

# Oponentní posudek diplomové práce

Student: **Bc. Marek Tejc**

Název tématu: **Využití principů KLT pro sledování cíle kamerovou hlavicí**

Oponent: **Ing. Jiří Nohýl, CSc.**

**VTU s.p., o.z VTÚL a PVO**

**Mladoboleslavská 944**

**197 06 Praha 9 - Kbely**

Student vypracoval diplomovou práci zaměřenou na aplikaci KLT (Kanade-Lucas-Tomasi) algoritmu pro sledování objektů, určenou pro nasazení v počítači obrazové zpětné vazby gyroskopicky stabilizované kamerové hlavičky M120. V úvodní části práce popisuje dosud používaný algoritmus SSD, který poskytuje dobré výsledky při dostatečné viditelnosti cíle a jeho pomalé vzhledové změně. Z více pramenů nastudoval matematický aparát algoritmu KLT popisujícího mechanismus sledování cíle v obraze snímané scény. Z řady různých variant výpočtu KLT vybral jako základ algoritmus ve variantě dopředně sčítající s použitím Gauss-Newtonovy metody minimalizace. Při rozhodování se opíral o publikované výsledky porovnání daných variant.

Student přistupuje k práci systematicky. Vybral dostatečně robustní a výpočetně přiměřeně náročnou (kvůli omezenému výpočetnímu výkonu kontroléru obrazové zpětné vazby v hlavičce M120) varianty algoritmu KLT, která využívá pro sledování obraz převedený na úroveň šedi. Pro případ většího posunutí obrazu cíle mezi jednotlivými snímky používá pyramidové reprezentace algoritmu. Tím se zvyšuje schopnost sledování cíle při větší rychlosti jeho pohybu. Následný iterativní KLT algoritmus vyhledá v jednotlivých vrstvách pyramidy v gradientu optického toku minimum, což s vysokou pravděpodobností odpovídá nové pozici sledovaného cíle. Iterace postupuje ve vrstvách od vrcholu pyramidy k její základně. Iterace ve vrstvě končí, jakmile vektor posunutí překročí stanovenou mez nebo je dosaženo stanoveného počtu iterací (obvykle postačuje 5). Algoritmus rovněž dokáže vyhodnotit ztrátu cíle díky aplikaci dynamicky stanovené chybové funkce postupem uvedeným v bakalářské práci realizované na stejné katedře.

V následujících krocích plní i další úkol zadání diplomové práce – převod navrženého algoritmu do aplikace v jazyce C++ spustitelné na platformách s operačními systémy Windows a Linux. K tomu využívá funkce pro zpracování obrazu ze statické knihovny Open CV. Správně volí více vláknovou realizaci s chráněným přístupem ke sdíleným proměnným.

Aby zjistil, zda implementovaný algoritmus KLT odpovídá předpokladům, přistoupil student k ověření své práce na 16 sekvencích snímků z reálných leteckých záběrů pozemních cílů pořízených gyroskopicky stabilizovanou hlavičkou a scény snímané ruční kamerou. Sledoval nejen výsledky KLT algoritmu, ale porovnával je i s používaným algoritmem SSD. Výsledky uspořádal přehledně do tabulky. Na testovacích sekvencích bylo zjištěno, že navržený KLT algoritmus je srovnatelně rychlý

nebo rychlejší než původní SSD (při 25 startovních bodech) a doba sledování objektu v sekvenci je u něj stejná nebo delší ve většině zkoumaných případů. Je jen škoda, že student neudělal malý krok nad rámec zadání diplomové práce a neimplementoval předváděný KLT algoritmus do kontroléru hlavičky M120. Porovnání obou algoritmů za letu by pak mělo větší vypovídací hodnotu.

Diplomová práce byla sepsána a uspořádána do logicky navazujících kapitol. Z některých úseků textu je zřejmý spěch při formulování myšlenek a spoléhání na to, že je čtenář obeznámen s tématem ne méně než autor. Kvalitu práce například snižuje rozdílně uváděný počet testovacích sekvencí v úvodu páté kapitoly (16) a při hodnocení algoritmů v jejím závěru (15). Studentovi bych dále doporučil, aby v písemném projevu nepoužíval množné číslo, pokud nejde o týmovou práci. Zde to může být považováno za nemístný „plural majesticus“. Předpokládám, že chybné označení KLT algoritmu jako Kanade-Lucas-(Takedo) vzniklo nedopatřením. Takedo je křestní jméno spoluautora pana Kanade. Třetím spoluautorem je Carlo Tomasi. Písemnému projevu by také prospěla větší pozornost věnovaná gramatice (např. shodě podmětu s přísudkem – str. 19).

Po prostudování předložené práce mohu prohlásit, že student požadované zadání splnil dobře. Prokázal schopnost doplnit své teoretické znalosti studiem literatury, převést algoritmus do spustitelné aplikace v programovém jazyce C++ s využitím knihovny Open CV v prostředí Windows a Linux a ověřit jeho funkci na zkušebních obrazových sekvencích. Jeho práce přispěje k řešení automatického sledování cíle malou kamerovou hlavičkou M120.

Vzhledem k výše uvedenému hodnocení, množství a kvalitě odvedené práce a použitelnosti výsledků v praxi, navrhuji diplomovou práci klasifikovat stupněm

**C (dobře).**

V Praze dne 24. května 2015

Ing. Jiří Nohýl, CSc.