



UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY
KATEDRA APLIKOVANEJ INFORMATIKY

Diplomová práca

Júlia Birošová

Bratislava 2007

Interaktívna učebnica rozpoznávania obrazcov

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Júlia Birošová

UNIVERZITA KOMENSKÉHO BRATISLAVA

Fakulta Matematiky, Fyziky a Informatiky

Katedra Aplikovanej Informatiky

Informatika

Doc. RNDr. Milan Ftáčnik, CSc.

Bratislava 2007

Čestné prehlásenie

Čestne prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

V Bratislave 7. mája 2007

.....

Júlia Birošová

Pod'akovanie

Za cenné rady a pripomienky pri písaní diplomovej práce ďakujem svojmu diplomovému vedúcemu doc. RNDr. Milanovi Ftáčnikovi CSc., a za podporu mojej rodine a priateľom.

Abstrakt

Výsledkom tejto diplomovej práce je interaktívna učebnica z rozpoznávania obrazcov. Obsahuje základné metódy na popis tvaru a podrobný popis príznakových a štruktúrnych metód rozpoznávania. Obsahuje aj ďalšie techniky na reprezentáciu znalostí ako aj základné prístupy využívané v porozumení obrazu. Okrem hypertextových odkazov obsahuje učebnica aj index, slovník a najmä obrázky a interaktívne applety ilustrujúce výklad učebnice. Učebnica bude slúžiť ako pomôcka pri štúdiu predmetu Rozpoznávanie obrazcov, ktorý sa vyučuje na FMFI UK v Bratislave.

Obsah

1 Úvod	7
2 Prehľad problematiky	8
2.1 Výhody interaktívnej učebnice	8
2.2 Prehľad	10
3 Proces tvorby učebnice	11
3.1 Obsah	11
3.2 Štruktúra	13
4 Technológie	14
4.1 Dizajn webovej stránky a popis použitých technológií	14
4.2 HTML, XHTML, CSS	15
4.3 MathML	16
4.4 PHP a Java	17
5 Anketa a jej vyhodnotenie	18
6 Záver	20
7 Zoznam použitej literatúry a zdrojov	21

1.Úvod

Internet je čoraz viac sa vyskytujúcim a nevyhnutým prvkom v živote modernej spoločnosti, ktorý prispieva k ľahkému prístupu k veľkému množstvu informácií. Informácie nachádzajúce sa na internete nás môžu informovať, zabávať, ale v neposlednej miere aj vzdelávať.

Cieľom tejto diplomovej práce je vytvoriť interaktívnu učebnicu z rozpoznávania obrazcov. Tematicky spadá učebnica do oblasti počítačovej grafiky a počítačového videnia, preto bude učebnica nápomocná hlavne študentom týchto disciplín.

V druhej kapitole rozoberáme pojem interakcie a jej výhody a taktiež výhody elektronickej on-line učebnice. Uvádzame aj niektoré známe interaktívne učebnice v počítačovej grafike a počítačovom videní. V tretej kapitole sa zameriavame na samotnú tvorbu učebnice, ktorá sa nachádza na internetovej stránke [4] z hľadiska obsahu a štruktúry. V štvrtej kapitole sa venujeme použitým technológiám a dôvodom pre ich výber. V piatej kapitole vyhodnocujeme výsledky ankety, ktorá odráža názory budúcich používateľov.

Zámerom našej práce bolo vytvoriť prehľadnú učebnicu, ktorá by ozrejmila zmysel rozpoznávania obrazcov a jej techniky. Zároveň sme text doplnili vhodnými obrázkami, appletmi a inými interaktívnymi prvkami. Očakávame, že táto učebnica sa stretne so záujmom a efektívnym použitím.

2. Prehľad problematiky

2.1 Výhody interaktívnej učebnice

Témou našej diplomovej práce je interaktívna učebnica z oblasti rozpoznávania obrazcov. Táto učebnica má náučný charakter a má slúžiť ako pomôcka k predmetu Rozpoznávanie obrazcov, ktorý sa prednáša na Katedre aplikovanej informatiky. V oblasti rozpoznávania obrazcov bolo napísaných už niekoľko učebníc, avšak žiadna z nich nebola interaktívna.

