Memóriaprofiling lehetőségeinek vizsgálata

Lazányi János, Szabó István

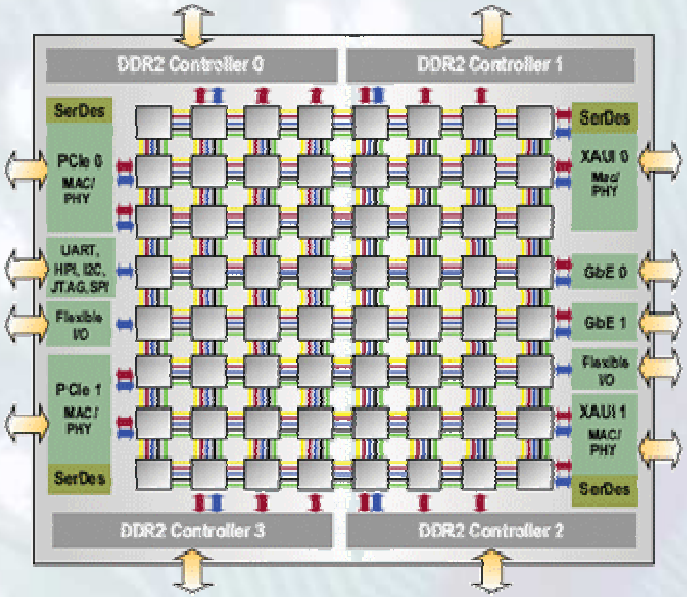
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

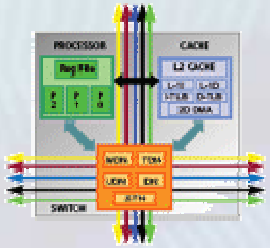
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Bevezetés - áttekintés

- **Multi-core / heterogén architektúrák**
- **Hagyományos profiling**
- **Dinamikus adatfolyam gráf (DDFG)**
- **Eszközök bemutatása, mintaalkalmazás**
- **Kitekintés**

Many-core rendszerek





TILERA®

1 chip
64 core
4 DDR vezérlő
5 x redundáns belső busz

RAMP Blue (1008 Microblaze)

1 Rackszekrény
21 BEE2 FPGA kártya
4 FPGA / kártya
12 Microbalze / FPGA

Heterogén / FPGA környezet

CELL

ZYNQ

- Max 2 x 1 GHz Dual ARM Cortex-A9
- DDR Controller
- Flash Memory Controller
- 2x USB2.0, 2x GbE,
- PCI Express Gen2x8
- CAN, SD/SDIO, UART, SPI, I2C, GPIO
- AES & SHA 256b

- 28k to 350k Logic Cells
- 240KB to 2180KB Block RAM
- 80 to 900 DSP Slices
- 12.5Gbps Transceivers

Hagyományos profiling

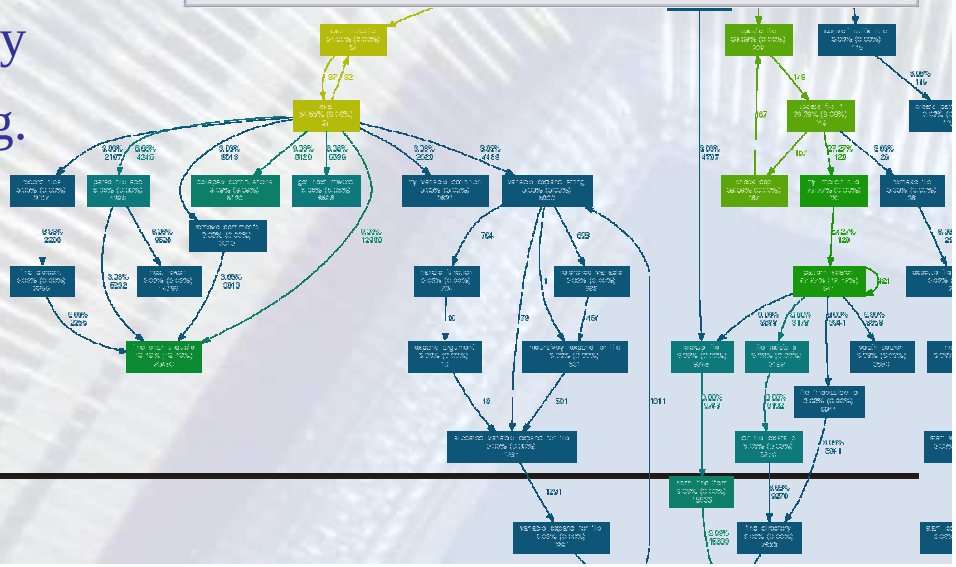
Fordítási idejű műszerezés

- **Futási információk**
  - Statisztikus mérés (PC@10ms)
  - Kernel függvények nem mérhetők
  - Abszolut idő /relatív arány
- **Hívási gráf**
  - Minden függvény hívás előtt egy speciális függvény hívódik meg.

gprof

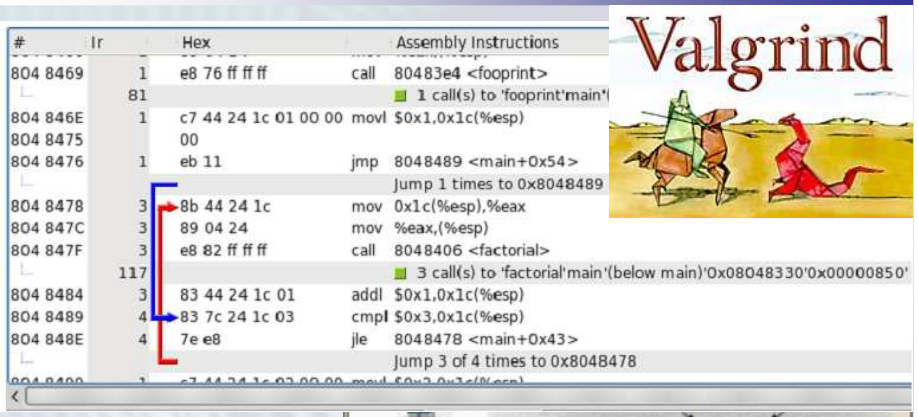
gmon file: /home/rx1/foox_gprof_input/gmon.out
program file: /home/rx1/foox_gprof_input/a.out
4 bytes per bucket, each sample counts as 10.0ms

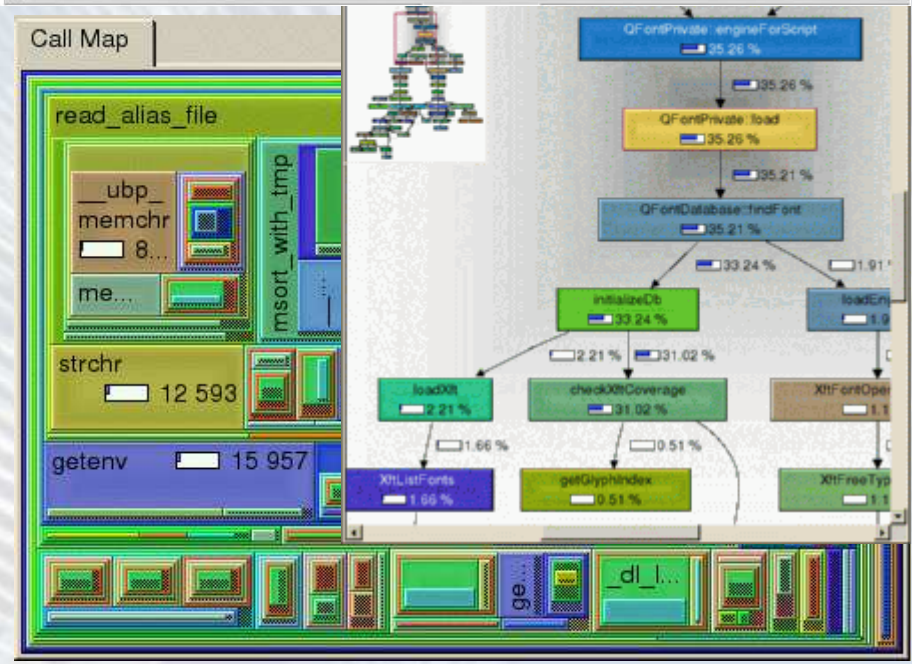
Name (location)	Samples	Calls	Time/Call	%Time
Summary	260			100.0%
foox.c	260			100.0%
func_a	125	2	625.0ms	48.08%
func_a (foox.c:38)	53			20.38%
func_a (foox.c:42)	27			10.38%
func_a (foox.c:45)	45			17.31%
func_b	41	1	410.0ms	15.77%
func_b (foox.c:52)	22			8.46%
func_b (foox.c:54)	19			7.31%
0x80488c6	6			2.31%
0x80488ca	5			1.92%
0x80488ce	5			1.92%
0x80488da	1			0.38%
0x80488de	2			0.77%
func_f	67	2	335.0ms	25.77%
func_f (foox.c:31)	67			25.77%
main	27	0		10.38%
main (foox.c:61)	9			3.46%
main (foox.c:63)	11			4.23%
main (foox.c:65)	7			2.69%
0x8048ac7	3			1.15%
0x8048acf	2			0.77%
0x8048ad7	2			0.77%

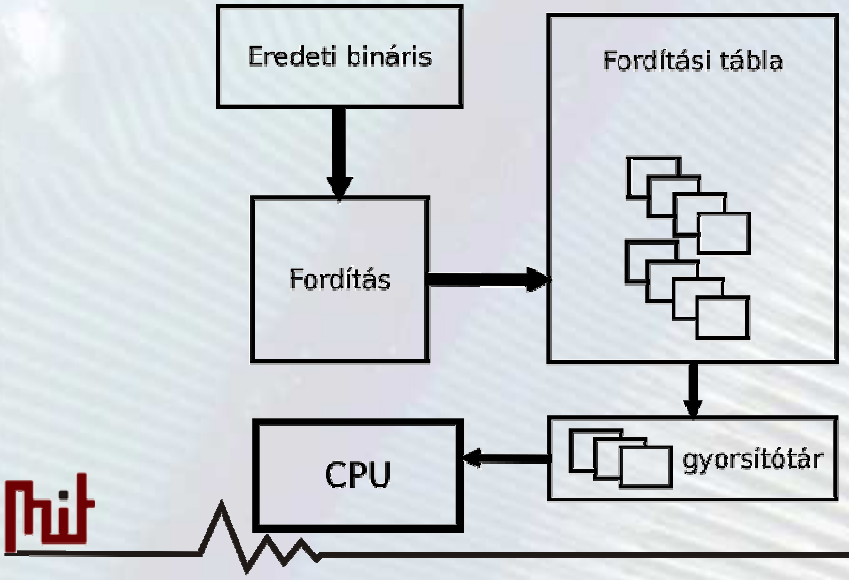


Dinamikus Bináris Műszerezés

- **Hibakeresés**
- **Memória szivárgás detektálás (Memcheck)**
- **Profiling (Callgrind)**
- **Cache kihasználtáság ellenőrzés (KCachegrind)**





