

SSBAktuellt



SVENSKA
SÄLLSKAPET
FÖR
AUTOMATISERAD
BILDANALYS

SWEDISH
SOCIETY
FOR
AUTOMATED
IMAGE ANALYSIS

MEMBER OF THE
INTERNATIONAL
ASSOCIATION FOR
PATTERN
RECOGNITION

God jul och gott nytt år!
Väl mött i mars på SSBA 2004 i Uppsala



SSBA 2004 kommer att hållas på Ångströmlaboratoriet i Uppsala. Byggnaden är på 27000 m² och inkluderar bl. a. flera stora hörsalar - Polhemsalen och Häggsalen med 120 platser vardera samt Siegbahnsalen med 220 platser - tandemaccelerator, monteringshall och utvidgad verkstad.

Postadress: SSBAktuellt, Centrum för bildanalys, Lägerhyddsvägen 3, 752 37 Uppsala
E-post: ssbaktuellt@cb.uu.se
WWW: <http://www.ssba.se.org/>
Ordförande: Ingela Nyström, ssba@ssba.se.org

INNEHÅLL

REDAKTIONEN	2
ORDFÖRÄNDENS ORD	2
WESPOT—FÖRETAGSPRESENTATION	3
DOKTORANDDAG	6
ANNA LINDH UTREDNINGEN	6
KORT DGCI 2003 RAPPORT	6
ÅRETS AVHANDLINGAR	7

REDAKTIONEN

Så är det då äntligen dags för ljusglimten i vintermörkret att se världen. Årets sista SSBAktuellt är här. På julbuffén denna gång finns bl.a. en rapport från DGCI, abstrakt från årets avhandlingar samt en presentation av företaget Wespot. Sista datumet för bidrag till nästa SSBAktuellt är 22 mars 2004. Vi på redaktionen önskar alla läsarna en God Jul och ett Gott Nytt År!

ORDFÖRÄNDENS ORD

Hej SSBA-medlemmar,

"Ute är mörkt och kallt. I alla husen, lyser nu överallt de tända ljusen."

Vi har kommit till slutet av 2003. Jag vill nämna två händelser inom vårt sällskap som kommer att vara kopplade till detta år i framtiden. Sällskapet bytte förkortning vid årsmötet i mars. Vi har under året vant oss (har vi?) att använda SSBA i stället för SSAB. Dessutom stod Sverige och därmed SSBA som värd för den lyckade SCIA-konferensen i Göteborg i somras.

Vad har mer hänt? En del finns att läsa i detta nummer av SSBAktuellt. I kommande nummer skulle jag gärna se presentationer av projekt som nyligen blivit finansierade genom Vetenskapsrådet och andra forskningsråd. Jag vet att det finns ett flertal projektansökningar inom bildanalys och närliggande forskningsområden som lyckats få (stora och små) anslag.

Vi firar jubileum i Uppsala! Det har bedrivits bildanalysforskning här under 30 år. Under halva denna tid har verksamheten varit organiserad som Centrum för bildanalys. Jubileer är till för att firas och vi vill gärna fira med er. Se särskild inbjudan till nästa års symposium SSBA 2004 11-12 mars på sista sidan i detta nummer samt symposiehemsidan <http://www.cb.uu.se/ssba/SSBA2004>. Notera att SSBA sponsrar en särskild träff för doktorander 10 mars. Dessutom kommer vi att satsa på en företagsutställning, vilket vi hoppas kan vara till både nytta och nöje för alla parter.

I den enkätundersökning SSBA gjorde tidigare i år framkom önskemål att få presentationer av övriga forskargrupper i samband med de årliga symposierna. Till SSBA 2004 har vi formulerat ett nytt inslag. Vi bjuder in alla forskargrupper att presentera sig med en eller flera poster. Detta är en chans att visa vilken övergripande verksamhet som bedrivs. Se symposiehemsidan för mer information eller kontakta mig direkt.

Vad gör ni på era kammare så här strax före jul? Jag använder en del av min tid till att skriva ICPR-uppsatser. Deadline har skjutits fram till 5 januari. Jag hoppas dock för er hälsas och era familjers skull att ni skickar in uppsatserna snart så att ni kan var lediga under jul och nyår.

Jag skulle vilja passa på att tacka redaktionen som jobbat med SSBAktuellts fyra nummer under 2003. Vi ser fram emot kommande information till medlemmarna rörande SSBA.

"Då kommer någon där, jag vet nog vem det är. Sankta Lucia, Sankta Lucia."

Skön helg
önskar
Ingela Nyström



Historik

WeSpot bildades 1999 som en avknoppning från C-Technologies. Affärsidén var att skapa intelligenta inbrottskameror som byggde på samma kamerateknologi som C-Technologies utvecklat för C-pen, läspennan som kan läsa in text och översätta till olika språk. Samma teknologi som dessutom finns i den digitala Anoto-pennan.

Under 2000 byggdes verksamheten upp och ny programvara och hårdvara utvecklades för att kunna möta de tänkta kundkraven. Första riktiga kundprojektet startades augusti 2001, då man bestämde sig för att utveckla en kamerabaserad dörrsensor, **Smart Door Opener™**. Denna dörrsensor håller nu på att testas runt om i världen och man hoppas på en lansering av produkten i början av nästa år.

Parallellt med utvecklingen av dörrsensorn har man också utvecklat en bäddsensor och en GPRS-baserad inbrottsensor. Huvudsyftet med bäddsensorn är att i äldreården snabbare kunna hjälpa vårdtagare som tex. ramlat och inte kommit tillbaka till sängen efter en given tid. Bäddsensorn och GPRS-sensorn testsäljs nu runt om i Sverige och marknadsintresset har hittills varit stort.

Dörrsensorns funktion

Sensorn skall öppna dörren för objekt som är på väg mot dörren och inte annars, reaktionstiden skall ligga på max 200 ms och scenen kan vara av variabel storlek och form, upp till 3x6 m. Dessutom skall man kunna detektera närvaro mellan dörrbladen, d.v.s. om en person står absolut stilla i dörren, skall dörren ändå förbli öppen. Sensorn skall kunna fungera i strålände solsken såväl som i mörker, installationen skall vara enkel och sensorn skall fungera inomhus och utomhus.

Sensorns fördelar är bättre detektion av rörelseriktning, flexiblere detektionszoner, ökad säkerhet genom bl.a. detektion av att sensorn rubbats eller övertäckts och att installationsbilder sparas - plus att man får ett händelsebaserat övervakningssystem.

C-Pen



Anoto



C-Technologies penna läser in och digitaliserar igenkända bokstäver (OCR) som sedan översätts till olika språk och Anotos digitala penna som kan digitalisera handskriven text

Teknik - hårdvara

För att få en optimal pris-prestanda, litet behov av kringkretsar och därmed möjligheter att få en kompakt, industriell lösning har kameraplattformen som används i alla WeSpots produkter byggts med en ASIC utvecklad av C-Technologies. ASICen som baseras på en ARM7 kärna, kan läsa in pixelströmmen från en digital CMOS-sensor via DMA direkt till arbetsminnet utan att belasta CPU:n, som istället kan användas för bildanalys.

Hårdvaran är dessutom försedd med två reläer, en seriell kommunikationsbuss, IRmottagare, IR-belysning, USBkanal, minne och kraftdel. Reläerna kopplas t.e.x. till dörrkontrollenheten som öppnar/stänger dörren. Kommunikationsbussen används för att kunna föra över bildhändelser till ett överordnat system och USB för felsökning och underhåll av programvaran.



Smart Door Opener™, gjord för att klara utemiljöer

forts. nästa sida

Teknik - bildanalys

Rörelsedetektionen:

Själva rörelsedetektionen består av två delar:

Först bestäms i vilka delar av bilden det finns objekt som rör sig, skuggor och ljusförändringar filtreras bort så långt möjligt men p.g.a att en mycket hög detektions-sannolikhet krävs, får man en hel del falska detektioner.

I steg 2 analyseras rörelseriktningen genom att på några olika tidsskalor göra en snabb iterativ korrelationsanalys för att uppskatta rörelseriktningen i de delar av bilden där objekt detekterats enligt steg 1. Resultatvektorena filtreras temporalt och spatialt och resultatet tillsammans med objektets storlek och position bestämmer om sensorn skall signalera rörelse eller ej.

Ett stort problem har varit att undvika falska öppningar, t.ex. detektion orsakad av dörrens egen skugga vid stängning. För att klara detta finns en självlärande funktion, där sensorn lär sig dörrens rörelse och då kan man bibehålla en hög känslighet. När ljuskällan, t.ex. solen, rör på sig, lär den sig var de nya skuggorna från dörren finns.

Närvarodetektionen:

I de första versionerna av närvaro-detektionen användes tidsdifferentiella bilder precis som steg 1 i rörelsedetektionen, men bakgrundsbilden var tagen längre bort i tiden. Vi var t.o.m. tvungna att ha flera bakgrundsbilder, då ljusförhållandena kunde vara väldigt olika med öppen och stängd dörr. Trots detta hade lösningen för stora problem med när man skall uppdatera bakgrundsbilderna. Scenens belysning kan ju efter stängning förändras och när dörren öppnas igen är den historiska bilden felaktig, vilket gör att man ibland tvingas hålla öppet även då inget objekt finns om man inte vill riskera att klämma personer.

En smidig lösningen på problemet var att koppla ihop sensorerna på var sida om dörren och på sätt få möjlighet att använda en enkel form av stereoanalys, där man jämför bilder tagna av de två sensorerna precis innan dörren skall stängas.

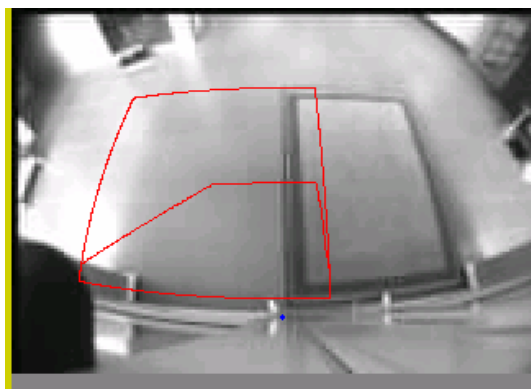


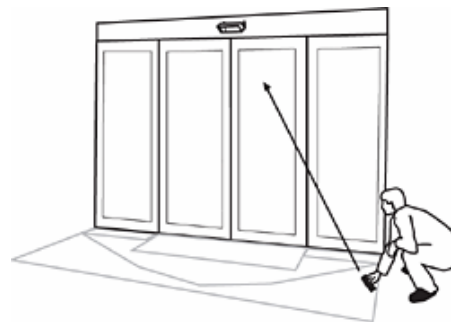
Bild tagen av sensorn. De olika zonerna inritade.

Vi behöver endast veta om det finns objekt i bilden eller inte – exakta avstånd är inte så intressanta. Svårigheterna består istället i att objekt, framför allt taklampor, reflekteras i golvet (olika mycket beroende på golvet's reflektivitet) och gör att bilderna inte ser likadana ut även om scenen är tom. Även om stereoanalys generellt är ett välforskat område, finns inte mycket forskning att luta sig mot vad gäller just reflektioner. Vår lösning bygger på en kombination av att analysera stereobilderna och att använda bakgrundsbilder för varje sensor.

En nackdel med stereoanalys är att kalibreringen av sensorerna är viktig vilket komplicerar installationsförfarandet något.

Fjärrkontroll

För att lätt kunna konfigurera sensorn används en fjärrkontroll. Fjärrkontrollen har två funktioner. Den ena uppenbara är förstås att skicka kommando till IRmottagaren i sensorn. Det andra är att m.h.a. bildanalys, hitta var IRdioden i fjärrkontrollen finns i rummet. CMOSsensorn är ju känslig även i IRområdet, så den kan lätt detektera var IRdioden blinkar. Dessa punkter används för att bestämma zonernas utbredning.



forts. nästa sida

Systemlösning

Bildanalysen är naturligtvis en essentiell del av sensorfunktionen, men en styrka med konceptet är ju också att kunna spara bilder för att analysera vad som hänt. I svensk lagstiftning finns förstås en mängd restriktioner för detta, men i USA där vi har vår huvudmarknad för denna produkt finns inga sådana restriktioner.

Sensorn kan lagra bildhändelser i en kö lokalt i sensorn. Bildhändelser kan vara både stillbilder och filmsekvenser tagna med 4-5 bilder/sekund. Det finns utrymme för att lagra flera hundra stillbilder i sensorn, och någon enstaka filmsekvens. Dessa kan vi skicka över kommunikationsbussen till en dator med bildskärm, där man kan titta på aktuella händelser såväl som historiska.

Patent

Det finns ett 20 tal patentansökningar, med ett flertal godkända patent, bl.a. fjärrkon-trollpatentet.

Framtid

Priset på denna typ av sensorer har nu kommit ner till en nivå som gör att man kan skapa massprodukter. Med en sensor med lämplig portion av intelligens och avancerad bildanalys i ett inbyggt system, är det bara fantasin som sätter gränser. Teknologin för dessa enkla sensorer är fortfarande på ett embryotiskt stadium industriellt, men sägs av många ha en lysande framtid – bara produkten fungerar.

WeSpot har idag ca 20 anställda, har två kommersiella produkter och en som är under fälttest där alla förväntas ha en stor marknadspotential.



Bild tagen av sensorn vid närvarodetektion. Sensorn är vinklad så att den ser in genom dörröppningen. Den andra kameran är monterad på andra sidan, och det överlappande området utgör zonen för närvarodetektionen.



Bild tagen av den GPRS baserade inbrotts-sensorn, där en inkräktare detekterats. Bildanalysen upptäcker rörelsen, väljer ut de 1-3 bästa bilderna och markerar rörelsen i bilderna. Dessa JPEG-komprimeras och skickas till en angiven e-post adress via GPRS.

Lennart Christensson, CTO (lennart@wespot.com)
Stefan Esping, bildanalysansvarig (stefan@wespot.com)
WeSpot AB

SSBA inbjuder till doktoranddag!

