

Posudek vedoucího diplomové práce

Bc. Robert Eckstein

Pokročilé algoritmy počítačového vidění pro robotický fotbal

Diplomová práce Bc. Roberta Ecksteina¹ se věnuje problematice návrhu a vývoje modulu počítačového vidění pro potřeby řízení hry robotického fotbalu. Autor si toto komplexní téma vybral v návaznosti na svou bakalářskou práci a také na své předchozí odborné aktivity v týmu robotického fotbalu ZČU. Předložené řešení představuje hodnotnou robustní aplikaci, která vhodně doplňuje již existující infrastrukturu software pro řízení hry robotického fotbalu. Jedná se o vyzrálé implementační dílo, jehož příprava vyžadovala i nemalé vědecko-výzkumné úsilí nad běžný rámec magisterského studia.

Autor mimo jakoukoliv pochybnost prokázal vynikající programátorské dovednosti, inženýrské schopnosti a potenciál pro vědeckou práci. **Všechny body zadání práce byly bez výhrad splněny** – dále v posudku uvedené drobné výtky naprosto nekolidují s výborným hodnocením.

Softwarová část díla není nikterak rozsáhlá: Zdrojový kód programového řešení má 3596 řádek v jazyce C++, což se sice může zdát poměrně málo, ovšem je třeba uvážit značnou teoretickou náročnost řešené problematiky a také fakt, že přímo zadáním bylo stanoveno využití vysoce optimalizované knihovny funkcí pro počítačové vidění OpenCV. Naopak průvodní dokument je nadstandardně rozsáhlý a včetně příloh má 120 stran.

Celé dílo (jak software, tak dokument) působí velmi vyspěle. Vyvinutá aplikace funguje naprosto bezchybně, je plně integrovatelná a integrovaná do existujícího rámce aplikací pro řízení robotického fotbalu a zcela podle představ zadavatele. Rozpoznávání obrazu fotbalové hry robotů je mimořádně robustní, stabilní a velmi rychlé (při snímání s rozlišením 1280×1024 pixelů, 50 FPS, je čas zpracování snímku zhruba 4,6 ms, tj. asi 23% reálného času).

Software je naprogramován v jazyce C++ za využití vysoce optimalizované knihovny pro počítačové vidění OpenCV, která je v současné době v předmětné oblasti de facto technologickým standardem a její nepoužití by bylo bláhové. Aplikace je ze své podstaty multiplatformní, byť se primárně předpokládá provoz na systémech rodiny Windows. Zdrojový kód je zapsán přijatelně – je nutno přihlídnout k faktu, že se jedná o vědecko-výzkumný projekt a vlastně prototyp. Autor se snaží dodržovat většinu pravidel a doporučení kladených na kulturu zápisu zdrojového kódu, ovšem je patrné, že čas byl jeho nepřítelem. Kód je místy dost zhuštěný a poněkud hůře čitelný. Komentáře jsou v českém jazyce a ne vždy zcela jasně vysvětlují daný úsek kódu, také jich není právě mnoho.

Problém je nicméně velmi dobře objektivně dekomponován a budoucí re-engineering modulu by tedy neměl být zásadně problematický. Také implementovaná metoda interakce s řídicí aplikací robotického fotbalu pomocí socketů je vybrána velice vhodně, činí celý systém stabilnějším, lze jej díky tomu navíc decentralizovat a tak zvýšit jeho výkon. Z pohledu funkčnosti nelze vyvinutému softwarovému dílu nelze vytknout prakticky nic. Zřejmě také proto, že autor docházel pravidelně a často na konzultace a velice důsledně se řídil nejen radami vedoucího, ale také podněty ostatních členů týmu robotického fotbalu ZČU.

Autor dále z vlastní iniciativy a nad rámec zadání práce připravil grafické uživatelské rozhraní pro nastavování parametrů vyvinutého modulu počítačového vidění, který značně usnadňuje nasazení modulu a zejména vývojové fáze práce, kdy je třeba najít optimální nastavení parametrů.

Testování a hodnocení výkonu rozpoznávacího modulu bylo provedeno velmi pečlivě. Autor také zkoumal různé možnosti zvýšení výkonu pomocí přesunů některých částí výpočtu na výpočetní jádra GPU prostřednictvím technologie CUDA. Dosažené výsledky jsou podrobně diskutovány v závěru průvodního dokumentu práce.

Průvodní dokument je napsán výbornou technickou češtinou a vysázen v L^AT_EXu. Jeho grafická úroveň je vynikající a celkově působí velmi harmonickým dojmem. Rozsahem je nadstandardní. Text práce je srozumitelný a čtivý, autorovy vyjadřovací schopnosti jsou velice dobré. Gramatické či jiné chyby se v práci prakticky nevyskytují, kromě několika drobných chyb např. ve větě interpunkci, dělení slov, či ne zcela vhodné volbě konkrétního výrazu. Text je dobře logicky strukturován, poměr jednotlivých částí textu je vyvážený a vhodně pokrývá vykládaná témata od úvodních elementárních informací až po implementační detaily. Autorovo odborné vyjadřování je vyzrálé a nelze mu nic vytknout.

Autor vhodně používá zvýrazňovací řez písma, text je vhodně doplněn značným množstvím ilustrativních obrázků v dostatečné kvalitě, řadou výpisů kódu, vzorců a tabulek, které text žádoucím způsobem obohacují a přispívají

¹Podobnost přijetí autora diplomové práce a vedoucího je čistě náhodná a neexistují mezi nimi žádné příbuzenské vazby.

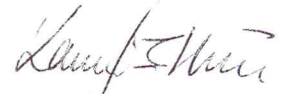
k rychlému pochopení vykládané problematiky. Drobná výtka se týká skutečnosti, že u řady převzatých obrázků jsou vysvětlující texty v angličtině, zatímco jazykem práce je čeština.

Provedení citací je správné, rozsah i výběr literatury je nadstandardní.

Závěrem: Jedná se o vyzrálé, komplexní a po implementační i odborné stránce robustní dílo. Autor se úkolu zhostil výborně a výsledek představuje kvalitní softwarový produkt, který je možné okamžitě nasadit v rámci robotického fotbalu ZČU (což se již stalo). Při řešení dané problematiky autor jednoznačně prokázal schopnost řešit inženýrským způsobem náročné problémy a zároveň značný vědecký potenciál.

Uvedené drobné výtky jsou pouze formálního charakteru, a proto práci rozhodně **doporučuji k obhajobě** a hodnotím klasifikačním stupněm

„výborně“.



Ing. Kamil Ekštejn, Ph.D.
KIV FAV ZČU

V Plzni dne 4. 6. 2013

Doplňující otázky: Nemám žádné doplňující otázky.

**SOUHLASÍ
S ORIGINÁLEM**



Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
katedra informatiky a výpočetní techniky

①