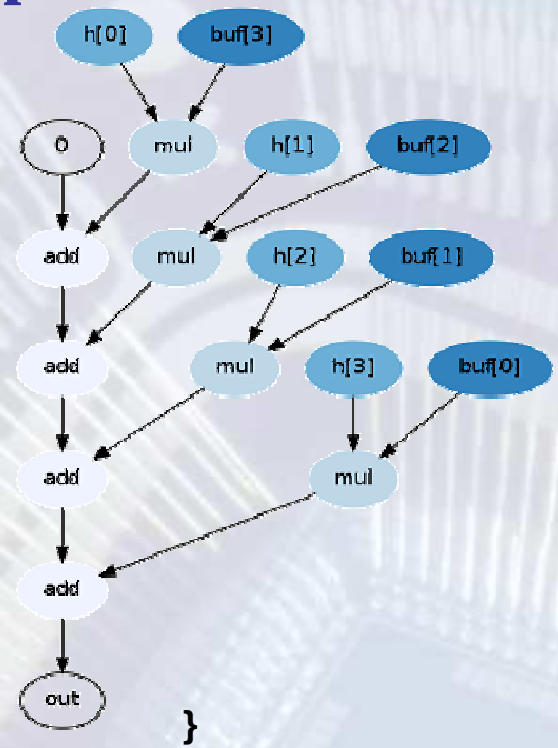


DD(F)G - Redux

DDFG = Dynamic DataFlow Graph

DDG ~ Dynamic Dependency Graph

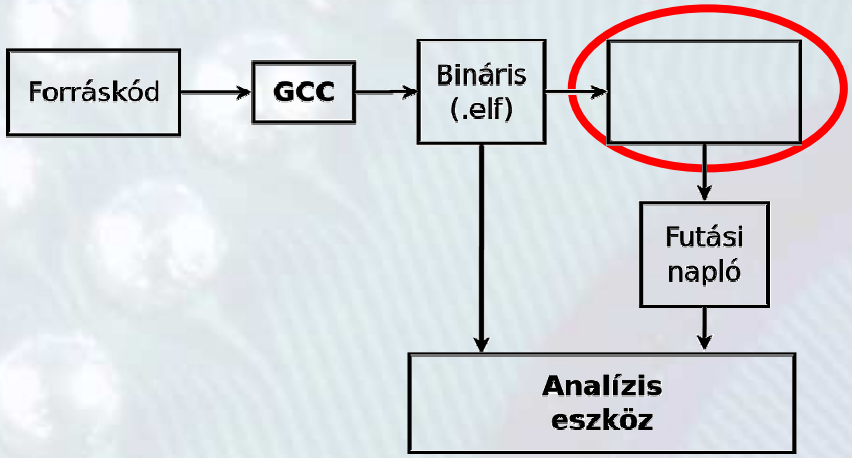
- Debug
- Adatáramlás vizualizálása
- Lényeges/ használt függvények kinyerése
- Program szeletelés (Program Slicing)




```
int do_fir(int in){
        int i, index; res = 0;
        delay_line[delay_pos] = in;
        index = delay_pos;
        for(i=0; i<FIR_TAP; i++){
                res += h[i] * delay_line[index];
                index--;     if(index < 0) index = FIR_TAP - 1;          }
        delay_pos++;         if(delay_pos >= FIR_TAP) delay_pos = 0;
        return res;}
```

DDFG előállítása

Saját DDFG előállítása 1



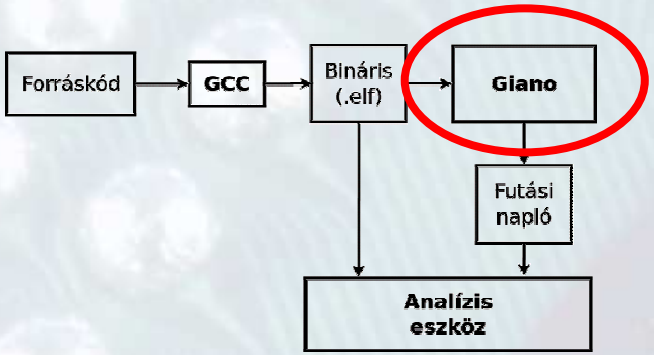
Futási napló előállítási lehetőségek

- Bináris műszerezés (Redux)
- Processzor szimulátor (QEMU)
- Trace module használata
- Platform szimulátor (Giano)

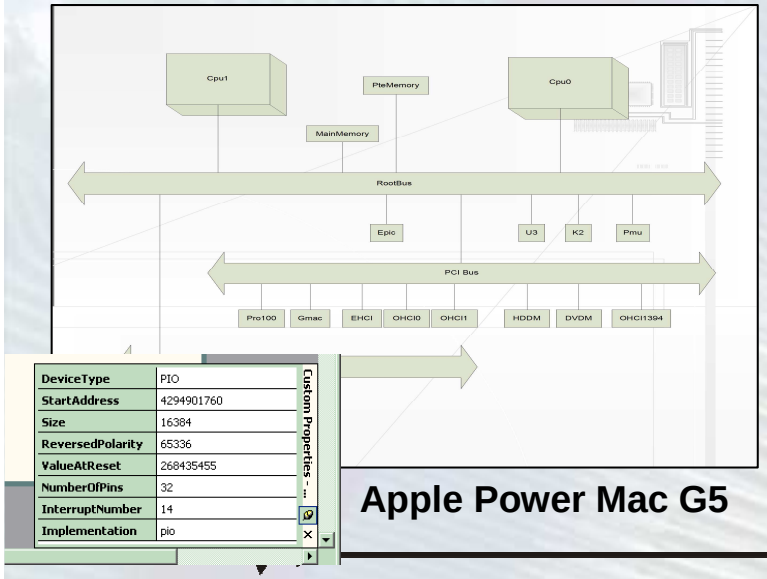
```
PC              OPCODE          SP              LR              PC              r0      r1      r12     MNEM    ARGS
00000000:       EA000006        00000000 R      00000000 R      00000008 R      0 R     0 R     0 R     b               0x20 <(null)>
00000020:       E59FD004        00000000 N      00000000 N      00000028 N      0 N     0 N     0 N     ldr             r13, [r15, #+0x4]
00000024:       EB00009F        0008b02c W      00000000 N      0000002c R      0 N     0 N     0 N     bl              0x2a8 <(null)>
000002A8:       E52DE004        0008b02c N      00000028 N      000002b0 N      0 N     0 N     0 N     str             r14, [r13, #-0x4]!
000002AC:       E24DD00C        0008b028 B      00000028 R      000002b4 N      0 N     0 N     0 N     sub             r13, r13, #0xc
000002B0:       E3A00000        0008b01c B      00000028 N      000002b8 N      0 N     0 N     0 N     mov             r0, #0x0
000002B4:       E1A01000        0008b01c N      00000028 N      000002bc N      0 W     0 N     0 N     mov             r1, r0, lsl #0
                                                                000002c0 N      0 R     0 W     0 N     bl              0x92c <(null)>
                                                                00000934 N      0 N     0 N     0 N     stmdb           r13!, #0x4ff0
                                                                00000938 N      0 N     0 N     0 N     ldr             r6, [r15, #+0x2d4]
                                                                0000093c R      0 N     0 N     0 N     0 N     sub             r13, r13, #0
                                                                00000940 N      0 N     0 N     0 N     0 N     ldmia           r6, #0x3
```

```
00000020 l       .text   00000000 Reset_Handler
00000000 l    df *ABS*   00000000 helloled.c
000004d0 g     O .bss    00000004 delay_pos
0000009c g     F .text   00000050 _putchar
00000310 g     F .text   000000f4 do_fir
000000ec g     F .text   000000d8 beagyazottvaltozo
00000234 g     F .text   00000044 pio_init
00000030 g     F .text   00000014 _irq
0000048c g     O .data   00000004 serialPort
00000278 g     F .text   00000098 pio_blink
00000404 g     F .text   00000088 _start
000004d4 g     O .bss    00000040 in_buf
```