Den 10 mars, dagen innan SSBA 2004 går av stapeln i Uppsala, anordnas Doktoranddagen. Dagen inleds med gemensam lunch klockan 12. Under eftermiddagen kommer vi sedan att diskutera och utvärdera situationen som doktorand, utbyta erfa-

renheter och diskutera skillnader/likheter mellan olika bildanalysgrupper. Dagen avslutas med mat och dryck på någon av Uppsalas restauranger. Anmälan till doktoranddagen görs på samma formulär som SSBA 2004 registreringen, dvs. på:

www.cb.uu.se/ssba/SSBA2004/
Frågor ställs till Ola Weistrand ola@cb.uu.se

Välkomna!

Bildanalytiker hjälper polisen

Svensk bildanalysforskning har återigen blivit uppmärksam i media. I samband med mordet på utrikesminister Anna Lindh så aktiverade polisen ett nätverk av bildanalytiker för att få ut så mycket information som möjligt ur bildmaterialet från NK:s övervakningssystem. Professor Tomas Gustavsson på



Chalmers är samordnare för nätverket och har varit ett hett villebråd för både Ny Teknik och TV4. Ny Teknicks reportage finns på länken:

www.nyteknik.se/pub/ipsart.asp?art_id=31366

Där hittar du också en länk till ett test för att känna igen ansikten som ingår i ett spännande projekt vid Högskolan i Halmstad.

Liten rapport från DGCI - Discrete Geometry for Computer Imagery

Den 11:e upplagan av DGCI-konferensen gick av stapeln i Neapel 19 - 21 november. Konferensen hade i år, precis som för två gånger sedan (dec 2000) då den hölls i Uppsala, starka svensk-influenser. Två av tre huvudarrangörer, Ingela Nyström och Stina Svensson, kommer nämligen från Centrum för bildanalys, Uppsala.

Konferensen, som ursprungligen var en tämligen fransk historia, har numera blivit internationell. I år hade konferensen drygt 70 deltagare från 16 olika länder. Ytterligare steg mot internationalisering togs också på programkommittémötet då det beslutades att endast var tredje istället för varannan konferens i framtiden ska hållas i Frankrike. Nästa konferens, våren 2005, är dock förlagd till Frankrike, nämligen till Poitiers.



Till konferensen var tre talare inbjudna som höll den första presentationen på varsin dag. Isabelle Bloch, Frankrike, var först ut och pratade om tredimensionell fuzzy morfologi. Nästa dag talade Longin Jan Latecki, USA, om form och synliga delar. Sist ut var Ralph Kopperman som hade det tvivelaktiga nöjet att ge sin presentation på morgonen efter konferensmiddagen. Hans presentation hade titeln Topological digital topology, vilken ju kan göra en något undrande. Han lyckades dock förklara både titel och innehåll för den morgonpigga delen av publiken.

Som namnet på konferensen antyder så är bidragen ganska teoretiskt orienterade, men många innehöll bra och illustrerande tillämpningar. Speciellt postersessionerna som avslutade varje dag visade upp en mängd intressanta resultat och metoder samt deras användningsområden inom bildanalys. Tillämpningsområden inom såväl visualisering och kompression som segmentering av medicinska bilder och satellitbilder fanns representerade.

forts. nästa sida

Kvällen innan själva konferensen började hölls ett välkomstcocktailparty på ett av Neapels äldsta och mest traditionsfyllda caféer. Där bjöds vi på en mängd lokala specialiteter i både flytande och fast form. Neapel är, som kanske bekant, pizzans hemstad. Eftersom man inte bör åka till Neapel utan att prova på originalpizzan var alla inbjudna till ett traditionellt pizza party på konferensens första kväll. Vedugnsbakad pizza med äkta färsk mozzarella (inte gammal i plastpåse som här) är fantastiskt gott! Galamiddagen gick också den i de lokala specialiteternas tecken, med många vällagade rätter och såklart, en italiensk trubadur. Mängder med varianter på fisk och skaldjur serverades. Min japanska bordsgranne blev speciellt glad över att bli serverad bakade fiskyngel, vilket tydligen också är en japansk delikatess. Just den rätten hamna-

de inte på min tio-i-topp lista, men det var väldigt roligt att få prova en sådan exklusiv delikatess.

Sammanfattningsvis vill jag säga att konferensen även denna gång (3:e i ordningen för mig) var till stora delar mycket inspirerande. Neapel var en fantastisk stad, otroligt vänlig, myllrande, skitig och väldigt spännande. Pricken över i:et var också att solen strålade och temperaturen låg på runt 20 grader under hela vistelsen vilket kändes välbehövligt efter den ovanligt gråa och solfattiga november här hemma.

*Ida-Maria Sintorn,
CBA, Uppsala*

Årets avhandlingar

Här följer abstract till några av de avhandlingar inom bildanalys som producerats under året. Skicka oss gärna information om nya avhandlingar eller gamla vi missat. Grattis till alla mer eller mindre nyblivna doktorer!

.....

