_szama) {

  if(kiserlet[i]==jatekos[i]){

    mibol=setdiff(c(1,2,3), kiserlet[i])

  }else{

    mibol=setdiff(c(1,2,3), c(kiserlet[i], jatekos[i]))

  }

  musorvezeto[i] = mibol[sample(1:length(mibol),1)]

}

nemvaltoztatesnyer= which(kiserlet==jatekos)
valtoztat=vector(length = kiserletek_szama)

for (i in 1:kiserletek_szama) {

  holvalt = setdiff(c(1,2,3), c(musorvezeto[i], jatekos[i]))
  valtoztat[i] = holvalt[sample(1:length(holvalt),1)]

}

valtoztatesnyer = which(kiserlet==valtoztat)

sprintf("Kiserletek szama: %i", kiserletek_szama)
length(nemvaltoztatesnyer)
length(valtoztatesnyer)
```

```
length(nemvaltoztatesnyer) / length(valtoztatesnyer)  
length(nemvaltoztatesnyer) + length(valtoztatesnyer)
```

A Monty Hall probléma keretében arról van szó, hogy adott három lehetőség (doboz, ajtó stb.), ebből egy nyerő és kettő nem. Nekünk a feladatunk hogy ezekből válasszunk egyet. Ilyenkor az esély hogy a nyerő dobozt választjuk egy a háromból. Választásunk után egy második fél kinyit a maradék két dobozból egy olyat, ami biztosan nem nyerő, majd felteszi nekünk a kérdést, hogy maradunk-e az előző döntésünknel, vagy változtatunk rajta. Ekkor a helyes válasz az, hogy változtassunk, ugyanis így $2/3$ esélyünk van arra, hogy jó dobozt választunk szemben az előző $1/3$ -al.

3. fejezet

Helló, Chomsky!

3.1. Decimálisból unárisba átváltó Turing gép

Állapotátmenet gráfiával megadva írd meg ezt a gépet!

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int szam;
    scanf("%d", &szam);
    for(szam; szam != 0; --szam)
    {
        printf("|");
    }
    printf("\n");
    return 0;
}
```

Ez a program tízes számrendszerű számokat vált egyes számrendszerbe.

Deklarálunk egy integert, amit beszkenelünk a

```
scanf(string, &input)
```

függvény segítségével. A scanf() hasonlóan a printf() függvényhez két, vagy több argumentummal használható, ahol az első egy karakterlánc, a többi pedig a stringben található "%" + betű kombinációjú jelek helyettesítési értéke.

A program következő részében egy for ciklus található, ahol a bekért szám értékét csökkentjük egyenként nulláig úgy, hogy minden egyes csökkentés után kiírunk egy "|" jelet. Ezzel elérjük, hogy lényegében átváltunk tízes számrendszerből egyes vagy unáris számrendszerbe.


```
A (A -> aAB)
aAB (A -> aC)
aaCB (CB -> bCc)
aabCc (C -> bc)
aabbcc
```

3.3. Hivatkozási nyelv

A [KERNIGHANRITCHIE] könyv C referencia-kézikönyv/Utasítások melléklete alapján definiáld BNF-ben a C utasítás fogalmát! Majd mutass be olyan kódcsipeteket, amelyek adott szabvánnyal nem fordulnak (például C89), mással (például C99) igen.

```
#include <stdio.h>
// compiles in C99, not in C89
// -std=C99

int main()
{
    int n = 5;
    for (int i = 0; i < n; ++i) {};
}
```

A fenti kód a C nyelv C99-es és újabb verzióiban lefordul, de azelőttiben, mint a C89 nem, mert a C99-es verzió megjelenése előtt a for ciklusok fejlécében nem lehetett változót inicializálni. Adott verzióval úgy lehet programot fordítani, hogy ha (gcc és C99-es verzió esetén) a következőképpen adjuk meg az utasítást: gcc programnev.c -std=C99

3.4. Saját lexikális elemző

Írj olyan programot, ami számolja a bemenetén megjelenő valós számokat! Nem elfogadható olyan megoldás, amely maga olvassa betűnként a bemenetet, a feladat lényege, hogy lexert használjunk, azaz óriások vállán álljunk és ne kispályázzunk!

```
%{
#include <stdio.h>
int realnumbers = 0;
}%
digit [0-9]
%%
{digit}* (\. {digit}+)? {++realnumbers;
```

```
        printf("[realnum=%s %f]", yytext, atof(yytext));}
    %%
    int
    main ()
    {
        yylex ();
        printf("The number of real numbers is %d\n", realnumbers);
        return 0;
    }
```

A fenti program megszámolja az input stringben lévő valós számokat.

3.5. l33t.l

Lexelj össze egy l33t ciphert!

```
/*
Fordítás:
$ lex -o l337d1c7.c l337d1c7.l
```

```
Futtatás:
$ gcc l337d1c7.c -o l337d1c7 -lfl
(kilépés az input vége, azaz Ctrl+D)
```

```
Copyright (C) 2019
Norbert Bátfai, batfai.norbert@inf.unideb.hu
```

This program is free software: you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program. If not, see <<https://www.gnu.org/licenses/>>.

```
*/
%{
    #include <stdio.h>
    #include <stdlib.h>
    #include <time.h>
    #include <ctype.h>

    #define L337SIZE (sizeof l337d1c7 / sizeof (struct cipher))
```

```

struct cipher {
    char c;
    char *leet[4];
} l337d1c7 [] = {

    {'a', {"4", "4", "@", "/-\\"}},
    {'b', {"b", "8", "|3", "|"}},
    {'c', {"c", "(", "<", "{"}},
    {'d', {"d", "|)", "|]", "|"}},
    {'e', {"3", "3", "3", "3"}},
    {'f', {"f", "|=", "ph", "|#"}},
    {'g', {"g", "6", "[", "+"}},
    {'h', {"h", "4", "|-|", "[-"]}},
    {'i', {"1", "1", "|", "!"}},
    {'j', {"j", "7", "_|", "_/"}}},
    {'k', {"k", "|<", "1<", "|{"}},
    {'l', {"l", "1", "|", "|_"}},
    {'m', {"m", "44", "(V)", "||\\|"}},
    {'n', {"n", "||\\|", "/\\|/", "/V"}},
    {'o', {"0", "0", "()", "[]"}},
    {'p', {"p", "/o", "|D", "|o"}},
    {'q', {"q", "9", "O_", "(,)"}}},
    {'r', {"r", "12", "12", "|2"}},
    {'s', {"s", "5", "$", "$"}},
    {'t', {"t", "7", "7", "'|'"}},
    {'u', {"u", "|_|", "(_)", "[_]"}},
    {'v', {"v", "\\|/", "\\|/", "\\|/"}}},
    {'w', {"w", "VV", "\\|/\\|/", "(/\\|)"}}},
    {'x', {"x", "%", ")(", ")(")}},
    {'y', {"y", "", "", ""}},
    {'z', {"z", "2", "7_", ">_"}},

    {'0', {"D", "0", "D", "0"}},
    {'1', {"I", "I", "L", "L"}},
    {'2', {"Z", "Z", "Z", "e"}},
    {'3', {"E", "E", "E", "E"}},
    {'4', {"h", "h", "A", "A"}},
    {'5', {"S", "S", "S", "S"}},
    {'6', {"b", "b", "G", "G"}},
    {'7', {"T", "T", "j", "j"}},
    {'8', {"X", "X", "X", "X"}},
    {'9', {"g", "g", "j", "j"}}

// https://simple.wikipedia.org/wiki/Leet
};

%}
%%
. {

```

```
int found = 0;
for(int i=0; i<L337SIZE; ++i)

    if(l337d1c7[i].c == tolower(*yytext))
    {

        int r = 1+(int) (100.0*rand()/(RAND_MAX+1.0));

        if(r<91)
            printf("%s", l337d1c7[i].leet[0]);
        else if(r<95)
            printf("%s", l337d1c7[i].leet[1]);
        else if(r<98)
            printf("%s", l337d1c7[i].leet[2]);
        else
            printf("%s", l337d1c7[i].leet[3]);

        found = 1;
        break;
    }

}

if(!found)
    printf("%c", *yytext);

}
%%
int
main()
{
    srand(time(NULL)+getpid());
    yylex();
    return 0;
}
```

Ez egy lexer által írt program, ami ha lefut, az input stringben betűnkénti helyettesítést végez. A program elején egy struktúra van megadva, ami lehetővé teszi a saját típusunk deklarálását. Itt a megadott cipher típushoz tartozik egy c karakter és egy leet karakterre mutató mutatók négyelemű tömbje. Ezután inicializáljuk a cipher típusú l337d1c7 tömbünket. Ezzel véget ér a definíciók része.

A program következő részében egy for ciklus található, ami végigmegy a l337d1c7 tömbön és megkeresi a betűt, amit inputba megkapott a program, majd generál egy véletlenszerű számot 1-től 100-ig és az eredménytől függően kiválasztja az adott c karakterhez tartozó leet helyettesítési értéket.

Lefordítani a "lex -o l337d1c7.c l337d1c7.l" utasítással kell, ahol l337d1c7.c a forrásfájlunk, l337d1c7.l pedig a lexer által írt programunk. A futtatás a "gcc l337d1c7.c -o l337d1c7 -lfl" paranccsal történik.

3.6. A források olvasása

Hogyan olvasod, hogyan értelmezed természetes nyelven az alábbi kódcsipeteket? Például

```
if(signal(SIGINT, jelkezelolo)==SIG_IGN)
    signal(SIGINT, SIG_IGN);
```

Ha a SIGINT jel kezelése figyelmen kívül volt hagyva, akkor ezen túl is legyen figyelmen kívül hagyva, ha nem volt figyelmen kívül hagyva, akkor a jelkezelolo függvény kezelje. (Miután a **man 7 signal** lapon megismertem a SIGINT jelet, a **man 2 signal** lapon pedig a használt rendszerhívást.)



Bugok

Vigyázz, sok csipet kerülendő, mert bugokat visz a kódba! Melyek ezek és miért? Ha nem megyránézésre, elkapja valamelyiket esetleg a splint vagy a frama?

i.

```
if(signal(SIGINT, SIG_IGN)!=SIG_IGN)
    signal(SIGINT, jelkezelolo);
```

ii.

```
for(i=0; i<5; ++i)
```

iii.

```
for(i=0; i<5; i++)
```

iv.

```
for(i=0; i<5; tomb[i] = i++)
```

v.

```
for(i=0; i<n && (*d++ = *s++); ++i)
```

vi.

```
printf("%d %d", f(a, ++a), f(++a, a));
```

vii.

```
printf("%d %d", f(a), a);
```

viii.

```
printf("%d %d", f(&a), a);
```

```
for(i=0; i<5; ++i) /* Legyen i egyenlő 0, ha i kisebb 5-nél ←
    akkor inkrementálja egyel, majd nézze meg i értékét újra.
Mivel itt i nincs deklarálva, ezért ez a program nem fog lefutni. */
for(i=0; i<5; i++) /* Legyen i egyenlő 0, ha i kisebb 5-nél akkor ←
    nézze meg i értékét újra, majd inkrementálja egyel.
Mivel itt i nincs deklarálva, ezért ez a program nem fog lefutni. */
for(i=0; i<5; tomb[i] = i++) /* Legyen i egyenlő 0, ha i kisebb 5-nél ←
    a tomb nevű tömb i-edik eleme legyen egyenlő
    i-vel, inkrementálja i-t, majd folytassa a for ciklust.
Mivel itt i nincs deklarálva, ezért ez a program nem fog lefutni. */
```

```

for(i=0; i<n && (*d++ = *s++); ++i); /* Legyen i egyenlő 0, ha i ←
    kisebb n-nél és a s mutató egyenlő az s mutatóval,
    inkrementálja őket, majd i-t is inkrementálja és folytassa a for ←
    ciklust.
Mivel itt i nincs deklarálva, ezért ez a program nem fog lefutni. */
printf("%d %d", f(a, ++a), f(++a, a)); /* a printf() függvény kiírja ←
    az f(a, ++a) és f(++a, a) értékeket egymás mellé,
    ahol f() egy két paraméterű függvény.
Mivel f() függvény mnincs deklarálva ezért ez a program nem fog ←
    lefutni. */
printf("%d %d", f(a), a); /* a printf() függvény kiírja f(a) és a ←
    értékeket egymás mellé, ahhoz az f() egy egy paraméterű
    függvény. */
printf("%d %d", f(&a), a); /* a printf() függvény kiírja f(&a) és a ←
    értékeket ahol az f() egy egy paraméterű függvény, &a
    pedig az a változó címe.
Az utolsó 3 sor kód magában nem fog lefutni, mert sem az f() függvény ←
    sem a változó nincs deklarálva. */

```

3.7. Logikus

Hogyan olvasod természetes nyelven az alábbi Ar nyelvű formulákat?

$\$(\forall x \exists y ((x < y) \wedge (y \text{ prím})))\$$

$\$(\forall x \exists y ((x < y) \wedge (y \text{ prím})) \wedge (\exists y \text{ prím})) \leftarrow$
 $)\$$

$\$(\exists y \forall x (x \text{ prím}) \supset (x < y)) \$$

$\$(\exists y \forall x (y < x) \supset \neg (x \text{ prím}))\$$

$\$(\forall x \exists y ((x < y) \wedge (y \text{ prím})))\$$

Bármely x-re létezik olyan y, hogy x kisebb mint y vagy x egy prímszám

$\$(\forall x \exists y ((x < y) \wedge (y \text{ prím})) \wedge (\exists y \text{ prím})) \leftarrow$
 $)\$$

Bármely x-re létezik olyan y, hogy x kisebb mint y vagy y prím vagy y + 2 prím

$\$(\exists y \forall x (x \text{ prím}) \supset (x < y))$

Létezik olyan y, hogy bármely x vagy prím, vagy kisebb mint y

$\$(\exists y \forall x (y < x) \supset \neg (x \text{ prím}))\$$

Létezik olyan y, hogy bármely x-re igaz, hogy y kisebb mint x, amiből következik, hogy x nem prím

3.8. Deklaráció

Vezesd be egy programba (forduljon le) a következőket:

- egész
- egészre mutató mutató
- egész referenciája
- egészek tömbje
- egészek tömbjének referenciája (nem az első elemé)
- egészre mutató mutatók tömbje
- egészre mutató mutatót visszaadó függvény
- egészre mutató mutatót visszaadó függvényre mutató mutató
- egészet visszaadó és két egészet kapó függvényre mutató mutatót visszaadó, egészet kapó függvény
- függvénymutató egy egészet visszaadó és két egészet kapó függvényre mutató mutatót visszaadó, egészet kapó függvényre

Mit vezetnek be a programba a következő nevek?

- `int a;`
- `int *b = &a;`
- `int &r = a;`
- `int c[5];`
- `int (&tr)[5] = c;`
- `int *d[5];`
- `int *h ();`
- `int *(*l) ();`
- `int (*v (int c)) (int a, int b)`

4. fejezet

Helló, Caesar!

4.1. int ** háromszögmátrix

Megoldás videó:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int
main ()
{
    int nr = 5;
    double **tm;

    if ((tm = (double **) malloc (nr * sizeof (double *))) == NULL)
    {
        return -1;
    }

    for (int i = 0; i < nr; ++i)
    {
        if ((tm[i] = (double *) malloc ((i + 1) * sizeof (double))) == NULL) ←
        {
            return -1;
        }
    }

    for (int i = 0; i < nr; ++i)
        for (int j = 0; j < i + 1; ++j)
            tm[i][j] = i * (i + 1) / 2 + j;

    for (int i = 0; i < nr; ++i)
    {
```

```
        for (int j = 0; j < i + 1; ++j)
            printf ("%f, ", tm[i][j]);
        printf ("\n");
    }

    tm[3][0] = 42.0;
    (*(tm + 3))[1] = 43.0; // mi van, ha itt hiányzik a külső ()
    *(tm[3] + 2) = 44.0;
    (*(tm + 3) + 3) = 45.0;

    for (int i = 0; i < nr; ++i)
    {
        for (int j = 0; j < i + 1; ++j)
            printf ("%f, ", tm[i][j]);
        printf ("\n");
    }

    for (int i = 0; i < nr; ++i)
        free (tm[i]);

    free (tm);

    return 0;
}
```

Ez a program a `malloc()` és a `free()` függvényeket felhasználva helyet foglal egy alsó háromszög mátrixnak a szabad tárban, majd szabaddá teszi azt a helyet. A `malloc()` függvény feladata a megadott számú bájtoknak való memóriablokk lefoglalása. Visszatérítési értéke egy void típusú pointer. Ebben a programban két `malloc()` függvény van, mindkettő egy egy if függvényben. Ez azért van, hogyha az allokáció sikertelen, tehát nullpointer a visszatérési értéke, akkor a program befejeződjön. A `malloc()` által foglalt memóriaterület magától nem fog felszabadulni, ezért ezt a program végén nekünk kell megtenni a `free()` függvénnyel.

4.2. C EXOR titkosító

Írj egy EXOR titkosítót C-ben!

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <string.h>

#define MAX_KULCS 100
#define BUFFER_MERET 256

int
main (int argc, char **argv)
{
```

```
char kulcs[MAX_KULCS];
char buffer[BUFFER_MERET];

int kulcs_index = 0;
int olvasott_bajtok = 0;

int kulcs_meret = strlen (argv[1]);
strncpy (kulcs, argv[1], MAX_KULCS);

while ((olvasott_bajtok = read (0, (void *) buffer, BUFFER_MERET)))
{
    for (int i = 0; i < olvasott_bajtok; ++i)
    {

        buffer[i] = buffer[i] ^ kulcs[kulcs_index];
        kulcs_index = (kulcs_index + 1) % kulcs_meret;

    }

    write (1, buffer, olvasott_bajtok);

}
}
```

A XOR kódoló mögötti alapötlet, hogy a fájl bájtjait össze XOR-ozzuk a kulcs bájtjaival. Ekkor az eredmény egy titkosított fájl, aminek az eredetijét visszakaphatjuk, ha az eredményt ismét össze XOR-ozzuk a kulccsal. A XOR jelentése kizáró vagy, elvégezni az ^ operátorral lehet. A XOR B eredménye csak akkor igaz, ha vagy csak A, vagy csak B igaz. Minden más esetben hamis. Tehát:

```
1 ^ 1 = 0
0 ^ 1 = 1
1 ^ 0 = 1
0 ^ 0 = 0
```

4.3. Java EXOR titkosító

Írj egy EXOR titkosítót Java-ban!

```
public class ExorTitkosító {

    public ExorTitkosító(String kulcsSzöveg,
        java.io.InputStream bejövőCsatorna,
        java.io.OutputStream kimenőCsatorna)
        throws java.io.IOException {
```

```
byte [] kulcs = kulcsSzöveg.getBytes();
byte [] buffer = new byte[256];
int kulcsIndex = 0;
int olvasottBájtok = 0;

while((olvasottBájtok =
    bejövőCsatorna.read(buffer)) != -1) {

    for(int i=0; i<olvasottBájtok; ++i) {

        buffer[i] = (byte)(buffer[i] ^ kulcs[kulcsIndex]);
        kulcsIndex = (kulcsIndex+1) % kulcs.length;

    }

    kimenőCsatorna.write(buffer, 0, olvasottBájtok);

}

public static void main(String[] args) {

    try {

        new ExorTitkosító(args[0], System.in, System.out);

    } catch (java.io.IOException e) {

        e.printStackTrace();

    }

}
```

Ez az előző feladatnak a Java nyelven megvalósított változata.

A legnagyobb különbség, hogy mivel a C-vel ellentétben a Java egy objektum orientált nyelv, mindent osztályokba osztunk. Itt két osztályunk van. Ezek az ExorTitkosító és a main. Az ExorTitkosító osztályon belül megadunk egy ugyanolyan nevű objektumot, amely kaphat három argumentumot, a kulcsszöveget és a bemeneti illetve a kimeneti csatornát.

Mivel a Java-ban létezik külön byte típus, ezért mivel itt bájtokkal dolgozunk, itt felhasználjuk.

Ezután megkezdődik a while-ba ágyazott for ciklus segítségével a kódtörés, majd a kimenő csatornára írja ki az eredményt.

A main függvényen belül megadjuk, hogy az első parancssori argumentum legyen a kulcsszöveg, a bemeneti csatorna a System.in és kimeneti a System.out.

4.4. C EXOR törő

Írj egy olyan C programot, amely megtöri az első feladatban előállított titkos szövegeket!

A következő program megtöri a titkosított fájlunkat.

```
#define MAX_TITKOS 4096
#define OLVASAS_BUFFER 256
#define KULCS_MERET 8
#define _GNU_SOURCE

#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <string.h>

double
atlagos_szohossz (const char *titkos, int titkos_meret)
{
    int sz = 0;
    for (int i = 0; i < titkos_meret; ++i)
        if (titkos[i] == ' ')
            ++sz;

    return (double) titkos_meret / sz;
}

int
tisztalehet (const char *titkos, int titkos_meret)
{
    // a tiszta szoveg valszeg tartalmazza a gyakori magyar szavakat
    // illetve az átlagos szóhossz vizsgálatával csökkentjük a
    // potenciális töréseket

    double szohossz = atlagos_szohossz (titkos, titkos_meret);

    return szohossz > 6.0 && szohossz < 9.0
        && strcasestr (titkos, "hogy") && strcasestr (titkos, "nem")
        && strcasestr (titkos, "az") && strcasestr (titkos, "ha");
}

void
exor (const char kulcs[], int kulcs_meret, char titkos[], int titkos_meret)
{
    int kulcs_index = 0;

    for (int i = 0; i < titkos_meret; ++i)
    {
```

```
        titkos[i] = titkos[i] ^ kulcs[kulcs_index];
        kulcs_index = (kulcs_index + 1) % kulcs_meret;

    }

}

int
xor_tores (const char kulcs[], int kulcs_meret, char titkos[],
           int titkos_meret)
{
    xor (kulcs, kulcs_meret, titkos, titkos_meret);

    return tiszta_lehet (titkos, titkos_meret);
}

int
main (void)
{
    char kulcs[KULCS_MERET];
    char titkos[MAX_TITKOS];
    char *p = titkos;
    int olvasott_bajtok;

    // titkos fajt berantasa
    while ((olvasott_bajtok =
            read (0, (void *) p,
                  (p - titkos + OLVASAS_BUFFER <
                   MAX_TITKOS) ? OLVASAS_BUFFER : titkos + MAX_TITKOS - p)))
        p += olvasott_bajtok;

    // maradek hely nullazasa a titkos bufferben
    for (int i = 0; i < MAX_TITKOS - (p - titkos); ++i)
        titkos[p - titkos + i] = '\0';

    // osszes kulcs eloallitasa
    for (int ii = '0'; ii <= '9'; ++ii)
        for (int ji = '0'; ji <= '9'; ++ji)
            for (int ki = '0'; ki <= '9'; ++ki)
                for (int li = '0'; li <= '9'; ++li)
                    for (int mi = '0'; mi <= '9'; ++mi)
                        for (int ni = '0'; ni <= '9'; ++ni)
                            for (int oi = '0'; oi <= '9'; ++oi)
                                for (int pi = '0'; pi <= '9'; ++pi)
                                    {
```

```
        kulcs[0] = ii;
        kulcs[1] = ji;
        kulcs[2] = ki;
        kulcs[3] = li;
        kulcs[4] = mi;
        kulcs[5] = ni;
        kulcs[6] = oi;
        kulcs[7] = pi;

        if (exor_tores (kulcs, KULCS_MERET, ←
            titkos, p - titkos))
            printf
                ("Kulcs: [%c%c%c%c%c%c%c%c]\nTiszta ←
                 szoveg: [%s]\n",
                 ii, ji, ki, li, mi, ni, oi, pi, ←
                 titkos);

        // ujra EXOR-ozunk, így nem kell egy ←
        // masodik buffer
        exor (kulcs, KULCS_MERET, titkos, p - ←
            titkos);
    }

    return 0;
}
```

4.5. Neurális OR, AND és EXOR kapu

R

Megoldás videó: <https://youtu.be/Koyw6IH5ScQ>

Megoldás forrása: https://gitlab.com/nbatfai/bhax/tree/master/attention_raising/NN_R

```
# Copyright (C) 2019 Dr. Norbert Bátfai, nbatfai@gmail.com
#
# This program is free software: you can redistribute it and/or modify
# it under the terms of the GNU General Public License as published by
# the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
# (at your option) any later version.
#
# This program is distributed in the hope that it will be useful,
# but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
# MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
# GNU General Public License for more details.
#
```

```
# You should have received a copy of the GNU General Public License
# along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>
#
# https://youtu.be/Koyw6IH5ScQ

library(neuralnet)

a1 <- c(0,1,0,1)
a2 <- c(0,0,1,1)
OR <- c(0,1,1,1)

or.data <- data.frame(a1, a2, OR)

nn.or <- neuralnet(OR~a1+a2, or.data, hidden=0, linear.output=FALSE, ↵
  stepmax = 1e+07, threshold = 0.000001)

plot(nn.or)

compute(nn.or, or.data[,1:2])

a1 <- c(0,1,0,1)
a2 <- c(0,0,1,1)
OR <- c(0,1,1,1)
AND <- c(0,0,0,1)

orand.data <- data.frame(a1, a2, OR, AND)

nn.orand <- neuralnet(OR+AND~a1+a2, orand.data, hidden=0, linear.output= ↵
  FALSE, stepmax = 1e+07, threshold = 0.000001)

plot(nn.orand)

compute(nn.orand, orand.data[,1:2])

a1 <- c(0,1,0,1)
a2 <- c(0,0,1,1)
EXOR <- c(0,1,1,0)

exor.data <- data.frame(a1, a2, EXOR)

nn.exor <- neuralnet(EXOR~a1+a2, exor.data, hidden=0, linear.output=FALSE, ↵
  stepmax = 1e+07, threshold = 0.000001)

plot(nn.exor)

compute(nn.exor, exor.data[,1:2])
```

```
a1      <- c(0,1,0,1)
a2      <- c(0,0,1,1)
EXOR    <- c(0,1,1,0)

exor.data <- data.frame(a1, a2, EXOR)

nn.exor <- neuralnet(EXOR~a1+a2, exor.data, hidden=c(6, 4, 6), linear. <-
  output=FALSE, stepmax = 1e+07, threshold = 0.000001)

plot(nn.exor)

compute(nn.exor, exor.data[,1:2])
```

Egy neurális hálózat neurális "sejtekből" álló hálózat.

