

Úvod

Práce se zabývá návrhem hardwarové jednotky urychlující návrh obrazových filtrů pomocí (ko)evolučních algoritmů. Proces (ko)evolučního návrhu filtrů je výpočetně velmi náročný, proto je vhodné se zabývat jeho hardwarovou implementací. Navržená jednotka je první implementací koevolučního algoritmu běžícího plně v hardwaru, koevoluční návrh je tak urychlen až 58 krát oproti optimalizované softwarové implementaci. Funkčnost jednotky je ověřena na úlohách návrhu filtru impulzního šumu a detektoru hran.

(Ko)evoluční návrh obrazových filtrů

Filtry navržené tradičními metodami fungují na základě principů, které lze matematicky popsat a vysvětlit, za určitých podmínek však filtrace nedosahuje uspokojivých kvalit. Pomocí evolučních algoritmů (např. kartézského genetického programování) je možné navrhnout výrazně spolehlivější a zároveň výpočetně méně náročné filtry. Kvalita kandidátních filtrů v populaci je hodnocena na základě zvolené množiny případů fitness, v případě koevolučního návrhu pak na základě podmnožiny případů fitness, která je předmětem evoluce souběžně s evolucí kandidátních filtrů (viz schéma koevolučního návrhu).

Pro zrychlení (ko)evolučního návrhu byla navržena akcelerační jednotka založená na technologii rekonfigurovatelných logických obvodů (FPGA). Jednotka využívá dvojici procesorů MicroBlaze doplněných o vlastní periferie pro akceleraci kartézského genetického programování založené na virtuálních rekonfigurovatelných obvodech.

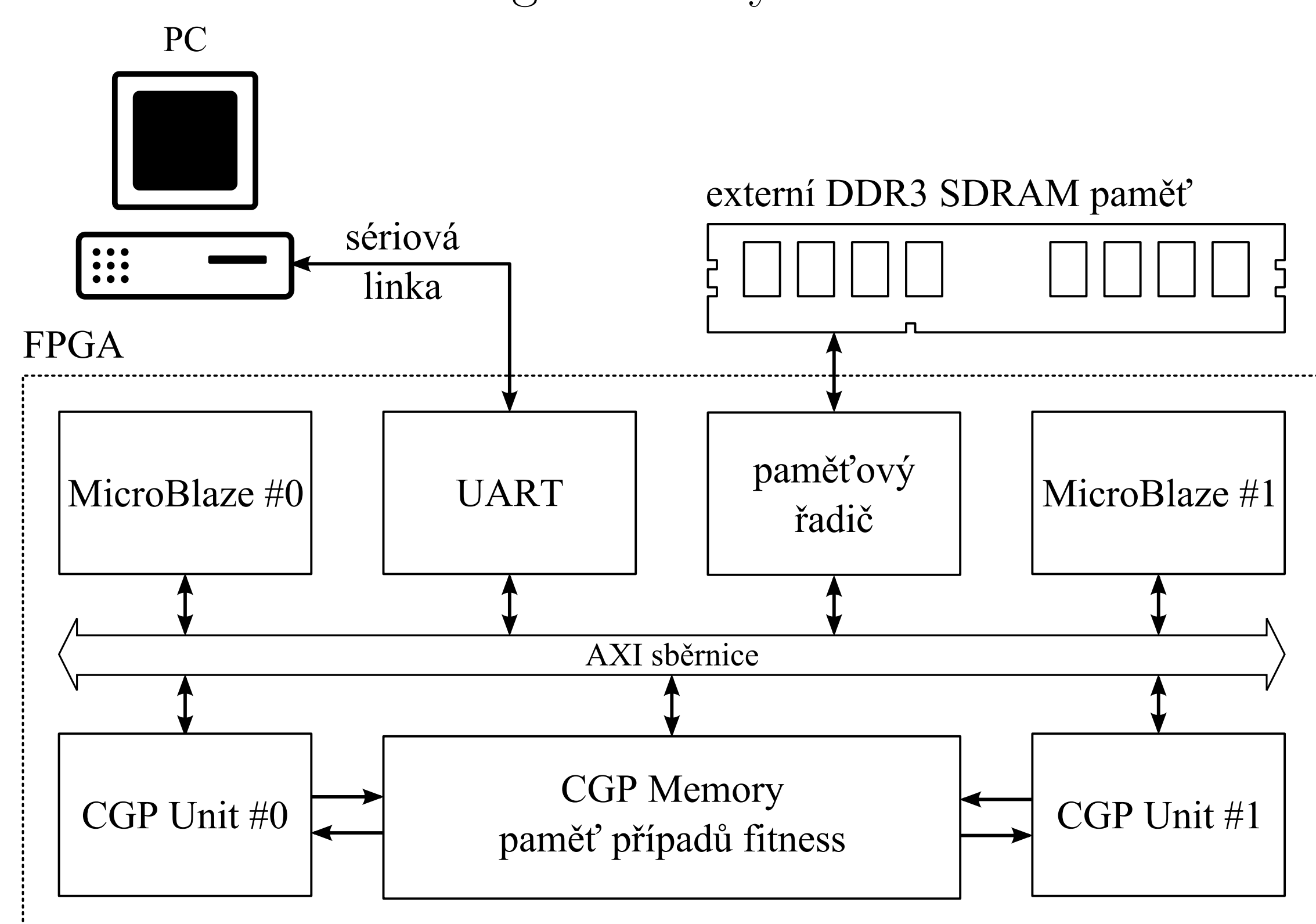
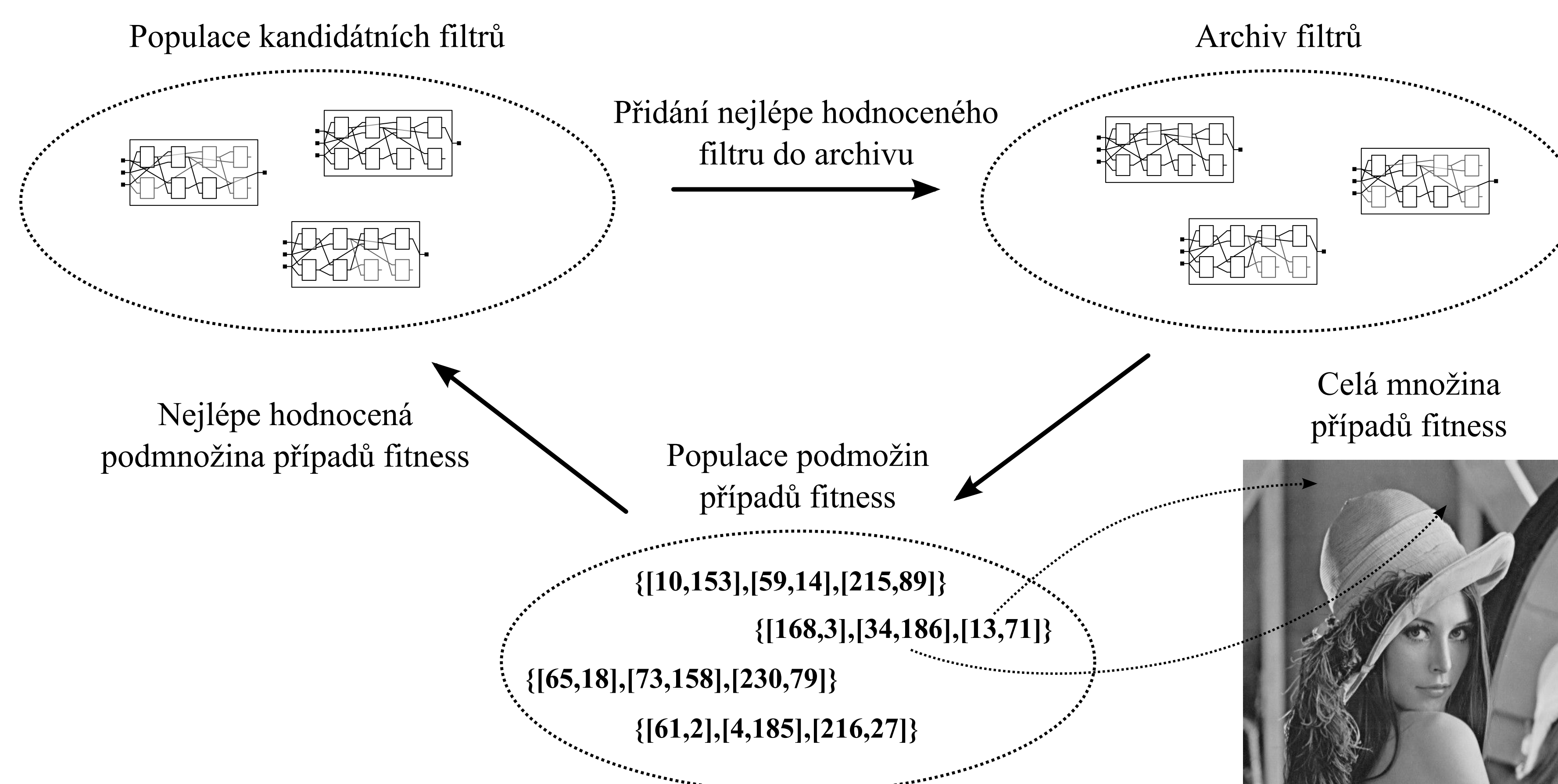
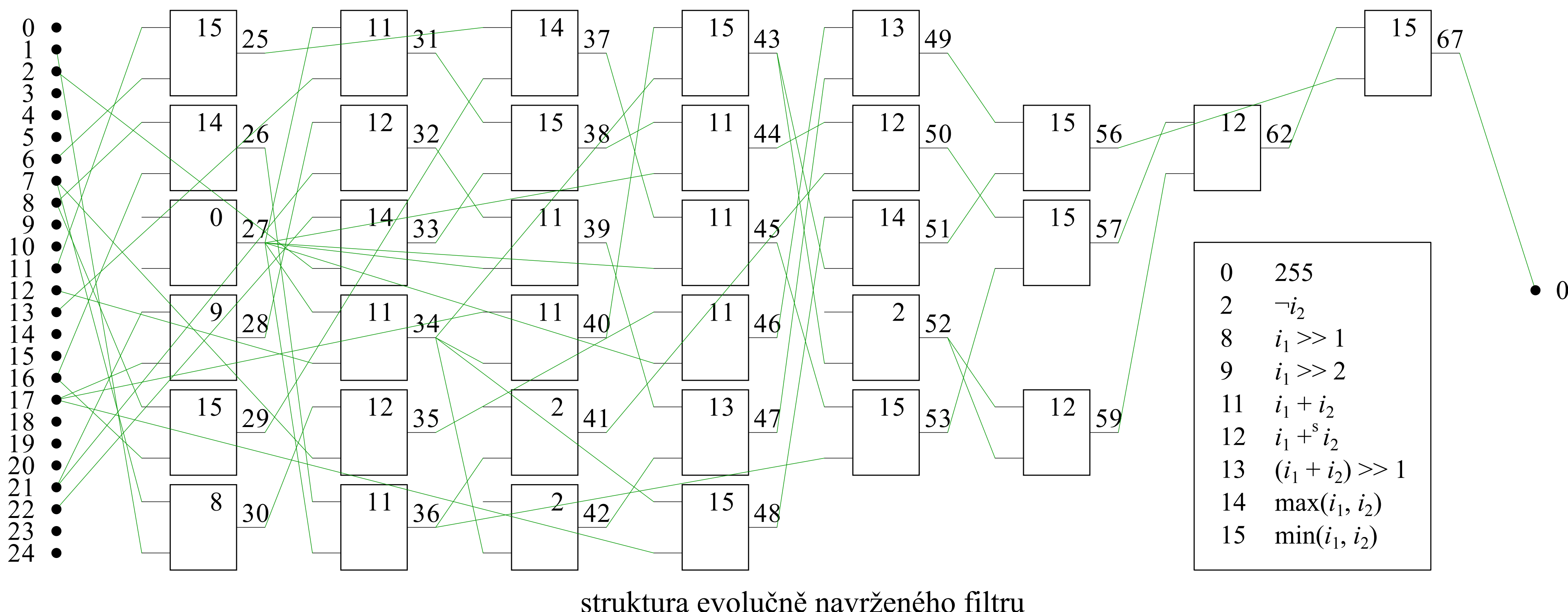


