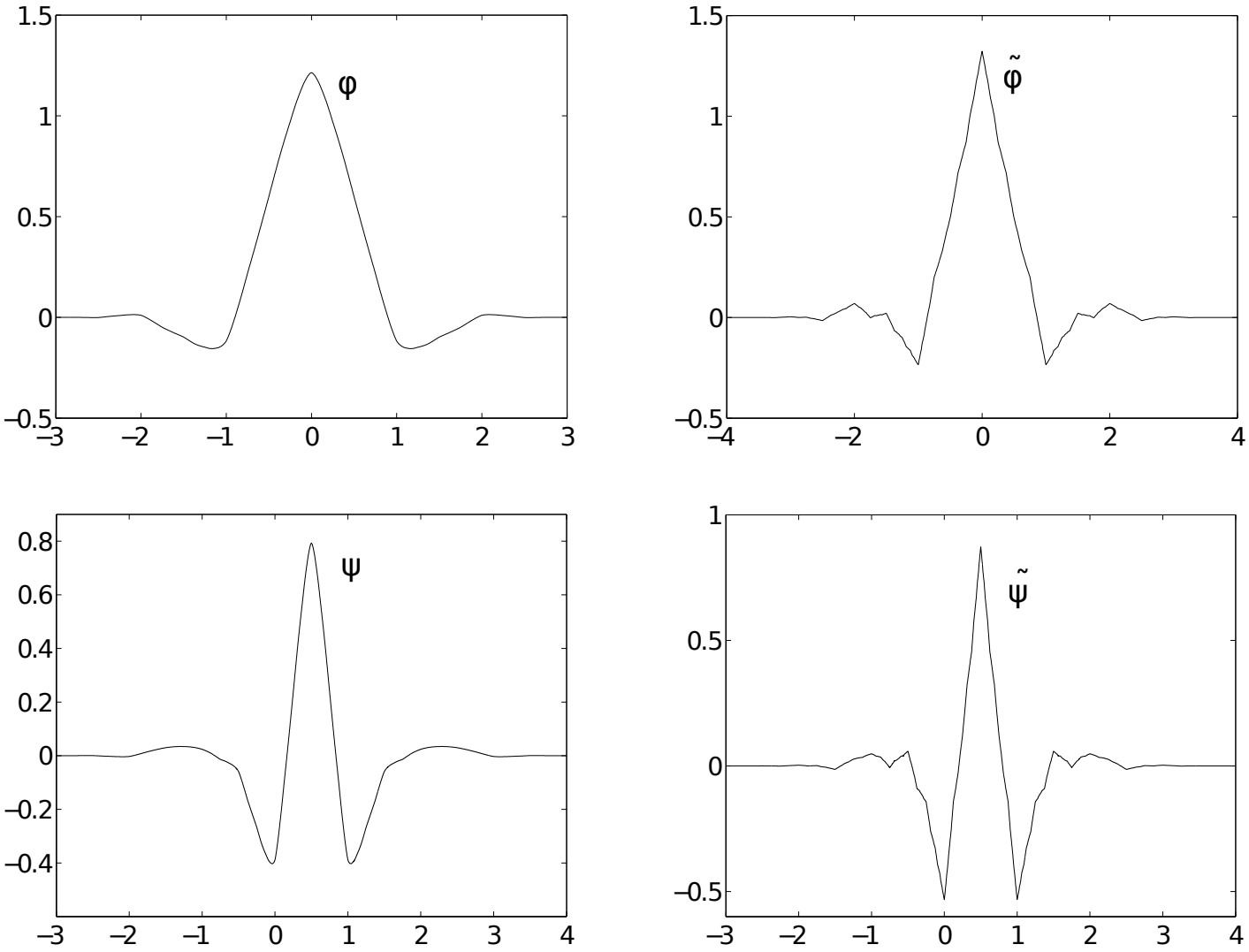
Implementace DWT na platformě ASVP

David Bařina

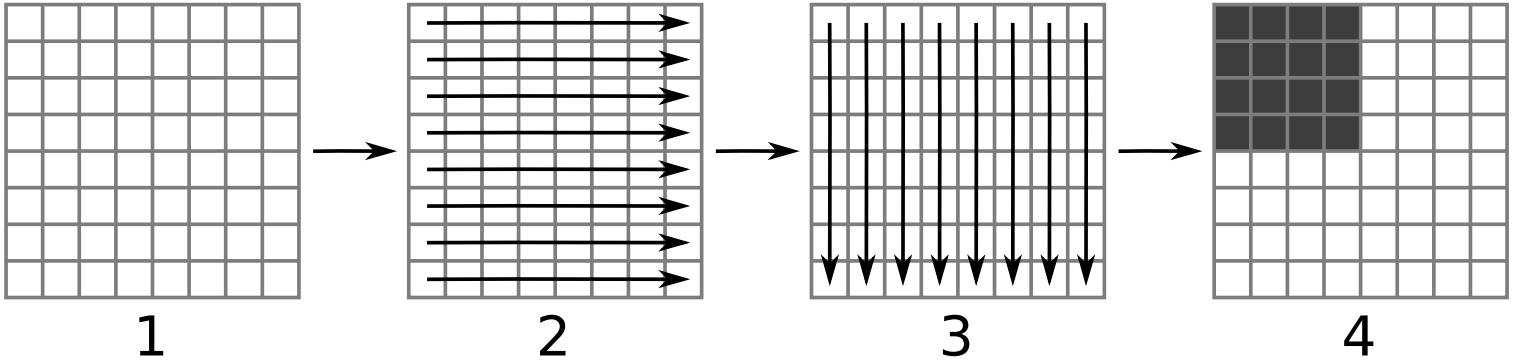
Fakulta informačních technologií VUT v Brně

