

# **Magasabb szintű programozási nyelvek I.**

## **Labor jegyzőkönyv**

Ed. BHAX, DEBRECEN,  
2020. február 22, v. 0.0.5

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>  Magasabb szintű programozási nyelvek I.		
<i>ACTION</i>	<i>NAME</i>	<i>DATE</i>	<i>SIGNATURE</i>
WRITTEN BY	Bátfai, Norbert, Bátfai, Mátyás, Bátfai, Nándor, Bátfai, Margaréta, Ács Human, Person	2020. április 3.	

## 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 <a href="https://gitlab.com/nbatfai/bhax">https://gitlab.com/nbatfai/bhax</a> repójába.	nbatfai
0.0.4	2019-02-19	A Brun tételes feladat kidolgozása.	nbatfai
0.0.5	2020-02-15	Forked and initied bhax derived <a href="#">bhax-derived</a>	rkeeves

## 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

<b>I. Bevezetés</b>	<b>1</b>
<b>1. Vízió</b>	<b>2</b>
1.1. Mi a programozás?	2
1.2. Milyen doksikat olvassak el?	2
1.3. Milyen filmeket nézzek meg?	2
<b>II. Tematikus feladatok</b>	<b>4</b>
<b>2. Helló, Turing!</b>	<b>6</b>
2.1. Végtelen ciklus	6
2.2. Lefagyott, nem fagyott, akkor most mi van?	10
2.3. Változók értékének felcserélése	13
2.4. Labdapattogás	16
2.5. Szóhossz és a Linus Torvalds féle BogoMIPS	20
2.6. Helló, Google!	24
2.7. A Monty Hall probléma	33
2.8. 100 éves a Brun tétel	34
<b>3. Helló, Chomsky!</b>	<b>40</b>
3.1. Decimálisból unárisba átváltó Turing gép	40
3.2. Az $a^n b^n c^n$ nyelv nem környezetfüggetlen	40
3.3. Hivatkozási nyelv	40
3.3.1. BNF	40
3.3.2. inline functions	41
3.3.3. új típusok	41

3.3.4. struct initialization	42
3.3.5. mixing decl and code	42
3.3.6. implicit fn	43
3.4. Saját lexikális elemző	43
3.5. Leetspeak	44
3.6. A források olvasása	47
3.7. Deklaráció	49
<b>4. Helló, Caesar!</b>	<b>54</b>
4.1. double ** háromszögmátrix	54
4.2. C EXOR titkosító	61
4.3. Java EXOR titkosító	65
4.4. C EXOR törő	65
4.5. Neurális OR, AND és EXOR kapu	70
4.6. Hiba-visszaterjesztéses perceptron	70
<b>5. Helló, Mandelbrot!</b>	<b>79</b>
5.1. A Mandelbrot halmaz	79
5.2. A Mandelbrot halmaz a <code>std::complex</code> osztállyal	88
5.3. Biomorfok	93
5.4. Mandelbrot nagyító és utazó C++ nyelven	100
<b>6. Helló, Welch!</b>	<b>115</b>
6.1. Első osztályom	115
6.2. LZW	118
6.3. Fabejárás	126
6.4. Tag a gyökér	127
6.5. Mutató a gyökér	135
6.6. Mozgató és másoló szemantika	142
<b>7. Helló, Conway!</b>	<b>159</b>
7.1. Hangyaszimulációk	159
7.2. Java életjáték	159
7.3. Qt C++ életjáték	159
7.4. BrainB Benchmark	160

<b>8. Helló, Schwarzenegger!</b>	<b>161</b>
8.1. Szoftmax Py MNIST	161
8.2. Mély MNIST	161
8.3. Minecraft-MALMÖ	161
<b>9. Helló, Chaitin!</b>	<b>162</b>
9.1. Iteratív és rekurzív faktoriális Lisp-ben	162
9.2. Gimp Scheme Script-fu: króm effekt	162
9.3. Gimp Scheme Script-fu: név mandala	162
<b>10. Helló, Gutenberg!</b>	<b>163</b>
10.1. Programozási Alapfogalmak	163
10.1.1. Gépi kód, assembler, magasabb szintű nyelvek	163
10.1.2. Adattípusok	172
10.1.3. A nevesített konstans	173
10.1.4. A változó	173
10.1.5. Alapelemek az egyes nyelvekben	173
10.1.6. Kifejezések	175
10.2. Programozás bevezetés	177
10.2.1. Functions	177
10.2.2. Pass by value	178
10.2.3. Extern	178
10.2.4. Escaping	179
10.2.5. Char vs char array	179
10.2.6. Decl	179
10.2.7. Cast	179
10.2.8. Ternary	179
10.3. Programozás	179
<b>III. Második felvonás</b>	<b>180</b>
<b>11. Helló, Arroway!</b>	<b>182</b>
11.1. A BPP algoritmus Java megvalósítása	182
11.2. Java osztályok a Pi-ben	182

<b>IV. Irodalomjegyzék</b>	<b>183</b>
11.3. Általános . . . . .	184
11.4. C . . . . .	184
11.5. C++ . . . . .	184
11.6. Lisp . . . . .	184
11.7. My Little Ponys . . . . .	184

DRAFT



# Ábrák jegyzéke

2.1. For syntax	7
2.2. Alma no flag fail	9
2.3. Alma With flag	9
2.4. builtins	10
2.5. shiftl_uchar	21
2.6. shiftr_uchar	21
2.7. 2s complement	23
2.8. ullshift	23
2.9. bogomips kimeneten	24
2.10. pagerank kapcsolati irányított multigráf	25
2.11. pagerank link mátrix sanity check	26
2.12. pagerank vektor	27
2.13. pagerank trf	28
2.14. pagerank cpp konvergál	30
2.15. pagerank openoffice konvergál	30
2.16. A $B_2$ konstans közelítése	37
2.17. Az c++ $B_2$ konstans közelítés eredményei	39
3.1. leetspeak	45
4.1. mem mx	55
4.2. mem free	57
4.3. A double ** háromszögmátrix a memóriában	59
4.4. exorcism	62
4.5. nn input	71
4.6. nn layers	71
4.7. nnmxmult	72

4.8. sigmoid	72
5.1. $c = \{0,0\}$	80
5.2. $c = \{0.3,0\}$	81
5.3. $c = \{0.3,0.1\}$	82
5.4. $c = \{0.3,0.2\}$	83
5.5. $c = \{0.3,0.7\}$	84
5.6. A Mandelbrot halmaz win, csak iter számok	87
5.7. A Mandelbrot halmaz win, színes	88
5.8. A Mandelbrot halmaz win, színes, határ állítás	88
5.9. mandelcx comp	89
5.10. mandelcx	90
5.11. mandel step	94
5.12. biomorph iter	95
5.13. biomorph comp	96
5.14. biomorphnyuszi	96
5.15. biomorph	97
5.16. zoom rect	101
5.17. zoom	101
5.18. zoom quick succession overlap	102
5.19. tracer 0	103
5.20. tracer 1	103
6.1. Lzw C output	122
6.2. Traversals	127
6.3. ZLW out	138
10.1. Foo és Foo Main	167
10.2. FooABI és FooABI Main	169

# 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 dblatex 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
dblatex bhax-textbook-fdl.xml -p bhax-textbook.xsl
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 'dblatex' 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?

Ne cifrázzuk: programok írása. Mik akkor a programok? Mit jelent az írásuk?

### 1.2. Milyen doksikat olvassak el?

- Kezd ezzel: <http://esr.fsf.hu/hacker-howto.html>!
- Olvasgasd aztán 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
- C kapcsán a [KERNIGHANRITCHIE] könyv adott részei.
- C++ kapcsán a [BMECPP] könyv adott részei.
- Az igazi kockák persze csemegéznek a C nyelvi szabvány ISO/IEC 9899:2017 kódcsipeteiből is.
- Amiből viszont a legeslegjobban lehet tanulni, az a [The GNU C Reference Manual](#), mert gcc specifikus és programozókra van hangolva: szinte csak 1-2 lényegi mondat és apró, lényegi kódcsipetek! Aki pdf-ben jobban szereti olvasni: <https://www.gnu.org/software/gnu-c-manual/gnu-c-manual.pdf>
- Az R kódok olvasása kis általános tapasztalat után automatikusan, erőfeszítés nélkül menni fog. A Python nincs ennyire a spektrum magától értetődő végén, ezért ahhoz olvasd el a [BMECPP] könyv - 20 oldalas gyorstalpaló részét.

### 1.3. Milyen filmeket nézzek meg?

- 21 - Las Vegas ostroma, <https://www.imdb.com/title/tt0478087/>, benne a **Monty Hall probléma** bemutatása.
- Kódjátzsma, <https://www.imdb.com/title/tt2084970>, benne a **kódtörő feladat** élménye.

- , , benne a bemutatása.
- , , benne a bemutatása.
- , , benne a bemutatása.
- , , benne a bemutatása.
- , , benne a bemutatása.
- , , benne a bemutatása.

DRAFT

## **II. rész**

### **Tematikus feladatok**

DRAFT



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

Megoldás videó: No link

Megoldás forrása:

- [Basic infinite for loop](#)
- [For with linux sleep](#)
- [While infinite](#)
- [Macros for OS call handling](#)

Végtelen ciklusokra gyakorlatban sok példa akad: szerverek, game loop-ok, interaktív interpreter terminálhoz. A végtelen ciklus azonban olykor nem várt. Például lehet bug, de akár lehet a természetes működés része. Erre jó példa a Tanár Úr által említett PageRank algoritmus. Én azonban, a hozzáadott munka miatt másik példát hoznék: mérnöki CAE végeselemes számítások (pl. Ansys) esetén egyes esetekben a megoldás nem konvergál  $n$  lépés után sem, és ez előre nem látható be. Erre a célra a felhasználó megadhat vészhelyzeti kilépési konvergencia kritériumokat. Ez nem matematikai kényszert jelent, hanem szimplán, ha  $n$  iteráció, vagy  $t$  idő elteltével a megoldáshoz nem jutunk közelebb, akkor a program ki break-el ciklusból.

Alább egy minimális végtelen ciklus látható for-ral. Amit vegyünk észre, az az hogy az egész "üres". Ezt a [for loop szintaktikai definíciója teszi lehetővé](#), hisz nyíltan kifejezi az optional, hogy nem kötelező megadni. Ez persze egyéb hatásokkal is jár, például, hogy a `for ( ; ; )`-ban használhatjuk az ehhez képest külső scope-ban deklarált változókat.

## for loop

Executes *init-statement* once, then executes *statement* and *iteration\_expression* repeatedly, until the value of *condition* becomes false. The test takes place before each iteration.

### Syntax

*formal syntax:*

```
attr(optional) for ( init-statement condition(optional) ; iteration_expression(optional) ) statement
```

*informal syntax:*

```
attr(optional) for ( declaration-or-expression(optional) ; declaration-or-expression(optional) ; expression(optional) )  
statement
```

2.1. ábra. For syntax

```
1 main ()  
2 {  
3     for (;;) ;  
4  
5     return 0;  
6 }
```

Alább a fenti példa látható egy `while` loop-pal. Értелеmszerűen a `conditional`-ban mivel egy `true` bool literal-t írtuk, így ez mindig igazra fog kiértékelődni.

```
1 #include <stdbool.h>  
2 int  
3 main ()  
4 {  
5     while(true);  
6  
7     return 0;  
8 }
```

Alább egy `while`-t használtunk, de mostmár alszunk is. A `sleep` viszont sajnos OS dependens call (mi sem mondja el jobban mint az `unistd` include-olása). Mivel az OS feladata az ütemezés, plusz a megszakítások kezelése (hisz ugye az egész lelke az időzítés ezáltal a timer). `sleep` esetén jelezzük az OS-felé, hogy nem kérünk CPU időt (azaz váltsa a process status-t), viszont emellett viszont a megfelelő idő elmultával (megszakításos alapon) újból kerülünk számításra várakozóba. A probléma természetesen annyi, hogy scheduling-tól függően, lehet soha nem kerülünk vissza még az idő letelte után sem CPU-ra.

```
1 #include <unistd.h>  
2 int  
3 main ()  
4 {  
5     for (;;) ;
```

```
6     sleep(1);
7
8     return 0;
9 }
```

Mindenesetre az alvás egy OS specifikus dolog, pl.: [nanosleep](#). Ha több fajta OS-n kell futni, ahhoz sajnos trükközni kell. Egy barbár megoldás a preprocesszor használata. Alábbi példában az látható, hogy preprocessor által értelmezett szöveget is elhelyeztem a fájlban. Technikailag ez annyit tesz, hogy compile előtt a preprocessor elődolgozza a forrásfájlt, és ez példánkban azzal jár

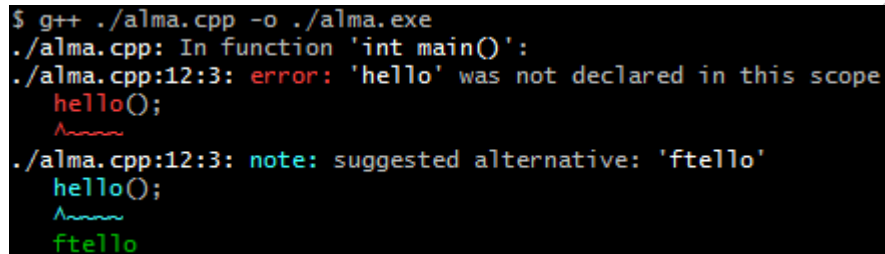
```
1  #ifdef __linux__
2      #include <unistd.h>
3  #elif _WIN32
4      #include <windows.h>
5  #else
6      #error Unsupported
7  #endif
8
9  void SleepProxy(int sleepMs)
10 {
11     #ifdef __linux__
12         usleep(sleepMs * 1000);
13     #elif _WIN32
14         Sleep(sleepMs);
15     #endif
16 }
17
18 int
19 main ()
20 {
21     for (;;)
22         SleepProxy(1000);
23
24     return 0;
25 }
```

Egyébként a gcc mellé betudunk passzolni flageket. Például `-DALMA`-val gyakorlatilag azt mondjuk a preproceszornak, hogy vegye úgy mintha `#define ALMA`. Ez pontosan annyira szép mint amennyire elegáns, de ez van. Nézzük csak meg ezt az almát!

```
1  #include <iostream>
2
3  #ifdef ALMA
4  void hello()
5  {
6      std::cout << "Hello world!" << std::endl;
7  };
8  #endif
9
10 int main ()
11 {
```

```
12  hello();  
13  return 0;  
14 }
```

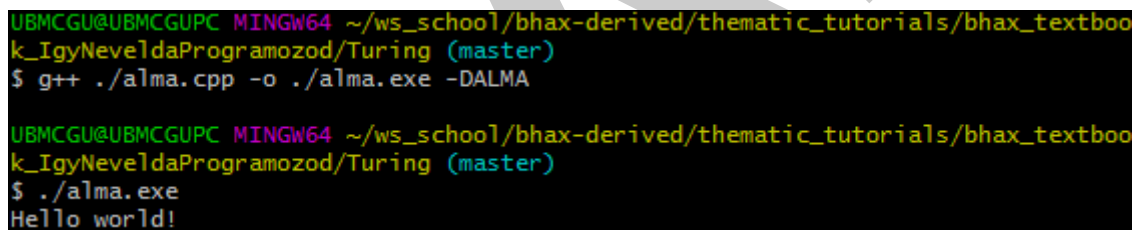
Láthatóan ez nem fog lefordulni ha nincs definiálva az ALMA, de azért tegyünk próbát!



```
$ g++ ./alma.cpp -o ./alma.exe  
./alma.cpp: In function 'int main()':  
./alma.cpp:12:3: error: 'hello' was not declared in this scope  
    hello();  
    ~~~~~  
./alma.cpp:12:3: note: suggested alternative: 'ftello'  
    hello();  
    ~~~~~  
    ftello
```

2.2. ábra. Alma no flag fail

Miért azt írja hogy hello was not declared in scope? Nos a preprocessor végigment a forrásfájlban, és, mivel nem volt ALMA definiálva, ezért a compilation stage-ben az a kód részlet ami #ifdef-be volt zárva nem létezett. Próbáljuk ki azt hogy g++ alma.cpp -o alma -DALMA! Az alábbi screenshot-ról látszik, hogy mivel lusta vagyok, ezért a git bash-ből csináltam.



```
UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo  
k_IgyNeveldaProgramozod/Turing (master)  
$ g++ ./alma.cpp -o ./alma.exe -DALMA  
  
UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo  
k_IgyNeveldaProgramozod/Turing (master)  
$ ./alma.exe  
Hello world!
```

2.3. ábra. Alma With flag

Ha belenézel az STL-be, akkor az is tele lesz ilyenekkel, hisz különböző OS-ekkel kell tudni használni, és a rendszerhívások általában eltérőek. Egyébként ha valami IDE-vel dolgozol, ott gyakran még szépen be is szürkíti azokat a részeket a kódban amelyeket ki fog hagyni. Itt semmi mágia nem történik, hanem simán nem a forráskódod megy a compiler-nek, hanem előtte van egy preprocessor, ami feldolgozza ezeket az utasításokat. Makrók ugyanilyenek. Tehát nem runtime kiértékelhető az #ifdef hanem egy utasítás a preprocessor-nak. Leggyakrabban #ifdef-el header guard-ként fogsz találkozni (vele kb. ekvivalens a nem mindenhol támogatott #pragma once).

Na jó, de ez nem válaszolja meg a kérdést, hogy miért nem bírja a gépem OBS-el együtt a notepad++-t.

Mármint, akarom mondani, milyen ügyes kis dolog ez a preprocessor! De csak ennyit tud? A válasz nem. Alábbi példában filename, linenumber-t íratunk ki.

```
1  #include <iostream>  
2  
3  int main ()  
4  {
```

```
5  std::cout << "Hello from " << __FILE__ << ", I'm from line " << __LINE__ << "\n";  
    << std::endl;  
6  return 0;  
7  }
```

```
$ ./builtins.exe  
Hello from ./builtins.cpp, I'm from line 5
```

## 2.4. ábra. builtins

Most pedig következzen egy összevagdossott code snippet egy régi projektéből. A lényeg annyi, hogy unit test-eléshez, egy makró alapú library-ról volt szó. (Csak poénból, tudom hogy van gtest).

```
1  #define EXPECT(case, arg0, arg1, pred, msg) \  
2  { bool res = pred(arg0, arg1); case.do_test(false, __FILE__, __LINE__, res, msg, \  
    arg0, arg1); }  
3  
4  #define EXPECT_EQ(case, arg0, arg1) EXPECT(case, arg0, arg1, pred_eq, "Expect \  
    failed ==")  
5  
6  void test_is_subs(TestCase& tc)  
7  {  
8      EXPECT_EQ(tc, true, is_ssubs("ab", "ab"));  
9  }
```

A fenti snippetben látszik, hogy a `#define`-al meghatározott dolgok többek mint "változók". Ezeket preproceszor makróknak hívjuk, és az előfeldolgozáskor expandáljuk őket. Azaz először az `EXPECT_EQ` expandálódik `EXPECT(case, arg0, arg1, pred_eq, "Expect failed ==")`. Az `Expect`-ben meg egy pici scope-ot létrehozunk. A lényeg ebből annyi, hogy nem kell megijedni tőle, jóra is lehet használni. Annyi hogy az expanzióval óvatosan, mert elég nehéz debugolni. (ugyanolyan szívás mint az STL-es template alapú hibákat, azaz nem egy one liner lesz.)

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

Lehet-e írni olyan programot amely minden programról megmondja, hogy lefut-e?

Megoldás videó: [No link](#)

Megoldás forrása:

- [Turing 100 \(pseudocode\)](#)
- [Turing 1000 \(pseudocode\)](#)

A probléma elég fontos. Miért is? Nos, a probléma az, hogyha ez nem lehetséges, akkor soha nem fogjuk tudni bizonyítani az összes program helyességét. 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:

A borbély az aki azok haját vágja, akik nem teszik meg ezt saját maguknak. De a borbély vágja-e a saját haját? Nos, tegyük fel levágja: Ebben az esetben ő levágta a haját egy olyan embernek aki egyébként ezt megteszi saját magának. Ok, tegyük fel nem vágja: Viszont ebben az esetben nem vágja a saját haját, aka lehetne a saját ügyfele, viszont ha most levágja akkor kezdődik az egész előlről [Russel's paradox](#).

Ezzel a problémával sok helyen találkozhatunk. Például [\[DENOTATIONALSEMANTICS\]](#) 4.1.1. fejezet, vagy akár [\[SICP\]](#) Exercise 4.15.

```
1 Program T100
2 {
3
4     boolean Lefagy(Program P)
5     {
6         if(P has infinite loop)
7             return true;
8         else
9             return false;
10    }
11
12    main(Input Q)
13    {
14        Lefagy(Q)
15    }
16 }
```

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

```
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 építő `Lefagy2` már nem tartalmaz feltételezett, csak csak konkrét kódot:

```
1 Program T1000
2 {
3
4     boolean Lefagy(Program P)
5     {
6         if(P has infinite loop)
7             return true;
8         else
9             return false;
10    }
```

```

11
12 boolean Lefagy2(Program P)
13 {
14     if(Lefagy(P))
15         return true;
16     else
17         for(;;);
18 }
19
20 main(Input Q)
21 {
22     Lefagy2(Q)
23 }
24
25 }

```

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.

Persze ha már lefagyott, nem fagyott témánál vagyunk, akkor érdemes kicsit beszélni a kiértékelésről. Alább látható egy egyszerű kifejezés. Mi lesz vajon a vége?

$$(\lambda x.y)((\lambda z.zz)(\lambda z.zz)) \quad (2.1)$$

Redukáljuk!

$$(\lambda x.y)((\lambda z.zz)(\lambda z.zz)) \quad (2.2)$$

Humph, ugyanoda jutottunk, kezdjük előlről!

$$(\lambda x.y)((\lambda z.zz)(\lambda z.zz)) \quad (2.3)$$

Redukáljuk az x-t kötő baloldali lambdát a jobb oldallal a jobb oldal redukciója nélkül.

$$y \quad (2.4)$$

Azaz addig késleltettük a kiértékelést, amíg lehetett, és a végén kiderült, hogy abszolút nem is volt szükséges! Ez a módszer zseniális! Innentől mindent késleltetni fogunk!

Nézzünk egy példát a [SICP]-ből! Alábbi definíciók alapján ki fogjuk értékelni a (f 5) -t!

```

(define (square x) (* x x))
(define (sum-of-squares x y)
  (+ (square x) (square y)))
(define (f a)
  (sum-of-squares (+ a 1) (* a 2)))

```



Annyira jó ez a késleltetés, hogy alkalmazzuk a  $(f\ 5)$  kiértékelésénél!

```
(f 5)
(sum-of-squares (+ 5 1) (* 5 2))
(+ (square (+ 5 1)) (square (* 5 2)) )
(+ (* (+ 5 1) (+ 5 1)) (square (* 5 2)))
(+ (* (+ 5 1) (+ 5 1)) (* (* 5 2) (* 5 2)))
(+ (* 6 (+ 5 1)) (* (* 5 2) (* 5 2)))
(+ (* 6 6) (* (* 5 2) (* 5 2)))
(+ (* 6 6) (* 10 (* 5 2)))
(+ (* 6 6) (* 10 10))
(+ 36 (* 10 10))
(+ 36 100)
136
```

Mint ahogy azt látjuk  $(+ 5 1)$  és  $(* 5 2)$  kétszer kerül redukcióra. Hát így már nem is olyan jó...

Hogy fut le vajon egy másik út?

```
(f 5)
(sum-of-squares (+ 5 1) (* 5 2))
(sum-of-squares 6 (* 5 2))
(sum-of-squares 6 10)
(+ (square 6) (square 10))
(+ (* 6 6) (* 10 10))
(+ 36 (* 10 10))
(+ 36 100)
136
```

Kevesebb számítást végzünk mint a késleltetős előző esetben. Azaz látjuk, hogy a redukciós stratégiának a teljesítményre is van hatása.

## 2.3. Változók értékének felcserélése

Írjunk egy olyan programot, amely felcseréli két változó értékét, bármiféle logikai utasítás vagy kifejezés használata nélkül, és ez ne bug hanem feature legyen!

Megoldás videó: No Link

Megoldás forrása:

- [Swap XOR](#)
- [Swap Subtract](#)
- [Swap Multiplication](#)
- [Swap Ptr](#)

Több megoldási lehetőség is van, ezeket fogjuk a következő bekezdésekben bemutatni.

Nézzünk valami szorzásos osztásosot!

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(){
4     int a = 6;
5     int b = 7;
6     printf("Let a = %d, b = %d\n",a,b);
7     a = a * b;
8     printf("(1) a = a * b = %d\n",a);
9     b = a / b;
10    printf("(2) b = a / b = %d\n",b);
11    a = a / b;
12    printf("(3) a = a / b = %d\n",a);
13    printf("Result after swap by multiplication and division is a = %d, b = ↵
        %d\n",a,b);
14    return 0;
15 }
```

Kövessük nyomon mi történik!

(a, 6) (b, 7)  
a = a \* b => (a, 42) (b, 7)  
b = a \ b => (a, 42) (b, 7)  
a = a \ b => (a, 6) (b, 7)

Hát ez működik, de 0-val nem osztunk, plusz a szorzás osztás nehéz. Nézzünk mást!

Nézzünk valami összeadás kivonásosot!

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(){
4     int a = 6;
5     int b = 7;
6     printf("Let a = %d, b = %d\n",a,b);
7     a = a + b;
8     printf("(1) a = a + b = %d\n",a);
9     b = a - b;
10    printf("(2) b = a - b = %d\n",b);
11    a = a - b;
12    printf("(3) a = a - b = %d\n",a);
13    printf("Result after swap by addition and subtract is a = %d, b = %d\n" ↵
        ,a,b);
14    return 0;
15 }
```

Kövessük nyomon mi történik!

(a, 6) (b, 7)

```
a = a + b => (a, 13) (b, 7)
b = a - b => (a, 13) (b, 6)
a = a - b => (a, 7) (b, 6)
```

Ez is jó, és ráadásul csak összeadással és kivonással terheljük a CPU-t!

De esetleg van valami más is? Nos nézzük a xor műveletet!

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(){
4     int a = 6;
5     int b = 7;
6     printf("Let a = %d, b = %d\n", a, b);
7     a = a ^ b;
8     printf("(1) a = a ^ b = %d\n", a);
9     b = a ^ b;
10    printf("(2) b = a ^ b = %d\n", b);
11    a = a ^ b;
12    printf("(3) a = a ^ b = %d\n", a);
13    printf("Result after swap by xor is a = %d, b = %d\n", a, b);
14    return 0;
15 }
```

Kövessük végig!

```
(a, 110) (b, 111)
a = a XOR b => (a, 001) (b, 111)
b = a XOR b => (a, 001) (b, 110)
a = a XOR b => (a, 111) (b, 110)
```

Egy nagyon furcsa dolgot láthatunk. Az összes előző esetenél több operátort kellett használni (\*) és (/) illetve (+) és (-). Most azonban egy olyan esetet látunk, amikor egyetlen operátorral megtudtuk oldani (kommutatív, asszociatív, identitás elem létezik,  $f(a,a)=\text{Identitás elem}$ ).

Alábbi utolsó példa csak egy picit behozza a pointer-eket a képbe. Ezekkel ha még nem értjük mi van, ne aggódjunk. Minden pointert érdemes egy címként felfogni. Azaz ha létezik egy int változónk foo néven akkor foo-nak van ugye egy értéke, illetve egy címe. A cím az amit a ptr megtestesít (na jó nem, de most így elég...). Természetesen funckiókra is mutathatunk. Sőt, ha már valaha láttunk C kódot, akkor valószínűleg belefutottunk már callback-ekbe stb. Aka akár funckiókat és bepasszolhatunk funckiókba, stb.

```
1 #include <stdio.h>
2
3 void swap1(int *pa, int* pb ){
4     int t = *pa;
5     *pa = *pb;
6     *pb = t;
7 }
8
9 void swap2(int *pa, int* pb ){
10    *pa = *pa + *pb;
```

```
11     *pb = *pa - *pb;
12     *pa = *pa-*pb;
13 }
14
15 int main()
16 {
17     int a = 6;
18     int b = 7;
19     printf("Let a = %d, b = %d\n", a, b);
20     swap1(&a, &b);
21     printf("Swap1 %d, %d\n", a, b);
22     swap2(&a, &b);
23     printf("Swap2 %d, %d\n", a, b);
24     return 0;
25 }
```

## 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! Nem írhatasz hozzá DLC-t, és ne legyen benne lootbox, mert nem ez EA vagyunk.

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

- [Helper header](#)
- [Ball](#)
- [Ball no if](#)

Ennek a feladatnak az volt a lényege, hogy elágazás nélkül kicsikarjunk a gépből valami féle döntés alapú útválasztást. Először nézzük az alapot.

```
1  #include "pubghypetrain.h"
2
3  void collide(int posX, int posY, int &velX, int &velY, int xmax, int ymax){
4      bool outX = (posX <= 0 || posX >= xmax-1);
5      velX += -2 * velX * outX;
6      bool outY = (posY <= 0 || posY >= ymax-1);
7      velY += -2 * velY * outY;
8  };
9
10 void moveBall(int &posX, int &posY, int velX, int velY){
11     posX += velX;
12     posY += velY;
13 };
14
```

```

15 void draw(int posX, int posY, int xmax, int ymax){
16     ClearScreen();
17     for(int y = 0; y < ymax; y++){
18         for(int x = 0; x < xmax; x++){
19             if( (posX == x) && (posY == y) ){ std::cout << 'O';}else{ std::cout << ' ';}
20         };
21         std::cout << std::endl;
22     };
23 };
24
25 int main(){
26     int T_SLEEP_MILLIS = 50;
27     int GLOBAL_H = 10;
28     int GLOBAL_W = 10;
29     int posX = 5;
30     int posY = 2;
31     int velX = 2;
32     int vely = -1;
33     for(int i = 0; i < 50; i++){
34         moveBall(posX,posY,velX,vely);
35         collide(posX,posY,velX,vely,GLOBAL_H,GLOBAL_W);
36         draw(posX,posY,GLOBAL_H,GLOBAL_W);
37         sleep(T_SLEEP_MILLIS);
38     };
39     return 0;
40 };

```

Nyilvánvalóan valahogyan trükközni kell, hisz az `if`-et ha kihagynánk, akkor nem tudnánk például dönteni, hogy mely karaktert küldjük `std::out`-ra. Nézzük egy lehetséges megoldást.

```

1 #include "pubghypetrain.h"
2 #include <iostream>
3
4 void collide(int posX, int posY, int &velX, int &velY, int xmax, int ymax);
5
6 void moveBall(int &posX, int &posY, int velX, int velY);
7
8 void draw(int posX, int posY, int xmax, int ymax, const char* syms);
9
10 int main()
11 {
12     const char SYMBOLS[2] = {'.','O'};
13     int T_SLEEP_MILLIS = 50;
14     int GLOBAL_H = 10;
15     int GLOBAL_W = 10;
16     int posX = 5;
17     int posY = 2;
18     int velX = 2;
19     int velY = -1;
20     for(int i = 0; i < 50; i++){

```

```

21     moveBall(posX, posY, velX, velY);
22     collide(posX, posY, velX, velY, GLOBAL_H, GLOBAL_W);
23     draw(posX, posY, GLOBAL_H, GLOBAL_W, SYMBOLS);
24     sleep(T_SLEEP_MILLIS);
25 };
26     return 0;
27 };
28
29
30 void moveBall(int &posX, int &posY, int velX, int velY){
31     posX += velX;
32     posY += velY;
33 };
34
35 void collide(int posX, int posY, int &velX, int &velY, int xmax, int ymax){
36     velX += -2 * velX * (posX <= 0 || posX >= xmax-1);
37     velY += -2 * velY * (posY <= 0 || posY >= ymax-1);
38 };
39
40 void draw(int posX, int posY, int xmax, int ymax, const char* syms){
41     ClearScreen();
42     for(int y = 0; y < ymax; y++){
43         for(int x = 0; x < xmax; x++){
44             std::cout << syms[(posX == x) && (posY == y)];
45         };
46         std::cout << std::endl;
47     };
48 };

```

Simán csak implicit konverzió történik, mind `collide`, mind `draw` esetén.

Ha már itt tartunk, akkor nézzünk más jellegű `if` encode-olást is! (használhatjuk például a [CHISOMORPH]-t)

```

true = λx.λy.x
false = λx.λy.y
if(B,P,Q) = B P Q

```

Az `if true then P else Q` redukciója

```

if true then P else Q
= true P Q
= λx.λy.x P Q
= λy.P Q
= P

```

Az `if false then P else Q` redukciója

```

if false then P else Q
= false P Q
= λx.λy.y P Q

```

```
= λy.y Q
= Q
```

Vezessünk be számokat!

```
if false then P else Q
0 = λf.λx.x
1 = λf.λx.f x
2 = λf.λx.f (f x)
...
```

Illetve egy isZero predikátumot!

```
IsZero = λn.n (λx.false) true
```

Nézzük meg pár esetre a predikátumunk működését!

```
IsZero 0
= (λn.n (λx.false) true) (λf.λx.x)
= ( (λf.λx.x) (λx.false) true)
= ( λx.x true)
= true
```

```
IsZero 1
= (λn.n (λx.false) true) (λf.λx.f x)
= ( (λf.λx.f x) (λx.false) true)
= ( (λx.(λx.false) x) true)
= (λx.false) true
= false
```

Mostmár mondhatunk olyat, hogy osztásnál ne legyen nulla a nevezőben, azaz `if IsZero b then 0 else (div a b)`. A lényeg az, hogy dobjon vissza egy `(div valami valami)-t` ha el lehet végezni, különben pedig egy 0-t. Például 4-el és 0-val hívjuk.

```
( λx.λy.(IsZero y) 0 (div x y)) 4 0
= ( λy.(IsZero y) 0 (div 4 y)) 0
= ((IsZero 0) 0 (div 4 0))
= (true 0 (div 4 0))
= ((λx.λy.x) 0 (div 4 0))
= ((λy.0) (div 4 0))
= 0
```

Most nézzük meg 4 és 2-vel.

```
( λx.λy.(IsZero y)) 0 (div x y)) 4 2
( λy.IsZero y) 0 (div 4 y)) 2
((IsZero 2) 0 (div 4 2))
(false 2 (div 4 2))
((λx.λy.y) 0 (div 4 2))
((λy.y) (div 4 2))
(div 4 2)
```

## 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: [https://youtu.be/9KnMqrkj\\_kU](https://youtu.be/9KnMqrkj_kU), <https://youtu.be/KRZlt1ZJ3qk>, .

Megoldás forrása:

- [Wordsize](#)
- [Bogomips](#)

Először is nézzük a biteket! A számokat kettes számrendszerben tároljuk. A shift az értékek "tologatása". De pontosan mi az a shift?

Amikor left shiftelünk, akkor mi is történik? Nézzük unsigned char-ra! „For unsigned lhs, the value of LHS << RHS is the value of LHS \* 2^RHS, reduced modulo maximum value of the return type plus 1 (that is, bitwise left shift is performed and the bits that get shifted out of the destination type are discarded).” Alább látható hogy miről van szó.

1	<< 1 =>	(1*2^1) % (255+1)	= 2	(00000010)
2	<< 1 =>	(2*2^1) % (255+1)	= 4	(00000100)
4	<< 1 =>	(4*2^1) % (255+1)	= 8	(00001000)
8	<< 1 =>	(8*2^1) % (255+1)	= 16	(00010000)
16	<< 1 =>	(16*2^1) % (255+1)	= 32	(00100000)
32	<< 1 =>	(32*2^1) % (255+1)	= 64	(01000000)
64	<< 1 =>	(64*2^1) % (255+1)	= 128	(10000000)
128	<< 1 =>	(128*2^1) % (255+1)	= 0	(00000000)

Alábbi kóddal nézzük meg:

```
1 #include <iostream>
2
3 int main()
4 {
5     unsigned char a = 1;
6     for(int i = 0; i<8; i++)
7     {
8         a=a<<1;
9         std::cout<< ((int)a) << std::endl;
10    }
11    return 0;
12 }
```



```
$ ./shiftr_uchar.exe
127
63
31
15
7
3
1
0
```

2.5. ábra. shiftr\_uchar

Mi történik a right shift esetben? „For unsigned lhs and for signed lhs with nonnegative values, the value of  $LHS \gg RHS$  is the integer part of  $LHS / 2^{RHS}$ .”

```
255 >> 1 => intp(255 div 2^1) = 127 (01111111)
127 >> 1 => intp(127 div 2^1) = 63  (00111111)
63  >> 1 => intp(63 div 2^1)  = 31  (00011111)
31  >> 1 => intp(31 div 2^1)  = 15  (00001111)
15  >> 1 => intp(15 div 2^1)  = 7   (00000111)
7   >> 1 => intp(7 div 2^1)   = 3   (00000011)
3   >> 1 => intp(3 div 2^1)   = 1   (00000001)
1   >> 1 => intp(1 div 2^1)   = 0   (00000000)
```

Alábbi kóddal nézzük meg:

```
1 #include <iostream>
2
3 int main()
4 {
5     unsigned char a = 255;
6     for(int i = 0; i<8; i++)
7     {
8         a=a>>1;
9         std::cout<< ((int)a) << std::endl;
10    }
11    return 0;
12 }
```

```
$ ./shiftr_uchar.exe
127
63
31
15
7
3
1
0
```

2.6. ábra. shiftr\_uchar

Alábbi kód az előzőeket hajtja végre csak int-et használunk.

```
1  #include <iostream>
2
3  void shift_l()
4  {
5      unsigned int a = 1;
6      unsigned int i = 0;
7      while(a!=0){
8          a = a<<1;
9          i++;
10     }
11     std::cout<<"Shift_L count was " << i << std::endl;
12     std::cout<<"Size " << ((i)/8) << std::endl;
13     std::cout<<"Sanity Check " << sizeof(int) << std::endl;
14 }
15
16 void shift_r()
17 {
18     unsigned int a = 0;
19     a = ~a;
20     int i = 0;
21     while(a!=0){
22         a = a>>1;
23         i++;
24     }
25     std::cout<<"Shift_R count was " << i << std::endl;
26     std::cout<<"Size " << ((i)/8) << std::endl;
27     std::cout<<"Sanity Check " << sizeof(int) << std::endl;
28 }
29
30 int main()
31 {
32     shift_l();
33     shift_r();
34     return 0;
35 }
```

Előjeles esetben figyelembe kell venni, hogy például a felső bit előjelet is jelenthet akár. Alábbi ábra szép illusztrációt ad arra, mire is kell gondolni (2s complement).

Positive numbers		Negative numbers	
0	0000		
1	0001	1111	-1
2	0010	1110	-2
3	0011	1101	-3
4	0100	1100	-4
5	0101	1011	-5
6	0110	1010	-6
7	0111	1001	-7
		1000	-8

2.7. ábra. 2s complement

Most áttérünk a bogomips-re. Itt egy új dologgal találkozunk `<<=` de ez igazából csak annyit tesz, hogy a shift rhs-t egyből az lhs oldalon lévő változóba vissza is tároljuk. A delay egy for loop ami elszámol loops-ig, azaz addig növeli (`++`) unáris operátorral `i` értékét amíg `a i < loops` conditional igaz. A while ciklus fejben pedig már a jól ismert left shift zajlik (`loops_per_sec` 1-ről indul). De hogy biztosak legyünk nézzük az alábbi programot (bár nagyon ismerős lesz...)

```

1  #include <iostream>
2
3  int main()
4  {
5      unsigned long long a = 1;
6      int i = 0;
7      while(a!=0)
8      {
9          a<<=1;
10         std::cout<< a << std::endl;
11         i++;
12     }
13     std::cout<< i << std::endl;
14     return 0;
15 }
```

```

1152921504606846976
2305843009213693952
4611686018427387904
9223372036854775808
0
64
```

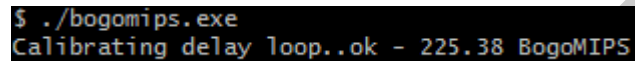
2.8. ábra. ullshift

A bogomips while body egyébként annyiról szól, hogy lekérjük hány tick telt el idáig, majd nyomunk

n mennyiség lépést a for ciklusban, visszajövünk és megint lekérdezzük az eltelt tick-ek számát. Ha a tickek száma nem kevesebb mint amennyit a CLOCKS\_PER\_SEC konstanssal állít magáról a gép, akkor elkezdjük a kiszállást. A loops\_per\_sec pedig a következő módon jön ki:

```
loop_per_masodperc = ( loopok_szama / tick_szam ) * CLOCKS_PER_SEC;  
[1/s] = ( [1] / [1] ) * [1/s]
```

Ezután következik zsonglőrködés a számokkal. Ez a rész a bogus a bogomips-ben. Ha sok időnk van akkor meg is mérhetjük a saját gépünkét. Alább egy random példa.



```
$ ./bogomips.exe  
Calibrating delay loop..ok - 225.38 BogoMIPS
```

2.9. ábra. bogomips kimeneten

## 2.6. Helló, Google!

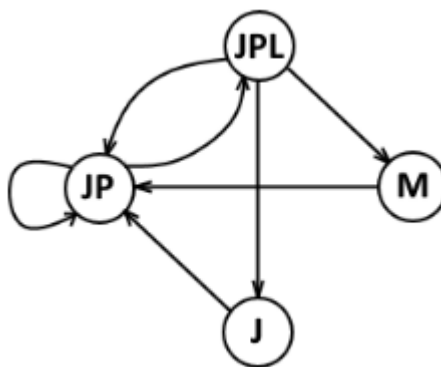
Írj olyan C programot, amely egy több milliárd(haha ne ne...elég lesz kevesebb srsly) honlapból álló hálózatra kiszámolja az N lap Page-Rank értékét, és [nem lesz belőle baj egy szenátusi kihallgatáson!](#)

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

- [Pagerank Példa](#)
- [Pagerank C](#)
- [STL Iterator](#)
- [Purely STL Vector](#)

Pagerank a Google által használt adóelk...keresési algoritmus magja. A feladat arról szólt, hogy egy négy honlapból álló kapcsolati hálón kellene vele elemezni. A pageranktól azt várjuk, hogy az összes honlapnak mondjuk adjon egy 0-1-ig terjedő értéket (normalizált, azaz az összes lap rankjének összege 1 for sanity check). Van több implementáció is, de mi egy konkrétan kitenyésztett példa progival fogunk dolgozni. Ez a pagerank vektor értékeit fő iterációs lépésenként kiírja egy fájlba. A pagerankkel a példában egy irányított multigráfon fogunk számolni. (irányított mert számít hogy honnan-hova megy az él, multigráf pedig a több él egy pontból plusz hurkok is lehetnek)



2.10. ábra. pagerank kapcsolati irányított multigráf

Ez ugyan emberként érthető, de próbáljuk valahogy szervezettebb formába hozni. Csináljunk egy kvadratus mátrixot, és töltsük ki a következő szabály szerint: Először mindenhova írjunk be nullát majd Ha A-ból B-be megy él, akkor A oszlop B sorába írjunk 1-et Először nézzük csak meg J-re(J-ből egy él megy ki JP felé...)

	J	JP	JPL	M
J	0	0	0	0
JP	1	0	0	0
JPL	0	0	0	0
M	0	0	0	0

Most pedig csináljuk meg JP-re(magába és JPLbe)

	J	JP	JPL	M
J	0	0	0	0
JP	1	1	0	0
JPL	0	1	0	0
M	0	0	0	0

Jöhet JPL (mindenkibe csak magába nem)

	J	JP	JPL	M
J	0	0	1	0
JP	1	1	0	0
JPL	0	1	1	0
M	0	0	1	0

Jöhet M (csak JP-be)

	J	JP	JPL	M
J	0	0	1	0
JP	1	1	0	1
JPL	0	1	1	0
M	0	0	1	0

Most normalizáljuk, azaz adjuk össze az egy oszlopban lévő számokat, nevezzük ezt *szummának*. Ha meg van, akkor utána ugyanezen az oszlopon menjünk végig és mindenkit osszunk el *szum*-mal, ha *szum* nem nulla.

	J	JP	JPL	M
J	0	0	1/3	0
JP	1	1/2	1/3	1
JPL	0	1/2	0	0
M	0	0	1/3	0

Vessük össze az előadás diával.

	J	JP	JPL	M
J	0	0	1/3	0
JP	1	1/2	1/3	1
JPL	0	1/2	0	0
M	0	0	1/3	0

2.11. ábra. pagerank link mátrix sanity check

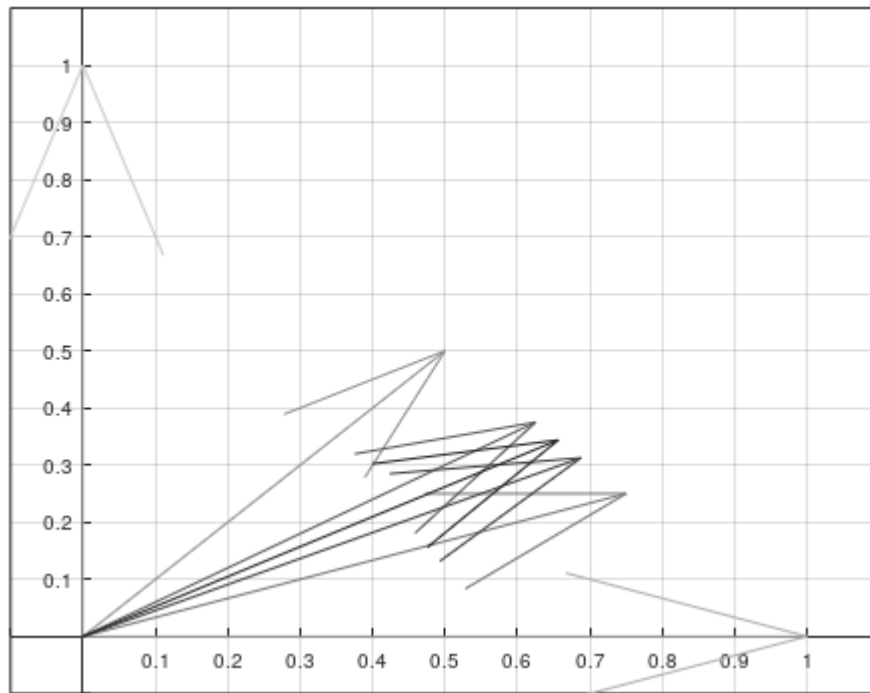
Most hogy végre van link mátrixunk elkezdhetünk számolni. De mi is a lényeg, mit fogunk számolni? Gondoljunk vissza a [sajátérték sajátvektorra](#), és [próbálgassuk](#) is ha tetszik! Magyarul amikor Tanár Úr azt mondja Tehát ha  $h$  jelöli a PR vektort, akkor  $h = Lh$ . Linalg kedvelőknek: a PageRank vektor az  $L$  linkmátrix 1 sajátértékhez tartozó sajátvektora. akkor gondoljunk a következőre

$$\begin{array}{c|cccc|c|c|c|c}
 & \text{PR}[1] & & & & & & & \\
 & \text{PR}[2] & & & & & & & \\
 & \text{PR}[3] & & & & & & & \\
 & \text{PR}[4] & & & & & & & \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 | \quad 0 \quad 0 \quad 1/3 \quad 0 \quad | \\
 | \quad 1 \quad 1/2 \quad 1/3 \quad 1 \quad | \\
 | \quad 0 \quad 1/2 \quad 0 \quad 0 \quad | \\
 | \quad 0 \quad 0 \quad 1/3 \quad 0 \quad |
 \end{array}
 & & 
 \begin{array}{c}
 | \quad ? \quad | \\
 | \quad ? \quad | \\
 | \quad ? \quad | \\
 | \quad ? \quad |
 \end{array}
 & = & 
 \begin{array}{c}
 | \quad \text{PR}[1] \quad | \\
 | \quad \text{PR}[2] \quad | \\
 | \quad \text{PR}[3] \quad | \\
 | \quad \text{PR}[4] \quad |
 \end{array}
 \end{array}$$

De milyen vektorról is beszélünk? Mi a végcél ezzel az egész saját vektor dologgal? Vizualizáljuk!

Jelen példában 4 node van szóval PR 4 elemű, ezt nehéz lenne ábrázolnom. Viszont gondoljunk egy két node-ból álló esetre! Ezen esetben PR vektor 2 elemű lesz, szóval már plottolhatjuk 2dbe. Alábbi ábrán simán fogtuk magunkat és a PR vektor 1. számát  $x$ -nek 2. számát  $y$ -nak vettük csináltunk bele egy nyilat

az origóból. Színkódoltuk is: A legelső iter utáni PR vektor halvány szürke, az utolsó pedig fekete, közte pedig graduálisan változtattuk a feketeséget (hsv mert lusta voltam, de ne menjünk bele).

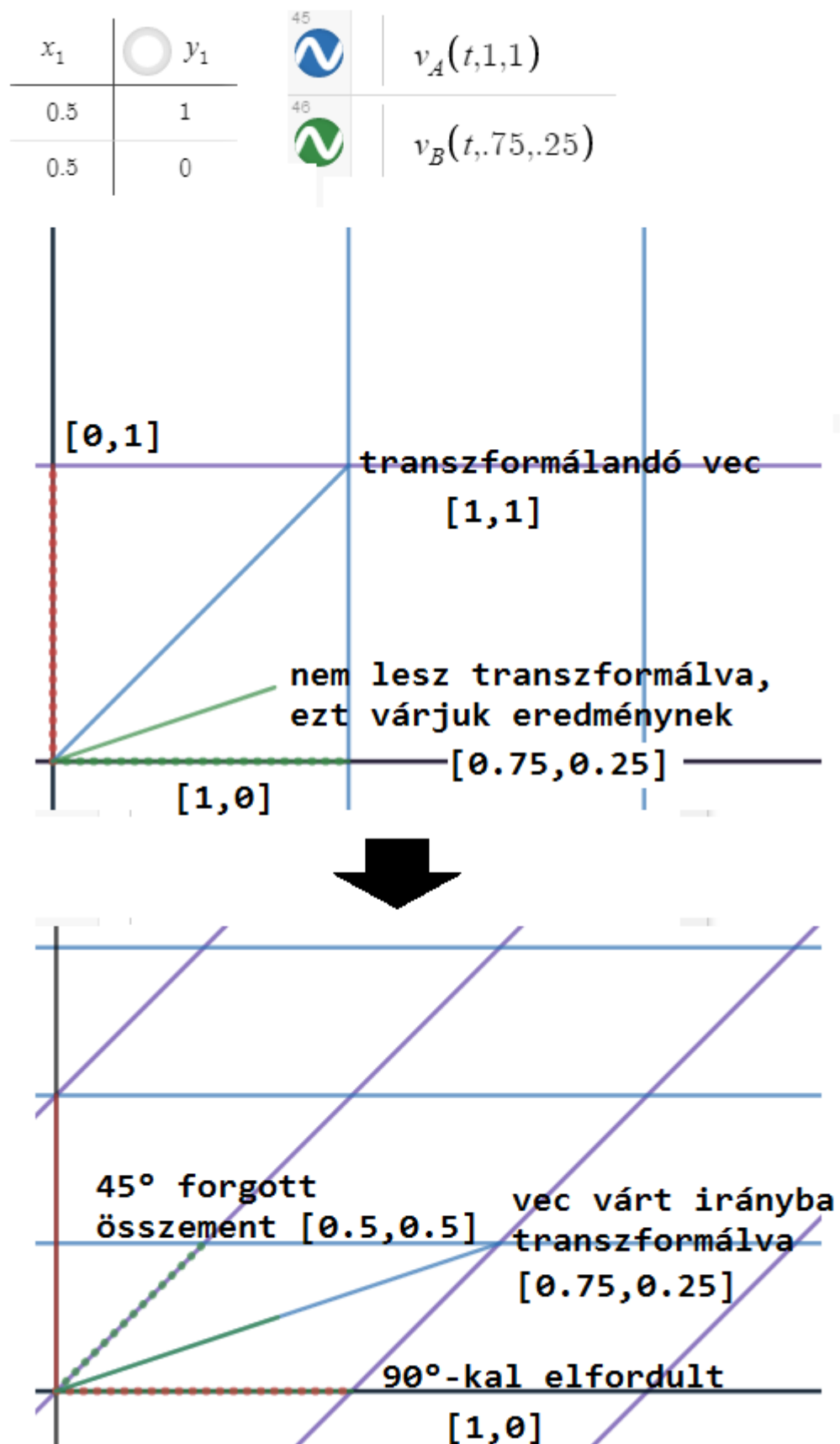
$$\begin{aligned}x &= [0 \quad 1 \quad 0.5 \quad 0.75 \quad 0.625 \quad 0.6875 \quad 0.65625 \quad ] \\y &= [1 \quad 0 \quad 0.5 \quad 0.25 \quad 0.375 \quad 0.3125 \quad 0.34375 \quad ]\end{aligned}$$


2.12. ábra. pagerank vektor

Fenti ábrán látható, hogy ahogy beindul az iteráció vadul  $[0,1]$ -ből  $[1,0]$ -ba vált, majd  $[0.5,0.5]$  és szépen lassan kezd beállni  $[0.66 \ 0.33]$ -ba!

Magyarul a nem pontos PR vektor közelítésünk egyre kisebb cikázással kezd beállni abba az irányba ami egyébként az "igazi" sajátvektor irány. Ez alapján világos, hogy az egész számításnak az a célja hogy megtaláljuk azt a vektort, amire ha alkalmazzuk a Link mátrixot transzformációként, akkor iránya már nem fog változni. (Ha valakit érdekel akkor a 2d-s eset az oppenoffice [fájl](#)-ban a twod munkalapon van, de semmi különös.)

Ha valaki mégsem értené, nézzünk egy konkrét példát: Hogyan lett pl  $[0.5,0.5]$  irányú vektorból  $[0.75,0.25]$ ? Alábbi ábrán felveszünk egy  $[0.75,0.25]$  vektort(zöld folytonos vonal), és ezt változatlanul fogjuk hagyni. Ezután veszünk egy  $[1,1]$  vektort(kék folytonos vonal). Azért  $[1,1]$  mert csak az irány a fontos, és azt akartam hogy nyúljon túl a zöldön trafó után. Ezekután transzformáljuk a linkmátrix-szal a kéket. Azt várjuk hogy a transzformáció után a zöld folytonos és kék folytonos egyirányú legyen.



2.13. ábra. pagerank trf



Vissza matekra! Mátrixok vektorok stb. szorzást már tanultunk szóval, oldjuk is meg!

$$\begin{array}{cccc|cccc}
 & & & & & & \text{PR}[1] & \\
 & & & & & & \text{PR}[2] & \\
 & & & & & & \text{PR}[3] & \\
 & & & & & & \text{PR}[4] & \\
 \hline
 0 & 0 & 1/3 & 0 & & & \text{PR}[3]/3 & \\
 1 & 1/2 & 1/3 & 1 & & & \text{PR}[1] + \text{PR}[2]/2 + \text{PR}[3]/3 + \text{PR}[4] & \\
 0 & 1/2 & 0 & 0 & & & \text{PR}[2]/2 & \\
 0 & 0 & 1/3 & 0 & & & \text{PR}[3]/3 & 
 \end{array} = \begin{array}{cccc}
 \text{PR}[1] \\
 \text{PR}[2] \\
 \text{PR}[3] \\
 \text{PR}[4]
 \end{array}$$

Szét is robbanthatjuk akár egyenletekre...

$$\begin{array}{lcl}
 \text{PR}[3]/3 & = & \text{PR}[1] \\
 \text{PR}[1] + \text{PR}[2]/2 + \text{PR}[4] & = & \text{PR}[2] \\
 \text{PR}[2]/2 + \text{PR}[3]/3 & = & \text{PR}[3] \\
 \text{PR}[3]/3 & = & \text{PR}[4]
 \end{array}$$

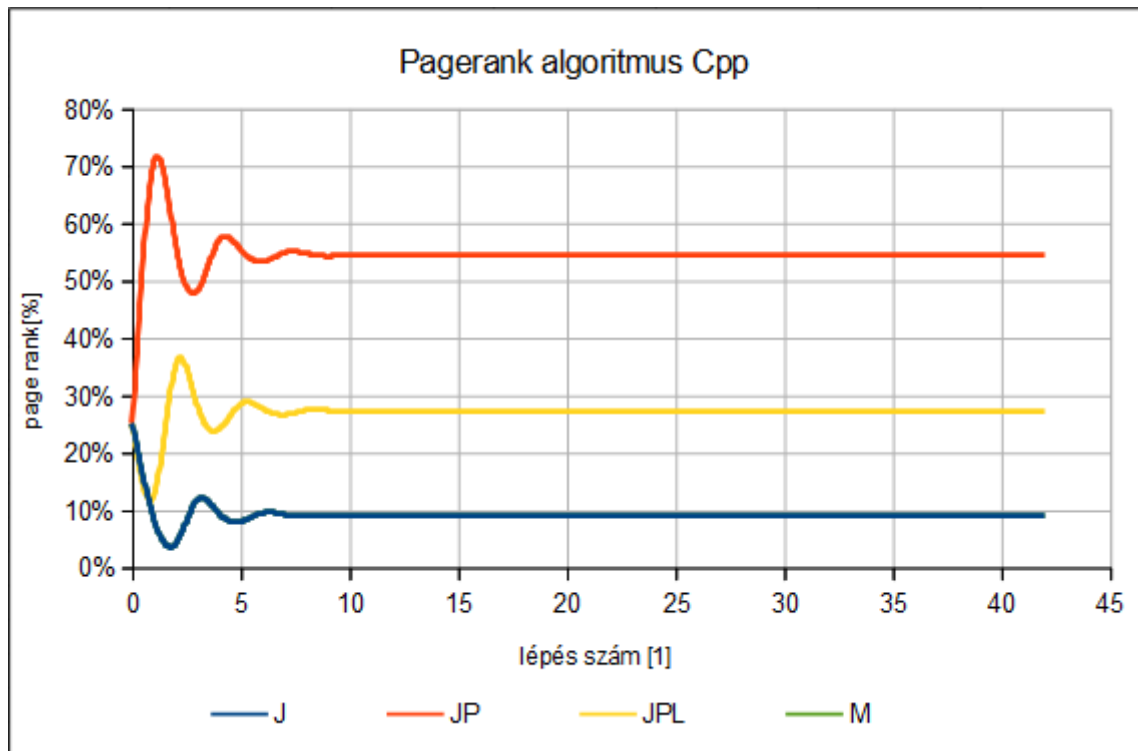
Most pedig jön a kérdés, hogy hogyan oldjuk meg?  $\text{PR}[2]$  önmagából számolja önmagát!

A válasz nem túlzottan bonyolult...tároljuk el az előző lépés értékeit minden ciklusban és használjuk azokat. (Ez lesz a megoldásban  $\text{PRv}$ )

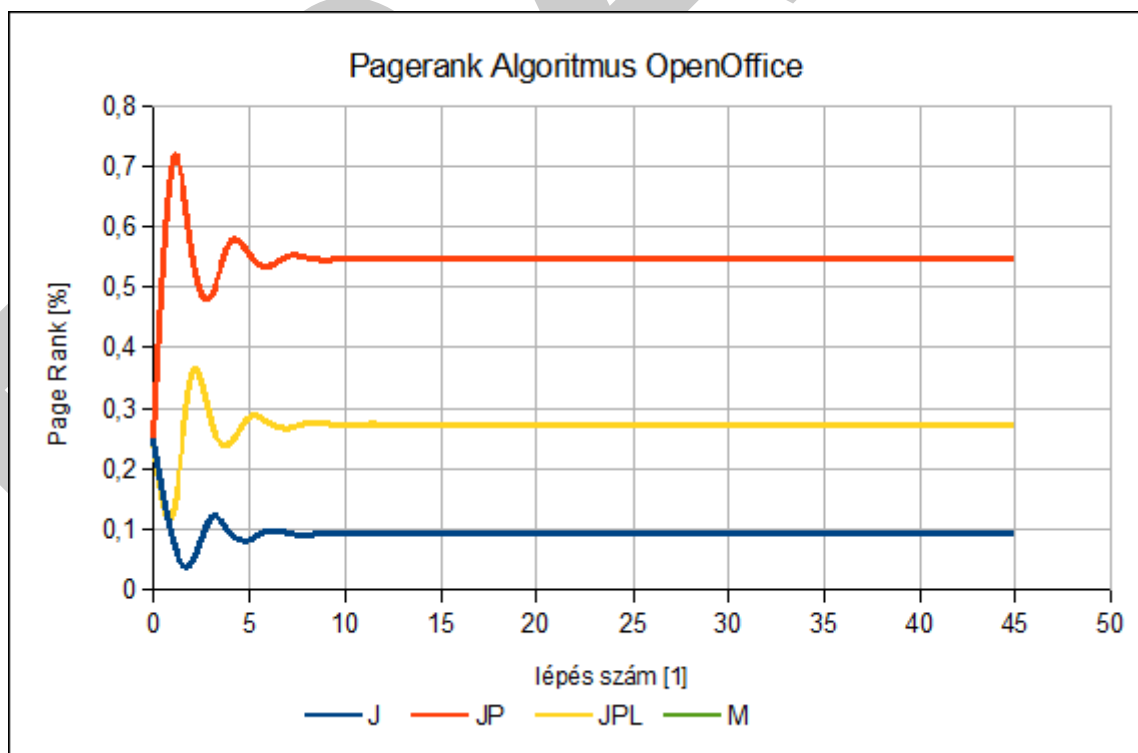
$$\begin{array}{lcl}
 \text{PRv}[3]/3 & = & \text{PR}[1] \\
 \text{PRv}[1] + \text{PR}[2]/2 + \text{PR}[4] & = & \text{PR}[2] \\
 \text{PRv}[2]/2 + \text{PR}[3]/3 & = & \text{PR}[3] \\
 \text{PRv}[3]/3 & = & \text{PR}[4]
 \end{array}$$

Egy kérdés még maradt: Mennyi legyen  $\text{PRv}$  iniciális értéke? A válasz annyi, hogy mindegyik érték 1 aztán benormáljuk, hogy összegük 1 legyen (Mat viz).

Ha midezt megértettük, akkor már könnyű lesz megérteni az alábbi kódomat! A refekkel, constokkal, inicializer listekkel meg a többi szeméttel ne törődjünk még nem kell őket érteni, csak a pagerank-re fókuszáljunk. Ha esetleg nem lenne érthető a kód, akkor beraktam a repóba egy openoffice calc (olyan mint az excel csak kevesebb benne a fluff) doksit, ami ugyanezt a pagerank számítást csinálja... A fejezet végén beillesztettem a C++ kódot, viszont most következzen két diagram. Az első a C++ algoritmus  $\text{PR}$  vektorának értékeit mutatja iterációnként, a másik pedig az [open office](#)-ost, ha valaki valami miatt szereti az irodai munkát.



2.14. ábra. pagerank cpp konvergál



2.15. ábra. pagerank openoffice konvergál

Kicsit azért vigyázzunk...ugyanis van két kis probléma. Tanár Úr azért mondta hogy rázzuk a vizet az internetben, mert arra gondolt, hogy ez az iteratív megoldás olyan mintha vödörök között öntögetnénk vizet, vagy mondjuk egy fémlemez hőmérsékletét akarnánk úgy kiszámolni, hogy az egyik szélén tudjuk a hőmérsékletet a többit pedig úgy számoljuk, hogy a négy (felső-alsó-bal-jobb egy kockás lapon mondjuk) szomszédját átlagoljuk. Nos első esetben az a probléma, hogy az egyik vödörbe folyik víz be, vissza is folyik magába, de kifelé nem. A példa fájlban egy `get_dangling` funkció csinál olyan mátrix-ot amiben van egy nyelő jellegű node.

```
{ 1, 0, 1, 0, 1, 0 },
{ 1, 1, 0, 1, 0, 0 },
{ 0, 1, 1, 0, 1, 0 },
{ 1, 0, 1, 1, 0, 0 },
{ 0, 1, 0, 1, 1, 0 },
{ 1, 0, 1, 0, 1, 0 }
```

Most pedig következzen az igazi vizes locspocs. Vegyük a következő kapcsolati gráfot:

	A	A
A	0	0
B	1	1

A locspocs-t indítsuk a következő PRv-vel:

```
PRv  0
PRv  1
```

Érezhető hogy ennek mi lesz a vége, ha valaki elképesztően kíváncsi az open office fájlban-ban látható egy Infinite nevű munkalap.

```
1  #include <iostream>
2  #include <vector>
3  #include <cmath>
4  #include <fstream>
5  #include <iomanip>
6
7
8  void kiir(std::ofstream& os, const std::vector<double> &v) {
9      int sz = v.size();
10     if(sz<1) return;
11     os << v[0];
12     for(int i=1; i<sz; i++)
13         os << ";" << v[i];
14     os << std::endl;
15 }
16
17 double tavolsag(const std::vector<double> &PR, const std::vector<double> & ←
18     PRv) {
19     int i;
20     double osszeg = 0;
21     for(i=0; i<PR.size(); ++i) osszeg += (PRv[i]-PR[i])*(PRv[i]-PR[i]);
22     return sqrt(osszeg);
```

```
22 }
23
24 std::vector<std::vector<double>> get_batfai_graph()
25 {
26     return std::move(std::vector<std::vector<double>>{
27         /*J*/ { 0, 0, 1, 0},
28         /*JP*/ { 1, 1, 1, 1},
29         /*JPL*/ { 0, 1, 0, 0},
30         /*M*/ { 0, 0, 1, 0}
31     });
32 }
33
34 std::vector<std::vector<double>> get_dangling()
35 {
36     return std::move(std::vector<std::vector<double>>{
37         { 1,0,1,0,1,0},
38         { 1,1,0,1,0,0},
39         { 0,1,1,0,1,0},
40         { 1,0,1,1,0,0},
41         { 0,1,0,1,1,0},
42         { 1,0,1,0,1,1}
43     });
44 }
45
46 std::vector<std::vector<double>> get_symm()
47 {
48     return std::move(std::vector<std::vector<double>>{
49         { 0,1 },
50         { 1,0 }
51     });
52 }
53
54 void normalize(std::vector<std::vector<double>>& quadmx)
55 {
56     int size = quadmx.size();
57     for(int j=0; j<size; j++){
58         double sum = 0;
59         for(int i=0; i<size; i++){
60             sum+=quadmx[i][j];
61         }
62         if(sum!=0){
63             for(int i=0; i<size; i++){
64                 quadmx[i][j]/=sum;
65             }
66         }
67     }
68 }
69
70 int main(void){
71     // ha probalgatod es ne adj isten valami miatt ne konvergalna
```

```
72 // akkor ennyi iter után auto kilep a fo loopbol
73 int SAFE_LIMIT = 100;
74 std::ofstream outf;
75 outf.open ("pagerank.csv");
76 // at this point L is not normalized
77 std::vector<std::vector<double>>L{std::move(get_dangling())};
78 normalize(L);
79 int size = L.size();
80 std::vector<double> PR;
81 for(int i = 0; i<size; i++)PR.push_back(0.0);
82 std::vector<double> PRv;
83 for(int i = 0; i<size; i++)PRv.push_back(1.0/size);
84 for(int c;c<SAFE_LIMIT;c++){
85     for(int i = 0; i < size; ++i){
86         PR[i] = 0.0;
87         for(int j = 0; j < size; ++j) PR[i] += L[i][j] * PRv[j];
88     }
89     kiir(outf,PR);
90     if(tavolsag(PR,PRv)<0.0000000001) break;
91     PRv = PR;
92 }
93 outf.close();
94 return 0;
95 }
```

## 2.7. A Monty Hall probléma

Írj szimulációt a Monty Hall problémára!

Megoldás videó: [No link](#)

Megoldás forrása: [No link](#)

Gondolkodjunk úgy hogy két stratégia van: "nem választunk újra" és "újra választunk". Alábbi kódban "nem választunk újra" esetben N lehetőség közül  $1/N$  valószínűségünk van nyerni. Viszont ha tudjuk hogy "nem választunk újra" veszített, és a fazon már kinyitott egy ajtót, akkor  $N-2$ -ből kell csak választanunk. Utolsó sorban kiírja az nbatfai és ezen kód is sanity check jelleggel a két startégia nyertes kimeneteleinek összegét, ami  $N=3$  esetben egyenlő  $N$ -nel. Magasabb  $N$ -nél ez nem így van, hisz ha "nem választunk újra" veszített és a fazon kinyitottegy ajtót és  $N>3$  akkor nekünk kisebb mint 100% esélyünk van "újra választunk"-kal nyerni.

```
1 #include <iostream>
2 #include <stdlib.h>
3
4 int main()
5 {
6     const int trial_count = 100000;
7     const int door_count = 3;
8     int count_keptbet_won = 0;
```

```
9  int count_newbet_won = 0;
10 for (int i = 0; i < trial_count; i++)
11 {
12     if(rand() % door_count == 0){
13         count_keptbet_won++;
14     }else{
15         if(rand() % (door_count-2) == 0) count_newbet_won++;
16     }
17 }
18 std::cout<< "Monty Hall"<< std::endl;
19 std::cout<< "Trial count " << trial_count << std::endl;
20 std::cout << "Wins(first bet) " << count_keptbet_won << std::endl;
21 std::cout << "Wins(next bet) " << count_newbet_won << std::endl;
22 std::cout << "Win Ratio " << ((count_newbet_won==0) ? 0.0 : (static_cast<double>(count_keptbet_won)/static_cast<double>(count_newbet_won)))<<
    double>(count_keptbet_won)/static_cast<double>(count_newbet_won)))<<
    std::endl;
23 std::cout << "Sum (sanity check)" << count_keptbet_won+count_newbet_won <<
    << std::endl;
24 return 0;
25 }
```

## 2.8. 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](https://gitlab.com/nbatfai/bhax/blob/master/attention_raising/Primek_R)

A természetes számok építőelemei a prímszámok. Abban az értelemben, hogy minden természetes szám előállítható prímszámok szorzataként. Például  $12=2*2*3$ , vagy például  $33=3*11$ .

Prímszám az a természetes szám, amely csak önmagával és eggyel osztható. Eukleidész görög matematikus már Krisztus előtt tudta, hogy végtelen sok prímszám van, de ma sem tudja senki, hogy végtelen sok ikerprím van-e. Két prím ikerprím, ha különbségük 2.

Két egymást követő páratlan prím között a legkisebb távolság a 2, a legnagyobb távolság viszont bármilyen nagy lehet! Ez utóbbit könnyű bebizonyítani. Legyen  $n$  egy tetszőlegesen nagy szám. Akkor szorozzuk össze  $n+1$ -ig a számokat, azaz számoljuk ki az  $1*2*3*\dots*(n-1)*n*(n+1)$  szorzatot, aminek a neve  $(n+1)$  faktoriális, jele  $(n+1)!$ .

Majd vizsgáljuk meg az a sorozatot:

$(n+1)!+2$ ,  $(n+1)!+3$ , ...,  $(n+1)!+n$ ,  $(n+1)!+(n+1)$  ez  $n$  db egymást követő szám, ezekre (a jól ismert bizonyítás szerint) rendre igaz, hogy

- $(n+1)!+2=1*2*3*\dots*(n-1)*n*(n+1)+2$ , azaz  $2*$ valamennyi+2, 2 többszöröse, így ami osztható kettővel
- $(n+1)!+3=1*2*3*\dots*(n-1)*n*(n+1)+3$ , azaz  $3*$ valamennyi+3, ami osztható hárommal
- ...

- $(n+1)!+(n-1)=1*2*3*\dots*(n-1)*n*(n+1)+(n-1)$ , azaz  $(n-1)*\text{valamennyi}+(n-1)$ , ami osztható  $(n-1)$ -el
- $(n+1)!+n=1*2*3*\dots*(n-1)*n*(n+1)+n$ , azaz  $n*\text{valamennyi}+n$ , ami osztható  $n$ -el
- $(n+1)!+(n+1)=1*2*3*\dots*(n-1)*n*(n+1)+(n+1)$ , azaz  $(n+1)*\text{valamennyi}+(n+1)$ , ami osztható  $(n+1)$ -el

tehát ebben a sorozatban egy prim nincs, akkor a  $(n+1)!+2$ -nél kisebb első prim és a  $(n+1)!+(n+1)$ -nél nagyobb első prim között a távolság legalább  $n$ .

Az ikerprímszám sejtés azzal foglalkozik, amikor a prímek közötti távolság 2. Azt mondja, hogy az egymástól 2 távolságra lévő prímek végtelen sokan vannak.

A Brun tétel azt mondja, hogy az ikerprímszámok reciprokaiból képzett sor összege, azaz a  $(1/3+1/5)+(1/5+1/7)+(1/11+1/13)+\dots$  véges vagy végtelen sor konvergens, ami azt jelenti, hogy ezek a törtek összeadva egy határt adnak ki pontosan vagy azt át nem lépve növekednek, ami határ számot  $B_2$  Brun konstansnak neveznek. Tehát ez nem dönti el a több ezer éve nyitott kérdést, hogy az ikerprímszámok halmaza végtelen-e? Hiszen ha véges sok van és ezek reciprokait összeadjuk, akkor ugyanúgy nem lépjük át a  $B_2$  Brun konstans értékét, mintha végtelen sok lenne, de ezek már csak olyan csökkenő mértékben járulnának hozzá a végtelen sor összegéhez, hogy így sem lépnék át a Brun konstans értékét.

Ebben a példában egy olyan programot készítettünk, amely közelíteni próbálja a Brun konstans értékét. A repó [bhax/attention\\_raising/Primek\\_R/stp.r](https://github.com/bhax/attention_raising/Primek_R/stp.r) nevű állománya kiszámolja az ikerprímeket, összegzi a reciprokaikat és vizualizálja a kapott részeredményt.

```
# Copyright (C) 2019 Dr. Norbert Bاتفai, nbاتفai@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")
```

Soronként értelmezzük ezt a programot:

```
primes = primes(13)
```

Kiszámolja a megadott számig a prímeket.

```
> primes=primes(13)
> primes
[1] 2 3 5 7 11 13
```

```
diff = primes[2:length(primes)]-primes[1:length(primes)-1]
```

```
> diff = primes[2:length(primes)]-primes[1:length(primes)-1]
> diff
[1] 1 2 2 4 2
```

Az egymást követő prímek különbségét képzi, tehát 3-2, 5-3, 7-5, 11-7, 13-11.

```
idx = which(diff==2)
```

```
> idx = which(diff==2)
> idx
[1] 2 3 5
```

Megnézi a diff-ben, hogy melyiknél lett kettő az eredmény, mert azok az ikerprím párok, ahol ez igaz. Ez a diff-ben lévő 3-2, 5-3, 7-5, 11-7, 13-11 különbségek közül ez a 2., 3. és 5. indexűre teljesül.

```
t1primes = primes[idx]
```

Kivette a primes-ból a párok első tagját.

```
t2primes = primes[idx]+2
```

A párok második tagját az első tagok kettő hozzáadásával képezzük.

```
rt1plust2 = 1/t1primes+1/t2primes
```

Az 1/t1primes a t1primes 3,5,11 értékéből az alábbi reciprokokat képzi:

```
> 1/t1primes
[1] 0.33333333 0.20000000 0.09090909
```

Az 1/t2primes a t2primes 5,7,13 értékéből az alábbi reciprokokat képzi:



```
> 1/t2primes  
[1] 0.20000000 0.14285714 0.07692308
```

Az  $1/t_1\text{primes} + 1/t_2\text{primes}$  pedig ezeket a törteket rendre összeadja.

```
> 1/t1primes+1/t2primes  
[1] 0.53333333 0.3428571 0.1678322
```

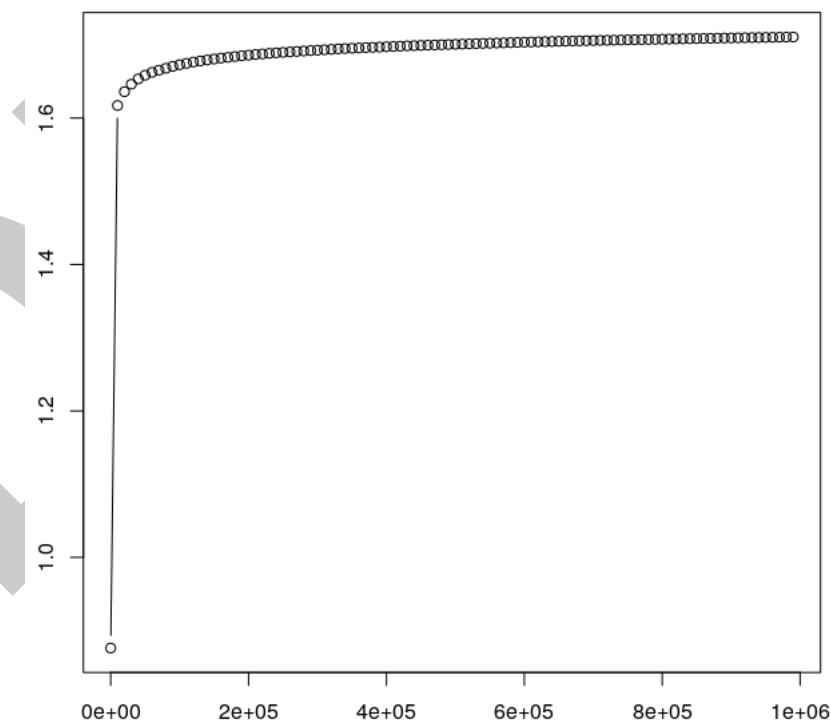
Nincs más dolgunk, mint ezeket a törteket összeadni a `sum` függvénnyel.

```
sum(rt1plust2)
```

```
> sum(rt1plust2)  
[1] 1.044023
```

A következő ábra azt mutatja, hogy a szumma értéke, hogyan nő, egy határértékhez tart, a  $B_2$  Brun konstanshoz. Ezt ezzel a csipettel rajzoltuk ki, ahol először a fenti számítást 13-ig végezzük, majd 10013, majd 20013-ig, egészen 990013-ig, azaz közel 1 millióig. Vegyük észre, hogy az ábra első köre, a 13 értékhez tartozó 1.044023.

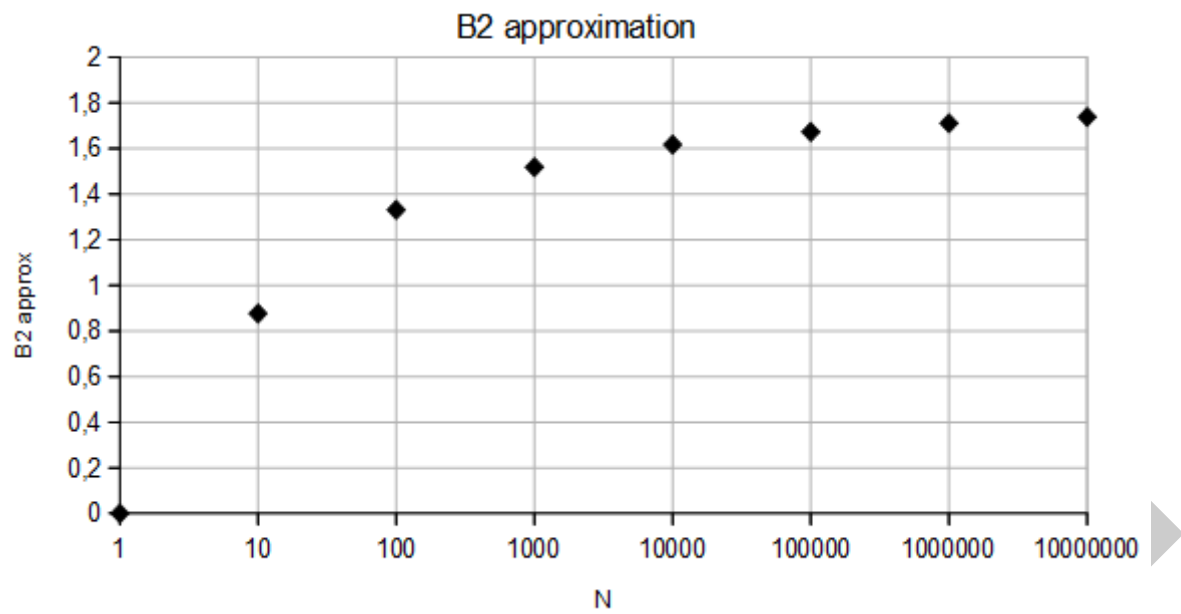
```
x=seq(13, 1000000, by=10000)  
y=sapply(x, FUN = stp)  
plot(x,y,type="b")
```



2.16. ábra. A  $B_2$  konstans közelítése

Az nbatfai program C++-ban bitset-tel. (Bitset miatt compile time tudnunk kell N-et.)

```
1  #include <iostream>
2  #include <bitset>
3  #include <math.h>    // sqrt
4
5  const int N = 100; // The catch is we have to know N compile time
6
7  int main()
8  {
9      auto bs = std::move(std::bitset<N+1>{}.set());
10     bs.set(0, false);
11     bs.set(1, false);
12     int m = sqrt(N);
13     for (int p=2; p<=m; p++)
14         if (bs.test(p))
15             for (int i=p*2; i<=N; i += p)
16                 bs.set(i, false);
17     double b2approx = 0.0;
18     for(int i = 2; i <bs.size();i++)
19         if(bs.test(i) && bs.test(i-2))
20             b2approx+=1.0/(i-2)+1.0/i;
21     std::cout<<"B2 approximation for "<<N<<" is "<< b2approx <<std::endl;
22     return 0;
23 }
24 /* N      B2approx
25 * 10      0.87619
26 * 100     1.33099
27 * 1000    1.51803
28 * 10000   1.61689
29 * 100000  1.6728
30 * 1000000 1.71078
31 * 10000000 1.73836
32 */
33 /*
34 * Didn't use accu, functional or lambdas
35 * But you could do it based on nbatfais R code...
36 * std::accumulate(t1.begin(), t1.end(), 0.0, [](const double &a, const ←
37 * double &b){return a+(1.0/b)+(1/(b+2.0));});
38 */
```



2.17. ábra. Az c++  $B_2$  konstans közelítés eredményei



#### Werkfilm

- <https://youtu.be/VkMFrgBhN1g>
- <https://youtu.be/aF4YK6mBwf4>

## 3. fejezet

# Helló, Chomsky!

### 3.1. Decimálisból unárisba átváltó Turing gép

Állapotátmenet gráfiájával megadva írd meg ezt a gépet!

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

### 3.2. Az $a^n b^n c^n$ nyelv nem környezetfüggetlen

Mutass be legalább két környezetfüggő generatív grammatikát, amely ezt a nyelvet generálja!

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

### 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.

#### 3.3.1. BNF

statement-ek BNF formában

```
<statement> ::= <labeled-statement>
```

```
4         | <expression-statement>
5         | <compound-statement>
6         | <selection-statement>
7         | <iteration-statement>
8         | <jump-statement>
9
10 <labeled-statement> ::= <identifier> : <statement>
11                     | case <constant-expression> : <statement>
12                     | default : <statement>
13
14 <expression-statement> ::= {<expression>}? ;
15
16 <compound-statement> ::= { {<declaration>}* {<statement>}* }
17
18 <selection-statement> ::= if ( <expression> ) <statement>
19                     | if ( <expression> ) <statement> else <statement>
20                     | switch ( <expression> ) <statement>
21
22 <iteration-statement> ::= while ( <expression> ) <statement>
23                     | do <statement> while ( <expression> ) ;
24                     | for ( {<expression>}? ; {<expression>}? ; {< ←
25                               expression>}? ) <statement>
26
27 <jump-statement> ::= goto <identifier> ;
28                     | continue ;
29                     | break ;
30                     | return {<expression>}? ;
```

### 3.3.2. inline functions

Inline régebben nem volt.

```
1 #include <stdio.h>
2
3 extern inline int getval(void);
4
5 int main()
6 {
7     int a = getval();
8     printf("%i", a);
9     return 0;
10 }
11
12 inline int getval(void){return 1;}
```

### 3.3.3. új típusok

Például long long int. Érdemes -Wall -Wpedantic-al compile-olni, hogy dobja a hibát.

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main()
4 {
5     long long int a = 1;
6     printf("%I64d", a);
7     return 0;
8 }
```

Complex példálul nem volt része a szabványnak

```
1 #include <complex.h>
2 #include <tgmath.h>
3 #include <stdio.h>
4 int main(void)
5 {
6     double complex z1 = I * I;
7     printf("I * I = %.1f%+.1fi\n", creal(z1), cimag(z1));
8     return 0;
9 }
```

### 3.3.4. struct initialization

Példálul designated initialization

```
1 #include <stdio.h>
2
3 struct my_t{
4     int x;
5     int y;
6 };
7
8 int main()
9 {
10     struct my_t foo = {.x=1, .y=2};
11     printf("%i", foo.x);
12     return 0;
13 }
```

### 3.3.5. mixing decl and code

Deklaráció lehet akár kód után is

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(){
4     int b;
```

```
5  b = 2;
6  int a = 1;
7  printf("%i %i", a, b);
8  return 0;
9  }
```

### 3.3.6. implicit fn

Régebben, ha például include math lemaradt, attól még compile működött, mert implicit egy int sin() deklaráció generált. Mivel ez többnyire nem egyezik a valóságossal, ezért ez általában hibához vezet.

```
1  #include <stdio.h>
2  int main(int argc, char **argv)
3  {
4      double d = sin(1.0);
5      printf("%f", d);
6      return 0;
7  }
```

## 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!

Első és legfontosabb, hogy math.h atoi atof miatt explicit beraktam. (Persze jogos kérdés, hogy miért kell egyszerre öv és hózentróger a nadrághoz...)

Első és legfontosabb, hogy math.h atoi atof miatt explicit beraktam. (Persze jogos kérdés, hogy miért kell egyszerre öv és hózentróger a nadrághoz...) A Tanár Úr verziója csak valós számokat parse-ol. Az enyémben int és float parse megy külön counterrel. Ahhoz hogy ezt elérjük definiáltuk a DIGIT-et, és ha 1 vagy több digit van egymás mellett és a végén terminál a karakterlánc, vagy whitespace van, akkor int, ha pedig pont van (és utána 0 vagy több DIGIT) akkor pedig float.

A másik dolog, hogy Tanár Úr verziója nem lép ki. Nos, a mi esetünkben a brexit karakterlánc hatására a program leáll.

Lehetne hosszabban taglalni a feladatot (pl. 1.1e3 parse?), de direkt rövidre vettük.

```
1  %option noyywrap
2  %{
3  #include <stdio.h>
4  #include <math.h>
5  int intnumbers = 0;
6  int floatnumbers = 0;
7  %}
8  DIGIT [0-9]
9  %%
```

```
10 {DIGIT}+      {++intnumbers; printf("[int=%s %i]", yytext, atoi(yytext));}  
11 {DIGIT}+"."{DIGIT}* {++floatnumbers; printf("[float=%s %f]", yytext, atof(↵  
    yytext));}  
12 "brexit"      { printf("Boris Johnson was called! Exiting EU!\n"); exit(0); ↵  
    }  
13 %%  
14 int  
15 main ()  
16 {  
17     yylex ();  
18     printf("The number of ints is %d\n", intnumbers);  
19     printf("The number of floats is %d\n", floatnumbers);  
20     return 0;  
21 }  
22
```

A lényeg annyi a flex az alap lex fájl alapján generál egy C forrásfájlt amit aztán le kell fordítani gcc-vel. Annyi hogy gcc compile esetén mellé kell linkelni valamely library-t dependencia miatt. (A bepasszolt -ll vagy -lml stb. flag). Ahhoz hogy ez menjen olykor a -lml stb. flag ELŐTT -L"Myath"-al meg kell adni a lib-et tartalmazó dir abszolút elérését.

