

# Posudek diplomové práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

**Autor práce** Bc. Jakub Matěna  
**Název práce** VMA merging in Linux  
**Rok odevzdání** 2022  
**Studijní program** Informatika **Studijní obor** Softwarové systémy

**Autor posudku** RNDr. Vlastimil Babka, Ph.D. **Role** vedoucí  
**Pracoviště** SUSE Linux

## Text posudku:

Cílem práce bylo identifikovat, ve kterých situacích a z jakých důvodů nedochází v Linuxovém kernelu ke spojování kompatibilních anonymních oblastí paměti (VMA) během různých operací, které tyto VMA modifikují, a pokusit se implementaci vylepšit tak, aby ke spojování pokud možno docházelo.

Jedná se o poměrně náročné zadání, které vyžaduje seznámení se s rozsáhlou stávající implementací Linuxového kernelu, a pochopení do velké hloubky jeho velmi netriviální části. Se správou VMA a stránek paměti souvisí mnoho datových struktur, často nedostatečně a nekonzistentně dokumentovaných. Tyto struktury jsou chráněné různými zámky a dalšími mechanismy umožňující bezpečné paralelní operace, a jakékoli modifikace stávajícího kódu vyžadují tak tuto bezpečnost zachovat a současně dodržet pořadí zamykání a další pravidla tak, aby se předešlo deadlockům.

Velkým kladem práce tedy je, že autor se dokázal s tímto náročným zadáním velmi dobře vypořádat. Analýzou stávající implementace identifikoval, že situací, kdy ke spojování VMA nedochází je více, než se původně předpokládalo, a z více důvodů. Navržené a implementované řešení je funkční a stabilní, a spojování anonymních VMA umožňuje nyní v naprosté většině situací. Ve zbývajících scénářích, kde spojování nelze provést v hierarchiích více procesů sdílejících danou VMA, by byla složitost řešení a cena ve formě procesorového času a spotřebované paměti pravděpodobně zcela neúnosná a neadekvátní.

Pozitivně hodnotím také autorem demonstrovanou schopnost spolupráce s kernelovou komunitou. Řešení ve formě jednotlivých patchů (včetně nových selftestů) odpovídá standardům komunity. Během různých fází vývoje řešení byla výsledná série odeslána veřejně k posouzení a připomínky autorem zapracovány. Jednodušší části řešení jsou přijaty do procesu začlenění do kernelu. U hlavních částí řešení se bohužel ukazuje, že potřebná složitost implementace řešení spolu s drobným, nicméně nutným vlivem na výkon převyšuje demonstrované přínosy, a k začlenění tedy zatím nedošlo. To ale není vadou práce, která je přesto hodnotná, jelikož jsou výhody a

nevýhody vylepšeného spojování VMA nyní reálně ověřené a v případě, že nějaký workload bude z vylepšeného spojování VMA významně profitovat, bude to argument pro začlenění implementovaného řešení.

Práce je textově poměrně zdařile strukturovaná a napsaná, a popis různých relevantních částí kernelu může i dobře sloužit k seznámení s těmito oblastmi, kde ucelená dokumentace chybí. Vzhledem k množství různých součástí Linuxového memory managementu, kterých se implementace v různých detailech dotýká (THP, KSM, swap...) ale nelze v daném rozsahu očekávat konzistentní podrobnost jejich popisu.

Určité výhrady mám ke kapitole Results. Microbenchmark "spacing-speed-test" ukazuje, že kernel s implementovanými změnami má přibližně dvakrát rychlejší operaci `mremap()` než původní kernel, přestože by měl vykonávat složitější kód, a ostatní benchmarky ukazují na mírné zpomalení. Tento rozpor však není nijak diskutován a analyzován a je otázka, zda tu nejde o artefakt použité metody měření času (`clock()`) v microbenchmarku. Dále prezentace výsledků (tabulky) mohly být v mnoha případech kompaktnější a např. neobsahovat všechny jednotlivé samplly.

**Práci doporučuji k obhajobě.**

**Práci nenavrhuji na zvláštní ocenění.**

V Praze dne 29. 8. 2022

Podpis: