

IMPLEMENTÁCIA VÝPOČTOVO NÁROČNÝCH ALGORITMOV NA INTEL XEON PHI

Dominik Šimek <xsimek23@stud.fit.vutbr.cz>

55



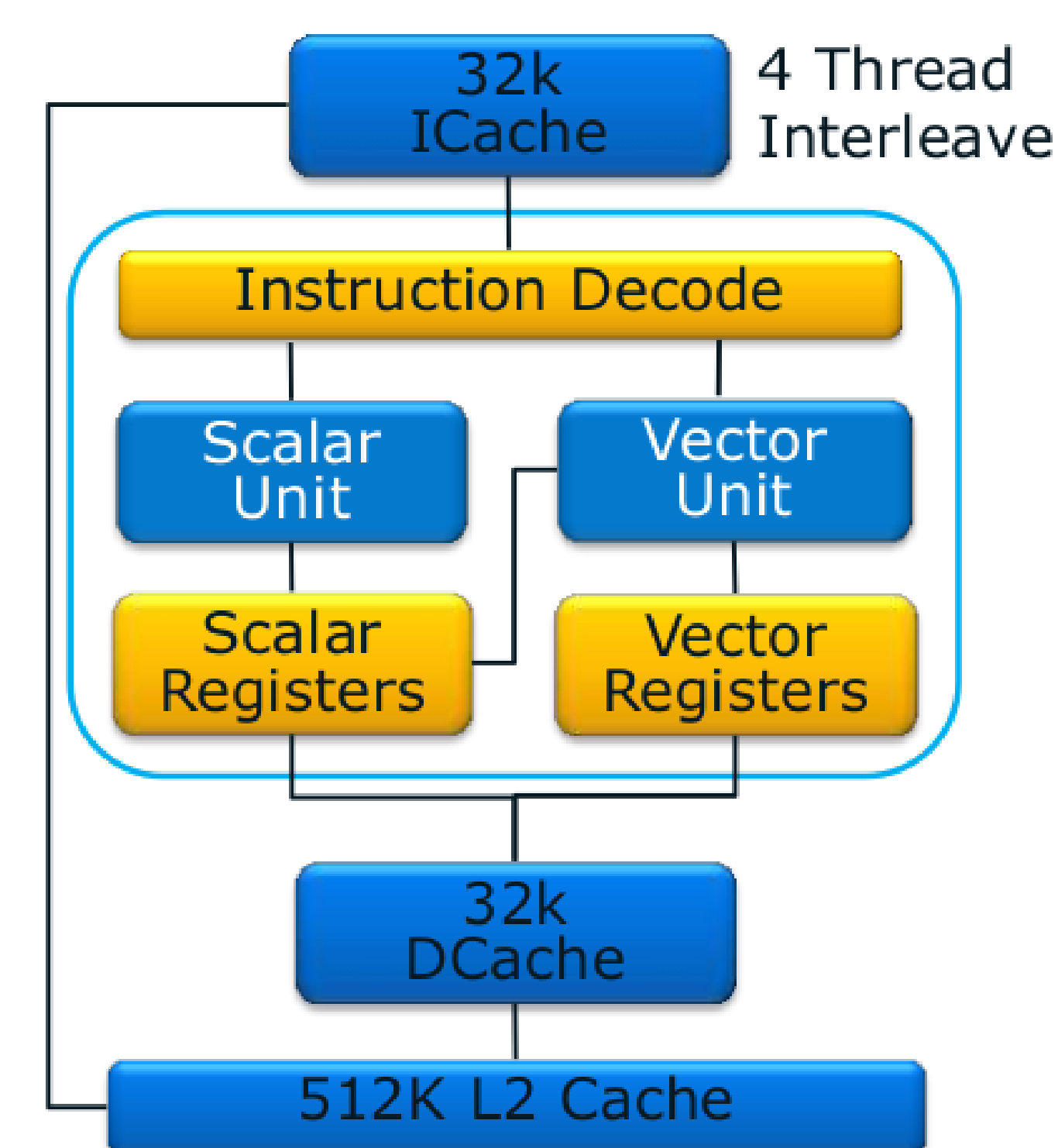
Intel Xeon Phi

Xeon Phi je koprocesor vyvinutý firmou Intel, určený pre vysoko náročné výpočty, napríklad v oblastiach počítačovej grafiky, fyzikálnych simulácií, matematických výpočtov atď. Na trhu sa prvý krát objavil v roku 2012 pod označením Xeon Phi (alebo Knights Corner). Ako základ pre koprocesor sa použili jednoduché, upravené jadrá x86 (Pentium). Vznikla nová architektúra zvaná MIC – „Intel Many Integrated Core Architecture“, ktorá kombinuje veľké množstvo jadier Intel na jednom čipe s výkonnými jednotkami VPU a rýchlymi pamäťami cache. Koprocesor teda obsahuje na jednom čipe viac ako **50 jadier** (v závislosti od konkrétneho modelu). Každé jadro navyše disponuje 4 hardvérovými vláknami, pričom sa využíva „hyperthreading“. Dokopy nám teda koprocesor poskytuje viac ako **200 hardvérových vlákien**.