A kigenerált forrásba nézzünk bele mert érdekes. Láthatóan label-eket használ és goto-t. De mit is ugrál ez a kis szörnyeteg? Nos, a Tanár Úr által említett Turing-os dologról van szó! Emlékezzünk a bevprog-os Bjarne Stroustrup-os példára. Ott például emlékezhethetünk, hogy nem lehetett simán azt mondani, hogy 1 vagy több digit az int lesz, hiszen ha a következő char . akkor float-ot parse-olunk. Nos ez startégia van lekódolva label-ekkel. Ha state machine-ként képzeljük el, akkor gyakorlatilag ezek a label-ek a állapotok.

### 3.5. Leetspeak

Lexelj össze egy l33t ciphert!

Annyi történik, hogy a lexernél nem bonyolítottuk túl a szabályokat. Egy szabály van ami bármely char esetén érvényes.

Alábbi sor annyit jelent, hogy l337d1c7 egy array melynek elemei user defined cipher struct típusúak. Az hogy hány elemű l337d1c7 azt úgy tudjuk meg, hogy l337d1c7 méretét (memóriabeli foglalási méretét) elosztjuk cipher foglalási méretével. Eredményü azt kapjuk hány cipher van az arrayben. Magyarul ez csak egy handy dolog, hogy ne manuálisan kelljen megadni.(it would be prone to errors)

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

A lényege az egésznek, hogy stdin-re gyűlik az input. Mihelyst EOF van "aktivizálódunk", és minden karaktert egyenként beolvasunk (magyarul nincs sok értelme a lexernek, hisz nincs igazi szabály)

l337d1c7-t legegyszerűbb egy szótárként felfogni: Minden charhoz megadja a leet beli karakterlánc megfelelőit

Minden char-nál csinálunk egy lineáris keresést (nem a char-ral, hanem a lowercase verziójával), azaz addig megyünk l337d1c7 amíg meg nem találjuk azt a ciphert amelynek az adott charról szól. Mivel nem biztos



hogyan lesz ilyen a végén found-dal van egy guard ami annyit jelent, ha nem találtunk a szótárban, akkor írjuk vissza stdout-ra az eredeti chart.

Ha viszont benne volt a szótárban, akkor generálunk egy random számot(main-ben már megseedetük sys time-al és linuxon a saját pid-nkkal)

Ha a random szám

kisebb mint 91 akkor a szótárból az első karakterláncot írjuk ki stdout-ra

kisebb mint 95 akkor a szótárból a második karakterláncot írjuk ki stdout-ra

kisebb mint 98 akkor a szótárból a harmadik karakterláncot írjuk ki stdout-ra

egyébként a szótárból a negyedik karakterláncot írjuk ki stdout-ra

```
abba was a paganíc band carrying the bloodline of vicious viking warriors
4bb4 w4s 4 p4g4n1c b4nd c4rry1n1 th3 bl00dl1n3 0f v1c1<us v1king \^/4rr10rs
```

3.1. ábra. leetspeak

Alább a source kód

```
1  /*
2  Copyright (C) 2019
3  Norbert Bã;tfai, batfai.norbert@inf.unideb.hu
4
5  This program is free software: you can redistribute it and/or modify
6  it under the terms of the GNU General Public License as published by
7  the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
8  (at your option) any later version.
9
10 This program is distributed in the hope that it will be useful,
11 but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
12 MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
13 GNU General Public License for more details.
14
15 You should have received a copy of the GNU General Public License
16 along with this program. If not, see <https://www.gnu.org/licenses/>.
17 */
18 %option noyywrap
19 %{
20     #include <stdio.h>
21     #include <stdlib.h>
22     #include <time.h>
23     #include <ctype.h>
24
25     #define L337SIZE (sizeof l337d1c7 / sizeof (struct cipher))
26
27     struct cipher {
28         char c;
29         char *leet[4];
```

```
30 } l337d1c7 [] = {
31
32 { 'a', { "4", "4", "@", "/-\\\" }},
33 { 'b', { "b", "8", "|3", "|"} },
34 { 'c', { "c", "(", "<", "{" }},
35 { 'd', { "d", "|)", "|]", "|"} },
36 { 'e', { "3", "3", "3", "3"} },
37 { 'f', { "f", "|=", "ph", "|#" }},
38 { 'g', { "g", "6", "[", "[+" }},
39 { 'h', { "h", "4", "|-|", "[-"] }},
40 { 'i', { "1", "1", "|", "!" }},
41 { 'j', { "j", "7", "_|", "_/" }},
42 { 'k', { "k", "|<", "1<", "|{" }},
43 { 'l', { "l", "1", "|", "|_" }},
44 { 'm', { "m", "44", "(V)", "\\|/" }},
45 { 'n', { "n", "\\|", "/\\/", "/V"} },
46 { 'o', { "0", "0", "()", "[]" }},
47 { 'p', { "p", "/o", "|D", "|o"} },
48 { 'q', { "q", "9", "O_", "(,)" }},
49 { 'r', { "r", "12", "12", "|2"} },
50 { 's', { "s", "5", "$", "$"} },
51 { 't', { "t", "7", "7", "'|'" }},
52 { 'u', { "u", "|_|", "(_)", "[_]" }},
53 { 'v', { "v", "\\|/", "\\|/", "\\|/" }},
54 { 'w', { "w", "VV", "\\|\\|/", "(/\\|)" }},
55 { 'x', { "x", "%", ")(", ")("} },
56 { 'y', { "y", "", "", "" }},
57 { 'z', { "z", "2", "7_", ">_" }},
58
59 { '0', { "D", "0", "D", "0"} },
60 { '1', { "I", "I", "L", "L"} },
61 { '2', { "Z", "Z", "Z", "e"} },
62 { '3', { "E", "E", "E", "E"} },
63 { '4', { "h", "h", "A", "A"} },
64 { '5', { "S", "S", "S", "S"} },
65 { '6', { "b", "b", "G", "G"} },
66 { '7', { "T", "T", "j", "j"} },
67 { '8', { "X", "X", "X", "X"} },
68 { '9', { "g", "g", "j", "j"} }
69
70 // https://simple.wikipedia.org/wiki/Leet
71 };
72
73 %}
74 %%
75 . {
76
77     int found = 0;
78     for(int i=0; i<L337SIZE; ++i)
79     {
```

```
80
81     if(l337d1c7[i].c == tolower(*yytext))
82     {
83
84         int r = 1+(int) (100.0*rand()/(RAND_MAX+1.0));
85
86         if(r<91)
87             printf("%s", l337d1c7[i].leet[0]);
88         else if(r<95)
89             printf("%s", l337d1c7[i].leet[1]);
90         else if(r<98)
91             printf("%s", l337d1c7[i].leet[2]);
92         else
93             printf("%s", l337d1c7[i].leet[3]);
94
95         found = 1;
96         break;
97     }
98
99 }
100
101 if(!found)
102     printf("%c", *yytext);
103
104 }
105 %%
106 int
107 main()
108 {
109     srand(time(NULL));
110     yylex();
111     return 0;
112 }
```

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

## 3.6. A források olvasása

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

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

Nem kell túlbonyolítani... signal function-nek két argja van: signum, és handler.

Minden signal csak egy szám, hogy "hanyas csatornán jön az üzenet". Ha jön egy jel mondjuk a 15-ös csatornán, akkor az fogja kezelni, aki a 15-ösre be lett állítva.

Mikor signal-hoz új handlert rendelünk akkor return-ben visszakapjuk az eddigi handler fn ptr-ét.

Annyit még tisztázzunk hogy SIG\_IGN egy makró ami egy default handler címévé expandál. Annyi a trükk hogy ennek a címe SOHA nem egyezik meg egy normális funkció címével se. Azaz ez az address unique.

Hogy tiszta legyen a kép, alább egy példa program a signal működéséről.

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <signal.h>
4
5 typedef void (*t_handler_fn) (int);
6
7 void do_nothing(int signum){
8     printf("Ez lesz az első sor! %i\n", signum);
9 }
10
11 void do_exit(int signum)
12 {
13     printf("Ez lesz a harmadik sor! %i\n", signum);
14     exit(0);
15 }
16
17 int main(void)
18 {
19     t_handler_fn last;
20     last = signal(SIGTERM, do_nothing);
21     raise(SIGTERM);
22     printf("Ez lesz a második sor!\n");
23     last = signal(SIGTERM, do_exit);
24     raise(SIGTERM);
25     printf("De ide nem jut el\n");
26     return 0;
27 }
```



### Bugok

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

i.

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

Átállítom ignoredra. Ha eddig is ignored volt minden ok, de ha eddig nem ignored volt, akkor átrakom jelkezőre.

ii.

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

Valid, prefix de mivel az expression return value semmire se kell, ezért lehetne postfix is

iii.

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

Valid, postfix

iv.

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

belép loop-ba, felveszi a nullát i, szóval `tomb[0]=0`

következő menetben a postfix miatt, először lemásolja a jelenlegi értéket, inkrementálja i-t, majd a másolt érték lesz a kiértékelés vége.

Magyarul `tomb[1]=0`

v.

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

Maybe unintended assignment versus equality comparison. (nagyon rossz debuggolni az ilyet, volt vele szerencsém)

vi.

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

EZ IGAZI BUG!

A kiértékelési sorrend nem függ sztenderdtől, szóval bármit kaphatunk (implementáció dönt).

vii.

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

Ha a egy ptr akkor okozhat meglepetéseket, de egyébként mivel az értékek alapvetően másolódva adódnak át, ezért ok lehet.

viii.

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

Ez sem eldönthető ennyi alapján, annyi hozzáfűzve, hogy f láthatóan okozhat mellékhatást, hisz címet kap, de akár ok is lehet.

### 3.7. 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

- egészzet visszaadó és két egészzet kapó függvényre mutató mutatót visszaadó, egészzet kapó függvény
- függvénymutató egy egészzet visszaadó és két egészzet kapó függvényre mutató mutatót visszaadó, egészzet kapó függvényre

Alább mellékeltem egy példát, próbáltam értelmessé tenni, szóval nem csak compile-ol, hanem eredményeket is ad...

```
1  #include <stdio.h>
2  int val = 8;
3  int val2 = 16;
4  // egészre mutató mutatót visszaadó függvény
5  int* get_val_ptr();
6
7  int* get_int_ptr(int, int);
8
9  int* (*get_fn_ptr(int))(int, int);
10
11 int add(int a, int b);
12
13 int (*get_addfn_ptr(int a))(int, int);
14
15 int main()
16 {
17     // egész
18     int a = 1;
19     printf("%i\n", a);
20     // egészre mutató mutató
21     int *ptr_a = &a;
22     printf("%i\n", *ptr_a);
23     // egész referenciája
24     int& ref_a = a;
25     printf("%i\n", ref_a);
26     // egészek tömbje
27     int arr1[2] = {2, 4};
28     printf("%i %i\n", arr1[0], arr1[1]);
29     // egészek tömbjének referenciája
30     int (&ref_arr1)[2] = arr1;
31     printf("%i\n", ref_arr1[0]);
32     // egészre mutató mutatók tömbje
33     int* arr2[2];
34     arr2[0] = &a;
35     arr2[1] = &arr1[1];
36     printf("%i %i\n", *arr2[0], *arr2[1]);
37     // egészre mutató mutatót visszaadó függvényt mutató mutató
38     int* (*fun0)(void) = get_val_ptr;
39     printf("%i\n", *fun0());
40     // egészzet visszaadó és két egészzet kapó függvényre mutató mutatót ←
41     // visszaadó, egészzet kapó függvény
42     printf("%i\n", *(get_fn_ptr(1)(2, 4)));
```

```
42 // függvenymutato egy egeszet visszaado es ket egeszet kapo függvényre ↔  
    mutato mutatot visszaado, egeszet kapo függvényre  
43 printf("%i\n",get_addfn_ptr(1)(16,16));  
44 return 0;  
45 }  
46  
47 int* get_val_ptr(){return &val;}  
48  
49 int* get_val2_ptr(int a, int b){return &val2;}  
50  
51 int* (*get_fn_ptr(int a))(int, int){ return get_val2_ptr;};  
52  
53 int (*get_addfn_ptr(int a))(int, int){ return add;};  
54  
55 int add(int a, int b){return a+b;}
```

Mit vezetnek be a programba a következő nevek?

- `int a;`  
int típusú a nevű változó adott scope-ban.
- `int *b = &a;`  
ptr típusú b nevű változó, mely int típusra mutat. értéke legyen az a változó címe.
- `int &r = a;`  
referencia r néven int típusra. referencia mutasson a változóra.
- `int c[5];`  
tömb típusú c nevű 5 elemű int típust tartalmazó, inicializálatlan (azaz ram szeméttől függnék értékei)
- `int (&tr)[5] = c;`  
referencia tr néven tömbre int elemekkel 5-ös mérettel
- `int *d[5];`  
d néven tömb(bár igazából minden tömb ptr) 5 elemű elemei int ptr-ek.
- `int *h ();`  
h néven int ptr return type-ú void arg-ú függvény.
- `int *(*l) ();`  
l néven fn ptr. A mutatott függvény int ptr return type-ú és void arg-ú

```
int (*v (int c)) (int a, int b)
```

v néven function. v egy intet fogad és egy fn ptr-et ad vissza. A visszaadott fn ptr int-et ad vissza és két argja van int, int.

```
int ((*z) (int)) (int, int);
```

z néven egy fn ptr. Fn ptr egy int-et kaphat, és fn ptr-t ad vissza. A visszaadott fn ptr két intet fogad és int-et ad vissza.

A typedef használata következik most. DIREKT TÉRTEM EL Tanár ÚR példájától. Okom erre az volt, hogy az alábbi pattern-t nagyon gyakran használják C API-k esetén.

A lényeg az, hogy van valami adatstruktúra, vagy adat, vagy akármi amit zárni akarnak api használó elől, viszont indirekt hozzáférés kell hozzá.

Alábbi példában annyi történik, hogy (ismerős lehet Java, Cpp lambdákból) egy funkciót, és egy user defined void ptr-t adunk be, és a library ezt fogja hívogatni.

Annyival megspékeltük a dolgot, hogyha a visit function nem 0-t ad vissza akkor a lib megáll és nem iterál tovább.

Long story short, ez a program az 5 indexű elemig eliterál, de azt már nem írja ki és befejezi a visit-et.

```
1 #include <stdio.h>
2
3 typedef int ErrorCode;
4
5 typedef void* FooUserData;
6
7 typedef ErrorCode (*FooVisitFunction) (int, FooUserData);
8
9 struct CustomData{int a;};
10
11 int arr[] = {0,1,2,3,4,5};
12
13 int visit(int data, FooUserData ud)
14 {
15     CustomData* custom = (CustomData*) ud;
16     if(data>custom->a){return 1;}
17     printf("Visiting %i\n",data);
18     return 0;
19 }
20
21 int do_visit(FooVisitFunction fn, FooUserData ud)
22 {
23     int status = 0;
24     for(int i = 0; i<6;i++){
25         status = fn(arr[i],ud);
26         if(status !=0){ break; }
27     }
```



```
28     return status;
29 }
30
31 int main() {
32     CustomData cd = {.a=4};
33     do_visit(visit, (void*)&cd);
34     return 0;
35 }
```

## 4. fejezet

# Helló, Caesar!

### 4.1. double \*\* háromszögmátrix

Írj egy olyan malloc és free párost használó C programot, amely helyet foglal egy alsó háromszög mátrixnak a szabad tárban!

Mi az az alsó háromszög mx? Nos, vegyünk egy nxn-es mátrixot. A főátló és az alatti elemek az alsó háromszög mx.

```
X O O O O
X X O O O
X X X O O
X X X X O
X X X X X
```

Gyakorlati haszna az, hogy ha pl. szimmetrikus a mátrixunk, akkor elég az alsó háromszög mx-ot tárolni.

Nézzük a kódot, de előtte tisztázzuk malloc-ot és free-t!

malloc egy értéket vár, hogy hány bájt memória területet(konzisztens, tehát egybefüggően szabad) adjon. Amit vissza ad, az egy ptr a mem a blokk kezdőcímére.

free egy ptr-t vár. Adott ptr-t kezdeti címnek veszi és ezen címtől kezdve annyit szabadít fel, amennyit a ptr által mutatott típus foglal.

Alább egy malloc call:

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

Azaz kérünk memória nr darab double ptr-nek. Ha malloc nem tud adni, akkor null ptr jön vissza, ezáltal igaz lesz a kondíció és kilépünk -1-el.

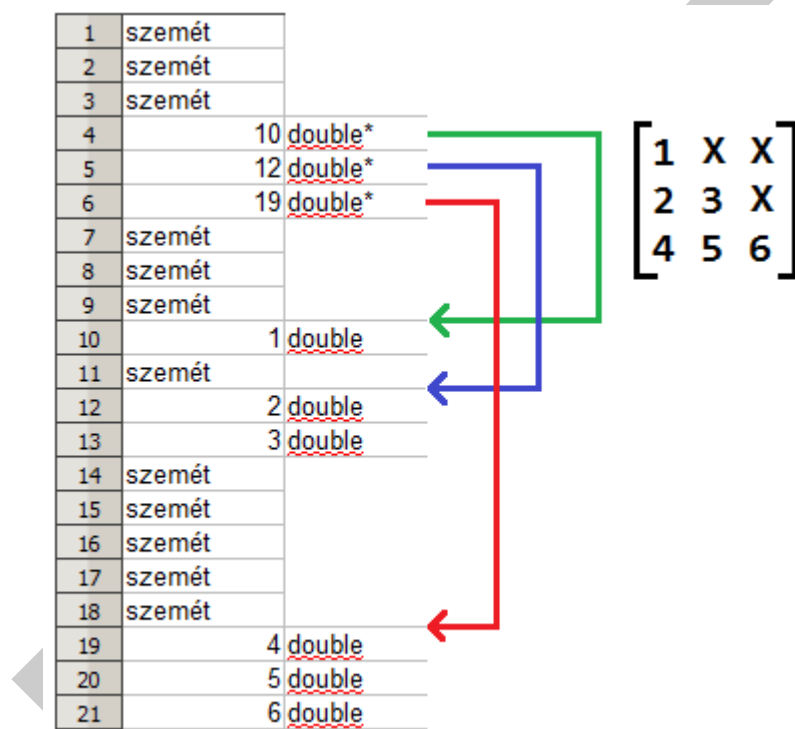
Persze, ez csak a madártávlati nézet, hiszen technikailag, tm-be assignoljuk a malloc által adott értéket és utána checkeljük, hogy tm==NULL -e.

A lényeg hogyha ezen túl vagyunk, akkor van egy tömbünk a memóriában pointerekkel (melyek double-re mutatnak). Ezek a pointerek jelenleg mem szemetet tárolnak, úgyhogy kezdjük el őket valódi címekkel feltölteni.

Mivel nr darab-szor kell elvégezni ugyanazt a műveletet majd, ezért logikusan jön egy for, de nekünk a for teste a lényeg.

```
if ((tm[i] = (double *) malloc ((i + 1) * sizeof (double))) == NULL)
{
    return -1;
}
```

Mivel előbb a malloc-ot tisztáztuk, most inkább a méretbe és az elméletbe akarok belemenni. Mármost miért ez a (i+1) szorzó?



4.1. ábra. mem mx

Fenti ábrán látható, hogy minden pointer "eggyel hosszab" blokkra mutat mint a másik, az egész pedig egyről indul (hisz az első a főatlóbeli elemet tartalmazza csak)

Most ne menjünk bele az alignment-be, meg hogy valójában hogyan is tárolódik, inkább örüljünk az ábrának!

Azaz kérünk blokkokat, megkapjuk a címeket, és ezeket tm[i]-be assignoljuk...

Sajnos a double-ök még mindig memória szemetet tartalmaznak, ezért felülírjuk őket 0, 1, 2...stb. vel

```
for (int i = 0; i < nr; ++i)
    for (int j = 0; j < i + 1; ++j)
        tm[i][j] = i * (i + 1) / 2 + j;
Szamoljuk t[i][j] értékét i=2 j=2 esetben
tm[i][j] = i * (i + 1) / 2 + j;
```

```

tm[2][2] = 2 * (2 + 1) / 2 + 2;
tm[2][2] = 2 * 3 / 2 + 2;
tm[2][2] = 3 + 2;
tm[2][2] = 5;
  j 0 1 2
i
0 0
1 1 2
2 3 4 5

```

Ezekután stdoutra kiprinteljük a mx elemeit soronként

Ezekután jön egy kis trükközés

```

tm[3][0] = 42.0;
egyértelmű

```

```

*(tm + 3)[1] = 43.0;
(tm + 3) = tm + 3*sizeof(double*)
(tm+3) at derefeljük *-gal
azaz megmondjuk, hogy amit ott talál azt egy double ptr-ként ←
értelmezze (hisz ugye alaphól double** volt tm...)
utána pedig this[1]=*(this+1*sizeof(double))
Azaz a mátrixba assignolunk tm[3][1]=43

```

```

*(tm[3] + 2) = 44.0;
tm[3] = *(tm+3*sizeof(double*))
*(tm[3] + 2) pedig simán annyit hogy tm[3] + 2= tm[3] + 2*sizeof( ←
double)
deref miatt doubleként dolgozzuk fel a cym által mutatott helytől ←
kezdve a memóriát (és ugye annyit amennyi a sizeof(double))
Azaz a mátrixba assignolunk tm[3][2]=44

```

```

*(*(tm + 3) + 3) = 45.0;
(tm + 3) = tm + 3*sizeof(double*)
derefeljük úgyhogy double* kapunk.
hozzáadunk 3-at azaz *(tm + 3) + 3 = *(tm + 3) + 3*sizeof(double)
Azaz a mátrixba assignolunk tm[3][3]=45

```

Tanár Úr még kérdésként feltette mi van ha

```

*(tm + 3)[1] = 43.0;

```

Szóval **baj** . Indirection ugye RL asszociatív és 2-es precedence, míg [] LR asszociatív és 1-es precedence.  
Hogy jól eltudjam magyarázni csináltam egy labortenyésztett frankenstein példát:

```

*(tm + 3)[1] = 43.0;
*((tm + 3)[1])
*(*(tm + 3)+(1))

```

```

*(*(tm + 4))
** (tm + 4)
tm[4][0] Azaz a tm[4][0] értéket fogjuk átírni

```

```

0.000000,
1.000000, 2.000000,
3.000000, 4.000000, 5.000000,
42.000000, 7.000000, 44.000000, 45.000000,
43.000000, 11.000000, 12.000000, 13.000000, 14.000000,

```

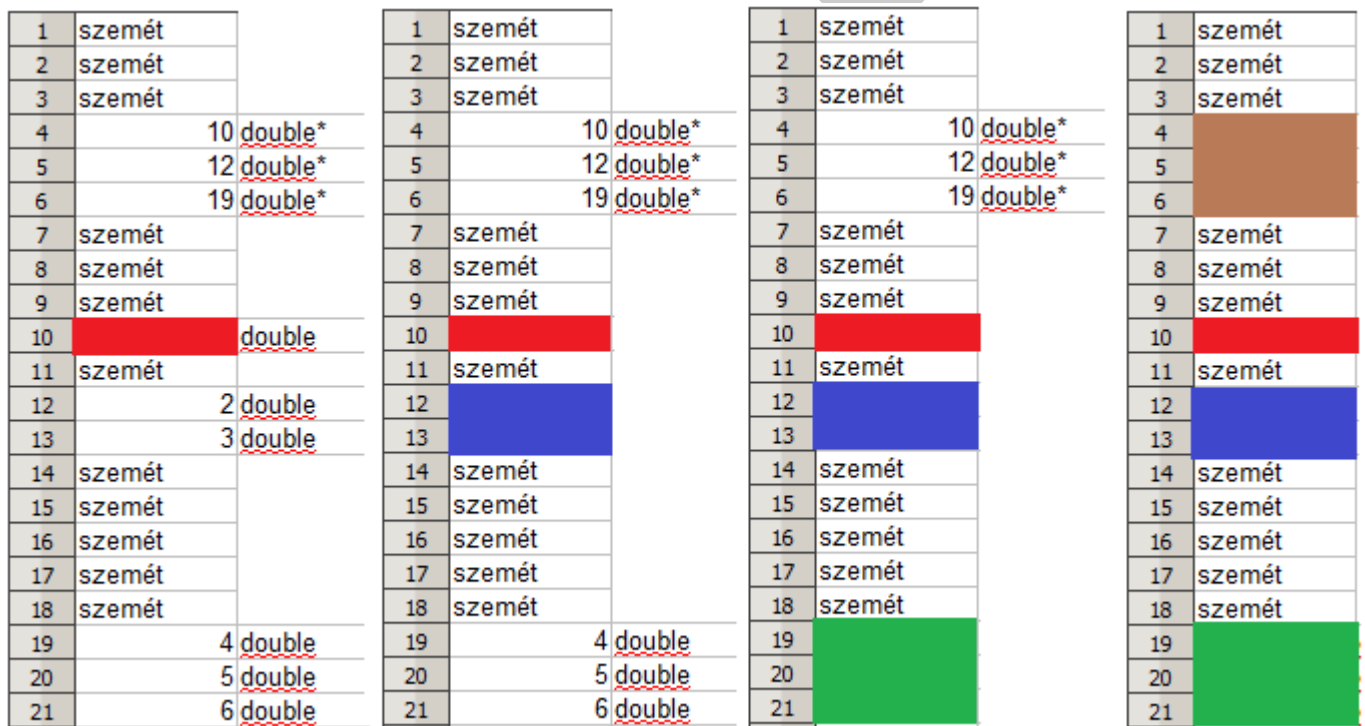
Újra kinyomtatjuk a mátrixot.

Most jön a lényeges rész: mi legyen a memóriával ha már nem kell?

```

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

```



1	szemét		
2	szemét		
3	szemét		
4		10	double*
5		12	double*
6		19	double*
7	szemét		
8	szemét		
9	szemét		
10			double
11	szemét		
12		2	double
13		3	double
14	szemét		
15	szemét		
16	szemét		
17	szemét		
18	szemét		
19		4	double
20		5	double
21		6	double

4.2. ábra. mem free

Megoldás forrása: [bmax/thematic-tutorials/bmax-textbook\\_IgyNeveldaProgramozod/Caesar/tm.c](https://bmax.thematic-tutorials.com/bmax-textbook/IgyNeveldaProgramozod/Caesar/tm.c)

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3

```

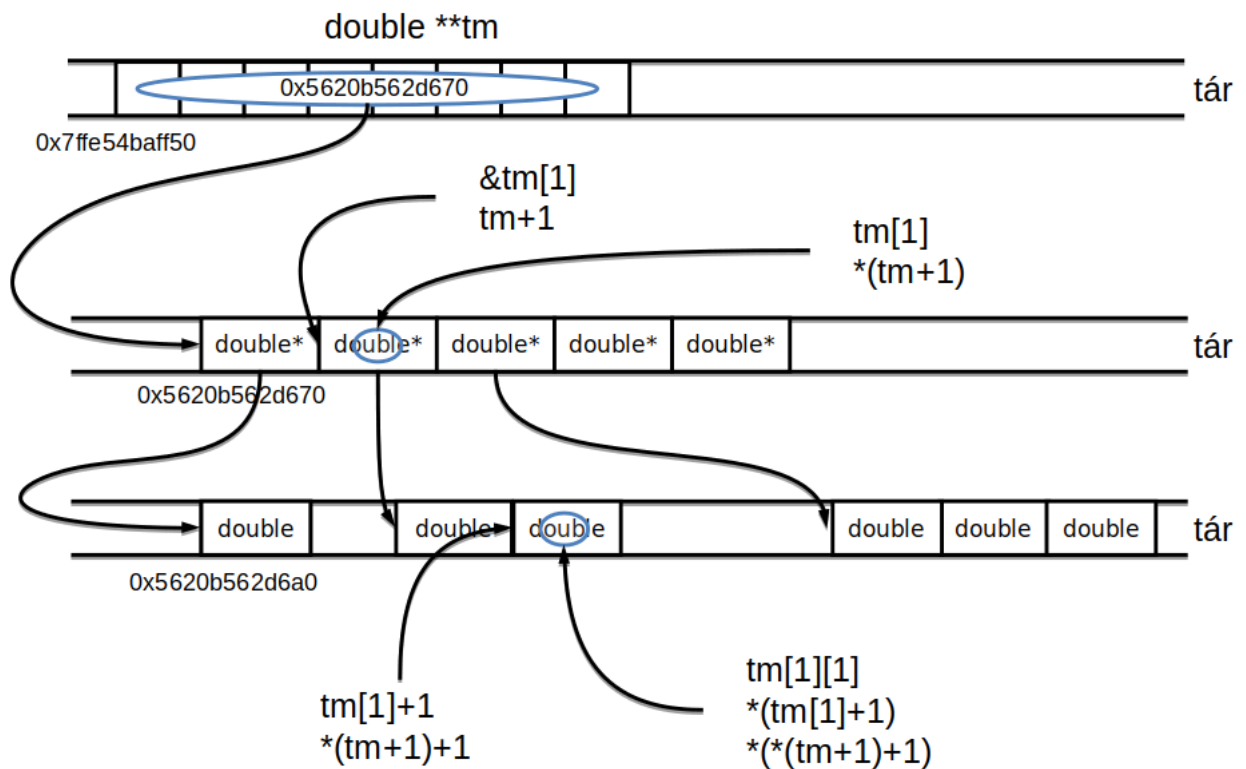
```
4  int
5  main ()
6  {
7      int nr = 5;
8      double **tm;
9
10     printf("%p\n", &tm);
11
12     if ((tm = (double **) malloc (nr * sizeof (double *))) == NULL)
13     {
14         return -1;
15     }
16
17     printf("%p\n", tm);
18
19     for (int i = 0; i < nr; ++i)
20     {
21         if ((tm[i] = (double *) malloc ((i + 1) * sizeof (double))) == NULL ↵
22             )
23         {
24             return -1;
25         }
26     }
27
28     printf("%p\n", tm[0]);
29
30     for (int i = 0; i < nr; ++i)
31         for (int j = 0; j < i + 1; ++j)
32             tm[i][j] = i * (i + 1) / 2 + j;
33
34     for (int i = 0; i < nr; ++i)
35     {
36         for (int j = 0; j < i + 1; ++j)
37             printf ("%f, ", tm[i][j]);
38         printf ("\n");
39     }
40
41     tm[3][0] = 42.0;
42     (*(tm + 3))[1] = 43.0;
43     *(tm[3] + 2) = 44.0;
44     (*(tm + 3) + 3) = 45.0;
45
46     for (int i = 0; i < nr; ++i)
47     {
48         for (int j = 0; j < i + 1; ++j)
49             printf ("%f, ", tm[i][j]);
50         printf ("\n");
51     }
52
```

```

53     for (int i = 0; i < nr; ++i)
54         free (tm[i]);
55
56     free (tm);
57
58     return 0;
59 }

```

Bennt hagytam Tanár Úr képét mert jobb mint az enyém.



4.3. ábra. A double \*\* háromszögmátrix a memóriában

A lényeg az egészből az, ha más nem is, hogy azért szertjük a cpp-t, mert nem kézzel kell takarítani, hanem vannak smart pointerek. Sajnos azonban shared\_ptr esetén overhead-je van a dolognak. Illetve azt is érdemes fejben tartani, hogy "kivétel kezelés" esetén a memória kezelést nem szabad elfelejteni.

Ha valaki kíváncsi a címekre

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int
5  main ()
6  {
7      int nr = 5;
8      double **tm;
9

```

```
10     printf("%p\n", &tm);
11
12     if ((tm = (double **) malloc (nr * sizeof (double *))) == NULL)
13     {
14         return -1;
15     }
16
17     printf("%p\n", tm);
18
19     for (int i = 0; i < nr; ++i)
20     {
21         if ((tm[i] = (double *) malloc ((i + 1) * sizeof (double))) == NULL ←
22             )
23         {
24             return -1;
25         }
26     }
27
28     printf("%p\n", tm[0]);
29
30     for (int i = 0; i < nr; ++i)
31         for (int j = 0; j < i + 1; ++j)
32             tm[i][j] = i * (i + 1) / 2 + j;
33
34     for (int i = 0; i < nr; ++i)
35     {
36         for (int j = 0; j < i + 1; ++j)
37             printf ("%f, ", tm[i][j]);
38         printf ("\n");
39     }
40
41     tm[3][0] = 42.0;
42     //(* (tm + 3)) [1] = 43.0;
43     printf("tm addr %p\n", &tm);
44     printf("tm[0] addr %p\n", &tm[0]);
45     printf("tm[1] addr %p\n", &tm[1]);
46     long long unsigned int pa = (long long unsigned int) &tm[1];
47     long long unsigned int pb = (long long unsigned int) &tm[0];
48     printf("dist tm[1] tm[0] %lu\n", ( pa - pb ));
49     printf("tm[4] addr %p\n", &tm[4]);
50     printf("(tm + 3)[1] addr %p\n", &((tm + 3)[1]));
51     double* p = (tm + 3)[1];
52     printf("p, tm[4][0] %p, %p\n", p, &tm[4][0]);
53     printf("*(tm + 3)[1], tm[4][0] %lf , %lf \n", *(tm + 3)[1], tm[4][0]);
54     *(tm + 3)[1] = 43.0;
55     *(tm[3] + 2) = 44.0;
56     *((tm + 3) + 3) = 45.0;
57
58     for (int i = 0; i < nr; ++i)
```



```
59     {  
60         for (int j = 0; j < i + 1; ++j)  
61             printf ("%f, ", tm[i][j]);  
62         printf ("\n");  
63     }  
64  
65     for (int i = 0; i < nr; ++i)  
66         free (tm[i]);  
67  
68     free (tm);  
69  
70     return 0;  
71 }
```

## 4.2. C EXOR titkosító

Írj egy EXOR titkosítót C-ben!

XOR-ral már találkoztunk a swap feladatnál. Ott már tárgyaltuk, hogy a XOR nagyon különleges művelet tulajdonságai miatt: kommutatív, asszociatív, létezik identitás elem, azaz létezik I, hogy bármely A esetén  $A \text{ XOR } I = A$ . Minden bitminta önmagával XOR-ozva Identitást ad, és azt már tisztáztuk hogy  $A \text{ XOR } I = A$ .

Ezek alapján az exor program a következő módon működik: Vesszük a titkosítandó szöveget és egy kulcsot. Képzeljük úgy, hogy a kulcsot többször a titkosítandó alá terítjük, és az egymás alatt álló karakterek össze XOR-ozásával kapjuk a titkosított szöveget.

ez egy uzenet  
kulcskulcskul

Az első lépés "e" XOR "k"  
(e) 01100101  
(k) 01101011  
00001110  
...

Természetesen, ha titkosított szöveget ugyanazzal a kulccsal még egyszer le xor-ozzuk, akkor az eredeti szöveget kapjuk vissza:

00001110  
(k) 01101011  
(e) 01100101

Természetesen, ha titkosított szöveget ugyanazzal a kulccsal még egyszer le xor-ozzuk, akkor az eredeti szöveget kapjuk vissza:

Most viszont nézzük meg az implementáció specifikus részleteket.

A kódban használunk preprocesszornak szánt utasításokat:

```
#define MAX_KULCS 100
#define BUFFER_MERET 256
```

Ez egyszerűen annyit tesz, hogy a preprocesszor, ha belefut bármikor MAX\_KULCS vagy BUFFER\_MERET karakterláncokba, akkor ezeket a megadott int literalokra cseréli. Ezek egyébként technikailag azért kellene, mert tömbökkel fogunk dolgozni és ezek méretét compile time közölni kell a rendszerrel. Azért, hogy ne csak számokat adjunk be, ezért olyan nevekkel láttuk el ezeket a preprocesszoros módszerrel, mely a gépi kódot nem változtatja meg, de nekünk segít a kód olvasásban.

Nézzük, most a bementről olvasást! Mivel karakteres módban meglepetések érhetnek minket, ehelyett binárisan akarjuk olvasni a dolgokat. Tanár Úr megoldásától eltérően én DIREKT NEM stdin és stdout-tal dolgoztam. Ugyanis Mingw esetén csak és kizárólag binary mode-ban lehet a titkosított szöveget normálisan beolvasni. Szóval annyit csináltam, hogy fopen-nel az első explicit futtatási argumentum alapján próbálok READ és BINARY módban nyitni egy fájlt (ugyanezt kimenthez is). A lényeg, hogy ha sikeres akkor egy a fájlra mutató ptr-et kapok vissza.

```
FILE *fdi = 0;
fdi = fopen(argv[2], "rb");
```

Ezekután kezdődhet a beolvasás. fread-nek először átadunk egy ptr-t(buffer) ami az általa használható memória területre mutat (ide fogja írni a fájlból olvasott értékeket). Ezután az 1 konstans annyit mond, hogy minden egység 1 byte (ez sajnos elég veszélyes, lásd encoding). Ezután írjuk a max egyhuzamban olvasandó elem számot, ez a mi esetünkben a buffer mérete. Végül pedig a ptr az olvasandó fájlra. Vissza adott érték az olvasott bájtok száma. Ha 0 az olvasott bájtok száma, a while ciklus fejbeli conditional hamissá válik, azaz abbahagyjuk a ciklus futtatását.

```
while ((olvasott_bajtok = fread (buffer, 1, BUFFER_MERET, fdi)))
```

Ha sikeres az olvasás, akkor amíg az olvasott bájtok számát el nem érjük karakterenként össze xor-ozzuk a kiindulási szöveg és a kulcs egy karakterének bitjeit.

Mivel a kulcsot wraparoundolni kell, ezért egész osztást alkalmazunk. (Azaz, ha pl kulcsméret 8, és kulcs\_index+1=8 lenne akkor az új kulcsindex  $8\%8=0$  ezáltal elkerülve az index out of bounds esetet)

```
for (int i = 0; i < olvasott_bajtok; ++i)
{
    buffer[i] = buffer[i] ^ kulcs[kulcs_index];
    kulcs_index = (kulcs_index + 1) % kulcs_meret;
}
```

Ha ezzel meg vagyunk, akkor a mostmár "titkosított" buffer-t kiírjuk a kimenetre

```
fwrite (buffer, 1, olvasott_bajtok, fdo);
```

```
C:\Users\UBMCGU\ws_school\bhax-derived\thematic_tutorials\bhax_textbook_IgyNevel
daProgramozod\labor>exor.exe "20171014" "secret.txt" "tort.txt"
```

#### 4.4. ábra. exorcnd

A példának a facebook csoportba 2017-ben feladott secret.txt-t használtam.

Bár az RSA jól adja át a nyilvános kulcsú titkosítás tulajdonságait, ←  
egy dolgot még nem tárgyaltunk, mely a titkosítás egyik ←  
alapkövetelménye, miszerint hogyan tehetjük biztossá, hogy ←  
tényleg a feladótól kaptuk az üzenetet, és nem valaki más küldött ←  
az ő nevében? Az alábbiakban ezt tárgyaljuk.

Tegyük fel, hogy Alíz (A) Bob (B) nyilvános kulcsát használja, hogy ←  
egy titkosított üzenetet küldjön neki. Az üzenetében ←  
bizonygathatja, hogy ő valóban A, de B-nek mégsem lesz semmi ←  
konkrét bizonyítéka, hogy ténylegesen A írt neki, hiszen a ←  
nyilvános kulcsát mindenki használhatja arra hogy titkos üzenetet ←  
írjon neki. Ilyen bizonytalanságok elkerülése végett is ←  
használható az RSA, hogy RSA szintű biztonsággal tanúsíthassuk ←  
szerzői kilétünket. Ezzel a lépéssel pedig az RSA valódi ←  
nyilvános kulcsú titkosító eljárássá növi ki magát.

Tehát A szeretne küldeni egy üzenetet B-nek. Kívág az üzenetéből egy ←  
kis töredéket – ebből lesz a megjelölt üzenet – veszi ennek ←  
mondjuk az ASCII értékét, ezt az értéket felemeli a d-edik ←  
hatványára, majd veszi a kapott számot modulo N (pont így ←  
csinálná, amikor dekódolna egy üzenetet), s a kapott végeredményt ←  
aláírásként hozzátcsolja az egyszerű módon titkosított ←  
üzenethez. (Mint látjuk ez is ugyanolyan hatásos mint ha az egész ←  
üzenetével az előbb vázolt műveleteket hajtotta volna végre ←  
csupán így sokkal gyorsabbá vált, hogy csak egy kis töredék ←  
értékre mutatta meg, hogy tényleg A az üzenet szerzője).

Hogyan dekódolja az aláírást B?

Mikor megkapja a megjelölt üzenetet, az aláírást felemeli A ←  
nyilvános e kitevőjére, s veszi modulo N az értéket (pont, mint ←  
amikor A-nak kódolna egy üzenetet), mivel a két művelet egymás ←  
inverzei, ezért összehasonlítja az eredményként kapott kívágott ←  
üzenetet az üzenetben szereplő egyszerű módon kódolt ←  
szövegrészlettel, s ha a kettő megegyezik, B biztosan tudhatja, ←  
hogy az üzenet szerzője A titkos kulcsának birtokában volt.

```
1 #include <stdlib.h>
2 #include <stdio.h>
3 #include <fcntl.h>
4 #include <io.h>
5 #include <unistd.h>
6 #include <string.h>
7
8 #define MAX_KULCS 100
9 #define BUFFER_MERET 256
```

```
10
11 void usage(){
12     printf("exor [KEY] [INF] [OUTF]");
13 }
14
15 int
16 main (int argc, char **argv)
17 {
18     int status = 0;
19     char kulcs[MAX_KULCS];
20     char buffer[BUFFER_MERET];
21     int kulcs_index = 0;
22     int olvasott_bajtok = 0;
23     FILE *fdi = 0;
24     FILE *fdo = 0;
25     int kulcs_meret = 0;
26
27     if (argc != 4){
28         printf("Bad args \n");
29         usage();
30         return 1;
31     }
32
33     kulcs_meret = strlen (argv[1]);
34     if (kulcs_meret < 1){
35         printf("Key was empty \n");
36         usage();
37         return 1;
38     }
39     strncpy (kulcs, argv[1], MAX_KULCS);
40
41     fdi = fopen(argv[2], "rb");
42     if (fdi == 0){
43         printf("Failed to open in file \n");
44         usage();
45         return 1;
46     }
47
48     fdo = fopen(argv[3], "wb");
49     if (fdo == 0){
50         printf("Failed to open out file \n");
51         usage();
52         return 1;
53     }
54
55     while ((olvasott_bajtok = fread (buffer, 1, BUFFER_MERET, fdi))
56     {
57         for (int i = 0; i < olvasott_bajtok; ++i)
58         {
59             buffer[i] = buffer[i] ^ kulcs[kulcs_index];
```

```
60     kulcs_index = (kulcs_index + 1) % kulcs_meret;  
61 }  
62 fwrite (buffer,1, olvasott_bajtok,fdo);  
63 }  
64 }
```

### 4.3. Java EXOR titkosító

Írj egy EXOR titkosítót Java-ban!

Megoldás videó:

Megoldás forrása: [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/javat-tanitok-javat/ch01.html#exor\\_titkosito](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/javat-tanitok-javat/ch01.html#exor_titkosito)

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

### 4.4. C EXOR törő

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

A sima exor-hoz képest annyi a csavarás a feladaton, hogy nem tudjuk a kulcsot, illetve nem tudjuk hogy minek kell lennie a végeredménynek.

Az első problémát viszonylag egyszerű módon oldottuk meg, egyszerűen csak keresztül tekerünk egymásba ágyazott for loopokkal az összes lehetséges kulcson. Feltételezve, hogy a kulcs csak olyan 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 karakterekből állhat, és a kulcsméret BIZTOSAN 8.

A második probléma nehezebb! Hogyan tudjuk, hogy amit törtünk az, nos hogy jó-e? A program ezt heurisztikus módon oldja meg...vagy nem oldja meg. A lényeg annyi, hogy az algoritmus addig fog futni, amíg az összes kulcsot ki nem próbálta, viszont ha felmerül a gyanúja, hogy jó lehet a kulcs amit próbál, akkor stdoutra kiírja a siker gyanús kulcsot és a vele előállított szöveget.

A sikeresség eldöntéséhez két dolgot használunk: átlagos szóhossz és gyakori szavak

Az átlagos szóhossz...nos elég ember nyelv specifikus, mert , nos inkább nézzük: Mivel a space-eket össze-számolja és leosztja a szöveghosszat vele, ezért "aaa aaa aaa " = 4 "aaaaaaaaaaaaa "=4

A gyakori szavakat csak simán megpróbálja megtalálni a szövegben (ignore case módban). Sajnos az élet nem olyan egyszerű, ezért mingw esetén strcasestr-t meg kell írni. Nem, itt tényleg nem segít a #define \_GNU\_SOURCE string header előtt...

Na de lássuk a while fejből a read-et!(kicsit megtördeltem)

```
olvasott_bajtok  
=  
read ( 0,  
      (void *) p,  
      (p - titkos + OLVASAS_BUFFER < MAX_TITKOS) ? OLVASAS_BUFFER : ←  
      titkos + MAX_TITKOS - p))
```

Első arg 0, tehát stdin, eddig OK. következő egy p ptr, ami a buffer a read szempontjából. Most nézzük a ternary-t önmagában!

Már a fájl elején észre vehetjük MAX\_TITKOS és OLVASAS\_BUFFER-ből, hogy gyakorlatilag annyiról van szó, hogy max 4096 bájtot fogunk össz vissz beolvasni, de ezt 256-os falatokban. Na de nézzük inkább a kódot, a ternary-t átírtam magyarázat miatt inkább egy if-re alább! (NE FELDJÜK: A read 3. argját számítjuk, ami azt adja meg hány bájtot kell olvasni a read-nek. Azaz az egésznek egy számot kell visszaadnia ami megmondja mennyit olvasson a read...)

```
int num;
if(p - titkos + OLVASAS_BUFFER < MAX_TITKOS)
{
    num = OLVASAS_BUFFER;
}else{
    num = titkos + MAX_TITKOS - p
}
```

Magyarázattal együtt:

```
bool a = (p - titkos + OLVASAS_BUFFER < MAX_TITKOS);
```

Próbáljuk ki pár értéken:

$(p - \text{titkos} + 256 < 4096) = ?$

Let  $p=1024$ ,  $\text{titkos}=1024$

$(1024 - 1024 + 256 < 4096) = (256 < 4096) = \text{true}$

Ekkor ugye azt mondjuk read-nek hogy OLVASAS\_BUFFER-nyit tudunk ←  
olvasson, szóval p-t növeljük 256-tal!

Let  $p=4864$ ,  $\text{titkos}=1024$

$(4864 - 1024 + 256 < 4096) = ((3840+256) < 4096) = ((4096) < 4096) = \text{false}$

Ekkor ugye azt mondjuk read-nek hogy  $(\text{titkos} + \text{MAX\_TITKOS} - p)$ -nyit ←  
olvasson.

Ez jelen esetben  $(1024 + 4096 - 4864) = 256$

Most pedig nézzük mi lesz ezután:

ugye p-t 256-tal növeltük, szóval most  $p=4864+256=5120$

$(5120 - 1024 + 256 < 4096) = ((4096+256) < 4096) = ((4352) < 4096) = \text{false}$

Ekkor ugye azt mondjuk read-nek hogy  $(\text{titkos} + \text{MAX\_TITKOS} - p)$ -nyit ←  
olvasson.

Ez jelen esetben  $(1024 + 4096 - 5120) = 0$

Ez 0 bájt beolvasásával fog járni, ezáltal kiesünk a while-ból.

Ezekután annyi történik, hogyha a buffer nem telt meg teljesen akkor kinullázzuk, nehogy a mem szemét véletlenül infonak hasson...illetve string terminálás miatt (általában érdemes null terminálni a c stringeket)

Ezekután pedig csak simán a fentebb leírt xor-ozást és tiszta szöveg heurisztikus keresgetés zajlik.

Egyetlen fontos dolog van még: Ha titkost lexorozom, akkor a következő körben friss kulccsal baj lesz, hisz nem az eredetit hanem egy törtet kezdenék újratörni.

A probléma megoldása simán annyi (a xor műveleti tulajdonságai miatt), hogy nem plusz memóriát használok egy tiszta verzió tartására, hanem vissza xoroandom ugyanazon array-t. ÉS ugye emlékszünk hogy (A XOR B) XOR B = A

```
1  #define MAX_TITKOS 4096
2  #define OLVASAS_BUFFER 256
3  #define KULCS_MERET 8
4
5  #define _GNU_SOURCE
6  #include <ctype.h>
7  #ifdef _WIN32
8      char *strcasestr(const char *str, const char *pattern) {
9          int i;
10
11         if (!*pattern){
12             return (char*)str;
13         }
14         for (; *str; str++) {
15             if (toupper((unsigned char)*str) == toupper((unsigned char)*pattern ↔
16                 )) {
17                 for (i = 1;; i++) {
18                     if (!pattern[i]){
19                         return (char*)str;
20                     }
21                     if (toupper((unsigned char)str[i]) != toupper((unsigned ↔
22                         char)pattern[i])){
23                         break;
24                     }
25                 }
26             }
27             return 0;
28         }
29 #endif
30
31 #include <stdlib.h>
32 #include <stdio.h>
33 #include <unistd.h>
34 #include <fcntl.h>
35 #include <io.h>
36 #include <string.h>
37
38
39 double
40 atlagos_szohossz (const char *titkos, int titkos_meret)
41 {
42     int sz = 0;
43     for (int i = 0; i < titkos_meret; ++i)
44     {
```

```
45     if (titkos[i] == ' '){
46         ++sz;
47     }
48 }
49 if(sz == 0){return 0;}
50 else{ return ((double) (titkos_meret)) / sz; }
51
52 }
53
54 int
55 tiszta_lehet (const char *titkos, int titkos_meret)
56 {
57     double szohossz = atlagos_szohossz (titkos, titkos_meret);
58     return szohossz > 6.0 && szohossz < 9.0
59         && strcasestr (titkos, "hogy") && strcasestr (titkos, "nem")
60         && strcasestr (titkos, "az") && strcasestr (titkos, "ha");
61 }
62
63 void
64 exor (const char kulcs[], int kulcs_meret, char titkos[], int titkos_meret)
65 {
66
67     int kulcs_index = 0;
68
69     for (int i = 0; i < titkos_meret; ++i)
70     {
71
72         titkos[i] = titkos[i] ^ kulcs[kulcs_index];
73         kulcs_index = (kulcs_index + 1) % kulcs_meret;
74
75     }
76
77 }
78
79 int
80 exor_tores (const char kulcs[], int kulcs_meret, char titkos[],
81             int titkos_meret)
82 {
83
84     exor (kulcs, kulcs_meret, titkos, titkos_meret);
85
86     return tiszta_lehet (titkos, titkos_meret);
87
88 }
89
90 int
91 main (void)
92 {
93
94     char kulcs[KULCS_MERET];
```



```
95 char titkos[MAX_TITKOS];
96 char *p = titkos;
97 int olvasott_bajtok;
98 int status = 0;
99 /* stdin binary mingw... :)
100 status = _setmode( _fileno( stdin ), _O_BINARY );
101 if( status == -1 ){
102     printf( "Cannot set binary mode of stdin" );
103     return 1;
104 }
105 */
106 while ((olvasott_bajtok =
107     read (0, (void *) p,
108         (p - titkos + OLVASAS_BUFFER <
109             MAX_TITKOS) ? OLVASAS_BUFFER : titkos + MAX_TITKOS - p)))
110     {
111         p += olvasott_bajtok;
112     }
113 for (int i = 0; i < MAX_TITKOS - (p - titkos); ++i)
114 {
115     titkos[p - titkos + i] = '\\0';
116 }
117
118
119 int loop = 0;
120
121 for (int ii = '0'; ii <= '9'; ++ii)
122     for (int ji = '0'; ji <= '9'; ++ji)
123         for (int ki = '0'; ki <= '9'; ++ki)
124             for (int li = '0'; li <= '9'; ++li)
125                 for (int mi = '0'; mi <= '9'; ++mi)
126                     for (int ni = '0'; ni <= '9'; ++ni)
127                         for (int oi = '0'; oi <= '9'; ++oi)
128                             for (int pi = '0'; pi <= '9'; ++pi)
129                                 {
130                                     kulcs[0] = ii;
131                                     kulcs[1] = ji;
132                                     kulcs[2] = ki;
133                                     kulcs[3] = li;
134                                     kulcs[4] = mi;
135                                     kulcs[5] = ni;
136                                     kulcs[6] = oi;
137                                     kulcs[7] = pi;
138
139                                     if (exor_tores (kulcs, KULCS_MERET, titkos, p - titkos))
140                                     {
141                                         printf
142                                             ("Kulcs: [%c%c%c%c%c%c%c%c]\nTiszta szoveg: [%s]\n",
143                                              ii, ji, ki, li, mi, ni, oi, pi, titkos);
144                                     }
```

```
145         // újra EXOR-ozunk, így nem kell egy második buffer
146         exor (kulcs, KULCS_MERET, titkos, p - titkos);
147     }
148     return 0;
149 }
```

## 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](https://gitlab.com/nbatfai/bhax/tree/master/attention_raising/NN_R)

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

## 4.6. Hiba-visszaterjesztéses perceptron

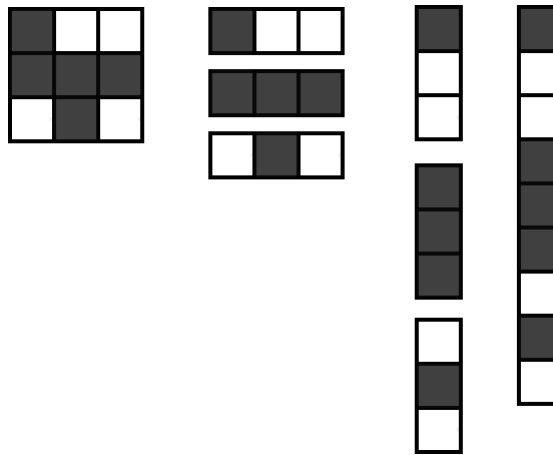
Ebben a feladatban a double\*\*\* handling a lényeg, de mindez cpp-ben, azaz malloc és free helyett new és delete. Tanár Úr kódját fogom használni, de a nem szükséges részeket kivettem (hisz egyébként 900 sor és például backpropagation nem kell...).

Mielőtt nekiugrunk a feladatnak nézzük végig matematikailag mit akart elérni Tanár Úr, és csak ezután nézzük a kódot. Ez így talán megfogja könnyíteni a megértést, hisz például a var arg handling nem a feedforward része, úgyhogy csak azután fogunk kitérni rá, hogy az alap matek megvan. Backproppal most nem fogunk foglalkozni, csak feedforward-al. Tegyük fel egy 3x3-as "képből" indulunk ki (nem rgb, csak fekete és fehér). A 3x3-asból előállítunk egy vektort. Ez lesz az input adata a hálónak.

Feladat legyen a következő: Kapunk egy 3x3-as fekete képet. Ezt beküldjük egy neurális háló kezdeménybe, és a végén például egy 1 elemű vektort kapunk. A vektor 0. eleme akkor és csak akkor 1 értékű, ha a képen mondjuk 4-es van. Cseresznye a torta tetején: Nincs bias.

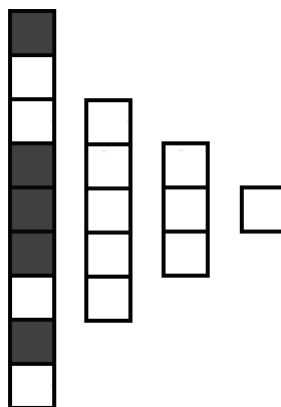
Első hallásra bonyolult, de valójában egyszerű:

A kép egy 3x3-as mátrix, lapítsuk egy vektorba. Ez lesz az input.



4.5. ábra. nn input

A háló hasraütésszerűen (totál mindegy, csak kellett a konkrét számok, hogy le tudjam rajzolni) 9-5-3-1



4.6. ábra. nn layers

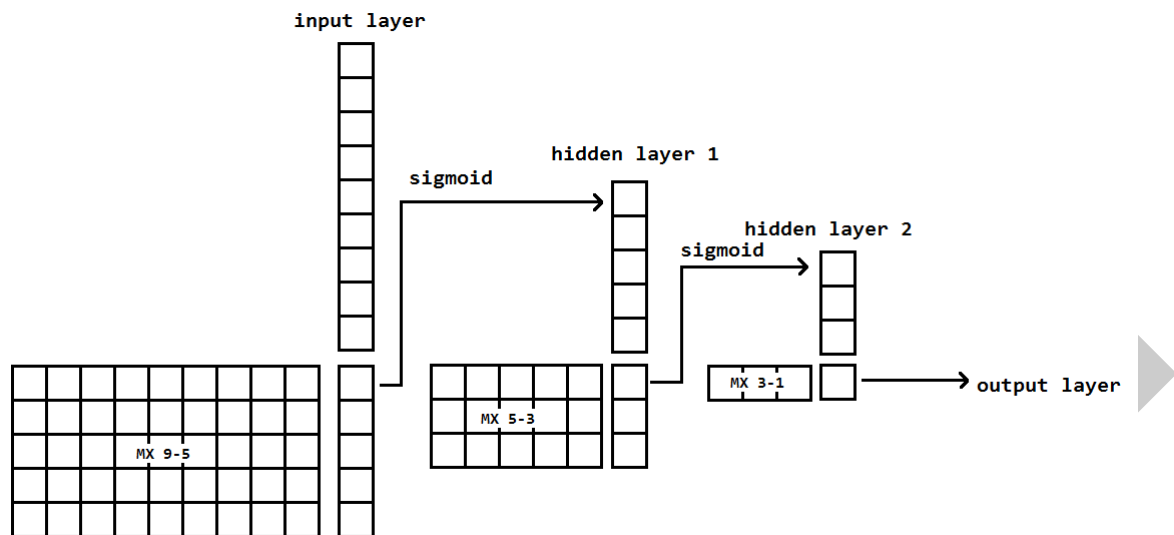
A háló a következő módon működik: nincs benne feedback, azaz  $i$ -edik layeren lévő node csak és kizárólag  $i-1$ -edik node-ot használhat inputnak.

Ahelyett, hogy hardcodeoljuk ki kihez kapcsolódik a pagerank-nél látott módon mátrixos formában írjuk fel. Vegyük például a 9 elemű input layer és az 5 elemű layer (ő az első hidden layer) kapcsolatát leíró mátrixot. A layerek gyakorlatilag vektorok. A lényeg, hogy kell egy  $M$  kapcsolati mátrix. A célja annyi, hogyha megszorozom egy 9 elemű-vel, akkor egy 5 eleműt kapjak. A kapcsolati mátrix tehát pl.  $5 \times 9$ -es, hisz  $M \cdot A = B$ :

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline ? & ? & ? \\ \hline ? & ? & ? \\ \hline ? & ? & ? \\ \hline \end{array}$$

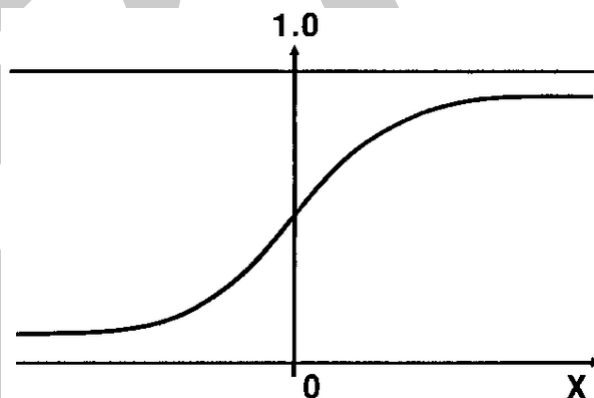
$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline ? & ? & ? & ? \\ \hline ? & ? & ? & ? \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|} \hline ? & ? \\ \hline ? & ? \\ \hline \end{array}$$

Azaz, ha kapok egy inputot, akkor össze szorzom a 9-5 közti trafó mátrixsal, és megkapom az 5 elemű layer értékeit. Utána ezt megszorozom az 5-3 trafóval, majd ezt megszorozom a 3-1 trafóval és kijön a végeredmény:



4.7. ábra. nmxmult

Azaz, az egész egy mátrix vektor szorzás lánc (sőt, mivel nincs bias ezért még elméletben sem kell trükközni). Egyetlen egy komoly trükk van. Mikor kijön egy mátrix-vektor szorzás segítségével egy új vektor, akkor minden elemén alkalmazzuk a sigmoid funkciót. Ez egy folytonos jellegű vágó függvény.



4.8. ábra. sigmoid

Ez alapján próbáljuk meg meghatározni milyen adatokra lesz szüksége az n layer számú Perceptron-nak. El kell tárolni n darab vektort. El kell tárolni n-1 darab transzformációs mátrixot. Mivel kicsit C-sen fogjuk írni a kódot, ezért nem csak az értékeket, ha nem a tömb méreteket is. Szóval el kell tárolni hogy hány layer van. El kell tárolni, hogy MINDEN vektor hosszát. A trafó mátrixok hosszait nem kell eltárolni, mert ahogy az ábrák is mutatják a vektor hosszakból számolhatóak.

Mielőtt belemegyünk a kódba, egy dolgot még tisztáznunk kell: Milyen értékei legyenek a weight mátrixoknak? Nos, teljesen random  $[-1,1]$  tartománybeli double.

Most nézzük a kódot. Létrehozzuk a Perceptron osztályt. Ctor-ban inicializáljuk

A Perceptron ( int nof, ... ) kicsit furcsának tűnhet mert var arg-os, de nem kell megijedni. Simán annit jelent, hogy int nof után véges sok argumentum jöhet.

```
va_list vap;  
va_start ( vap, nof );
```

va\_list-ből pedig va\_arg-gal pedig megpróbálunk egy általunk megadott explicit típusú értéket "kiszedni" a listából. (Ezek makrók nem function call-ok, azaz ezeket a preprozessor expandálni fogja.)

```
n_units[i] = va_arg ( vap, int );
```

Egyből jön a kérdés, hogy itt akkor elméletileg bug-ok keletkezhetnek [default arg promotion](#) miatt. Igen ez így van de mi ezzel most nem foglalkozunk. Másik kérdés, hogy mi történik akkor, ha nof nem egyezik a megadott argumentumok száma -1-el.

Mikor megvagyunk a va\_list traversalt illető makró használatával va\_end-et használunk.

```
va_end ( vap );
```

Nézzük a ctor-t pici részekben:

```
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 );
```

A Perceptron osztályt ctor-ban egy int-et kap, azaz a layer számot, illetve var arg-ként int-eket, amik az egyes layer-ekben lévő neuron számokat adják meg (azaz hogy melyik layer hány elemű vektor). Ezt simán átmásoljuk n\_units-ba, ami egy int-ekből álló tömb. A units tárolja a vektorainkat, szóval érthető hogy ez miért is double\*\* (n darab vektor matematikailag). Természetesen egyrészt magát units-ot initelni kell, és az általa mutatott double array-eket is. Ugyan értékeket még nem tudunk, de a szükséges hosszakat igen, hisz ezt a user megadta var arg-ban.

Annyit vegyünk észre, hogy ha  $i == 0$ , akkor nem kérünk helyet egy double array-nek. Ez amiatt van így, mert ez az inputunk, inputot meg nem fogjuk átmásolni, hanem majd units[0]-t megadjuk az input címének (hisz ugye units[0] egy double ptr!)

A másik nagyon fontos dolog, amit észre kell vennünk az az hogy nem malloc-ot használunk hanem new-t. Még hozzá úgy hogy new-nak nem adunk címet ahova hívja a ctor-t, azaz new MEMÓRIÁT IS FOGLAL és még ráadásul MEG IS HÍVJA a ctor-t. Persze kérhettün volna malloc-cal címet és a ptr-et megadva new-nak nem kért volna memóriát csak a megadott címen meghívta volna a ctor-t.

Na de most nézzük a weight mátrixot! Gyors kérdés kód előtt: Mit várunk?

Ugye `weights` egy csomó mátrix, tehát `weights = mátrix*`? Viszont mátrix egy csomó sor, vagy szám `n-es`, stb., azaz `mátrix=sor*`. Sor viszont egy csomó `double`, `vektor=double*`. Azaz `weights double***` lesz.

```
weights = new double**[n_layers-1];
std::default_random_engine gen;
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 );
        }
    }
}
```

Ahogy fent láthatjuk, kérünk helyet `weights`-nek (aki egy `double***`), aztán `weights` egyes mátrixainak (`double**`), mátrixok sorainak (`double*`) majd a sorok értékeinél egy `[-1,1]` tartománybeli random számot adunk.

A sigmoid-ot valamiért a class-ba raktuk(inkább rakjuk majd egy header file-ba inline-olva saját implementációban, hátha kelleni fog máshol is), de nem igényel túl sok magyarázatot.

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

Most pedig jöhet az `operator()` overload. Ő fogja csinálni azt a mátrix vektor szorzási láncot amit fentebb rajzoltunk.

Kicsit álljunk meg, tippeljünk meg előre mit fog csinálni!

Valószínűleg lesz egy argumentuma, ami egy `double*` lesz. Ez lesz az input layer bemeneti adata. Ezt KELL hogy assignolja `units[0]`-ra, hisz `units[0]`-nak nem kértünk egy új `double*`-t(és jelenleg ráadásul szuper veszélyes, mert nem állítottuk nullptr-re, hanem mem szemét van rajta, szóval ha most meghívánk akkor jó esetben segfaultolnánk.)

Ezekután pedig végig fogunk iterálni az összes trafón és elvégezzük őket. DE EMLÉKEZZÜNK `n` darab vektorunk van, amihez `n-1` trafó társul, azaz biztosan `n-1`-ig fogunk iterálni.

Egy adott `i`-edik iterációban pedig `i`-edik mátrixot `i`-edik vektorral szorozva `i+1`-edik vektort fogjuk kapni.

Technikailag mielőtt elvégezzük `i+1` elem kiszámítását, valószínűleg 0-ra fogjuk állítani, mert adja magát, hogy `+=` használjunk.

Miután kijönnek az értékek vagy egyben a végén, vagy még benn a loopban, az mátrix-vektor szorzatként kapott `i+1` vektor értékét átírjuk a sigmoid által hozzárendelt értékre

Nézzük a kódot

```
double operator() ( double image [] )
{
    units[0] = image;
    for ( int i {1}; i < n_layers; ++i ){
        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] );
        }
    }
    return sigmoid ( units[n_layers - 1][0] );
}
```

Az egyetlen váratlan dolog, hogy az output vektor 0. elemének értékéhez a sigmoid által hozzárendelt értéket visszaadjuk. Biztos a nagyobb progi így működött, azaz hogy valami miatt az output vektor 0. eleme fontos volt neki. Persze ez ne tévesszen meg senkit. Egy klasszifikációs probléma lehet olyan lesz, hogy mondjuk 10 output node lesz, és akkor kell felvillania mondjuk az 5-ös indexűnek mikor 5-öst lát, vagy mondjuk valami játékról van szó, és akkor kell felvillania egy 4 elemű vektor 2 elemének, ha keyboard S lenyomást akarunk szimbolizálni (FPS-eknél ez a hátra)

Alább az egész kód félig Cpp félig C-ben:

```
1 #include <iostream> // std out
2 #include <cstdlib> // var arg handling
3 #include <random> // init weight matrices
4
5 class Perceptron
6 {
7 public:
8     Perceptron ( int nof, ... )
9     {
10         n_layers = nof;
11         units = new double*[n_layers];
12         n_units = new int[n_layers];
13         va_list vap;
14         va_start ( vap, nof );
15         for ( int i {0}; i < n_layers; ++i ){
16             n_units[i] = va_arg ( vap, int );
17             if ( i ){units[i] = new double [n_units[i]];}
18         }
19         va_end ( vap );
20         weights = new double**[n_layers-1];
21         std::default_random_engine gen;
22         std::uniform_real_distribution<double> dist ( -1.0, 1.0 );
23         for ( int i {1}; i < n_layers; ++i ){
24             weights[i-1] = new double *[n_units[i]];
25             for ( int j {0}; j < n_units[i]; ++j ){
```

```
26         weights[i-1][j] = new double [n_units[i-1]];
27         for ( int k {0}; k < n_units[i-1]; ++k )
28         {
29             weights[i-1][j][k] = dist ( gen );
30         }
31     }
32 }
33 }
34
35 double sigmoid ( double x )
36 {
37     return 1.0/ ( 1.0 + exp ( -x ) );
38 }
39
40
41 double operator() ( double image [] )
42 {
43     units[0] = image;
44     for ( int i {1}; i < n_layers; ++i ){
45         for ( int j = 0; j < n_units[i]; ++j ){
46             units[i][j] = 0.0;
47             for ( int k = 0; k < n_units[i-1]; ++k ){
48                 units[i][j] += weights[i-1][j][k] * units[i-1][k];
49             }
50             units[i][j] = sigmoid ( units[i][j] );
51         }
52     }
53     return sigmoid ( units[n_layers - 1][0] );
54 }
55
56 ~Perceptron(){
57     for ( int i {1}; i < n_layers; ++i )
58     {
59         for ( int j {0}; j < n_units[i]; ++j ){
60             delete [] weights[i-1][j];
61         }
62         delete [] weights[i-1];
63     }
64     delete [] weights;
65     for ( int i {0}; i < n_layers; ++i )
66     {
67         if ( i ){delete [] units[i];}
68     }
69     delete [] units;
70     delete [] n_units;
71 }
72
73 private:
74     Perceptron ( const Perceptron & );
75     Perceptron & operator= ( const Perceptron & );
```



```
76
77     int n_layers;
78     int* n_units;
79     double **units;
80     double ***weights;
81
82 };
83
84 int main() {
85     Perceptron p(3,3,2,1);
86     double img[] = {0.0,0.9,0.7};
87     double res = p(img);
88     std::cout << res << std::endl;
89 }
```

Alább az egész kód Java-ban kilapított mátrixokkal. Itt az API-ban annyi változás van, hogy a full output vektort visszaadjuk.

```
1 package org.rkeeves.backprop;
2
3 import java.util.Arrays;
4 import java.util.Random;
5
6 public class NNet {
7
8     public class Matrix {
9
10         public Matrix(int rows, int cols)
11         {
12             this.cols = cols;
13             this.values = new Random().doubles(rows*cols, -1.0, 1.0).toArray();
14         }
15
16         public void transform(double[] from, double[] to) {
17             Arrays.fill(to, 0.0);
18             int row;
19             int col;
20             for (int i = 0; i < values.length; i++) {
21                 row = i / cols;
22                 col = i % cols;
23                 to[row] += values[row*cols+col]*from[col];
24             }
25             for (int i = 0; i < to.length; i++) {
26                 to[i] = sigmoid(to[i]);
27             }
28         }
29
30         private final int cols;
31         private final double values[];
32     }
33 }
```

```
34 public static final double sigmoid(double z) {
35     return 1.0/(1.0+Math.exp(-z));
36 }
37
38 public NNet(int[] vectors_sizes) {
39     vectors = new double[vectors_sizes.length][];
40     for (int i = 0; i < vectors_sizes.length; i++) {
41         vectors[i] = new double[vectors_sizes[i]];
42     }
43     transforms = new Matrix[vectors_sizes.length-1];
44     for (int i = 1; i < vectors_sizes.length; i++) {
45         transforms[i-1] = new Matrix(vectors_sizes[i], vectors_sizes[i-1]);
46     }
47 }
48
49 public double[] compute(double[] input) {
50     vectors[0] = input;
51     for (int i = 0; i < transforms.length; i++) {
52         transforms[i].transform(vectors[i], vectors[i+1]);
53     }
54     return vectors[vectors.length-1];
55 }
56
57 private final double[][] vectors;
58 private final Matrix[] transforms;
59
60 public static void main(String[] args) {
61     System.out.println(
62         Arrays.toString(
63             new NNet(new int[] {3,2,1})
64                 .compute(new double[] {0.1,-0.5,0.1})));
65 }
66 }
```

Többszálazással stb. nem foglalkoztam, mert a feladat az array hendlingről szólt. (Backproppal sem, mert explicit ki lett mondva hogy elég a feedforward)

## 5. fejezet

# Helló, Mandelbrot!

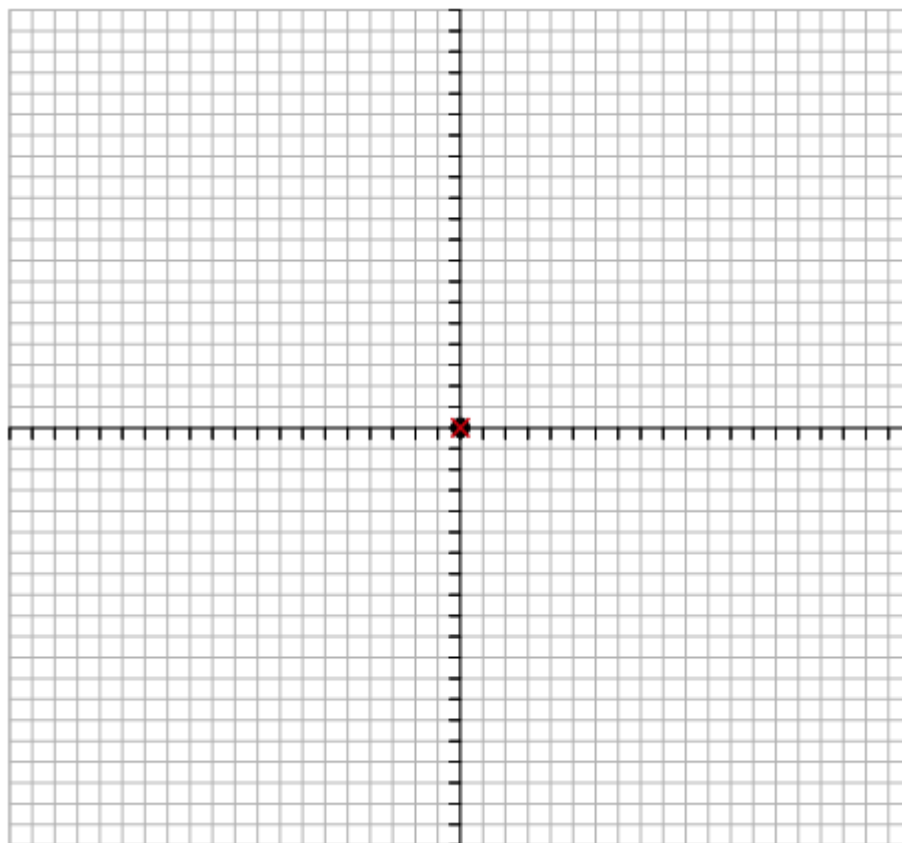
### 5.1. A Mandelbrot halmaz

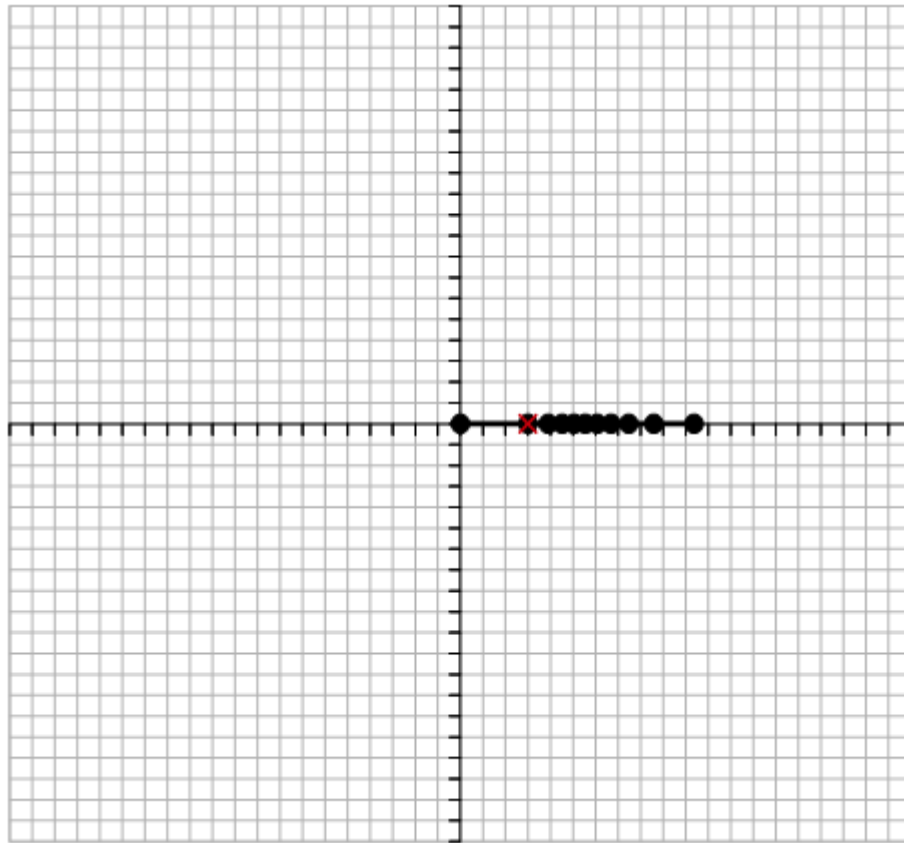
Írj olyan C programot, amely kiszámolja a Mandelbrot halmazt!

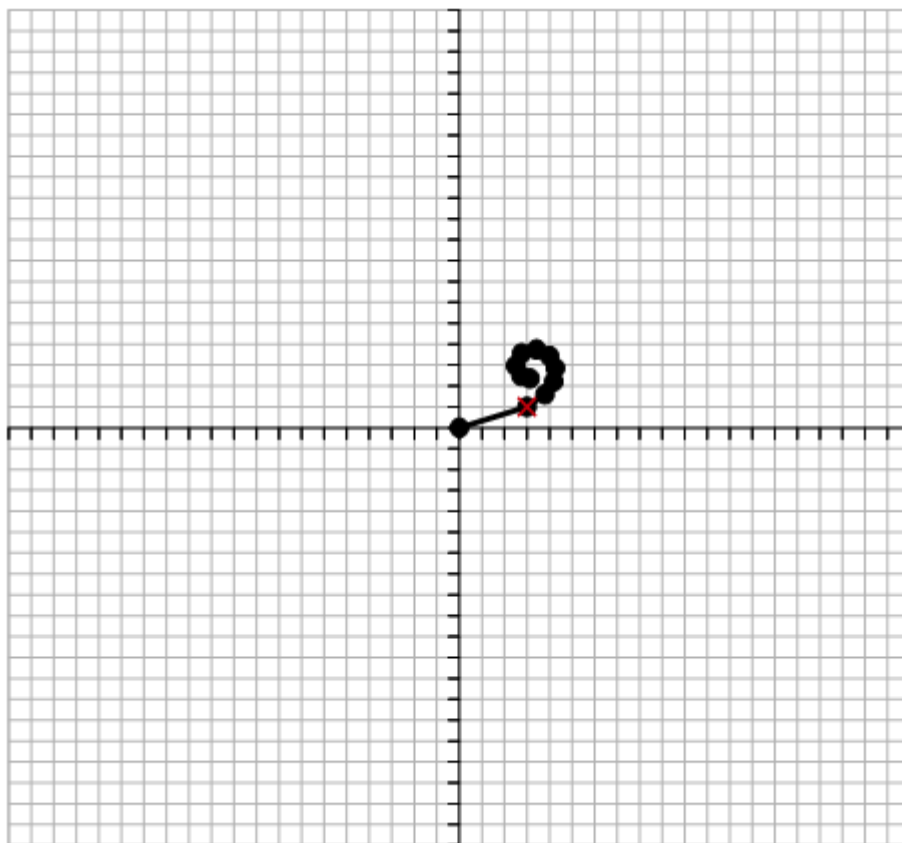
A Mandelbrot halmaz számításához egy kis matekra lesz szükség. Nagyon vizualizációba most nem fogunk kód oldalról belemenni, mert egy másik alfejezet pont erről fog szólni...

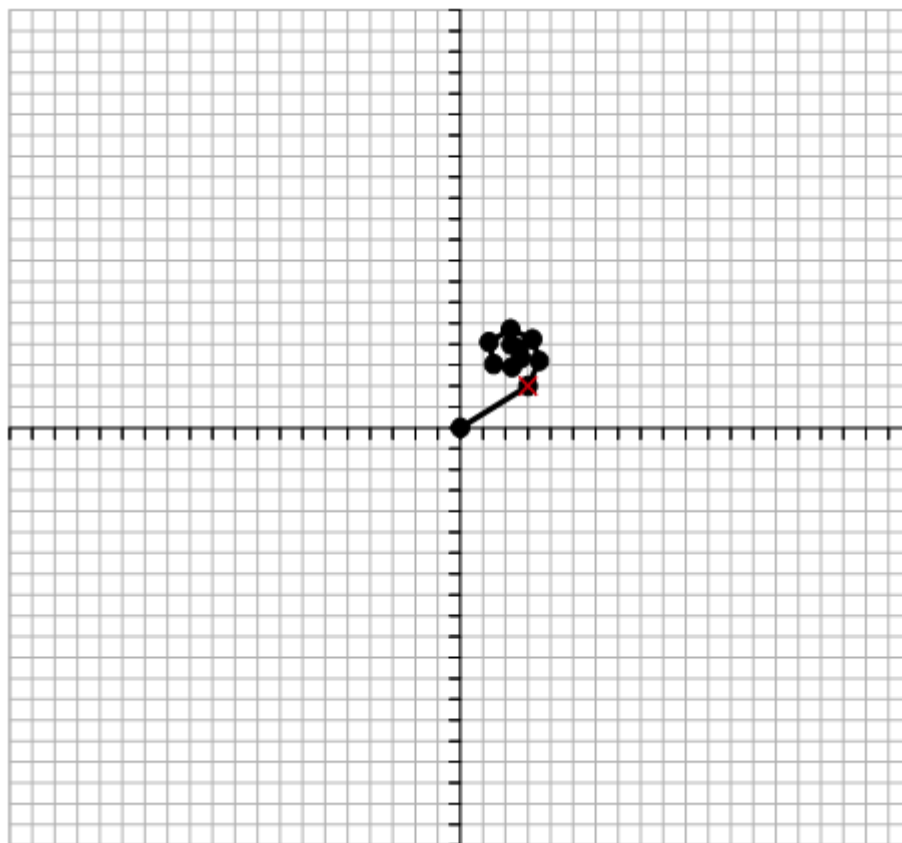
```
z[0] = 0
z[1] = z[0]^2+c
z[2] = z[1]^2+c
...
z[n] = z[n-1]^2+c
```

Azaz mindig 0, 0 pontból indulunk, majd négyzetét vesszük és egy konstans számot hozzáadunk. Nézzünk pár esetet! Az ábrákon valós tengely vízszintes, míg képzetes függőleges. Az ábrán piros X-el jelöltem a konstanst és az step-eket fekete pontokkal (össze is kötöttem őket).

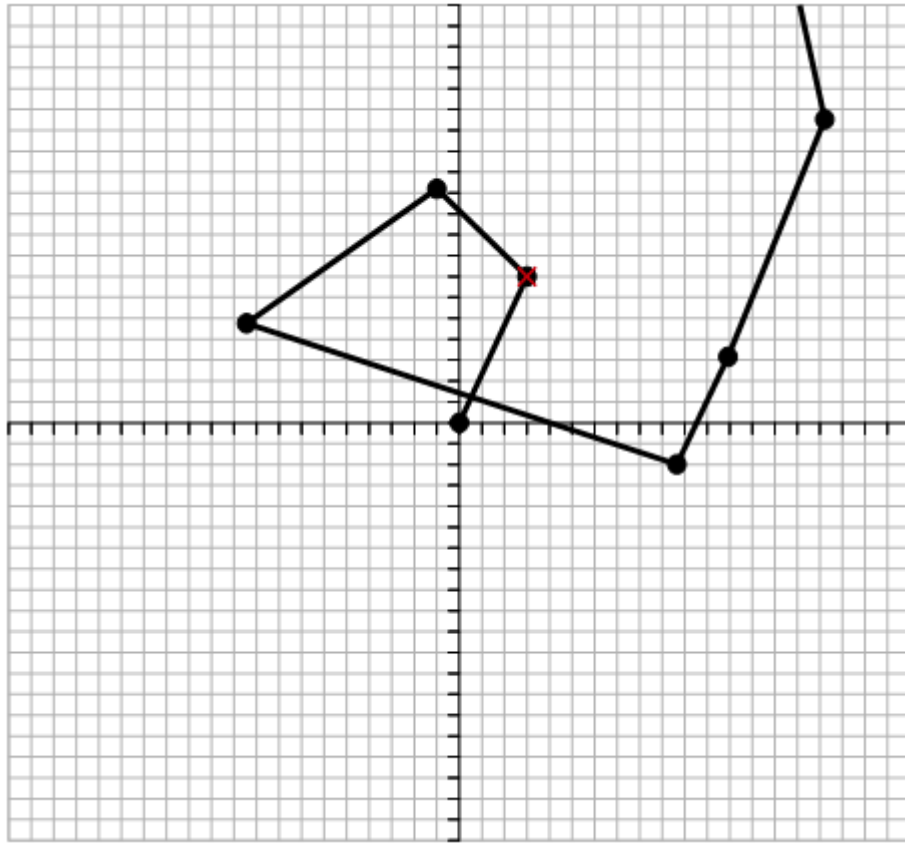
5.1. ábra.  $c = \{0,0\}$

5.2. ábra.  $c = \{0.3, 0\}$

5.3. ábra.  $c = \{0.3, 0.1\}$

5.4. ábra.  $c = \{0.3, 0.2\}$ 

Ha a konstant például 0.3, 0.7 akkor nagyon gyorsan "elszáll" az érték.

5.5. ábra.  $c = \{0.3, 0.7\}$ 

Mit is csináltunk tulajdonképpen? Nos, rögzítettük 0,3 re értéket, és elkezdünk "pásztázni" im értékeket 0,1-es lépés közzel. A kódban is ezt fogjuk csinálni, csak minden pásztázott ponthoz (re im pár) rögzíteni fogjuk mennyi iteráció után kerültek ki az origó 2 sugarú köréből. Azért hogy ne fusson a végetelenségig, ezért az iterációknak lesz egy teteje. Azaz ha a max iter számot elérjük akkor meg fogunk állni.

A user megad egy re alsó és felső határt (megtől meddig pásztázunk Re tengelyen), illetve ugyanezt Im tengelyen. A lépésszám állítható is lenne, de mivel a legvégén terminálra akarunk írni, ezért ettől most eltekintünk.

Tanár Úrtól eltérően én feldaraboltam a kódot, de csak azért hogy egyszerűbb legyen bemutatni.

Az első kód részlet egy olyan funkció, aminek adunk egy komplex konstanst és egy max iter számot, és ez a fent bemutatott algoritmust végigcsinálja. A visszaadott érték az iter szám. Ha ez alacsony akkor nagyon gyorsan elszállt a számítás, ha magas akkor sokáig stabil volt.

```
int mandel(
    float c_re,
    float c_im,
    int max_iter)
{
    int i = 0;
    float temp=0.0, z_re=0.0, z_im=0.0;
    while ( ( ((z_re*z_re)+(z_im*z_im)) < 4.0 ) && ( i < max_iter ) )
```



```
{
    temp = (z_re*z_re) - (z_im*z_im) + c_re;
    z_im = 2.0*(z_re*z_im) + c_im;
    z_re=temp;
    i++;
}
return i;
}
```

A második kód részlet már csak boilerplate kód. Erősen átírtam Tanár Úréhoz képest, direkt hogy `int**`-t használjunk. A másik dolog, hogy Tanár Úré valami miatt a második `for` bodyban számolja `c` reál és imaginárius részét is érthetőség miatt, én ezt egy picit optimáltam.(elég a külsőben számolni az egyiket) Annyi történik, hogy végig járjuk a kapott rácsot és kitöltögetjük, hogy melyik komplex konstans-hoz mennyi iter tartozik.

```
void apply_mandel(
    int** quad_mx,
    int re_size,
    int im_size,
    float re_lo,
    float re_hi,
    float im_lo,
    float im_hi,
    int max_iter)
{
    int re_step, im_step, itercount;
    float d_re, d_im, c_re, c_im;
    if(quad_mx == NULL || re_size < 1 || im_size < 1) return;
    d_re = (re_hi-re_lo)/re_size;
    d_im = (im_hi-im_lo)/im_size;
    for(re_step = 0; re_step < re_size; ++re_step){
        c_re = re_lo + d_re * re_step;
        for(im_step = 0; im_step < im_size; ++im_step){
            c_im = im_lo + d_im * im_step;
            itercount = mandel( c_re, c_im, max_iter);
            quad_mx[re_step][im_step]=itercount;
        }
    }
}
```

A harmadik rész maga a `main`. Csak beolvassuk a `user`től mely határok között számoljunk, illetve deklaráljuk `init`eljük az `int` `ptr` `ptr`-t, plusz a végén feltakarítunk.

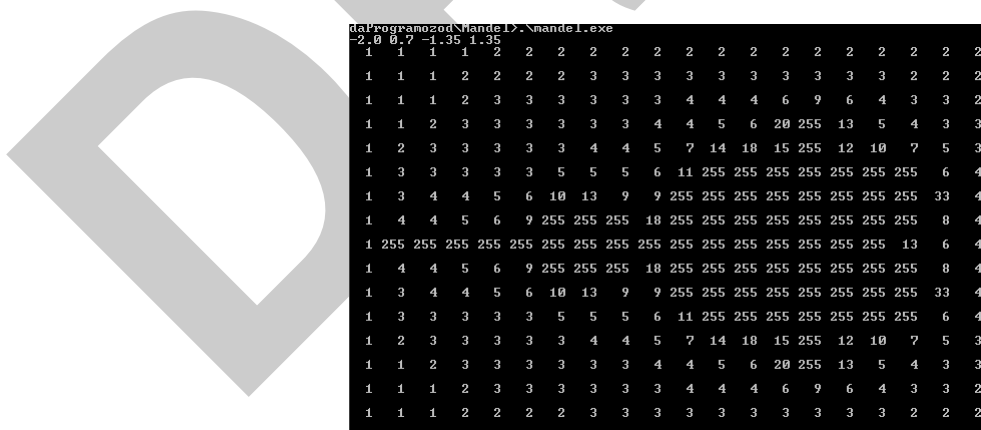
```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <string.h>
4
```

```
5 int mandel(
6     float c_re,
7     float c_im,
8     int max_iter)
9 {
10     int i = 0;
11     float temp=0.0, z_re=0.0, z_im=0.0;
12     while ( ( ((z_re*z_re)+(z_im*z_im)) < 4.0 ) && ( i < max_iter ) )
13     {
14         temp =(z_re*z_re)-(z_im*z_im)+c_re;
15         z_im = 2.0*(z_re*z_im)+c_im;
16         z_re=temp;
17         i++;
18     }
19     return i;
20 }
21
22 void apply_mandel(
23     int** quad_mx,
24     int re_size,
25     int im_size,
26     float re_lo,
27     float re_hi,
28     float im_lo,
29     float im_hi,
30     int max_iter)
31 {
32
33     int re_step,im_step,itercount;
34     float d_re,d_im,c_re,c_im;
35     if(quad_mx == NULL || re_size < 1 || im_size < 1) return;
36     d_re = (re_hi-re_lo)/re_size;
37     d_im = (im_hi-im_lo)/im_size;
38     for(re_step = 0; re_step<re_size;++re_step){
39         c_re = re_lo + d_re * re_step;
40         for(im_step = 0; im_step<im_size;++im_step){
41             c_im = im_hi - d_im * im_step;
42             itercount = mandel( c_re,c_im,max_iter);
43             quad_mx[re_step][im_step]=mandel( c_re,c_im,max_iter);
44         }
45     }
46 }
47
48 #define MANDEL_RE_SIZE 20
49 #define MANDEL_IM_SIZE 16
50 #define MANDEL_ITER_MAX 255
51
52 #define MANDEL_RE_LO -2.0
53 #define MANDEL_RE_HI 0.7
54 #define MANDEL_IM_LO -1.35
```

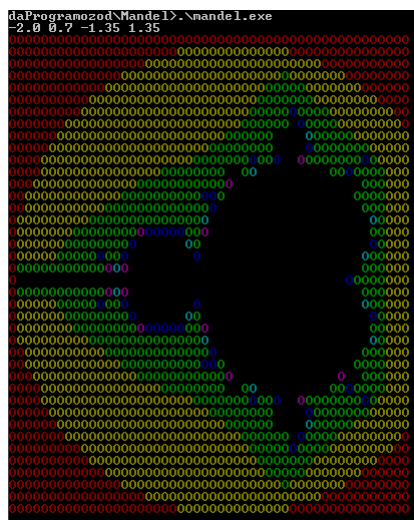
```

55 #define MANDEL_IM_HI 1.35
56
57 int main()
58 {
59     float re_lo, re_hi, im_lo, im_hi;
60     scanf("%f %f %f %f", &re_lo, &re_hi, &im_lo, &im_hi);
61     if(re_lo >= re_hi || im_lo >= im_hi){
62         printf("bad limits");
63         return 1;
64     }
65     int n_re, n_im, x, y;
66     int** mx;
67     n_re = MANDEL_RE_SIZE;
68     n_im = MANDEL_IM_SIZE;
69     if ((mx = (int **) malloc (n_re * sizeof (int *))) == NULL){ return -1;}
70     for (x = 0; x < n_re; ++x){
71         if ((mx[x] = (int *) malloc (n_im * sizeof (int))) == NULL){return -1;}
72     }
73     apply_mandel(mx, n_re, n_im, re_lo, re_hi, im_lo, im_hi, MANDEL_ITER_MAX);
74     for(y = 0; y < n_im; ++y){
75         for(x = 0; x < n_re; ++x){
76             printf("%3d ", mx[x][y]);
77         }
78         printf("\n");
79     }
80     for (x = 0; x < n_re; ++x){
81         free (mx[x]);
82     }
83     free (mx);
84     return 0;
85 }

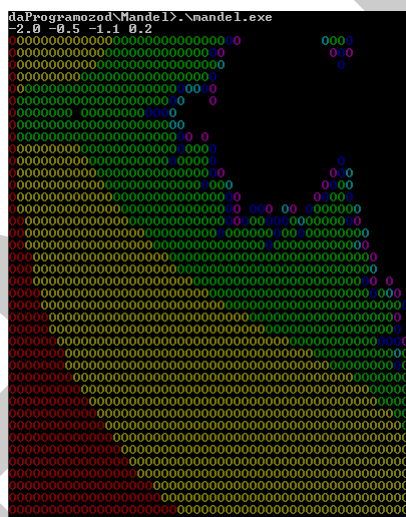
```



5.6. ábra. A Mandelbrot halmaz win, csak iter számok



5.7. ábra. A Mandelbrot halmaz win, színes



5.8. ábra. A Mandelbrot halmaz win, színes, határ állítás

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

Írj olyan C++ programot, amely kiszámolja a Mandelbrot halmazt!

Png++ helyett SDL2-t fogunk használni, és egyenesen a képernyőre renderelünk. A feladat szempontjából érdekes részek a MandelDraw class-ba kerültek.

Az osztály az alábbi állapotváltozókkal rendelkezik. Egyedül a `b` `c` és `d` szorulnak külön magyarázatra. Ugye egy valós és képzetes tengelyünk van, `a` és `b` azt mutatja meg hogy a valós tengelyen mettől meddig számtunk. `c` és `d` azt mutatja meg hogy a képzetes tengelyen mettől meddig számtunk.

```
int w; // screen width
```

```
int h; // screen height
int iter_lim; // iteration limit for mandel
double a; //
double b;
double c;
double d;
```

Az egyetlen funkció a render. Ez egy SDL renderer ptr-t kap és elvégzi az értékek számítását és a rendernek megmondja mely pixel milyen rgba számokat kapjon.

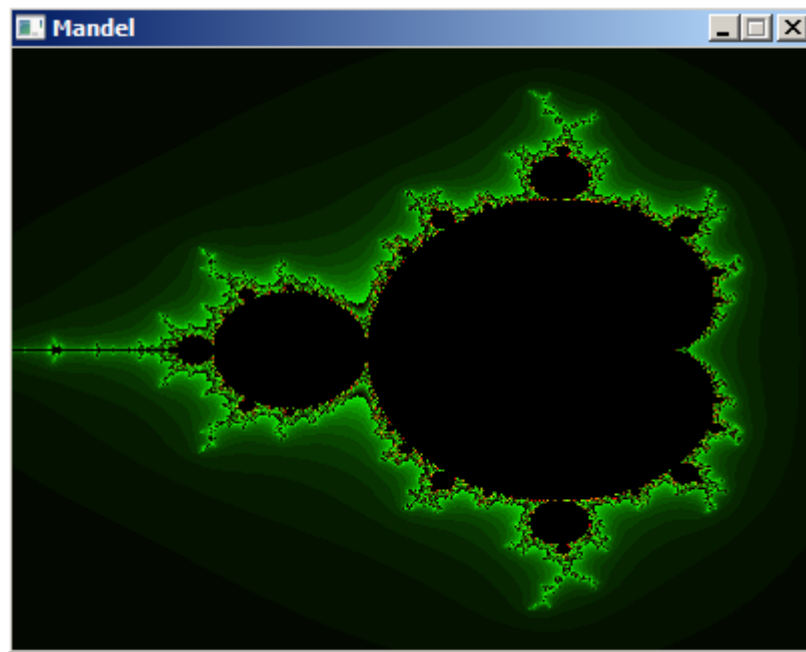
Maga a számítás ugyanaz mint az előbbieken.  $j$  a képzetes része a koordinátáknak,  $k$  a valós része.  $j$  és  $k$ -t úgy mappeljük fel a képernyőre, hogy  $j$  jelentse a képernyő esetén az  $y$ -t (magasság),  $k$  pedig  $x$ -et azaz hosszát.

```
void render(SDL_Renderer *renderer)
{
    int szazalek = 0; // unused
    double dx = ( b - a ) / w;
    double dy = ( d - c ) / h;
    double reC, imC, reZ, imZ;
    int iteracio = 0;
    for ( int j = 0; j < h; ++j ){
        imC = d - j * dy;
        for ( int k = 0; k < w; ++k ){
            reC = a + k * dx;
            std::complex<double> c ( reC, imC );
            std::complex<double> z_n ( 0, 0 );
            iteracio = 0;
            while ( std::abs ( z_n ) < 4 && iteracio < iter_lim ){
                z_n = z_n * z_n + c;
                ++iteracio;
            }
            SDL_SetRenderDrawColor(renderer, iteracio%255, (iteracio* ←
                iteracio)%255, 0, 0xff);
            SDL_RenderDrawPoint(renderer, k, j);
        }
        szazalek = ( double ) j / ( double ) h * 100.0;
    }
}
```

Ahhoz hogy forduljon például a következő flageket kell használni `g++ mandelcx.cpp -Wl,-subsystem,windows -lmingw32 -lSDL2main -lSDL2`

```
daProgramozod\Mandel>g++ mandelcx.cpp -o mandelcx.exe -Wl,-subsystem,windows -lmingw32 -lSDL2main -lSDL2
```

arg-ok nélkül futtatva default értékekkel a következő renderelődik. A programból úgy lehet kilépni, hogy a megnyílt ablakot default bezáró gombot nyomjuk például.



5.10. ábra. mandelcx

A fájl többi része SDL specifikus. Az egyetlen érdekes dolog, hogy a program egy while-ban fut és egy bool változóval kontrolláljuk a kilépést ezen ciklusból. A változó alapvetően true értékű, azonban, ha ablakbezárást érzékelünk, akkor ezt átállítjuk.

Event handling-gel nem játszottunk. A lehető legegyszerűbben valósítottuk meg, ugyanis csak a kilépésre kell figyelni. Az utazóban persze ezt majd kicsit át fogjuk alakítani.

```
1 // Uses SDL2, because of fun and the fact that png++ uses non standard ↵
  strerror_r
2 // For compilation use
3 // -Wl,-subsystem,windows -lmingw32 -lSDL2main -lSDL2
4 // KAWOOOSH
5
6 #include <iostream>
7 #include <complex>
8 #define SDL_MAIN_HANDLED
9 #include <SDL2/SDL.h>
10
11 class MandelDraw
12 {
13 public:
14     MandelDraw(int w,int h, int iter_lim,double a,double b,double c,double d)
15         : w(w),h(h),iter_lim(iter_lim),a(a),b(b),c(c),d(d)
16     { }
17
18     void render(SDL_Renderer *renderer)
```

```
19 {
20     int szazalek = 0; // unused
21     double dx = ( b - a ) / w;
22     double dy = ( d - c ) / h;
23     double reC, imC, reZ, imZ;
24     int iteracio = 0;
25     for ( int j = 0; j < h; ++j ){
26         imC = d - j * dy;
27         for ( int k = 0; k < w; ++k ){
28             reC = a + k * dx;
29             std::complex<double> c ( reC, imC );
30             std::complex<double> z_n ( 0, 0 );
31             iteracio = 0;
32             while ( std::abs ( z_n ) < 4 && iteracio < iter_lim ){
33                 z_n = z_n * z_n + c;
34                 ++iteracio;
35             }
36             SDL_SetRenderDrawColor(renderer, iteracio%255, (iteracio*iteracio) <=
                 %255, 0, 0xff);
37             SDL_RenderDrawPoint(renderer, k, j);
38         }
39         szazalek = ( double ) j / ( double ) h * 100.0;
40     }
41 }
42 private:
43     int w;
44     int h;
45     int iter_lim;
46     double a;
47     double b;
48     double c;
49     double d;
50 };
51
52 int main(int argc, char** argv)
53 {
54     SDL_SetMainReady(); // just for check
55     int szelesseg = 400;
56     int magassag = 300;
57     int iteraciosHatar = 255;
58     double a = -1.9;
59     double b = 0.7;
60     double c = -1.3;
61     double d = 1.3;
62     if ( argc == 1 ){
63         // Use defaults
64     }else if ( argc == 8 ){
65         szelesseg = atoi ( argv[1] );
66         magassag = atoi ( argv[2] );
67         iteraciosHatar = atoi ( argv[3] );
```

```
68     a = atof ( argv[4] );
69     b = atof ( argv[5] );
70     c = atof ( argv[6] );
71     d = atof ( argv[7] );
72 }else{
73     std::cout << "Hasznalat: ./3.1.2 fajlnev szelesseg magassag n a b c d" <<
        << std::endl;
74     return -1;
75 }
76 if(SDL_Init(SDL_INIT_VIDEO) != 0){
77     std::cout << "SDL_Init failed" << std::endl;
78     return -1;
79 }
80 SDL_Window *window = SDL_CreateWindow( "Mandel", SDL_WINDOWPOS_CENTERED,
        SDL_WINDOWPOS_CENTERED, szelesseg, magassag, SDL_WINDOW_SHOWN );
81 if( window == NULL )
82 {
83     std::cout << "Window could not be created! SDL_Error: " << SDL_GetError
        << std::endl;
84     SDL_Quit();
85     return -1;
86 }
87 SDL_Renderer* renderer = SDL_CreateRenderer(window,1,0);
88 if( renderer == NULL )
89 {
90     std::stringstream ss;
91     std::cout << "Renderer could not be created! SDL_Error: " <<
        SDL_GetError() << std::endl;
92     SDL_DestroyWindow(window);
93     SDL_Quit();
94     return -1;
95 }
96 SDL_SetWindowPosition(window, SDL_WINDOWPOS_CENTERED,
        SDL_WINDOWPOS_CENTERED);
97
98 MandelDraw mdrw(szelesseg,magassag,iteraciosHatar,a,b,c,d);
99 mdrw.render(renderer);
100 SDL_RenderPresent(renderer);
101
102 const int FPS = 60;
103 const int frame_delay = 1000/FPS;
104 Uint32 frame_start;
105 int frame_time;
106 SDL_Event evt;
107 bool should_run = true;
108 while(should_run){
109     frame_start = SDL_GetTicks();
110     SDL_PollEvent(&evt);
111     if(evt.type==SDL_QUIT)should_run = false;
112     frame_time = SDL_GetTicks() - frame_start;
```



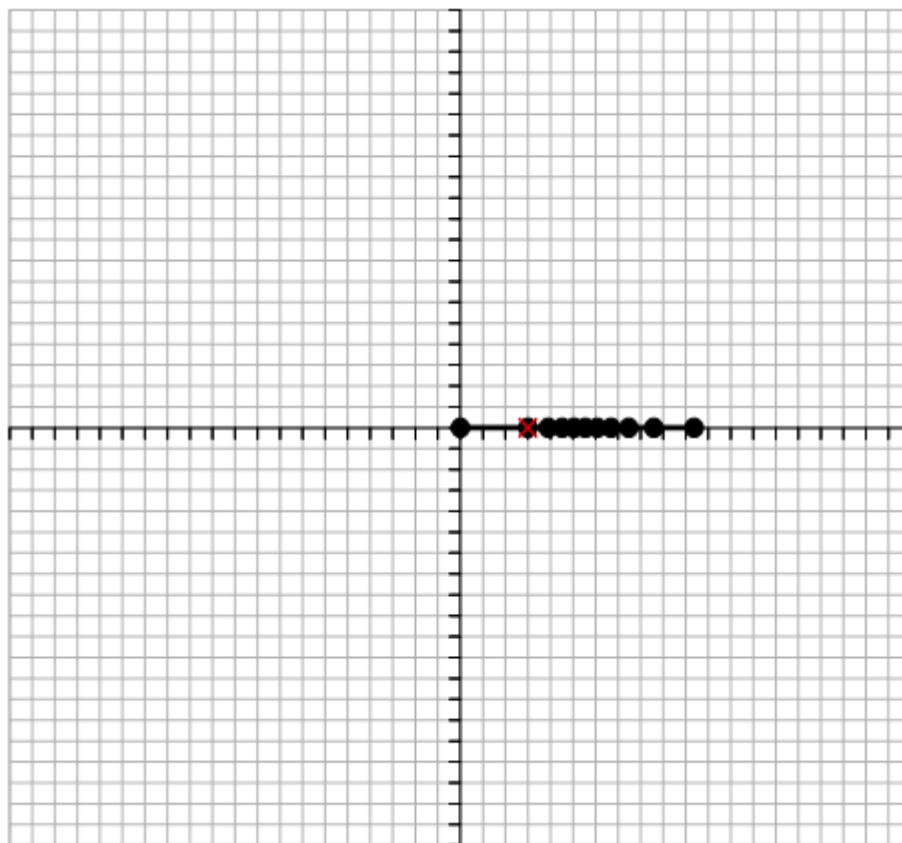
```
113     if (frame_delay > frame_time) {  
114         SDL_Delay(frame_delay-frame_time);  
115     }  
116 }  
117 SDL_DestroyRenderer(renderer);  
118 SDL_DestroyWindow(window);  
119 SDL_Quit();  
120 return 0;  
121 }
```

### 5.3. Biomorfok

Az előző mandelbrot feladat mintájára, csak a számítási algoritmust illetve a formális paramétereket, és azok technikai kezelését kell módosítani.

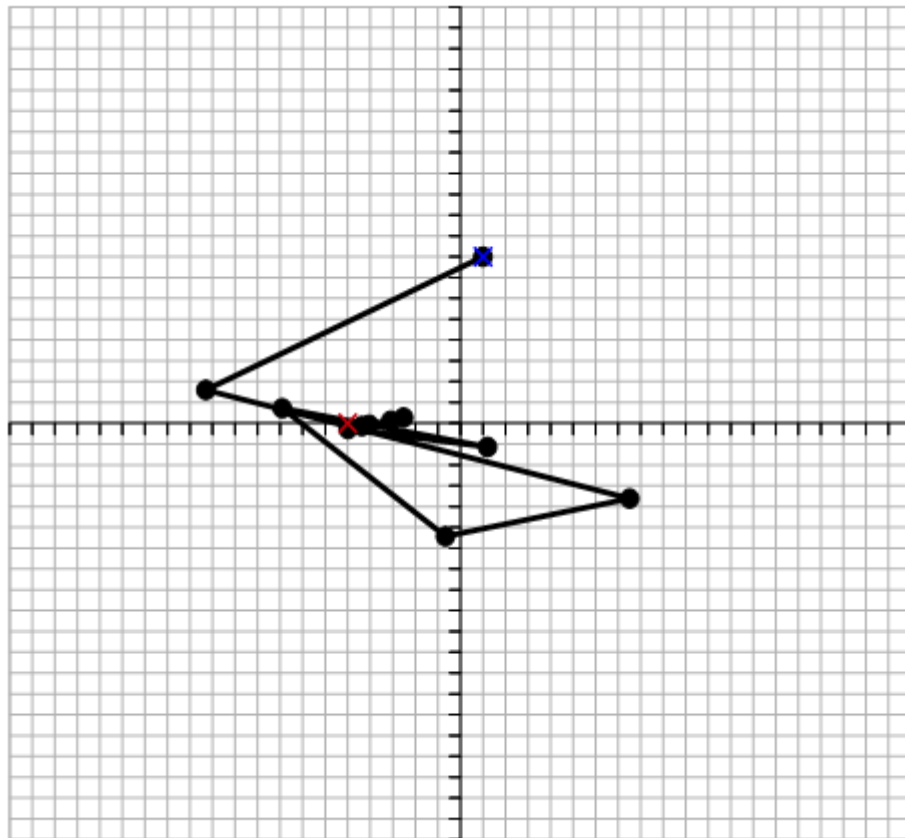
De mi is az a biomorph? Nos, emlékezzünk, hogy mandelbrot esetben kézzel 0,0-ból lépegettünk egy az alábbi diagramon meghatározott piros pont (re és im koordináták miatt ugye ez egy komplex szám)-tot adogattunk hozzá miután négyzetre emeltük.

Azaz piros ponttal körbejártuk a képernyő által jelentett komplex számsíkot, és minden pontba beírtuk mennyi lépés után szállt el a számítás (vagy kerültünk egy adott origó középpontú adott R sugarú körön kívülre.)



5.11. ábra. mandel step

Biomoprh-nál egyetlen dolog történik: nem 0,0-ból indulunk hanem egy magadott pontból. Alábbi diagramon kékkel jelöltem egy példát.



5.12. ábra. biomorph iter

Emiatt ugye szükség lesz két új paraméterre: a kezdő pont valós és képzetes koordináta párosára.

A másik paraméter egy  $R$  szám. Ez azért kell, mert az iterációs terminálásának kondícióját megváltoztattuk: Akkor lépünk ki az iterációból, ha vagy valós, vagy képzetes tengelyen  $R$ -nél távolabb kerülünk az origótól.

Az eredeti kódot kicsit tehát módosítani kell!

`std::pow` az eredetiben köbös, viszont mi nyuszit akarunk rajzolni, ezért négyzetes kell.

A másik változtatás, hogy akkor lépünk ki a ciklusból, ha vagy elértük `iter_limitet` vagy a számított komplex szám távolabb van origótól, mint  $R$ , azaz abszolút értékét vesszük. Ez gyakorlatilag a vektor hossza lenne, ha pl. valami 2d-s grafikával dolgoznánk.

```
std::complex<double> cc ( reC, imC );
double dx = ( xmax - xmin ) / w;
double dy = ( ymax - ymin ) / h;
for ( int y = 0; y < h; ++y ){
    for ( int x = 0; x < w; ++x ){
        double reZ = xmin + x * dx;
        double imZ = ymax - y * dy;
        std::complex<double> z_n ( reZ, imZ );
        int iteracio = 0;
```

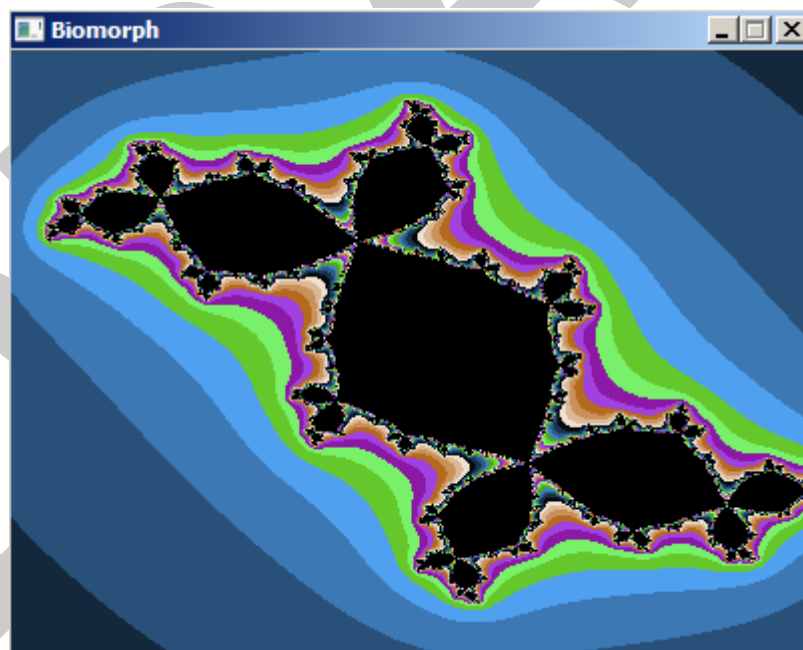
```
for (int i=0; i < iter_lim; ++i){
    z_n = std::pow(z_n, 2) + cc;
    if( std::abs(z_n) > R){
        iteracio = i;
        break;
    }
}
SDL_SetRenderDrawColor(renderer, (iteracio * 20)%255, ( ←
    iteracio* 40)%255, (iteracio* 60)%255 , 0xff);
SDL_RenderDrawPoint(renderer, x,y);
}
```

Compile esetén g++-nak a szokásos sdl által megkövetelt flag-eket küldjük, azaz g++ biomorph.cpp -Wl,-subsystem,windows -lmingw32 -lSDL2main -lSDL2

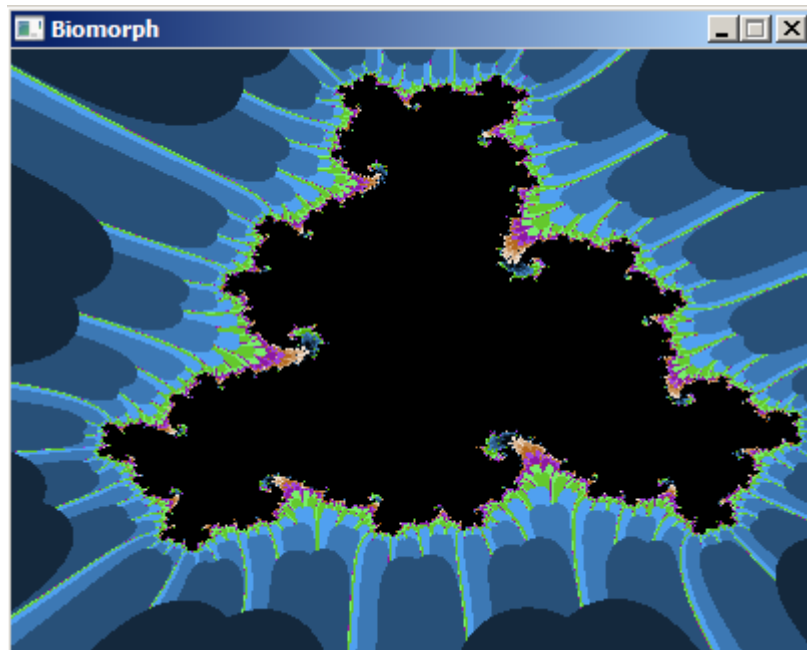
```
daProgramozod\Mandel>g++ biomorph.cpp -o biomorph.exe -Wl,-subsystem,windows -lmingw32 -lSDL2main -lSDL2
```

5.13. ábra. biomorph comp

Ha mindent jól csináltunk akkor, egy biomorph [nyuszival](#) kell találkozunk.



5.14. ábra. biomorphnyuszi



5.15. ábra. biomorph

```
1 // Uses SDL2, because of fun and the fact that png++ uses non standard ↵
   strerror_r
2 // For compilation use
3 // -Wl,-subsystem,windows -lmingw32 -lSDL2main -lSDL2
4 // KAWOOOSH
5
6 #include <iostream>
7 #include <complex>
8 #define SDL_MAIN_HANDLED
9 #include <sdl2/SDL.h>
10
11 class BiomorphDraw
12 {
13 public:
14     BiomorphDraw(int w,
15                 int h,
16                 int iter_lim,
17                 double xmin,
18                 double xmax,
19                 double ymin,
20                 double ymax,
21                 double reC,
22                 double imC,
23                 double R)
24
25     : w(w), h(h), iter_lim(iter_lim), xmin(xmin), xmax(xmax), ymin(ymin), ymax(ymax) ↵
       , reC(reC), imC(imC), R(R)
26     { }
```

```
27
28 void render(SDL_Renderer *renderer)
29 {
30     std::complex<double> cc ( reC, imC );
31     int szazalek = 0; // unused
32     double dx = ( xmax - xmin ) / w;
33     double dy = ( ymax - ymin ) / h;
34     for ( int y = 0; y < h; ++y ){
35         for ( int x = 0; x < w; ++x ){
36             double reZ = xmin + x * dx;
37             double imZ = ymax - y * dy;
38             std::complex<double> z_n ( reZ, imZ );
39             int iteracio = 0;
40             for (int i=0; i < iter_lim; ++i){
41                 z_n = std::pow(z_n, 2) + cc;
42                 if( std::abs(z_n) > R){
43                     iteracio = i;
44                     break;
45                 }
46             }
47             SDL_SetRenderDrawColor(renderer, (iteracio * 20)%255, (iteracio * 40)%255, (iteracio * 60)%255 , 0xff);
48             SDL_RenderDrawPoint(renderer, x,y);
49         }
50     }
51 }
52 private:
53     int w;
54     int h;
55     int iter_lim;
56     double xmin;
57     double xmax;
58     double ymin;
59     double ymax;
60     double reC;
61     double imC;
62     double R;
63 };
64
65 int main(int argc, char** argv)
66 {
67     SDL_SetMainReady(); // just for check
68     int szelesseg = 400;
69     int magassag = 300;
70     int iteraciosHatar = 255;
71     double xmin = -1.4;
72     double xmax = 1.2;
73     double ymin = -1.3;
74     double ymax = 1.3;
75     //double reC = .285, imC = 0;
```

```
76 double reC = -0.123, imC = 0.745;
77 double R = 10.0;
78 if ( argc == 1 ){
79     // Use defaults
80 }else if ( argc == 11 ){
81     szelesseg = atoi ( argv[1] );
82     magassag =  atoi ( argv[2] );
83     iteraciosHatar =  atoi ( argv[3] );
84     xmin = atof ( argv[4] );
85     xmax = atof ( argv[5] );
86     ymin = atof ( argv[6] );
87     ymax = atof ( argv[7] );
88     reC = atof ( argv[8] );
89     imC = atof ( argv[9] );
90     R = atof ( argv[10] );
91 }else{
92     std::cout << "Hasznalat: ./3.1.2 fajlnev szelesseg magassag ↵
93         iteraciosHatar xmin xmax ymin ymax reC imC R" << std::endl;
94     return -1;
95 }
96 if(SDL_Init(SDL_INIT_VIDEO) != 0){
97     std::cout << "SDL_Init failed" << std::endl;
98     return -1;
99 }
100 SDL_Window *window = SDL_CreateWindow( "Biomorph", SDL_WINDOWPOS_CENTERED ↵
101     , SDL_WINDOWPOS_CENTERED, szelesseg, magassag, SDL_WINDOW_SHOWN );
102 if( window == NULL )
103 {
104     std::cout << "Window could not be created! SDL_Error: " << SDL_GetError ↵
105         () << std::endl;
106     SDL_Quit();
107     return -1;
108 }
109 SDL_Renderer* renderer = SDL_CreateRenderer(window,1,0);
110 if( renderer == NULL )
111 {
112     std::stringstream ss;
113     std::cout << "Renderer could not be created! SDL_Error: " << ↵
114         SDL_GetError() << std::endl;
115     SDL_DestroyWindow(window);
116     SDL_Quit();
117     return -1;
118 }
119 SDL_SetWindowPosition(window, SDL_WINDOWPOS_CENTERED, ↵
120     SDL_WINDOWPOS_CENTERED);
121
122 BiomorphDraw bdrw(szelesseg,magassag,iteraciosHatar,xmin,xmax,ymin,ymax, ↵
123     reC,imC,R);
124 bdrw.render(renderer);
125 SDL_RenderPresent(renderer);
```

```
120
121  const int FPS = 60;
122  const int frame_delay = 1000/FPS;
123  Uint32 frame_start;
124  int frame_time;
125  SDL_Event evt;
126  bool should_run = true;
127  while(should_run){
128      frame_start = SDL_GetTicks();
129      SDL_PollEvent(&evt);
130      if(evt.type==SDL_QUIT) should_run = false;
131      frame_time = SDL_GetTicks() - frame_start;
132      if(frame_delay > frame_time){
133          SDL_Delay(frame_delay-frame_time);
134      }
135  }
136  SDL_DestroyRenderer(renderer);
137  SDL_DestroyWindow(window);
138  SDL_Quit();
139  return 0;
140 }
141
```

A biomorfos algoritmus pontos megismeréséhez ezt a cikket javasoljuk: [https://www.emis.de/journals/-/TJNSA/includes/files/articles/Vol9\\_Iss5\\_2305--2315\\_Biomorphs\\_via\\_modified\\_iterations.pdf](https://www.emis.de/journals/-/TJNSA/includes/files/articles/Vol9_Iss5_2305--2315_Biomorphs_via_modified_iterations.pdf). Az is jó gyakorlat, ha magából ebből a cikkből from scratch kódoljuk be a sajátunkat, de mi a királyi úton járva a korábbi **Mandelbrot halmazt** kiszámoló forrásunkat módosítjuk. Viszont a program változóinak elnevezését összhangba hozzuk a közlemény jelöléseivel:

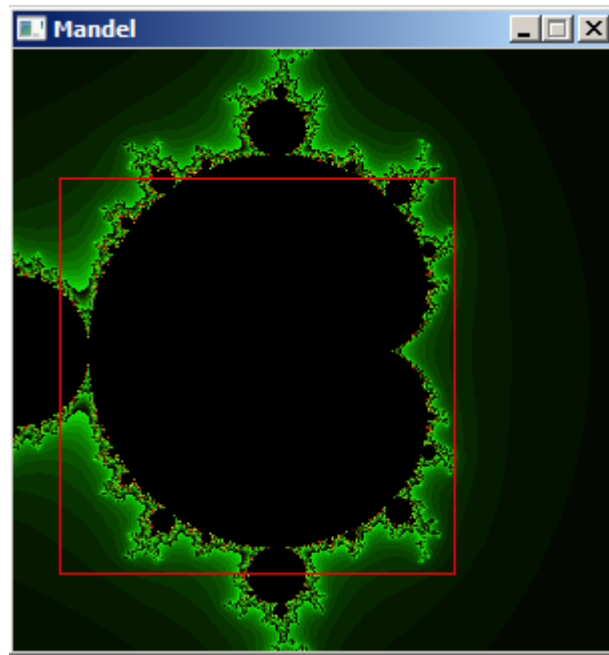
## 5.4. Mandelbrot nagyító és utazó C++ nyelven

SDL2. EventBus-t, vagy signal-slot rendszert DIREKT nem írtunk, de valós életben így kéne... helyette simán az állapotváltozókkal jeleztem a történéseket.

Argumentumok nélkül futtatható. Debug üzenetekért kimenetet irányítsuk log file-ba stb. Debug log-hoz megfelelő preproc #define-t uncommentelni...

Zoom-olást bal klikkel indítja az ember. Nyomva tartva a bal gombot téglalapot rajzol a program.

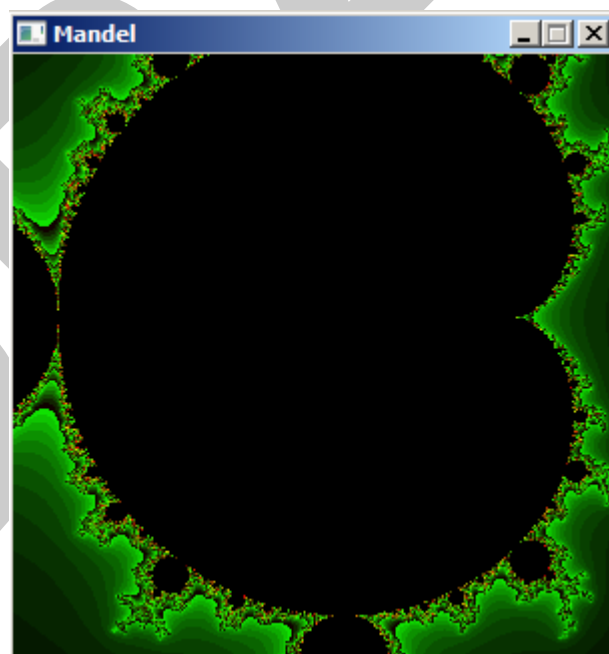




5.16. ábra. zoom rect

A téglalap húzgálásra DIREKT TARTJA a képernyő arányt.

Bal egérgomb felegendéskor a kijelölt téglalap alapján történik a nagyítás.



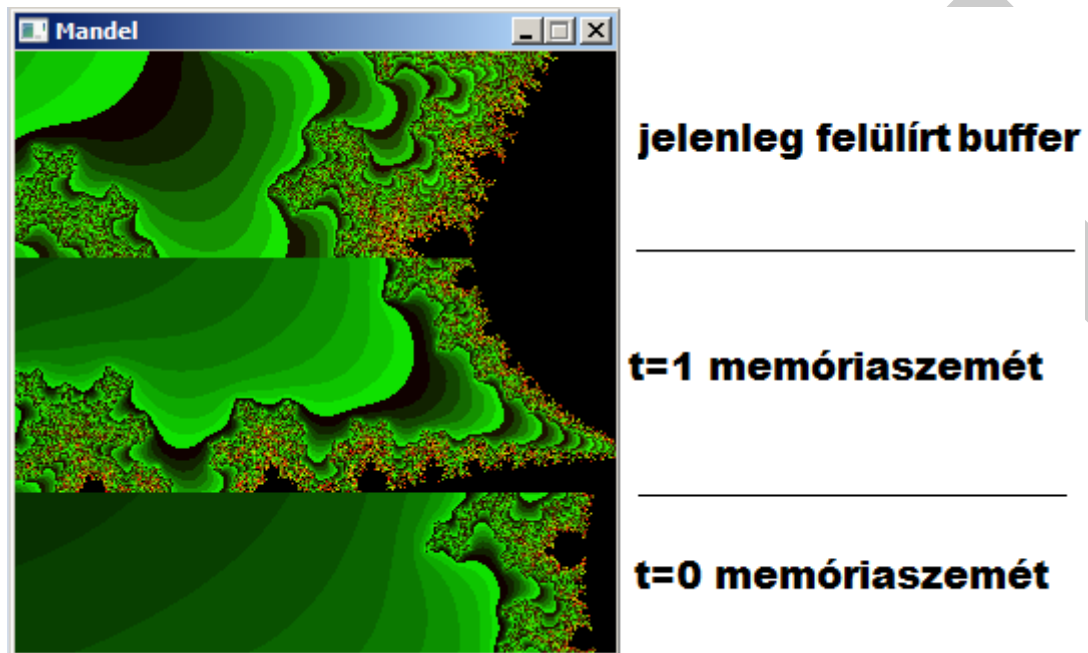
5.17. ábra. zoom

A nagyítás konkrét frame-jében nem a teljes képet számoljuk. Ehelyett dinamikus számú sornyi pixelt számolunk ki mindig. A lényeg hogy 60 FPS a cél, ha túl sok időt vesz igénybe adott frame-en a dolog,

akkor abbahagyjuk a számítást, és majd következő frame-ben folytatjuk.

Ha épp számolódik a background, és újra nagyítunk DIREKT nem tisztítjuk a buffert.

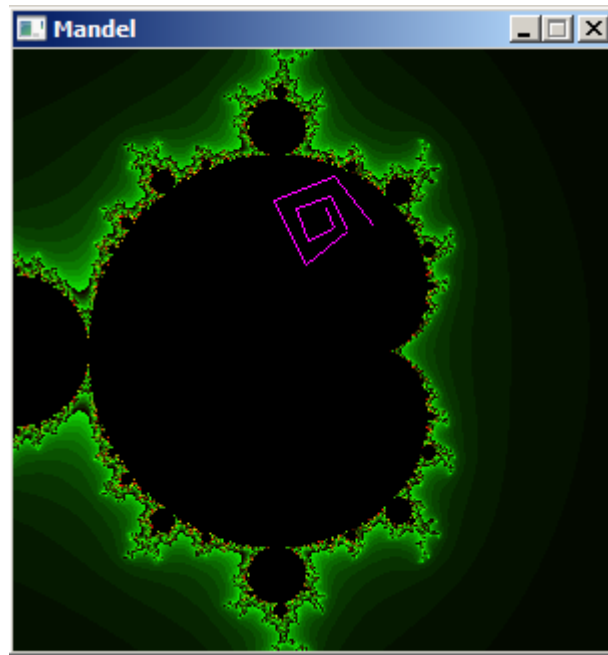
User szinten emiatt egy érdekes egymásra lapolódás lesz megfigyelhető. Alábbi ábrán egy futó számítás közben újra nagyítottunk. Az előző számítási értékek természetesen egyből eltűnnek, ha a jelenleg futó számítás odaér a buffer írásban.



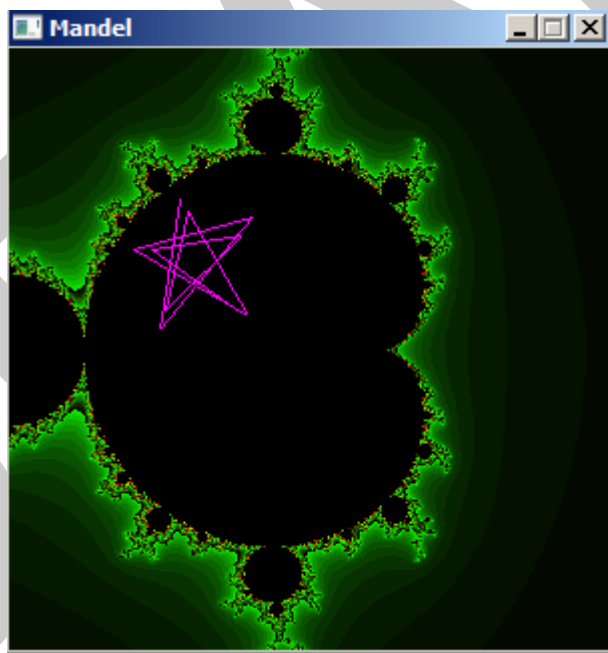
5.18. ábra. zoom quick succession overlap

A fentiekből következik, hogy a nagyítás DIREKT "lassul" és "gyorsul" olykor, nem hiba. Ha az épp most számolandó sorok gyorsan elszállnak, akkor gyorsan végez velük azaz super gyorsan végezni fog velük. Ellenkező esetben ha a neki kiosztott sorok nagyon sokáig benn maradnak az R sugarú Q-beli körben, akkor kevés ilyen sort tud kiszámolni egy frame alatt, ezért úgy fog tűnni. mintha lassulna.

Jobb gombbal kapcsoljuk be a tracert. Ez egy predefined iter számig végig számítja a komplex számokat. Ehhez c komplex számot(amit mindig hozzáadunk) a user egér pozíciója alapján veszi.



5.19. ábra. tracer 0



5.20. ábra. tracer 1

Egér középső gombot vagy görgőt megnyomva visszaugrik default zoomba. Összességében fájt event-ek nélkül, de meg lehet csinálni. Huzzah...