Schéma koevolučního návrhu obrazových filtrů

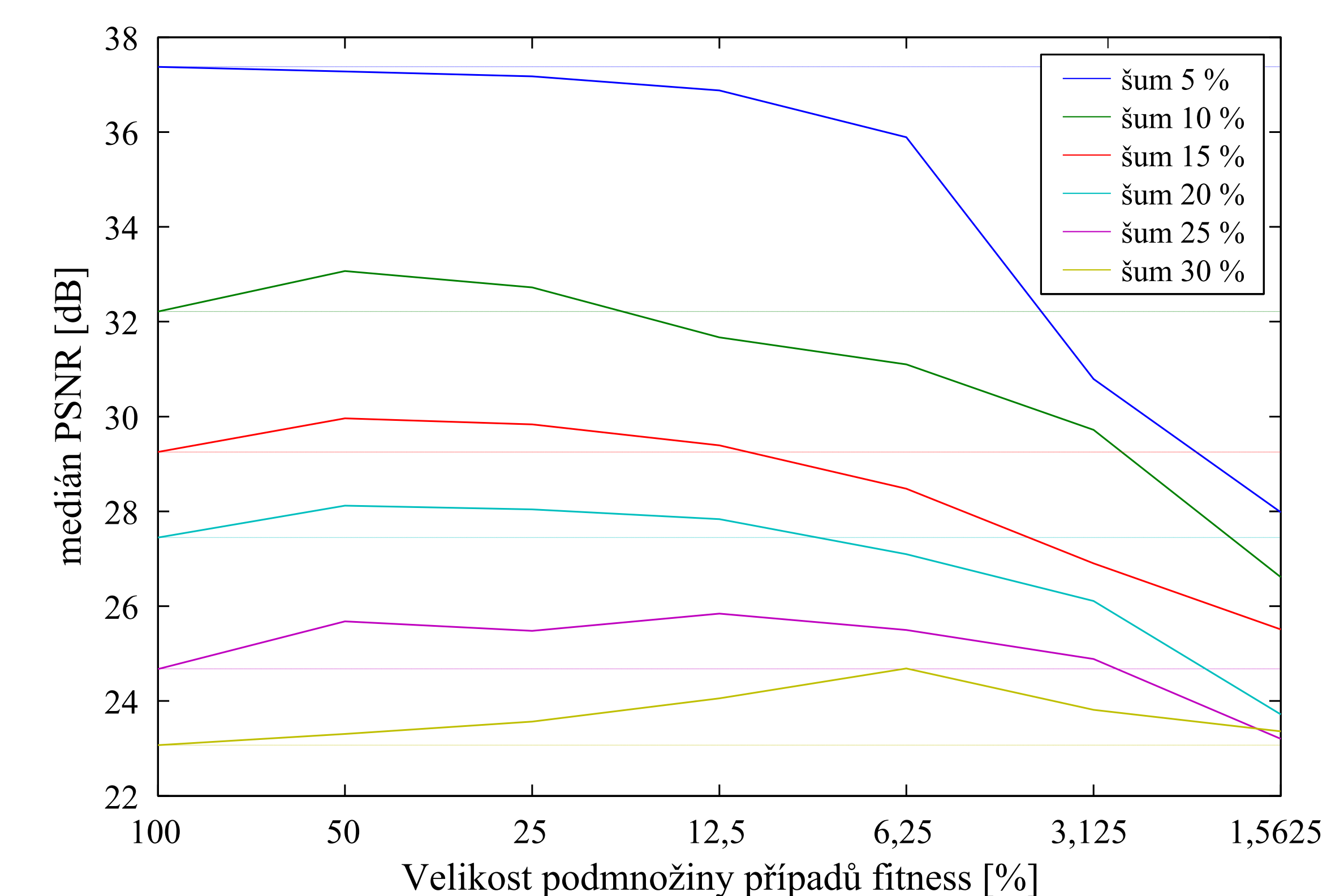


Srovnání filtrace pomocí konvenčního a evolučně navrženého filtru

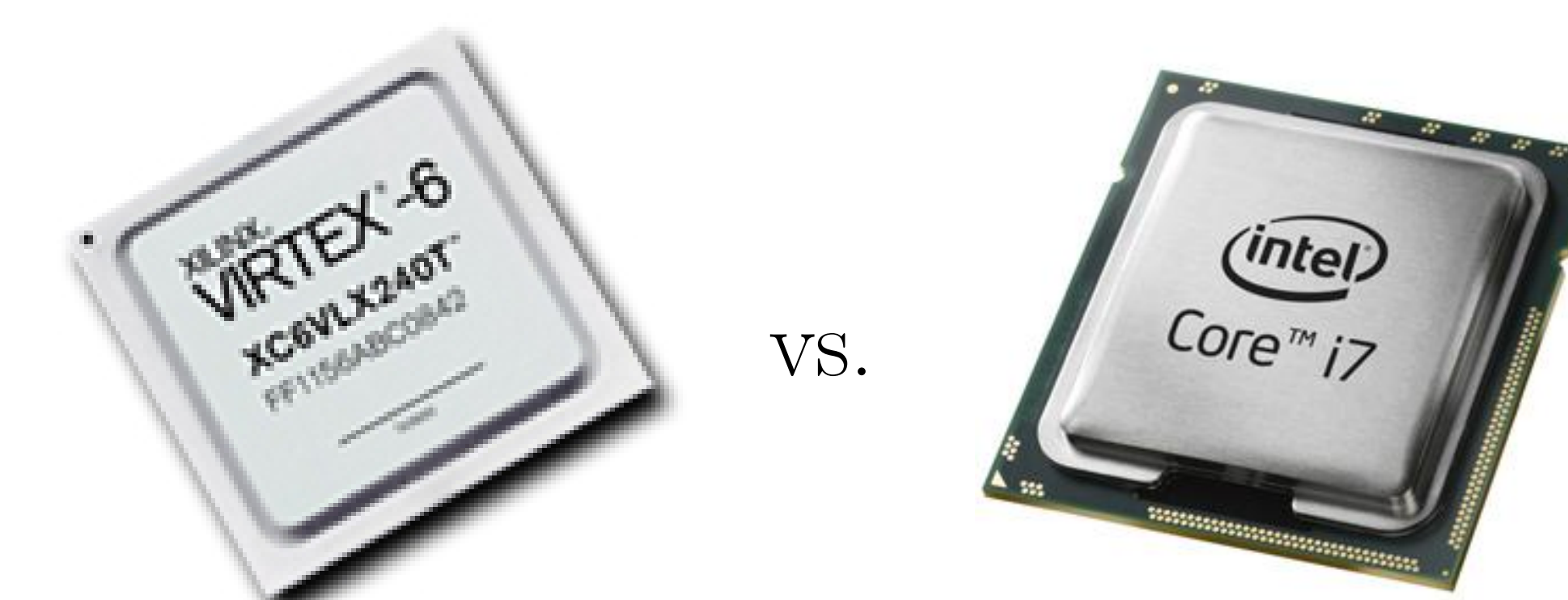


Vyhodnocení

Experimentálně bylo zjištěno, že zavedením koevoluce podmnožin případů fitness je možné zejména při vyšších úrovních šumu získat kvalitnější filtry. Pro každé nastavení evoluce bylo provedeno 100 nezávislých běhů, získané filtry byly testovány na sadě 14 obrázků a porovnány pomocí hodnoty PSNR (špičkový poměr signálu k šumu). Vliv velikosti podmnožiny případů fitness na kvalitu získaných filtrů při různých intenzitách šumu ilustruje graf na následujícím obrázku.



Výkonnost platformy byla srovnána s významně optimalizovanou softwarovou implementací (OpenMP, SSE) běžící na procesoru Intel Core i7-860. Při koevolučním návrhu bylo dosaženo zrychlení až 58x.



akcelerace až 58x

Publikace

- [1] Hrbáček, R.: Hardware Platform for Coevolutionary Design. In *Proceedings of the 19th Conference STUDENT EEICT 2013 Volume 2*, 2013, ISBN 978-80-214-4694-6.
- [2] Hrbáček, R.; Šikulová, M.: Coevolutionary Cartesian Genetic Programming in FPGA. In *Proceedings of the 12th European Conference on Artificial Life*, 2013.