Ku host'ovskému systému je pripojený pomocou PCIe zbernice, ktorá umožňuje vytvoriť virtuálne TCP spojenie medzi host'ovským systémom a koprocesorom. Na koprocesore beží vlastný operačný systém (Linux), na ktorý sa je možné priamo prihlásiť pomocou zabezpečného shellu. Koprocesor teda funguje ako samostatný systém, na druhej strane ale nemôže existovať samostatne, bez procesoru.

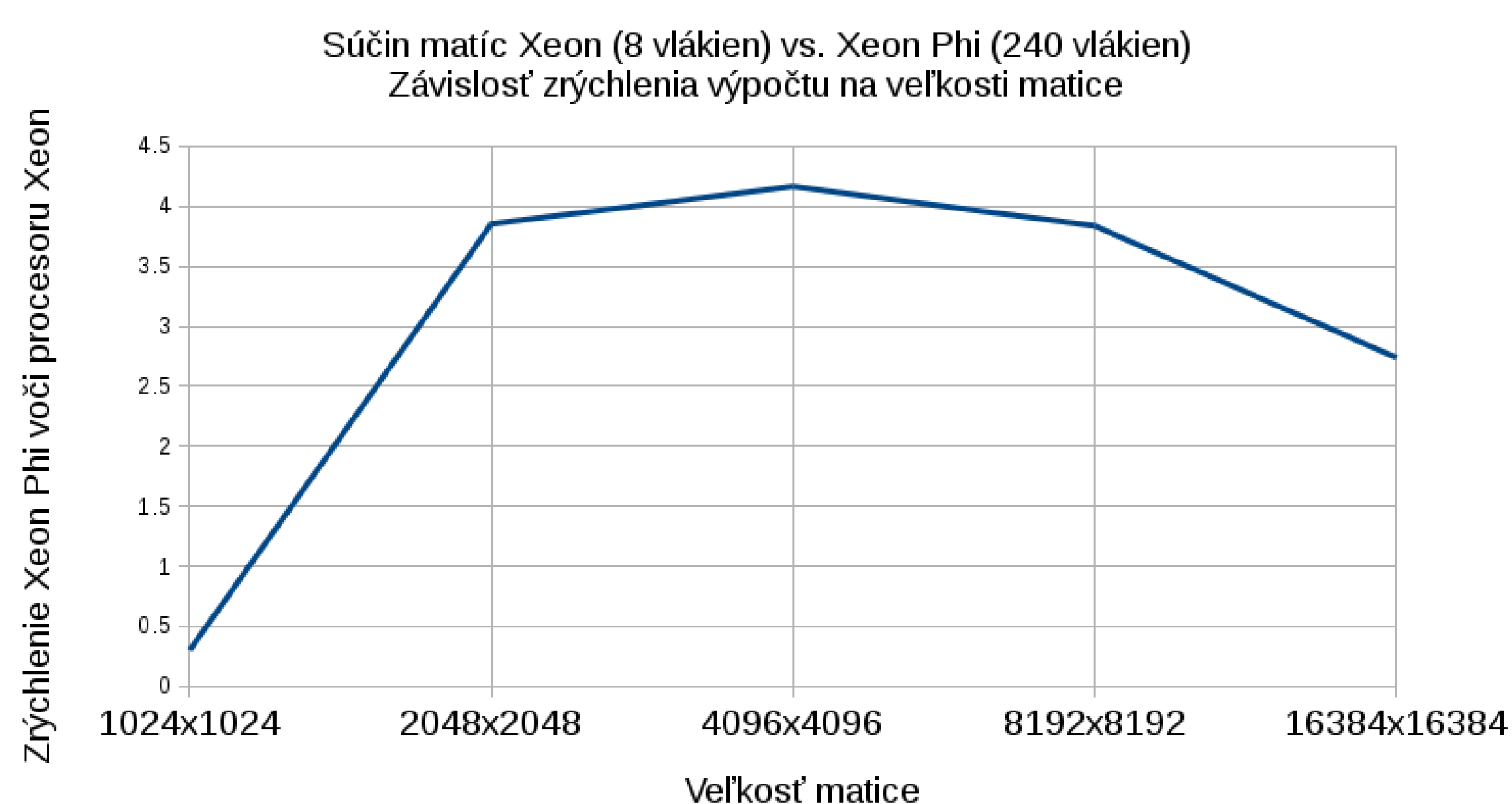
O spracovanie veľkého množstva dát sa starajú výkonné VPU jednotky, ktoré obsahujú novú inštrukčnú sadu **AVX-512** (spracovávajú až 512 bitové vektory dát). Efektívnej práci VPU jednotiek napomáhajú rýchle a pomerne veľké pamäte cache. Každé jadro obsahuje 32 KB inštrukčnú L1 cache, 32 KB dátovú L1 cache a 512 KB L2 cache. Koprocesor okrem iného obsahuje aj vlastnú DDR5 pamäť (6-16 GB v závislosti na modeli). Koprocesor dokáže produkovať výkon až **1 teraFLOPS v DP a 2 teraFLOPS v SP**.