Adaptive Analysis of Functional MRI Data

Ola Friman, Linköpings universitet

Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) is a recently developed neuroimaging technique with capacity to map neural activity with high spatial precision. To locate active brain areas, the method utilizes local blood oxygenation changes which are reflected as small intensity changes in a special type of MR images. The ability to non-invasively map brain functions provides new opportunities to unravel the mysteries and advance the understanding of the human brain, as well as to perform pre-surgical examinations in order to optimize surgical interventions. This dissertation introduces new approaches for the analysis of fMRI data. The detection of active brain areas is a challenging problem due to high noise levels and artifacts present in the data. A fundamental tool in the developed methods is Canonical Correlation Analysis (CCA). CCA is used in two novel ways. First as a method with the ability to fully exploit the spatio-temporal nature of fMRI data for detecting active brain areas. Established analysis approaches mainly focus on the temporal dimension of the data and they are for this reason commonly referred to as being mass-univariate. The new CCA detection method encompasses and generalizes the traditional mass-univariate methods and can in this terminology be viewed as a mass-multivariate approach. The concept of spatial basis functions is introduced as a spatial counterpart of the temporal basis functions already in use in fMRI analysis. The spatial basis functions implicitly perform an adaptive spatial filtering of the fMRI images, which significantly improves detection performance. It is also shown how prior information can be incorporated into the analysis by imposing constraints on the temporal and spatial models and a constrained version of CCA is devised to this end. A general Principal Component Analy-

forts. nästa sida

sis technique for generating and constraining temporal and spatial subspace models is proposed to be used in combination with the constrained CCA analysis approach. The second use of CCA is found in a novel so-called exploratory analysis method which extracts interesting and representative structures in fMRI data. Functional MRI data sets are large, and exploratory analysis methods are useful for probing the data for unexpected components. It is also shown how drift and trend models adapted to the fMRI data set at hand can be constructed with this new exploratory CCA technique. Compared to traditionally employed drift models, such adaptive drift models better account for the temporal autocorrelation in the data.



Segmentation and Visualisation of Human Brain Structures

Roger Hult, Uppsala universitet

In this thesis the focus is mainly on the development of segmentation techniques of human brain structures and visualisation of these structures. The images of the brain are both anatomical images (magnet resonance imaging (MRI) and autoradiography) and functional images that show blood flow, (functional magnetic imaging (fMRI), positron emission tomography (PET) and single photon emission tomography (SPECT)). When working with anatomical images, the structures segmented are visible as different parts of the brain, e.g. the brain cortex, the hippocampus, or the amygdala. In functional images it is the activity or the blood flow that can be seen.

Grey-level morphology are used in the segmentation methods to make tissue types in the images more homogenous and minimise difficulties with connections to outside tissue. A method for automatic histogram thresholding is also used. There are also binary operations such as logic operation between masks and binary morphology operations.

The visualisation of the segmented structures uses either surface rendering or volume rendering. For the visualisation of thin structures surface rendering is the better choice since otherwise some voxels might be missed. It is possible to display activation from a functional image on the surface of a segmented cortex.

For autoradiographic images a new method has been developed that integrates registration, background compensation and automatic thresholding to get faster and more reliable results than the standard techniques gives.



Enhancement, Extraction, and Visualization of 3D Volume Data

Qingfen Lin, Linköpings universitet

Three-dimensional 3D volume data has become increasingly common with the emergence and wide availability of modern 3D image acquisition techniques. The demand for computerized analysis and visualization techniques is constantly growing to utilize the abundant information embedded in these data.

This thesis consists of three parts. The first part presents methods of analyzing 3D volume data by using second derivatives. Harmonic functions are used to combine the non-orthogonal second derivative opera-

forts. nästa sida

tors into an orthogonal basis. Three basic features, magnitude, shape, and orientation, are extracted from the second derivative responses after diagonalizing the Hessian matrix. Two applications on magnetic resonance angiography (MRA) data are presented. One of them utilizes a scale-space and the second order variation to enhance the vascular system by discriminating for string structures. The other one employs the local shape information to detect cases of stenosis.

The second part of the thesis discusses some modifications of the fast marching method in 2D and 3D space. By shifting the input and output grids relative to each other, we show that the sampled cost functions are used in a more consistent way. We present new algorithms for anisotropic fast marching which incorporate orientation information during the marching process. Three applications illustrate the usage of the fast marching methods. The first one extracts a guide wire as a minimum-cost path on a saliency distance map of a line detection result of a fluoroscopy image. The second application extracts the vascular tree from a whole body MRA volume. In the third application, a 3D guide wire is reconstructed from a pair of biplane images using the minimum-cost path formulation.

The third part of the thesis proposes a new frame-coherent volume rendering algorithm. It is an extension of the algorithm by Gudmundsson and Randen (1990). The new algorithm is capable of efficiently generating rotation sequences around an arbitrary axis. Essentially, it enables the ray-casting procedure to quickly approach the hull of the object using the so called shadow-lines recorded from the previous frame.

.....