20. listopadu 2012

Diskrétní vlnková transformace: Konvoluce



Diskrétní vlnková transformace: Schéma lifting



$$
\begin{aligned}
d_i &\leftarrow d_i - \alpha(s_i + s_{i+1}) \\
s_i &\leftarrow s_i + \beta(d_{i-1} + d_i) \\
d_i &\leftarrow d_i - \gamma(s_i + s_{i+1}) \\
s_i &\leftarrow s_i + \delta(d_{i-1} + d_i) \\
d_i &\leftarrow \zeta^{-1} d_i \\
s_i &\leftarrow \zeta s_i
\end{aligned}
$$

Diskrétní vlnková transformace: Příklad

Obrázek : Vstupní obraz, 1. úroveň rozkladu.

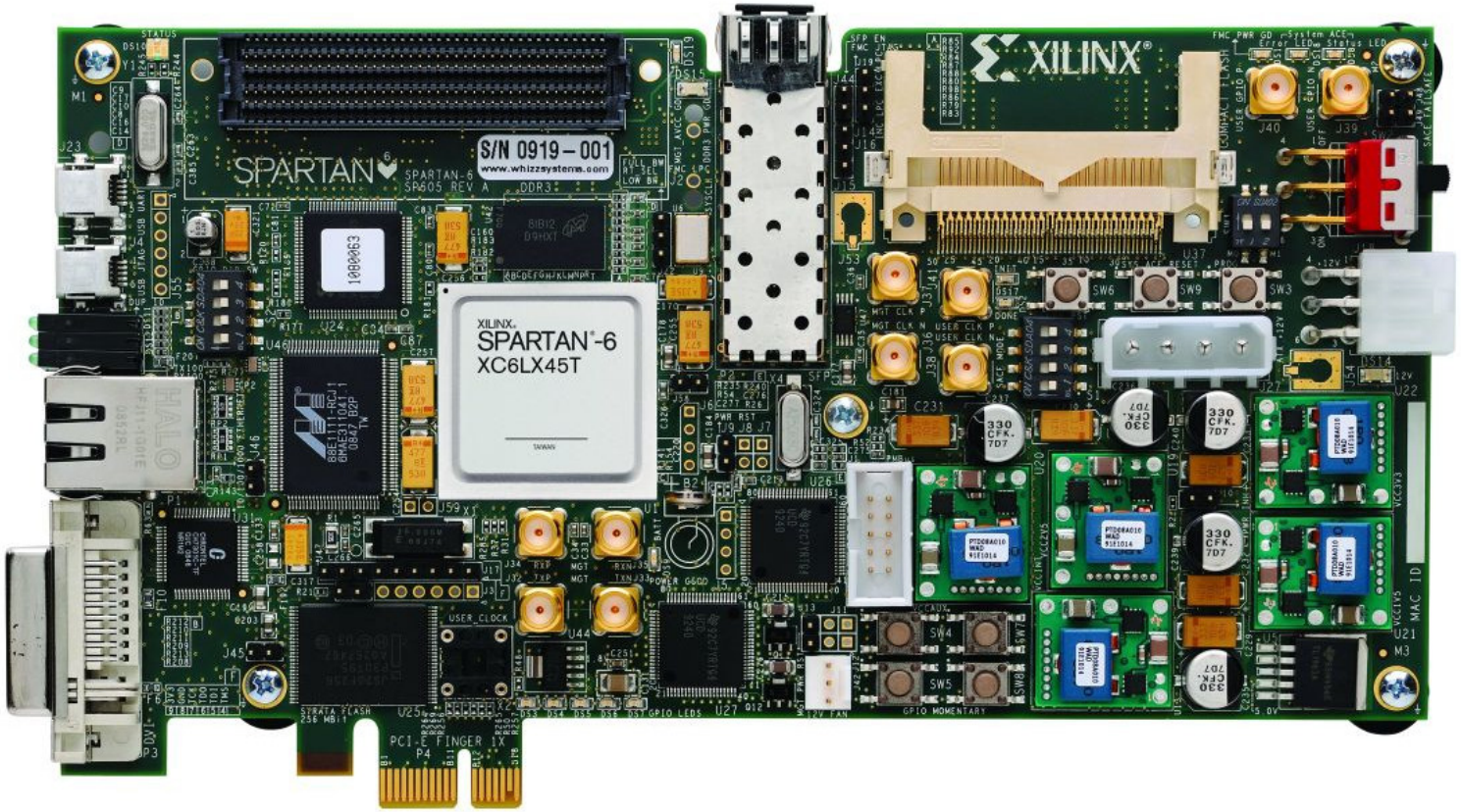
Diskrétní vlnková transformace: Příklad

Obrázek : Vstupní obraz, úplný rozklad.