Ezeknek a sejteknek megvan a matematikai modelljük. Minden ilyen sejtnak megvannak a bemeneti és kimeneti kapcsolatai. Egy bemeneti függvény, egy aktivációs függvény és a kimenet.

A bemeneti kapcsolatokon keresztül érkező adatoknak mindnek megvan a maga súlya.

A bemeneti függvényen keresztül kiszámoljuk a beérkező adatok súlyozott átlagát.

Ezután jön az aktivációs függvény, ami a súlyozott összeget egy a 0 és az 1 közé eső értékké fogja átváltani. majd a kimenetet továbbadja a kimeneti kapcsolatain keresztül, amelyek további "sejtekhez" vannak kapcsolódva.

A program maga három részből áll. Ezek sorban az OR (vagy), OR és mellé AND (és), és az XOR (kizáró vagy) logikai kapukat írják le.

A program először betölti a neuralnet nevű könyvtárat, majd például az OR esetén feltölti az a1(0,1,0,1) és a2(0,0,1,1,) változókat, illetve megadjuk, hogy ezekre az értékekre milyen hatással lenne az OR művelet elvégzése. A műveletet fentről lefelé végezzük el. Tehát 0 OR 0, 1 OR 0, 0 OR 1 és 1 OR 1. Így megkapjuk az OR(0,1,1,1) változót. Ezzel megadjuk a hálónak a szabályokat és ezután elkezd tanítani magát, kiszámolja magának a súlyokat.

4.6. Hiba-visszaterjesztéses perceptron

C++

Megoldás videó:

```
class Perceptron
{
public:
```

```
Perceptron ( int nof, ... )
{
    n_layers = nof;

    units = new double*[n_layers];
    n_units = new int[n_layers];

    va_list vap;

    va_start ( vap, nof );

    for ( int i {0}; i < n_layers; ++i )
    {
        n_units[i] = va_arg ( vap, int );

        if ( i )
            units[i] = new double [n_units[i]];
    }

    va_end ( vap );

    weights = new double**[n_layers-1];

#ifdef RND_DEBUG
    std::random_device init;
    std::default_random_engine gen {init() };
#else
    std::default_random_engine gen;
#endif

    std::uniform_real_distribution<double> dist ( -1.0, 1.0 );

    for ( int i {1}; i < n_layers; ++i )
    {
        weights[i-1] = new double *[n_units[i]];

        for ( int j {0}; j < n_units[i]; ++j )
        {
            weights[i-1][j] = new double [n_units[i-1]];

            for ( int k {0}; k < n_units[i-1]; ++k )
            {
                weights[i-1][j][k] = dist ( gen );
            }
        }
    }
}

Perceptron ( std::fstream & file )
{
```

```
file >> n_layers;

units = new double*[n_layers];
n_units = new int[n_layers];

for ( int i {0}; i < n_layers; ++i )
{
    file >> n_units[i];

    if ( i )
        units[i] = new double [n_units[i]];
}

weights = new double**[n_layers-1];

for ( int i {1}; i < n_layers; ++i )
{
    weights[i-1] = new double *[n_units[i]];

    for ( int j {0}; j < n_units[i]; ++j )
    {
        weights[i-1][j] = new double [n_units[i-1]];

        for ( int k {0}; k < n_units[i-1]; ++k )
        {
            file >> weights[i-1][j][k];
        }
    }
}

double sigmoid ( double x )
{
    return 1.0/ ( 1.0 + exp ( -x ) );
}

double operator() ( double image [] )
{
    units[0] = image;

    for ( int i {1}; i < n_layers; ++i )
    {

#ifdef CUDA_PRCPS

        cuda_layer ( i, n_units, units, weights );

```

```
#else

#pragma omp parallel for
for ( int j = 0; j < n_units[i]; ++j )
{
    units[i][j] = 0.0;

    for ( int k = 0; k < n_units[i-1]; ++k )
    {
        units[i][j] += weights[i-1][j][k] * units[i-1][k];
    }

    units[i][j] = sigmoid ( units[i][j] );
}

#endif

}

return sigmoid ( units[n_layers - 1][0] );

}

void learning ( double image [], double q, double prev_q )
{
    double y[1] {q};

    learning ( image, y );
}

void learning ( double image [], double y[] )
{
    //( *this ) ( image );

    units[0] = image;

    double ** backs = new double*[n_layers-1];

    for ( int i {0}; i < n_layers-1; ++i )
    {
        backs[i] = new double [n_units[i+1]];
    }

    int i {n_layers-1};

    for ( int j {0}; j < n_units[i]; ++j )
    {
        backs[i-1][j] = sigmoid ( units[i][j] ) * ( 1.0-sigmoid ( units[i][ ←
        j] ) ) * ( y[j] - units[i][j] );
```



```
        for ( int k {0}; k < n_units[i-1]; ++k )
        {
            weights[i-1][j][k] += ( 0.2* backs[i-1][j] *units[i-1][k] );
        }

    }

    for ( int i {n_layers-2}; i >0 ; --i )
    {

        #pragma omp parallel for
        for ( int j =0; j < n_units[i]; ++j )
        {

            double sum = 0.0;

            for ( int l = 0; l < n_units[i+1]; ++l )
            {
                sum += 0.19*weights[i][l][j]*backs[i][l];
            }

            backs[i-1][j] = sigmoid ( units[i][j] ) * ( 1.0-sigmoid ( units ←
                [i][j] ) ) * sum;

            for ( int k = 0; k < n_units[i-1]; ++k )
            {
                weights[i-1][j][k] += ( 0.19* backs[i-1][j] *units[i-1][k] ←
                    );
            }
        }
    }

    for ( int i {0}; i < n_layers-1; ++i )
    {
        delete [] backs[i];
    }

    delete [] backs;

}

~Perceptron()
{
    for ( int i {1}; i < n_layers; ++i )
    {
        for ( int j {0}; j < n_units[i]; ++j )
        {
            delete [] weights[i-1][j];
        }
    }
}
```

```
        delete [] weights[i-1];
    }

    delete [] weights;

    for ( int i {0}; i < n_layers; ++i )
    {
        if ( i )
            delete [] units[i];
    }

    delete [] units;
    delete [] n_units;

}

void save ( std::fstream & out )
{
    out << " "
        << n_layers;

    for ( int i {0}; i < n_layers; ++i )
        out << " " << n_units[i];

    for ( int i {1}; i < n_layers; ++i )
    {
        for ( int j {0}; j < n_units[i]; ++j )
        {
            for ( int k {0}; k < n_units[i-1]; ++k )
            {
                out << " "
                    << weights[i-1][j][k];
            }
        }
    }
}

private:
    Perceptron ( const Perceptron & );
    Perceptron & operator= ( const Perceptron & );

    int n_layers;
    int* n_units;
    double **units;
    double ***weights;

};
```

A fenti osztály egy hiba-visszaterjesztéses perceptron definíciója. Az így definiált perceptronnak helyet foglalhatunk úgy, hogy `Perceptron* p = new Perceptron(int layer, int neuron1, int neuron2, ..., int neuronN)` Ahol a layer a rétegek számát jelöli és az azutáni egész számok pedig az egyes rétegekhez rendelt neuronok számát.

5. fejezet

Helló, Mandelbrot!

5.1. A Mandelbrot halmaz

```
// mandelpngt.c++
// Copyright (C) 2019
// Norbert Bátfai, batfai.norbert@inf.unideb.hu
//
// This program is free software: you can redistribute it and/or modify
// it under the terms of the GNU General Public License as published by
// the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
// (at your option) any later version.
//
// This program is distributed in the hope that it will be useful,
// but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
// MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
// GNU General Public License for more details.
//
// You should have received a copy of the GNU General Public License
// along with this program. If not, see <https://www.gnu.org/licenses/>.
//
// Version history
//
// Mandelbrot png
// Programozó Páternosztter/PARP
// https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0063 ↵
// _01_paruhuzamos_prog_linux
//
// https://youtu.be/gvaqijHlRUs
//
#include <iostream>
#include "png++/png.hpp"
#include <sys/times.h>

#define MERET 600
```

```
#define ITER_HAT 32000

void
mandel (int kepadat[MERET][MERET]) {

    // MÉRÜNK IDŐT (PP 64)
    clock_t delta = clock ();
    // MÉRÜNK IDŐT (PP 66)
    struct tms tmsbuf1, tmsbuf2;
    times (&tmsbuf1);

    // számítás adatai
    float a = -2.0, b = .7, c = -1.35, d = 1.35;
    int szelesseg = MERET, magassag = MERET, iteraciosHatar = ITER_HAT;

    // a számítás
    float dx = (b - a) / szelesseg;
    float dy = (d - c) / magassag;
    float reC, imC, reZ, imZ, ujreZ, ujimZ;
    // Hány iterációt csináltunk?
    int iteracio = 0;
    // Végigzongorázzuk a szélesség x magasság rácsot:
    for (int j = 0; j < magassag; ++j)
    {
        //sor = j;
        for (int k = 0; k < szelesseg; ++k)
        {
            // c = (reC, imC) a rács csomópontjainak
            // megfelelő komplex szám
            reC = a + k * dx;
            imC = d - j * dy;
            // z_0 = 0 = (reZ, imZ)
            reZ = 0;
            imZ = 0;
            iteracio = 0;
            // z_{n+1} = z_n * z_n + c iterációk
            // számítása, amíg |z_n| < 2 vagy még
            // nem értük el a 255 iterációt, ha
            // viszont elértük, akkor úgy vesszük,
            // hogy a kiindulási c komplex számra
            // az iteráció konvergens, azaz a c a
            // Mandelbrot halmaz eleme
            while (reZ * reZ + imZ * imZ < 4 && iteracio < iteraciosHatar)
            {
                // z_{n+1} = z_n * z_n + c
                ujreZ = reZ * reZ - imZ * imZ + reC;
                ujimZ = 2 * reZ * imZ + imC;
                reZ = ujreZ;
                imZ = ujimZ;
            }
        }
    }
}
```

[illegible]

```
    kep.write (argv[1]);  
    std::cout << argv[1] << " mentve" << std::endl;  
}
```

A Mandelbrot halmaz egy nevezetes alakzat a komplex számsíkon. A komplex számok azon számok, amelyek az $a+bi$ alakot veszik fel, ahol i a -1 gyöke. Az i -t nem értelmezzük, de a segítségével megkaphatjuk a negatív számok gyökeit. Példaként a -2 gyöke egyenlő a kettő gyökének az i -szeresével.

A program kiszámolja, hogy mely értékek tartoznak a mandelbrot halmazba, majd lerajzolja őket. A rács minden pontját megvizsgáljuk a $z_{n+1}=z_n^2 + c$, ($0 \leq n$) képlet alapján úgy, hogy a c az éppen vizsgált rács-pont. A z_0 az origó.

5.2. A Mandelbrot halmaz a `std::complex` osztállyal

```
// Verzio: 3.1.2.cpp  
// Forditas:  
// g++ 3.1.2.cpp -lpng -O3 -o 3.1.2  
// Futtatas:  
// ./3.1.2 mandel.png 1920 1080 2040 ↵  
-0.01947381057309366392260585598705802112818 ↵  
-0.0194738105725413418456426484226540196687 ↵  
0.7985057569338268601555341774655971676111 ↵  
0.798505756934379196110285192844457924366  
// ./3.1.2 mandel.png 1920 1080 1020 ↵  
0.4127655418209589255340574709407519549131 ↵  
0.4127655418245818053080142817634623497725 ↵  
0.2135387051768746491386963270997512154281 ↵  
0.2135387051804975289126531379224616102874  
// Nyomtatás:  
// a2ps 3.1.2.cpp -o 3.1.2.cpp.pdf -1 --line-numbers=1 --left-footer=" ↵  
BATF41 HAXOR STR34M" --right-footer="https://bhaxor.blog.hu/" --pro= ↵  
color  
// ps2pdf 3.1.2.cpp.pdf 3.1.2.cpp.pdf.pdf  
//  
//  
// Copyright (C) 2019  
// Norbert Bátfaí, batfai.norbert@inf.unideb.hu  
//  
// This program is free software: you can redistribute it and/or modify  
// it under the terms of the GNU General Public License as published by  
// the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or  
// (at your option) any later version.  
//
```

```
// This program is distributed in the hope that it will be useful,
// but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
// MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
// GNU General Public License for more details.
//
// You should have received a copy of the GNU General Public License
// along with this program. If not, see <https://www.gnu.org/licenses/>.

#include <iostream>
#include "png++/png.hpp"
#include <complex>

int
main ( int argc, char *argv[] )
{

    int szelesseg = 1920;
    int magassag = 1080;
    int iteraciosHatar = 255;
    double a = -1.9;
    double b = 0.7;
    double c = -1.3;
    double d = 1.3;

    if ( argc == 9 )
    {
        szelesseg = atoi ( argv[2] );
        magassag = atoi ( argv[3] );
        iteraciosHatar = atoi ( argv[4] );
        a = atof ( argv[5] );
        b = atof ( argv[6] );
        c = atof ( argv[7] );
        d = atof ( argv[8] );
    }
    else
    {
        std::cout << "Hasznalat: ./3.1.2 fajlnev szelesseg magassag n a b c d ←\n" << std::endl;
        return -1;
    }

    png::image < png::rgb_pixel > kep ( szelesseg, magassag );

    double dx = ( b - a ) / szelesseg;
    double dy = ( d - c ) / magassag;
    double reC, imC, reZ, imZ;
    int iteracio = 0;

    std::cout << "Szamitas\n";
```



```
// j megy a sorokon
for ( int j = 0; j < magassag; ++j )
{
    // k megy az oszlopokon

    for ( int k = 0; k < szelesseg; ++k )
    {

        // c = (reC, imC) a halo racspontjainak
        // megfelelo komplex szam

        reC = a + k * dx;
        imC = d - j * dy;
        std::complex<double> c ( reC, imC );

        std::complex<double> z_n ( 0, 0 );
        iteracio = 0;

        while ( std::abs ( z_n ) < 4 && iteracio < iteraciosHatar )
        {
            z_n = z_n * z_n + c;

            ++iteracio;
        }

        kep.set_pixel ( k, j,
                        png::rgb_pixel ( iteracio%255, (iteracio*iteracio <=
                        )%255, 0 ) );
    }

    int szazalek = ( double ) j / ( double ) magassag * 100.0;
    std::cout << "\r" << szazalek << "%" << std::flush;
}

kep.write ( argv[1] );
std::cout << "\r" << argv[1] << " mentve." << std::endl;
}
```

A fenti program ugyanazt csinálja, mint az előző, de felhasználja az `std::complex` osztályt.

Az `std::complex` osztály egy az `complex.h` fájlban definiált osztály amit a komplex számok reprezentálására és az azokkal való műveletek elvégzésére találtak ki. A komplex osztállyal való deklaráció a következőképpen néz ki:

```
std::complex<double> z_1 = (0,0)
```

Amivel például a $z_1 = 0 + 0*i$ komplex szám van megadva.

Az osztályon belül definiálva vannak a komplex osztállyal végzett műveletek, mint az összeadás, kivonás, osztás és szorzás, vagy egyéb a komplex számokkal kapcsolatos műveletek, mint a valós vagy a képzeletbeli rész visszadadása, az abszolútérték megadása. Ezeket úgy lehet felhasználni, mint más nem komplex számokkal, például, ha definiáltuk a z_1 és z_2 komplex számokat elég azt leírunk, hogy $z_1 + z_2$. Egy z nevű komplex szám valós részének a kiírása:

```
std::cout << std::real(z)
```

5.3. Biomorfok

Megoldás videó: <https://youtu.be/IJMbgRzY76E>

Megoldás forrása: https://gitlab.com/nbatfai/bhax/tree/master/attention_raising/Biomorf

```
// Verzio: 3.1.3.cpp
// Forditas:
// g++ 3.1.3.cpp -lpng -O3 -o 3.1.3
// Futtatas:
// ./3.1.3 bmorf.png 800 800 10 -2 2 -2 2 .285 0 10
// Nyomtatas:
// a2ps 3.1.3.cpp -o 3.1.3.cpp.pdf -1 --line-numbers=1 --left-footer=" ←
// BATF41 HAXOR STR34M" --right-footer="https://bhaxor.blog.hu/" --pro= ←
// color
// ps2pdf 3.1.3.cpp.pdf 3.1.3.cpp.pdf.pdf
//
// BHAX Biomorphs
// Copyright (C) 2019
// Norbert Batfai, batfai.norbert@inf.unideb.hu
//
// This program is free software: you can redistribute it and/or modify
// it under the terms of the GNU General Public License as published by
// the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
// (at your option) any later version.
//
// This program is distributed in the hope that it will be useful,
// but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
// MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
// GNU General Public License for more details.
//
// You should have received a copy of the GNU General Public License
// along with this program. If not, see <https://www.gnu.org/licenses/>.
//
// Version history
//
// https://youtu.be/IJMbgRzY76E
```

```
// See also https://www.emis.de/journals/TJNSA/includes/files/articles/Vol9\_Iss5\_2305--2315\_Biomorphs\_via\_modified\_iterations.pdf ↵
//

#include <iostream>
#include "png++/png.hpp"
#include <complex>

int
main ( int argc, char *argv[] )
{

    int szelesseg = 1920;
    int magassag = 1080;
    int iteraciosHatar = 255;
    double xmin = -1.9;
    double xmax = 0.7;
    double ymin = -1.3;
    double ymax = 1.3;
    double reC = .285, imC = 0;
    double R = 10.0;

    if ( argc == 12 )
    {
        szelesseg = atoi ( argv[2] );
        magassag =  atoi ( argv[3] );
        iteraciosHatar =  atoi ( argv[4] );
        xmin = atof ( argv[5] );
        xmax = atof ( argv[6] );
        ymin = atof ( argv[7] );
        ymax = atof ( argv[8] );
        reC = atof ( argv[9] );
        imC = atof ( argv[10] );
        R = atof ( argv[11] );

    }
    else
    {
        std::cout << "Hasznalat: ./3.1.2 fajlnev szelesseg magassag n a b c ↵
                     d reC imC R" << std::endl;
        return -1;
    }

    png::image < png::rgb_pixel > kep ( szelesseg, magassag );

    double dx = ( xmax - xmin ) / szelesseg;
    double dy = ( ymax - ymin ) / magassag;

    std::complex<double> cc ( reC, imC );
```

```
std::cout << "Szamitas\n";

// j megy a sorokon
for ( int y = 0; y < magassag; ++y )
{
    // k megy az oszlopokon

    for ( int x = 0; x < szelesseg; ++x )
    {

        double reZ = xmin + x * dx;
        double imZ = ymax - y * dy;
        std::complex<double> z_n ( reZ, imZ );

        int iteracio = 0;
        for (int i=0; i < iteraciosHatar; ++i)
        {

            z_n = std::pow(z_n, 3) + cc;
            //z_n = std::pow(z_n, 2) + std::sin(z_n) + cc;
            if(std::real ( z_n ) > R || std::imag ( z_n ) > R)
            {
                iteracio = i;
                break;
            }
        }

        kep.set_pixel ( x, y,
                        png::rgb_pixel ( (iteracio*20)%255, (iteracio *
                        *40)%255, (iteracio*60)%255 ));
    }

    int szazalek = ( double ) y / ( double ) magassag * 100.0;
    std::cout << "\r" << szazalek << "%" << std::flush;
}

kep.write ( argv[1] );
std::cout << "\r" << argv[1] << " mentve." << std::endl;
}
```

A fenti program Julia halmazt ábrázol. A különbség a Julia és a Mandelbrot halmazok között, hogy az előbbiben a c változó, a befutott rácson egy pont, itt viszont egy állandó

5.4. A Mandelbrot halmaz CUDA megvalósítása

```
// mandelpngc_60x60_100.cu
// Copyright (C) 2019
// Norbert Bátfai, batfai.norbert@inf.unideb.hu
//
// This program is free software: you can redistribute it and/or modify
// it under the terms of the GNU General Public License as published by
// the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
// (at your option) any later version.
//
// This program is distributed in the hope that it will be useful,
// but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
// MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
// GNU General Public License for more details.
//
// You should have received a copy of the GNU General Public License
// along with this program. If not, see <https://www.gnu.org/licenses/>.
//
// Version history
//
// Mandelbrot png
// Programozó Páternoszter/PARP
// https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0063 ↵
// _01_parhuzamos_prog_linux
//
// https://youtu.be/gvaqijHlRUs
//

#include <png++/image.hpp>
#include <png++/rgb_pixel.hpp>

#include <sys/times.h>
#include <iostream>

#define MERET 600
#define ITER_HAT 32000

__device__ int
mandel (int k, int j)
{
    // Végigzongorázza a CUDA a szélesség x magasság rácsot:
    // most éppen a j. sor k. oszlopában vagyunk

    // számítás adatai
    float a = -2.0, b = .7, c = -1.35, d = 1.35;
    int szelesseg = MERET, magassag = MERET, iteraciosHatar = ITER_HAT;

    // a számítás
```

```
float dx = (b - a) / szelesseg;
float dy = (d - c) / magassag;
float reC, imC, reZ, imZ, ujreZ, ujimZ;
// Hány iterációt csináltunk?
int iteracio = 0;

// c = (reC, imC) a rács csomópontjainak
// megfelelő komplex szám
reC = a + k * dx;
imC = d - j * dy;
// z_0 = 0 = (reZ, imZ)
reZ = 0.0;
imZ = 0.0;
iteracio = 0;
// z_{n+1} = z_n * z_n + c iterációk
// számítása, amíg |z_n| < 2 vagy még
// nem értük el a 255 iterációt, ha
// viszont elértük, akkor úgy vesszük,
// hogy a kiindulási c komplex számra
// az iteráció konvergens, azaz a c a
// Mandelbrot halmaz eleme
while (reZ * reZ + imZ * imZ < 4 && iteracio < iteraciosHatar)
{
    // z_{n+1} = z_n * z_n + c
    ujreZ = reZ * reZ - imZ * imZ + reC;
    ujimZ = 2 * reZ * imZ + imC;
    reZ = ujreZ;
    imZ = ujimZ;

    ++iteracio;
}
return iteracio;
}

/*
__global__ void
mandelkernel (int *kepadat)
{

    int j = blockIdx.x;
    int k = blockIdx.y;

    kepadat[j + k * MERET] = mandel (j, k);

}
*/

__global__ void
```

```
mandelkernel (int *kepadat)
{
    int tj = threadIdx.x;
    int tk = threadIdx.y;

    int j = blockIdx.x * 10 + tj;
    int k = blockIdx.y * 10 + tk;

    kepadat[j + k * MERET] = mandel (j, k);
}

void
cudamandel (int kepadat[MERET][MERET])
{
    int *device_kepadat;
    cudaMalloc ((void **) &device_kepadat, MERET * MERET * sizeof (int));

    // dim3 grid (MERET, MERET);
    // mandelkernel <<< grid, 1 >>> (device_kepadat);

    dim3 grid (MERET / 10, MERET / 10);
    dim3 tgrid (10, 10);
    mandelkernel <<< grid, tgrid >>> (device_kepadat);

    cudaMemcpy (kepadat, device_kepadat,
                MERET * MERET * sizeof (int), cudaMemcpyDeviceToHost);
    cudaFree (device_kepadat);
}

int
main (int argc, char *argv[])
{
    // Mérünk időt (PP 64)
    clock_t delta = clock ();
    // Mérünk időt (PP 66)
    struct tms tmsbuf1, tmsbuf2;
    times (&tmsbuf1);

    if (argc != 2)
    {
        std::cout << "Hasznalat: ./mandelpngc fajlnev";
        return -1;
    }

    int kepadat[MERET][MERET];
```

```
    cudamandel (kepadat);

    png::image < png::rgb_pixel > kep (MERET, MERET);

    for (int j = 0; j < MERET; ++j)
    {
        //sor = j;
        for (int k = 0; k < MERET; ++k)
        {
            kep.set_pixel (k, j,
                png::rgb_pixel (255 -
                    (255 * kepadat[j][k]) / ITER_HAT,
                    255 -
                    (255 * kepadat[j][k]) / ITER_HAT,
                    255 -
                    (255 * kepadat[j][k]) / ITER_HAT));
        }
    }
    kep.write (argv[1]);

    std::cout << argv[1] << " mentve" << std::endl;

    times (&tmsbuf2);
    std::cout << tmsbuf2.tms_utime - tmsbuf1.tms_utime
        + tmsbuf2.tms_stime - tmsbuf1.tms_stime << std::endl;

    delta = clock () - delta;
    std::cout << (float) delta / CLOCKS_PER_SEC << " sec" << std::endl;
}
```

Megoldás forrása:

5.5. Mandelbrot nagyító és utazó C++ nyelven

Építs GUI-t a Mandelbrot algoritmusra, lehessen egérrel nagyítani egy területet, illetve egy pontot egérrel kiválasztva vizualizálja onnan a komplex iteráció bejárta z_n komplex számokat!

A main függvény a következőképpen néz ki:

```
// main.cpp

#include <QApplication>
```



```
#include "frakablak.h"

int main(int argc, char *argv[])
{
    QApplication a(argc, argv);

    FrakAblak w1;
    w1.show();

    /*
    FrakAblak w1,
    w2(-.08292191725019529, -.082921917244591272,
        -.9662079988595939, -.9662079988551173, 600, 3000),
    w3(-.08292191724880625, -.0829219172470933,
        -.9662079988581493, -.9662079988563615, 600, 4000),
    w4(.14388310361318304, .14388310362702217,
        .6523089200729396, .6523089200854384, 600, 38655);
    w1.show();
    w2.show();
    w3.show();
    w4.show();
    */
    return a.exec();
}
```

Az ehhez inkludált `frakablak.h` fájl, amelyben a `FrakAblak` osztály van definiálva:

```
#ifndef FRAKABLAH_H
#define FRAKABLAH_H

#include <QMainWindow>
#include <QImage>
#include <QPainter>
#include <QMouseEvent>
#include <QKeyEvent>
#include "frakszal.h"

class FrakSzal;

class FrakAblak : public QMainWindow
{
    Q_OBJECT

public:
    FrakAblak(double a = -2.0, double b = .7, double c = -1.35,
              double d = 1.35, int szelesseg = 600,
              int iteraciosHatar = 255, QWidget *parent = 0);
    ~FrakAblak();
};
```

```
void vissza(int magassag , int * sor, int meret) ;
void vissza(void) ;
// A komplex sík vizsgált tartománya [a,b]x[c,d].
double a, b, c, d;
// A komplex sík vizsgált tartományára feszített
// háló szélessége és magassága.
int szelesseg, magassag;
// Max. hány lépésig vizsgáljuk a  $z_{n+1} = z_n * z_n + c$  iterációt?
// (tk. most a nagyítási pontosság)
int iteraciosHatar;

protected:
void paintEvent (QPaintEvent*);
void mousePressEvent (QMouseEvent*);
void mouseMoveEvent (QMouseEvent*);
void mouseReleaseEvent (QMouseEvent*);
void keyPressEvent (QKeyEvent*);

private:
QImage* fraktal;
FrakSzal* mandelbrot;
bool szamitasFut;
// A nagyítandó kijelölt területet bal felső sarka.
int x, y;
// A nagyítandó kijelölt terület szélessége és magassága.
int mx, my;
};

#endif // FRAKABLAK_H
```

A következő a frakszal.h, amelybe szintén inkludálva van a frakablak.h fájl.

```
#ifndef FRAKSZAL_H
#define FRAKSZAL_H

#include <QThread>
#include <math.h>
#include "frakablak.h"

class FrakAblak;

class FrakSzal : public QThread
{
    Q_OBJECT

public:
    FrakSzal(double a, double b, double c, double d,
```

```
        int szelesseg, int magassag, int iteraciosHatar, FrakAblak * ←  
        frakAblak);  
~FrakSzal();  
void run();  
  
protected:  
    // A komplex sík vizsgált tartománya [a,b]x[c,d].  
    double a, b, c, d;  
    // A komplex sík vizsgált tartományára feszített  
    // háló szélessége és magassága.  
    int szelesseg, magassag;  
    // Max. hány lépésig vizsgáljuk a  $z_{n+1} = z_n * z_n + c$  iterációt?  
    // (tk. most a nagyítási pontosság)  
    int iteraciosHatar;  
    // Kinek számolok?  
    FrakAblak* frakAblak;  
    // Soronként küldöm is neki vissza a kiszámoltakat.  
    int* egySor;  
  
};  
  
#endif // FRAKSZAL_H
```

Továbbá a frakablak.cpp és a frakszal.cpp fájlok:

```
// frakablak.cpp  
//  
// Mandelbrot halmaz nagyító  
  
#include "frakablak.h"  
  
FrakAblak::FrakAblak(double a, double b, double c, double d,  
                    int szelesseg, int iteraciosHatar, QWidget *parent)  
    : QMainWindow(parent)  
{  
    setWindowTitle("Mandelbrot halmaz");  
  
    szamitasFut = true;  
    x = y = mx = my = 0;  
    this->a = a;  
    this->b = b;  
    this->c = c;  
    this->d = d;  
    this->szelesseg = szelesseg;  
    this->iteraciosHatar = iteraciosHatar;  
    magassag = (int)(szelesseg * ((d-c)/(b-a)));  
}
```

```
    setFixedSize(QSize(szelesseg, magassag));
    fraktal= new QImage(szelesseg, magassag, QImage::Format_RGB32);

    mandelbrot = new FrakSzal(a, b, c, d, szelesseg, magassag, ←
        iteraciosHatar, this);
    mandelbrot->start();
}

FrakAblak::~FrakAblak()
{
    delete fraktal;
    delete mandelbrot;
}

void FrakAblak::paintEvent(QPaintEvent*) {
    QPainter qpainter(this);
    qpainter.drawImage(0, 0, *fraktal);
    if(!szamitasFut) {
        qpainter.setPen(QPen(Qt::white, 1));
        qpainter.drawRect(x, y, mx, my);
    }
    qpainter.end();
}

void FrakAblak::mousePressEvent(QMouseEvent* event) {

    // A nagyítandó kijelölt területet bal felső sarka:
    x = event->x();
    y = event->y();
    mx = 0;
    my = 0;

    update();
}

void FrakAblak::mouseMoveEvent(QMouseEvent* event) {

    // A nagyítandó kijelölt terület szélessége és magassága:
    mx = event->x() - x;
    my = mx; // négyzet alakú

    update();
}

void FrakAblak::mouseReleaseEvent(QMouseEvent* event) {

    if(szamitasFut)
        return;
}
```

```
    szamitasFut = true;

    double dx = (b-a)/szelesseg;
    double dy = (d-c)/magassag;

    double a = this->a+x*dx;
    double b = this->a+x*dx+mx*dx;
    double c = this->d-y*dy-my*dy;
    double d = this->d-y*dy;

    this->a = a;
    this->b = b;
    this->c = c;
    this->d = d;

    delete mandelbrot;
    mandelbrot = new FrakSzal(a, b, c, d, szelesseg, magassag, ←
        iteraciosHatar, this);
    mandelbrot->start();

    update();
}

void FrakAblak::keyPressEvent(QKeyEvent *event)
{

    if(szamitasFut)
        return;

    if (event->key() == Qt::Key_N)
        iteraciosHatar *= 2;
    szamitasFut = true;

    delete mandelbrot;
    mandelbrot = new FrakSzal(a, b, c, d, szelesseg, magassag, ←
        iteraciosHatar, this);
    mandelbrot->start();

}

void FrakAblak::vissza(int magassag, int *sor, int meret)
{
    for(int i=0; i<meret; ++i) {
        QRgb szin = qRgb(0, 255-sor[i], 0);
        fraktal->setPixel(i, magassag, szin);
    }
    update();
}
```

```
void FrakAblak::vissza(void)
{
    szamitasFut = false;
    x = y = mx = my = 0;
}
```

```
// frakablak.cpp
//
// Mandelbrot halmaz nagyító
```

```
#include "frakablak.h"
```

```
FrakAblak::FrakAblak(double a, double b, double c, double d,
                    int szelesseg, int iteraciosHatar, QWidget *parent)
    : QMainWindow(parent)
```

```
{
    setWindowTitle("Mandelbrot halmaz");

    szamitasFut = true;
    x = y = mx = my = 0;
    this->a = a;
    this->b = b;
    this->c = c;
    this->d = d;
    this->szelesseg = szelesseg;
    this->iteraciosHatar = iteraciosHatar;
    magassag = (int)(szelesseg * ((d-c)/(b-a)));

    setFixedSize(QSize(szelesseg, magassag));
    fraktal= new QImage(szelesseg, magassag, QImage::Format_RGB32);

    mandelbrot = new FrakSzal(a, b, c, d, szelesseg, magassag, ←
        iteraciosHatar, this);
    mandelbrot->start();
}
```

```
FrakAblak::~FrakAblak()
{
    delete fraktal;
    delete mandelbrot;
}
```

```
void FrakAblak::paintEvent(QPaintEvent*) {
    QPainter qpainter(this);
    qpainter.drawImage(0, 0, *fraktal);
    if(!szamitasFut) {
        qpainter.setPen(QPen(Qt::white, 1));
```

```
        QPainter.drawRect(x, y, mx, my);

    }
    QPainter.end();
}

void FrakAblak::mousePressEvent(QMouseEvent* event) {

    // A nagyítandó kijelölt területet bal felső sarka:
    x = event->x();
    y = event->y();
    mx = 0;
    my = 0;

    update();
}

void FrakAblak::mouseMoveEvent(QMouseEvent* event) {

    // A nagyítandó kijelölt terület szélessége és magassága:
    mx = event->x() - x;
    my = mx; // négyzet alakú

    update();
}

void FrakAblak::mouseReleaseEvent(QMouseEvent* event) {

    if(szamitasFut)
        return;

    szamitasFut = true;

    double dx = (b-a)/szelesseg;
    double dy = (d-c)/magassag;

    double a = this->a+x*dx;
    double b = this->a+x*dx+mx*dx;
    double c = this->d-y*dy-my*dy;
    double d = this->d-y*dy;

    this->a = a;
    this->b = b;
    this->c = c;
    this->d = d;

    delete mandelbrot;
    mandelbrot = new FrakSzal(a, b, c, d, szelesseg, magassag, ←
        iteraciosHatar, this);
    mandelbrot->start();
}
```

```
        update();
    }

void FrakAblak::keyPressEvent(QKeyEvent *event)
{
    if(szamitasFut)
        return;

    if (event->key() == Qt::Key_N)
        iteraciosHatar *= 2;
    szamitasFut = true;

    delete mandelbrot;
    mandelbrot = new FrakSzal(a, b, c, d, szelesseg, magassag, ←
        iteraciosHatar, this);
    mandelbrot->start();
}

void FrakAblak::vissza(int magassag, int *sor, int meret)
{
    for(int i=0; i<meret; ++i) {
        QRgb szin = qRgb(0, 255-sor[i], 0);
        fraktal->setPixel(i, magassag, szin);
    }
    update();
}

void FrakAblak::vissza(void)
{
    szamitasFut = false;
    x = y = mx = my = 0;
}
```

5.6. Mandelbrot nagyító és utazó Java nyelven

A MandelbrotHalmaz osztály

```
/*
 * MandelbrotHalmaz.java
 *
 * DIGIT 2005, Javat tanítok
```



```
* Bátfai Norbert, nbatfai@inf.unideb.hu
*
*/
/**
 * A Mandelbrot halmazt kiszámoló és kirajzoló osztály.
 *
 * @author Bátfai Norbert, nbatfai@inf.unideb.hu
 * @version 0.0.2
 */
public class MandelbrotHalmaz extends java.awt.Frame implements Runnable {
    /** A komplex sík vizsgált tartománya [a,b]x[c,d]. */
    protected double a, b, c, d;
    /** A komplex sík vizsgált tartományára feszített
     * háló szélessége és magassága. */
    protected int szélesség, magasság;
    /** A komplex sík vizsgált tartományára feszített hálónak megfelelő kép ↔
     */
    protected java.awt.image.BufferedImage kép;
    /** Max. hány lépésig vizsgáljuk a  $z_{n+1} = z_n * z_n + c$  iterációt?
     * (tk. most a nagyítási pontosság) */
    protected int iterációsHatár = 255;
    /** Jelzi, hogy éppen megy-e a számítás? */
    protected boolean számításFut = false;
    /** Jelzi az ablakban, hogy éppen melyik sort számoljuk. */
    protected int sor = 0;
    /** A pillanatfelvételek számozásához. */
    protected static int pillanatfelvételSzámláló = 0;
    /**
     * Létrehoz egy a Mandelbrot halmazt a komplex sík
     * [a,b]x[c,d] tartománya felett kiszámoló
     * <code>MandelbrotHalmaz</code> objektumot.
     *
     * @param a a [a,b]x[c,d] tartomány a koordinátája.
     * @param b a [a,b]x[c,d] tartomány b koordinátája.
     * @param c a [a,b]x[c,d] tartomány c koordinátája.
     * @param d a [a,b]x[c,d] tartomány d koordinátája.
     * @param szélesség a halmazt tartalmazó tömb szélessége.
     * @param iterációsHatár a számítás pontossága.
     */
    public MandelbrotHalmaz(double a, double b, double c, double d,
        int szélesség, int iterációsHatár) {
        this.a = a;
        this.b = b;
        this.c = c;
        this.d = d;
        this.szélesség = szélesség;
        this.iterációsHatár = iterációsHatár;
        // a magasság az (b-a) / (d-c) = szélesség / magasság
        // arányból kiszámolva az alábbi lesz:
        this.magasság = (int)(szélesség * ((d-c)/(b-a)));
    }
}
```

```
// a kép, amire rárajzoljuk majd a halmazt
kép = new java.awt.image.BufferedImage(szélesség, magasság,
    java.awt.image.BufferedImage.TYPE_INT_RGB);
// Az ablak bezárásakor kilépünk a programból.
addWindowListener(new java.awt.event.WindowAdapter() {
    public void windowClosing(java.awt.event.WindowEvent e) {
        setVisible(false);
        System.exit(0);
    }
});
// A billentyűzetről érkező események feldolgozása
addKeyListener(new java.awt.event.KeyAdapter() {
    // Az 's', 'n' és 'm' gombok lenyomását figyeljük
    public void keyPressed(java.awt.event.KeyEvent e) {
        if(e.getKeyCode() == java.awt.event.KeyEvent.VK_S)
            pillanatfelvétel();
        // Az 'n' gomb benyomásával pontosabb számítást végzünk.
        else if(e.getKeyCode() == java.awt.event.KeyEvent.VK_N) {
            if(számításFut == false) {
                MandelbrotHalmaz.this.iterációsHatár += 256;
                // A számítás újra indul:
                számításFut = true;
                new Thread(MandelbrotHalmaz.this).start();
            }
            // Az 'm' gomb benyomásával pontosabb számítást végzünk ↔
            '
            // de közben sokkal magasabbra vesszük az iterációs
            // határt, mint az 'n' használata esetén
        } else if(e.getKeyCode() == java.awt.event.KeyEvent.VK_M) {
            if(számításFut == false) {
                MandelbrotHalmaz.this.iterációsHatár += 10*256;
                // A számítás újra indul:
                számításFut = true;
                new Thread(MandelbrotHalmaz.this).start();
            }
        }
    }
});
// Ablak tulajdonságai
setTitle("A Mandelbrot halmaz");
setResizable(false);
setSize(szélesség, magasság);
setVisible(true);
// A számítás indul:
számításFut = true;
new Thread(this).start();
}
/** A halmaz aktuális állapotának kirajzolása. */
public void paint(java.awt.Graphics g) {
    // A Mandelbrot halmaz kirajzolása
```

```
g.drawImage(kép, 0, 0, this);
// Ha éppen fut a számítás, akkor egy vörös
// vonallal jelöljük, hogy melyik sorban tart:
if(számításFut) {
    g.setColor(java.awt.Color.RED);
    g.drawLine(0, sor, getWidth(), sor);
}
}
// Ne villogjon a felület (mert a "gyári" update()
// lemeszelné a vászon felületét).
public void update(java.awt.Graphics g) {
    paint(g);
}
/** Pillanatfelvételek készítése. */
public void pillanatfelvétel() {
    // Az elmentendő kép elkészítése:
    java.awt.image.BufferedImage mentKép =
        new java.awt.image.BufferedImage(szélesség, magasság,
            java.awt.image.BufferedImage.TYPE_INT_RGB);
    java.awt.Graphics g = mentKép.getGraphics();
    g.drawImage(kép, 0, 0, this);
    g.setColor(java.awt.Color.BLUE);
    g.drawString("a=" + a, 10, 15);
    g.drawString("b=" + b, 10, 30);
    g.drawString("c=" + c, 10, 45);
    g.drawString("d=" + d, 10, 60);
    g.drawString("n=" + iterációsHatár, 10, 75);
    g.dispose();
    // A pillanatfelvétel képfájl nevének képzése:
    StringBuffer sb = new StringBuffer();
    sb = sb.delete(0, sb.length());
    sb.append("MandelbrotHalmaz_");
    sb.append(++pillanatfelvételSzámláló);
    sb.append("_");
    // A fájl nevébe bele vesszük, hogy melyik tartományban
    // találtuk a halmazt:
    sb.append(a);
    sb.append("_");
    sb.append(b);
    sb.append("_");
    sb.append(c);
    sb.append("_");
    sb.append(d);
    sb.append(".png");
    // png formátumú képet mentünk
    try {
        javax.imageio.ImageIO.write(mentKép, "png",
            new java.io.File(sb.toString()));
    } catch (java.io.IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

```
    }  
}  
/**  
 * A Mandelbrot halmaz számítási algoritmus.  
 * Az algoritmus részletes ismertetését lásd például a  
 * [BARNSELEY KÖNYV] (M. Barnsley: Fractals everywhere,  
 * Academic Press, Boston, 1986) hivatkozásban vagy  
 * ismeretterjesztő szinten a [CSÁSZÁR KÖNYV] hivatkozásban.  
 */  
public void run() {  
    // A [a,b]x[c,d] tartományon milyen sűrű a  
    // megadott szélesség, magasság háló:  
    double dx = (b-a)/szélesség;  
    double dy = (d-c)/magasság;  
    double reC, imC, reZ, imZ, ujreZ, ujimZ;  
    int rgb;  
    // Hány iterációt csináltunk?  
    int iteráció = 0;  
    // Végigzongorázzuk a szélesség x magasság hálót:  
    for(int j=0; j<magasság; ++j) {  
        sor = j;  
        for(int k=0; k<szélesség; ++k) {  
            // c = (reC, imC) a háló rácspontjainak  
            // megfelelő komplex szám  
            reC = a+k*dx;  
            imC = d-j*dy;  
            // z_0 = 0 = (reZ, imZ)  
            reZ = 0;  
            imZ = 0;  
            iteráció = 0;  
            // z_{n+1} = z_n * z_n + c iterációk  
            // számítása, amíg |z_n| < 2 vagy még  
            // nem értük el a 255 iterációt, ha  
            // viszont elértük, akkor úgy vesszük,  
            // hogy a kiindulási c komplex számra  
            // az iteráció konvergens, azaz a c a  
            // Mandelbrot halmaz eleme  
            while(reZ*reZ + imZ*imZ < 4 && iteráció < iterációsHatár) {  
                // z_{n+1} = z_n * z_n + c  
                ujreZ = reZ*reZ - imZ*imZ + reC;  
                ujimZ = 2*reZ*imZ + imC;  
                reZ = ujreZ;  
                imZ = ujimZ;  
  
                ++iteráció;  
            }  
            // ha a < 4 feltétel nem teljesült és a  
            // iteráció < iterációsHatár sérülésével lépett ki, azaz  
            // feltesszük a c-ről, hogy itt a z_{n+1} = z_n * z_n + c
```

```
// sorozat konvergencia, azaz iteráció = iterációsHatár
// ekkor az iteráció %= 256 egyenlő 255, mert az esetleges
// nagyítások során az iteráció = valahány * 256 + 255
iteráció %= 256;
// így a halmaz elemeire 255-255 értéket használjuk,
// azaz (Red=0,Green=0,Blue=0) fekete színnel:
rgb = (255-iteráció) |
      ((255-iteráció) << 8) |
      ((255-iteráció) << 16);
// rajzoljuk a képre az éppen vizsgált pontot:
kép.setRGB(k, j, rgb);
}
repaint();
}
számításFut = false;
}
/** Az aktuális Mandelbrot halmaz [a,b]x[c,d] adatai.
 * @return double a */
public double getA() {
    return a;
}
/** Az aktuális Mandelbrot halmaz [a,b]x[c,d] adatai.
 * @return double b */
public double getB() {
    return b;
}
/** Az aktuális Mandelbrot halmaz [a,b]x[c,d] adatai.
 * @return double c */
public double getC() {
    return c;
}
/** Az aktuális Mandelbrot halmaz [a,b]x[c,d] adatai.
 * @return double d */
public double getD() {
    return d;
}
/** Az aktuális Mandelbrot halmaz feletti rács adatai.
 * @return int szélesség */
public int getSz() {
    return szélesség;
}
/** Az aktuális Mandelbrot halmaz feletti rács adatai.
 * @return int magasság */
public int getM() {
    return magasság;
}
/** Az aktuális Mandelbrot halmazt tartalmazó kép.
 * @return BufferedImage kép */
public java.awt.image.BufferedImage kép() {
    return kép;
```

```
}
/** Példányosít egy Mandelbrot halmazt kiszámoló obektumot. */
public static void main(String[] args) {
    // A halmazt a komplex sík [-2.0, .7]x[-1.35, 1.35] tartományában
    // keressük egy 400x400-as hálózattal:
    new MandelbrotHalmaz(-2.0, .7, -1.35, 1.35, 600, 255);
}
}
```

A MandelbrotHalmazNagyító osztály

```
/*
 * MandelbrotHalmazNagyító.java
 *
 * DIGIT 2005, Javat tanítok
 * Bátfai Norbert, nbatfai@inf.unideb.hu
 *
 */
/**
 * A Mandelbrot halmazt nagyító és kirajzoló osztály.
 *
 * @author Bátfai Norbert, nbatfai@inf.unideb.hu
 * @version 0.0.2
 */
public class MandelbrotHalmazNagyító extends MandelbrotHalmaz {
    /** A nagyítandó kijelölt területet bal felső sarka. */
    private int x, y;
    /** A nagyítandó kijelölt terület szélessége és magassága. */
    private int mx, my;
    /**
     * Létrehoz egy a Mandelbrot halmazt a komplex sík
     * [a,b]x[c,d] tartománya felett kiszámoló és nagyítani tudó
     * <code>MandelbrotHalmazNagyító</code> objektumot.
     *
     * @param a a [a,b]x[c,d] tartomány a koordinátája.
     * @param b a [a,b]x[c,d] tartomány b koordinátája.
     * @param c a [a,b]x[c,d] tartomány c koordinátája.
     * @param d a [a,b]x[c,d] tartomány d koordinátája.
     * @param szélesség a halmazt tartalmazó tömb szélessége.
     * @param iterációsHatár a számítás pontossága.
     */
    public MandelbrotHalmazNagyító(double a, double b, double c, double d,
        int szélesség, int iterációsHatár) {
        // Az ősz osztály konstruktorának hívása
        super(a, b, c, d, szélesség, iterációsHatár);
        setTitle("A Mandelbrot halmaz nagyításai");
        // Egér kattintó események feldolgozása:
        addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
            // Egér kattintással jelöljük ki a nagyítandó területet
```

```
// bal felső sarkát vagy ugyancsak egér kattintással
// vizsgáljuk egy adott pont iterációit:
public void mousePressed(java.awt.event.MouseEvent m) {
    // Az egérmutató pozíciója
    x = m.getX();
    y = m.getY();
    // Az 1. egér gombbal a nagyítandó terület kijelölését
    // végezzük:
    if(m.getButton() == java.awt.event.MouseEvent.BUTTON1 ) {
        // A nagyítandó kijelölt területet bal felső sarka: (x, ↵
        y)
        // és szélessége (majd a vonszolás növeli)
        mx = 0;
        my = 0;
        repaint();
    } else {
        // Nem az 1. egér gombbal az egérmutató mutatta c
        // komplex számból indított iterációkat vizsgálhatjuk
        MandelbrotIterációk iterációk =
            new MandelbrotIterációk(
                MandelbrotHalmazNagyító.this, 50);
        new Thread(iterációk).start();
    }
}

// Vonszolva kijelölünk egy területet...
// Ha felengedjük, akkor a kijelölt terület
// újraszámítása indul:
public void mouseReleased(java.awt.event.MouseEvent m) {
    if(m.getButton() == java.awt.event.MouseEvent.BUTTON1 ) {
        double dx = (MandelbrotHalmazNagyító.this.b
            - MandelbrotHalmazNagyító.this.a)
            /MandelbrotHalmazNagyító.this.szélesség;
        double dy = (MandelbrotHalmazNagyító.this.d
            - MandelbrotHalmazNagyító.this.c)
            /MandelbrotHalmazNagyító.this.magasság;
        // Az új Mandelbrot nagyító objektum elkészítése:
        new MandelbrotHalmazNagyító(
            MandelbrotHalmazNagyító.this.a+x*dx,
            MandelbrotHalmazNagyító.this.a+x*dx+mx*dx,
            MandelbrotHalmazNagyító.this.d-y*dy-my*dy,
            MandelbrotHalmazNagyító.this.d-y*dy,
            600,
            MandelbrotHalmazNagyító.this.iterációsHatár);
    }
}

});

// Egér mozgás események feldolgozása:
addMouseMotionListener(new java.awt.event.MouseMotionAdapter() {
    // Vonszolással jelöljük ki a négyzetet:
    public void mouseDragged(java.awt.event.MouseEvent m) {
```

```
        // A nagyítandó kijelölt terület szélessége és magassága:
        mx = m.getX() - x;
        my = m.getY() - y;
        repaint();
    }
});
}
/**
 * Pillanatfelvételek készítése.
 */
public void pillanatfelvétel() {
    // Az elmentendő kép elkészítése:
    java.awt.image.BufferedImage mentKép =
        new java.awt.image.BufferedImage(szélesség, magasság,
            java.awt.image.BufferedImage.TYPE_INT_RGB);
    java.awt.Graphics g = mentKép.getGraphics();
    g.drawImage(kép, 0, 0, this);
    g.setColor(java.awt.Color.BLACK);
    g.drawString("a=" + a, 10, 15);
    g.drawString("b=" + b, 10, 30);
    g.drawString("c=" + c, 10, 45);
    g.drawString("d=" + d, 10, 60);
    g.drawString("n=" + iterációsHatár, 10, 75);
    if(számításFut) {
        g.setColor(java.awt.Color.RED);
        g.drawLine(0, sor, getWidth(), sor);
    }
    g.setColor(java.awt.Color.GREEN);
    g.drawRect(x, y, mx, my);
    g.dispose();
    // A pillanatfelvétel képfájl nevének képzése:
    StringBuffer sb = new StringBuffer();
    sb = sb.delete(0, sb.length());
    sb.append("MandelbrotHalmazNagyitas_");
    sb.append(++pillanatfelvételSzámláló);
    sb.append("_");
    // A fájl nevébe bele vesszük, hogy melyik tartományban
    // találtuk a halmazt:
    sb.append(a);
    sb.append("_");
    sb.append(b);
    sb.append("_");
    sb.append(c);
    sb.append("_");
    sb.append(d);
    sb.append(".png");
    // png formátumú képet mentünk
    try {
        javax.imageio.ImageIO.write(mentKép, "png",
            new java.io.File(sb.toString()));
    }
```



```
        } catch (java.io.IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
    /**
     * A nagyítandó kijelölt területet jelző négyzet kirajzolása.
     */
    public void paint(java.awt.Graphics g) {
        // A Mandelbrot halmaz kirajzolása
        g.drawImage(kép, 0, 0, this);
        // Ha éppen fut a számítás, akkor egy vörös
        // vonallal jelöljük, hogy melyik sorban tart:
        if (számításFut) {
            g.setColor(java.awt.Color.RED);
            g.drawLine(0, sor, getWidth(), sor);
        }
        // A jelző négyzet kirajzolása:
        g.setColor(java.awt.Color.GREEN);
        g.drawRect(x, y, mx, my);
    }
    /**
     * Hol áll az egérmutató?
     * @return int a kijelölt pont oszlop pozíciója.
     */
    public int getX() {
        return x;
    }
    /**
     * Hol áll az egérmutató?
     * @return int a kijelölt pont sor pozíciója.
     */
    public int getY() {
        return y;
    }
    /**
     * Példányosít egy Mandelbrot halmazt nagyító obektumot.
     */
    public static void main(String[] args) {
        // A kiinduló halmazt a komplex sík [-2.0, .7]x[-1.35, 1.35]
        // tartományában keressük egy 600x600-as hálóval és az
        // aktuális nagyítási pontossággal:
        new MandelbrotHalmazNagyító(-2.0, .7, -1.35, 1.35, 600, 255);
    }
}
```

A MandelbrotIterációk osztály

```
/*
 * MandelbrotIterációk.java
```

```
*
* DIGIT 2005, Javat tanítok
* Bátfai Norbert, nbatfai@inf.unideb.hu
*
*/
/**
 * A nagyított Mandelbrot halmazok adott pontjában képes
 * nyomonkövetni az  $z_{n+1} = z_n * z_n + c$  iterációt.
 *
 * @author Bátfai Norbert, nbatfai@inf.unideb.hu
 * @version 0.0.1
 */
public class MandelbrotIterációk implements Runnable{
    /** Mennyi időt várakozzunk két iteráció bemutatása között? */
    private int várakozás;
    // Kissé igaz redundánsan, s nem szépen, de kényelmesen:
    private MandelbrotHalmazNagyító nagyító;
    private int j, k;
    private double a, b, c, d;
    private int szélesség, magasság;
    private java.awt.image.BufferedImage kép;
    /**
     * Létrehoz egy iterációkat vizsgáló <code>MandelbrotIterációk</code>
     * szál objektumot egy adott <code>MandelbrotHalmaznagyító</code>
     * objektumhoz.
     *
     * @param nagyító egy <code>MandelbrotHalmazNagyító</code> ↵
     *            objektum
     * @param várakozás várakozási idő
     */
    public MandelbrotIterációk(MandelbrotHalmazNagyító nagyító, int ↵
        várakozás) {
        this.nagyító = nagyító;
        this.várakozás = várakozás;
        j = nagyító.getY();
        k = nagyító.getX();
        a = nagyító.getA();
        b = nagyító.getB();
        c = nagyító.getC();
        d = nagyító.getD();
        kép = nagyító.kép();
        szélesség = nagyító.getSz();
        magasság = nagyító.getM();
    }
    /** Az vizsgált pontból induló iterációk bemutatása. */
    public void run() {
        /* Az alábbi kód javarészt a MandelbrotHalmaz.java számolást
        végző run() módszeréből származik, hiszen ugyanazt csináljuk,
        csak most nem a hálón megyünk végig, hanem a háló adott a
        példányosításunkkor az egérmutató mutatta csomópontjában (ennek
```

```
felel meg a c komplex szám) számolunk, tehát a két külső for
ciklus nem kell. */
// A [a,b]x[c,d] tartományon milyen sűrű a
// megadott szélesség, magasság háló:
double dx = (b-a)/szélesség;
double dy = (d-c)/magasság;
double reC, imC, reZ, imZ, ujreZ, ujimZ;
// Hány iterációt csináltunk?
int iteráció = 0;
// c = (reC, imC) a háló rácspontjainak
// megfelelő komplex szám
reC = a+k*dx;
imC = d-j*dy;
// z_0 = 0 = (reZ, imZ)
reZ = 0;
imZ = 0;
iteráció = 0;
// z_{n+1} = z_n * z_n + c iterációk
// számítása, amíg |z_n| < 2 vagy még
// nem értük el a 255 iterációt, ha
// viszont elértük, akkor úgy vesszük,
// hogy a kiindulási c komplex számra
// az iteráció konvergens, azaz a c a
// Mandelbrot halmaz eleme
while(reZ*reZ + imZ*imZ < 4 && iteráció < 255) {
    // z_{n+1} = z_n * z_n + c
    ujreZ = reZ*reZ - imZ*imZ + reC;
    ujimZ = 2*reZ*imZ + imC;

    // az iteráció (reZ, imZ) -> (ujreZ, ujimZ)
    // ezt az egyenest kell kirajzolnunk, de most
    // a komplex számokat vissza kell transzformálnunk
    // a rács oszlop, sor koordinátájává:
    java.awt.Graphics g = kép.getGraphics();
    g.setColor(java.awt.Color.WHITE);
    g.drawLine(
        (int)((reZ - a)/dx),
        (int)((d - imZ)/dy),
        (int)((ujreZ - a)/dx),
        (int)((d - ujimZ)/dy)
    );
    g.dispose();
    nagyító.repaint();

    reZ = ujreZ;
    imZ = ujimZ;

    ++iteráció;
    // Várakozunk, hogy közben csodálhassuk az iteráció
    // látványát:
```

```
        try {  
            Thread.sleep(várakozás);  
        } catch (InterruptedException e) {}  
    }  
}
```

6. fejezet

Helló, Welch!

6.1. Első osztályom

Valósítsd meg C++-ban és Java-ban az módosított polártranszformációs algoritmust! A matek háttér teljesen irreleváns, csak annyiban érdekes, hogy az algoritmus egy számítása során két normálist számol ki, az egyiket elspájzolod és egy további logikai taggal az osztályban jelzed, hogy van vagy nincs eltéve kiszámolt szám.

A JDK (Java Development Kit) forrásaiban a Sun programozói is pontosan így csinálták meg, mint ahogy itt van.

```
#include "polargen.h"

double
PolarGen::kovetkezo ()
{
    if (nincsTarolt)
    {
        double u1, u2, v1, v2, w;
        do
        {
            u1 = std::rand () / (RAND_MAX + 1.0);
            u2 = std::rand () / (RAND_MAX + 1.0);
            v1 = 2 * u1 - 1;
            v2 = 2 * u2 - 1;
            w = v1 * v1 + v2 * v2;
        }
        while (w > 1);

        double r = std::sqrt ((-2 * std::log (w)) / w);

        tarolt = r * v2;
        nincsTarolt = !nincsTarolt;

        return r * v1;
    }
}
```

```
    }  
    else  
    {  
        nincsTarolt = !nincsTarolt;  
        return tarolt;  
    }  
}
```

Egy számítási lépés két normális eloszlású számot állít elő, így csak a minden páros számú meghíváskor kell számolnunk. Azt, hogy mikor van a páratlanadik illetve a párosadik meghívás, a `nincsTarolt` nevű változó mondja meg.

Itt a `polargen.h` fájlban inicializált `kovetkezo()` függvény van definiálva.

A `polargen.h` includált fájl tartalma egy `PolarGen` nevű osztályt ír le. Két privát változót, egy és 3 publikus függvény tartozik bele, amelyek közül a `~PolarGen` a destruktork, a `PolarGen()` pedig a konstruktor.

```
#ifndef POLARGEN__H  
#define POLARGEN__H  
  
#include <cstdlib>  
#include <cmath>  
#include <ctime>  
  
class PolarGen  
{  
public:  
    PolarGen ()  
    {  
        nincsTarolt = true;  
        std::srand (std::time (NULL));  
    }  
    ~PolarGen ()  
    {  
    }  
    double kovetkezo ();  
  
private:  
    bool nincsTarolt;  
    double tarolt;  
  
};  
  
#endif
```

6.2. LZW

Valósítsd meg C-ben az LZW algoritmus fa-építését!

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>

typedef struct binfa
{
    int ertek;
    struct binfa *bal_nulla;
    struct binfa *jobb_egy;
} BINFA, *BINFA_PTR;

BINFA_PTR
uj_elem ()
{
    BINFA_PTR p;

    if ((p = (BINFA_PTR) malloc (sizeof (BINFA))) == NULL)
    {
        perror ("memoria");
        exit (EXIT_FAILURE);
    }
    return p;
}

extern void kiir (BINFA_PTR elem);
extern void szabadit (BINFA_PTR elem);

int
main (int argc, char **argv)
{
    char b;

    BINFA_PTR gyoker = uj_elem ();
    gyoker->ertek = '/';
    BINFA_PTR fa = gyoker;

    while (read (0, (void *) &b, 1))
    {
        write (1, &b, 1);
        if (b == '0')
        {
            if (fa->bal_nulla == NULL)
            {
                fa->bal_nulla = uj_elem ();
            }
        }
    }
}
```

```
        fa->bal_nulla->ertek = 0;
        fa->bal_nulla->bal_nulla = fa->bal_nulla->jobb_egy = NULL;
        fa = gyoker;
    }
    else
    {
        fa = fa->bal_nulla;
    }
}

    else
{
    if (fa->jobb_egy == NULL)
    {
        fa->jobb_egy = uj_elem ();
        fa->jobb_egy->ertek = 1;
        fa->jobb_egy->bal_nulla = fa->jobb_egy->jobb_egy = NULL;
        fa = gyoker;
    }
    else
    {
        fa = fa->jobb_egy;
    }
}

}

printf ("\n");
kiir (gyoker);
extern int max_melyseg;
printf ("melyseg=%d", max_melyseg);
szabadit (gyoker);
}

static int melyseg = 0;
int max_melyseg = 0;

void
kiir (BINFA_PTR elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        if (melyseg > max_melyseg)
            max_melyseg = melyseg;
        kiir (elem->jobb_egy);
        for (int i = 0; i < melyseg; ++i)
            printf ("---");
        printf ("%c(%d)\n", elem->ertek < 2 ? '0' + elem->ertek : elem->ertek -
            ,
            melyseg);
        kiir (elem->bal_nulla);
    }
}
```



```

        --melyseg;
    }
}

void
szabadit (BINFA_PTR elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        szabadit (elem->jobb_egy);
        szabadit (elem->bal_nulla);
        free (elem);
    }
}

```

A program a következőt csinálja: Ha van egy 00011101110 sorozatom, akkor először felírjuk, a gyökeret (/), majd elkezdjük "szétszedni" a számsorunkat. Ha az új szám 0, akkor mindig balra írom, ha 1, akkor jobbra. Az első számjegy 0, nullám még nincs, tehát felírom. A második is 0, de az már van, ezért továbbmegyek, de megjegyzem magamnak a 0-át. A következő 0, és így a 00-nál tartunk, ami még nincs. Felírom, majd továbbmegyek. A következő számjegy 1, ami szintén nincs, tehát felírom. Utána ismét 1, ami már van, továbbmegyek: 11, felírom. És így tovább kapjuk a 01, 110 számokat.

Az így kapott eredmény szemléltetése:

```

      /
    0 1      1
0  1      1
      0

```

6.3. Fabejárás

Egy fa posztorder bejárása:

A Postorder fabejárás lényege, hogy először a bal ágakat járjuk be, majd a jobb és végül a gyökeret írjuk ki. A fenti 00011101110 példa alapján a preorder bejárás eredménye: 0, 1, 0, /, 0, 1, 1

```

void printPostorder(BINFA_PTR elem)
{
    if (elem == NULL)
        return;

    printPostorder(elem->ball_nulla);

    printPostorder(elem->jobb_egy);
}

```

```
printf("%d ", elem->ertek);  
}
```

Preorder:

A Preorder fabejárás lényege, hogy először a gyökeret írjuk ki, majd a bal ágot és végül a jobb ágot. A fenti 00011101110 példa alapján a preorder bejárás eredménye: /, 0, 0, 1, 1, 1, 0

```
void printPreorder(BINFA_PTR elem)  
{  
    if (elem == NULL)  
        return;  
  
    printf("%d ", elem->ertek);  
  
    printPreorder(elem->ball_nulla);  
  
    printPreorder(elem->jobb_egy);  
}
```

6.4. Tag a gyökér

Az LZW algoritmust ültess át egy C++ osztályba, legyen egy Tree és egy beágyazott Node osztálya. A gyökér csomópont legyen kompozícióban a fával!