V tejto časti rozoberáme pojem interaktívnej elektronickej učebnice.

Prvou výhodou elektronickej učebnice je jej prístupnosť na internete. Teda každý záujemca, ktorý má prístup k internetu, si ju môže bezplatne študovať. Zároveň si môže učebnicu kedykoľvek pozrieť a nemusí čakať na jej dostupnosť v knižnici, ako to býva pri klasických tlačенých učebniciach. Taktiež má k tomu istému zdroju prístup viacero používateľov v tom istom čase, čiže dochádza k jej prirodzenému zdieľaniu.

Nezanedbateľnou výhodou, ktorú poskytuje interaktívna učebnica, sú hypertextové odkazy, pomocou ktorých sa dá ľahšie orientovať v učebnom texte. Základné pojmy sú prepojené hypertextovými odkazmi, pomocou ktorých sa používateľ môže ľahko premiestniť na také miesto v učebnici, kde je pojem vysvetlený. To je veľká výhoda oproti klasickým učebniciam, kedy sa čitateľ musí hľadať príslušnú stranu, keď chce zistiť význam už zabudnutého slova.

Pri pochopení učiva majú veľký prínos aj ilustračné obrázky a interaktívne miniaplikácie – java applety. Tieto oba prvky slúžia na lepšie vizuálne ozrejmienie niektorých techník a metód. Pri appletoch si užívateľ interaktívne buď zadá vlastnú množinu vstupných údajov, alebo si vyberá z už predvolených možností a následne sa vykoná zvolená technika a zobrazí sa jej výsledok. Obrázky takisto mnoho vysvetľujú, čiže plnia podobnú funkciu ako applety.

Taktiež sa používatelia učebnice môžu interaktívne zapájať do procesu jej tvorby a prípadných vylepšení tým, že si môžu vymieňať cenné pripomienky, názory

a postrehy a tak sa môže interaktívna učebnica obohacovať po stránke obsahovej, grafickej alebo formálnej.

2.2 Prehľad

Pri štúdiu literatúry z oblasti rozpoznávania obrazcov sme nenašli žiadnu interaktívnu učebnicou, naopak tlačenej učebníc je celkom prijateľný počet. Z nich sme najviac čerpali pri tvorbe tejto učebnice.

Situácia pri interaktívnych učebniciach z počítačovej grafiky je iná. Asi najznámejšou je učebnica od Juraja Štugela, ktorá sa nachádza na internetovej adrese www.vpg.host.sk. Vzhľadom na to, že bola prvou takouto učebnicou, opíšeme si ju z formálneho aj obsahového hľadiska.

V tejto učebnici sa nachádzajú teoretické základy počítačovej grafiky a hlavných metód, ktoré sa v nej používajú. Stránka má momentálne vynovený dizajn a orientuje sa v nej pomocou nasledovných navigačných tlačidiel. V ľavej časti obrazovky sú zobrazené jednotlivé kapitoly knihy a ich podkapitoly. Keď si používateľ na niektorú z nich klikne, zobrazí sa celý jej text v strednej časti okna. V tejto strednej časti sa už potom môže presúvať a študovať danú tému. Ďalej v strednej časti sú aj tlačidlá obsah, predchádzajúce a nasledujúce, ktoré používateľovi pomáhajú pri orientácii v učebnici .

Samostatnou súčasťou stránky je aj overenie vedomostí pomocou testov. Aj na tejto vlastnosti stránky je vidieť, aká je interaktívna učebnica výhodná. Používateľ si môže zvoliť množinu oblastí, z ktorej chce absolvovať test na overenie vedomostí nadobudnutých štúdiom teórie. Tieto testy boli vytvorené v rámci samostatnej diplomovej práce. Vždy po vyriešení otázok v teste, sa test vyhodnotí, spolu s poskytnutými správnymi odpoveďami zle riešených otázok.

Ďalším príkladom interaktívnej učebnice z oblasti počítačového videnia je práca Gábora Blasovitsa – Interaktívna učebnica zo spracovania obrazu. Je prístupná na internetovej adrese <http://dip.sccg.sk> a je zameraná na nižšie techniky spracovania obrazu.

V súčasnej dobe Kristína Vašková robí diplomovú prácu – interaktívna učebnica z vyšších techník spracovania obrazu.

3. Proces tvorby učebnice

3.1 Obsah

Naša učebnica sa skladá z piatich hlavných kapitol a do nich vnorených podkapitol, a to nasledovne:

1. Tvar

1.1 Techniky na popis tvaru objektov

1.1.1 Metódy popisujúce oblasti objektov

1.1.2 Popisy tvaru založené na hranici

1.1.2.1 Reťazové kódy

1.1.2.2 Jednoduché reprezentácie hranice

1.1.3 Popisy tvaru založené na oblastiach

2. Príznakové metódy

2.1 Úvod do rozpoznávania

2.2 Diskriminačné funkcie

2.3 Kritérium minimálnej chyby

2.4 Kritérium minimálnej vzdialenosti

2.5 Parametrické metódy odhadu

2.6 Neparametrické metódy odhadu

2.7 Neurónové siete

2.7.1 Dopredné siete

2.7.2 Nekontrolované učenie

2.7.3 Hopfieldova neurónová sieť

2.8 Zhluková analýza

3. Štrukturálne metódy

3.1 Metódy na voľbu primitív a relácií

3.2 Formálna teória jazykov

3.2.1 Gramatiky

3.2.2 Automaty

3.3 Syntaktická analýza

- 3.4 Inferencia
- 3.5 Použitie gramatík v rozpoznávaní
- 3.6 Deformačná schéma
- 4. Iné metódy reprezentácie znalostí
 - 4.1 Predikátová logika
 - 4.2 Fuzzy logika
 - 4.3 Fuzzy systémy
 - 4.3.1 Fuzzy množiny a funkcie príslušnosti
 - 4.3.2 Operácie na fuzzy množinách
 - 4.3.3 Fuzzy usudzovanie
 - 4.4 Sémantické siete
- 5. Porozumenie
 - 5.1 Základné stratégie riešenia
 - 5.1.1 Stratégia zhora - dole
 - 5.1.2 Stratégia zdola - hore
 - 5.2 Aktívne kontúry
 - 5.3 PDM model
 - 5.4 Rozpoznávanie obrazcov v porozumení
 - 5.5 Ohodnocovanie scény

Obsah učebnice je tvorený prevažne z kníh [1], [2] prípadne z niektorých spomenutých internetových zdrojov [3]. Pri písaní prvej kapitoly sme sa inšpirovali viacerými zdrojmi, pretože táto kapitola je akýmsi úvodom a vysvetlením samotnej potreby rozpoznávania, teda aj jej prítomnosť v učebnici je viac ako nevyhnutná.

Druhá kapitola sa tematicky odvíja hlavne od učebníc [1] a [2].

Pri písaní tretej kapitoly sme vychádzali hlavne z učebnice [2] a pri ostatných dvoch kapitolách z učebnice [1].

3.2 Štruktúra učebnice

Učebnica sa skladá z piatich kapitol, každá kapitola sa skladá z niekoľkých podkapitol. Súčasťou jednotlivých kapitol sú obrázky a java applety. Na začiatku každej kapitoly alebo podkapitoly je uvedená motivácia, ktorá vysvetľuje potrebu uvedených metód. V ďalšom texte sa po dôkladnom zhodnotení vyskytujú najdôležitejšie poznatky týkajúce sa tém danej kapitoly. Číslovanie kapitol a podkapitol je hierarchické a vytvára celkovú logickú štruktúru učebnice. Celý obsah sme sa snažili podať hlavne zrozumiteľnou a prehľadnou formou. Nepodávali sme zbytočne podrobné informácie, ktoré by viac zaťažovali ako ozrejmovali. Učebné témy na seba nadväzujú a logicky spolu súvisia, čím vytvárajú jednotný celok.

