

Modele Matematice si de Invatare Automata pentru Rezolvarea unor Probleme Complexe

Adrian Sergiu DARABANT

Departamentul de Informatica
Facultatea de Matematica si Informatica
Universitatea Babes Bolyai

Teza Abilitare

Modele Matematice si de Invatare Automata pentru Rezolvarea unor Probleme Complexe

Adrian Sergiu DARABANT

Aceasta teza rezuma cele mai importante rezultate ale activitatii de cercetare ale autorului din ultimii 7 ani. Dupa sustinerea tezei de doctorat autorul a continuat să dezvolte unele dintre metodele privind fragmentarea și alocarea datelor folosind modele complexe. Subiectul principal al activitatii de cercetare a trecut gradat de la alocarea datelor la probleme de computer vision si extragerea informațiilor din imagini faciale umane. Acestea sunt abordate din doua perspective: una clasica, bazata pe modele matematice complexe și una bazata pe dezvoltarea tehnicilor de invatare profunda. Activitatea de cercetare post-doctorala a autorului se materializeaza in 56 de lucrari, dintre care 27 de articole de revista și 29 de lucrari publicate la conferinte. Dintre acestea 8 articole de revista și 11 lucrări din volume de conferinte sunt de rangul A și B.

Primul capitol prezinta o scurtă introducere și subiectele care vor fi tratate pe parcursul tezei, impreuna cu principalele rezultate și lista publicatiilor.

Al doilea capitol prezinta doua solutii pentru alocarea optima a datelor intr-un sistem distribuit cu constrangeri. Acestea sunt exprimate sub forma unui model de programare liniară și a unei probleme de flux in grafuri. Problema de programare liniara poate fi abordată cu orice solver matematic. Pentru problema de flux este propus un algoritm de backtracking. Alternativ, este descris un algoritm Greedy care furnizeaza o solutie aproximativa, dar cu un timp de executie de 550 de ori mai mic.

Al treilea capitol prezinta o serie de metode pentru extragerea trasaturilor faciale din imagini folosind metode clasice bazate pe modele matematice. Sunt prezentate două metode pentru extragerea ochelarilor folosind fie descriptori Fourier cuplati la o metoda de tip Monte Carlo, fie direct o explorare de tip Mote Carlo a spatiului de solutii. O a treia abordare propusa se bazeaza pe un algoritm genetic pentru localizarea ochelarilor. Rezultatele sunt comparate cu cele mai recente lucrari din domeniu.

O alta clasa de metode prezentate in acest capitol cuprinde: detectarea ochilor, a pozitiei acestora, descrierea formei, detectia razei irisului, a formei sclerei și urmarirea ochilor. Prima metoda prezentata se bazează pe Transformata Radiala Simetrica Rapida pentru a detecta irisul si a calcula raza acestuia. Solutia este extinsa la segmentarea sclerei prin modelarea pleoapelor sub forma unor curbe parabolice. Rezultatele obtinute au o precizie mai buna, sau una comparabila, dar raportata la un timp de executie mai bun. A doua problema

prezentata este urmarirea ochilor folosind o metoda bazata pe filtre de particule.

Sfarsitul capitolului trei trateaza problema detectarii si recunoasterii micro-expresiilor. O solutie propusa se bazeaza pe un estimator discret al magnitudinii miscarii cuplat la o metoda de interpolare cu un Gaussian 3D. A doua metoda se bazeaza pe fluxuri optice dense. Rezultatele obtinute sunt comparabile sau mai bune decat ale lucrarilor recente in domeniu.

Capitolul patru prezinta metode de reconstructie 3D si optimizare calibrare sisteme stereo. Sunt prezentate doua metode care vizeaza reconstructia fetelor umane si frontalizarea acestora pornind de la un set de imagini pentru a obtine un model 3D care permite masurarea de caracteristici morfologice. A doua abordare adauga fruntea în modelul 3D (pana la granita cu parul). Rezultatele obtinute sunt comparate cu lucrari similare din literatura de specialitate obtinand erori medii de reconstructie mai mici. Este propusa o metoda de optimizare a calibrarii camerelor bazata pe un algoritm genetic. Comparativ cu metodele existente, precizia obtinuta este imbunatatita cu mai multe ordine de marime.

Capitolul cinci prezinta o perspectiva diferita asupra analizei trasaturilor faciale utilizând rețele neuronale convolutionale si metode de invatare profunda. Este prezentata o nouă clasa de probleme: *cautare de arhitecturi neuronale*.

Partea de analiza faciala trateaza extragerea automata a sexului/genului unei persoane din imagini faciale. Comparativ, acestea sunt clase de probleme in care CNN depasesc abordarile clasice. Sunt tratate: determinarea automată a culorii pielii, segmentarea fetei si a parului, detectarea prezentei calvitiei si determinarea culorii parului. Sunt propuse noi tehnici pentru segmentarea parului si a fetei. Rezultatele sunt comparate numeric cu cele din literatura.

In continuare este prezentata o metoda de determinare a rasei si etniei umane din imagini faciale. O serie de arhitecturi de rețele cunoscute sunt studiate pentru a observa trasaturile faciale care le influenteaza comportamentul. Semantica si comportamentul acestor rețele sunt studiate pentru a extrage factorii care declanseaza raspunsuri specifice.

Ultima problema abordata este cautarea automata de arhitecturi de rețele neuronale. Acest lucru se realizeaza prin explorarea spatiului solutiilor folosind o metoda bazata pe invatare produnda si invatare prin intarire. Rezultatele obtinute sunt analizate si comparate cu literatura de specialitate.

Capitolul sase prezintă directii viitoare de cercetare si un plan de dezvoltare al carierei autorului.