

AUTOTRANSPORTO PRIEMONIŲ VALSTYBINIŲ NUMERIŲ ATPAŽINIMAS VAIZDŲ ANALIZĖS METODU

Giedrius Liubavičius, Donatas Dervinis

Šiaulių universitetas, Technologijos fakultetas

Įvadas

Automatizuotas autotransporto priemonių valstybinių numerių atpažinimas aktualus įvairiose autotransporto srityse, pavyzdžiui, transporto priemonių kontrolei, kriminalistikoje ir kt. Tačiau dar nėra unifikuotų valstybinių numerių atpažinimo algoritmų ir testavimo priemonių.

Valstybinio numerio atpažinimą bandoma realizuoti įvairiais būdais: dirbtiniais neuronų tinklais, kontrastiniais metodais, taikant zonų dydžius bei vienodo intensyvumo plotus (HSI spalvų skalėje) ar morfologines operacijas.

Daugelyje būdų vaizdas verčiamas į pilkumo skalę ir po papildomo apdorojimo – į dvejetainę formą. Pastarojoje taškas gali turėti tik dvi vertes – juodai balta spalvų gama. Po eilės tokių vertimų prarandama informacija, o vaizdas iškraipomas.

Tipinis numerio atpažinimo komplektas (1 pav.) susideda iš vaizdo kameros, papildomo apšvietimo, įvedimo plokštės, skirtos ir pradiniam kadro apdorojimui, kompiuterio bei programinės įrangos [1]. Dėl prastų aplinkos sąlygų, numerio atpažinimas gali būti nebaigtas. Tuomet transporto priemonė sustabdoma.



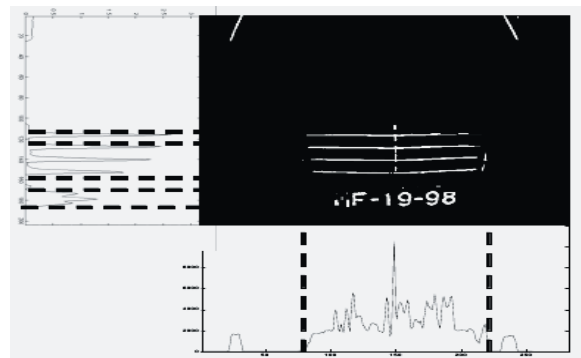
1 pav. Tipinės sistemos sudedamosios dalys

Gavus kadra, būtina vaizdą filtruoti: versti į pilkumo skalę, balansuoti, filtruoti, tačiau jau šioje stadijoje atsiranda nemažai aukšto dažnio triukšmų, o kadrai iškarpyti. Filtravimui vartojamos ribinės reikšmės. Parametro parinkimas konkrečiam kadrai sudėtingas, reikia daug skaičiavimų, todėl pasitelkiamos statinės reikšmės su nedidelėmis korekcijomis.

Simboliai išskaidomi ir atpažįstami taikant šablonus. Daugelyje tyrimų [5–7] statistiškai nustatomos ribinės reikšmės, tačiau atsiranda minusų – šablonas tinka tik pastoviam ir nustatytam apšvietimui, nume-

rio kontrastui. Tokia sistema už nustatytų ribų neveikia – naudinga kadro informacija bus iškirpta kaip triukšmas.

Remiantis A. Macao [2] modeliu, priimta, kad numerio vieta yra pakankamai kontrastinga, todėl išblukinus ir atėmus iš pradinio paveikslo, lieka tik didelio kontrasto vietos – t. y. numeris, grotelės ir pan. (2 pav.). Numerio vieta randama taikant matematinę morfologiją – vietą, kur kadro ploto elementų suminė vertė didžiausia ir yra ieškomas valstybinis numeris. Toliau tokiu pat būdu atskiriami simboliai. Šiuo būdu 95% kadru aptinkami teisingai.



2 pav. Numerio radimas kadre, naudojant histogramų slėnius

Kitas būdas – vertikalių numerio rėmelio kraštų paieška Sobel arba Prewitt algoritmais pagal ir iš anksto užsibrėžtą X:Y santykį [4]. Numerio rėmelis verčiamas į juodai-baltą, o simbolių zonos atskiriamos skaičiuojant vertikaliai juodų taškų skaičių kiekvienoje eilutėje. Šios sistemos tikslumas siekia 96%. Šis būdas tinka ir arabiškiems numeriams. Siūloma [7] netaikyti išankstinių žinių apie numerio rėmą dėl tarptautinių numerių. Po to atpažinimas tikslinamas pagal nacionalinį šriftą. Gaunamas iki 85,2% atitikimas. Dar vienas iš būdų numerio rėmeliui rasti ir simboliams atpažinti – tai cross-koreliacija [8]. Didžiausi trukdžiai numeriui atpažinti yra apšvietimas ir kontrastas, todėl kai kurie autoriai [9] naudoja dirbtinį apšvietimą – dažniausiai infraraudonąjį.

Tyrimo tikslas – sudaryti naują automobilio registracijos numerio atpažinimo būdą, taikant koreliaciją.

Uždaviniai – sudaryti automobilio registracijos numerio atpažinimo būdą, tinkamą įvairiomis

aplinkos sąlygoms; sudarytas būdas atpažinimo rezultata turėtų pateikti su atpažinimo tikimybe, kuri leistų įvertinti rezultato patikimumą; kuriama būda realizuoti priemonėmis, kurios leistų jį panaudoti realioje įrangoje.

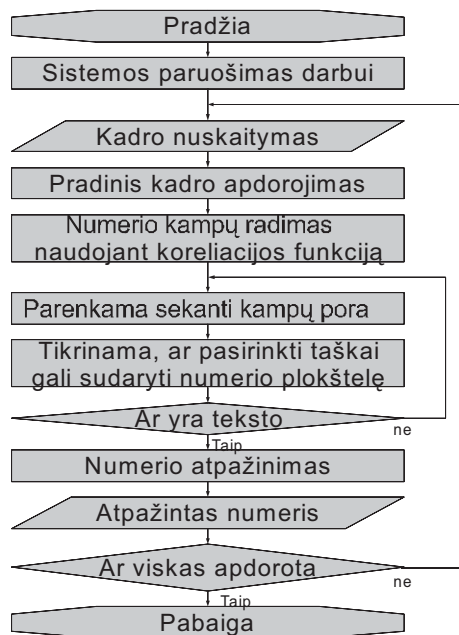
Valstybinio numerio detektavimas ir atpažinimas

Pristatomas algoritmas pateikiamas 3 paveiksle. Kadangi spalvoto kadro (raiška 640 x 480) apdorojimas, lyginant su pilkumo pustoniais, sudėtingas, todėl kadras verčiamas į pilkumo skalę: vietoje trijų (RGB) ar net keturių (ARGB) dedamųjų gaunama viena:

$$X_g = (R + G + B) / 3. \quad (1)$$

Nors dėl tokios transformacijos ir prarandama duomenų, tačiau apdorojimo paprastumo bei laiko prasme laimima. Esant blogam apšvietumui, atliekama kadro gama korekcija, kuri leidžia toliau kadra analizuoti prasto apšvietimo sąlygomis.

Toliau kadre ieškoma vertikalių (horizontalių) linijų, sudarytų vertikaliu (horizontaliu) 10 pikselių ilgio linijos šablonu. Visame kadre, slenkant šablono, atliekama šablono ir kadro fragmento koreliacija. Galutinis koreliacijos rezultatas – vertikali (horizontali) linijos. