

## Posudek vedoucího na diplomovou práci

„Vyhledávání obrázků podle obsahu“

od Bc. Josefa Talaše,

studenta Matematicko-fyzikální fakulty, Univerzity Karlovy v Praze

Práce předkládána jako diplomová se zabývá vyhledáváním bitmapových obrázků podle obrazových charakteristik. Cílem práce bylo navrhnout obrazové příznaky vhodné pro vyhledávání, uživatelské rozhraní pro jejich specifikaci a implementovat prototyp vyhledávacího systému. Samotné vyhledání spočívá v nalezení bitmapového obrázku či množiny obrázků v databázi, jejichž vektor příznaků je nejbližší specifikovanému příznakovému vektoru. Současný převážně používaný přístup k vyhledávání bitmapových obrázků je založen na porovnávání specifikovaných klíčových slov s ručně získanou slovní anotací obrázků v databázi, což je evidentně v mnoha ohledech nedostatečný přístup (nedostatečná automatizace atd.). Zkoumaná problematika je tak velmi potřebná a nabízí velké možnosti praktického uplatnění.

Po provedení rešerše a prozkoumání existujících vyhledávacích systémů založených na vyhledávání podle obsahu nebo podobnosti se řešitel rozhodl specifikovat vyhledávaný obrázek pomocí kresby, která je zadávána uživatelem v jednoduchém kreslicím rozhraní. Z kresby jsou následně extrahovány příznaky, podle nichž je prohledána databáze a obrázky z databáze, jejichž příznakový vektor je blízký specifikovaným příznakům, jsou vráceny jako výsledek vyhledávání.

Důležitým aspektem práce byla volba příznaků dobře charakterizující bitmapový obrázek resp. jeho obsah. Jako základní inspirace sloužila sada příznaků navržená ve standardu MPEG-7, avšak vzhledem k jejich vysoké výpočetní náročnosti bylo navrženo využívat jiné existující příznaky, a sice tzv. *edge histogram descriptor* a *color and edge directivity descriptor*, které charakterizují hrany resp. barvy a texturu. Průběžné experimenty ukázaly, že ke zvýšení kvality odpovědi vyhledávače by mohly přispět další příznaky založené na informaci o orientaci hran. Řešitel tedy navrhl vlastní sadu příznaků založených na Houghově transformaci pojmenované *HoughSplitDescriptor*, *HoughLineCount* a *HoughBlockColor*, které v bitmapovém obrázku detekují výskyt přímých linií a které výrazně přispěly ke kvalitě odpovědi.

Návrh vyhledávací techniky byl experimentálně ověřen na prototypové implementaci. Řešitel implementoval klient/server aplikaci realizující vyhledávací systém, kde strana klienta byla reprezentována webovou aplikací pro zadávání kresby a extrakci příznaku a server byl představován databází bitmapových obrázků s funkcemi pro hledání obrázku s nejbližším příznakovým vektorem.

Ocenění si zaslouží řešitelův návrh způsobu experimentálního vyhodnocení vyhledávacího systému a vlastní realizace testování, což byl vzhledem k interaktivní povaze práce náročné. Experimentů se účastnily dvě testovací osoby, které zadávaly dotazy pomocí kresby, přičemž úkolem bylo vždy nalézt určitý v databázi přítomný obrázek v časovém limitu 2 minut. Během testování byly sledovány různé veličiny jako čas potřebný k nalezení obrázku či počet kreslicích operací v uživatelském rozhraní. Úspěšnost nalezení zadaného bitmapového obrázku v daném časovém limitu se pohybovala od 75% do 90%. Řešitel provedl důkladnou analýzu dat získaných z testování a vyvodil z nich závěry pro případné pokračování práce.

Cíl práce byl velmi ambiciózní, zadání představovalo poměrně velkou výzvu a jeho naplnění vyžadovalo příspěvky k několika různorodým oblastem – bylo třeba provádět činnosti od teoretického návrhu obrazových příznaků po implementaci softwarového prototypu. Příspěvky k návrhu nových příznaků, implementaci a experimentálnímu vyhodnocení považuji za zcela splňující zadání. U návrhu uživatelského rozhraní pro zadávání obrazových charakteristik jsem ale čekal více inovací – vytvoření kresby je často velmi náročné a například nástroje, které pomáhají kresbu vizuálně přiblížit některému z obrázků z databáze nebo jej nějakým způsobem do kresby promítnout, by mohly vytvoření kresby usnadnit. Stejně tak kresba nemusí být nutně vytvářena pomocí klasických kreslicích nástrojů, ale může být například kombinována z jistých komponent, které se vyskytují u obrázků přítomných v databázi.

Práce je psána v českém jazyce. Vyjadřovací styl je stručný, přičemž na některých místech by podrobnější vyjádření bylo vhodnější.

Celkově předložená práce splňuje zadání a požadavky kladené na diplomovou práci. Doporučuji tedy práci přijmout k obhajobě jako diplomovou.

V Praze dne 12. ledna 2014

RNDr. Pavel Surynek, Ph.D.  
vedoucí diplomové práce

Diplomovou práci „Vyhledávání obrázků podle obsahu“ od Bc. Josefa Talaše hodnotím známkou:

**„velmi dobře“ až „výborně“**

V Praze dne 12. ledna 2014

RNDr. Pavel Surynek, Ph.D.  
vedoucí diplomové práce