Po období študovania problematiky sme vytvorili hrubú štruktúru kapitol učebnice, ktorú sme časom podľa potrieb mierne modifikovali. Pri každej kapitole sme si vytvorili kostru, ktorú sme postupne oživovali učebným textom. Kapitolu sme uzavreli až po zvážení vytvorenia jednotného celku.

4. Technológie

4.1 Dizajn webovej stránky a popis použitých technológií

Internetová stránka učebnice má dva navigačné panely, jeden panel slúži na navigáciu v rámci kapitol samotnej učebnice a druhý panel obsluhuje iné funkcie učebnice ako učebnica, index, slovník a komentáre.

Hypertextovým odkazom učebnica sa vrátime k samotnej učebnici. Index obsahuje odborné termíny, ktoré sa v učebnici vyskytujú. Slovník je vlastne tabuľkou slovenských pojmov z učebnice a ich anglických ekvivalentov. A posledným prvkom ponuky je odkaz komentáre. V tejto časti môžu používatelia pridávať svoje postrehy a komentáre rôzneho druhu ku všetkým častiam učebnice. Dizajn stránky je jednoduchý, ale prehľadný a zladený.

V učebnici sme použili nasledujúce technológie a štandardy: HTML 4.01, XHTML, CSS, MathML, PHP a JAVA. Pri samotnom návrhu stránky sme použili technológiu HTML, XHTML a CSS, ktorými sme zjednotili vzhľad podstránok. Na zobrazenie matematických symbolov, funkcií a vzorcov sme využili MathML, ktorý je odvodený od XML. MathML je novodobým nástrojom na zobrazovanie matematických symbolov a je výhodnejší ako prezentovanie vzorcov ako obrázkov. Už len napríklad tým, že sa matematickým symbolom dá v prehliadači meniť veľkosť a tiež je výhodný pre zrakovo postihnutých používateľov webu.

Pri komentároch sme využili scriptovací jazyk PHP. Každý príspevok sa ukladá do databázy, s ktorou môžeme pracovať ako s klasickou databázou.

Pri appletoch používame programovací jazyk Java, ktorý sme si vybrali hlavne kvôli malému objemu prenášaných dát.

4.2 HTML , XHTML a CSS

HTML (HyperText Markup Language) je značkovací jazyk slúžiaci na tvorbu www stránok. Jeho špecifikáciu udržiava W3C (World Wide Web Consortium). HTML štandard sa však postupne nahrádza štandardom XHTML, ktorý by mal zjednocovať štruktúru zdrojového kódu webových stránok.

XHTML je akási prísnejšia verzia HTML a vychádza z XML. Základné prvky, ktorými sa XHTML líši od HTML je:

1. Každý prvok má presne danú špecifikáciu a je to buď párový tag, alebo sa končí lomkou.

2. Všetky prvky sú korektne vnorené.

Korektné vnorenie: `<p>textiný text</p>`

3. Taktiež platí, že prvky a ich vlastnosti musia byť napísané malými písmenami.

4. Všetky hodnoty atribútov musíme uvádzať v úvodzovkách.

5. Takzvané striktné xhtml neobsahuje formátovacie atribúty a formátovacie tagy (ako napr. b).

Ak chceme pre viac stránok použiť rovnaké nastavenia písma, farieb, pozadia linkov a iných vecí, je vhodné používať kaskádové štýly – **CSS**. V CSS súbore si zdefinujeme príslušné nastavenia a odkaz na tento súbor vložíme do html stránky, ktorej vzhľad chceme štýlmi modifikovať. Formátovanie vzhľadu pomocou CSS je oproti HTML výhodnejšie. Dôvodom je sprehľadnenie zdrojového kódu stránky a potrebné zmeny sa vykonajú v krátkom čase. Každé pravidlo v štýle sa skladá z dvoch častí, prvá časť je názov prvku, ktorý chceme meniť a druhá je atribút prvku spolu s jeho hodnotou.