Platforma ASVP: UTIA v Praze

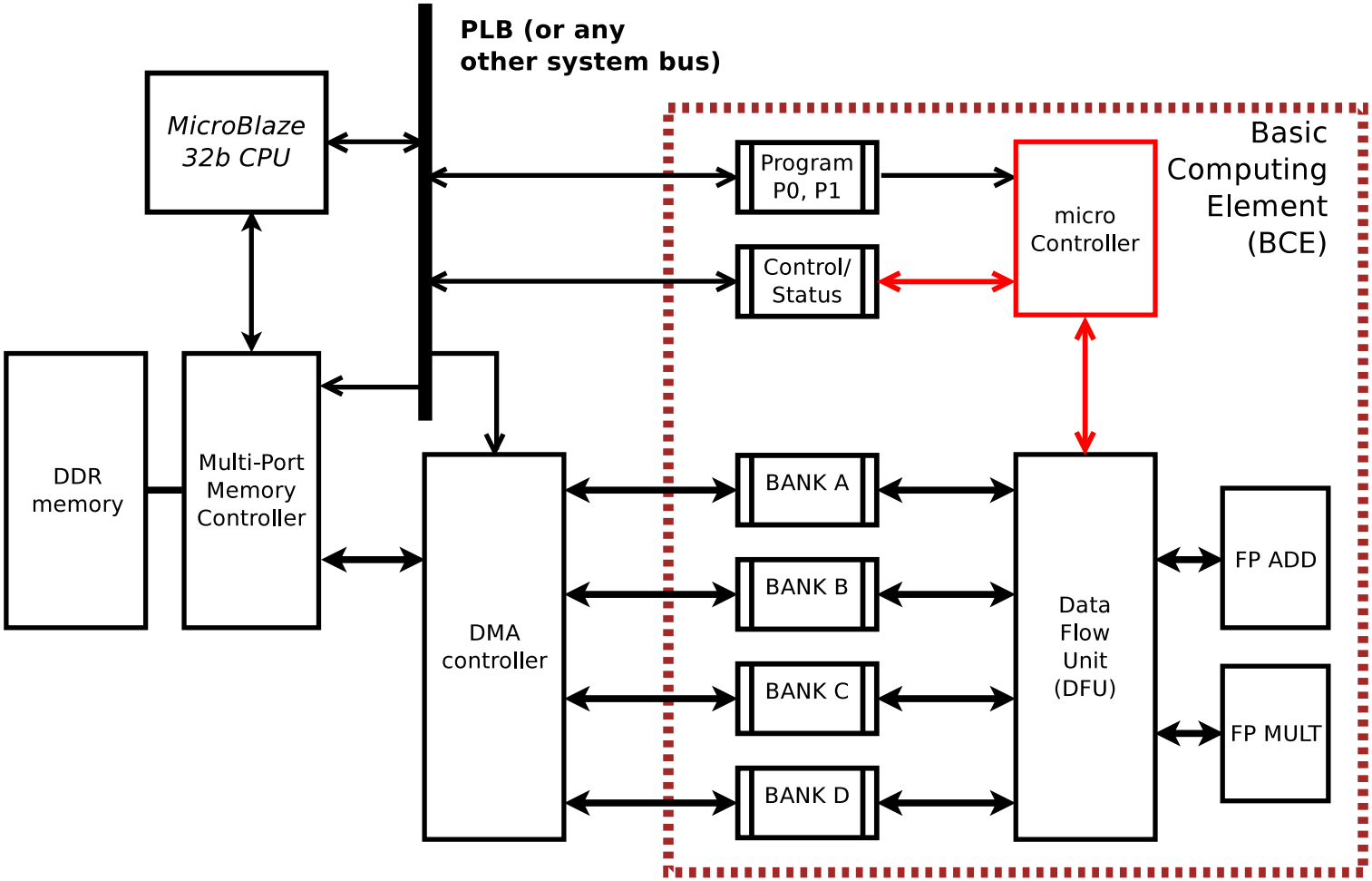
Obrázek : Ústav teorie informace a automatizace AV ČR (UTIA).

Platforma ASVP: FPGA kit fy Xilinx



Obrázek : Spartan-6 FPGA SP605 Evaluation Kit.

Platforma ASVP: Akcelerační jednotka



Obrázek : Basic Computing Element (BCE).

Platforma ASVP: Přehled

- Application-Specific Vector Processor (ASVP), dříve EdkDSP
- 32bitový MicroBlaze (MB) jako CPU
- Basic Computing Element (BCE): akcelerační jednotka (4 banky pamětí, PB, DFU)
- PicoBlaze (PB) jako mikrokontrolér v BCE
- Data Flow Unit (DFU): akceleruje vektorové operace, datový typ float (32 bitů), řízena BCE
- operace DFU (až 4 operandy): VCOPY, VADD, VMUL, VMAC, DPROD, VSUB, ...
- banky A, B, C, D; každá 1024 slov (floatů)
- v MB běží PetaLinux, k vývoji třeba 2 SDK (PB + MB), jazyk C

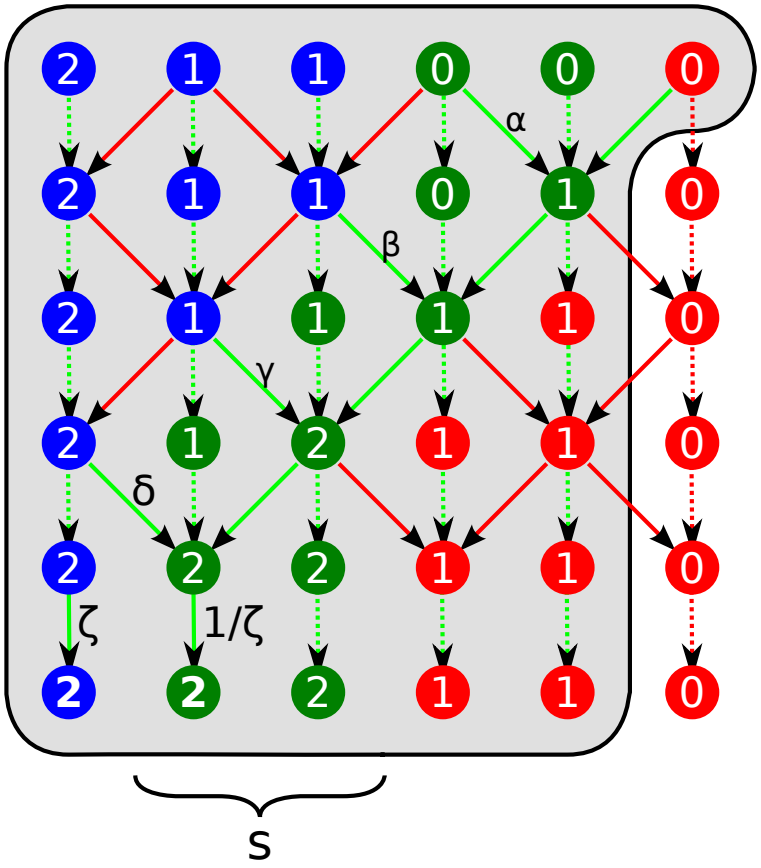
Platforma ASVP: Specifika vývoje

- omezené Linuxové prostředí (Valgrind)
- chyby v GCC (adresy symbolů)
- chyby v API (flush, +1 operací)

DMA flush

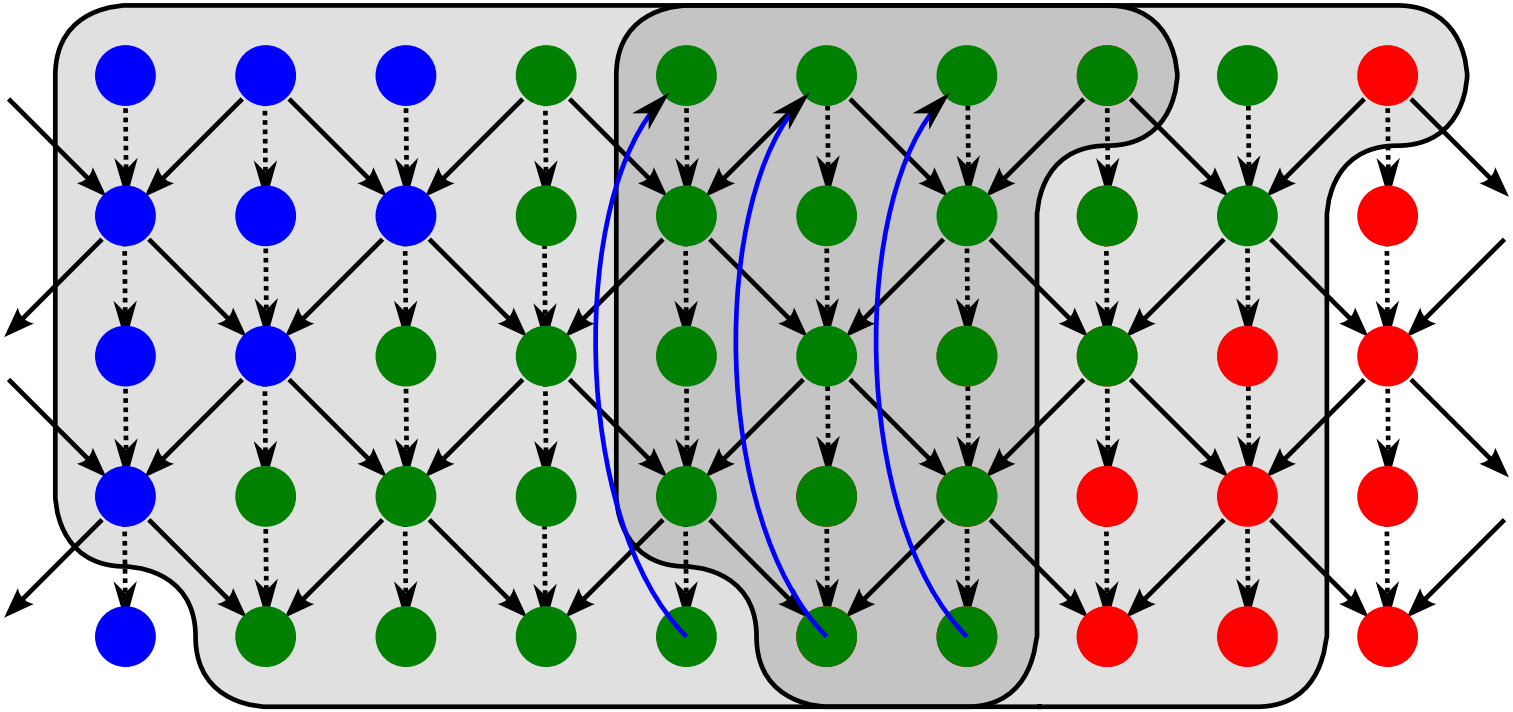
```
intptr_t tmp = size + (dcache_line_len * 4);
do {
        __asm volatile (
                "wdc %0, %1;"
                :
                : "r" (addr+tmp), "r" (0)
                : "memory"
        );
        tmp -= dcache_line_len * 4;
} while( tmp >= 0 );
```