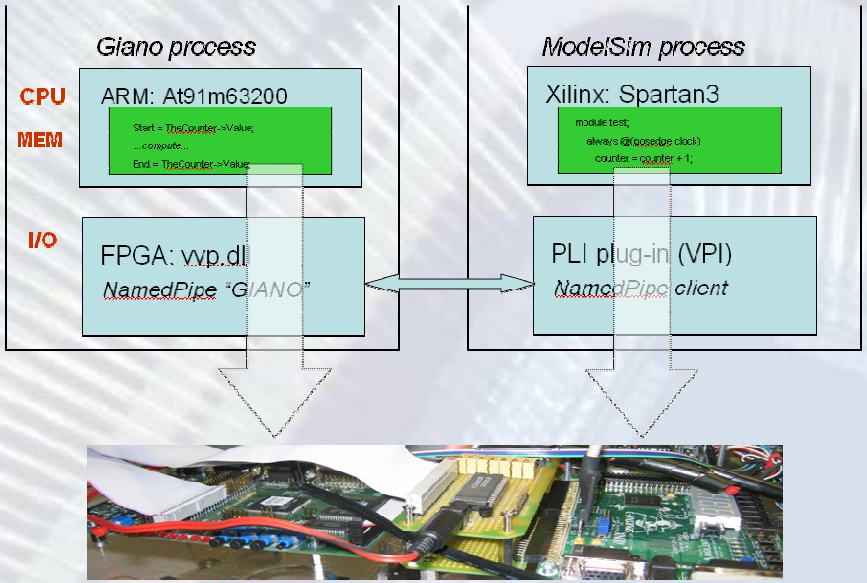
Microsoft Giano



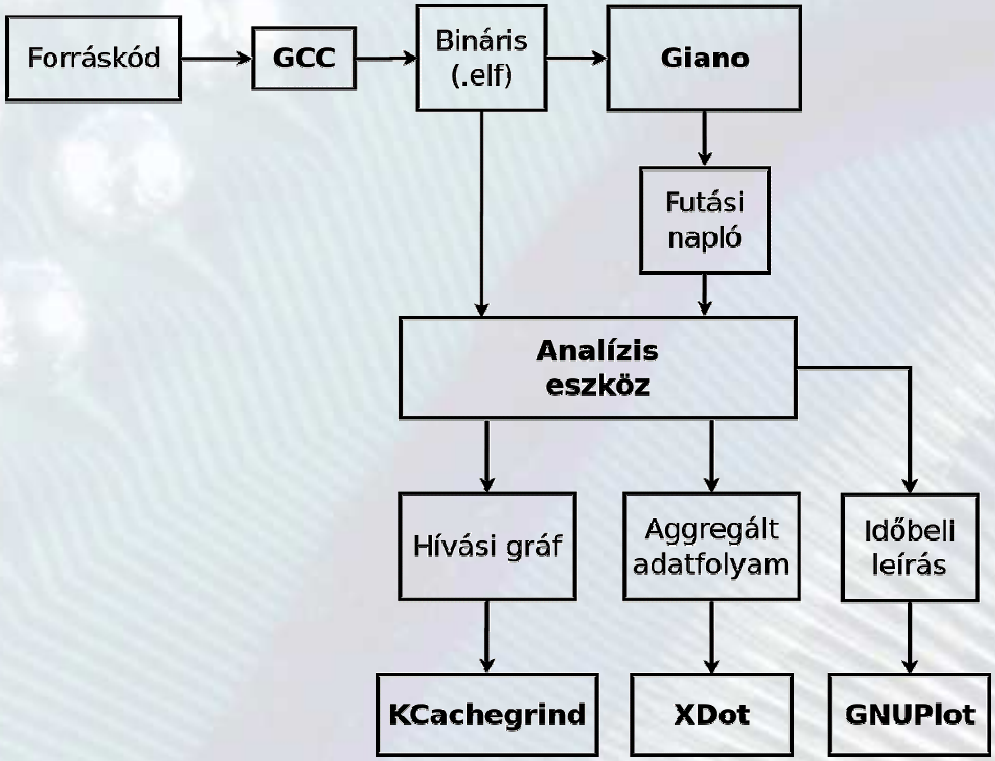
- **Többprocesszoros rendszerek**
- **Sokféle rendszer-architektúra**
- **Nagyon részletes trace lehetőség**
- **Hardware-software együttes szimuláció**

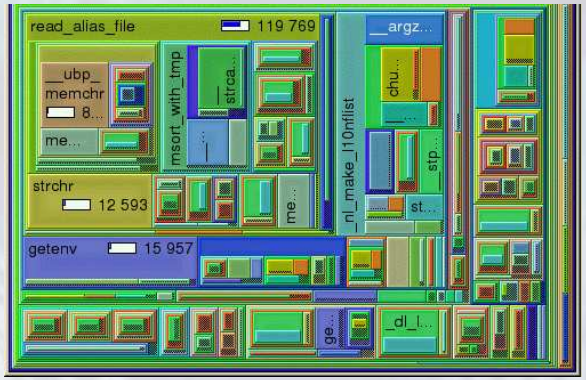


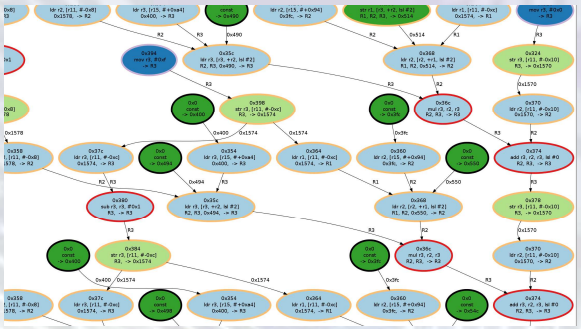
Apple Power Mac G5

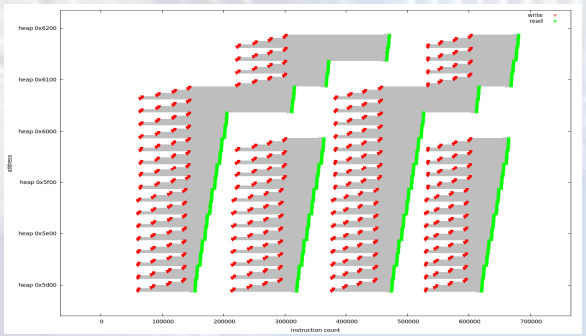


Saját DDFG előállítása 2

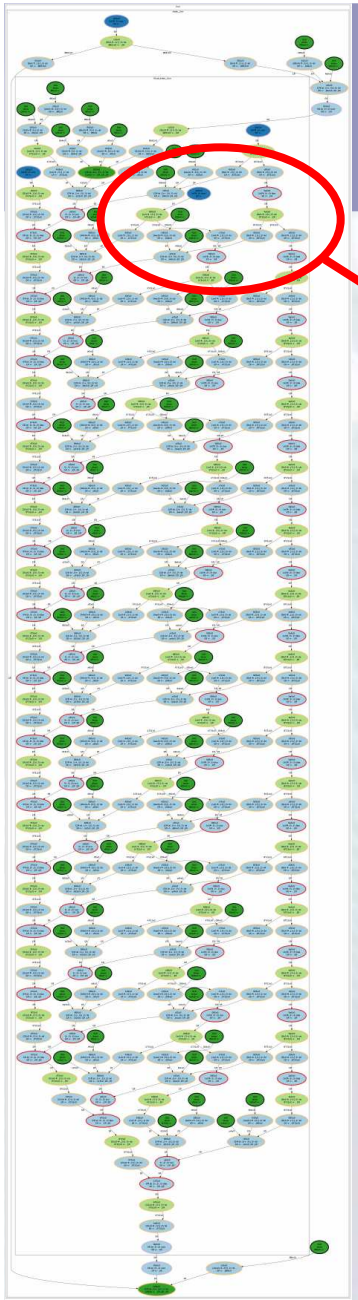


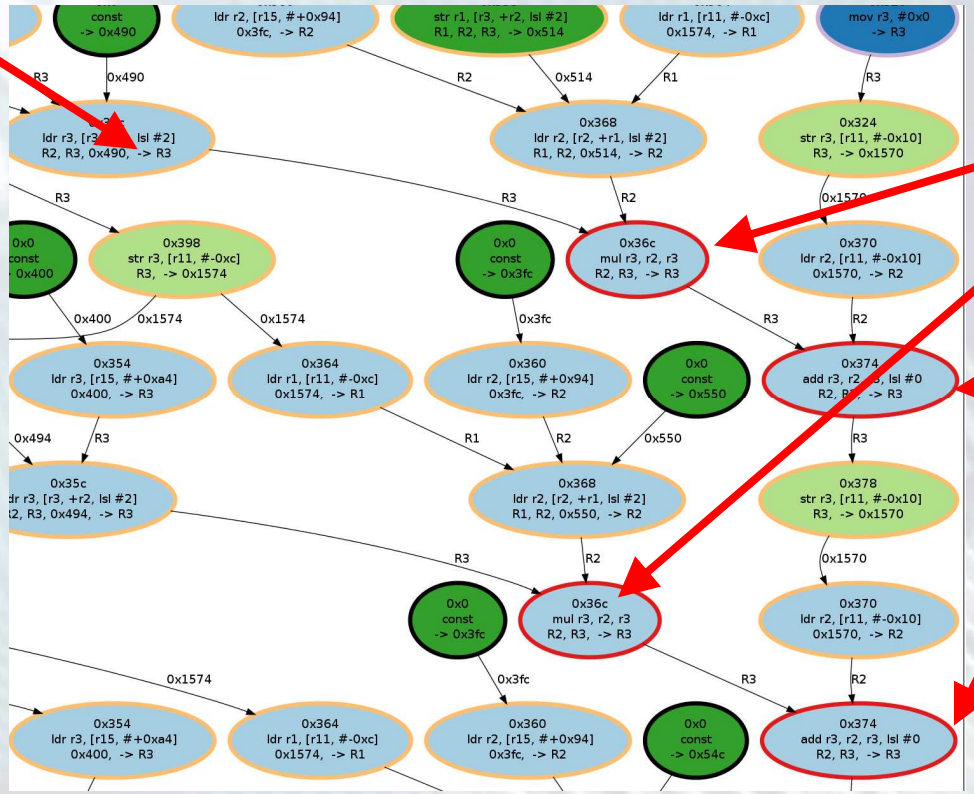






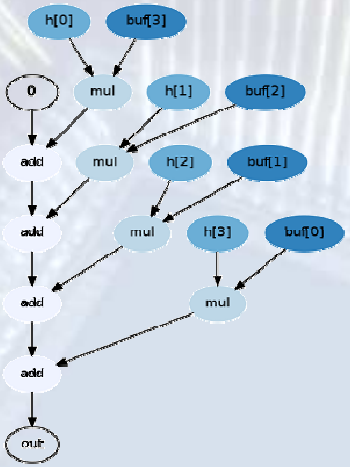
Graphviz / XDot kimenet





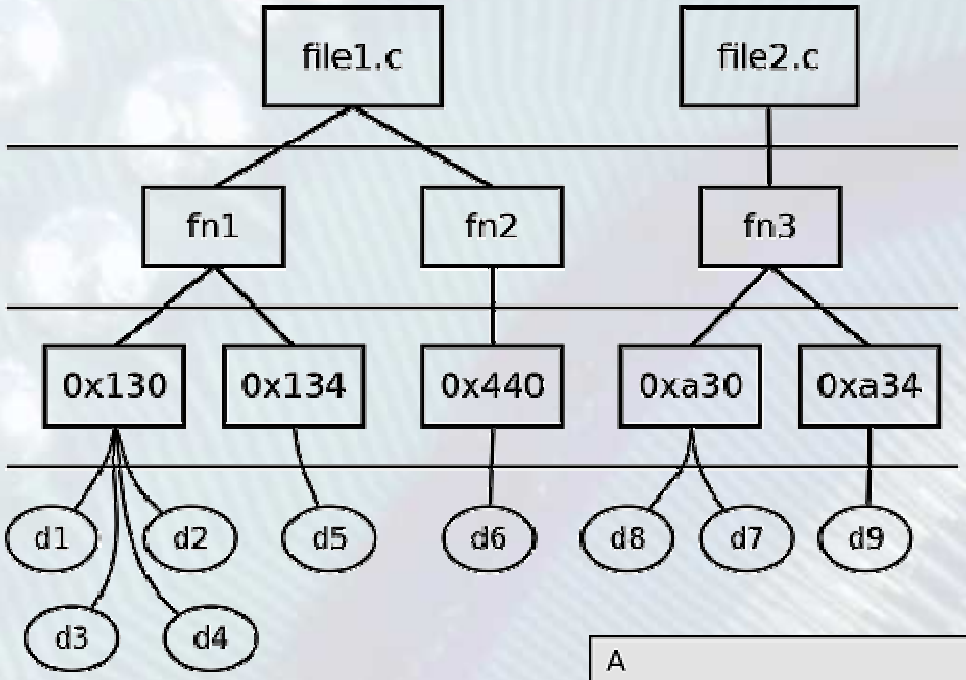
MUL

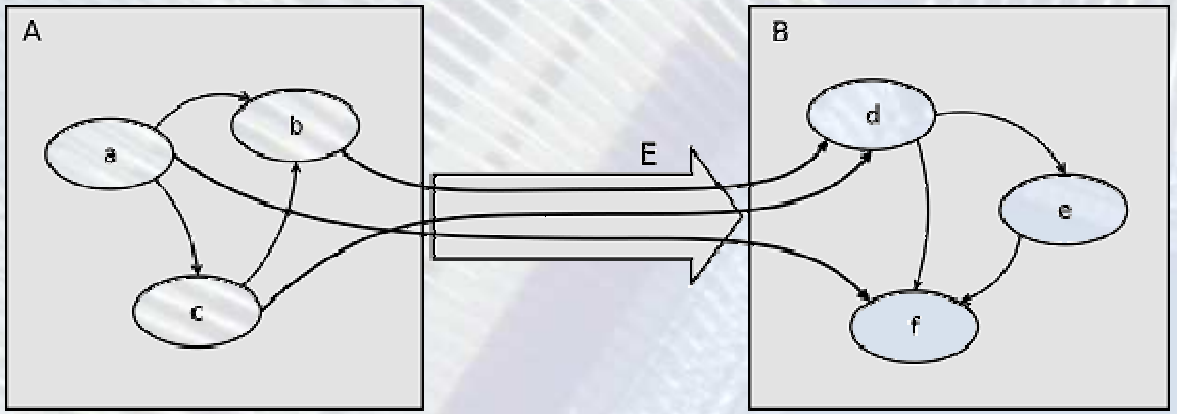
ADD



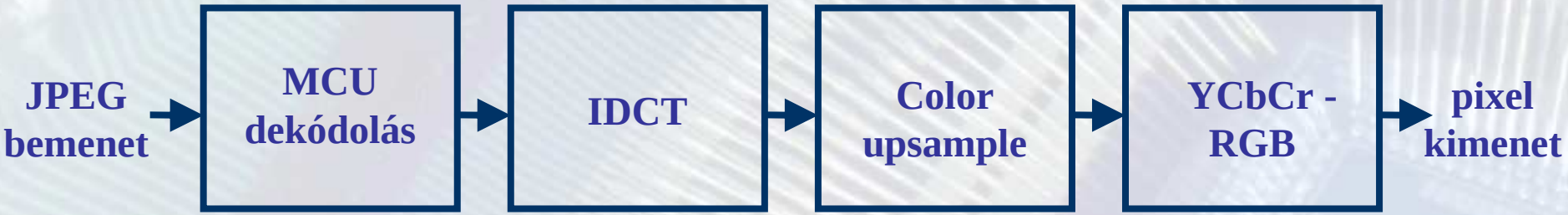
16 Tap-es FIR szűrő kimenete

Aggregálási szintek