A következő program az előző C++-ban megvalósított változata. A Csomópont felel meg a feladat Node-jának illetve LZWBInfa a Tree-nek.

```
// z3a2.cpp  
//  
// Együtt támadjuk meg: http://progpater.blog.hu/2011/04/14/ ←  
// együtt_tamadjuk_meg  
// LZW fa építő 3. C++ átirata a C változatból (+mélység, átlag és szórás)  
// Programozó Páternoszter  
//  
// Copyright (C) 2011, Bátfai Norbert, nbatfai@inf.unideb.hu, nbatfai@gmail ←  
// .com  
//  
// This program is free software: you can redistribute it and/or modify  
// it under the terms of the GNU General Public License as published by  
// the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or  
// (at your option) any later version.  
//
```

```
// This program is distributed in the hope that it will be useful,
// but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
// MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
// GNU General Public License for more details.
//
// You should have received a copy of the GNU General Public License
// along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
//
// Ez a program szabad szoftver; terjeszthető illetve módosítható a
// Free Software Foundation által kiadott GNU General Public License
// dokumentumában leírtak; akár a licenc 3-as, akár (tetszőleges) későbbi
// változata szerint.
//
// Ez a program abban a reményben kerül közreadásra, hogy hasznos lesz,
// de minden egyéb GARANCIA NÉLKÜL, az ELADHATÓSÁGRA vagy VALAMELY CÉLRA
// VALÓ ALKALMAZHATÓSÁGRA való származtatott garanciát is beleértve.
// További részleteket a GNU General Public License tartalmaz.
//
// A felhasználónak a programmal együtt meg kell kapnia a GNU General
// Public License egy példányát; ha mégsem kapta meg, akkor
// tekintse meg a <http://www.gnu.org/licenses/> oldalon.
//
//
// Version history:
//
// 0.0.1, http://progpater.blog.hu/2011/02/19/gyonyor_a_tomor
// 0.0.2, csomópontok mutatóinak NULLázása (nem fejtette meg senki :)
// 0.0.3, http://progpater.blog.hu/2011/03/05/ ←
//     labormeres_otthon_avagy_hogyan_dolgozok_fel_egy_pedat
// 0.0.4, z.cpp: a C verzióból svn: bevezetes/C/ziv/z.c átírjuk C++-ra
//     http://progpater.blog.hu/2011/03/31/ ←
//     imadni_fogjakok_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol
// 0.0.5, z2.cpp: az fgv(*mut)-ok helyett fgv(&ref)
// 0.0.6, z3.cpp: Csomopont beágyazva
//     http://progpater.blog.hu/2011/04/01/ ←
//     imadni_fogjakok_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol_2
// 0.0.6.1 z3a2.c: LZWBinFa már nem barátja a Csomopont-nak, mert annak ←
//     tagjait nem használja direktben
// 0.0.6.2 Kis kommentezést teszünk bele 1. lépésként (hogy a kicsit ←
//     lemaradt hallgatóknak is
//     könnyebb legyen, jól megtűzdeljük további olvasmányokkal)
//     http://progpater.blog.hu/2011/04/14/egyutt_tamadjuk_meg
//     (majd a 2. lépésben "beletesszük a d.c-t", majd s 3. lépésben a ←
//     parancssor sor argok feldolgozását)

#include <iostream> // mert olvassuk a std::cin, írjuk a std::cout ←
// csatornákat
#include <cmath> // mert vonunk gyököt a szóráshoz: std::sqrt
#include <fstream> // fájlból olvasunk, írunk majd
```

```
/* Az LZWBinFa osztályban absztraháljuk az LZW algoritmus bináris fa ←
   építését. Az osztály
   definíciójába beágyazzuk a fa egy csomópontjának az absztrakt jellemzését, ←
   ez lesz a
   beágyazott Csomopont osztály. Miért ágyazzuk be? Mert külön nem szánunk ←
   neki szerepet, ezzel
   is jelezzük, hogy csak a fa részeként számíolunk vele.*/

class LZWBinFa
{
public:
    /* Szemben a bináris keresőfánkkal (BinFa osztály)
       http://progpater.blog.hu/2011/04/12/ ←
       imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol_3
       itt (LZWBinFa osztály) a fa gyökere nem pointer, hanem a '/' betűt ←
       tartalmazó objektum,
       lásd majd a védett tagok között lent: Csomopont gyoker;
       A fa viszont már pointer, mindig az épülő LZW-fánk azon csomópontjára ←
       mutat, amit az
       input feldolgozása során az LZW algoritmus logikája diktál:
       http://progpater.blog.hu/2011/02/19/gyonyor\_a\_tomor
       Ez a konstruktor annyit csinál, hogy a fa mutatót ráállítja a gyökérre ←
       . (Mert ugye
       labopon, blogon, előadásban tisztáztuk, hogy a tartalmazott tagok, ←
       most "Csomopont gyoker"
       konstruktora előbb lefut, mint a tagot tartalmazó LZWBinFa osztály ←
       konstruktora, éppen a
       következő, azaz a fa=&gyoker OK.)
       */
    LZWBinFa (): fa(&gyoker) {}

    /* Tagfüggvényként túlterheljük a << operátort, ezzel a célunk, hogy ←
       felkeltsük a
       hallgató érdeklődését, mert ekkor így nyomhatjuk a fába az inputot: ←
       binFa << b; ahol a b
       egy '0' vagy '1'-es betű.
       Mivel tagfüggvény, így van rá "értelmezve" az aktuális (this "rejtett ←
       paraméterként"
       kapott ) példány, azaz annak a fának amibe éppen be akarjuk nyomni a b ←
       betűt a tagjai
       (pl.: "fa", "gyoker") használhatóak a függvényben.

       A függvénybe programoztuk az LZW fa építésének algoritmusát tk.:
       http://progpater.blog.hu/2011/02/19/gyonyor\_a\_tomor

       a b formális param az a betű, amit éppen be kell nyomni a fába: */
    void operator<<(char b)
    {
        // Mit kell betenni éppen, '0'-t?
        if (b == '0')
```

```
{
    /* Van '0'-s gyermeke az aktuális csomópontnak?
       megkérdezzük Tőle, a "fa" mutató éppen reá mutat */
    if (!fa->nullasGyermek ()) // ha nincs, hát akkor csinálunk
    {
        // elkészítjük, azaz példányosítunk a '0' betű akt. ←
        parammal
        Csomopont *uj = new Csomopont ('0');
        // az aktuális csomópontnak, ahol állunk azt üzenjük, hogy
        // jegyezze már be magának, hogy nullás gyereke mostantól ←
        van
        // küldjük is Neki a gyerek címét:
        fa->ujNullasGyermek (uj);
        // és visszaállunk a gyökérre (mert ezt diktálja az alg.)
        fa = &gyoker;
    }
    else // ha van, arra rálépünk
    {
        // azaz a "fa" pointer már majd a szóban forgó gyermekre ←
        mutat:
        fa = fa->nullasGyermek ();
    }
}

// Mit kell betenni éppen, vagy '1'-et?
else
{
    if (!fa->egyenesGyermek ())
    {
        Csomopont *uj = new Csomopont ('1');
        fa->ujEgyenesGyermek (uj);
        fa = &gyoker;
    }
    else
    {
        fa = fa->egyenesGyermek ();
    }
}
}

/* A bejárással kapcsolatos függvényeink (túlterhelt kiir-ók, atlag, ←
   ratlag stb.) rekurzívak,
   tk. a rekurzív fabejárást valósítják meg (lásd a 3. előadás "Fabejárás ←
   " c. fóliáját és társait)

   (Ha a rekurzív függvénnel általában gondod van => K&R könyv megfelel ←
   ő része: a 3. ea. izometrikus
   részében ezt "letáncoltuk" :) és külön idéztük a K&R álláspontját :)
   */
void kiir (void)
{
    // Sokkal elegánsabb lenne (és más, a bevezetésben nem kibontandó ←
```

```
        reentráns kérdések miatt is, mert
// ugye ha most két helyről hívják meg az objektum ilyen ↵
// függvényeit, tehát ha kétszer kezd futni az
// objektum kiir() fgv.-e pl., az komoly hiba, mert elromlana a ↵
// mélység... tehát a mostani megoldásunk
// nem reentráns) ha nem használnánk a C verzióban globális ↵
// változókat, a C++ változatban példánytagot a
// mélység kezelésére: http://progpater.blog.hu/2011/03/05/ ↵
// there_is_no_spoon
melyseg = 0;
// ha nem mondta meg a hívó az üzenetben, hogy hova írjuk ki a fát, ↵
// akkor a
// sztenderd out-ra nyomjuk
kiir (&gyoker, std::cout);
}
void szabadit (void)
{
    szabadit (gyoker.egyGyermek());
    szabadit (gyoker.nullasGyermek());
    // magát a gyökeret nem szabadítjuk, hiszen azt nem mi foglaltuk a ↵
    // szabad tárban (halmon).
}

/* A változatosság kedvéért ezeket az osztálydefiníció (class LZWBinFa ↵
{...};) után definiáljuk,
hogy kénytelen légy az LZWBinFa és a :: hatókör operátorral minősítve ↵
definiálni :) l. lentebb */
int getMelyseg (void);
double getAtlag (void);
double getSzasz (void);

/* Vágyunk, hogy a felépített LZW fát ki tudjuk nyomni ilyenformán: std ↵
::cout << binFa;
de mivel a << operátor is a sztenderd névtérben van, de a using ↵
namespace std-t elvből
nem használjuk bevezető kurzusban, így ez a konstrukció csak az ↵
argfüggő névfeloldás miatt
fordul le (B&L könyv 185. o. teteje) ám itt nem az a lényeg, hanem, ↵
hogy a cout ostream
osztálybeli, így abban az osztályban kéne módosítani, hogy tudjon ↵
kiírni LZWBinFa osztálybelieket...
e helyett a globális << operátort terheljük túl, */
friend std::ostream& operator<< (std::ostream& os, LZWBinFa& bf)
{
    bf.kiir(os);
    return os;
}
void kiir (std::ostream& os)
{
    melyseg = 0;
```

```
        kiir (&gyoker, os);
    }

private:
    class Csomopont
    {
    public:
        /* A paraméter nélküli konstruktor az elepértelmezett '/' "gyökér- ←
        betűvel" hozza
        létre a csomópontot, illet hívunk a fából, aki tagként tartalmazza ←
        a gyökeret.
        Máskülönben, ha valami betűvel hívjuk, akkor azt teszi a "betu" ←
        tagba, a két
        gyermekre mutató mutatót pedig nullra állítjuk, C++-ban a 0 is ←
        megteszi. */
        Csomopont (char b = '/'):betu (b), balNulla (0), jobbEgy (0) {};
        ~Csomopont () {};
        // Aktuális csomópont, mondd meg nékem, ki a bal oldali gyermeked
        // (a C verzió logikájával műxik ez is: ha nincs, akkor a null megy ←
        vissza)
        Csomopont *nullasGyermekek () const {
            return balNulla;
        }
        // Aktuális csomópont, mondd meg nékem, ki a jobb oldali gyermeked?
        Csomopont *egysegGyermekek () const {
            return jobbEgy;
        }
        // Aktuális csomópont, ímhol legyen a "gy" mutatta csomópont a bal ←
        oldali gyerekek!
        void ujNullasGyermekek (Csomopont * gy) {
            balNulla = gy;
        }
        // Aktuális csomópont, ímhol legyen a "gy" mutatta csomópont a jobb ←
        oldali gyerekek!
        void ujEgysegGyermekek (Csomopont * gy) {
            jobbEgy = gy;
        }
        // Aktuális csomópont: Te milyen betűt hordozol?
        // (a const kulcsszóval jelezzük, hogy nem bántjuk a példányt)
        char getBetu() const {
            return betu;
        }
    }

private:
    // friend class LZWBinFa; /* mert ebben a változatban az LZWBinFa ←
    metódusai nem közvetlenül
    // a Csomopont tagjaival dolgoznak, hanem beállító/lekérdező ←
    üzenetekkel érik el azokat */

    // Milyen betűt hordoz a csomópont
```

```
char betu;
// Melyik másik csomópont a bal oldali gyermeke? (a C változatból " ←
    örökölt" logika:
// ha hincs ilyen csermek, akkor balNulla == null) igaz
Csomopont *balNulla;
Csomopont *jobbEgy;
// nem másolható a csomópont (ökörszabály: ha van valamilye a ←
    szabad tárbán,
// letiltjuk a másoló konstruktort, meg a másoló értékadást)
Csomopont (const Csomopont &);
Csomopont & operator=(const Csomopont &);
};

/* Mindig a fa "LZW algoritmus logikája szerinti aktuális" ←
    csomópontjára mutat */
Csomopont *fa;
// technikai
int melyseg, atlagosszeg, atlagdb;
double szorasosszeg;
// szokásosan: nocopyable
LZWBinFa (const LZWBinFa &);
LZWBinFa & operator=(const LZWBinFa &);

/* Kiírja a csomópontot az os csatornára. A rekurzió kapcsán lásd a ←
    korábbi K&R-es utalást...*/
void kiir (Csomopont* elem, std::ostream& os)
{
    // Nem létező csomóponttal nem foglalkozunk... azaz ez a rekurzió ←
        leállítása
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        kiir (elem->egyGyermek(), os);
        // ez a postorder bejáráshoz képest
        // 1-el nagyobb mélység, ezért -1
        for (int i = 0; i < melyseg; ++i)
            os << "---";
        os << elem->getBetu() << "(" << melyseg - 1 << ")" << std::endl ←
            ;
        kiir (elem->nullasGyermek(), os);
        --melyseg;
    }
}

void szabadit (Csomopont * elem)
{
    // Nem létező csomóponttal nem foglalkozunk... azaz ez a rekurzió ←
        leállítása
    if (elem != NULL)
    {
        szabadit (elem->egyGyermek());
    }
}
```



```
        szabadit (elem->nullasGyermeke());
        // ha a csomópont mindkét gyermekét felszabadítottuk
        // azután szabadítjuk magát a csomópontot:
        delete elem;
    }
}

protected: // ha esetleg egyszer majd kiterjesztjük az osztályt, mert
// akarunk benne valami újdonságot csinálni, vagy meglévő tevékenységet ←
    máshogy... stb.
// akkor ezek látszanak majd a gyerek osztályban is

    /* A fában tagként benne van egy csomópont, ez erősen ki van tüntetve, ←
       Ő a gyökér: */
    Csomopont gyoker;
    int maxMelyseg;
    double atlag, szoras;

    void rmelyseg (Csomopont* elem);
    void ratlag (Csomopont* elem);
    void rszoras (Csomopont* elem);

};

// Néhány függvényt az osztálydefiníció után definiálunk, hogy lássunk ←
// ilyet is ... :)
// Nem erőltetjük viszont a külön fájlba szedést, mert a ←
// sablonosztályosított tovább
// fejlesztésben az linkelési gondot okozna, de ez a téma már kivezet a ←
// laborteljesítés
// szükséges feladatából: http://progpater.blog.hu/2011/04/12/ ←
// imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol_3

// Egyébként a melyseg, atlag és szoras fgv.-ek a kiir fgv.-el teljesen egy ←
// kaptafa.

int LZWBinFa::getMelyseg (void)
{
    melyseg = maxMelyseg = 0;
    rmelyseg (&gyoker);
    return maxMelyseg-1;
}

double LZWBinFa::getAtlag (void)
{
    melyseg = atlagosszeg = atlagdb = 0;
    ratlag (&gyoker);
    atlag = ((double)atlagosszeg) / atlagdb;
    return atlag;
}

double LZWBinFa::getSzoras (void)
```

```
{
    atlag = getAtlag ();
    szorasosszeg = 0.0;
    melyseg = atlagdb = 0;

    rszoras (&gyoker);

    if (atlagdb - 1 > 0)
        szoras = std::sqrt( szorasosszeg / (atlagdb - 1));
    else
        szoras = std::sqrt (szorasosszeg);

    return szoras;
}

void LZWBinFa::rmelyseg (Csomopont* elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        if (melyseg > maxMelyseg)
            maxMelyseg = melyseg;
        rmelyseg (elem->egyenesGyermek());
        // ez a postorder bejáráshoz képest
        // 1-el nagyobb mélység, ezért -1
        rmelyseg (elem->nullasGyermek());
        --melyseg;
    }
}

void
LZWBinFa::ratlag (Csomopont* elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        ratlag (elem->egyenesGyermek());
        ratlag (elem->nullasGyermek());
        --melyseg;
        if (elem->egyenesGyermek() == NULL && elem->nullasGyermek() == NULL)
        {
            ++atlagdb;
            atlagosszeg += melyseg;
        }
    }
}

void
LZWBinFa::rszoras (Csomopont* elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
```

```
        rszoras (elem->egyGyermek());
        rszoras (elem->nullasGyermek());
        --melyseg;
        if (elem->egyGyermek() == NULL && elem->nullasGyermek() == NULL)
        {
            ++atlagdb;
            szorasosszeg += ((melyseg - atlag) * (melyseg - atlag));
        }
    }
}

// teszt pl.: http://progpater.blog.hu/2011/03/05/ ↵
//   labormeres_otthon_avagy_hogyan_dolgozok_fel_egy_pedat
// [norbi@sgu ~]$ echo "01111001001001000111" | ./z3a2
// -----1(3)
// -----1(2)
// -----1(1)
// -----0(2)
// -----0(3)
// -----0(4)
// ---/(0)
// -----1(2)
// -----0(1)
// -----0(2)
// depth = 4
// mean = 2.75
// var = 0.957427
// a laborvédeéshez majd ezt a tesztelést használjuk:
// http://

/* Ez volt eddig a main, de most komplexebb kell, mert explicite bejövő, ↵
   kimenő fájlokkal kell dolgozni
int
main ()
{
    char b;
    LZWBinFa binFa;

    while (std::cin >> b)
    {
        binFa << b;
    }

    //std::cout << binFa.kiir (); // így rajzolt ki a fát a korábbi ↵
    //   verziókban de, hogy izgalmasabb legyen
    // a példa, azaz ki lehessen tolni az LZWBinFa-t kimeneti csatornára:

    std::cout << binFa; // ehhez kell a globális operator<< túlterhelése, ↵
    //   lásd fentebb
```

```
std::cout << "depth = " << binFa.getMelyseg () << std::endl;
std::cout << "mean = " << binFa.getAtlag () << std::endl;
std::cout << "var = " << binFa.getSzoras () << std::endl;

binFa.szabadit ();

return 0;
}
*/

/* A parancssor arg. kezelést egyszerűen bedolgozzuk a 2. hullám kapcsolódó ↵
   feladatából:
   http://progater.blog.hu/2011/03/12/hey_mikey_he_likes_it_ready_for_more_3
   de mivel nekünk sokkal egyszerűbb is elég, alig hagyunk meg belőle valamit ↵
   ...
*/

void usage(void)
{
    std::cout << "Usage: lzwtree in_file -o out_file" << std::endl;
}

int
main (int argc, char *argv[])
{
    // http://progater.blog.hu/2011/03/12/ ↵
    // hey_mikey_he_likes_it_ready_for_more_3
    // alapján a parancssor argok ottani elegáns feldolgozásából kb. ennyi ↵
    // marad:
    // "*(++argv)+1)"...

    // a kiírás szerint ./lzwtree in_file -o out_file alakra kell mennie, ↵
    // ez 4 db arg:
    if (argc != 4) {
        // ha nem annyit kapott a program, akkor felhomályosítjuk erről a ↵
        // jüzettr:
        usage();
        // és jelezzük az operációs rendszer felé, hogy valami gáz volt...
        return -1;
    }

    // "Megjegyezzük" a bemenő fájl nevét
    char *inFile = ++argv;

    // a -o kapcsoló jön?
    if (*(++argv)+1) != 'o') {
        usage();
        return -2;
    }
}
```

```
// ha igen, akkor az 5. előadásból kimásoljuk a fájlkezelés C++ ←  
// változatát:  
std::fstream beFile (inFile, std::ios_base::in);  
std::fstream kiFile (*++argv, std::ios_base::out);  
  
unsigned char b; // ide olvassuk majd a bejövő fájl bájtjait  
LZWBinFa binFa; // s nyomjuk majd be az LZW fa objektumunkba  
  
// a bemenetet binárisan olvassuk, de a kimenő fájlt már karakteresen ←  
// írjuk, hogy meg tudjuk  
// majd nézni... :) 1. az említett 5. ea. C -> C++ gyökettes átírási ←  
// példáit  
  
while (beFile.read ((char *) &b, sizeof (unsigned char))) {  
// egyszerűen a korábbi d.c kódját bemásoljuk  
// laboron többször lerajzoltuk ezt a bit-tologatást:  
// a b-ben lévő bájt bitjeit egyenként megnézzük  
    for (int i = 0; i < 8; ++i)  
    {  
        // maszkolunk  
        int egy_e = b & 0x80;  
        // csupa 0 lesz benne a végén pedig a vizsgált 0 vagy 1, az if ←  
        // megmondja melyik:  
        if ((egy_e >> 7) == 1)  
        // ha a vizsgált bit 1, akkor az '1' betűt nyomjuk az LZW fa ←  
        // objektumunkba  
            binFa << '1';  
        else  
        // különben meg a '0' betűt:  
            binFa << '0';  
        b <= 1;  
    }  
}  
  
//std::cout << binFa.kiir (); // így rajzolt ki a fát a korábbi ←  
// verziókban de, hogy izgalmasabb legyen  
// a példa, azaz ki lehessen tolni az LZWBinFa-t kimeneti csatornára:  
  
kiFile << binFa; // ehhez kell a globális operator<< túlterhelése, lásd ←  
// fentebb  
// (jó ez az OO, mert mi ugye nem igazán erre gondoltunk, amikor írtuk, ←  
// mégis megy, hurrá)  
  
kiFile << "depth = " << binFa.getMelyseg () << std::endl;  
kiFile << "mean = " << binFa.getAtlag () << std::endl;  
kiFile << "var = " << binFa.getSzoras () << std::endl;  
  
binFa.szabadit ();
```

```
    kiFile.close();
    beFile.close();

    return 0;
}
```

Ebben a programban a gyökér csomópont kompozícióban van a fával. Egy tag kompozíciónak számít, ha a tag az osztály része, a tag egyszerre csak egy osztályba tartozik, ha az osztály befejeződik, akkor a tag is, illetve ha a tag nem tud az osztály létezéséről.

```
protected:
    Csomopont gyoker;
```

A gyoker nevű csomópont nem tud az LZWBinFa osztály létezéséről, csak az LZWBinFa osztályba tartozik, ha az osztály elpusztul, akkor a gyoker is elpusztul. Mivel a gyoker az LZWBinFa osztály része, az előzőek figyelembevétel után egyértelmű, hogy kompozícióban áll vele.

6.5. Mutató a gyökér

Írd át az előző forrást, hogy a gyökér csomópont ne kompozícióban, csak aggregációban legyen a fával!

Aggregációról beszélünk, ha: A tag az osztály része. A tag több mint egy osztály része lehet egy időben. A tag nem pusztul el, ha az osztály elpusztul. A tag nem tud az osztály létezéséről.