Implementace: Realizace v BCE



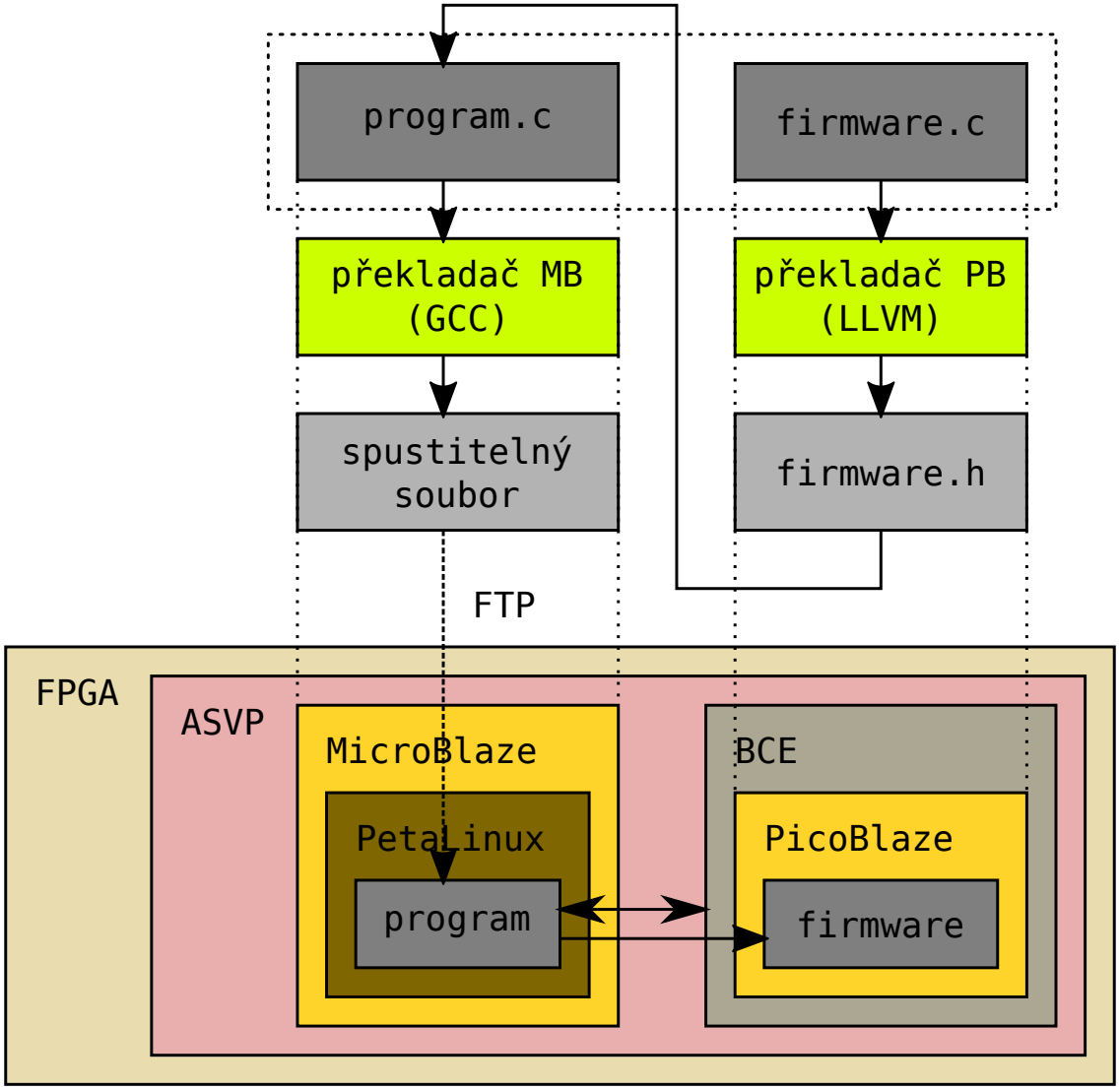
Obrázek : Firmware FWT s CDF 9/7.