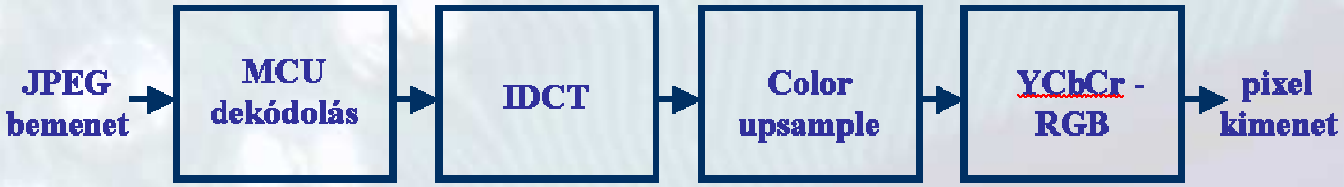


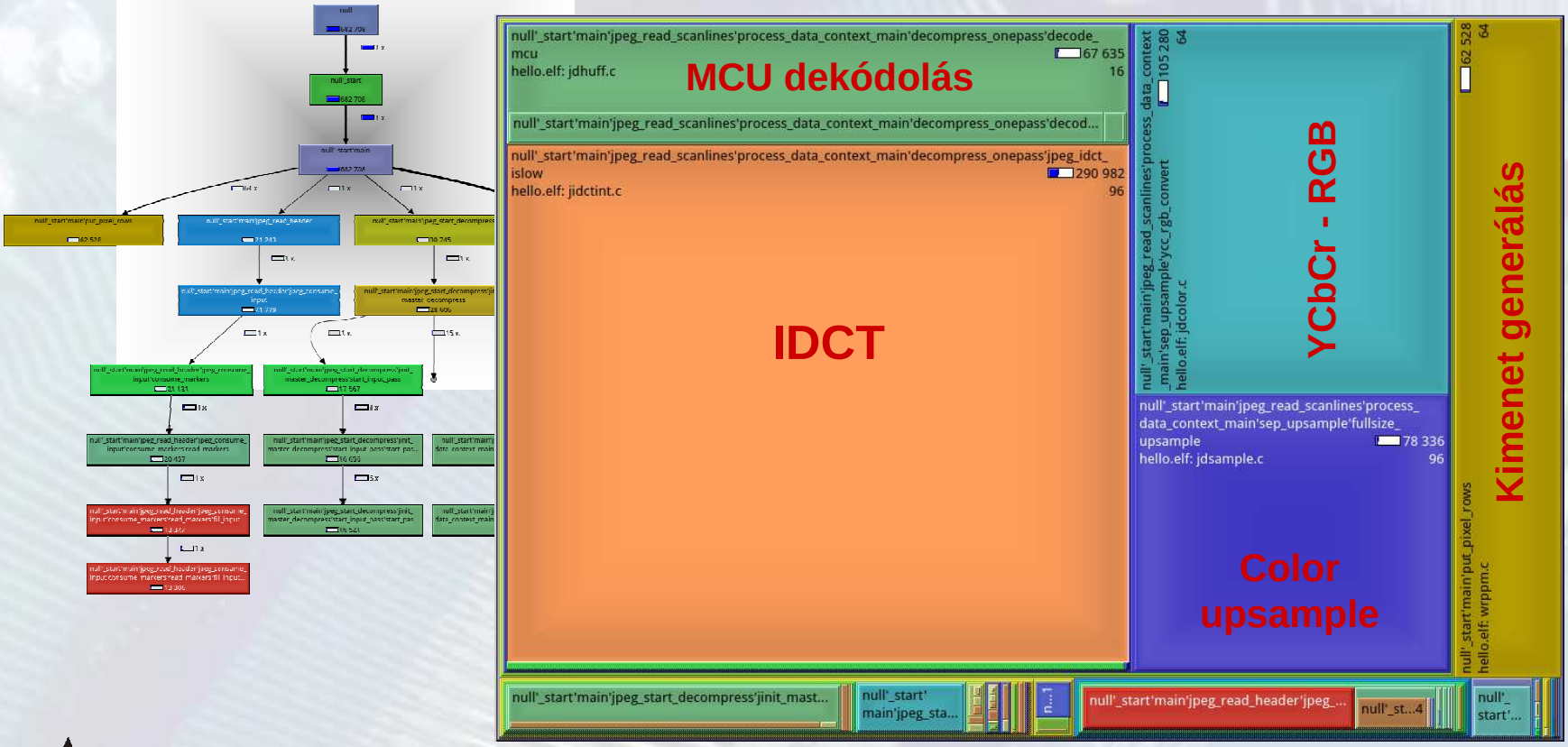


Minta megvalósítás
JPEG dekódoló

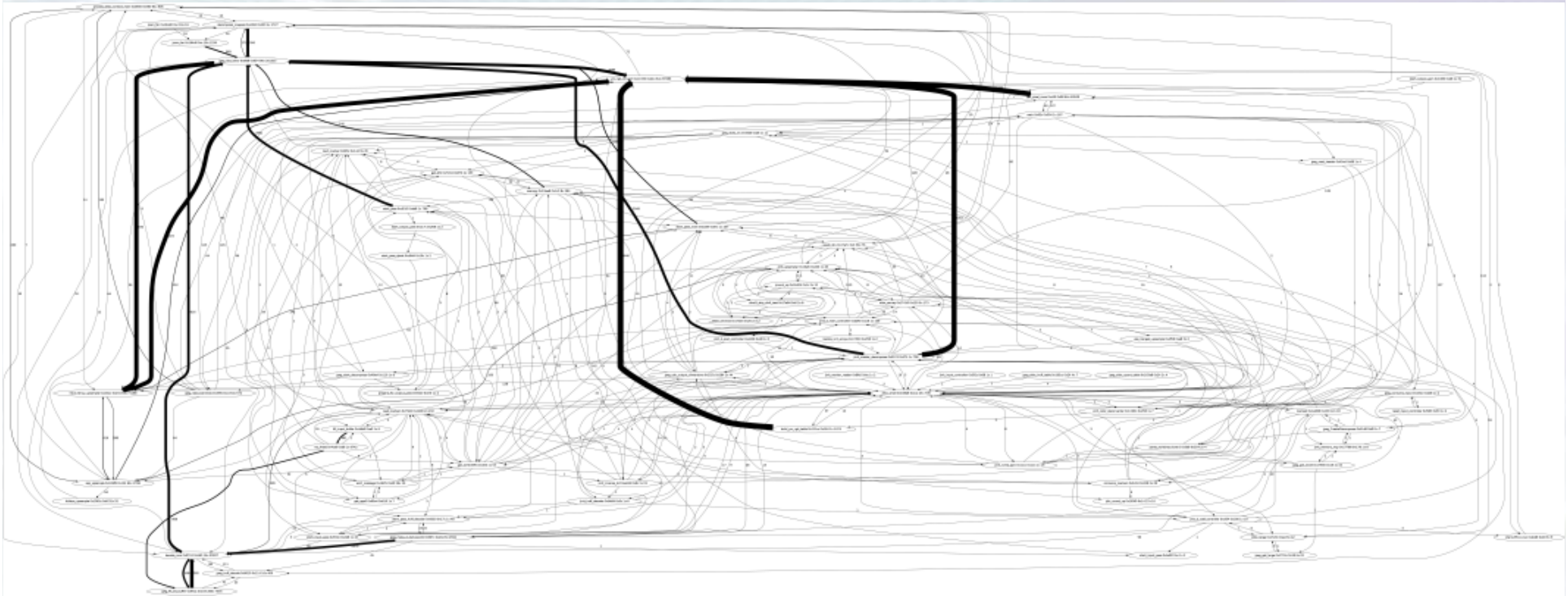


KCachegrind kimenet

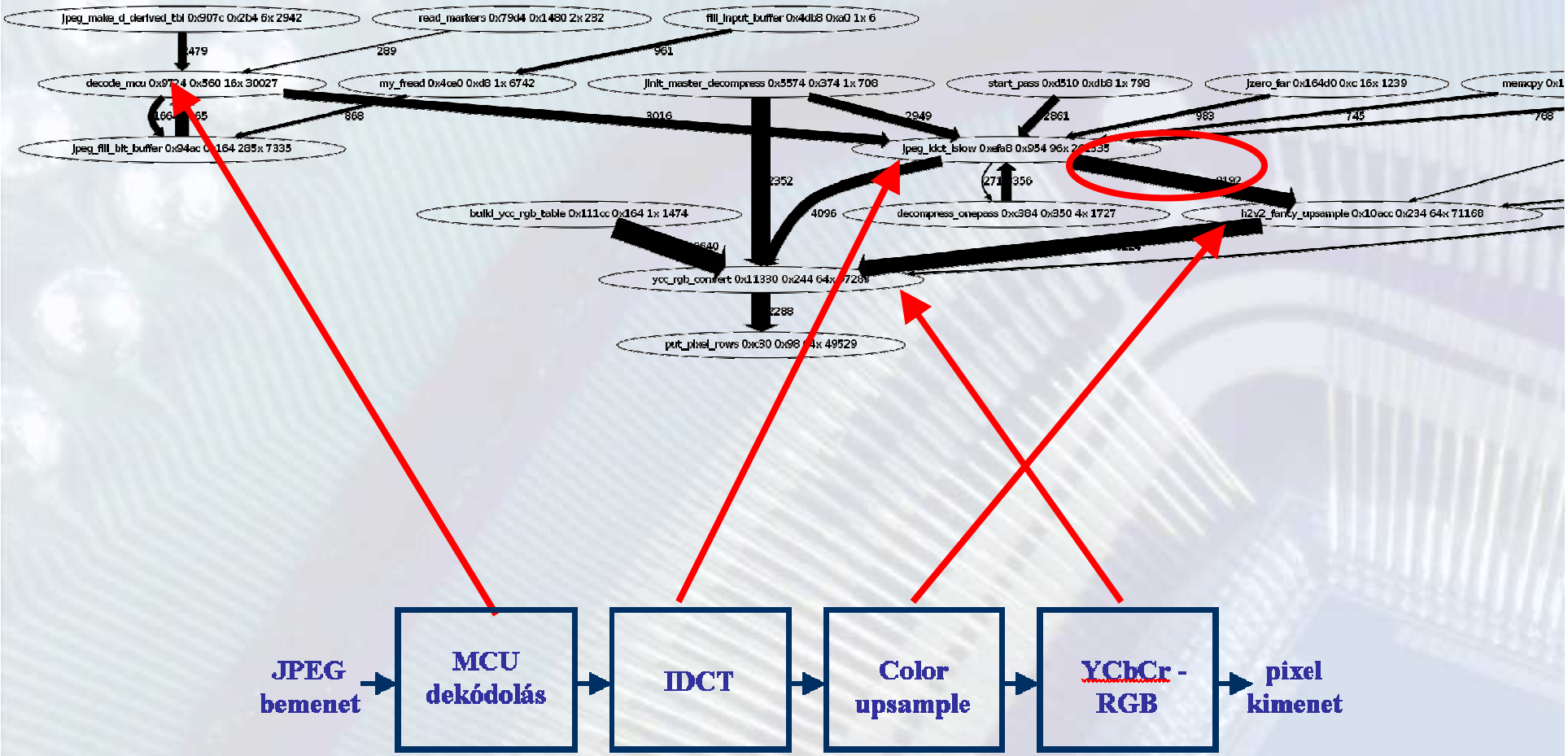




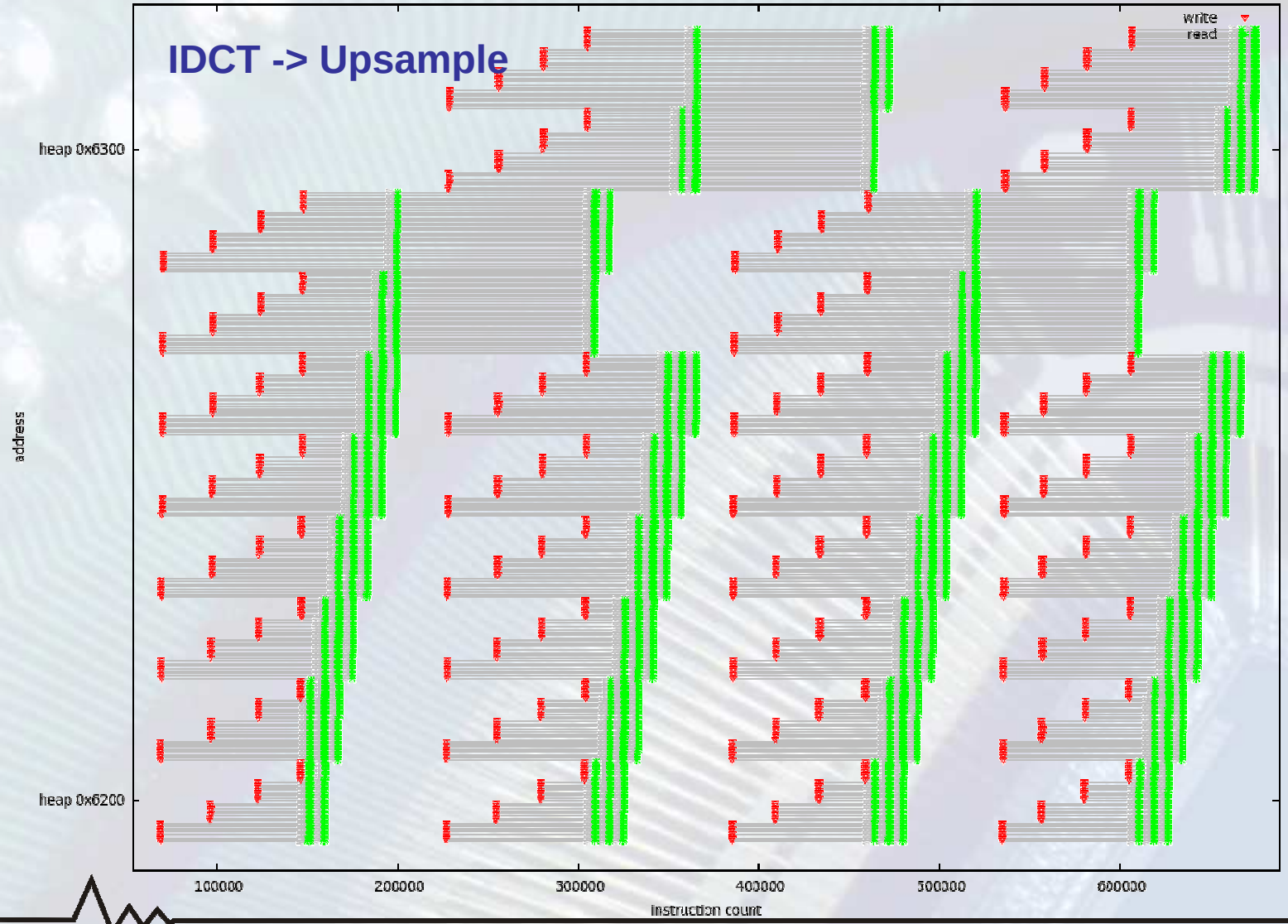
Gráf kimenet



Megjelenítés optimalizálása



Ütemezés grafikon kimenet



Következő lépések

- **Megjelenítés optimalizálása**
- **DDFG optimalizáció / klaszterezés**
- **Ütemezés vizsgálata**
- **Jelfeldolgozó egységek és csatornák definiálása**
- **Támogatott tervezés**