Mivel az aggregáció egyszerre csak egy osztály része lehet, ezért, ha a gyoker csomópontot a Csomopont osztályon belül deklaráljuk, akkor az már nem lehet kompozíció, csak aggregáció

```
// z3a2.cpp
//
// Együtt támadjuk meg: http://progpater.blog.hu/2011/04/14/ ←
// együtt_tamadjuk_meg
// LZW fa építő 3. C++ átirata a C változatból (+mélység, atlag és szórás)
// Programozó Páternoszter
//
// Copyright (C) 2011, Bátfai Norbert, nbatfai@inf.unideb.hu, nbatfai@gmail ←
// .com
//
// This program is free software: you can redistribute it and/or modify
// it under the terms of the GNU General Public License as published by
// the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
// (at your option) any later version.
//
// This program is distributed in the hope that it will be useful,
// but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
// MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
```

```
// GNU General Public License for more details.
//
// You should have received a copy of the GNU General Public License
// along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
//
// Ez a program szabad szoftver; terjeszthető illetve módosítható a
// Free Software Foundation által kiadott GNU General Public License
// dokumentumában leírtak; akár a licenc 3-as, akár (tetszőleges) későbbi
// változata szerint.
//
// Ez a program abban a reményben kerül közreadásra, hogy hasznos lesz,
// de minden egyéb GARANCIA NÉLKÜL, az ELADHATÓSÁGRA vagy VALAMELY CÉLRA
// VALÓ ALKALMAZHATÓSÁGRA való származtatott garanciát is beleértve.
// További részleteket a GNU General Public License tartalmaz.
//
// A felhasználónak a programmal együtt meg kell kapnia a GNU General
// Public License egy példányát; ha mégsem kapta meg, akkor
// tekintse meg a <http://www.gnu.org/licenses/> oldalon.
//
//
// Version history:
//
// 0.0.1, http://progpater.blog.hu/2011/02/19/gyonyor_a_tomor
// 0.0.2, csomópontok mutatóinak NULLázása (nem fejtette meg senki :)
// 0.0.3, http://progpater.blog.hu/2011/03/05/ ←
//     labormeres_otthon_avagy_hogyan_dolgozok_fel_egy_pedat
// 0.0.4, z.cpp: a C verzióból svn: bevezetes/C/ziv/z.c átírjuk C++-ra
//     http://progpater.blog.hu/2011/03/31/ ←
//     imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol
// 0.0.5, z2.cpp: az fgv(*mut)-ok helyett fgv(&ref)
// 0.0.6, z3.cpp: Csomopont beágyazva
//     http://progpater.blog.hu/2011/04/01/ ←
//     imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol_2
// 0.0.6.1 z3a2.c: LZWBinFa már nem barátja a Csomopont-nak, mert annak ←
//     tagjait nem használja direktben
// 0.0.6.2 Kis kommentezést teszünk bele 1. lépésként (hogy a kicsit ←
//     lemaradt hallgatóknak is
//     könnyebb legyen, jól megtűzdeljük további olvasmányokkal)
//     http://progpater.blog.hu/2011/04/14/egyutt_tamadjuk_meg
//     (majd a 2. lépésben "beletesszük a d.c-t", majd s 3. lépésben a ←
//     parancssor sor argok feldolgozását)

#include <iostream> // mert olvassuk a std::cin, írjuk a std::cout ←
// csatornákat
#include <cmath> // mert vonunk gyököt a szóráshoz: std::sqrt
#include <fstream> // fájlból olvasunk, írunk majd

/* Az LZWBinFa osztályban absztraháljuk az LZW algoritmus bináris fa ←
// építését. Az osztály
// definíciójába beágyazzuk a fa egy csomópontjának az absztrakt jellemzését, ←
```

```
ez lesz a
beágyazott Csomopont osztály. Miért ágyazzuk be? Mert külön nem szánunk ↵
neki szerepet, ezzel
is jelezzük, hogy csak a fa részeként számolunk vele.*/

class LZWBinFa
{
public:
    /* Szemben a bináris keresőfánkkal (BinFa osztály)
    http://progpater.blog.hu/2011/04/12/ ↵
    imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol_3
    itt (LZWBinFa osztály) a fa gyökere nem pointer, hanem a '/' betűt ↵
    tartalmazó objektum,
    lásd majd a védett tagok között lent: Csomopont gyoker;
    A fa viszont már pointer, mindig az épülő LZW-fánk azon csomópontjára ↵
    mutat, amit az
    input feldolgozása során az LZW algoritmus logikája diktál:
    http://progpater.blog.hu/2011/02/19/gyonyor_a_tomor
    Ez a konstruktor annyit csinál, hogy a fa mutatót ráállítja a gyökére ↵
    . (Mert ugye
    labopon, blogon, előadásban tisztáztuk, hogy a tartalmazott tagok, ↵
    most "Csomopont gyoker"
    konstruktora előbb lefut, mint a tagot tartalmazó LZWBinFa osztály ↵
    konstruktora, éppen a
    következő, azaz a fa=&gyoker OK.)
    */
    LZWBinFa (): fa(&gyoker) {}

    /* Tagfüggvényként túlterheljük a << operátort, ezzel a célunk, hogy ↵
    felkeltsük a
    hallgató érdeklődését, mert ekkor így nyomhatjuk a fába az inputot: ↵
    binFa << b; ahol a b
    egy '0' vagy '1'-es betű.
    Mivel tagfüggvény, így van rá "értelmezve" az aktuális (this "rejtett ↵
    paraméterként"
    kapott ) példány, azaz annak a fának amibe éppen be akarjuk nyomni a b ↵
    betűt a tagjai
    (pl.: "fa", "gyoker") használhatóak a függvényben.

    A függvénybe programoztuk az LZW fa építésének algoritmusát tk.:
    http://progpater.blog.hu/2011/02/19/gyonyor_a_tomor

    a b formális param az a betű, amit éppen be kell nyomni a fába: */
    void operator<<(char b)
    {
        // Mit kell betenni éppen, '0'-t?
        if (b == '0')
        {
            /* Van '0'-s gyermeke az aktuális csomópontnak?
            megkérdezzük Tőle, a "fa" mutató éppen reá mutat */
```



```
if (!fa->nullasGyermekek ()) // ha nincs, hát akkor csinálunk
{
    // elkészítjük, azaz példányosítunk a '0' betű akt. ←
    parammal
    Csomopont *uj = new Csomopont ('0');
    // az aktuális csomópontnak, ahol állunk azt üzenjük, hogy
    // jegyezze már be magának, hogy nullás gyereke mostantól ←
    van
    // küldjük is Neki a gyerek címét:
    fa->ujNullasGyermekek (uj);
    // és visszaállunk a gyökérre (mert ezt diktálja az alg.)
    fa = &gyoker;
}
else // ha van, arra rálépünk
{
    // azaz a "fa" pointer már majd a szóban forgó gyermekre ←
    mutat:
    fa = fa->nullasGyermekek ();
}
}
// Mit kell betenni éppen, vagy '1'-et?
else
{
    if (!fa->egyenesGyermekek ())
    {
        Csomopont *uj = new Csomopont ('1');
        fa->ujEgyenesGyermekek (uj);
        fa = &gyoker;
    }
    else
    {
        fa = fa->egyenesGyermekek ();
    }
}
}
/* A bejárással kapcsolatos függvényeink (túlterhelt kiir-ók, atlag, ←
    ratlag stb.) rekurzívak,
    tk. a rekurzív fabejárást valósítják meg (lásd a 3. előadás "Fabejárás ←
    " c. fóliáját és társait)

    (Ha a rekurzív függvénnyel általában gondod van => K&R könyv megfelel ←
    ő része: a 3. ea. izometrikus
    részében ezt "letáncoltuk" :) és külön idéztük a K&R álláspontját :)
    */
void kiir (void)
{
    // Sokkal elegánsabb lenne (és más, a bevezetésben nem kibontandó ←
    reentráns kérdések miatt is, mert
    // ugye ha most két helyről hívják meg az objektum ilyen ←
    függvényeit, tehát ha kétszer kezd futni az
```

```
// objektum kiir() fgv.-e pl., az komoly hiba, mert elomlana a ←  
    mélység... tehát a mostani megoldásunk  
// nem reentráns) ha nem használnánk a C verzióban globális ←  
    változókat, a C++ változatban példánytagot a  
// mélység kezelésére: http://progpater.blog.hu/2011/03/05/ ←  
    there_is_no_spoon  
melyseg = 0;  
// ha nem mondta meg a hívó az üzenetben, hogy hova írjuk ki a fát, ←  
    akkor a  
// sztenderd out-ra nyomjuk  
kiir (&gyoker, std::cout);  
}  
void szabadit (void)  
{  
    szabadit (gyoker.egyGyermek());  
    szabadit (gyoker.nullasGyermek());  
    // magát a gyökeret nem szabadítjuk, hiszen azt nem mi foglaltuk a ←  
        szabad tárban (halmon).  
}  
  
/* A változatosság kedvéért ezeket az osztálydefiníció (class LZWBinFa ←  
    {...};) után definiáljuk,  
    hogy kénytelen légy az LZWBinFa és a :: hatókör operátorral minősítve ←  
        definiálni :) l. lentebb */  
int getMelyseg (void);  
double getAtlag (void);  
double getSzasas (void);  
  
/* Vágyunk, hogy a felépített LZW fát ki tudjuk nyomni ilyenformán: std ←  
    ::cout << binFa;  
    de mivel a << operátor is a sztenderd névtérben van, de a using ←  
        namespace std-t elvből  
    nem használjuk bevezető kurzusban, így ez a konstrukció csak az ←  
        argfüggő névfeloldás miatt  
    fordul le (B&L könyv 185. o. teteje) ám itt nem az a lényeg, hanem, ←  
        hogy a cout ostream  
    osztálybeli, így abban az osztályban kéne módosítani, hogy tudjon ←  
        kiírni LZWBinFa osztálybelieket...  
    e helyett a globális << operátort terheljük túl, */  
friend std::ostream& operator<< (std::ostream& os, LZWBinFa& bf)  
{  
    bf.kiir(os);  
    return os;  
}  
void kiir (std::ostream& os)  
{  
    melyseg = 0;  
    kiir (&gyoker, os);  
}
```

```
private:
class Csomopont
{
public:
    /* A paraméter nélküli konstruktor az elepértelmezett '/' "gyöker- ↵
        betűvel" hozza
        létre a csomópontot, illet hívunk a fából, aki tagként tartalmazza ↵
        a gyökeret.
        Máskülönben, ha valami betűvel hívjuk, akkor azt teszi a "betu" ↵
        tagba, a két
        gyermekre mutató mutatót pedig nullra állítjuk, C++-ban a 0 is ↵
        megteszi. */
    Csomopont (char b = '/'):betu (b), balNulla (0), jobbEgy (0) {};
    ~Csomopont () {};
    // Aktuális csomópont, mondd meg nékem, ki a bal oldali gyermeked
    // (a C verzió logikájával műxik ez is: ha nincs, akkor a null megy ↵
        vissza)
    Csomopont *nullasGyermekek () const {
        return balNulla;
    }
    // Aktuális csomópont, mondd meg nékem, ki a jobb oldali gyermeked?
    Csomopont *egyenesGyermekek () const {
        return jobbEgy;
    }
    // Aktuális csomópont, ímhol legyen a "gy" mutatta csomópont a bal ↵
        oldali gyereked!
    void ujNullasGyermekek (Csomopont * gy) {
        balNulla = gy;
    }
    // Aktuális csomópont, ímhol legyen a "gy" mutatta csomópont a jobb ↵
        oldali gyereked!
    void ujEgyenesGyermekek (Csomopont * gy) {
        jobbEgy = gy;
    }
    // Aktuális csomópont: Te milyen betűt hordozol?
    // (a const kulcsszóval jelezzük, hogy nem bántjuk a példányt)
    char getBetu() const {
        return betu;
    }
}

private:
    // friend class LZWBinFa; /* mert ebben a változatban az LZWBinFa ↵
        metódusai nem közvetlenül
    // a Csomopont tagjaival dolgoznak, hanem beállító/lekérdező ↵
        üzenetekkel érik el azokat */

    // Milyen betűt hordoz a csomópont
    char betu;
    // Melyik másik csomópont a bal oldali gyermeke? (a C változatból " ↵
        örökölt" logika:
```

```
// ha nincs ilyen csermek, akkor balNulla == null) igaz
Csomopont *balNulla;
Csomopont *jobbEgy;
// nem másolható a csomópont (ökörszabály: ha van valamely a ↵
    szabad tárbán,
// letiltjuk a másoló konstruktort, meg a másoló értékadást)
Csomopont (const Csomopont &);
Csomopont & operator=(const Csomopont &);
protected:
Csomopont gyoker;
};

/* Mindig a fa "LZW algoritmus logikája szerinti aktuális" ↵
    csomópontjára mutat */
Csomopont *fa;
// technikai
int melyseg, atlagosszeg, atlagdb;
double szorasosszeg;
// szokásosan: nocopyable
LZWBinFa (const LZWBinFa &);
LZWBinFa & operator=(const LZWBinFa &);

/* Kiírja a csomópontot az os csatornára. A rekurzió kapcsán lásd a ↵
    korábbi K&R-es utalást...*/
void kiir (Csomopont* elem, std::ostream& os)
{
    // Nem létező csomóponttal nem foglalkozunk... azaz ez a rekurzió ↵
        leállítása
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        kiir (elem->egyGyermek(), os);
        // ez a postorder bejáráshoz képest
        // 1-el nagyobb mélység, ezért -1
        for (int i = 0; i < melyseg; ++i)
            os << "---";
        os << elem->getBetu() << "(" << melyseg - 1 << ")" << std::endl ↵
            ;
        kiir (elem->nullGyermek(), os);
        --melyseg;
    }
}

void szabadit (Csomopont * elem)
{
    // Nem létező csomóponttal nem foglalkozunk... azaz ez a rekurzió ↵
        leállítása
    if (elem != NULL)
    {
        szabadit (elem->egyGyermek());
        szabadit (elem->nullGyermek());
    }
}
```

```
        // ha a csomópont mindkét gyermekét felszabadítottuk
        // azután szabadítjuk magát a csomópontot:
        delete elem;
    }
}

protected: // ha esetleg egyszer majd kiterjesztjük az osztályt, mert
// akarunk benne valami újdonságot csinálni, vagy meglévő tevékenységet ←
    máshogy... stb.
// akkor ezek látszanak majd a gyerek osztályban is

    int maxMelyseg;
    double atlag, szoras;

    void rmelyseg (Csomopont* elem);
    void ratlag (Csomopont* elem);
    void rszoras (Csomopont* elem);

};

// Néhány függvényt az osztálydefiníció után definiálunk, hogy lássunk ←
// ilyet is ... :)
// Nem erőltetjük viszont a külön fájlba szedést, mert a ←
// sablonosztályosított tovább
// fejlesztésben az linkelési gondot okozna, de ez a téma már kivezet a ←
// laborteljesítés
// szükséges feladatából: http://progpater.blog.hu/2011/04/12/ ←
// imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol_3

// Egyébként a melyseg, atlag és szoras fgv.-ek a kiir fgv.-el teljesen egy ←
// kaptafa.

int LZWBinFa::getMelyseg (void)
{
    melyseg = maxMelyseg = 0;
    rmelyseg (&gyoker);
    return maxMelyseg-1;
}

double LZWBinFa::getAtlag (void)
{
    melyseg = atlagosszeg = atlagdb = 0;
    ratlag (&gyoker);
    atlag = ((double)atlagosszeg) / atlagdb;
    return atlag;
}

double LZWBinFa::getSzoras (void)
{
    atlag = getAtlag ();
    szorasosszeg = 0.0;
    melyseg = atlagdb = 0;
```

```
    rszoras (&gyoker);

    if (atlagdb - 1 > 0)
        szoras = std::sqrt( szorasosszeg / (atlagdb - 1));
    else
        szoras = std::sqrt (szorasosszeg);

    return szoras;
}
void LZWBinFa::rmelyseg (Csomopont* elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        if (melyseg > maxMelyseg)
            maxMelyseg = melyseg;
        rmelyseg (elem->egyenesGyermek());
        // ez a postorder bejáráshoz képest
        // 1-el nagyobb mélység, ezért -1
        rmelyseg (elem->nullasGyermek());
        --melyseg;
    }
}
void
LZWBinFa::ratlag (Csomopont* elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        ratlag (elem->egyenesGyermek());
        ratlag (elem->nullasGyermek());
        --melyseg;
        if (elem->egyenesGyermek() == NULL && elem->nullasGyermek() == NULL)
        {
            ++atlagdb;
            atlagosszeg += melyseg;
        }
    }
}
void
LZWBinFa::rszoras (Csomopont* elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        rszoras (elem->egyenesGyermek());
        rszoras (elem->nullasGyermek());
        --melyseg;
        if (elem->egyenesGyermek() == NULL && elem->nullasGyermek() == NULL)
```

```
{
    ++atlagdb;
    szorasosszeg += ((melyseg - atlag) * (melyseg - atlag));
}
}

// teszt pl.: http://progpater.blog.hu/2011/03/05/ ↵
// labormeres_otthon_avagy_hogyan_dolgozok_fel_egy_pedat
// [norbi@sgu ~]$ echo "01111001001001000111" | ./z3a2
// -----1(3)
// -----1(2)
// -----1(1)
// -----0(2)
// -----0(3)
// -----0(4)
// ---/(0)
// -----1(2)
// -----0(1)
// -----0(2)
// depth = 4
// mean = 2.75
// var = 0.957427
// a laborvédeéshez majd ezt a tesztelést használjuk:
// http://

/* Ez volt eddig a main, de most komplexebb kell, mert explicite bejövő, ↵
   kimenő fájlokkal kell dolgozni
int
main ()
{
    char b;
    LZWBinFa binFa;

    while (std::cin >> b)
    {
        binFa << b;
    }

    //std::cout << binFa.kiir (); // így rajzolt ki a fát a korábbi ↵
    // verziókban de, hogy izgalmasabb legyen
    // a példa, azaz ki lehessen tolni az LZWBinFa-t kimeneti csatornára:

    std::cout << binFa; // ehhez kell a globális operator<< túlterhelése, ↵
    lásd fentebb

    std::cout << "depth = " << binFa.getMelyseg () << std::endl;
    std::cout << "mean = " << binFa.getAtlag () << std::endl;
    std::cout << "var = " << binFa.getSzoras () << std::endl;
```

```
    binFa.szabadit ();

    return 0;
}
*/

/* A parancssor arg. kezelést egyszerűen bedolgozzuk a 2. hullám kapcsolódó ↵
    feladatából:
    http://progater.blog.hu/2011/03/12/hey_mikey_he_likes_it_ready_for_more_3
    de mivel nekünk sokkal egyszerűbb is elég, alig hagyunk meg belőle valamit ↵
    ...
*/

void usage(void)
{
    std::cout << "Usage: lzwtree in_file -o out_file" << std::endl;
}

int
main (int argc, char *argv[])
{
    // http://progater.blog.hu/2011/03/12/ ↵
    // hey_mikey_he_likes_it_ready_for_more_3
    // alapján a parancssor argok ottani elegáns feldolgozásából kb. ennyi ↵
    // marad:
    // "*(++argv)+1)"...

    // a kiírás szerint ./lzwtree in_file -o out_file alakra kell mennie, ↵
    // ez 4 db arg:
    if (argc != 4) {
        // ha nem annyit kapott a program, akkor felhomályosítjuk erről a ↵
        // jüzettr:
        usage();
        // és jelezzük az operációs rendszer felé, hogy valami gáz volt...
        return -1;
    }

    // "Megjegyezzük" a bemenő fájl nevét
    char *inFile = ++argv;

    // a -o kapcsoló jön?
    if (*(++argv)+1) != 'o') {
        usage();
        return -2;
    }

    // ha igen, akkor az 5. előadásból kimásoljuk a fájlkezelés C++ ↵
    // változatát:
    std::fstream beFile (inFile, std::ios_base::in);
    std::fstream kiFile (*++argv, std::ios_base::out);
```



```
unsigned char b; // ide olvassuk majd a bejövő fájl bájtjait
LZWBinFa binFa; // s nyomjuk majd be az LZW fa objektumunkba

// a bemenetet binárisan olvassuk, de a kimenő fájl már karakteresen ←
// írjuk, hogy meg tudjuk
// majd nézni... :) 1. az említett 5. ea. C -> C++ gyökkettes átírási ←
// példáit

while (beFile.read ((char *) &b, sizeof (unsigned char))) {
// egyszerűen a korábbi d.c kódját bemásoljuk
// laboron többször lerajzoltuk ezt a bit-tologatást:
// a b-ben lévő bájt bitjeit egyenként megnézzük
    for (int i = 0; i < 8; ++i)
    {
        // maszkolunk
        int egy_e = b & 0x80;
        // csupa 0 lesz benne a végén pedig a vizsgált 0 vagy 1, az if ←
        // megmondja melyik:
        if ((egy_e >> 7) == 1)
// ha a vizsgált bit 1, akkor az '1' betűt nyomjuk az LZW fa ←
// objektumunkba
            binFa << '1';
        else
// különben meg a '0' betűt:
            binFa << '0';
        b <= 1;
    }
}

//std::cout << binFa.kiir (); // így rajzolt ki a fát a korábbi ←
// verziókban de, hogy izgalmasabb legyen
// a példa, azaz ki lehessen tolni az LZWBinFa-t kimeneti csatornára:

kiFile << binFa; // ehhez kell a globális operator<< túlterhelése, lásd ←
// fentebb
// (jó ez az OO, mert mi ugye nem igazán erre gondoltunk, amikor írtuk, ←
// mégis megy, hurrá)

kiFile << "depth = " << binFa.getMelyseg () << std::endl;
kiFile << "mean = " << binFa.getAtlag () << std::endl;
kiFile << "var = " << binFa.getSzoras () << std::endl;

binFa.szabadit ();

kiFile.close();
beFile.close();

return 0;
```

```
}
```

6.6. Mozgató szemantika

Írj az előző programhoz mozgató konstruktort és értékadást, a mozgató konstruktor legyen a mozgató értékadásra alapozva!

A Mozgató konstruktort az LZWBinFa osztályon belül kell definiálni. Mozgató konstruktor az előző programhoz:

```
// z3a2.cpp
//
// Együtt támadjuk meg: http://progpater.blog.hu/2011/04/14/ ↔
// együtt_tamadjuk_meg
// LZW fa építő 3. C++ átírata a C változatból (+mélység, átlag és szórás)
// Programozó Páternoszter
//
// Copyright (C) 2011, Bátfai Norbert, nbatfai@inf.unideb.hu, nbatfai@gmail.com ↔
//
// This program is free software: you can redistribute it and/or modify
// it under the terms of the GNU General Public License as published by
// the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
// (at your option) any later version.
//
// This program is distributed in the hope that it will be useful,
// but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
// MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
// GNU General Public License for more details.
//
// You should have received a copy of the GNU General Public License
// along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
//
// Ez a program szabad szoftver; terjeszthető illetve módosítható a
// Free Software Foundation által kiadott GNU General Public License
// dokumentumában leírtak; akár a licenc 3-as, akár (tetszőleges) későbbi
// változata szerint.
//
// Ez a program abban a reményben kerül közreadásra, hogy hasznos lesz,
// de minden egyéb GARANCIA NÉLKÜL, az ELADHATÓSÁGRA vagy VALAMELY CÉLRA
// VALÓ ALKALMAZHATÓSÁGRA való származtatott garanciát is beleértve.
// További részleteket a GNU General Public License tartalmaz.
//
// A felhasználónak a programmal együtt meg kell kapnia a GNU General
// Public License egy példányát; ha mégsem kapta meg, akkor
```

```
// tekintse meg a <http://www.gnu.org/licenses/> oldalon.
//
//
// Version history:
//
// 0.0.1, http://progpater.blog.hu/2011/02/19/gyonyor_a_tomor
// 0.0.2, csomópontok mutatóinak NULLázása (nem fejtette meg senki :)
// 0.0.3, http://progpater.blog.hu/2011/03/05/ ←
    labormeres_otthon_avagy_hogyan_dolgozok_fel_egy_pedat
// 0.0.4, z.cpp: a C verzióból svn: bevezetes/C/ziv/z.c átírjuk C++-ra
//      http://progpater.blog.hu/2011/03/31/ ←
    imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol
// 0.0.5,    z2.cpp: az fgv(*mut)-ok helyett fgv(&ref)
// 0.0.6,    z3.cpp: Csomopont beágyazva
//      http://progpater.blog.hu/2011/04/01/ ←
    imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol_2
// 0.0.6.1  z3a2.c: LZWBinFa már nem barátja a Csomopont-nak, mert annak ←
    tagjait nem használja direktben
// 0.0.6.2  Kis kommentezést teszünk bele 1. lépésként (hogy a kicsit ←
    lemaradt hallgatóknak is
//      könnyebb legyen, jól megtűzdeljük további olvasmányokkal)
//      http://progpater.blog.hu/2011/04/14/egyutt_tamadjuk_meg
//      (majd a 2. lépésben "beletesszük a d.c-t", majd s 3. lépésben a ←
    parancssor sor argok feldolgozását)

#include <iostream> // mert olvassuk a std::cin, írjuk a std::cout ←
    csatornákat
#include <cmath> // mert vonunk gyököt a szóráshoz: std::sqrt
#include <fstream> // fájlból olvasunk, írunk majd

/* Az LZWBinFa osztályban absztraháljuk az LZW algoritmus bináris fa ←
    építését. Az osztály
    definíciójába beágyazzuk a fa egy csomópontjának az absztrakt jellemzését, ←
    ez lesz a
    beágyazott Csomopont osztály. Miért ágyazzuk be? Mert külön nem szánunk ←
    neki szerepet, ezzel
    is jelezzük, hogy csak a fa részeként számolunk vele.*/

class LZWBinFa
{
public:
    LZWBinFa(LZWBinFa&& other)
        : _data(nullptr)
        , _length(0)
    {

        _data = other._data;
        _length = other._length;

        other._data = nullptr;
```

```
        other._length = 0;
    }

    // ertekadas
    LZWBinFa& operator=(LZWBinfa&& other)
    {
        if (this != &other)
        {
            delete[] _data;

            _data = other._data;
            _length = other._length;

            other._data = nullptr;
            other._length = 0;
        }
        return *this;
    }

    /* Szemben a bináris keresőfánkkal (BinFa osztály)
    http://progpater.blog.hu/2011/04/12/ ↵
        imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol_3
    itt (LZWBinFa osztály) a fa gyökere nem pointer, hanem a '/' betűt ↵
        tartalmazó objektum,
    lásd majd a védett tagok között lent: Csomopont gyoker;
    A fa viszont már pointer, mindig az épülő LZW-fánk azon csomópontjára ↵
        mutat, amit az
    input feldolgozása során az LZW algoritmus logikája diktál:
    http://progpater.blog.hu/2011/02/19/gyonyor_a_tomor
    Ez a konstruktor annyit csinál, hogy a fa mutatót ráállítja a gyökére ↵
        . (Mert ugye
    labopon, blogon, előadásban tisztáztuk, hogy a tartalmazott tagok, ↵
        most "Csomopont gyoker"
    konstruktora előbb lefut, mint a tagot tartalmazó LZWBinFa osztály ↵
        konstruktora, éppen a
    következő, azaz a fa=&gyoker OK.)
    */
    LZWBinFa (): fa(&gyoker) {}

    /* Tagfüggvényként túlterheljük a << operátort, ezzel a célunk, hogy ↵
        felkeltsük a
    hallgató érdeklődését, mert ekkor így nyomhatjuk a fába az inputot: ↵
        binFa << b; ahol a b
    egy '0' vagy '1'-es betű.
    Mivel tagfüggvény, így van rá "értelmezve" az aktuális (this "rejtett ↵
        paraméterként"
    kapott ) példány, azaz annak a fának amibe éppen be akarjuk nyomni a b ↵
        betűt a tagjai
    (pl.: "fa", "gyoker") használhatóak a függvényben.

    A függvénybe programoztuk az LZW fa építésének algoritmusát tk.:

```

```
http://progater.blog.hu/2011/02/19/gyonyor_a_tomor

a b formális param az a betű, amit éppen be kell nyomni a fába: */
void operator<<(char b)
{
    // Mit kell betenni éppen, '0'-t?
    if (b == '0')
    {
        /* Van '0'-s gyermeke az aktuális csomópontnak?
           megkérdezzük Tőle, a "fa" mutató éppen reá mutat */
        if (!fa->nullasGyermek ()) // ha nincs, hát akkor csinálunk
        {
            // elkészítjük, azaz páldányosítunk a '0' betű akt. ↵
            parammal
            Csomopont *uj = new Csomopont ('0');
            // az aktuális csomópontnak, ahol állunk azt üzenjük, hogy
            // jegyezze már be magának, hogy nullás gyereke mostantól ↵
            van
            // küldjük is Neki a gyerek címét:
            fa->ujNullasGyermek (uj);
            // és visszaállunk a gyökérre (mert ezt diktálja az alg.)
            fa = &gyoker;
        }
        else // ha van, arra rálépünk
        {
            // azaz a "fa" pointer már majd a szóban forgó gyermekre ↵
            mutat:
            fa = fa->nullasGyermek ();
        }
    }
    // Mit kell betenni éppen, vagy '1'-et?
    else
    {
        if (!fa->egyresGyermek ())
        {
            Csomopont *uj = new Csomopont ('1');
            fa->ujEgyresGyermek (uj);
            fa = &gyoker;
        }
        else
        {
            fa = fa->egyresGyermek ();
        }
    }
}

/* A bejárással kapcsolatos függvényeink (túlterhelt kiir-ók, atlag, ↵
   ratlag stb.) rekurzívak,
   tk. a rekurzív fabejárást valósítják meg (lásd a 3. előadás "Fabejárás ↵
   " c. fóliáját és társait)
```

```
(Ha a rekurzív függvénnel általában gondod van => K&R könyv megfelel ↔
    ő része: a 3. ea. izometrikus
részében ezt "letáncoltuk" :) és külön idéztük a K&R álláspontját :)
*/
void kiir (void)
{
    // Sokkal elegánsabb lenne (és más, a bevezetésben nem kibontandó ↔
    // reentráns kérdések miatt is, mert
    // ugye ha most két helyről hívják meg az objektum ilyen ↔
    // függvényeit, tehát ha kétszer kezd futni az
    // objektum kiir() fgv.-e pl., az komoly hiba, mert elromlana a ↔
    // mélység... tehát a mostani megoldásunk
    // nem reentráns) ha nem használnánk a C verzióban globális ↔
    // változókat, a C++ változatban példánytagot a
    // mélység kezelésére: http://progpater.blog.hu/2011/03/05/ ↔
    // there_is_no_spoon
    melyseg = 0;
    // ha nem mondta meg a hívó az üzenetben, hogy hova írjuk ki a fát, ↔
    // akkor a
    // sztenderd out-ra nyomjuk
    kiir (&gyoker, std::cout);
}
void szabadit (void)
{
    szabadit (gyoker.egyGyermek());
    szabadit (gyoker.nullasGyermek());
    // magát a gyökeret nem szabadítjuk, hiszen azt nem mi foglaltuk a ↔
    // szabad tárban (halmon).
}

/* A változatosság kedvéért ezeket az osztálydefiníció (class LZWBinFa ↔
    {...});) után definiáljuk,
    hogy kénytelen légy az LZWBinFa és a :: hatókör operátorral minősítve ↔
    definiálni :) l. lentebb */
int getMelyseg (void);
double getAtlag (void);
double getSzoras (void);

/* Vágyunk, hogy a felépített LZW fát ki tudjuk nyomni ilyenformán: std ↔
    ::cout << binFa;
    de mivel a << operátor is a sztenderd névtérben van, de a using ↔
    namespace std-t elvből
    nem használjuk bevezető kurzusban, így ez a konstrukció csak az ↔
    argfüggő névfeloldás miatt
    fordul le (B&L könyv 185. o. teteje) ám itt nem az a lényeg, hanem, ↔
    hogy a cout ostream
    osztálybeli, így abban az osztályban kéne módosítani, hogy tudjon ↔
    kiírni LZWBinFa osztálybelieket...
    e helyett a globális << operátort terheljük túl, */
friend std::ostream& operator<< (std::ostream& os, LZWBinFa& bf)
```

```
{
    bf.kiir(os);
    return os;
}
void kiir (std::ostream& os)
{
    melyseg = 0;
    kiir (&gyoker, os);
}

private:
class Csomopont
{
public:
    /* A paraméter nélküli konstruktor az elepértelmezett '/' "gyökér- ↵
       betűvel" hozza
       létre a csomópontot, illet hívunk a fából, aki tagként tartalmazza ↵
       a gyökeret.
       Máskülönb, ha valami betűvel hívjuk, akkor azt teszi a "betu" ↵
       tagba, a két
       gyermekre mutató mutatót pedig nullra állítjuk, C++-ban a 0 is ↵
       megteszi. */
    Csomopont (char b = '/'):betu (b), balNulla (0), jobbEgy (0) {};
    ~Csomopont () {};
    // Aktuális csomópont, mondd meg nékem, ki a bal oldali gyermeked
    // (a C verzió logikájával műxik ez is: ha nincs, akkor a null megy ↵
    vissza)
    Csomopont *nullasGyermekek () const {
        return balNulla;
    }
    // Aktuális csomópont, mondd meg nékem, ki a jobb oldali gyermeked?
    Csomopont *egyGyermekek () const {
        return jobbEgy;
    }
    // Aktuális csomópont, ímhol legyen a "gy" mutatta csomópont a bal ↵
    oldali gyerekek!
    void ujNullasGyermekek (Csomopont * gy) {
        balNulla = gy;
    }
    // Aktuális csomópont, ímhol legyen a "gy" mutatta csomópont a jobb ↵
    oldali gyerekek!
    void ujEgyGyermekek (Csomopont * gy) {
        jobbEgy = gy;
    }
    // Aktuális csomópont: Te milyen betűt hordozol?
    // (a const kulcsszóval jelezzük, hogy nem bántjuk a példányt)
    char getBetu() const {
        return betu;
    }
}
```

```
private:
    // friend class LZWBinFa; /* mert ebben a változatban az LZWBinFa ↵
    // metódusai nem közvetlenül
    // a Csomopont tagjaival dolgoznak, hanem beállító/lekérdező ↵
    // üzenetekkel érik el azokat */

    // Milyen betűt hordoz a csomópont
    char betu;
    // Melyik másik csomópont a bal oldali gyermeke? (a C változatból " ↵
    // örökölt" logika:
    // ha hincs ilyen csermek, akkor balNulla == null) igaz
    Csomopont *balNulla;
    Csomopont *jobbEgy;
    // nem másolható a csomópont (ökörszabály: ha van valamely a ↵
    // szabad tárbán,
    // letiltjuk a másoló konstruktort, meg a másoló értékadást)
    Csomopont (const Csomopont &);
    Csomopont & operator=(const Csomopont &);
protected:
    Csomopont gyoker;
};

/* Mindig a fa "LZW algoritmus logikája szerinti aktuális" ↵
   csomópontjára mutat */
Csomopont *fa;
// technikai
int melyseg, atlagosszeg, atlagdb;
double szorasosszeg;
// szokásosan: nocopyable
LZWBinFa (const LZWBinFa &);
LZWBinFa & operator=(const LZWBinFa &);

/* Kiírja a csomópontot az os csatornára. A rekurzió kapcsán lásd a ↵
   korábbi K&R-es utalást...*/
void kiir (Csomopont* elem, std::ostream& os)
{
    // Nem létező csomóponttal nem foglalkozunk... azaz ez a rekurzió ↵
    // leállítása
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        kiir (elem->egyGyermek(), os);
        // ez a postorder bejáráshoz képest
        // 1-el nagyobb mélység, ezért -1
        for (int i = 0; i < melyseg; ++i)
            os << "---";
        os << elem->getBetu() << "(" << melyseg - 1 << ")" << std::endl ↵
        ;
        kiir (elem->nullasGyermek(), os);
        --melyseg;
```



```
    }
}
void szabadit (Csomopont * elem)
{
    // Nem létező csomóponttal nem foglalkozunk... azaz ez a rekurzió ↵
    // leállítása
    if (elem != NULL)
    {
        szabadit (elem->egyenesGyermeke());
        szabadit (elem->nullasGyermeke());
        // ha a csomópont mindkét gyermekét felszabadítottuk
        // azután szabadítjuk magát a csomópontot:
        delete elem;
    }
}

protected: // ha esetleg egyszer majd kiterjesztjük az osztályt, mert
// akarunk benne valami újdonságot csinálni, vagy meglévő tevékenységet ↵
// máshogy... stb.
// akkor ezek látszanak majd a gyerek osztályban is

    int maxMelyseg;
    double atlag, szoras;

    void rmelyseg (Csomopont* elem);
    void ratlag (Csomopont* elem);
    void rszoras (Csomopont* elem);

};

// Néhány függvényt az osztálydefiníció után definiálunk, hogy lássunk ↵
// ilyet is ... :)
// Nem erőltetjük viszont a külön fájlba szedést, mert a ↵
// sablonosztályosított tovább
// fejlesztésben az linkelési gondot okozna, de ez a téma már kivezet a ↵
// laborteljesítés
// szükséges feladatából: http://progpater.blog.hu/2011/04/12/ ↵
// imadni_fogjak_a_c_t_egy_emberkent_tiszta_szivbol_3

// Egyébként a melyseg, atlag és szoras fgv.-ek a kiir fgv.-el teljesen egy ↵
// kaptafa.

int LZWBinFa::getMelyseg (void)
{
    melyseg = maxMelyseg = 0;
    rmelyseg (&gyoker);
    return maxMelyseg-1;
}
double LZWBinFa::getAtlag (void)
{
```

```
melyseg = atlagosszeg = atlagdb = 0;
ratlag (&gyoker);
atlag = ((double)atlagosszeg) / atlagdb;
return atlag;
}
double LZWBinFa::getSzoras (void)
{
    atlag = getAtlag ();
    szorasosszeg = 0.0;
    melyseg = atlagdb = 0;

    rszoras (&gyoker);

    if (atlagdb - 1 > 0)
        szoras = std::sqrt( szorasosszeg / (atlagdb - 1));
    else
        szoras = std::sqrt (szorasosszeg);

    return szoras;
}
void LZWBinFa::rmelyseg (Csomopont* elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        if (melyseg > maxMelyseg)
            maxMelyseg = melyseg;
        rmelyseg (elem->egyenesGyermekek());
        // ez a postorder bejáráshoz képest
        // 1-el nagyobb mélység, ezért -1
        rmelyseg (elem->nullasGyermekek());
        --melyseg;
    }
}
void
LZWBinFa::ratlag (Csomopont* elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        ratlag (elem->egyenesGyermekek());
        ratlag (elem->nullasGyermekek());
        --melyseg;
        if (elem->egyenesGyermekek() == NULL && elem->nullasGyermekek() == NULL)
        {
            ++atlagdb;
            atlagosszeg += melyseg;
        }
    }
}
```

```
void
LZWBinFa::rszoras (Csomopont* elem)
{
    if (elem != NULL)
    {
        ++melyseg;
        rszoras (elem->egyGyermek());
        rszoras (elem->nullasGyermek());
        --melyseg;
        if (elem->egyGyermek() == NULL && elem->nullasGyermek() == NULL)
        {
            ++atlagdb;
            szorasosszeg += ((melyseg - atlag) * (melyseg - atlag));
        }
    }
}

// teszt pl.: http://progpater.blog.hu/2011/03/05/ ↵
// labormeres_otthon_avagy_hogyan_dolgozok_fel_egy_pedat
// [norbi@sgu ~]$ echo "01111001001001000111" | ./z3a2
// -----1(3)
// -----1(2)
// -----1(1)
// -----0(2)
// -----0(3)
// -----0(4)
// ---/(0)
// -----1(2)
// -----0(1)
// -----0(2)
// depth = 4
// mean = 2.75
// var = 0.957427
// a laborvédeéshez majd ezt a tesztelést használjuk:
// http://

/* Ez volt eddig a main, de most komplexebb kell, mert explicite bejövő, ↵
   kimenő fájlokkal kell dolgozni
int
main ()
{
    char b;
    LZWBinFa binFa;

    while (std::cin >> b)
    {
        binFa << b;
    }

    //std::cout << binFa.kiir (); // így rajzolt ki a fát a korábbi ↵
```

```
        verziókban de, hogy izgalmasabb legyen
        // a példa, azaz ki lehessen tolni az LZWBinFa-t kimeneti csatornára:

        std::cout << binFa; // ehhez kell a globális operator<< túlterhelése, ↵
        lásd fentebb

        std::cout << "depth = " << binFa.getMelyseg () << std::endl;
        std::cout << "mean = " << binFa.getAtlag () << std::endl;
        std::cout << "var = " << binFa.getSzoras () << std::endl;

        binFa.szabadit ();

        return 0;
    }
    */

/* A parancssor arg. kezelést egyszerűen bedolgozzuk a 2. hullám kapcsolódó ↵
    feladatából:
    http://progpater.blog.hu/2011/03/12/hey_mikey_he_likes_it_ready_for_more_3
    de mivel nekünk sokkal egyszerűbb is elég, alig hagyunk meg belőle valamit ↵
    ...
    */

void usage(void)
{
    std::cout << "Usage: lzwtree in_file -o out_file" << std::endl;
}

int
main (int argc, char *argv[])
{
    // http://progpater.blog.hu/2011/03/12/ ↵
    // hey_mikey_he_likes_it_ready_for_more_3
    // alapján a parancssor argok ottani elegáns feldolgozásából kb. ennyi ↵
    // marad:
    // " *((*++argv)+1) "...

    // a kiírás szerint ./lzwtree in_file -o out_file alakra kell mennie, ↵
    // ez 4 db arg:
    if (argc != 4) {
        // ha nem annyit kapott a program, akkor felhomályosítjuk erről a ↵
        // jüzettr:
        usage();
        // és jelezzük az operációs rendszer felé, hogy valami gáz volt...
        return -1;
    }

    // "Megjegyezzük" a bemenő fájl nevét
    char *inFile = *++argv;
```

```
// a -o kapcsoló jön?
if ((*++argv)+1) != 'o') {
    usage();
    return -2;
}

// ha igen, akkor az 5. előadásból kimásoljuk a fájlkezelés C++ ←
// változatát:
std::fstream beFile (inFile, std::ios_base::in);
std::fstream kiFile (*++argv, std::ios_base::out);

unsigned char b; // ide olvassuk majd a bejövő fájl bájtjait
LZWBinFa binFa; // s nyomjuk majd be az LZW fa objektumunkba

// a bemenetet binárisan olvassuk, de a kimenő fájlt már karakteresen ←
// írjuk, hogy meg tudjuk
// majd nézni... :) l. az említett 5. ea. C -> C++ gyökkettes átírási ←
// példáit

while (beFile.read ((char *) &b, sizeof (unsigned char))) {
    // egyszerűen a korábbi d.c kódját bemásoljuk
    // laboron többször lerajzoltuk ezt a bit-tologatást:
    // a b-ben lévő bájt bitjeit egyenként megnézzük
    for (int i = 0; i < 8; ++i)
    {
        // maszkolunk
        int egy_e = b & 0x80;
        // csupa 0 lesz benne a végén pedig a vizsgált 0 vagy 1, az if ←
        // megmondja melyik:
        if ((egy_e >> 7) == 1)
        // ha a vizsgált bit 1, akkor az '1' betűt nyomjuk az LZW fa ←
        // objektumunkba
            binFa << '1';
        else
        // különben meg a '0' betűt:
            binFa << '0';
        b <<= 1;
    }
}

//std::cout << binFa.kiir (); // így rajzolt ki a fát a korábbi ←
// verziókban de, hogy izgalmasabb legyen
// a példa, azaz ki lehessen tolni az LZWBinFa-t kimeneti csatornára:

kiFile << binFa; // ehhez kell a globális operator<< túlterhelése, lásd ←
// fentebb
// (jó ez az OO, mert mi ugye nem igazán erre gondoltunk, amikor írtuk, ←
// mégis megy, hurrá)
```

```
kiFile << "depth = " << binFa.getMelyseg () << std::endl;
kiFile << "mean = " << binFa.getAtlag () << std::endl;
kiFile << "var = " << binFa.getSzoras () << std::endl;

binFa.szabadit ();

kiFile.close();
beFile.close();

return 0;
}
```

7. fejezet

Helló, Conway!

7.1. Hangyaszimulációk

Írj Qt C++-ban egy hangyaszimulációs programot, a forrásaidról utólag reverse engineering jelleggel készíts UML osztálydiagramot is!

Megoldás videó: <https://bhaxor.blog.hu/2018/10/10/myrmecologist>

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

7.2. Java életjáték

Írd meg Java-ban a John Horton Conway-féle életjátékot, valósítsa meg a sikló-kilövőt!

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

7.3. Qt C++ életjáték

Most Qt C++-ban!

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

7.4. BrainB Benchmark

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

DRAFT

8. fejezet

Helló, Schwarzenegger!

8.1. Szoftmax Py MNIST

aa Python

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

8.2. Szoftmax R MNIST

R

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

8.3. Mély MNIST

Python

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

8.4. Deep dream

Keras

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

8.5. Robotpszichológia

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

DRAFT

9. fejezet

Helló, Chaitin!

9.1. Iteratív és rekurzív faktoriális Lisp-ben

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

9.2. Weizenbaum Eliza programja

Éleszd fel Weizenbaum Eliza programját!

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

9.3. Gimp Scheme Script-fu: króm effekt

Írj olyan script-fu kiterjesztést a GIMP programhoz, amely megvalósítja a króm effektet egy bemenő szövegre!

Megoldás videó: https://youtu.be/OKdAkI_c7Sc

Megoldás forrása: https://gitlab.com/nbatfai/bhax/tree/master/attention_raising/GIMP_Lisp/Chrome

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

9.4. Gimp Scheme Script-fu: név mandala

Írj olyan script-fu kiterjesztést a GIMP programhoz, amely név-mandalát készít a bemenő szövegből!

Megoldás videó: https://bhaxor.blog.hu/2019/01/10/a_gimp_lisp_hackelese_a_scheme_programozasi_nyelv

Megoldás forrása: https://gitlab.com/nbatfai/bhax/tree/master/attention_raising/GIMP_Lisp/Mandala

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

9.5. Lambda

Hasonlítsd össze a következő programokat!

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

9.6. Omega

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

DRAFT

III. rész

Második felvonás

**Bátf41 Haxor Stream**

A feladatokkal kapcsolatos élő adásokat sugároz a <https://www.twitch.tv/nbatfai> csatorna, melynek permanens archívuma a <https://www.youtube.com/c/nbatfai> csatornán található.

DRAFT

10. fejezet

Helló, Arroway!

10.1. A BPP algoritmus Java megvalósítása

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

10.2. Java osztályok a Pi-ben

Az előző feladat kódját fejleszd tovább: vizsgáld, hogy Vannak-e Java osztályok a Pi hexadecimális kifejtésében!

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

11. fejezet

Helló, Gutenberg!

11.1. Programozási alapfogalmak

[?]

11.2. Programozás bevezetés

[KERNIGHANRITCHIE]

Megoldás videó: <https://youtu.be/zmfT9miB-jY>

The C Programming Language, Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie

1.1 Indulás.

A könyv írói szerint minden program elsajátítása a "Helló Világ!" program megírásával történik. Ez C nyelven így néz ki:

```
include <stdio.h>

int main()
{
    printf("Hello World!\n");
}
```

Ezt a forráskódot programnev.c néven kell elmenteni, futtatása operációs rendszertől függ. Lefordítása a "gcc programnev.c -nev" paranccsal történik, futtatása Linuxon "./nev" , Windows alatt "nev" a terminálból. A program eredménye a következőképpen fog kinézni: Hello World!

Egy C program függvényekből (function) és változókból (variable) áll. Egy függvény pedig állításokból (statement). Az állítások megmondják, hogy mit kell csinálni, a változók pedig a számításokhoz szükséges

értékeket tárolják. A munkánkat különböző könyvtárak segíthetik, amelyeket inkludálni kell. Ezt itt az első sor teszi. A legelső sor azt mondja a compilernek, hogy az `stdio.h` (standard input/output) fájl tartalmát másolja át a mi programfájlunkba.

Az argumentumok azok az értékek, amelyeket függvényhíváskor adunk meg. Például a `printf("Helló Világ!\n")` esetén az `printf()` függvény argumentuma a "Helló Világ!\n" karakterlánc. Az argumentumokat mindig egy zárójelbe tesszük.

1.2 Változók és aritmetikai kifejezések

A következő program két oszlopban kiírja nullától háromszázig huszassával haladva a hőmérsékletet fahrenheitben mérve, és mellé celsiusban a $C = (5/9)(F-32)$ képletet használva, ahol a *C* a celsius, *F* a fahrenheitben mért hőmérséklet.

```
#include <stdio.h>

/* fahrenheit celsius tabla kiíratása
fahr = 0, 20, ..., 300-ra */
main()
{
    int fahr, celsius;
    int lower, upper, step;

    lower = 0; /* minimum hőmérséklet */
    upper = 300; /* maximum hőmérséklet */
    step = 20; /* lépések nagysága */

    /* 20-al növeljük fahr értéket a maximum eléréséig */
    fahr = lower;
    while (fahr <= upper) {
        celsius = 5 * (fahr - 32) / 9;
        printf("%d\t%d\n", fahr, celsius);
        fahr = fahr + step;
    }
}
```

A változókat, használatuk előtt, mindig deklarálni kell a "típus név" formában. Ezeket deklarációknak hívjuk. A C nyelvben több különböző változótípust ismerünk, mint az `int` (integer - valósszám), `char` (character - karakter), `float` (floating point - lebegőpontos szám). A változók méretét tekintve is beszélhetünk mutatókról (pointer), tömbökről (array), uniókról (union), vagy struktúrákról (structure)

A program azzal kezdődik, hogy elvégezzük a szükséges deklarációkat, illetve értékeket adunk a `step`, `lower` és `upper` értékeknek. Ezután következik egy `while` loop, miszerint amíg a `fahr` kisebb vagy egyenlő az `upper` számnál, addig számolja ki a `fahr`-hoz tartozó `celsius` értéket és írassa ki. Végül növeljük a `fahr` értékét `step`-tel.

A `while` loopon belül láthatjuk, hogy a `printf()` függvényt használhatjuk az output formázására is. A `%d` decimális egész szám helyét jelöli, melyeket a kiírandó karakterlánc után adunk meg. Azt, hogy milyen

értéket akarunk kiírni a % jel utáni betűk és számok kombinációjával tudjuk meghatározni. Például %6d (minimum 6 karakter széles decimális integer), %6.2f (minimum 6 karakter széles, tizedes vessző után két számjeggyel rendelkező lebegőpontos szám). Ugyanitt láthatunk példát escape sequence-re is (/n és /t). Az escape sequence-ek olyan / után írt karakterek, amelyeknek speciális funkcióik vannak. Például a /n új sort ír, a /t pedig egy tabulátort.