Implementace: Realizace v BCE



Obrázek : Návaznost dvou operací.

Implementace: Vývoj



Obrázek : Překlad a spuštění a programu.

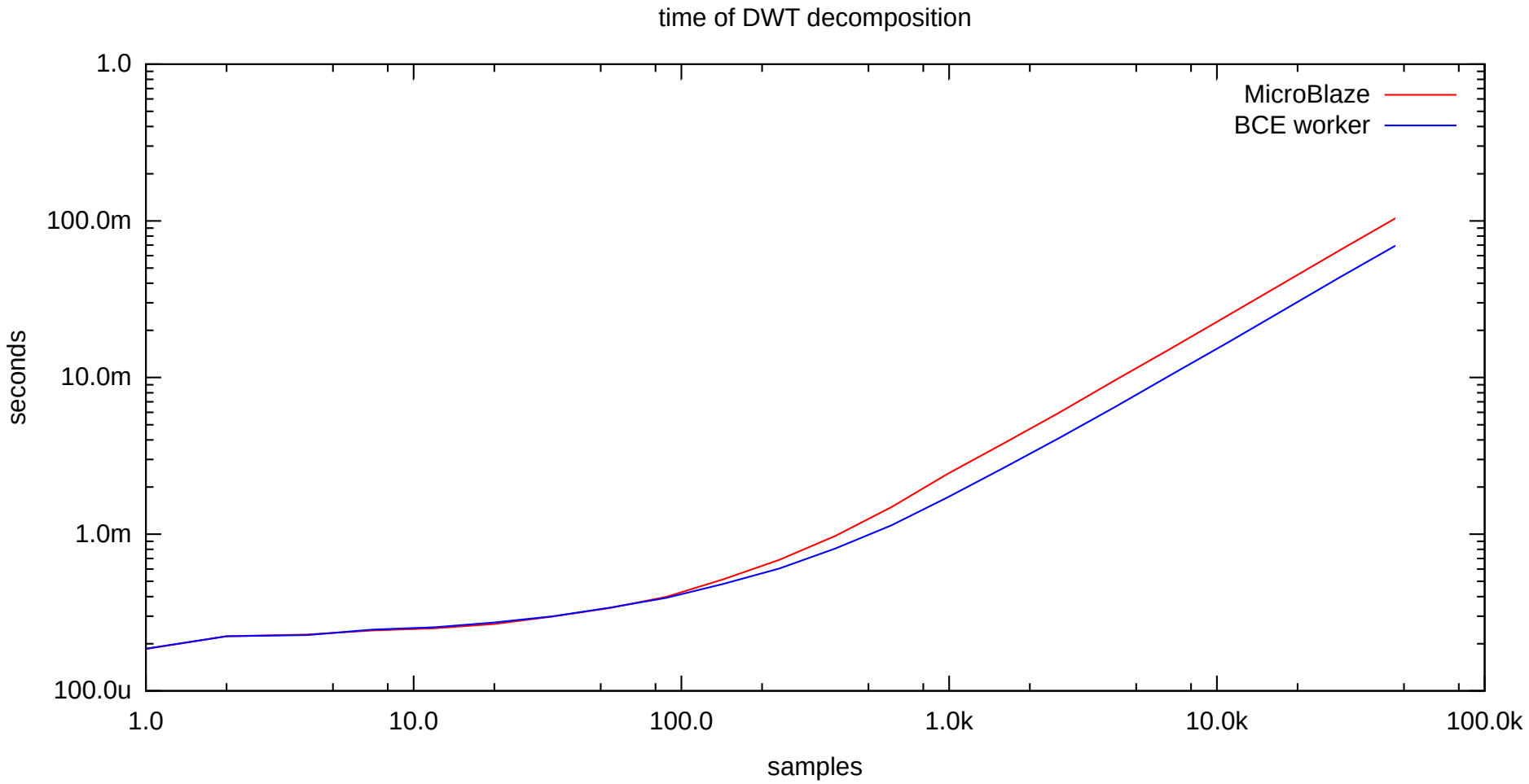
Výsledky: Signál 65k vzorků

- jedna úroveň rozkladu s vlnkou CDF 9/7
- 1D signál, typ `float`
- 65 536 vzorků
- dopředná a zpětná transformace
- platforma ASVP

Měření

platforma	FWT (zrychlení)	IWT (zrychlení)
MicroBlaze	0.147859 s (1.00×)	0.195814 s (1.00×)
MicroBlaze + BCE	0.099225 s (1.49×)	0.147052 s (1.33×)

Výsledky: Signál 1–65k vzorků



Obrázek : Čas/vzorky, obě osy logaritmicky.