```
1 // [COMMENT]
2 // Didn't want to overcomplicate it with event bus, therefore it is quite a mess. ↔
```

```
3 //
4 // [COMPILE]
5 // -Wl,-subsystem,windows -lmingw32 -lSDL2main -lSDL2
6 //
7 // [USAGE]
8 // +ZOOM
9 //     Press and keep pressing left button to drag selection box.
10 //     When left is released the zoom recalculation will be initiated.
11 // +TRACE
12 //     Release the right mouse button.
13 //     The app will draw lines representing the results of the iteration ↵
14 //     steps.
15 // +RESET
16 //     Release the middle mouse button.
17 //     The app will recalculate everything to defaults.
18 //     (e.g. it will take you back to the image you have seen first)
19 //
20 //
21 #include <iostream>
22 #include <string>
23 #include <sstream>
24 #define SDL_MAIN_HANDLED
25 #include <SDL2/SDL.h>
26 #include <stdexcept>
27 #include <complex>
28 #include <cstdlib>
29 // [LOGGING]
30 // Uncomment below for logging
31 // #define CUSTOM_DEBUG_ZOOM
32 // #define CUSTOM_DEBUG_TRACER
33
34 constexpr int WIDTH = 300;
35 constexpr int HEIGHT = 300;
36 constexpr int RATIO = WIDTH/HEIGHT;
37 constexpr int PIXEL_COUNT = WIDTH*HEIGHT;
38 constexpr int TRACER_COUNT = 10;
39 constexpr int ITER_LIMIT = 255;
40 constexpr int FRAMES_PER_SECOND_GOAL = 60;
41 constexpr int BG_CALC_MAX_PIXELS_PER_FRAME = 30000;
42 constexpr int BG_CALC_MAX_ROWS_PER_FRAME = BG_CALC_MAX_PIXELS_PER_FRAME/ ↵
43     HEIGHT;
44
45 constexpr double DEFAULT_RE0 = -1.0;
46 constexpr double DEFAULT_RE1 = 1.0;
47 constexpr double DEFAULT_IM0 = -1.0;
48 constexpr double DEFAULT_IM1 = 1.0;
49
50 class ComplexIter
51 {
52 public:
53     ComplexIter(double z_re, double z_im, double c_re, double c_im):z_n(z_re, ↵
54         z_im), c(c_re,c_im){};
```

```
50
51 void set_c( double c_re, double c_im)
52 {
53     z_n = std::complex<double>(0,0);
54     c=std::complex<double>(c_re,c_im);
55 }
56
57 ComplexIter& next()
58 {
59     z_n = z_n * z_n + c;
60     return *this;
61 }
62
63 double re(){return std::real(z_n);}
64
65 double im(){ return std::imag(z_n);}
66
67 double abs() { return std::abs(z_n);};
68 private:
69     std::complex<double> c;
70     std::complex<double> z_n;
71 };
72
73
74 class FPSBasedDelayer
75 {
76 public:
77     FPSBasedDelayer(const int FPS): frame_delay(1000/FPS),frame_start(0){}
78
79     void on_frame_start() {frame_start = SDL_GetTicks();}
80
81     int remaining_time() const
82     {
83         return frame_delay-(SDL_GetTicks() - frame_start);
84     }
85
86     void on_frame_stop()
87     {
88         int frame_time = SDL_GetTicks() - frame_start;
89         if(frame_delay > frame_time){
90             SDL_Delay(frame_delay-frame_time);
91         }
92     }
93 private:
94     const int frame_delay;
95     Uint32 frame_start;
96 };
97
98
99 inline double trf_coords(double cur, double a_lo, double a_hi, double b_lo, ↵
```

```
        double b_hi)
100 {
101     return static_cast<double>(cur-a_lo)/(a_hi-a_lo)*(b_hi-b_lo)+b_lo;
102 }
103
104 struct Dimensions
105 {
106     Dimensions() : re0(DEFAULT_RE0), im0(DEFAULT_IM0), re1(DEFAULT_RE1), im1( ←
        DEFAULT_IM1), iter_lim(ITER_LIMIT){}
107     double re0;
108     double im0;
109     double re1;
110     double im1;
111     int iter_lim;
112 };
113
114 enum class MouseEventType{MouseMoved, LeftPressed, LeftReleased, MiddlePressed ←
    , MiddleReleased, RightPressed, RightReleased, Unhandled};
115 struct MouseEvent
116 {
117     MouseEventType type;
118     int x;
119     int y;
120 };
121
122 struct SelectionBox
123 {
124     SelectionBox() : active(false), active_last(false){}
125     bool active;
126     bool active_last;
127     int x0;
128     int y0;
129     int x1;
130     int y1;
131 };
132
133 struct Tracer
134 {
135     Tracer() : active(false){}
136     bool active;
137     SDL_Point points[TRACER_COUNT];
138 };
139
140 class App
141 {
142 public:
143     App(std::string title) :
144         running(false), title(title), window(NULL), renderer(NULL), bg_tex(NULL), ←
            pixel_format(NULL), bg_buf(NULL), recalc_bg(true), bg_calc_running( ←
                false)
```

```
145     { }
146
147     ~App()
148     { }
149 private:
150     App(const App&);
151     App& operator=(const App&);
152     App(App&&);
153     App& operator=(App&&);
154 public:
155     void init();
156
157     bool is_running() const {return running;};
158
159     void update(const FPSBasedDelayer& fps);
160
161     void handle_events();
162
163     void cleanup();
164 private:
165     void handle_event(const SDL_Event&);
166
167     void update_selection();
168
169     void update_dimensions();
170
171     void update_tracer();
172
173     void calculate_tracer_points(double re, double im);
174
175     void update_mandel(const FPSBasedDelayer& fps);
176
177     void clear();
178
179     void render();
180
181 private:
182     bool running;
183     std::string title;
184     SDL_Window *window;
185     SDL_Renderer* renderer;
186     SDL_Texture* bg_tex;
187     SDL_PixelFormat* pixel_format;
188     uint32_t *bg_buf;
189     bool recalc_bg;
190     bool bg_calc_running;
191     int bg_calc_y;
192     bool block_event_polling;
193     Dimensions dim;
194     MouseEvent mevt;
```

```
195     SelectionBox box;
196     Tracer tracer;
197 };
198
199 void App::init()
200 {
201     if(SDL_Init(SDL_INIT_EVERYTHING) != 0){
202         cleanup();
203         std::stringstream ss;
204         ss << "SDL_Init failed " << SDL_GetError();
205         throw std::runtime_error(ss.str());
206     }
207     window = SDL_CreateWindow( title.c_str(), SDL_WINDOWPOS_CENTERED, ↵
        SDL_WINDOWPOS_CENTERED, WIDTH, HEIGHT, SDL_WINDOW_SHOWN );
208     if( window == NULL ){
209         cleanup();
210         std::stringstream ss;
211         ss << "Window could not be created! SDL_Error: " << SDL_GetError();
212         throw std::runtime_error(ss.str());
213     }
214     renderer = SDL_CreateRenderer(window,1,0);
215     if( renderer == NULL ){
216         cleanup();
217         std::stringstream ss;
218         ss << "Renderer could not be created! SDL_Error: " << SDL_GetError() << ↵
            std::endl;
219         throw std::runtime_error(ss.str());
220     }
221     bg_tex = SDL_CreateTexture( renderer, SDL_PIXELFORMAT_RGBA8888, ↵
        SDL_TEXTUREACCESS_STREAMING, WIDTH, HEIGHT );
222     if( bg_tex == NULL ){
223         cleanup();
224         std::stringstream ss;
225         ss << "Unable to create bg texture! SDL Error: " << SDL_GetError() << ↵
            std::endl;
226         throw std::runtime_error(ss.str());
227     }
228     bg_buf = (uint32_t*) malloc(WIDTH*HEIGHT*sizeof(uint32_t));
229     if( bg_buf == NULL ){
230         cleanup();
231         std::stringstream ss;
232         ss << "Unable to allocate bg buffer!"<< std::endl;
233         throw std::runtime_error(ss.str());
234     }
235     SDL_SetWindowPosition(window, SDL_WINDOWPOS_CENTERED, ↵
        SDL_WINDOWPOS_CENTERED);
236     pixel_format = SDL_AllocFormat(SDL_PIXELFORMAT_RGBA8888);
237     running = true;
238 }
239
```



```
240 void App::handle_events()
241 {
242     block_event_polling = false;
243     SDL_Event evt;
244     while (SDL_PollEvent(&evt))
245     {
246         if(evt.type==SDL_QUIT) {
247             running = false;
248             break;
249         }else{
250             if(!block_event_polling){
251                 handle_event(evt);
252             }
253         }
254     }
255 }
256
257 void App::handle_event(const SDL_Event& evt)
258 {
259     mevt.type=MouseEventType::Unhandled;
260     if(evt.type==SDL_MOUSEMOTION) {
261         mevt.x= evt.button.x;
262         mevt.y= evt.button.y;
263         mevt.type=MouseEventType::MouseMoved;
264         block_event_polling = true;
265     }else if(evt.type==SDL_MOUSEBUTTONDOWN ) {
266         mevt.x= evt.button.x;
267         mevt.y= evt.button.y;
268         if(evt.button.button == SDL_BUTTON_LEFT) {
269             mevt.type=MouseEventType::LeftPressed;
270         }else if(evt.button.button == SDL_BUTTON_RIGHT) {
271             mevt.type=MouseEventType::RightPressed;
272         }else if(evt.button.button == SDL_BUTTON_MIDDLE) {
273             mevt.type=MouseEventType::MiddlePressed;
274         }else{
275             return; // unhandled mouse button
276         }
277         block_event_polling = true;
278     }else if(evt.type==SDL_MOUSEBUTTONUP) {
279         mevt.x= evt.button.x;
280         mevt.y= evt.button.y;
281         if(evt.button.button == SDL_BUTTON_LEFT) {
282             mevt.type=MouseEventType::LeftReleased;
283         }else if(evt.button.button == SDL_BUTTON_RIGHT) {
284             mevt.type=MouseEventType::RightReleased;
285         }else if(evt.button.button == SDL_BUTTON_MIDDLE) {
286             mevt.type=MouseEventType::MiddleReleased;
287         }else{
288             return; // unhandled mouse button
289         }
290     }
```

```
290     block_event_polling = true;
291 }
292 }
293
294 void App::update(const FPSBasedDelayer& fps)
295 {
296     if(running == false) return;
297     update_selection();
298     update_dimensions();
299     update_tracer();
300     update_mandel(fps);
301     render();
302 }
303
304 void App::update_selection()
305 {
306     box.active_last = box.active;
307     if(box.active){
308         if(mevt.type==MouseEventType::MouseMove){
309             double w_mult = static_cast<double>(std::abs(mevt.x-box.x0))/WIDTH;
310             double h_mult = static_cast<double>(std::abs(mevt.y-box.y0))/HEIGHT;
311             double mult = std::max(w_mult,h_mult);
312             box.x1=mult*WIDTH+box.x0;
313             box.y1=mult*HEIGHT+box.y0;
314         }else if( mevt.type==MouseEventType::LeftReleased ||
315                 mevt.type==MouseEventType::MiddleReleased){
316             box.active=false;
317         }
318     }else{
319         if(mevt.type==MouseEventType::LeftPressed){
320             box.x0=box.x1=mevt.x;
321             box.y0=box.y1=mevt.y;
322             box.active=true;
323         }
324     }
325 }
326
327 void App::update_dimensions()
328 {
329     bool selection_ended = !box.active&&box.active_last;
330     if(mevt.type==MouseEventType::MiddleReleased){
331         dim.re0=DEFAULT_RE0;
332         dim.re1=DEFAULT_RE1;
333         dim.im0=DEFAULT_IM0;
334         dim.im1=DEFAULT_IM1;
335         dim.iter_lim=ITER_LIMIT;
336         #ifdef CUSTOM_DEBUG_ZOOM
337         std::cout << "Reset zoom to original re["<<dim.re0<<","<<dim.re1<<"] ←
338             im["<<dim.im0<<","<<dim.im1<<"]<< std::endl;
339         #endif
340     }
```

```
339     recalc_bg = true;
340 }else if(selection_ended){
341     if(box.x0==box.x1||box.y0==box.y1) return;
342     #ifdef CUSTOM_DEBUG_ZOOM
343         std::cout << "Selected points from ("<<box.x0<<","<<box.y0<<) to (" <←
344             <<box.x1<<","<<box.y1<<)"<< std::endl;
345         std::cout << "Zooming from re["<<dim.re0<<","<<dim.re1<<"] im["<<dim. <←
346             im0<<","<<dim.im1<<"]"<< std::endl;
347     #endif
348     double re0 = trf_coords(std::min(box.x0,box.x1),0,WIDTH,dim.re0,dim.re1 <←
349         );
350     double rel = trf_coords(std::max(box.x0,box.x1),0,WIDTH,dim.re0,dim.re1 <←
351         );
352     double im0 = trf_coords(std::min(box.y0,box.y1),0,HEIGHT,dim.im0,dim. <←
353         im1);
354     double im1 = trf_coords(std::max(box.y0,box.y1),0,HEIGHT,dim.im0,dim. <←
355         im1);
356     dim.re0=re0;
357     dim.re1=rel;
358     dim.im0=im0;
359     dim.im1=im1;
360     #ifdef CUSTOM_DEBUG_ZOOM
361         std::cout << "Zooming to re["<<dim.re0<<","<<dim.re1<<"] im["<<dim. <←
362             im0<<","<<dim.im1<<"]"<< std::endl;
363     #endif
364     recalc_bg = true;
365 }
366 }
367
368 void App::update_tracer()
369 {
370     if(tracer.active){
371         bool selection_ended = !box.active&&box.active_last;
372         if( selection_ended ||
373             mevt.type==MouseEvent::LeftPressed ||
374             mevt.type==MouseEvent::MiddleReleased){
375             tracer.active=false;
376             #ifdef CUSTOM_DEBUG_TRACER
377                 std::cout << "Tracing inactive"<< std::endl;
378             #endif
379         }
380     }else{
381         if(mevt.type==MouseEvent::RightPressed && !box.active){
382             double re = trf_coords(mevt.x,0,WIDTH,dim.re0,dim.re1);
383             double im = trf_coords(mevt.y,0,HEIGHT,dim.im0,dim.im1);
384             #ifdef CUSTOM_DEBUG_TRACER
385                 std::cout << "Tracing activated ["<<re<<","<<im<<"]"<< std::endl;
386             #endif
387             calculate_tracer_points(re,im);
388             tracer.active=true;
389         }
390     }
```

```

382     }
383 }
384 }
385 }
386
387 void App::calculate_tracer_points(double reC, double imC)
388 {
389     ComplexIter it(0,0,reC,imC);
390     for(int i = 0; i<TRACER_COUNT; ++i)
391     {
392         it.next();
393         tracer.points[i].x= static_cast<int>(trf_coords(it.re(),dim.re0,dim.re1 ←
394             ,0,WIDTH));
395         tracer.points[i].y= static_cast<int>(trf_coords(it.im(),dim.im0,dim.im1 ←
396             ,0,HEIGHT));
397         #ifdef CUSTOM_DEBUG_TRACER
398             std::cout<<"TracePoint["<<i<<"] Q("<<it.re()<<","<<it.im()<<") Screen ←
399                 ("<<tracer.points[i].x<<","<<tracer.points[i].x<<")"<<std::endl;
400         #endif
401     }
402 }
403
404 void App::update_mandel(const FPSBasedDelayer& fps)
405 {
406     if(recalc_bg){
407         bg_calc_running = true;
408         bg_calc_y = 0;
409         recalc_bg = false;
410     }
411     if(!bg_calc_running){return;};
412     double d_re = ( dim.re1 - dim.re0 ) / WIDTH;
413     double d_im = ( dim.im1 - dim.im0 ) / HEIGHT;
414     double c_re,c_im;
415     int iter;
416     const int limit = std::min(HEIGHT,bg_calc_y+BG_CALC_MAX_ROWS_PER_FRAME);
417     ComplexIter cit(0,0,0,0);
418     int y = bg_calc_y;
419     while(y<limit && fps.remaining_time()>0){
420
421         c_im = dim.im0 + y * d_im;
422         for ( int x = 0; x < WIDTH; ++x ){
423             c_re = dim.re0 + x * d_re;
424             cit.set_c(c_re,c_im);
425             iter = 0;
426             while ( cit.abs() < 4 && iter < dim.iter_lim ){
427                 cit.next();
428                 ++iter;
429             }
430             bg_buf[y*WIDTH+x] = SDL_MapRGBA(pixel_format,iter%255,(iter*iter) ←
431                 %255,0,0xff);

```

```
428     }
429     y++;
430 }
431
432 SDL_Rect rect;
433 rect.x=0;
434 rect.y=bg_calc_y;
435 rect.w=WIDTH;
436 rect.h=y-bg_calc_y;
437 SDL_UpdateTexture(bg_tex, NULL, bg_buf, WIDTH * sizeof (Uint32));
438 bg_calc_y = y;
439 if(bg_calc_y>=HEIGHT){bg_calc_running=false;}
440 }
441
442 void App::render()
443 {
444     if(renderer==NULL) return;
445     SDL_SetRenderDrawColor(renderer, 0, 0,0,255);
446     SDL_RenderClear(renderer);
447     SDL_RenderCopy(renderer, bg_tex, NULL, NULL);
448     if(box.active){
449         SDL_SetRenderDrawColor(renderer, 255, 0,0,255);
450         SDL_RenderDrawLine(renderer,box.x0,box.y0,box.x1,box.y0);
451         SDL_RenderDrawLine(renderer,box.x1,box.y0,box.x1,box.y1);
452         SDL_RenderDrawLine(renderer,box.x1,box.y1,box.x0,box.y1);
453         SDL_RenderDrawLine(renderer,box.x0,box.y1,box.x0,box.y0);
454     }
455     if(tracer.active){
456         SDL_SetRenderDrawColor(renderer, 255, 0,255,255);
457         SDL_RenderDrawLines(renderer,tracer.points,TRACER_COUNT);
458     }
459     SDL_RenderPresent(renderer);
460 }
461
462 void App::cleanup()
463 {
464     if(window!=NULL){ SDL_DestroyWindow(window);}
465     if(renderer!=NULL){ SDL_DestroyRenderer(renderer);}
466     if(bg_tex!=NULL){ SDL_DestroyTexture(bg_tex);}
467     if(pixel_format!=NULL){ free(pixel_format);}
468     if(bg_buf!=NULL){ free(bg_buf);}
469     SDL_Quit();
470 }
471
472 int main()
473 {
474     App app("Mandel");
475     try{
476         app.init();
477     }catch(const std::runtime_error& ex){
```

```
478     std::cout << ex.what() << std::endl;
479     return -1;
480 } catch(...) {
481     std::cout << "Unknown error! Exiting " << std::endl;
482     return -1;
483 }
484 FPSBasedDelayer fps_delayer(FRAMES_PER_SECOND_GOAL);
485 while(app.is_running()) {
486     fps_delayer.on_frame_start();
487     app.handle_events();
488     app.update(fps_delayer);
489     fps_delayer.on_frame_stop();
490 }
491 app.cleanup();
492 return 0;
493 }
```

## 6. fejezet

# Helló, Welch!

### 6.1. Első osztályom

A lényeg, hogy adott egy számítási algoritmus melyet meghívva nem csak a következő értéket, hanem a rákövetkezőt is megkapjuk. Azaz az 1. hívásnál kell számítani, de a 2. hívásnál nem kell, hiszen az 1. számítás a 2. értékét is kiszámította előre. Azért hogy ezt kezeljük egy egyszerű osztályt fogunk írni. Ahhoz hogy ezt a "bufferelést" megoldjuk két változót vezetünk be: magát a tárolt értéket, illetve egy boolean-t, hogy jelenleg úgy szólnán szabad-e aktívnak tekinteni a tárolt értéket.

```
boolean store_empty;  
double stored;
```

Maga az algoritmus csak simán annyiról szól, hogy ha store\_empty true, akkor kell számítást végezni. A számítás első eredményét visszaadjuk, a másikat betároljuk, és a store\_empty-t false-re állítjuk. Ha store\_empty false, akkor store\_empty-t true-ra állítjuk, hisz úgymond ürítjük a buffert, és visszaadjuk a tárolt értéket.

A feladat könnyebb megértéséhez egy hackelt verzió az eredeti java class-ból.

```
1 package test;  
2  
3 public class PolarGen2 {  
4  
5     class Pair<T1,T2>{Pair(T1 a, T2 b){this.a=a;this.b=b;} public T1 a; ←  
6         public T2 b;}  
7  
8     public PolarGen2() { store_empty = true; }  
9  
10    public double next() {  
11        if(store_empty) {  
12            Pair<Double, Double> p = calculate();  
13            stored = p.b;  
14            return p.a;  
15        }else {  
16            store_empty = true;  
17            return stored;
```

```
17     }
18 }
19
20 private Pair<Double, Double> calculate() {
21     double u1, u2, v1, v2, w;
22     do {
23         u1 = Math.random();
24         u2 = Math.random();
25         v1 = 2*u1 - 1;
26         v2 = 2*u2 - 1;
27         w = v1*v1 + v2*v2;
28     } while(w > 1);
29     double r = Math.sqrt((-2*Math.log(w))/w);
30     return new Pair<Double, Double>(r*v1, r*v2);
31 }
32
33 boolean store_empty;
34 double stored;
35
36 public static void main(String[] args) {
37     PolarGen2 g = new PolarGen2();
38     for(int i=0; i<10; ++i)
39         System.out.println(g.next());
40 }
41 }
42 }
43
```

Alább az eredeti feladat:

```
1 package test;
2
3 public class PolarGen {
4
5     public PolarGen() { store_empty = true; }
6
7     public double next() {
8         if(store_empty) {
9             double u1, u2, v1, v2, w;
10            do {
11                u1 = Math.random();
12                u2 = Math.random();
13                v1 = 2*u1 - 1;
14                v2 = 2*u2 - 1;
15                w = v1*v1 + v2*v2;
16            } while(w > 1);
17            double r = Math.sqrt((-2*Math.log(w))/w);
18            stored = r*v2;
19            store_empty = false;
20            return r*v1;
21        }
22    }
23 }
```



```
22         }else {
23             store_empty = true;
24             return stored;
25         }
26     }
27
28     boolean store_empty;
29     double stored;
30
31     public static void main(String[] args) {
32         PolarGen g = new PolarGen();
33         for(int i=0; i<10; ++i)
34             System.out.println(g.next());
35     }
36 }
37
38
```

C++ esetben három különbség lesz: random, sqrt és log.

[0,1) tartományon random double generálását végezhetjük az alábbi módon. Ehhez szükség lesz stdio-ra rnd() illetve RAND\_MAX miatt.

```
double rnd01(){return rand() / (RAND_MAX + 1.);}
```

sqrt és log a már ismert math lib-ben van, azaz ne felejtjük include-olni.

```
1  #include <iostream>
2  #include <stdlib.h> // random
3  #include <math.h> // sqrt, log and rick n morty
4
5  class PolarGen
6  {
7  public:
8
9      PolarGen() : store_empty(true) { }
10
11     double next()
12     {
13         if(store_empty) {
14             double u1, u2, v1, v2, w;
15             do {
16                 u1 = rnd01();
17                 u2 = rnd01();
18                 v1 = 2*u1 - 1;
19                 v2 = 2*u2 - 1;
20                 w = v1*v1 + v2*v2;
21             } while(w > 1);
22             double r = sqrt((-2*log(w))/w);
23             stored = r*v2;
24             store_empty = false;
```

```
25     return r*v1;
26 }else {
27     store_empty = true;
28     return stored;
29 }
30 }
31 private:
32
33 double rnd01(){return rand() / (RAND_MAX + 1.);}
34
35 double rnd(double min_inclusive, double max_exclusive)
36 {
37     return min_inclusive + (rand() / ( RAND_MAX / (max_exclusive- ←
38         min_inclusive) ) ) ;
39 }
40 private:
41 bool store_empty;
42 double stored;
43 };
44
45 int main()
46 {
47     PolarGen pg;
48     for(int i=0; i<10; ++i){ std::cout<< pg.next() << std::endl;}
49     return 0;
50 }
```

## 6.2. LZW

Mielőtt neki ugrunk egy kis áttekintés a [progpater](#) alapján.

A programunk kapni fog egy {0,1} karakterekből (bár lehetnének bitek is) álló mintát. Ez alapján memóriában

01111001001001000111

A kapott minta alapján memóriában létre kell hoznunk egy fát. A fa csomópontokból áll. Minden csomópontoz tartozik egy érték illetve lehet két gyermeke, továbbiakban jobb és bal. A fa továbbá tartalmaz egy segéd ptr-t arra a csomópontra, ahol éppen állunk. A következő szabályok szerint építjük a fát:

- Alapból a gyökér létezik értéke /, és ezen gyökér csomóponton állunk(erre mutat a segéd ptr).
- Ha 0-t kapunk, és létezik bal gyermek, akkor a segéd ptr-rel inntől erre fogunk mutatni.
- Ha 0-t kapunk, és nem létezik bal gyermek, akkor segéd ptr által mutatott node bal gyermekeként létrehozuk. Segéd ptr-rel pedig gyökérre mutatunk inntől.
- Ha 1-t kapunk, akkor teljesen szimmetrikusan a fenti két szabályt jobb gyerekekre alkalmazzuk.

Pici példáskán, mondjuk 0110-re, nézzük meg hogy működik! Minden lépésnél ábrázolni fogom a fát is! Csillaggal ábrázoljuk hol áll éppen a segéd ptr!

```
Feldolgozva=[]
---/*
Feldolgozva=[0]
---/*
-----0
Feldolgozva=[01]
-----1
---/*
-----0
Feldolgozva=[011]
-----1*
---/
-----0
Feldolgozva=[0110]
-----1
-----0
---/*
-----0
```

Most nézzük meg mi ez az egész max, átlag, szórás!

Két fogalmat azonban be kell hozzá vezetni. Az egyik a levél, a másik a mélység.

Egy csomópontot levélnek nevezünk, ha nincsenek gyermekei.

Egy csomópont mélységén azt értjük (ezen esetben) hogy a hány csomópont érintésével tudunk eljutni gyökér nodeból az adott node-ba.

Vegyünk propateres példát és írjuk fel rá kézzel az értékeket!

```
-----1 (3)
-----1 (2)
-----1 (1)
-----0 (2)
-----0 (3)
-----0 (4)
---/ (0)
-----1 (2)
-----0 (1)
-----0 (2)
melyseg=4
altag=2.750000
szoras=0.957427
```

Max mélység alatt a legnagyobb mélységet értjük, azaz 4-et.

Átlagmélység a leaf mélységek összege osztva a leaf számmal, azaz:

```
hosszak={3,4,2,2}
leafs=4

atlag=4/3+4/4+2/4+2/4
atlag=0.75+1+0.5+0.5
atlag=2.75
```

A teljes fa szórása alatt a szórásösszeg és a levél szám hányadosának négyzetgyökét értjük. Meg kell jegyezni, hogy valójában leaf számnál eggyel kisebb számot használunk 1-nél nagyobb leaf számú esetekben.

Szórásösszeg, az összes levél szórásának összege.

Egy node szórása alatt az adott node mélységének átlagmélységtől vett különbségének négyzetét értjük.

```
hosszak={3,4,2,2}
leafs=4
atlag=2.75

szorasosszeg=(3-2.75)^2+(4-2.75)^2+(2-2.75)^2+(2-2.75)^2
szorasosszeg=0.0625+1.5625+0.5625+0.5625
szorasosszeg=2.75
szoras=(2.75/4-1)^0.5
szoras=(0.9166667)^0.5
szoras=0.957427
```

Most hogy kézzel kiszámoltuk, írjuk át C-re.

A C kódban akét komoly eltérés a Tanár Úr féle kódtól:

- allokáció/felaszabadításnál a ptr-t kiírjuk standard output-ra
- Általános traversalokat használunk funtion ptr-ekkel

A ptr-ek kilogolása csak amiatt fontos hogy grafikus visszajelzést is kapjunk, hiszen most ugye dinamikusan allokált adatokkal dolgozunk, amelyeket kézíleg kell életciklus menedzselni.

```
void free_node(int depth, Node* node, UserData*ud)
{
    if(node == NULL) return;
#ifdef CUSTOM_DEBUG_OUT
    printf("Free node %p\n",node);
#endif
    free(node);
}
```

Az általános traversal amiatt kellett, hogy egy kicsit az stl-es algorithm-re hajazva, legyen lehetősége a user-nek megadnia, hogy mi történjen, a fa pedig csak a helyes traversalért legyen felelős.

Nézzünk egy példát!

```
void foreach_inorder(int depth, Node* root, traversal_fn fptr, ↵
    UserData* ud )
{
    if(root == NULL) return;
    foreach_inorder(depth+1, root->right, fptr, ud );
    fptr(depth, root, ud );
    foreach_inorder(depth+1, root->left, fptr, ud );
}
```

Láthatóan a fenti funckió simán rekurzívan hívja magát a két child-ra. A fn ptr csak akkor jön be a képbe mikor magát az adott subtree root-ját dolgozzuk fel. UserData csak egy typedef-elt void ptr, hogy a user állapotot is betudjon adni, ne csak viselkedést. Egy példa fn amit fn ptr-ként beküldhetünk legyen a print

```
void print_node(int depth, Node* node, UserData*ud)
{
    int i;
    if(node == NULL) return;
    for(i=0; i<depth; ++i){printf("---"); }
    printf("%c (%d) %p\n", node->value, depth, node);
}
```

A számolásokhoz simán végigszaladunk a leafeken és mivel nem tudjuk előre a leaf számot, ezért egy dinamikusan allokált helyre gyűjtjük be a leaf-ek mélységeit. De csinálhattuk volna úgyis hogy többször megyünk végig a leaf-eken és akkor kevesebb memóriát használtunk volna, azaz CPU vs. MEM tradeoff.

Igen... LeafCountData-t totál kikerülhettük volna: bedobhattuk volna simán a nyers ptr-t aztán inkrementáltuk volna...

Alább a progpater-es példa inputként kimeneten.

```
Alloc node 000000000042E5E0
Alloc tree 00000000003B77E0
Alloc node 00000000003B7800
Alloc node 00000000003B7820
Alloc node 00000000003B7840
Alloc node 00000000003B7860
Alloc node 00000000003B7880
Alloc node 00000000003B78A0
Alloc node 00000000003B78C0
Alloc node 00000000003B78E0
Alloc node 00000000003B7900

-----1 (3) 00000000003B7900
-----1 (2) 00000000003B7840
----1 (1) 00000000003B7820
-----0 (2) 00000000003B7860
-----0 (3) 00000000003B78C0
-----0 (4) 00000000003B78E0
/ (0) 000000000042E5E0
-----1 (2) 00000000003B7880
----0 (1) 00000000003B7800
-----0 (2) 00000000003B78A0

Leaf depths: 3 4 2 2
deviation=2.750000
melyseg=4
atlag=2.750000
szoras=0.957427
Free node 00000000003B7900
Free node 00000000003B7840
Free node 00000000003B78E0
Free node 00000000003B78C0
Free node 00000000003B7860
Free node 00000000003B7820
Free node 00000000003B7880
Free node 00000000003B78A0
Free node 00000000003B7800
Free node 000000000042E5E0
Free tree 00000000003B77E0
```

6.1. ábra. Lzw C output

Alább a C forrás

```
1 #include <stdio.h> // print
2 #include <stdlib.h> // mem
3 #include <math.h> // sqrt
4
5 #define CUSTOM_DEBUG_OUT
6
7 typedef struct node_t{
8     struct node_t* left;
9     struct node_t* right;
10    char value;
11 } Node;
12
13
14 typedef struct bintree_t{
15     Node* root;
16     Node* cur;
17     int leaf_count;
18 } BinTree;
```

```
19
20 typedef void* UserData;
21
22 typedef void (*traversal_fn)(int depth, Node* node, UserData*ud);
23
24 void foreach_preorder(int depth,Node* root, traversal_fn fptr, UserData* ud ↔
    )
25 {
26     if(root == NULL) return;
27     fptr(depth,root,ud);
28     foreach_preorder(depth+1,root->right, fptr, ud );
29     foreach_preorder(depth+1,root->left, fptr, ud );
30 }
31
32 void foreach_inorder(int depth,Node* root, traversal_fn fptr, UserData* ud ↔
    )
33 {
34     if(root == NULL) return;
35     foreach_inorder(depth+1,root->right, fptr, ud );
36     fptr(depth,root,ud);
37     foreach_inorder(depth+1,root->left, fptr, ud );
38 }
39
40 void foreach_postorder(int depth,Node* root, traversal_fn fptr, UserData* ↔
    ud )
41 {
42     if(root == NULL) return;
43     foreach_postorder(depth+1,root->right, fptr, ud );
44     foreach_postorder(depth+1,root->left, fptr, ud );
45     fptr(depth,root,ud);
46 }
47
48 void foreach_leaf(int depth,Node* root, traversal_fn fptr, UserData* ud )
49 {
50     if(root == NULL) return;
51     foreach_leaf(depth+1,root->right, fptr, ud );
52     if(root->right==NULL&&root->left==NULL) fptr(depth,root,ud);
53     foreach_leaf(depth+1,root->left, fptr, ud );
54 }
55
56 Node* make_node(char value)
57 {
58     Node* node;
59     node = (Node*) malloc(sizeof(Node));
60     if(node == NULL){return NULL;}
61     node->value=value;
62     node->left= NULL;
63     node->right=NULL;
64     #ifdef CUSTOM_DEBUG_OUT
65     printf("Alloc node %p\n",node);
```

```
66     #endif
67     return node;
68 }
69
70 BinTree* make_bintree()
71 {
72     BinTree* tree;
73     Node* root;
74     root = make_node('/');
75     if(root == NULL){return NULL;}
76     tree = (BinTree*) malloc(sizeof(BinTree));
77     if(tree == NULL){free(root);return NULL;}
78     tree->root = tree->cur = root;
79     tree->leaf_count=1;
80     #ifdef CUSTOM_DEBUG_OUT
81         printf("Alloc tree %p\n",tree);
82     #endif
83     return tree;
84 }
85
86 void push_value(BinTree* tree, char value)
87 {
88     if(tree==NULL) return;
89     if(tree->root==NULL || tree->cur==NULL) return;
90     if(value=='0'){
91         if(tree->cur->left == NULL){
92             if(tree->cur->right!=NULL) tree->leaf_count=tree->leaf_count+1;
93             tree->cur->left = make_node(value);
94             tree->cur = tree->root;
95         }else{
96             tree->cur = tree->cur->left;
97         }
98     }else{
99         if(tree->cur->right == NULL){
100             if(tree->cur->left!=NULL) tree->leaf_count=tree->leaf_count+1;
101             tree->cur->right = make_node(value);
102             tree->cur = tree->root;
103         }else{
104             tree->cur = tree->cur->right;
105         }
106     }
107 }
108
109 void print_node(int depth, Node* node, UserData*ud)
110 {
111     int i;
112     if(node == NULL) return;
113     for(i=0;i<depth; ++i){printf("---"); }
114     printf("%c (%d) %p\n",node->value, depth,node);
115 }
```



```
116
117 void free_node(int depth, Node* node, UserData*ud)
118 {
119     if(node == NULL) return;
120     #ifdef CUSTOM_DEBUG_OUT
121         printf("Free node %p\n",node);
122     #endif
123     free(node);
124 }
125
126 void free_tree(BinTree* tree)
127 {
128     if(tree==NULL) return;
129     foreach_postorder(0,tree->root,free_node,NULL);
130     #ifdef CUSTOM_DEBUG_OUT
131         printf("Free tree %p\n",tree);
132     #endif
133     free(tree);
134 }
135
136 typedef struct leafcountdata_t{
137     int cur;
138     int* heights;
139 } LeafCountData;
140
141 void collect_leaf_heights(int depth, Node* node, UserData*ud)
142 {
143     if(node == NULL) return;
144     LeafCountData* lcd = (LeafCountData*)ud;
145     lcd->heights[lcd->cur] = depth;
146     lcd->cur=lcd->cur+1;
147 }
148
149 int main(int argc, char** argv)
150 {
151     int i;
152     int leaf_count;
153     BinTree* bt;
154     int *leaf_heights;
155     int max_melyseg;
156     double deviation, avg;
157     LeafCountData lc;
158     char arr[20] = {'0','1','1','1','1','0','0','1','0','0','1','0','0','1','0','0','1','0', ←
159                    '0','0','0','1','1','1'};
160     bt = make_bintree();
161     if(bt == NULL){ return 1;}
162     for(i = 0; i < 20; ++i){push_value(bt,arr[i]);}
163     printf("\nINORDER\n");
164     foreach_inorder(0,bt->root,print_node,NULL);
165     printf("\n");
```

```
165 leaf_count = bt->leaf_count;
166 leaf_heights = (int*) malloc(sizeof(int)*leaf_count);
167 if(leaf_heights==NULL){free_tree(bt); return 1;}
168 lc.cur=0;
169 lc.heights=leaf_heights;
170 foreach_leaf(0,bt->root,collect_leaf_heights,(UserData)&lc);
171 printf("Leaf depths: ");
172 max_melyseg = 0;
173 deviation = 0.0;
174 for(i = 0; i < leaf_count; ++i){
175     if(max_melyseg<leaf_heights[i]){max_melyseg=leaf_heights[i];}
176     avg = avg+leaf_heights[i];
177     printf(" %d",leaf_heights[i]);
178 }
179 printf("\n");
180 avg = avg / leaf_count;
181 deviation = 0.0;
182 for(i = 0; i < leaf_count; ++i){
183     deviation = deviation + ((leaf_heights[i]-avg)*(leaf_heights[i]-avg));
184 }
185 if (leaf_count - 1 > 0)
186     deviation = sqrt( deviation / (leaf_count - 1));
187 else
188     deviation = sqrt ( deviation );
189 printf("melyseg=%d\n",max_melyseg);
190 printf("atlag=%f\n",avg);
191 printf("szoras=%f\n",deviation);
192 printf("\nPREORDER\n");
193 foreach_preorder(0,bt->root,print_node,NULL);
194 printf("\nPOSTORDER\n");
195 foreach_postorder(0,bt->root,print_node,NULL);
196 printf("\n");
197 free_tree(bt);
198 free(leaf_heights);
199 return 0;
200 }
```

## 6.3. Fabejárás

Az előző feladatban még a free-t is a function ptr-es traversallal csináltuk, azaz az előző feladatban ez részletezésre került. Alábbi kód részleten látszik, hogy az előző részben bevezetett módon elég egyszerű a dolog.

```
printf("\nPREORDER\n");
foreach_preorder(0,bt->root,print_node,NULL);
printf("\nPOSTORDER\n");
foreach_postorder(0,bt->root,print_node,NULL);
```

A hangsúly a fn ptr alkalmazásán van. Ha azt értjük, akkor az alábbi kép nem lesz meglepő.

```
INORDER
-----1 (3) 0000000000367900
-----1 (2) 0000000000367840
---1 (1) 0000000000367820
-----0 (2) 0000000000367860
-----0 (3) 00000000003678C0
-----0 (4) 00000000003678E0
/ (0) 000000000060E610
-----1 (2) 0000000000367880
---0 (1) 0000000000367800
-----0 (2) 00000000003678A0

Leaf depths: 3 4 2 2
melyseg=4
atlag=2.750000
szoras=0.957427

PREORDER
/ (0) 000000000060E610
---1 (1) 0000000000367820
-----1 (2) 0000000000367840
-----1 (3) 0000000000367900
-----0 (2) 0000000000367860
-----0 (3) 00000000003678C0
-----0 (4) 00000000003678E0
---0 (1) 0000000000367800
-----1 (2) 0000000000367880
-----0 (2) 00000000003678A0

POSTORDER
-----1 (3) 0000000000367900
-----1 (2) 0000000000367840
-----0 (4) 00000000003678E0
-----0 (3) 00000000003678C0
-----0 (2) 0000000000367860
---1 (1) 0000000000367820
-----1 (2) 0000000000367880
-----0 (2) 00000000003678A0
---0 (1) 0000000000367800
/ (0) 000000000060E610
```

6.2. ábra. Traversals

## 6.4. Tag a gyökér

A Twitch-es nbatfai megoldást fogom átszerkeszteni. A builderezést és lambdázást a mozgató szemantika részben fogom csinálni, ahol tényleg nullából újra írom.

Mivel az nbatfai root ptr-esre alapszik, és azt a következő fejezetben dolgoztam ki, itt effektíve csak egy diff-et írok doksiba.

Mielőtt belemegyünk, annyit érdemes tisztázni, hogy ValueType-től nem várhatjuk el, hogy lesz default ctor-a, így sajnos a tree ctor-ához hozzá kell nyúlni.

Magyarul, ha biztosra tudnánk venni, hogy ValueType halmaznak van egy speciális eleme ami a halmaz alját, vagy null-t vagy stb.-t jelentené, akkor nem kéne mindenképpen értéket kérni a tree ctorban. Azonban ez elég erős megkötés lenne.

Kilenc helyen értem hozzá a kódhoz, ezek tételes felsorolása és magyarázata alább következik.

Az első módosítás a tree ctor. Én úgy gondolom érdemes mindenképpen explicit értéket kérni, mert különben arra kéne hagyatkoznunk, hogy ValueType-nak van default ctor-a. Természetesen treep-t root címére kell állítanunk.

```
BinTree(ValueType rootval) : root(rootval), treep(&root), depth(0)
```

Az második módosítás a dtor-t illeti. Mivel root kompozíciós tag, ezért csak a child node-okra kell hívunk a rekurzív delete-t.

```
deltree(root.left_child() );  
deltree(root.right_child() );
```

A harmadik módosítás a bintree leftshiftet érinti. Root ptr-es esetben vizsgálni kell, hogy root létezik-e, viszont ezen esetben ha tree létezik akkor root-is (Java-ban swing-ben van erre sok példa, hogy van egy default úgymond implicit root mindig.).

A negyedik módosítás hasonlóan a bintree leftshiftet érinti. Treep-nek magát root-ot nem assignolhatjuk, hanem root címe fog kellene.

```
treep = &root;
```

Az ötödik módosítás ZLWTree template mentesítése. Enélkül az eredeti kód implicit konverziókat fog végezni és a leftshift is rosszul fog működni char-tól eltérő datatype esetén.

A hatodik módosítás valójában csak annyi, hogy delegáltuk a node példányosítást BinTree ctor-nak.

```
ZLWTree() : BinTree<char>(' /')
```

A hetedik, nyolcadik és kilencedik módosítás valójában csak annyi, hogy root címe kell treep-nek hisz az pointer.

