

## Posudek vedoucího diplomové práce

Název práce: Discrete Energy Minimization with Global Constraints

Autor práce: Valerii Ulitin

Autor posudku: RNDr. Daniel Průša, Ph.D. (Katedra kybernetiky, FEL, ČVUT)

Cílem posuzované diplomové práce bylo navrhnout modifikaci formulace problému minimalizace diskretní energie, a to přidáním globálních omezení. Uvedený problém nachází velké uplatnění v počítačovém vidění, dobře známá je především jeho aplikace na problém segmentace obrazu. Hlavní motivací proto byla úloha zaměřená na segmentaci obrazu, s tím, že má být zpracována množina podobných obrázků, lišících se úhlem pohledu na scénu nebo světelnými podmínkami. Předmětem výzkumu byla otázka, zda je možné použít model barev vytvořený podle jednoho z obrázků pro segmentaci obrázků ostatních. Ukázalo se, že přímočaré použití, s aplikací standardních metod, vede k četným chybám. Na druhé straně, dobrých výsledků lze dosáhnout, pokud je přidána horní a dolní mez na očekávaný počet pixelů popředí a pozadí. Vzhledem k tomu, že takovéto globální podmínky zesložitují daný problém minimalizace energie, bylo potřeba navrhnout vlastní aproximační algoritmy pro samotné řešení.

Hodnocení průběhu řešení diplomové práce:

- Diplomant pracoval systematicky a samostatně. Pravidelně docházel na schůzky kde prezentoval dílčí výsledky. Dobře pracoval s doporučenou literaturou, nečinilo mu problémy ji porozumět. Byl vytrvalý v situacích, kdy implementaci bylo složité odladit – všechny algoritmické části zdárně dotáhnul do konce.
- Snadno se zorientoval v existujících metodách pro problém segmentace obrazu a byl je schopen v krátké době reimplementovat (model barev reprezentovaný jako Gaussian mixture model, řešení binárních submodulárních instancí převodem na hledání minimálního řezu/maximálního toku v síti, řešení víceznačkových metrických instancí metodou  $\alpha$ -expanze), s využitím volně dostupné knihovny pro max-flow/min-cut.
- Shromáždil vhodná data, na kterých demonstroval, že úlohu podle uvažovaného scénáře nelze úspěšně vyřešit použitím sdíleného modelu barev, spolu s použitím standardních metod.
- Stanovil vhodnou globální podmínku omezující počet pixelů popředí intervalem přípustných hodnot (v případě více segmentovaných objektů pak intervalem přípustných hodnot pro každý z objektů).
- Navrhnul dva algoritmy pro řešení modifikované úlohy. Prokázal, že jejich kombinace dává dobré výsledky v případech, kdy přímočará aplikace sdíleného modelu vede k chybným výsledkům.
- Jako problematrická část se v průběhu práce ukázala implementace binárních hald. Pro jejich realizaci nakonec zvolil programovací jazyk Java, namísto Matlabu, který vyhovoval ostatním záměrům. I v tomto bodě tedy dosáhnul funkčního řešení.

Po implementační stránce považují všechny zadané úkoly za splněné. Experimentální ověření by bylo možné provést ještě důkladněji, buď rozšířením datové sady, nebo i iterováním přes všechny obrázky dané scény pro fixaci modelu barev. To ale nic nemění na tom, že přínosnost metody byla jasně prokázána a výsledky mají potenciál praktického využití.

Text práce je napsaný v anglickém jazyce. Považují jej za dobře strukturovaný, doplněný mnoha vhodnými ilustracemi. Domnívám se ale, že určité části textu mohou být pro čtenáře hůře srozumitelné, zejména pokud není dobře obeznámen s danou problematikou. Důvodem jsou některé chybějící detaily, drobné chyby, nebo ne zcela přesné jazykové obraty (např. Kap. 2: nejednotné značení grafů, množin hran/sousedů; Kap. 4: popis algoritmu „Pixel swapping“ vyžaduje více podrobností; Kap. 5: chybí specifikace object size constraint v redukci problému bisekce grafu na problém minimalizace energie s omezeními). Kromě tohoto se v textu vyskytují časté gramatické

chyby. Celkově by tedy text vyžadoval další kontrolu, opravy a doplnění pro větší srozumitelnost a exaktnost.

Na základě uvedeného hodnocení doporučuji práci k obhajobě a navrhuji ji klasifikovat známkou **B – velmi dobře**.

V Praze, dne 5.6.2017

RNDr. Daniel Průša, Ph.D.