Výsledky: Obrázek 512 × 512 pixelů

- úplný rozklad s vlnkou CDF 9/7
- jeden kanál, typ `float`
- 512 × 512 pixelů (≈ 0.26 Mpx)
- dopředná a zpětná transformace
- platforma ASVP a PC (Intel Core2 Duo @ 3 GHz)

Měření

platforma	FWT (zrychlení)	IWT (zrychlení)
x86_64×1	0.004115 s (1.00×)	0.004003 s (1.00×)
x86_64×2	0.002196 s (1.87×)	0.002159 s (1.85×)
MicroBlaze	0.501741 s (1.00×)	0.497281 s (1.00×)
MicroBlaze + BCE×1	0.259075 s (1.94×)	0.258958 s (1.92×)
MicroBlaze + BCE×2	0.214298 s (2.34×)	0.213274 s (2.33×)

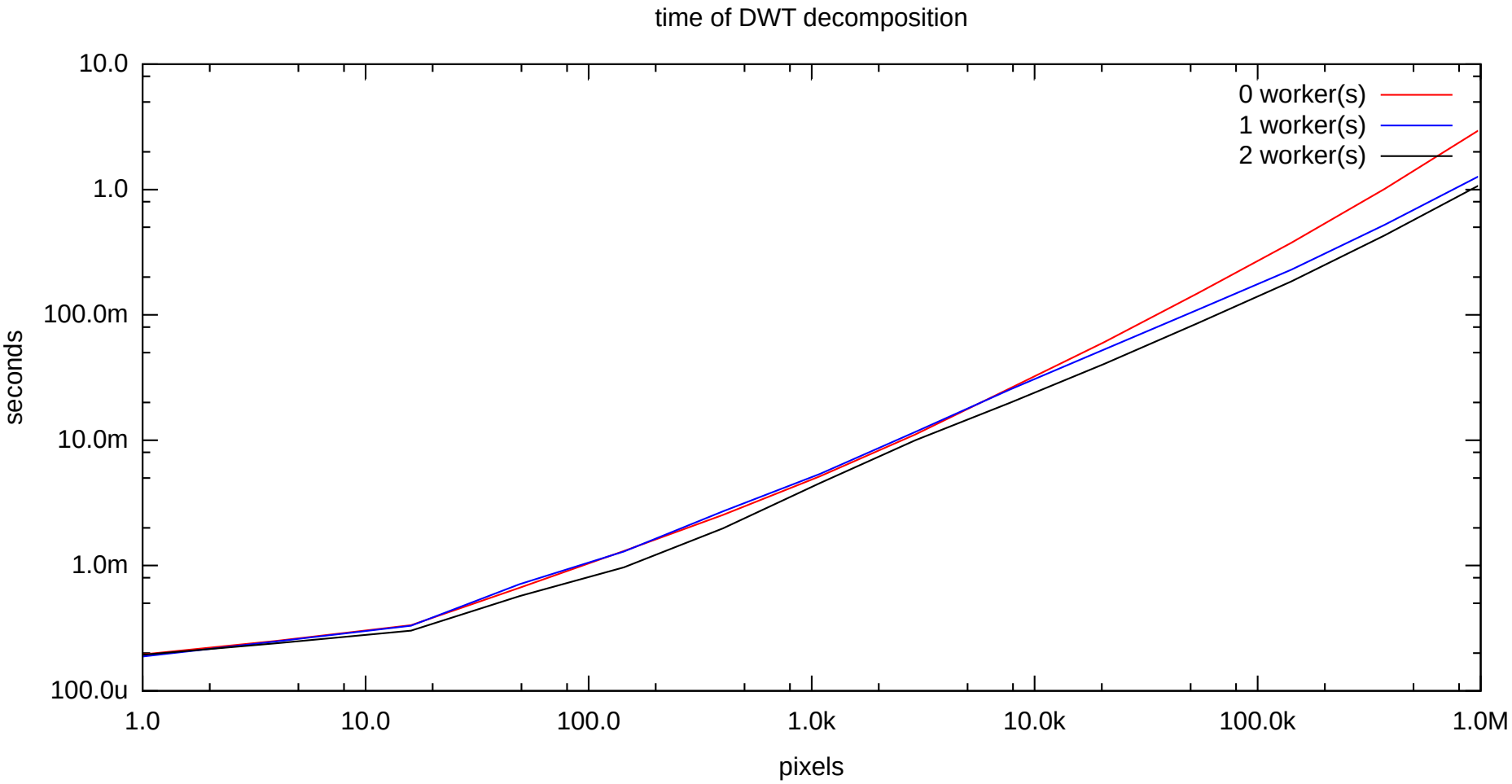
Výsledky: Obrázek 1024 × 1024 pixelů

- úplný rozklad s vlnkou CDF 9/7
- jeden kanál, typ `float`
- 1024 × 1024 pixelů (≈ 1.05 Mpx)
- dopředná a zpětná transformace
- platforma ASVP a PC (Intel Core2 Duo @ 3 GHz)