1.3 A for állítás

Ebben a részben a következő kódrészletet láthatjuk:

```
#include <stdio.h>

main()
{
    int fahr;

    for(fahr = 0; fahr <= 300; fahr = fahr + 20)
        printf("%3d %6.1f\n", fahr, (5.0/9.0*(fahr - 32)));
}
```

Ez a program ugyanazt csinálja, mint az előző, csak rövidebben van leírva. A legnagyobb változás a legtöbb változó elhagyása, csak a fahr marad meg. A másik nagyobb változás a for ciklus használata a while helyett, illetve a celsius értéket itt a printf() függvényen belül számoltatjuk ki.

A

```
for (int mettol; mettol < meddig; lepes);
```

for ciklus mettol értéktől meddig értékig lepes lépésszámmal haladva elvégez valamilyen a ciklus belsejében lévő műveletet, vagy azok halmazát.

1.4 Szimbolikus konstansok

A konstansok olyan változók, amelyeknek az értékeit nem tervezzük megváltoztatni. Konstansokat a C nyelvben a következőképpen lehet definiálni:

```
#define NEV érték
```

Ahol a NEV a konstans neve, hagyományosan nagybetűkkel írva a könnyű megkülönböztetés érdekében, érték pedig a konstans értéke.

1.5 Karakter input és output

A C programunk a szöveget karakterláncként kezeli, legegyszerűbb függvények, amelyek a szövegekkel dolgoznak a getchar() és a putchar(). Híváskor a getchar() beolvassa a kapott szöveget és visszaadja azt értékként, tehát a

```
c = getchar();
```

beolvassa a kapott input szöveget és azt az értéket adja a c változónak.

A `getchar()` párja a `putchar(string)`, amely kiírja egy adott string változó értékét,

A következő egyszerű program kiírja a beolvasott értéket a konzolra:

```
#include <stdio.h>

main()
{
    int c;

    c = getchar();
    while( c != EOF )
    {
        putchar(c);
        c = getchar();
    }
}
```

A program úgy működik, hogy beolvassa az input értékeket és amíg az nem egyenlő az EOF értékkel (end of file, az az érték, ami azt jelzi, hogy nincs több input)

Ugyanígy megszámlálhatjuk a beírt sorokat, ha a `while` ciklusba rekunk egy `if` függvényt, ahol megnézzük, hogyha a beírt karakter egy új sor (`/n`), akkor egy `nl = 0` változó értékét megnöveljük egyel, majd a program végén `printf()` -fel kiíratjuk azt.

1.6 Tömbök

Tömböket (array) a következőképpen adhatunk meg: `int digits[10]`, ami például 10 egész szám típusú értéket tartalmazó `digits` nevű tömböt ad meg. A tömbök számozása nullától kezdődik, tehát hivatkozni az `n`-edik elemre `digits[n-1]` -ként kell. Ez fontos a `for` ciklusokkal való tömbök körbejárásánál, feltöltésénél, ahol ezért a számozást `int i = 0` -tól kell kezdeni.

A függvényeket (function) általában a `main` után szoktuk definiálni a következőképpen:

```
vszt_ert fgv_nev ( parameterek )
{
    deklaraciok;
    utasitasok;
}
```

Minden függvénymegadást a visszatérési értékkel (return value) kell kezdeni, ami a függvény által visszaadott érték típusa, majd ezután jön a függvény neve és utána `()` jelek között a paraméterei, azaz azok az értékek, amelyekkel a függvényünk dolgozni fog. Ezután jön a függvény teste, amelyekbe azokat az értékeket kell írunk, amelyekkel dolgozni fog a függvényünk, illetve az utasításokat, amelyeket el fogja végezni. Ha a visszatérési értékünk nem nulla, azaz nem semmit ad vissza (void), akkor a `return` utasítással adhatjuk meg, hogy mit is adjon vissza a függvényünk.

Bevett szokás még a prototipizálás, amely lényege, hogy még a `main` függvény előtt deklaráljuk, hogy milyen függvényeket fogunk használni. Tesszük ezt a függvény visszatérési értékének, nevének és paramétereinek a megadásával. Majd a `main` után definiáljuk, hogy mit is értünk a deklarált függvények alatt.

A függvények azért hasznosak, mert csak egyszer kell őket megírni, ha az megvan, akkor a compiler beilleszti a kódjukat a megfelelő helyre. Tehát oda, ahol meghívjuk őket.

1.8 Argumentumok, érték szerinti hívás

C-ben minden függvény érték szerint hívja meg alapesetben az értékeket, azaz, nem az eredeti értékeket módosítják, hanem azoknak csak egy másolatát. Ennek az ellentetje, a referencia szerinti hívás, ahol a függvény a paramétereket módosítja, nem csak azok segítségével adja meg a visszatérési értéket.

1.9 Karaktertömbök

C-ben a leggyakoribb tömb a karaktertömb, azaz a karakterlánc, ami nevéhez hűen karakterek egy tömbje. Vegyük például a "hello\n" karakterláncot, ami áll lényegében a hello szóból és egy új sort jelképező \n jelből. A karaktertömbben, amiben ez a string el van tárolva, minden karakternek megvan a maga értéke, és minden karakter egy helyet foglal el (itt a "\n" egy karakternek minősül) plusz egy /0 karakter jelzi az adott karakterlánc végét. A %c és a %s formátum specifikációk egyenként egy karaktert és egy karakterláncot jelképeznek.

1.10 Scope

Hatókör (scope) szerint megkülönböztetünk lokális és globális értékeket. A lokális értékek csak abban a függvényblokkban érhetők el, ahol azokat deklaráltuk, de a globális értékek mindenhol. A globális értékeket a main függvényen kívül szokták deklarálni. Fontos, hogyha egy blokkon belül definiálunk egy lokális változót, amelynek a neve megegyezik egy globális változóéval, akkor az adott blokkon belül a lokális változó felülírja a globális. Explicit módon deklarálhatunk globális változót az extern kulcsszó használatával. Ha egy külső változót szeretnénk használni egy függvénnyel, akkor annak a változónak a nevét tudatnuk kell a függvénnyel, ezt az extern kulcsszóval tehetjük meg.

2.1 Változók nevei

A változók névadásainak vannak bizonyos szabályai. Minden változónév betűkből és számokból áll. Az első karakternek betűnek kell lennie. Az aláhúzásjel (_) itt betűnek számít, de nem ajánlott velük változónevet kezdeni, mert a könyvtárakban sok folyamat azzal kezdődik.

A C nyelvben vannak bizonyos kulcsszavak (például: if, else, continue, int), amelyek nem lehetnek változónevek

Jó ha olyan változóneveket választunk, amiknek közük van a feladatukhoz és nem túl hosszúak.

2.2 Típusok és méretek

A következő alaptípusok léteznek C-ben: char (egy karakter tárolására alkalmas bájt.), int (integer, egész szám), float (lebegőpontos szám), double (lebegőpontos szám, de nagyobb méretű, mint a float)

Ezekon kívül még használhatóak a short és long kifejezések egész számokra, amelyek egyenként 16 és 32 bit méretűek. Megadásuk nem kötelező.

A signed és az unsigned a char és int típusokkal használható, unsigned típusok mindig vagy 0 vagy pozitív értéket vesznek fel, signed értékek ezzel szemben lehetnek negatív számok is, a maximálisan felvehető pozitív értékük a felére mínusz egyre csökken, tehát mivel a char 255 bitet vehet fel unsigned értéként, a maximális pozitív értéke signed értéként 127 bit. Minimum értéke -127.

2.3 Konstansok

A long és unsigned kulcsszavakon kívül egyenként felhasználhatjuk az L és U betűket is. Azaz az 1234 egy integer szám, az 123456789L egy long integer. A kettőt kombinálhatjuk UL-ként.

Értéket megadhatunk nyolcas és hexadecimális számrendszerben is. Példaként a 31 számot leírhatjuk úgy hogy 037 (37₈), vagy 0x1f (1F₁₆)

Az escape sequence egy / jel és egy betű kombinációja, ami egy speciális karaktert jelöl. Példaként a már látott 'n' egy új sort jelöl. Az összes C-beli escape sequence:

```
\a  \\ alert jel, sipolas
\b  \\ backspace
\f  \\ formfeed, lapdobas
\n  \\ uj sor
\r  \\ kocsí vissza
\t  \\ horizontalis tab
\v  \\ vertikális tab
\\  \\ \
\?  \\ ?
\'  \\ '
\"  \\ "
\ooo \\ oktalís szám
\xhh \\ hexadecimalís szám
```

A konstans kifejezés egy olyan kifejezés, amely csak konstansokat tartalmaz. Például

```
#define MAXLINE 1000
```

Egy MAXLINE nevű 1000 értékkel rendelkező konstans definiál. A string konstans egy "" jelek közötti karakterlánc. Fontos tudni, hogy a stringet csak a "" jelek határozzák meg, tehát a "ab" "cd" egymás mellett egyenlő lesz "abcd"-vel, mindegy mennyi szóköz van közöttük.

Egy másik fajta konstans az enumerációs konstans (enumeration constant), amire egy példa:

```
enum boolean { NO, YES }
```

Ami egy boolean nevű enum konstans definiál. Az első értékhez (itt: NO) a 0 tartozik, a másodikhoz pedig az 1 és így tovább további elemek esetén.

2.4 Deklarációk

Minden változót deklarálni kell használat előtt. Egy tipikus deklaráció:

```
char c, d;
```

Ami egy c és egy d nevű char típusú változók deklarálása. A változókat lehet külön-külön és egyben is deklarálni. Természetesen a különböző típusú változókat külön kell deklarálnunk.

Az inicializáció a deklaráció azon altípusa, amikor értéket is adunk a változónak. Például:

```
char c = "x", d = "y";
```

Itt megadjuk, hogy *c* legyen "x" betű és *d* legyen "y".

deklarálhatunk a `const` kulcsszóval is, ha konstant kívánunk deklarálni. A folyamat ugyanaz, csak a típus elé oda kell írunk, hogy `const`.

2.5 Aritmetikai műveletek

Binér (kétváltozós) aritmetikai operátorok a `+`, `-`, `*`, `/`, `%`. Ezek közül a `%` a modulus operátor. Feladata megmondani, hogy a `% b` esetén mennyi az *a*-nak *b*-vel való osztása eseténi maradék. Nem lehet `float` vagy `double`-lel alkalmazni. Precedencia szerint `+` és `-` azonos rangú, felettük a `*`, `/`, és `%` operátorok foglalnak helyet.

2.6 Relációs és logikai operátorok

Relációs operátorok a `<`, `<=`, `>` és `>=`. Egyenlőség operátorok az `==` és `!=`, ahol `!` nemet jelent. Precedenciájuk az aritmetikai operátorok alatt van.

Logikai operátorok az `&&` (és) és `||` (vagy)

2.7 Típus átváltások

Különböző függvények léteznek típusok átváltásaira, például az

```
atoi(str)
```

Átváltja `str`-t egész számmá. Egyéb hasonló függvények a `lower()` és `upper()` amelyek egyenként csupa kis vagy nagybetűkké válnak egy `string`-et.

2.8 Inkrementálás és dekrementálás

Az inkrementálás annyit tesz, mint egyel megnövelni valami értékét (operátora: `++`). Ellentetje a dekrementálás (`--`). Az inkrementálás a következőképpen jelölendő: `n++`, vagy `++n`. A dekrementálás: `n--` vagy `--n`. A különbség aközött, hogy az érték elé írjuk (prefix) vagy után (postfix), hogy a prefixes alakban *n* használatba kerülése előtt inkrementáljuk/dekrementáljuk az értékét, postfix alakban pedig használat után.

2.9 Bitműveletek

A C nyelv 6 bitműveletet tartalmaz: `&` (ÉS), `|` (inklúzív VAGY), `^` (exklúzív/kizáró VAGY), `<<` (left shift), `>>` (right shift) és `~` (komplementer). A left és a right shift balra, vagy jobbra tolja az operátor bal oldalán lévő érték bitjeit az operátor jobb oldalán lévő számmal. (`x << 2`; *x* bitjeit kettővel balra tolja.)

2.10 Kifejezések és a megfeleltetés operátor

Megfeleltetni az egyenlőség jellel kell. Ha *op* egy operátor, *kif1* és *kif2* kifejezések akkor

```
kif1 op= kif2
```

Megegyezik a következővel:

```
kif1 = kif1 op kif2
```

2.11 Feltételes kifejezések

```
z = (a > b) ? a : b;
```

A fenti egy feltételes kifejezés. Jelentése: Ha a nagyobb b-nél, akkor z legyen a, egyébként legyen b. Ha a kérdőjel előtti kifejezés igazságértéke igaz, akkor a kettőpont előtti érték kerül felhasználásra, egyébként az azutáni.

2.12 Precedencia

Ez a rész a precedenciával, azaz a különböző operátorok végrehajtási sorrendjével. Először a zárójelek közötti kifejezéseket kell kiértékelni, aztán a kivonás, összeadás, a sizeof operátor, osztás, szorzás. Majd a relációs operátorok, aztán a bitműveletek, a logikai operátorok. A következő a feltételes kifejezés ?: operátor, majd végül a megfeleltető operátorok.

3.1 Utasítások és blokkok

Egy kifejezés utasítás lesz, ha pontosvessző követi. A {} jelek utasításcsoportokat blokkokra osztanak.

3.2 If-else

Az if-else utasítás a következőképpen néz ki:

```
if (kifejezes)
    utasitasok
else
    utasitasok
```

Működése a következő: Az if() részben lévő kifejezés igazságértékét megnézve, ha az érték igaz, teljesíti az if alatti utasításokat, majd átugorja az else alattiakat. Ha az érték hamis, akkor az if alattiakat ugorja át és az else alatti utasításokat végzi el. Egy soros utasítások esetén a () jelek nem szükségesek az if() és else() után.

3.3 Else-if

```
if (kifejezes)
    utasitasok1
else if (kifejezes)
    utasitasok2
.....
else if (kifejezes)
    utasitasokX
else
    utasitasokx+1
```

Az else-if utasítás hasonlóan működik az if-else-hez, a különbség az else utasítások számában rejlik, amiből annyit írhatunk, amennyire szükségünk van. A kiértékelés fentről lefelé halad, tehát ha az utolsó előtti kifejezés sem igaz, akkor az utolsó else-hez tartozó utasításokat fogja elvégezni a program.

3.4 Switch

```
switch (kifejezes)
  case konstans: utasitasok
  case konstans: utasitasok
  default: utasitasok
```

A switch utasítás úgy működik, hogy a switch-beli kifejezés értéke lesz összevetve a case kulcsszavak utáni konstansokkal. Ha egyezés van, akkor az adott konstans utáni utasítások lesznek teljesítve. Ha nincs, akkor a default (alapértelmezett) utasításokra kerül a sor. Fontos, hogy ha egyezés van, akkor a többi case konstansaival való összevetés nem lesz átugorva, csak ha használjuk a break parancsot.

3.5 While és for

```
while (kifejezes)
  utasitas
```

Ez egy egyszerű while ciklus, ha a kifejezés igaz, az utasítások teljesülnek. Tipikusan az egyik utasítás a kifejezés módosításával van kapcsolatban, egyébként ha az igaz, akkor végtelen ciklusunk születik.

```
for(i = 0; i < n; i++)
  utasitasok
```

Ez a for ciklus $i = 0$ értéket vizsgálja. Addig folytatódik a ciklus, amíg teljesül az első pontosvessző utáni kifejezés. A második pontosvessző utáni utasítás minden egyes ciklus után (az utasítások végrehajtása után) végrehajtódik.

3.6 Do while

```
do
  utasitasok
while (kifejezes);
```

A do-while ciklus hasonló a while ciklushoz, de azzal ellentétben itt mindenképp végrehajtódnak az utasítások egyszer. Majd aztán lesz megvizsgálva a releváns kifejezés igazságértéke. Fontos, hogy a while ciklussal ellentétben a do-while után kell a pontosvessző.

3.7 Break és continue

A break utasítás feladata a jelenlegi ciklusból való kilépés. A continue feladata a következő iteráció elkezdése.

3.8 Goto és label

A goto és a label utasítások használata szorosan összefügg. A goto leggyakoribb használata a beágyazott ciklusokból való kilépés. A label-t mindig egy kettőspont követi, a goto utasítást pedig a label neve, ahová szeretnénk "elugrani".

11.3. Programozás

[BMECPP]

A C++ nem objektumorientált tulajdonságai

2.1 A C és a C++ nyelv

2.1.1 Függvényparaméterek és visszatérési érték

C-ben, ha egy függvénynek nem adunk paramétert, akkor az meghívható tetszőleges mennyiségű paraméterrel, C++-ban viszont ez azt jelenti, hogy a függvény nem kér paramétert, azaz visszatérési értéke void. C-ben az alapértelmezett visszatérési érték int, C++-ban ilyen nincs.

2.1.2 A main függvény

C-vel ellentétben a C++-ban a main függvény kaphat argc és argv parancssori argumentumokat, amik az argumentumok számát és magukat az argumentumokat jelentik sorban.

2.1.3 A bool típus

A C++-ban a C-vel ellentétben létezik bool (boolean - logikai érték) típus. Értéke lehet true (1) vagy false (0). C-ben a logikai értéket int vagy enummal reprezentálhatjuk.

2.1.4 A C stílusú több-bájtos sztringek

A több-bájtos, pl. Unicode karakterek reprezentálására a C-ben rendelkezésre áll a w_char típus, amihez inkludálni kell a stddef.h és stdlib.h vagy wchar.h fájlokat. A C++ nyelven a wchar_t egy beépített.

2.1.5 Változódeklaráció mint utasítás

C++-ban minden olyan helyen állhat változódeklaráció, ahol utasítás állhat. Ott hozhatjuk létre a változókat, ahol valóban szükségünk van rájuk. Minden változó onnan használható, ahonnan deklaráljuk

2.2 Függvénynevek túlterhelése

C-ben minden függvényt a neve azonosít csak, C++-ban nemcsak a név, de a függvényekhez rendelt argumentumok száma és típusa is segít az azonosításban, aminek az az eredménye, hogy míg C-ben nem lehet, addig C++-ban lehet túlterhelni függvényt, azaz két különböző függvény rendelkezhet azonos névvel.

2.3 Alapértelmezett függvényargumentumok

A C++-ban lehetőség van a függvények argumentumainak alapértelmezett érték adására. Amikor így hívunk függvényeket, nem adunk meg argumentumokat.

2.4 Paraméteradás referenciatípussal

C-ben csak érték szerinti paraméteradás történik. Tehát egy függvény csak akkor fog módosítani értéket, hogyha egy arra mutató mutatót adunk meg argumentumnak. Ezzel szemben a C++ kínál referencia szerinti paraméteradást is, amellyel már módosítja az értékeket az adott függvény.

3. Objektumok és osztályok

3.1 Objektumorientáltság alapelvei

Az egyik alapelv amivel foglalkozniuk kell az az egységbezárás (encapsulation) alapelve, ahol egy bizonyos adatstruktúrát szeretnénk megjeleníteni a programunkban. Az egységbe záró adatstruktúra neve osztály vagy class. Az osztályok egyedi példányaikat objektumoknak nevezzük.

3.2 Egységbezárás C++-ban

C-ben az egységbezárást a `struct` kulcsszóval tesszük, struktúra típusba zárunk. Ugyanazt megtehetjük C++-ban is, de ott már nem csak tagváltozói lehetnek egy struktúrának, hanem tagfüggvényei is. A tagváltozót gyakran attribútumnak, a tagfüggvényt metódusnak nevezzük.

3.3 Adatrejtés

Adatrejtésre szolgál a `private` kulcsszó, amivel olyan adatokat adhatunk meg, amelyeket nem szeretnénk semmiképpen sem módosítani.

3.4 Konstruktorok és destruktorok

A konstruktor lehetőséget kínál arra, hogy az objektumok létrejöttükkor inicializálják magukat.

A konstruktorral szemben a destruktor az objektumok által birtokolt esetleges erőforrások felszabadítását végzi el.

3.5 Dinamikus adattagot tartalmazó osztály

Ide tartozik a dinamikus memóriakezelés, a dinamikus adattagok támogatása és a másoló konstruktor.

3.6 Friend függvények

Az egyes osztályok feljogosíthatnak globális függvényeket a védett tagjaikhoz való hozzáférésre. Ezt a `friend` kulcsszóval tehetjük meg. A konstruktor olyan speciális függvény, amelynek neve megegyezik az osztály nevével és a példányosításakor automatikusan meghívódik.

3.7 Tagváltozók inicializálása

Objektumok állapotát lehet inicializálni konstruktorokban. Az értékadást és inicializálást a C++ nyelvben meg kell különböztetni. Inicializálás a változók létrehozásához kapcsolódik, értékadás a már meglévő változóknak való értékmodosítása, amit az egyenlőségjellel érhetünk el.

3.8 Statikus tagok

Osztályok esetében lehetőség van olyan speciális, úgynevezett statikus tagváltozók definiálására, melyek az adott osztályhoz és nem az osztály objektumaihoz tartoznak.

3.9 Beágyazott definíciók

A C++ nyelvben lehetőség van enumeráció-, osztály-, struktúra- és típusdefiníciók osztálydefiníción belüli megadására. Ezeket beágyazott definícióknak nevezzük.

6. Operátorok és túlterhelésük

6.1 Operátorok általában

C-ben az operátorok az argumentumaikon végeznek műveleteket, adott eredményeket a visszatérési értékeik feldolgozásával használhatjuk. Az operátorok visszatérítési értékét speciális szabályrendszer rögzíti. A C++ a C-hez képest bevezet néhány új operátort, mint a hatókör-operátor (`::`) vagy pointer-tag operátorok (`.*` és `->.`).

6.2 Függvényszintaxis és túlterhelés

Az operátorok speciális függvények, így a C++-ban túlterhelhetők. Ezt az operátor kulcsszóval érhetjük el, előtte a visszatérési érték, majd a kulcsszó után maga az operátor jele és utána zárójelekben az operátor argumentumai.

IV. rész

Irodalomjegyzék

11.4. Általános

[MARX] Marx, György, *Gyorsuló idő*, Typotex , 2005.

11.5. C

[KERNIGHANRITCHIE] Kernighan, Brian W. & Ritchie, Dennis M., *A C programozási nyelv*, Bp., Műszaki, 1993.

11.6. C++

[BMECPP] Benedek, Zoltán & Levendovszky, Tihamér, *Szoftverfejlesztés C++ nyelven*, Bp., Szak Kiadó, 2013.

11.7. Lisp

[METAMATH] Chaitin, Gregory, *META MATH! The Quest for Omega*, http://arxiv.org/PS_cache/math/pdf/0404/0404335v7.pdf , 2004.

Köszönet illeti a NEMESPOR, <https://groups.google.com/forum/#!forum/nemespor>, az UDPROG tanulószoba, <https://www.facebook.com/groups/udprog>, a DEAC-Hackers előszoba, <https://www.facebook.com/groups/DEACHackers> (illetve egyéb alkalmi szerveződésű szakmai csoportok) tagjait inspiráló érdeklődésükért és hasznos észrevételeikért.

Ezen túl kiemelt köszönet illeti az említett UDPROG közösséget, mely a Debreceni Egyetem reguláris programozás oktatása tartalmi szervezését támogatja. Sok példa eleve ebben a közösségben született, vagy itt került említésre és adott esetekben szerepet kapott, mint oktatási példa.