Príklad: `h3{color :red}`. Tento zápis vyjadruje, že všetky nadpisy úrovne tri budú mať červenú farbu.

4.3 MathML

MathML sa využíva na zobrazovanie matematických znakov a symbolov na webe. Je založené na XML, čiže je jeho osobitnou súčasťou. Aby sa tieto matematické funkcie dali prenášať pomocou XML, vzniklo MathML, ako istý štandard na ich prenos. MathML je značkovací jazyk.

Základným prvkom sú tzv. elementy, sú to rôzne značky, ktoré sprehľadňujú celý dokument. Elementy sa delia do dvoch skupín, a to prezentačné a obsahové.

Prezentačné elementy slúžia na zápis čísel, premenných, zátvoriek. Naopak obsahové zobrazujú funkcie ako suma, integrál. Uvedieme si príklad zápisu matematického výrazu $(a + b)^2$:

```
<mrow>
  <msup>
    <mfenced>
      <mrow>
        <mi>a</mi>
        <mo>+</mo>
        <mi>b</mi>
      </mrow>
    </mfenced>
    <mn>2</mn>
  </msup>
</mrow>
```

Element `<mrow>` má význam horizontálneho riadku a je to párový element ako ostatné elementy v tomto príklade. Všetky elementy nachádzajúce sa v párovom elemente medzi jeho začiatkom a koncom sú argumenty elementu. Na tomto príklade vidieť hierarchickú štruktúru MathML.

Element `<msup>` vytvára horný index a má argumenty základ a exponent. `<mfenced>` vytvára zátvorky okolo výrazu a `<mi>` označuje premenné, `<mo>` operácie a `<mn>` čísla.

4.4 PHP a Java

PHP je serverový skriptovací jazyk. Slovo serverový znamená, že všetky operácie neprebiehajú len u klienta, ale aj na strane servera. PHP je open source a je nezávislý na platforme a serveri.

Java applety boli vytvárané v prostredí Eclipse 3.1. Java applet je jednoduchá aplikácia spustiteľná z webového prehliadača. Applet môžeme jednoducho vložiť do html stránky. Ako vložíme applet do html stránky? Používa sa na to html tag <applet>.

Príklad použitia applet tagu:

```
<APPLET CODE=AppletSubclass.class WIDTH=anInt HEIGHT=anInt>  
</APPLET>
```

Trieda appletu je AppletSubclass a definovali sme aj šírku a výšku appletu.

To je najjednoduchší spôsob použitia tagu <applet>. Applet tag však môže mať aj viac parametrov. V takomto prípade to vo všeobecnosti zapisujeme nasledovne.

```
<APPLET CODE=AppletSubclass.class WIDTH=anInt HEIGHT=anInt>  
<PARAM NAME=parameter1Name VALUE=aValue>  
<PARAM NAME=parameter2Name VALUE=anotherValue>  
</APPLET>
```

PARAM NAME je názov parametra a VALUE je jeho hodnota. Parametrami sú napríklad backgroundColor, soundSource, soundTrack,...

5. Anketa a jej vyhodnotenie

Kvôli získaniu reakcií od užívateľov a možným vylepšeniam učebnice sme vytvorili anketu a poslali ju medzi užívateľov z rôznych vrstiev a zameraní. Taktiež existovala možnosť pridať komentár v sekcii Komentáre na internetovej stránke. Celkovo sme získali asi 50 príspevkov, ktoré si teraz vyhodnotíme.

Užívatelia reagovali na nasledujúce položené otázky.

1. Aká je Vaša vzdelanostná špecializácia?

Väčšina prispievateľov do ankety boli študenti informatiky, grafici alebo vysokoškolský vzdelaní ľudia z inej ako informatickej spoločnosti.