Development of Algorithms for Digital Image Cytometry

Joakim Lindblad, Uppsala universitet

This thesis presents work in digital image cytometry applied to fluorescence microscope images of cultivated cells. Focus has been on the development and compilation of robust image analysis tools, enabling quantitative measurements of various properties of cells and cell structures. A significant part of the work has consisted of developing robust segmentation methods for fluorescently labelled cells. This, in combination with effort applied in the areas of feature extraction and statistical data analysis, has enabled the compilation of a complete chain of processing steps to produce a system capable of performing fully automatic segmentation and classification of fluorescently labelled cells according to their level of activation.

Two sequences of processing steps, both leading to automatic cytoplasm segmentation of fluorescence microscopy cell images are presented. In one of the sequences, an additional image of the nuclei of the cells is segmented. The nuclei are then used as seeds for the segmentation of the cytoplasm image. This solves the problem of over-segmentation of the cytoplasm in an efficient way. The other sequence uses merge and split algorithms on the cytoplasm image, in conjunction with statistical analysis of descriptive features. This analysis is used in a feedback system to improve the segmentation performance, and to give an overall quality measure of the segmentation.

A classification method that separates individual cells into three classes, depending on their level of activation, is described. The method is based on analysis of time series of images. Using both general purpose features and carefully designed problem specific features, in combination with a floating feature selection procedure, a Bayesian classifier is built. Evaluation showed that the performance of the fully automatic classification procedure was very close to the performance of skilled manual classification.

forts. nästa sida

A novel method for performing estimation of intensity nonuniformities of microscope images is presented. Methods to solve many other problems related to image analysis of cell images are discussed and evaluated. All methods presented in this work are applicable to real-world situations. The two main projects of the thesis work have been performed in close cooperation with and according to demands of the biomedical industry.

.....

Stochastic Modelling and Reconstruction of Random Shapes

Finn Lindgren, Lunds universitet

This thesis originates from the problem of reconstructing the three-dimensional shape of objects, when the only available data are two-dimensional images. The solution presented is based on stochastic models for random object shapes and measurements, in combination with practical surface representation and simulation methods.

As a means to handle general, unknown object types, stochastic models for approximating known smooth surfaces as well as generating random smooth surfaces is developed. By also constructing statistical models for measured data, shape estimates can be obtained by application of Bayes' formula. For this purpose, Markov chain Monte Carlo (MCMC) simulation algorithms for the surface models are developed.

Since it is impossible to exactly represent all surfaces in a computer, it is necessary to develop discrete representations, that can be used in estimation algorithms. In this thesis, two spline surface construction methods are developed, one based on triangular Bézier patches, and one based on subdivision techniques. Both methods use control points and normal vectors, so that local control of surface positions and tangent plane orientations is possible.

In addition to surface representations and distributions, an efficient data type and an operator history system are presented, that enable the practical use of variable dimension MCMC simulation, by taking care of the complicated operations necessary to allow changing the structure of the spline surface representation during the simulation.

.....

Studies in Robotic Vision, Optical Illusions and Nonlinear Diffusion Filtering

Henrik Malm, Lunds universitet

This thesis is divided into three parts, which all deal with computational analysis and processing of images. However, the settings are quite diverse. They range from robotic camera sensors, over human perception, to physical measurement setups. In spite of this diversity, common theoretical ideas and computational aspects are applied which ties the three different parts closer together.

forts. nästa sida

The first part of the thesis deals with calibration methods for robotic vision. Both the estimation of the intrinsic parameters of the applied camera model, intrinsic camera calibration, and the estimation of the orientation and position of the camera in relation to the end-effector of the robot, hand-eye calibration, are discussed. Two different methods are presented. The first one explores the constraints that arise when calibrating a single camera or a stereo head configuration using a planar calibration object, while performing translational or general motions. The other one uses estimations of the spatial and temporal intensity derivatives in an image sequence for direct computation of the unknown parameters.

The second part of the thesis discusses a new framework for explaining a number of geometrical optical illusions. It is proposed that noise, that enters into the visual process at different stages, causes the estimation of different features in the observed image to be biased. Different types of error models are discussed and illusions that are best explained by each particular model are presented. The discussion is not restricted to the human visual system and highlights the importance of analyzing the influence of noise and uncertainty in any visual process.

The third and final part of the thesis propose the use of nonlinear diffusion filtering to process images obtained by planar laser-induced fluorescence (PLIF) spectroscopy. In particular, the images in the present application are PLIF images of turbulent flames in combustion processes. Solving a nonlinear diffusion equation using an image of this type as initial value, makes succeeding extraction of interesting quantities, such as the length of the flame boundary, an easy task. An analysis of the properties of nonlinear diffusion filtering in general, and for the present application in particular, is given.

.....