```
1  #include <iostream>  
2  template<typename ValueType>  
3  class BinTree  
4  {  
5  protected:  
6      class Node  
7      {  
8      public:  
9          Node(ValueType value) : value(value), left(nullptr), right(nullptr), ←  
10             count(0) {}  
11      private:  
12          Node(const Node&);  
13          Node& operator=(const Node&);  
14          Node(const Node&&);  
15          Node& operator=(const Node&&);  
16      public:  
17          ValueType get_value() { return value; }  
18          Node* left_child() { return left; }  
19          Node* right_child() { return right; }  
20          void left_child(Node* node) { this->left=node; }  
21          void right_child(Node* node) { this->right=node; }
```

```
21     int get_count(){ return count;};
22     void incr_count(){ this->count++;}
23 private:
24     ValueType value;
25     Node* left;
26     Node* right;
27     int count;
28 }; /* class Node */
29 public:
30     // CHANGE 1
31     BinTree(ValueType rootval) : root(rootval), treep(&root), depth(0)
32     {
33
34     }
35     ~BinTree()
36     {
37         // CHANGE 2
38         deltree(root.left_child() );
39         deltree(root.right_child() );
40     }
41 private:
42     BinTree(const BinTree&);
43     BinTree& operator=(const BinTree&);
44     BinTree(const BinTree&&);
45     BinTree& operator=(const BinTree&&);
46
47
48 public:
49     BinTree& operator<<(ValueType);
50     void print(){ print(&root, std::cout);}
51     void print(Node* node, std::ostream& os);
52     void deltree(Node* node);
53 protected:
54     Node root;
55     Node* treep;
56     int depth;
57 }; /* class Tree */
58
59 template<typename ValueType>
60 BinTree<ValueType>& BinTree<ValueType>::operator<<(ValueType value)
61 {
62     // CHANGE 3
63     if(treep->get_value() == value){
64         treep->incr_count();
65     }else if(treep->get_value() > value){
66         if(!treep->left_child()){
67             treep->left_child(new Node(value));
68         }else{
69             treep = treep->left_child();
70             *this<<value;
```

```
71     }
72 }else{
73     if(!treep->right_child()){
74         treep->right_child(new Node(value));
75     }else{
76         treep = treep->right_child();
77         *this<<value;
78     }
79 }
80 // CHANGE 4
81 treep = &root;
82 return *this;
83 }
84
85 template<typename ValueType>
86 void BinTree<ValueType>::print(Node* node, std::ostream& os)
87 {
88     if(node){
89         ++depth;
90         print(node->right_child(), os );
91         for(int i = 1; i < depth; ++i){os << "---";}
92         os << node->get_value() << " " << depth << " " << node->get_count() << " ←"
93         std::endl;
94         print(node->left_child(), os );
95         --depth;
96     }
97 }
98
99 template<typename ValueType>
100 void BinTree<ValueType>::deltree(typename BinTree<ValueType>::Node* node)
101 {
102     if(node){
103         deltree(node->left_child() );
104         deltree(node->right_child() );
105         delete node;
106     }
107 }
108 // CHANGE 5
109 class ZLWTree : public BinTree<char>
110 {
111 public:
112     // CHANGE 6
113     ZLWTree() : BinTree<char>('/')
114     {
115         // CHANGE 7
116         this->treep = &(this->root);
117     }
118 private:
119 public:
```

```

120     ZLWTree& operator<<(char);
121 private:
122
123 };
124
125 ZLWTree& ZLWTree::operator<<(char value)
126 {
127     if(value=='0'){
128         if(!this->treep->left_child()){
129             typename BinTree<char>::Node* node = new typename BinTree<char>::Node ←
130                 (value);
131             this->treep->left_child(node);
132             // CHANGE 8
133             this->treep = &(this->root);
134         }else{
135             this->treep = this->treep->left_child();
136         }
137     }else{
138         if(!this->treep->right_child()){
139             typename BinTree<char>::Node* node = new typename BinTree<char>::Node ←
140                 (value);
141             this->treep->right_child(node);
142             // CHANGE 9
143             this->treep = &(this->root);
144         }else{
145             this->treep = this->treep->right_child();
146         }
147     }
148     return *this;
149 }
150
151 int main(int argc, char** argv, char** env)
152 {
153     BinTree<int> bt(8);
154     bt <<9<<5<<2<<7;
155     bt.print();
156     std::cout << std::endl;
157     ZLWTree zt;
158     zt<<'0'<<'1'<<'1'<<'1'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1' ←
159         <<'0'<<'0'<<'0'<<'1'<<'1'<<'1';
160     zt.print();
161     return 0;
162 }

```

Persze hogy ne legyen baj, akár a ctorba is bepasszolhatjuk argként root és leftshift comparatorban használt value-t

```

1 #include <iostream>
2 #include <string>
3 template<typename ValueType>

```

```
4 class BinTree
5 {
6 protected:
7     class Node
8     {
9     public:
10         Node(ValueType value) : value(value), left(nullptr), right(nullptr), ←
            count(0){}
11     private:
12         Node(const Node&);
13         Node& operator=(const Node&);
14         Node(const Node&&);
15         Node& operator=(const Node&&);
16     public:
17         ValueType get_value(){ return value;}
18         Node* left_child(){ return left;}
19         Node* right_child(){ return right;}
20         void left_child(Node* node){ this->left=node;}
21         void right_child(Node* node){ this->right=node;}
22         int get_count(){ return count;};
23         void incr_count(){ this->count++;}
24     private:
25         ValueType value;
26         Node* left;
27         Node* right;
28         int count;
29     }; /* class Node */
30 public:
31     // CHANGE 1
32     BinTree(ValueType rootval) : root(rootval), treep(&root), depth(0)
33     {
34
35     }
36     ~BinTree()
37     {
38         // CHANGE 2
39         deltree(root.left_child() );
40         deltree(root.right_child() );
41     }
42 private:
43     BinTree(const BinTree&);
44     BinTree& operator=(const BinTree&);
45     BinTree(const BinTree&&);
46     BinTree& operator=(const BinTree&&);
47
48
49 public:
50     BinTree& operator<<(ValueType);
51     void print(){ print(&root, std::cout);}
52     void print(Node* node, std::ostream& os);
```



```
53 void deltree(Node* node);
54 protected:
55     Node root;
56     Node* treep;
57     int depth;
58 }; /* class Tree */
59
60 template<typename ValueType>
61 BinTree<ValueType>& BinTree<ValueType>::operator<<(ValueType value)
62 {
63     // CHANGE 3
64     if(treep->get_value() == value){
65         treep->incr_count();
66     }else if(treep->get_value() > value){
67         if(!treep->left_child()){
68             treep->left_child(new Node(value));
69         }else{
70             treep = treep->left_child();
71             *this<<value;
72         }
73     }else{
74         if(!treep->right_child()){
75             treep->right_child(new Node(value));
76         }else{
77             treep = treep->right_child();
78             *this<<value;
79         }
80     }
81     // CHANGE 4
82     treep = &root;
83     return *this;
84 }
85
86 template<typename ValueType>
87 void BinTree<ValueType>::print(Node* node, std::ostream& os)
88 {
89     if(node){
90         ++depth;
91         print(node->right_child(), os);
92         for(int i = 1; i < depth; ++i){os << "---";}
93         os << node->get_value() << " " << depth << " " << node->get_count() << " ←"
94             std::endl;
95         print(node->left_child(), os);
96         --depth;
97     }
98 }
99
100 template<typename ValueType>
101 void BinTree<ValueType>::deltree(typename BinTree<ValueType>::Node* node)
```

```
102 {
103     if(node) {
104         deltree(node->left_child() );
105         deltree(node->right_child() );
106         delete node;
107     }
108 }
109 // CHANGE 5
110 template<typename ValueType>
111 class ZLWTree : public BinTree<ValueType>
112 {
113 public:
114     // CHANGE 6
115     ZLWTree(const ValueType&& rootval, const ValueType&& leftval) : BinTree< ↵
        ValueType>(std::move(rootval)), leftval(std::move(leftval))
116     {
117         // CHANGE 7
118         this->treep = &(this->root);
119     }
120 private:
121 public:
122     ZLWTree& operator<<(ValueType);
123 private:
124     ValueType leftval;
125 };
126
127 template<typename ValueType>
128 ZLWTree<ValueType>& ZLWTree<ValueType>::operator<<(ValueType value)
129 {
130     if(value==this->leftval) {
131         if(!this->treep->left_child()) {
132             typename BinTree<ValueType>::Node* node = new typename BinTree< ↵
                ValueType>::Node(value);
133             this->treep->left_child(node);
134             // CHANGE 8
135             this->treep = &(this->root);
136         }else{
137             this->treep = this->treep->left_child();
138         }
139     }else{
140         if(!this->treep->right_child()) {
141             typename BinTree<ValueType>::Node* node = new typename BinTree< ↵
                ValueType>::Node(value);
142             this->treep->right_child(node);
143             // CHANGE 9
144             this->treep = &(this->root);
145         }else{
146             this->treep = this->treep->right_child();
147         }
148     }
```

```

149     return *this;
150 }
151
152
153 int main(int argc, char** argv, char** env)
154 {
155     BinTree<int> bt(8);
156     bt <<9<<5<<2<<7;
157     std::cout << "BinTree" << std::endl;
158     bt.print();
159     ZLWTree<char> zt('/', '0');
160     zt<<'0'<<'1'<<'1'<<'1'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1' <-
        <<'0'<<'0'<<'0'<<'1'<<'1'<<'1';
161     std::cout << "ZLW char" << std::endl;
162     zt.print();
163     ZLWTree<std::string> zst("/", "0");
164     zst<<"0"<<"1"<<"1"<<"1"<<"1"<<"0"<<"0"<<"1"<<"0"<<"0"<<"1"<<"0"<<"0"<<"1" <-
        <<"0"<<"0"<<"0"<<"1"<<"1"<<"1";
165     std::cout << "ZLW string" << std::endl;
166     zst.print();
167     return 0;
168 }

```

## 6.5. Mutató a gyökér

A kísérleti nbatfai twitch adásban látható megoldás lehet egy példa erre.

Áttekintve annyiról van szó, hogy a egyszerre egy bináris fát és egy lzw fát fogunk csinálni. Kód duplikáció elkerülése végett pedig inheritance-t használunk. Apró kellemetlenség hogy egyenesen cpp-be megy, de mozgató szemantikás feladatban a saját megoldásomban úgyis nulláról újraírom az egészet, és ott már header is lesz.

Úgy döntöttem ZLWTree-t template mentesítem és explicit BinTree<char>-ról származtatom, mert ctor és left shift esetében alul definiált lenne.

Úgy döntöttünk hogy nesteljük bele a node osztályt. Talán ennek a bemutatásával érdemes kezdeni a dolgot:

```

class Node
{
    ...
    ValueType value;
    Node* left;
    Node* right;
    int count;
};

```

ValueType BinTree template paramétere, ezt (mivel inner class), használhatjuk Node esetén is.

Left right a gyermekekre mutató, ctor-ban nullptr-re initelt pointerok.

Count a bináris kereső fa miatt fontos állapotváltozó. Egyszerűen annyiról van szó, hogyha például egy Bintree<int> be kétszer left shiftelek mondjuk 9-et, akkor ne két külön node jöjjön létre 9-es value-val. Ehelyett ilyen esetben a már létező 9-es értékű node count állapotváltozóját fogjuk a második 9-es miatt inkrementálni.

A funkciók csak egyszerű setter-ek getter-ek. Incr count pedig csak egy shortcut, mert a count setter-t get\_count()+1 kéne hívni.

Most nézzük tree állapotváltozóit!

Root a gyökerre mutató ptr. Treep a fenti manuális példákban a segéd ptr, míg depth egy internal változó, amit a traversalnál fogunk használni annak adminisztrálására, hogy milyen mélyen vagyunk.

Persze, treep és depth nem kell törvényyszerűleg BinTree-be rakni. A mozgató szemantikás delegáljuk is majd ezt a felelősséget egy iterátornak ami csak és kizárólag a faépítéséért felelős.

```
template<typename ValueType>
class BinTree
{
    ...
    Node* root;
    Node* treep;
    int depth;
};
```

Viselkedések közül a left shift a legfontosabb, hiszen ez a node példányosítást végzi.

```
template<typename ValueType>
BinTree<ValueType>& BinTree<ValueType>::operator<<(ValueType value)
{
    if(!treep){
        root = treep = new Node(value);
    }else if(treep->get_value() == value){
        treep->incr_count();
    }else if(treep->get_value() > value){
        if(!treep->left_child()){
            treep->left_child(new Node(value));
        }else{
            treep = treep->left_child();
            *this<<value;
        }
    }else{
        if(!treep->right_child()){
            treep->right_child(new Node(value));
        }else{
            treep = treep->right_child();
            *this<<value;
        }
    }
    treep = root;
    return *this;
}
```

```
}
```

Class-on kívül definiáltuk, de természetesen továbbra is template-es.

A funkció minden esetben azzal zár hogy visszaugrunk root-ra.

Ha a value egyenlő azzal a value-val amit a jelenlegi segéd ptr mutat, akkor csak inkrementálni fogjuk.

Ha a value kisebb akkor bal irányba fogunk "mozdulni".

Ha balra nincs még node, akkor létrehozunk egy bal gyermek node-ot a jelenlegi treep által mutatott node-on.

Ha balra van már node, akkor treep-t áthelyezzük és rekurzívan újra meghívjuk a funkciót (de ugye nem ugyanaz fog történni, hisz treep már máshol áll!).

Ha az érték nagyobb akkor teljesen szimmetrikusan jobb irányba végezzük el ugyanezt

print egy egyszerű inorder bejárást végez. Ezt a C-s példában fn ptr-el, a mozgatóban később pedig funccal fogjuk kiváltani.

Itt annyit érdemes megjegyezni, hogy depth az BinTree osztály tulajdonsága.

```
template<typename ValueType>
void BinTree<ValueType>::print(Node* node, std::ostream& os)
{
    if(node) {
        ++depth;
        print(node->right_child(), os);
        for(int i = 1; i < depth; ++i) {os << "---";}
        os << node->get_value() << " " << depth << " " << node->get_count() << std::endl;
        print(node->left_child(), os);
        --depth;
    }
}
```

deltree csak postorder-ben végig járja a node gyökerű subtree-t és felszabadítja a foglalt memóriát. A C-s kódban ez az a rész amit direkt címre pontosan ki is írtam.

```
template<typename ValueType>
void BinTree<ValueType>::deltree(typename BinTree<ValueType>::Node* node)
{
    if(node) {
        deltree(node->left_child());
        deltree(node->right_child());
        delete node;
    }
}
```

ZLWTree esetén kicsit más a left shift. Ezt manuálisan levezettük feljebb. Az egyetlen külön említést érdemlő dolog az az hogy, mivel class-on kívül írjuk a definíciót ezért globál namespace-ben nincs csak úgy benne Node varázssütésre. Ez látható a node példányosításos sorokban.

```

ZLWTree& ZLWTree::operator<<(char value)
{
    if(value=='0'){
        if(!this->treep->left_child()){
            typename BinTree<char>::Node* node = new typename BinTree<char> <-
                >::Node(value);
            this->treep->left_child(node);
            this->treep = this->root;
        }else{
            this->treep = this->treep->left_child();
        }
    }else{
        if(!this->treep->right_child()){
            typename BinTree<char>::Node* node = new typename BinTree<char> <-
                >::Node(value);
            this->treep->right_child(node);
            this->treep = this->root;
        }else{
            this->treep = this->treep->right_child();
        }
    }
    return *this;
}

```

Alább látható a zlw progí kimenete



```

--9 2 0
3 1 0
--7 3 0
--5 2 0
---2 3 0

-----1 4 0
-----1 3 0
---1 2 0
---0 3 0
-----0 4 0
-----0 5 0
/ 1 0
---1 3 0
---0 2 0
---0 3 0

```

6.3. ábra. ZLW out

```

1 #include <iostream>
2 template<typename ValueType>
3 class BinTree
4 {
5 protected:
6     class Node

```

```
7 {
8 public:
9     Node(ValueType value) : value(value), left(nullptr), right(nullptr), ←
        count(0) {}
10 private:
11     // TODO impl rule of five
12     Node(const Node&);
13     Node& operator=(const Node&);
14     Node(const Node&&);
15     Node& operator=(const Node&&);
16 public:
17     ValueType get_value(){ return value;}
18     Node* left_child(){ return left;}
19     Node* right_child(){ return right;}
20     void left_child(Node* node){ this->left=node;}
21     void right_child(Node* node){ this->right=node;}
22     int get_count(){ return count;};
23     void incr_count(){ this->count++;}
24 private:
25     ValueType value;
26     Node* left;
27     Node* right;
28     int count;
29 }; /* class Node */
30 public:
31     BinTree(Node* root=nullptr, Node* treep=nullptr) : root(root), treep( ←
        treep), depth(0)
32 {
33
34 }
35 ~BinTree()
36 {
37     deltree(root);
38 }
39 private:
40     // TODO impl rule of five
41     BinTree(const BinTree&);
42     BinTree& operator=(const BinTree&);
43     BinTree(const BinTree&&);
44     BinTree& operator=(const BinTree&&);
45
46
47 public:
48     BinTree& operator<<(ValueType);
49     void print(){ print(root, std::cout);}
50     void print(Node* node, std::ostream& os);
51     void deltree(Node* node);
52 protected:
53     Node* root;
54     Node* treep;
```

```
55     int depth;
56 }; /* class Tree */
57
58 template<typename ValueType>
59 BinTree<ValueType>& BinTree<ValueType>::operator<<(ValueType value)
60 {
61     if(!treep) {
62         root = treep = new Node(value);
63     }else if(treep->get_value() == value){
64         treep->incr_count();
65     }else if(treep->get_value() > value){
66         if(!treep->left_child()){
67             treep->left_child(new Node(value));
68         }else{
69             treep = treep->left_child();
70             *this<<value;
71         }
72     }else{
73         if(!treep->right_child()){
74             treep->right_child(new Node(value));
75         }else{
76             treep = treep->right_child();
77             *this<<value;
78         }
79     }
80     treep = root;
81     return *this;
82 }
83
84 template<typename ValueType>
85 void BinTree<ValueType>::print(Node* node, std::ostream& os)
86 {
87     if(node) {
88         ++depth;
89         print(node->right_child(), os );
90         for(int i = 1; i < depth; ++i){os << "---";}
91         os << node->get_value() << " " << depth << " " << node->get_count() << ←
92         std::endl;
93         print(node->left_child(), os );
94         --depth;
95     }
96 }
97
98 template<typename ValueType>
99 void BinTree<ValueType>::deltree(typename BinTree<ValueType>::Node* node)
100 {
101     if(node) {
102         deltree(node->left_child() );
103         deltree(node->right_child() );
```



```
104     delete node;
105 }
106 }
107
108 class ZLWTree : public BinTree<char>
109 {
110 public:
111     ZLWTree() : BinTree<char>(new typename BinTree<char>::Node('/'))
112     {
113         this->treep = this->root;
114     }
115 private:
116 public:
117     ZLWTree& operator<<(char);
118 private:
119
120 };
121
122 ZLWTree& ZLWTree::operator<<(char value)
123 {
124     if(value=='0'){
125         if(!this->treep->left_child()){
126             typename BinTree<char>::Node* node = new typename BinTree<char>::Node ←
127                 (value);
128             this->treep->left_child(node);
129             this->treep = this->root;
130         }else{
131             this->treep = this->treep->left_child();
132         }
133     }else{
134         if(!this->treep->right_child()){
135             typename BinTree<char>::Node* node = new typename BinTree<char>::Node ←
136                 (value);
137             this->treep->right_child(node);
138             this->treep = this->root;
139         }else{
140             this->treep = this->treep->right_child();
141         }
142     }
143     return *this;
144 }
145
146 int main(int argc, char** argv, char** env)
147 {
148     BinTree<int> bt;
149     bt <<8<<9<<5<<2<<7;
150     bt.print();
151     std::cout << std::endl;
152     ZLWTree zt;
```

```

152  zt<<'0'<<'1'<<'1'<<'1'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'  ↵
      <<'0'<<'0'<<'0'<<'1'<<'1'<<'1';
153  zt.print();
154  return 0;
155  }

```

## 6.6. Mozgató és másoló szemantika

Az előbbieken megírt osztály(oka)t fogjuk felkészíteni mozgásra és másolásra. Ez a következő viselkedések implementációját vonja maga után:

- Copy ctor
- Copy assignment
- Move ctor
- Move assignment

Először a copy-val és utána a move-al fogunk foglalkozni.

Nézzük a copy ctor-t! Sajnos nem egyszerű a dolgunk. Gondoljunk bele, hogyha másolni akarjuk a fát, akkor a root node-ot át kell másolnunk az újba. Viszont ha itt megállunk, akkor az új root node-unk a régi root node gyerekeire fog muattni, és amikor az egyik fa törlődik, akkor szépen ki fogja törölni a másik fa alól is a gyerekeket. Emiatt nem elég root-ot másolni, hanem deltreet-hez hasonlóan rekurzívan másolni kell minden node-ot, effektíve klónozva a fát. Ezt nevezzük deep copy-nak (shallow copy lenne, ha csak pl. root-ot másolnánk.) Ilyet automata módon a compiler nem csinál, ezért nekünk kell megírni.

Sajnos még mindig van egy baj. Ha a fentiek alapján megírnánk a kódot, akkor lenne két tökéletesen jó fánk A és B. Ahogy A-ba shifteljük az értékeket, azok szépen jelennének meg A-ban. Mi lenne B esetben?

Nos, azzal a buggal szembesülnénk, hogy ahogy shifteljük B-be az értékeket, azok A-n jelennek meg egy darabig olykor, hiszen B treep-je a régi A egy node-jára mutatna, amíg treep vissza nem ugrana root-ra. Hogy ezt elkerüljük a deep copy során treep-t is menedzselni kell, azaz amikor épp azon node-ot másoljuk amin a régi treep van, akkor a másik B fa treep-jét az új node-ra állítjuk.

```

BinTree(const BinTree& old)
{
    #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
        std::cout<<"btree copy ctor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl;
    #endif
    root = deep_copy(old.root, old.treep);
}

```

Deep copy esetén első arg-ként a régi A tree egy node-ját, másodikként a régi treep-t kapjuk. Ha a régi node nullptr akkor csak visszaadunk egy nullptr-t. Ha azonban létezik, akkor csinálunk egy újat átmásoljuk az értéket (pontosabban a ctor-ba arg-ként küldjük), és átmásoljuk a count int típusú data membert. A rekurzív

rész most jön, ugyanis a gyerek node-okat nem a régi fa nodejaira akarjuk állítani, hanem újonnan készített node-okra. Azaz ezekre újból rekurzívan hívjuk `deep_copy`-t. Ezt persze mind bal mind jobb gyereknél meg kell csinálni. A végén ellenőriznünk kell, hogy az a régi node amit jelenleg dolgoztunk fel éppen véletlenül az-e amire a régi `treep` mutatott. Ha ez így van akkor az új fa `treep`-jét átállítjuk az új node-ra.

```
Node* deep_copy(Node* old_n, Node* old_treep)
{
    Node* newn = nullptr;
    if(old_n) {
        newn = new Node(old_n->get_value());
        newn->left_child(deep_copy(old_n->left_child(), old_treep));
        newn->right_child(deep_copy(old_n->right_child(), old_treep));
        if(old_n==old_treep){this->treep=newn;}
    }
    return newn;
}
```

A következő a `move assignment`. Itt annyi történik, hogy a régi `BinTree` instance és az új `BinTree` instance `root` illetve `treep` pointereit megcseréljük. Nem kell ki `nullptr`-ezni a saját `root` és `treep`-ket `swap` előtt, hiszen ha már `move assignment` hívódik, akkor ezek vagy eleve `nullptr`-ek, vagy valid ptr-ek.

```
BinTree& operator=(BinTree&& old)
{
    #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
        std::cout<<"btree move assign "<< static_cast<void*>(this) << " ←
        std::endl;
    #endif
    std::swap(old.root, root);
    std::swap(old.treep, treep);
    return *this;
}
```

A következő a `move ctor`. Itt kihasználjuk `move assignment`-et. Vegyük észre, hogy előtte a saját `root` és `treep`-t `nullptr`-re vesszük fel. Ha nem így tennénk akkor ezek uninitialized-ok lennének, magyarul memória szemét lenne rajtuk, és invalid helyekre mutatnának.

```
BinTree(BinTree&& old)
{
    #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
        std::cout<<"btree move ctor "<< static_cast<void*>(this) << " ←
        std::endl;
    #endif
    root = nullptr;
    treep = nullptr;
    *this=std::move(old);
}
```

`Copy assignment` a `copy ctor`, `move ctor` és `move assignment` ismeretében egy trükkel könnyen megvalósítható. Egyszerűen létrehozunk egy `temp` nevű `ctor` body scope-an létező lokális `BinTree` instance-t. Ezen

BinTree instance copy ctor-ral lemásolja a régít. Ezután `std::swap`-el `tmp` és a jelenleg `this` által mutatott BinTree példányok közt cserét hajt végre. Mikor elhagyjuk a ctor scope-ot a `this` által mutatott instance életben marad (ő az old másolat), a régi pedig "elpusztul", azaz dtor hívódik az általa mutatott címre majd fel lesz szabadítva az általa foglalt memória terület.

```
BinTree& operator=(const BinTree& old)
{
    #ifndef LOG_TREE_LIFECYCLE
        std::cout<<"btree copy assign "<< static_cast<void*>(this) << " ←
        std::endl;
    #endif
    BinTree tmp(old);
    std::swap(*this,tmp);
    return *this;
}
```

Alább a teljes kód.

```
1  #include <iostream>
2  #include <algorithm>
3
4  // #define LOG_NODE_LIFECYCLE
5
6  #define LOG_TREE_LIFECYCLE
7
8  template<typename ValueType>
9  class BinTree
10 {
11 protected:
12     class Node
13     {
14     public:
15         Node(ValueType value) : value(value), left(nullptr), right(nullptr), ←
            count(0)
16         {
17             #ifndef LOG_NODE_LIFECYCLE
18                 std::cout<<"node ctor"<< static_cast<void*>(this) << std::endl;
19             #endif
20         }
21     private:
22         // TODO impl rule of five
23         Node(const Node&);
24         Node& operator=(const Node&);
25         Node(const Node&&);
26         Node& operator=(const Node&&);
27     public:
28         ValueType get_value(){ return value;}
29         Node* left_child(){ return left;}
30         Node* right_child(){ return right;}
31         void left_child(Node* node){ this->left=node;}
```

```

32     void right_child(Node* node){ this->right=node;}
33     int get_count(){ return count;};
34     void set_count(int c){ count=c; };
35     void incr_count(){ this->count++;}
36 private:
37     ValueType value;
38     Node* left;
39     Node* right;
40     int count;
41 }; /* class Node */
42 public:
43     BinTree(Node* root=nullptr, Node* treep=nullptr) : root(root), treep( ←
         treep), depth(0)
44     {
45         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
46             std::cout<<"btree ctor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl;
47         #endif
48     }
49
50     ~BinTree()
51     {
52         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
53             std::cout<<"btree dtor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl;
54         #endif
55         deltree(root);
56     }
57
58     BinTree(const BinTree& old)
59     {
60         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
61             std::cout<<"btree copy ctor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl ←
                ;
62         #endif
63         root = deep_copy(old.root,old.treep);
64     }
65
66     BinTree& operator=(const BinTree& old)
67     {
68         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
69             std::cout<<"btree copy assign "<< static_cast<void*>(this) << std:: ←
                endl;
70         #endif
71         BinTree tmp(old);
72         std::swap(*this,tmp);
73         return *this;
74     }
75
76     BinTree(BinTree&& old)
77     {
78         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE

```

```
79     std::cout<<"btree move ctor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl ←
80     ;
81     #endif
82     root = nullptr;
83     treep = nullptr;
84     *this=std::move(old);
85 }
86
87 BinTree& operator=(BinTree&& old)
88 {
89     #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
90     std::cout<<"btree move assign "<< static_cast<void*>(this) << std:: ←
91     endl;
92     #endif
93     std::swap(old.root,root);
94     std::swap(old.treep,treep);
95     return *this;
96 }
97
98 public:
99     BinTree& operator<<(ValueType);
100     void print(){ print(root, std::cout);}
101     void print(Node* node, std::ostream& os);
102     void deltree(Node* node);
103
104 private:
105     Node* deep_copy(Node* old_n, Node* old_treep)
106     {
107         Node* newn = nullptr;
108         if(old_n){
109             newn = new Node(old_n->get_value());
110             newn->set_count(old_n->get_count());
111             newn->left_child(deep_copy(old_n->left_child(),old_treep));
112             newn->right_child( deep_copy(old_n->right_child(),old_treep));
113             if(old_n==old_treep){this->treep=newn;}
114         }
115         return newn;
116     }
117
118 protected:
119     Node* root;
120     Node* treep;
121     int depth;
122 }; /* class Tree */
123
124 template<typename ValueType>
125 BinTree<ValueType>& BinTree<ValueType>::operator<<(ValueType value)
126 {
```

```
127     if(!treep){
128         root = treep = new Node(value);
129     }else if(treep->get_value() == value){
130         treep->incr_count();
131     }else if(treep->get_value() > value){
132         if(!treep->left_child()){
133             treep->left_child(new Node(value));
134         }else{
135             treep = treep->left_child();
136             *this<<value;
137         }
138     }else{
139         if(!treep->right_child()){
140             treep->right_child(new Node(value));
141         }else{
142             treep = treep->right_child();
143             *this<<value;
144         }
145     }
146     treep = root;
147     return *this;
148 }
149
150 template<typename ValueType>
151 void BinTree<ValueType>::print(Node* node, std::ostream& os)
152 {
153     if(node){
154         ++depth;
155         print(node->right_child(),os );
156         for(int i = 1; i < depth; ++i){os << "---";}
157         os << node->get_value() << " " << depth << " " << node->get_count() << ←
158             std::endl;
159         print(node->left_child(),os );
160         --depth;
161     }
162 }
163
164 template<typename ValueType>
165 void BinTree<ValueType>::deltree(typename BinTree<ValueType>::Node* node)
166 {
167     if(node){
168         deltree(node->left_child() );
169         deltree(node->right_child() );
170         #ifdef LOG_NODE_LIFECYCLE
171             std::cout<<"node delete "<< static_cast<void*>(node) << std::endl;
172         #endif
173         delete node;
174     }
175 }
```

```
176 template<typename ValueType, ValueType vr, ValueType v0>
177 class ZLWTree : public BinTree<char>
178 {
179 public:
180     ZLWTree() : BinTree<char>(new typename BinTree<char>::Node(vr))
181     {
182         this->treep = this->root;
183     }
184 private:
185 public:
186     ZLWTree& operator<<(char);
187 private:
188
189 };
190 template<typename ValueType, ValueType vr, ValueType v0>
191 ZLWTree<ValueType, vr, v0>& ZLWTree<ValueType, vr, v0>::operator<<(char ←
    value)
192 {
193     if(value==v0){
194         if(!this->treep->left_child()){
195             typename BinTree<char>::Node* node = new typename BinTree<char>::Node ←
                (value);
196             this->treep->left_child(node);
197             this->treep = this->root;
198         }else{
199             this->treep = this->treep->left_child();
200         }
201     }else{
202         if(!this->treep->right_child()){
203             typename BinTree<char>::Node* node = new typename BinTree<char>::Node ←
                (value);
204             this->treep->right_child(node);
205             this->treep = this->root;
206         }else{
207             this->treep = this->treep->right_child();
208         }
209     }
210     return *this;
211 }
212
213 void test_cp_mv();
214
215 void test_bintree();
216
217 void test_zlw();
218
219 int main(int argc, char** argv, char** env)
220 {
221     test_cp_mv();
222 }
```



```

223 }
224
225 void test_cp_mv()
226 {
227     BinTree<int> bt;
228     bt <<8<<9<<5<<2<<7;
229     bt.print();
230     std::cout << std::endl;
231     ZLWTree<char, '/', '0'> zt;
232     zt <<'0'<<'0'<<'0'<<'0'<<'0';
233     zt.print();
234     ZLWTree<char, '/', '0'> zt2(zt);
235     ZLWTree<char, '/', '0'> zt3;
236     zt3 <<'1'<<'1'<<'1'<<'1'<<'1';
237     std::cout<<"***"<<std::endl;
238     zt = zt3;
239     std::cout<<"***"<<std::endl;
240     ZLWTree<char, '/', '0'> zt4 = std::move(zt2);
241 }
242
243 void test_bintree()
244 {
245     BinTree<int> bt;
246     bt <<8<<9<<5<<2<<7;
247     bt.print();
248     std::cout << std::endl;
249 }
250
251 void test_zlw()
252 {
253     ZLWTree<char, '/', '0'> zt;
254     zt<<'0'<<'1'<<'1'<<'1'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1' ←
        <<'0'<<'0'<<'0'<<'1'<<'1'<<'1';
255     zt.print();
256     std::cout << std::endl;
257 }

```

Ha a traversált esetleg egy user supplied lambdára akarjuk cserélni akkor alábbi kódban találhatunk rá megoldást: Az előző kódhoz képest itt a számítást is megcsináltuk. Mármost node depth max, átlag, szórás.

```

1  #include <iostream>
2  #include <string>
3  #include <vector>
4  #include <utility>
5  #include <functional>
6  #include <algorithm>
7
8  // #define LOG_NODE_LIFECYCLE
9
10 #define LOG_TREE_LIFECYCLE
11

```

```
12 template<typename V>
13 class BTree;
14
15 template<typename V>
16 class SearchTree;
17
18 template<typename V>
19 class LZWTree;
20
21 template<typename V>
22 class BNode
23 {
24     // [LIFECYCLE]
25 public:
26     BNode(V v) : v(v), l(nullptr), r(nullptr), dup(0)
27     {
28         #ifdef LOG_NODE_LIFECYCLE
29             std::cout<<"node ctor"<< static_cast<void*>(this) << std::endl;
30         #endif
31     }
32
33 private:
34     BNode(const BNode&);
35     BNode& operator=(const BNode&);
36     BNode(BNode&&);
37     BNode& operator=(BNode&&);
38     // [API]
39 public:
40     unsigned int get_duplication_count() const { return dup; }
41     bool has_left() const { return (l!=nullptr); }
42     bool has_right() const { return (r!=nullptr); }
43     bool is_leaf() const { return ((r==nullptr)&&(l==nullptr)); }
44     V get_value() const { return v; }
45     // [STATE]
46 private:
47     V v;
48     BNode* l;
49     BNode* r;
50     unsigned int dup;
51
52 friend class BTree<V>;
53 friend class SearchTree<V>;
54 friend class LZWTree<V>;
55 };
56
57 template<typename V>
58 class BTree
59 {
60 protected:
61
```

```
62 // [LIFECYCLE]
63 public:
64     BTree() : root(nullptr), cur(root)
65     {
66         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
67             std::cout<<"btree ctor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl;
68         #endif
69     }
70
71     virtual ~BTree()
72     {
73         del_subtree(root);
74         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
75             std::cout<<"btree dtor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl;
76         #endif
77     }
78
79     BTree(const BTree& old)
80     {
81         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
82             std::cout<<"btree copy ctor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl ↵
83             ;
84         #endif
85         root = deep_copy(old.root ,old.cur);
86     }
87
88     BTree& operator=(const BTree& old)
89     {
90         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
91             std::cout<<"btree copy assign "<< static_cast<void*>(this) << std:: ↵
92             endl;
93         #endif
94         BTree tmp(old);
95         std::swap(*this,tmp);
96         return *this;
97     }
98
99     BTree(BTree&& old)
100     {
101         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
102             std::cout<<"btree move ctor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl ↵
103             ;
104         #endif
105         root = nullptr;
106         *this = std::move(old);
107     }
108
109     BTree& operator=(BTree&& old)
110     {
111         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
```

```
109     std::cout<<"btree move assign "<< static_cast<void*>(this) << std:: ←
        endl;
110     #endif
111     std::swap(old.root, root);
112     std::swap(old.cur, cur);
113     return *this;
114 }
115 // [API]
116 public:
117
118     virtual BTree& operator<<(V val){ return *this;}
119
120     template<typename F>
121     void foreach_inorder(F f){ foreach_inorder(0,root, f); }
122
123     template<typename F>
124     void foreach_postorder(F f){ foreach_postorder(0,root, f); }
125
126     template<typename F>
127     void foreach_preorder(F f){ foreach_preorder(0,root, f); }
128
129 private:
130     template<typename F>
131     void foreach_inorder(int depth, BNode<V>* n, F f)
132     {
133         if(n){
134             foreach_inorder(depth+1,n->r,f);
135             f(depth,n->v,n->dup, n->is_leaf());
136             foreach_inorder(depth+1,n->l,f);
137         }
138     }
139
140     template<typename F>
141     void foreach_postorder(int depth, BNode<V>* n, F f)
142     {
143         if(n){
144             foreach_postorder(depth+1,n->r,f);
145             foreach_postorder(depth+1,n->l,f);
146             f(depth,n->v,n->dup, n->is_leaf());
147         }
148     }
149
150     template<typename F>
151     void foreach_preorder(int depth, BNode<V>* n, F f)
152     {
153         if(n){
154             f(depth,n->v,n->dup, n->is_leaf());
155             foreach_preorder(depth+1,n->r,f);
156             foreach_preorder(depth+1,n->l,f);
157         }
158     }
```

```
158     }
159
160     void del_subtree(BNode<V>* n)
161     {
162         if(n) {
163             del_subtree(n->l);
164             del_subtree(n->r);
165             #ifdef LOG_NODE_LIFECYCLE
166                 std::cout<<"node delete "<< static_cast<void*>(n) << std::endl;
167             #endif
168             delete n;
169         }
170     }
171
172     BNode<V>* deep_copy(BNode<V>* old_n, BNode<V>* old_cur)
173     {
174         BNode<V>* newn = nullptr;
175         if(old_n) {
176             newn = new BNode<V>(old_n->v);
177             newn->l = deep_copy(old_n->l, old_cur);
178             newn->r = deep_copy(old_n->r, old_cur);
179             if(old_n==old_cur) {this->cur=newn;}
180         }
181         return newn;
182     }
183
184     // [STATE]
185     protected:
186         BNode<V>* root;
187         BNode<V>* cur;
188     };
189
190     template<typename V>
191     class SearchTree : public BTree<V>
192     {
193     // [LIFECYCLE]
194     public:
195         SearchTree() : BTree<V>(){};
196
197     // [API]
198         virtual SearchTree& operator<<(V val) override
199         {
200             // invalid states
201             if( this->root == nullptr && this->cur != nullptr
202                 || this->root != nullptr && this->cur == nullptr)
203                 {return *this;}
204             // valid, but tree uninited, so we inject root
205             if(this->root == nullptr){ this->cur = this->root = new BNode<V>(val); ←
206                 return *this; }
207             // valid, tree inited
```

```
207     if(val == this->cur->v) {
208         this->cur->dup++;
209     }else{
210         if(val<this->cur->v) {
211             // left
212             if(this->cur->l == nullptr){
213                 this->cur->l = new BNode<V>(val);
214             }else{
215                 this->cur = this->cur->l;
216                 *this<<val;
217             }
218         }else{
219             // right
220             if(this->cur->r == nullptr){
221                 this->cur->r = new BNode<V>(val);
222             }else{
223                 this->cur = this->cur->r;
224                 *this<<val;
225             }
226         }
227     }
228     this->cur = this->root;
229     return *this;
230 }
231 private:
232
233 // [STATE]
234 private:
235
236 };
237
238 template<typename V>
239 class LZWTree : public BTree<V>
240 {
241     // [LIFECYCLE]
242 public:
243     LZWTree(V vr, std::function<bool(V)> predicate_is_left)
244     : BTree<V>(), vr(vr), predicate_is_left(predicate_is_left)
245     {
246         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
247             std::cout<<"lzwree ctor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl;
248         #endif
249     };
250
251     virtual ~LZWTree()
252     {
253         #ifdef LOG_TREE_LIFECYCLE
254             std::cout<<"lzwree dtor "<< static_cast<void*>(this) << std::endl;
255         #endif
256     }
```

```
257
258
259 // [API]
260 virtual LZWTree& operator<<(V val) override
261 {
262     // invalid states
263     if( this->root == nullptr && this->cur != nullptr
264         || this->root != nullptr && this->cur == nullptr)
265     {return *this;}
266     // valid, but tree uninited
267     // we just inject first the root value
268     if(this->root == nullptr){ this->cur = this->root = new BNode<V>(vr); }
269     // valid, tree initied
270     if(predicate_is_left(val)){
271         // left
272         if(this->cur->l == nullptr){
273             this->cur->l = new BNode<V>(val);
274             this->cur = this->root;
275         }else{
276             this->cur = this->cur->l;
277         }
278     }else{
279         // right
280         if(this->cur->r == nullptr){
281             this->cur->r = new BNode<V>(val);
282             this->cur = this->root;
283         }else{
284             this->cur = this->cur->r;
285         }
286     }
287     return *this;
288 }
289 // [STATE]
290 private:
291     V vr;
292     std::function<bool(V)> predicate_is_left;
293 };
294
295 template<typename V>
296 void printer(int depth, V node_value, int duplicate_count, bool leaf)
297 {
298     for(int i = 0; i < depth+1; ++i)std::cout<<"---";
299     std::cout<<node_value<<" ("<<depth<<")"<<std::endl;
300 };
301
302 typedef struct depthdata_t{
303     int leaf_count;
304     int max;
305     double avg;
306     double dev;
```

```
307 }DepthData;
308
309 template<typename V>
310 std::vector<int> collect_depths(BTree<V>& tree){
311     std::vector<int> depths;
312     auto leaf_depth_counter = [&depths](int depth,V node_value, int ←
        duplicate_count, bool leaf)
313     {
314         if(leaf) depths.push_back(depth);
315     };
316     tree.foreach_inorder(leaf_depth_counter);
317     return std::move(depths);
318 }
319
320 DepthData compute_depth_data(const std::vector<int>& depths)
321 {
322     const int leaf_count = depths.size();
323     if(leaf_count < 1){return {.leaf_count=0, .max=0, .avg=0, .dev=0};}
324     int max = 0;
325     double avg = 0.0;
326     auto calc = [&max, &avg](const int& n) {if(max<n){max=n;} avg+=n;};
327     std::for_each(depths.begin(), depths.end(), calc );
328     avg=avg/leaf_count;
329     auto calc_dev_sq=[&leaf_count](double sum, double depth){ return sum+ ←
        depth/leaf_count;};
330     double dev = std::accumulate(depths.begin(), depths.end(), 0.0, ←
        calc_dev_sq);
331     if(leaf_count > 1){dev = sqrt( dev/(leaf_count-1));}
332     else{dev = sqrt( dev );}
333     return {.leaf_count=leaf_count, .max=max, .avg=avg, .dev=dev};
334 }
335
336 void print_depth_data(const DepthData& dd)
337 {
338     std::cout
339     << "Leaf " << dd.leaf_count << std::endl
340     << "Max " << dd.max << std::endl
341     << "Avg " << dd.avg << std::endl
342     << "Dev " << dd.dev << std::endl;
343 }
344
345 void test_binary();
346
347 void test_binary_mv_cp();
348
349 void test_lzw_char();
350
351 void test_lzw_str();
352
353 void test_lzw_cp_mv();
```



```
354
355 int main(int argc, char** argv, char** env)
356 {
357
358     test_lzw_cp_mv();
359 }
360
361 void test_binary()
362 {
363     SearchTree<int> bt;
364     bt<<8<<9<<5<<2<<7<<9;
365     std::cout << "BIN INORDER" << std::endl;
366     bt.foreach_inorder(printer<int>);
367     print_depth_data(compute_depth_data(collect_depths<int>(bt)));
368     std::cout << "BIN POSTORDER" << std::endl;
369     bt.foreach_postorder(printer<int>);
370     std::cout << "BIN PREORDER" << std::endl;
371     bt.foreach_preorder(printer<int>);
372 }
373
374 void test_binary_mv_cp()
375 {
376     SearchTree<int> zt;
377     zt <<8<<7<<10<<9<<11;
378     zt.foreach_inorder(printer<int>);
379     SearchTree<int> zt2(zt);
380     SearchTree<int> zt3;
381     zt3 <<11<<8<<7<<9<<10;
382     std::cout<<"zt = zt3"<<std::endl;
383     zt = zt3;
384     std::cout<<"std::move(zt2)"<<std::endl;
385     SearchTree<int> zt4 = std::move(zt2);
386 }
387
388 void test_lzw_char()
389 {
390     auto pred_left = [](std::string s){ return (s.compare("0")==0);};
391     LZWTTree<std::string> bt("/",pred_left);
392     bt <<"0"<<"1"<<"1"<<"1"<<"1"<<"0"<<"0"<<"1"<<"0"<<"0"<<"1"<<"0"<<"0"<<"1" ←
        <<"0"<<"0"<<"0"<<"1"<<"1"<<"1";
393     std::cout << "LZW STR INORDER" << std::endl;
394     bt.foreach_inorder(printer<std::string>);
395     print_depth_data(compute_depth_data(collect_depths<std::string>(bt)));
396     std::cout << "LZW STR POSTORDER" << std::endl;
397     bt.foreach_postorder(printer<std::string>);
398     std::cout << "LZW STR PREORDER" << std::endl;
399     bt.foreach_preorder(printer<std::string>);
400 }
401
402 void test_lzw_str()
```

```
403 {
404     auto pred_left = [](char c){ return (c=='0');};
405     LZWTree<char> bt('/',pred_left);
406     bt <<'0'<<'1'<<'1'<<'1'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1'<<'0'<<'0'<<'1' ←
        <<'0'<<'0'<<'0'<<'1'<<'1'<<'1';
407     std::cout << "LZW CHAR INORDER" << std::endl;
408     bt.foreach_inorder(printer<char>);
409     print_depth_data(compute_depth_data(collect_depths<char>(bt)));
410     std::cout << "LZW CHAR POSTORDER" << std::endl;
411     bt.foreach_postorder(printer<char>);
412     std::cout << "LZW CHAR PREORDER" << std::endl;
413     bt.foreach_preorder(printer<char>);
414 }
415
416 void test_lzw_cp_mv()
417 {
418     auto pred_left = [](char c){ return (c=='0');};
419     LZWTree<char> zt('/',pred_left);
420     zt <<'0'<<'0'<<'0'<<'0'<<'0';
421     std::cout << "zt print"<<std::endl;
422     zt.foreach_inorder(printer<char>);
423     LZWTree<char> zt2(zt);
424     std::cout << "zt2 print"<<std::endl;
425     zt2.foreach_inorder(printer<char>);
426     LZWTree<char> zt3('/',pred_left);
427     zt3 <<'1'<<'1'<<'1'<<'1'<<'1';
428     std::cout << "zt3 print"<<std::endl;
429     zt3.foreach_inorder(printer<char>);
430     std::cout<<"zt = zt3"<<std::endl;
431     zt = zt3;
432     std::cout << "zt print"<<std::endl;
433     zt.foreach_inorder(printer<char>);
434     std::cout<<"std::move(zt2)"<<std::endl;
435     LZWTree<char> zt4 = std::move(zt2);
436     std::cout << "zt4 print"<<std::endl;
437     zt4.foreach_inorder(printer<char>);
438 }
```

## 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

Python

Megoldás videó: <https://youtu.be/j7f9SkJR3oc>

Megoldás forrása: <https://github.com/tensorflow/tensorflow/releases/tag/v0.9.0> (/tensorflow-0.9.0/tensorflow/exa  
[https://progpater.blog.hu/2016/11/13/hello\\_samu\\_a\\_tensorflow-bol](https://progpater.blog.hu/2016/11/13/hello_samu_a_tensorflow-bol)

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

### 8.2. Mély MNIST

Python

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

### 8.3. Minecraft-MALMÖ

Megoldás videó: <https://youtu.be/bAPSu3Rndi8>

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

## 9. fejezet

# Helló, Chaitin!

### 9.1. Iteratív és rekurzív faktoriális Lisp-ben

Megoldás videó: <https://youtu.be/z6NJE2a1zIA>

Megoldás forrása:

### 9.2. 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](https://youtu.be/OKdAkI_c7Sc)

Megoldás forrása: [https://gitlab.com/nbatfai/bhax/tree/master/attention\\_raising/GIMP\\_Lisp/Chrome](https://gitlab.com/nbatfai/bhax/tree/master/attention_raising/GIMP_Lisp/Chrome)

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

### 9.3. 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](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](https://gitlab.com/nbatfai/bhax/tree/master/attention_raising/GIMP_Lisp/Mandala)

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

## 10. fejezet

# Helló, Gutenberg!

### 10.1. Programozási Alapfogalmak

#### 10.1.1. Gépi kód, assembler, magasabb szintű nyelvek

Mielőtt beszélünk a típusokról nézzünk egy nem típusos nyelvet! A [NANDTOTETRIS]-hez írtunk egy c++ interpreter jellegű programot, mely úgy viselkedik mintha egy vlós CPU lenne(csak jóval egyszerűbbek az opcode-ok). A lényeg, hogy 2 regiszter van. A és D. A "Adress" ugyanis a jump-ok mindig az A-ban lévő értékű címre ugranak. D "Data" register pedig egy "sima" regiszter. "A" regiszterrel a trükközés azért kell, mert így borzasztóan egyszerűvé válnak az opcode-ok. 0-kat és 1-eseket nem akarunk írni, ezért írtunk rá egy assemblert. Alább látható egy szuper egyszerű assembly kód erre a teljesen minimalista kis gépre.