2. Ako by ste hodnotili celkový dizajn internetovej stránky?

Skoro všetkým sa dizajn a vonkajšia úprava stránky páčili a hodnotili ich slovami ako pekná grafická a farebná úprava, solídny dojem, stránka sa mi páči, vyzerá usporiadane a prehľadne.

Negatívne reakcie: Stránka pôsobí pochmúrnym dojmom, trošku neprehľadne, zaniká samotný nadpis témy.

Vzhľadom k týmto pripomienkam som horný obrázok upravila a vložila do neho text témy práce.

3. Aký je Váš názor na štruktúru a obsah učebnice?

Odpovede vyzerali prevažne nasledovne: Stránka vyzerá prehľadne, informácie sú podané zrozumiteľnou formou, navigácia je prehľadná, rýchla a pohodlná.

4. Zobrazujú sa Vám niektoré symboly a značky nekorektne (ak zoberiete do úvahy odporúčania na úvodnej stránke)? Ak nie, napíšte, čo sa nezobrazuje alebo sa nezobrazuje korektne.

Všetky informácie sa účastníkom ankety zobrazovali korektne.

5. Máte skúsenosti s podobným projektom na internete?

Všetci odpovedali, že nie. Niektorí však priznali, že to ani neskúmali.

6. Vyjadrite svoj názor na využitie takejto učebnice v praxi.

Prevládal názor, že učebnica bude dobre slúžiť pre cieľovú skupinu. A následne sa v jej vývoji dá pokračovať.

7. Vyjadrite svoj názor na učebný text (zrozumiteľnosť, obsahová náročnosť, obtiažnosť).

Odpovede boli typu: Štruktúra textu je prehľadná, text je zrozumiteľný, náročnosť je vyhovujúca.

8. Napíšte ľubovoľné postrehy, názory a pripomienky.

Názory: Stránka sa mi páči, prehľadná a reprezentatívna práca.

Podľa počtu odpovedí a zloženia respondentov považujeme anketu za dostatočne reprezentatívnu a inšpiratívnu smerom k drobným vylepšeniam. Myslíme si preto, že anketa splnila svoj účel.

6. Záver

Naša práca prispieva k rozšíreniu základne interaktívnych učebníc v oblasti počítačového videnia. Jej prínosom je hlavne vytvorenie ucelenej učebnice z rozpoznávania obrazcov napísanej v slovenskom jazyku. Obrázky a interaktívne aplikácie – java applety taktiež vo výraznej miere prispievajú k lepšiemu pochopeniu učebnej látky. Pri odborných termínoch sa môže používateľ hypertextovým odkazom vrátiť k ich vysvetleniu v predchádzajúcej časti učiva a zoznam používaných pojmov sa objaví pri kliknutí na položku index. Ďalším prínosom je aj slovensko – anglický slovník používaných termínov a spojení. Učebnica má v sebe aj potenciál na budúci rozvoj, keďže jej užívatelia na ňu môžu vplývať svojimi postrehmi v časti komentáre.

Trend vývoja súčasnej spoločnosti dáva tušiť výhodu vytvárania takýchto internetových učebníc. Predpokladáme, že o pár rokov bude v každej domácnosti počítač s internetom. Preto bude výhodnejšie čítať si učebnice na internete, ako si kupovať tlačené učebnice, ktoré nie sú cenovo také prístupné.

7. Zoznam použitej literatúry a zdrojov

[1] Šonka, Hlaváč, Boyle: Image processing, Analysis and Machine Vision, 2nd edition, International Thomson Publishing Inc., 1999, USA

[2] Kotek, Mařík, Hlaváč, Psutka, Zdráhal: Metody rozpoznávání a jejich aplikace, Academia Praha 1993

[3] <http://www.icaen.uiowa.edu/~dip/LECTURE/contents.html>

[4] <http://www.sprite.edi.fmph.uniba.sk/~julka>

[5] <http://www.java.sun.com>

[6] <http://w3schools.com>