Jadro Intel Xeon Phi



Jednoduché benchmarky

Bolo implementovaných veľké množstvo jednoduchých benchmarkov za účelom otestovania potenciálu koprocesoru, identifikovania jeho silných či slabých stránok atď. Medzi vykonané benchmarky patrí napríklad **súčin matice a vektora, súčin matic, funkcie FFT** apod. Benchmarky boli najskôr implementované a optimalizované pre procesor Intel Xeon, neskôr pre koprocesor Xeon Phi, pričom bol porovnávaný ich výkon. Napríklad pri súčine dvoch matic bolo dosiahnuté viac ako **4 násobné** zrýchlenie výpočtu voči procesoru. Nasledujúci graf zobrazuje zrýchlenie koprocesoru voči procesoru v závislosti na veľkosti matice.



N-Body (Časticový systém)

Implementačne a výpočtovo náročnejším problémom bola simulácia pohybu častíc v priestore – „N-Body Simulation“. Aplikácia na základe vzájomného silového pôsobenia častíc simulovala ich pohyb. Pri tomto probléme bol dosiahnutý veľmi slušný výkon. 1 procesor Xeon vyprodukoval výkon 200 gigaFLOPS, 2 procesory Xeon 390 gigaFLOPS a koprocesor Xeon Phi takmer **600 gigaFLOPS**.



Zložitejšie problémy

Veľmi zaujímavou časťou práce bolo portovanie MATLABového modulu **k-Wave** na koprocesor Xeon Phi. Jednalo sa o tisíce riadkov kódu optimalizovaného pre procesor, ktoré bolo nutné prispôsobiť pre koprocesor.

Súčasťou práce bola aj kroskompilácia existujúcich knižníc, modulov či programov pre Intel Xeon Phi. Jednalo sa o knižnice pre prácu s dátami, ako napríklad **HDF5, ZLIB, BZIP2, ...** Ďalej to bola kroskompilácia interpretu jazyka **Python** a jeho modulov **Numpy** a **Scipy**, zamerané pre náročné výpočty. Python bežiaci natívne na Xeon Phi bol určený pre výskumnú skupinu na FIT VUT zaoberajúcou sa spracovaním ľudskej reči. Xeon Phi bol využívaný pri snahe o optimalizáciu **extrakcie ivectoru**, ktorá tvorí významnú časť procesu spracovania reči.

Na základe veľkého počtu experimentov bol zhodnotený **potenciál koprocesoru** a vyvodенý **záver** z možností využitia koprocesoru. Xeon Phi je možné používať najmä pre vysoko paralelné úlohy (na úrovni vlákien a SIMD inštrukcií). Rozhodne nie je vhodné používať koprocesor pre beh náročných aplikácií, ktoré bežia na jednom vlákne (všeobecne na malom počte vlákien).

Ak Vás téma zaujala, neváhajte sa spýtať, rád poskytnem ďalšie informácie.

Koprocesor Intel Xeon Phi