Měření

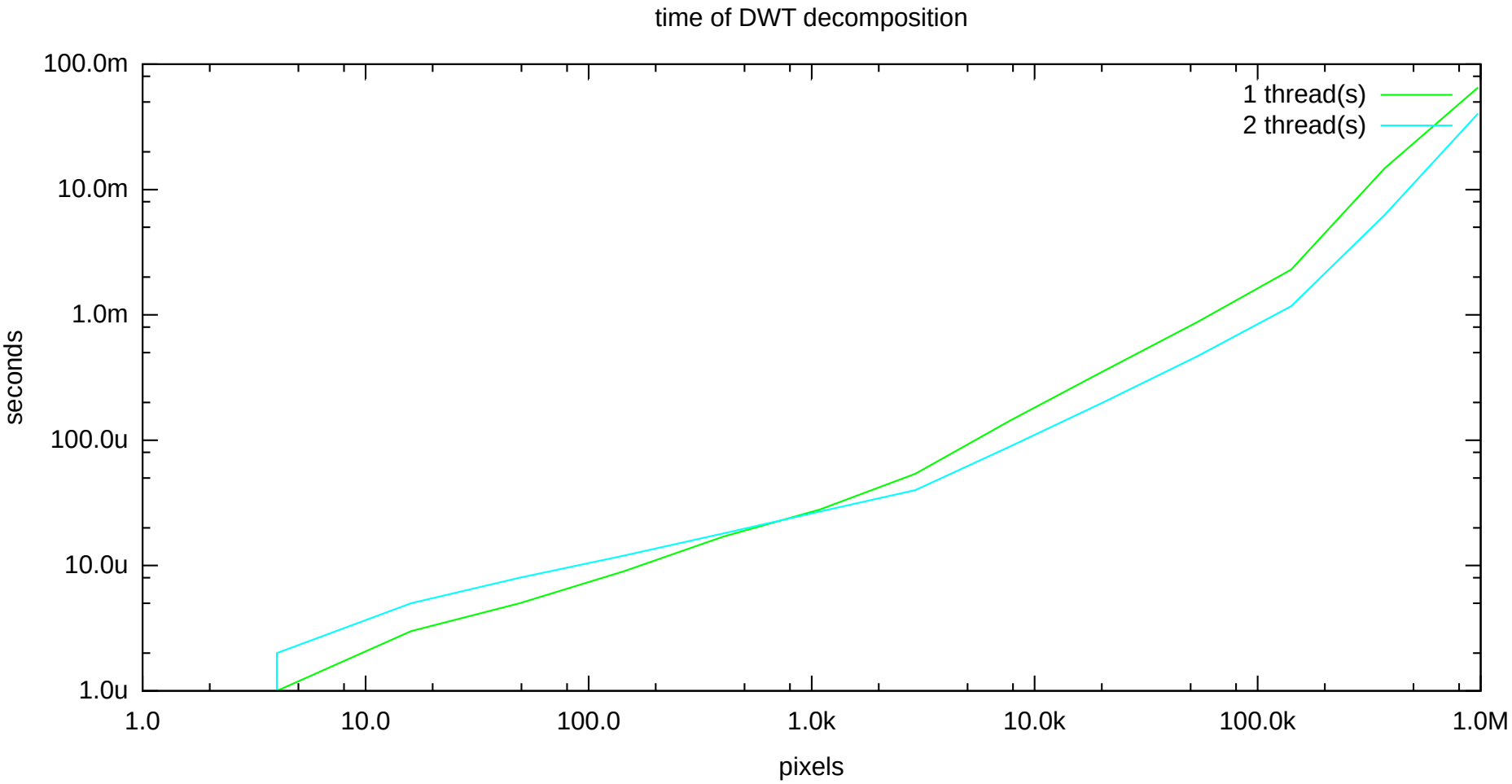
platforma	FWT (zrychlení)	IWT (zrychlení)
x86_64×1	0.072385 s (1.00×)	0.071353 s (1.00×)
x86_64×2	0.052796 s (1.37×)	0.054944 s (1.30×)
MicroBlaze	2.510482 s (1.00×)	2.434262 s (1.00×)
MicroBlaze + BCE×1	0.971047 s (2.59×)	0.898911 s (2.71×)
MicroBlaze + BCE×2	0.837879 s (3.00×)	0.761417 s (3.20×)

Výsledky: Transformace obrázku na ASVP



Obrázek : Čas/Mpx, obě osy logaritmicky.

Výsledky: Transformace obrázku na PC



Obrázek : Čas/Mpx, obě osy logaritmicky.