Environmental Applications of Aquatic Remote Sensing

Petra Philipson, Uppsala universitet

Many lakes, coastal zones and oceans are directly or indirectly influenced by human activities. Through the outlet of a vast amount of substances in the air and water, we are changing the natural conditions on local and global levels. Remote sensing sensors, on satellites or airplanes, can collect image data, providing the user with information about the depicted area, object or phenomenon. Three different applications are discussed in this thesis. In the first part, we have used a bio-optical model to derive information about water quality parameters from remote sensing data collected over Swedish lakes. In the second part, remote sensing data have been used to locate and map wastewater plumes from pulp and paper industries along the east coast of Sweden. Finally, in the third part, we have investigated to what extent satellite data can be used to monitor coral reefs and detect coral bleaching. Regardless of application, it is important to understand the limitations of this technique. The available sensors are different and limited in terms of their spatial, spectral, radiometric and temporal resolution. We are also limited with respect to the objects we are monitoring, as the concentration of some substances is too low or the objects are too small, to be identified from space. However, this technique gives us a possibility to monitor our environment, in this case the aquatic environment, with a superior spatial coverage. Other advantages with remote sensing are the possibility of getting updated information and that the data is collected and distributed in digital form and therefore can be processed using computers.

Efficient Image Retrieval with Statistical Color Descriptors

Linh Viet Tran, Linköpings universitet

Color has been widely used in content-based image retrieval (CBIR) applications. In such applications the color properties of an image are usually characterized by the probability distribution of the colors in the image. A distance measure is then used to measure the (dis-)similarity between images based on the descriptions of their color distributions in order to quickly find relevant images. The development and investigation of statistical methods for robust representations of such distributions, the construction of distance measures between them and their applications in efficient retrieval, browsing, and structuring of very large image databases are the main contributions of the thesis. In particular we have addressed the following problems in CBIR. Firstly, different non-parametric density estimators are used to describe color information for CBIR applications. Kernel-based methods using nonorthogonal bases together with a Gram-Schmidt procedure and the application of the Fourier transform are introduced and compared to previously used histogram-based methods. Our experiments show that efficient use of kernel density estimators improves the retrieval performance of CBIR. The practical problem of how to choose an optimal smoothing parameter for such density estimators as well as the selection of the histogram bin-width for CBIR applications are also discussed.

Distance measures between color distributions are then described in a differential geometry-based framework. This allows the incorporation of geometrical features of the underlying color space into the distance measure between the probability distributions. The general framework is illustrated with two examples: Normal distributions and linear representations of distributions. The linear representation of color distributions is then used to derive new compact descriptors for color-based image retrieval. These descriptors are based on the combination of two ideas: Incorporating information from the structure of the color space with information from images and application of projection methods in the space of color distribution and the space of differences between neighboring color distributions. In our experiments we used several image databases containing more than 1,300,000 images. The experiments show that the method developed in this thesis is very fast and that the retrieval performance achieved compares favorably with existing methods. A CBIR system has been developed and is currently available at <http://www.media.itn.liu.se/cse>. We also describe color invariant descriptors that can be used to retrieve images of objects independent of geometrical factors and the illumination conditions under which these images were taken. Both statistics- and physics-based methods are proposed and examined. We investigated the interaction between light and material using different physical models and applied the theory of transformation groups to derive geometry color invariants. Using the proposed framework, we are able to construct all independent invariants for a given physical model. The dichromatic reflection model and the Kubelka-Munk model are used as examples for the framework. The proposed color invariant descriptors are then applied to both CBIR, color image segmentation, and color correction applications. In the last chapter of the thesis we describe an industrial application where different color correction methods are used to optimize the layout of a newspaper page.

.....

Remote Sensing Aided Spatial Prediction of Forest Stem Volume

Jörgen Wallerman, SLU Umeå

Modern technology such as the Global Positioning System (GPS) and Geographical Information Systems (GIS) provide new opportunities for forest inventory. These technologies allow representation of forest variables using rasters with cell sizes on the order of 25 m. Such rasters can be estimated from remotely

forts. nästa sida

sensed data using models of the relationship between the image's digital number and the forest variables. This thesis investigates the possibility of using estimation methods incorporating remotely sensed data as well as spatial similarity of neighbouring field measurements, to improve prediction accuracy compared to using only remotely sensed data. Two new spatial prediction methods are presented and evaluated: ordinary kriging using information about edges detected in remotely sensed images, and prediction using Markov Chain Monte Carlo (MCMC) simulation of a new Bayesian state-space model. In addition, ordinary kriging, stratified ordinary kriging, ordinary cokriging, collocated ordinary cokriging, simple kriging with varying local means, and spatial regression using the autoregressive response model, are also evaluated. The methods are applied to predict forest stem volume per hectare in boreal forest in northern Sweden (Lat. 64°14'N, Long. 19°40'E) using Landsat TM data and a large field sampled dataset. Prediction accuracy, as well as practical aspects of the methods, is evaluated. In particular, accuracy is compared with Ordinary Least Squares regression (OLS) using remotely sensed data. Spatial prediction was, with a few exceptions, more accurate than OLS regression. The largest improvement, 49% lower root mean square error (RMSE), was obtained for plot-level predictions by ordinary kriging using information of edges detected in remotely sensed images, although the method is dependent on densely sampled field data. Promising results were also obtained by simple kriging with varying local means. This method performed well (26% lower RMSE than OLS regression for stand-level predictions), is rather straight-forward to apply in practice, and not as dependent on densely sampled field data. The Bayesian state-space model did not provide improved predictions compared to OLS regression. However, Bayesian modelling is promising for application of spatial models of higher complexity than possible with the other methods.

.....

Algorithms for Applied Digital Image Cytometry

Carolina Wählby, Uppsala universitet

Image analysis can provide genetic as well as protein level information from fluorescence stained fixed or living cells without losing tissue morphology. Analysis of spatial, spectral, and temporal distribution of fluorescence can reveal important information on the single cell level. This is in contrast to most other methods for cell analysis, which do not account for inter-cellular variation. Flow cytometry enables single-cell analysis, but tissue morphology is lost in the process, and temporal events cannot be observed.

The need for reproducibility, speed and accuracy calls for computerized methods for cell image analysis, i.e., digital image cytometry, which is the topic of this thesis.

Algorithms for cell-based screening are presented and applied to evaluate the effect of insulin on translocation events in single cells. This type of algorithms could be the basis for high-throughput drug screening systems, and have been developed in close cooperation with biomedical industry.

Image based studies of cell cycle proteins in cultured cells and tissue sections show that cyclin A has a well preserved expression pattern while the expression pattern of cyclin E is disturbed in tumors. The results indicate that analysis of cyclin E expression provides additional valuable information for cancer prognosis, not visible by standard tumor grading techniques.

Complex chains of events and interactions can be visualized by simultaneous staining of different proteins involved in a process. A combination of image analysis and staining procedures that allow sequential staining and visualization of large numbers of different antigens in single cells is presented. Preliminary

forts. nästa sida

results show that at least six different antigens can be stained in the same set of cells.

All image cytometry requires robust segmentation techniques. Clustered objects, background variation, as well as internal intensity variations complicate the segmentation of cells in tissue. Algorithms for segmentation of 2D and 3D images of cell nuclei in tissue by combining intensity, shape, and gradient information are presented.

The algorithms and applications presented show that fast, robust, and automatic digital image cytometry can increase the throughput and power of image based single cell analysis.



Ink-paper Interaction

Li Yang, Linköpings universitet

An ink jet printing system consists of three fundamental parts: inks, printing engine, and substrates. Inks are materials creating color by selectively absorbing and scattering the visible illumination light. The printer acts as an ink distributor that governs the ink application. Finally, the substrate acts as a receiver of the inks and forms the images. Ink setting on the substrate is a complex process that depends on physical and chemical properties of the inks and the substrates, and their bilateral interactions. For a system consisting of dye based liquid inks and plain paper, the ink moves together with the liquid carrier before the pores absorb the liquid. This process contributes to serious ink spreading on the surface along the paper fibers. At the same time the ink spreads down into the pore structure. This causes severe dot deformation, physical dot gain and ink penetration. Understanding the consequences of these phenomena and above all being able to characterize their impact on color reproduction is of great importance. Moreover this knowledge is fundamental for finding solutions to ink-penetration related problems. This thesis presents studies of some important issues concerning image reproduction quality for dye based ink-jet printing on ordinary plain paper (office copy paper), such as ink penetration, optical dot gain, and even physical dot gain. The thesis begins with theoretical developments to the Kubelka-Munk theory, which allows one to study even non-uniform ink penetration into the substrate. With the knowledge of scattering and absorption coefficients and ink thickness, reflectance can be computed by solving differential equations. Three forms of ink penetration, uniform, linear, and exponential have been studied. A method is then presented for obtaining fundamental properties of the inks from spectral reflectance measurements, like the scattering- and absorption-power of inks, ink layer thickness, and ink mixing scheme for the generation of secondary colors.

The method is further developed for modelling the ink penetration in printing systems consisting of dye based liquid inks and plain paper. By combining the spectral reflectance measurements with theoretical simulations, quantities like the depth of ink penetration is determined. These quantities, in turn, are used to predict the spectral reflectance of prints. Simulated spectral reflectance values have been in fairly good agreement with experimental results. Models dealing with light scattering inside the substrate resulting in optical dot gain for halftone printing, in the case of existing ink penetration, have been developed for both mono- and multi-color printing. It is shown that the optical dot gain leads to higher color saturation than predications from Murray-Davis approximation. Additionally, tentative studies for physical dot gain were made. Finally, an evaluation of the chromatic effects of the ink penetration for printing on office copy paper has been carried out based on both experimental data and simulations. It is found that ink penetration has a dramatic impact on chroma and hue of the color, and the color saturation is significantly reduced by the ink penetration. Consequently, the capacity for color representation, or the color gamut, is dramatically reduced by the ink penetration.