```
@2
D=A
@3
D=D+A
@0
M=D
```

Direkt a fenti egyszerűbbet mert látható a példán egy gcc -S -el készült sima main-ből ez lesz a körítés miatt.

```
1  .file "one.c"
2  .def __main; .scl 2; .type 32; .endef
3  .text
4  .globl main
5  .def main; .scl 2; .type 32; .endef
6  .seh_proc main
7  main:
8      pushq %rbp
9      .seh_pushreg %rbp
10     movq %rsp, %rbp
11     .seh_setframe %rbp, 0
12     subq $32, %rsp
13     .seh_stackalloc 32
```

```
14 .seh_endprologue
15 call __main
16 movl $1, %eax
17 addq $32, %rsp
18 popq %rbp
19 ret
20 .seh_endproc
21 .ident "GCC: (Rev1, Built by MSYS2 project) 7.2.0"
```

```
1 CHIP ALU {
2     IN
3         x[16], y[16], // 16-bit inputs
4         zx, // zero the x input?
5         nx, // negate the x input?
6         zy, // zero the y input?
7         ny, // negate the y input?
8         f, // compute out = x + y (if 1) or (x and y) (if 0)
9         no; // negate the out output?
10
11     OUT
12         out[16], // 16-bit output
13         zr, // 1 if (out == 0), 0 otherwise
14         ng; // 1 if (out less than 0), 0 otherwise
15
16     PARTS:
17
18     // X INP
19     Mux16(a=x,b[0..15]=false,sel=zx,out=xt);
20     Not16(in=xt,out=xtn);
21     Mux16(a=xt,b=xtn,sel=nx,out=xarg);
22     // Y INP
23     Mux16(a=y,b[0..15]=false,sel=zy,out=yt);
24     Not16(in=yt,out=ytn);
25     Mux16(a=yt,b=ytn,sel=ny,out=yarg);
26     // F
27     And16(a=xarg,b=yarg,out=oand);
28     Add16(a=xarg,b=yarg,out=oadd);
29     Mux16(a=oand,b=oadd,sel=f,out=o);
30     // OUT POST
31     Not16(in=o,out=onot);
32     Mux16(a=o,b=onot,sel=no,out=oo);
33     // ZR
34     Or16Way(in=oo,out=tzr);
35     Not(in=tzr,out=zr);
36     // NG
37     And16(a[0..15]=true,b=oo,out[15]=ng,out[1..14]=drop);
38     // OUT
39     Or16(a=oo,b[0..15]=false,out=out);
40 }
```



A lényeg, hogy az assembler (label és egyéb dolgok mellett) elsősorban azt a célt szolgálja, hogy a fenti szöveg átforduljon bytecode-ra. Alább látható a fordított gépkód.

```
00000000000000010
1110110000010000
00000000000000011
1110000010010000
00000000000000000
1110001100001000
```

Sajnos, el kellett engednem a teljes leírást, mert egyszerűen nincs rá idő, de komolyan ajánlom mindenkinek a [\[NANDTOTETRIS\]](#)-t. Alább például látszik egy szuper bugyuta kis ALU. Akármennyire bugyuta és tele van csalással a lényeg, hogy közelebb visz a szoftver és hardware találkozásához, ahol az igazi varázslat történik. (Hisz papíron ugyan Gödel megcsinálta, de sok idő kellett mire mindekinek lett macskáskép nézegetője.) Másrésztől nincs jobb érzés, mint amikor megcsinálja az ember a kapukat, majd ráküldi a kódot és megtudja vele csinálni a "for"-t! Tényleg fáj a szívem hogy nincs módomban berakni a doksiba. De őszintén ajánlom a könyvet, mert valójában az NEM EGY KÖNYV. Minden fejezet egy minimális elméleti alapozó és utána szuper egyértelmű task-ok vannak, TESZTEKKEL és platformmal együtt. Annyi, hogy én nem szeretem a Java-t mert az Oracle gonosz, ezért csak az assembler-es részt rossz minőségű c++-ban reprodukáltam a [ide](#).

Ha valakit abszolút nem érdekel a dolog, akkor is egyszer javaslom, csak amiatt, hogy átérezzük, hogy mennyire komoly segítséget adnak a mérnökinfósok és villamos mérnökök nekem illetve nekünk.

Ha pedig valakit a mérnökinfósok sem érdekelnek és nem szeret olvasni, legalább vessen egy pillantást [erre](#).

Nincsenek típusok, minden "szó" N mennyiségű bitből álló rendezett 16-os. Műveleteket nem definiálhatunk magunk, hisz azt a CPU csinálja.

Innentől kezdve bármit tanulunk emlékezzünk arra, hogy hasonló lesz a vége. (Persze a valóságban jóval összetettebb, de 1-esek és 0-k lesznek a legadvancedebb cpp kódból a nap végén.)

A típus megadja a gépnek hogy mikor írtunk egy programot és ráengedjük a lexert, parsert, compilert vagy interpretert akkor mit fogadjon el egyáltalán. Azaz hogy milyen elemei lehetnek. Azaz a típus egy halmazként is felfogható, melynek elemei a lehetséges értékek. Halmazoknál ugye felsorolhatjuk, de akár ha pro-k vagyunk szabályokkal is megadhatjuk (emlékezzünk a természetes számok halmazán successor-ra, vagy akár a modulo kongruencia osztályokra egészeknél)

A típus megadja a gépnek hogy milyen műveleteket és hogyan kell végezni. Például egy bool-t ha negálunk más történik, mintha egy int-et. Sőt, sokszor nem is lehet bizonyos dolgokat értelmezni, például Várterész Tanárnő nem nagyon szorozgatott igaz-t hamis-sal (majd később belemegyünk a szorzásba, most simán csak gondoljunk gyerekkorunkban tanultakra).

A típus megadja a gépnek hogy hogyan kell interpretálni az adatot. Például gondoljunk egy egyszerű C struct-ra, van két char fieldje "foo" és "bar". Elrakjuk valahova a memóriába (és tároljuk a címét), majd kis idő múlva kellene az "b" field. Honnan fogjuk tudni, hogy a sok bit közül hol kezdődnek a "b" field bitjei illetve, hogy hány bitből is áll? Például erre (is) ad választ a primitív char típus.

Amit még nagyon fontos lefektetni, az az hogy inheritance, primitív típus, template mind csak fluff és eyecandy a CPU szempontjából. Előbb utóbb mindenből 0101 0011 1111 0000 lesz. Igen igen 32 64, plusz valójában nem egy szó kerül be stb. de a lényeg hogy mindent számokra képezünk le. Az összes többi dolog csak és kizárólag azért kell, mert az ember biológiailag nem 0 és 1 olvasásra és nagy sebességű aritmetikai műveletek elvégzésére fajlódott hanem az ágakon tekergő kígyók elől való elugrálásra.

A tankönyv említi hogy forrásszöveget írunk, amelyből aztán két mágiával lehet gépi kód. Compiler-es és interpreter-es. Ez a valóságban sajnos nem ilyen egyértelmű. Nézzünk például egy Java-s példát. Igen compiled, de...mégis a VM stack machine-en fut. A stack machine csak egy absztrakció, nem a tiszta vas. Ez is a középpontja az Java azon ígéretének mi szerint "write once, run before Oracle sues you for using VM without paying your subscription for server side usage".

Másik Java példa: Project Lombok. Fel annotáljuk meta nyelven a forrás szöveget, és a class file-ba belegeneráljuk a boilerplate code-ot, anélkül, hogy telenyomnánk vele a source-t.

Másik Java példa: Spring, xml vagy reflection (annotation) based meta adatok. Igen a forrás fájl része, de egy framework használja az adatokat...

És a akkor a kedvencem: Írok egy progit C-ben. Mondjuk egy macskakép játék. A business logic-ot direkt C helyett Lua-ban írom, magyarul a C programom tartja számon a Lua state-t. A programom compiled, viszont ha a lua szkriptet változtatom alatta akkor gond nélkül hot swappelhetem mondjuk szerver oldalon. Most akkor része a business logic a programomnak? Vagy a programom egy hyper program ami önmaga nem a macskás játék? De hát a grafikus funkciók C-ben vannak írva? A lényeg, hogy nem ilyen egyértelmű a dolog.

Arról pedig már ne is beszéljünk, amit egy JIT compiler egy átlagos hétfő délután csinál.

A tankönyv ezután belemegy a fordító programok világába. Ez ahogy láttuk nem egy merev dolog, de ennél még rosszabb is történhet. Egyes "compiler"-ek azért vannak hogy C-kódot generáljanak valami deklaratív jellegű nyelvből. De ennél még rosszabb, hogy van aminek az a célja hogy C kódot fordítson Javascriptre. A fordítás általános feladatai a tankönyv szerint a következők:

- lexikális elemzés
- szintaktikai elemzés
- szemantikai elemzés
- kódgenerálás

A könyv kiemeli, hogy lehet szó előfordítókról. Most egy tanulságos történet: Java spring-based web server. Hibernate előtti időszak, szóval perzisztenciát from scratch. Amerikaiak úgy döntöttek, hogy egy perzisztens class-t annotációkkal fognak "dekorálni" (ez akkor még nagy szó volt, mert ez még az xml config-os spring era), és technikai okokból, ha ez megtörtént, az annotációkban megjelölt információk alapján a SUPER class auto generálni fogjuk. Igen `Derived extends Base` és `Base` még nem volt kész, hanem `Derived` alapján jött létre "automatán" a `Derived` annotált source kód alapján. Például olyan célt szolgált, hogy a null check-ek validálások, `propertyeventchanged` küldések stb. ne kézzel íródjanak. **Ő az.** Az már egy másik cseresznye a tortán, hogy nem a hétköznapi módon csináltak `Product` táblát, `Employee` táblát stb., hanem például `TypeIdentifier`, `AttributeTypeIdentifier` és hasonló táblák voltak, azaz runtime lehetett új "típusokat" létrehozni, úgy hogy ezek nem csak a field-eket örökölték, hanem viselkedést is (igen a munka nagyrésze az application layerben ment).

A könyv kitér rá, és tényleg nagyon fontos a linker. Egyébként így elsőre prog 1-ből az lesz az előnye, hogy nem kell mindig az egészet újra fordítani. Persze ha nem kell mindig újra fordítani. Persze a compile-olgatásnak és linkelgetésnek is meg van a maga ára. Például ha ritkán változó dologról van szó, akkor lehet precompiled header-ekkel dolgozni.

Na jó...de mi ez az egész linkelés? Pl. C++ esetén a compilation unit `Foo`, illetve van egy `FooMain`-ünk ahol használjuk. Külön külön fordítjuk, és ha minden rendben akkor végül együtt kell működniük majd,

tehát linkelésnél valamilyen módon a FooMain beli használathoz társítani kell a Foo beli implementációt. A szerződés az együttműködésre Foo.hpp.

```
1 #ifndef FOO_H
2 #define FOO_H
3 class Foo{
4 public:
5     Foo(int v);
6     int getA() const;
7 private:
8     int a;
9 };
10 #endif
```

```
1 #include "Foo.hpp"
2
3 Foo::Foo(int v){
4     this->a = v;
5 }
6
7 int Foo::getA() const
8 {
9     return this->a;
10 }
```

```
1 #include "Foo.hpp"
2 #include <iostream>
3 int main(){
4     Foo foo(1);
5     std::cout << foo.getA() << std::endl;
6     return 0;
7 }
```

```
UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo
k_IgyNeveldaProgramozod/cbook (master)
$ g++ -c Foo.cpp

UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo
k_IgyNeveldaProgramozod/cbook (master)
$ g++ -c FooMain.cpp

UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo
k_IgyNeveldaProgramozod/cbook (master)
$ g++ -o FooMain.exe Foo.o FooMain.o

UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo
k_IgyNeveldaProgramozod/cbook (master)
$ ./FooMain.exe
1
```

10.1. ábra. Foo és Foo Main

Na jó... de mi történik, ha megváltozik az a field? Mi van ha kifele int-et mutatok, de valójában másképp akarom tárolni?

Amíg a hpp változatlan addig azt csinálom implementációban amit akarok!

De...szóval mi van ha esetleg az a implementációjához akarok hozzányúlni. Bad luck! Hpp-t módosítani kell és akkor már nem tudnak ellened linke...VÁRJUNK CSAK!

Egy kis trükközéssel encapsulating kivitelezhető ezen kívánságra is, csak kompozíciót kell alkalmazni és egy struct-ba wrappelni amit rejtetni kívánunk.

```
1 #ifndef FOOABI_H
2 #define FOOABI_H
3
4 #include <memory>
5
6 class FooABI{
7 public:
8     ~FooABI();
9
10    FooABI(const FooABI&) = delete;
11
12    FooABI& operator=(const FooABI&) = delete;
13
14    FooABI(FooABI&&) = delete;
15
16    FooABI& operator=(FooABI&&) = delete;
17 public:
18    FooABI(int v);
19
20    int getA() const;
21 private:
22    struct Impl;
23    std::unique_ptr<struct Impl> impl_;
24 };
25 #endif
```

```
1 #include "FooABI.hpp"
2
3 struct FooABI::Impl
4 {
5     Impl(int v) : a(v) {};
6     int a;
7 };
8
9 FooABI::FooABI(int v) : impl_(new Impl(v)) {
10
11 }
12
13 FooABI::~~FooABI() = default;
14
15 int FooABI::getA() const
```

```
16 {
17     return impl_>a;
18 }

1 #include "FooABI.hpp"
2 #include <iostream>
3 int main() {
4     FooABI fooabi(1);
5     std::cout << fooabi.getA() << std::endl;
6     return 0;
7 }
```

```
UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo
k_IgyNeveldaProgramozod/cbook (master)
$ g++ -c FooABI.cpp

UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo
k_IgyNeveldaProgramozod/cbook (master)
$ g++ -c FooABIMain.cpp

UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo
k_IgyNeveldaProgramozod/cbook (master)
$ g++ -o FooABIMain.exe FooABI.o FooABIMain.o

UBMCGU@UBMCGUPC MINGW64 ~/ws_school/bhax-derived/thematic_tutorials/bhax_textboo
k_IgyNeveldaProgramozod/cbook (master)
$ ./FooABIMain.exe
1
```

10.2. ábra. FooABI és FooABI Main

A nevekben felfedezhető ABI az Application Binary Interface szóra utal. Erről most nem írok részletesen, de mint ahogy az Application Programming Interface azaz API jó ha konzisztens tud maradni például egy library különböző verziói között, addig a gép számára hasonlóan jó dolog ha az ABI nem változik.

A tankönyvet régen írták, de igen, továbbra is nagyon fontos hogy ki hogyan és mihez kapcsolódik, viszont mivel telt múlt azóta az idő, vannak új trükkök!

A betöltés egy nagyon fontos dolog. Miért is? A gépekben az adat, az eljárás és a macskás képek nem különülnek el. Minden adat. Vicces túlzással élve a számítógép valójában egy ipari lyukasztó gép amit, nos lényegében lyukasztott kártyákkal programozunk, innentől kezdve ő kilyukasztja az utasítás kártyát ha kell, és ha kell lefuttatja a kilyukasztott végterméket egyaránt ha beadjuk neki. Számára lyuk-lyuk egyre megy.

Betöltés

C++, C, Java oldalról nehéz megérteni a betöltést. Nézzük assemblyvel egy egyszerű példán:

```
@0
D=M
@INFINITE_LOOP
D;JLE
@counter
```

```
M=D
@SCREEN
D=A
@address
M=D
(LOOP)
@address
A=M
M=-1
@address
D=M
@32
D=D+A
@address
M=D
@counter
MD=M-1
@LOOP
D; JGT
(INFINITE_LOOP)
@INFINITE_LOOP
0; JMP
```

A lényeg, hogy van egy LOOP label-em. Ez egy hely a kódban ahova ugorhatok. Hogy ugrom oda? Long story short @LOOP-al betárolom LOOP helyét majd JGT-vel ugrom.

Ok. Pszeudokódban megy, de...Mennyi is a LOOP label címe? Mármint konkrétan nekem kellene, hogy az most akkor 0111 0111 0111 1111? Honnan tudom?

Naív válasz: Oké, 0 memória címre lesz betöltve a programom, szóval simán kiszámolom hogy az @address(hisz oda fogok ugrani, mert a LOOP az csak egy sajtos papír "tag", tag alatt az angol tag-et értem)

Ez egy tökéletes megoldás lehet Nintendo-n, vagy nem tudom... valami ROM-on!

De akkor mi van, ha én nem oda kerülök, hanem mondjuk már előttem vannak dolgok, mondjuk egy macskakép sokszorosító?

Egyszerű megoldás: Akkor derüljön ki LOOP értéke, mikor én elhelyezésre kerülök! Zseniális!

Viszont...nos, innentől kezdve én elmozdíthatatlan vagyok! Pontosabban elmozdíthatnak, de mivel a LOOP egy konkrét érték, ezért ha arébb raknak, akkor rossz területre fog hivatkozni.

És akkor például itt jöhetnek trükkös megoldások a cím újra számításra, vagy esetleg arra, hogy én ne direktbe hivatkozzak egyenesen a fizikai címre, hanem magamhoz képest relatív.

Java esetben ez másképp van hiszen egy stack machine-be pakolunk dolgokat, ami az Oracle szerint write once run...

Persze a VM egyébként egy [nagyon jó dolog](#). Vagy például az eve online [Stackless Python](#)-t használ ami egyébként ugyanúgy a unmutabilityt választotta, hasonlóan az Erlang-hoz

Interpreternél ugye nincs szükség ekkora hercehurcára, kivéve ha van szükség. Mármint például egyes interpretált nyelveknél direkt egy előfordított formába rkhatjuk a szkriptet és akkor kicsit gyorsítani tudunk a dolgokon.

Interpreteres esetekben persze mindig ott a lehetőség, hogy a CPU intenzív dolgokat natívba rakjuk. Pl. a [dont starve](#) esetén Lua intézi az üzleti logikát, ami az állatok párzási időszakban erősödő agressziójáért felelős, de a grafika, fizika, collision C/C++ oldalon van tartva. Azért nem mondok tiszta Cpp-t, mert Lua raw c ptr-eket fogad, illetve C-s callbackek szolgálnak hook-ként a lifecycle eventekre (magyarul ha a Lua gc elakar takarítani valamit, és az egy küldő kódból származó raw ptr, akkor egy user defined c callback-et hív ezen ptr-el. Mi például itt tudjuk az átküldött címre hívni a destruktort explicit, utána visszakerül luanak az irányítás. Azért nincs free vagy delete, mert az is customizable, azaz lehet például, hogy mi írunk alá memory managementet, mert folyamatosan az OS-től kérni apró chunkokat elég lassú.).

Ezzel az egész résszel az volt a célom, hogy kifejezzem, hogy a könyv nagyon jó, de már régóta eltűntek azok az éles határok, illetve mivel nem láttam pontos definíciót ezért nehéz egyáltalán megtámadni is.

Természetesen a lexikális elemzés során megtörténik a forrás szöveg lexikális egységekre történő bontása. Ez ma is így van.

Egyébként viszont az is egy érdekes kérdés, hogy a Cpp type system az imperatív nyelvbe hogy kerül bele. Mármint arra a vicces dologra akarom felhívni a figyelmet, hogy mondjuk én egy extends-el egy abszolút nem imperatív dolgot csinállok, a type inference pedig...nos ennél kevésbé imperatív dolog nincs. Persze, igen, C-style cast.

Most bele lehetne menni szárazon a BNF-be, de ennél aranyosabb a  $Q = \{ "1", "3", "t", a++b \mid a, b \text{ eleme } Q \}$  Szóval [133t](#), de Várterész Tanárnő egyébként szó szerint ilyen "elemzést végzett", amikor felírta az ábécét és a szabályokat.

A szintaktikai szabályok kicsit hajlékonyak, például ha Tanárnő hiányzik, akkor emlékezzünk arra, hogy a `-Wpedantic`(pl: field initialization sorrend csak a deklarációs sorrendben megengedett)

Imperatív nyelveknél a programozó mondja meg hogy hogyan, ezért tele van bugokkal. Mellette szól viszont, hogy [gyorsabb kódot lehet így írni az elméletileg lehetségesnél](#)

Deklaratív nyelveknél a programozó nem mondja meg hogyan. Emiatt nincs hiba. Technikailag. De természetesen abszolút nem az fog történni amire az ember gondol és sok szerencsét a Prolog debuggolással.

Imperatív nyelvekhez még talán annyit, hogy...nos az OOP nagyon jó dolog. Bizonyos feladatokra. Folyamatos vessző paripám az [ECS](#). Nem ez nem egy nyelv, hanem egy megközelítési forma. Az egész arról szól hogy passzív adatstruktúráim vannak és a viselkedést megvalósító részeket megpróbálom (bár általában nehéz) állapot mentesíteni. Szerintem az OOP az emberi intuíciót és a problémákról történő gondolkodást elősegíti, de semmilyen bizonyíték nincs arra, hogy karbantartható codebase-hez vezet. (Például a [Tony Hawk](#)) Vannak olyan nyelvek melyek az interface-t (vagy teljesen absztrakt class-t) preferálják, és kigyomlálták a hétköznapi java-ban burjánzó inheritance fákat, erdőket.

A forrás fájlunkban emberileg értelmezhető szöveget írunk karakterek felhasználásával. A nyelv amin írjuk egy megfelelő abécéből (Logika emlékszünk?) és ezek alkalmazási szabályaiból áll

Lexikális egységek a következők

- többkarakteres szimbólum

Pl.: ++, --, azaz ahelyett hogy valami furcsa új szimbólumot használnánk technikailag több szimbólum együttese alkot együtt egy szimbólumot. Például gondoljunk arra, hogy egyszerű abécé betűkkel mondjuk csinálunk egy olyan nyelvet amibe kéne egzisztenciális kvantor, és azt találnánk ki, hogy az `ee` jelentse azt.

- szimbolikus név



Azonosító, adott nyelv szintaktikai szabályai szerint olykor például kötelezően betűvel kezdődő karakter sorozat. A lényeg hogy ezt használjuk a dolgot elnevezésére. Azaz például egy változóra hog hivatkozunk az azonosítóját írogatjuk be a forrásszövege.

Kulcs szó, a nyelv által védett, különös jelentőséggel bíró név. Például a `for` mely érezhetően ahhoz kell, hogy jelezzük, hogy ami utána jön abból valami loop jellegű dolog legyen. Turing fejezetben konkrétan a nyelvi spec-cel is foglalkoztunk optional-östől mindenesetül, ezért erre most nem térek ki.

Standard azonosító, melynek a nyelv tulajdonít jelentést. Pl.: Null

- címke

Ugráláshoz kell, hogy hova ugorjunk! Hogy mondjuk meg hova kéne ugorni, mindezt menedzselhetően? Adjunk egy címkét annak a sornak ahova ugorni akarunk! Fentebbi assembly kódban a loop-olás miatt láttunk labelt.

- megjegyzés

- literál

Nyelv által megengedett szabályok szerinti karakterlánc mellyel konkrét értéket tudunk bevinni. Egzotikus példa a `cpp14` szabványos bit megadásos `0b01101010`.

Sorok fontossága szerint

- Kötétt formátumú nyelvek

Egy sor, egy utasítás. Legjobb példa az előbb már említett assembly (kis trükkal, hisz a label maga ugyan egy sor ott, de úgy írtam meg a parsert, hogy azt kikapja véglegesből hisz az csak meta adat :)

- Szabad formátumú nyelvek

Ok, ha az új sor nem a vége a dolognak, akkor viszont meg kell valahol állni, ugye?! Nos ezt vagy explicit jelezzük pl. `C`, vagy `khm... js!`.

## 10.1.2. Adattípusok

(28) tartomány, műveletek, reprezentáció, egyszerű, összetett, mutató

Típusok, röviden felfoghatóak: lehetséges értékek halmaza + halmaz elemeken értelmezhető műveletek + reprezentáció együttese ként.

- numerikus - pl.: `(C)int`, `(C)float`

- karakteres - pl.: `(C)char`

- karakterlánc - pl.: ezt általában nem igazi primitív, hanem a nyelv mellé adott alap library része, például Erlang-ban egyébként egy lista

- logikai - pl.: `(C) bool`

- felsorolásos - pl.: `(C) enum`

- sorszámozott - pl.: `(Pascal) byte`, `int`, ...



A nyelv által definiált egyszerű típusokból van lehetőség új strukturált típusok összerakására ezek az összetett típusok.

A típusnak pedig végül kell hogy legyen valami azonosítója, hogy tudjunk rá a későbbiekben hivatkozni.

A mutató típusról kicsit külön érdemes beszélni. A mutató egy tárbeli címre mutat vagy **NULL**-ra. Érdemes tudni, hogy a mutatott cím egyáltalán milyen típus. Azaz a `char* foo` ptr típusú, viszont amire mutat azt char-ként fogja "interpretálni". Persze egy int-et tároló mem területre rámehetünk egy char ptr-rel gond nélkül.

### 10.1.3. A nevesített konstans

(34) név, típus, érték

Szerintem a könyvbeli preprocesszor-os példa technikailag nem igaz. Az hogy a preproceszor mit csinál már a Turing-os fejezetben bemutattam, plusz mutattam olyat is amikor makró alkalmaz makrót ami kódot injektál. Na egy ilyen esetben látszik hogy a preprocesszor csak egy "szövegszerkesztő" eszköz, nem a nyelv része, plusz úgy ütöm felül a a define-okat ahogy akarom.

Ellenben a `const int =6;` egy konstans. típus, const qualifier, és értékadás, just like God intended. Ha már itt tartunk akkor itt a világ legmegbízhatóbb Java kódja, ami viszont olykor mégis hibát okozhat (assuming that it wont get optimized away): `private static void foo(){}; . He. He.`

### 10.1.4. A változó

(35) név, attribútumok, cím, érték

A változóknak négy komponense van:

- név - pl.: user defined, scope-on belül egyedi
- attribútumok - pl.: típus, vagy qualifiers
- cím - stack, heap vagy manual
- érték - értékadás, itt annyit érdemes megjegyezni, hogy attól hogy létrehozom és kap címet, azt nem lehet várni hogy a tár tiszta legyen, úgyhogy érdemes lehet initelni.
- felsorolásos - pl.: (C) enum
- sorszámozott - pl.: (Pascal) byte, word, int, ...

### 10.1.5. Alapelemek az egyes nyelvekben

(39) innen csak a C nyelvész rész persze

Aritmetikai típusok

- integrális - egész (int, short[int], long[int]) : signed unsigned-ról már turingban írtam példával együtt

- integrális - karakter (char)
- integrális - felsorolásos (enum)
- valós - (float, double, long double)

### Származtatott típusok

- tömb

Memóriában garantáltan egymás mellé kerülő hasonló típusú értékek. Azért ilyen furcsán írtam le mert ez a lényeg. Miért ez a lényeg? Nos, ha array-be tárolok valami akkor a cache miatt array-t nagyon gyorsan tudok "végig iterálni". Ez BORZASZTÓAN jól tud jönni. Persze sajnos hátulütője, hogy előre tudni kell a hosszt amennyit foglalni akarunk...

- függvény
- mutató

Architektúrától függő. Hossza pl. 64 bit, 32 bit. Ez egy sima egyszerű szám. Csak azáltal lesz különleges hogy általában a számot RAM hozzáférésre használjuk, de tényleg csak egy szám (főként void ptr esetén, hisz ott már nem cipel maga mellé meta adatként a mutatott adat típusát illető komoly információt). Egyébként cpp-ben szoktuk nyers ptr-nek is nevezni, mert ma már csak akkor használjuk ha nagyon fontos.

- struktúra

A user a meglévő típusokból (akár újonnan létrehozott structokból) rakhat össze újakat. Az ABI esetén említett struct-os kód példa bemutatja hogyan lehet abuzálni.

- union

Ahelyett hogy beszélgetünk róla itt van valami production code-ből(random CAD program). Embrace the C!

```
1 typedef struct le_line
2 {
3     int type;
4     Le3dPnt end1;
5     Le3dPnt end2;
6 } LeLinedata;
7
8 typedef struct le_b_spline
9 {
10     int type;
11     int degree;
12     double *params;
13     double *weights;
14     Le3dPnt *c_pnts;
15     int num_knots;
16     int num_c_points;
17 } LeBsplinedata;
18
```

```
19 typedef struct le_circle
20 {
21     int         type;
22     Le3dPnt center;
23     Le3dPnt norm_axis_unit_vect;
24     double      radius;
25 } LeCircledata;
26
27 typedef union le_curve
28 {
29     LeLinedata      leline;
30     LeBsplinedata  le_b_spline;
31     LeCircledata    le_circle;
32 } LeCurvedata;
```

- void

### 10.1.6. Kifejezések

Kifejezésekkel a program egy adott pontján ismert értékekből újakat határozunk meg. Értékük és típusuk van.

Formálisan operátorból, operandusokból és csoportosító jelekből állnak (pl. zárójel).

Attól függően hány operanduson történik, beszélhetünk unáry, binary, ternary stb. kifejezésekről. (Hehe funkcionális nyelveknél currying...)

A kifejezések több fajta alakban leírhatóak. Suliban az egyiket szoktuk meg, a gépek meg egy másikat. :)

- prefix  
( \* 3 5 )
- infix  
( 3 \* 5 )
- postfix  
( 3 5 \* )

Amikor a kifejezés értéke meghatározódik, azt kiértékelésnek is lehet nevezni, de Turing-ban adtam példát lambda kalkulusban normál formára hozásra. (Hisz a kiértékelés az, hogy normálformára hozzuk, ami lambdában nem mindig jelenti azt hogy pl. egy "számot" kapunk, lehet egy lambda absztrakció lesz a vége.)

A műveletek végrehajtási sorrendje a következő lehet

- felírási sorrend - balról jobbra
- anti felírási sorrend - jobbról balra

- precedencia alapján

Igen van olyan nyelv ahol magát a precedenciát is meg lehet adni...sőt ha két argunk van akkor infixben is lehet használni... De ez persze nem a C :)

Ha infixnél nem vagyunk biztosak abban hogy mi is lesz a sorrend, zárójelezzünk...

Ahhoz hogy ki lehessen értékelni egy operátor alkalmazását operandusokon érdemes tudni az operandusokat. A C erről nem köt meg semmit szabványban.

Ahol logikai kifejezések szerepelnek, ott rövidzárral nem feltétlenül fut le az egész, hisz az eredmény tudható anélkül is. Például egy vicces nyelv független példa:

```
TömbNemÜres ÉS TömbNulladikElemeÖt  
HAMIS ÉS ? = HAMIS
```

Fontos hogy a két operanduson lehet-e alkalmazni az operátort. Ahhoz hogy ezt eldöntsük kell a típus.

Két programozási eszköz típusa azonos ha (...valóságban megint nem ennyire egyszerű de hadd menjen)

- deklaráció egyenértékőség  
egyszerre ugyanazzal a típussal deklarálódtak
- név egyenértékőség  
ugyanaz a típus név
- struktúra egyenértékőség  
összetett típusúak és szerkezetük megegyezik

típuskényszerítéses nyelvnél ha különböző típusúak az operandusok, akkor type conversion lesz. Ilyen esetben a nyelv leszögezi hogy milyen konverziók történnek és hogyan.

típus egyenértékűségnél megtörténhet de... most ugorjunk el a könyvtől. A lényeg a következő: Ezeket a nyelveket régen találták ki, de a következőről van szó: Van mondjuk A típus és B típus, ezek mind egy meta C típusba tartoznak és a művelet definiálva van a C-n, szóval B-n és A-n is menni fog (nem sima inheritance-re gondolok C superrel, inkább olyan jellegű mint pl. a Bácsó Tanár Úr által említett Abel csoport). Amiatt van ez a kernel panic a fogalom tárban mert amikor ezek a nyelvek születtek akkor nagyon gyorsan jöttek ki az új architektúrák int, aztán long int is kellett stb. Szóval inkább arra koncentráltak hogy polcra kerüljön a termék.

Felfele cast-olni gond nélkül lehet(int->float), de lefele castolni(float->int) nem egyértelmű. Mármint nem csak annyi a kérdés, hogy befogok-e férni, hanem például ha A teljesen C "típusú" lenne akkor A "részhalmaza" lenne C-nek C pedig "A"-nak ez pedig nagyon nincs így. A tény hogy ez nincs normálisan formalizálva, nem customizable csak builtin az arra enged következtetni, hogy még mindig van hova fejlődni.

Konstans kifejezés (cpp-ben constexpr) compile time dől el. Ebből következik, hogy konstansokat vagy beégetett literálokat lehet benne használni csak.

A könyv most ad egy rövid leírást a lehetséges operátorokról és precedencia táblázatról. Én ebbe most nem megyek bele inkább itt egy példa egy másik nyelvből hogy lehet megadni a fent említett dolgokat:

```
infixr precedence nm1 nm2 ...
```

Annyit jelent hogy infix esetben right associative, utána egy szám amivel megadjuk a precedencia számát után pedig. Long story short, alább egy left associative infix dolog amire a "+" szimbólummal lehet hivatkozni. Huzzah!

```
infixl 5 _+_
```

## 10.2. Programozás bevezetés

[[KERNIGHANRITCHIE](#)] (2nd edition)

Előző alfejezetben a [[JUHASZ](#)] könyv kapcsán már lementünk assemblyig és vissza, szóval itt nem fogunk újra arról beszélni hogy mi az a bool, csak az új dolgok.

### 10.2.1. Functions

C funkciók

```
return_type fn_name (void | formal_param_list)
{
    decls
    statements
}
```

C-ben láthatóan statement után nem lehet decl. Ez például cpp-bennem így van, hisz pl a for scope-ban lokálisan deklarálhatunk i-t.

Másik dolog a forward decl. Ha valahol használunk egy funkciót, akkor előtte a deklarációját már említeni kell.

```
int main ()
{
    int bar;
    bar = foo();
    return 0;
}

int foo(void) {return 0;}
```

Ez nem jó, hisz bar=foo() esetén összeköti a szemöldökét a compiler, hiszen nincs deklarálva foo (jó esetben :).

```
int foo(void);
```

```
int main ()
{
    int bar;
    bar = foo();
    return 0;
}
```

```
}
```

```
int foo(void) {return 0;}
```

Azaz előre deklaráltuk forward decl...

### 10.2.2. Pass by value

C-ben function call-ok esetén tisztán értékeket adunk át. Felmerül a probléma, ok, de az lzw binfámat C free functionökkel akkor hogyan tudom változtatni. Emlékszünk még a raw ptr-ekre? Nos mivel az csak egy egyszerű memória cím, ezért szépen átpasszoljuk a mem címet. Totál mindegy hogy a cím másolódik, hisz csak egy 64 bites minta. Ezekután ha megkaptuk akkor a funkcióban már csinálhatjuk a mellékhatást kedvünk szerint!

### 10.2.3. Extern

Fenti példában bar csak main scope-jában, vagy ez alatti scope-ban látható (pl. valami loop-ban hivatkozhatunk bar-ra)

Másik lényeges dolog, hogy bar addig él amíg main él.

Ez... nos ezen probléma feloldására van az extern.

Extern, tehát externális az összes funkcióhoz képest, minden funkción kívüli stb. Ne ijedjünk meg semmi bonyolult

```
int counter;
```

```
void foo(void);
```

```
int main ()
{
    extern int counter;
    int bar;
    counter = 0;
    foo();
    foo();
    bar = counter;
    return 0;
}
```

```
void foo(void)
{
    extern int counter;
    counter = counter + 1;
    return;
}
```

### 10.2.4. Escaping

A [JUHASZ]-ban már beszéltünk változókról, viszont string literal-oknál az escape kimaradt. Annyiról van szó, hogy egyes speciális karaktereket nem lehet csakúgy beírni, hisz különleges jelentéssel bírnak azon kontextusban. Egyszerű példa > xml-ben :). String literalba ugye hogyan írunk idézőjelet? Előtte escape-elni kell.

### 10.2.5. Char vs char array

A C-ben külön char és chararray literal van. Egyik ' a másik "-t használ. Nagyon nem ugyanaz ezáltal 'a', és "a".

### 10.2.6. Decl

Deklarációknál ha hasonló típusú változókról van szó egy sorban is deklarálhatjuk őket. Inicializálni = jellel tudunk.

```
int a,b,c;  
a = b = c = 5;
```

### 10.2.7. Cast

Explicit tudunk castolni. Például osztást akarunk végezni két nem nulla term. számon. és lebegőpontosat akarunk visszakapni. Ekkor érdemes (lehet) az operandusokat explicit castolni float-ba. Érdekesebb példa c library-kben gyakran a callbackek void ptr-t fogadnak be hogy a felhasználó testreszabhassa:

```
int MyCallback(void* userData)  
{  
    int* le_a = (int*) userData;  
}  
  
int main()  
{  
    int a = 0;  
    do_library(MyCallback,&a);  
}
```

### 10.2.8. Ternary

Ha Kondicionális expression igaz akkor :-től balra, különben jobbra.  $a = (b > c) ? b : c;$

## 10.3. Programozás

[BMECPP]

## **III. rész**

### **Második felvonás**

DRAFT



**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

# 11. fejezet

## Helló, Arroway!

### 11.1. A BPP algoritmus Java megvalósítása

Megoldás videó:

Megoldás forrása:

Tanulságok, tapasztalatok, magyarázat...

### 11.2. 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...

## **IV. rész**

### **Irodalomjegyzék**

DRAFT

## 11.3. Általános

[JUHASZ] Juhász, István, *Magas szintű programozási nyelvek*, mobiDiák , 2008.

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

## 11.4. C

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

## 11.5. C++

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

## 11.6. Lisp

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

[SICP] Abelson, Harold, *Structure and Interpretation of Computer Programs*, MIT , 1996.

## 11.7. My Little Ponys

[CHISOMORPH] Sorensen, Morten Heine B, *Lectures on the Curry-Howard Isomorphism*, Pdf , 1998.

[DENOTATIONALSEMANTICS] Allison, Lloyd, *A practical introduction to denotational semantics*, Cambridge University Press , 1986.

[NANDTOTETRIS] Nisan, Noam, *The Elements of Computing Systems*, [Homepage of the book](#) , 2005.

[PROGLANGS] Harper, Robert, *Practical Foundations for Programming Language*, Carnegie Mellon University , 2016.

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.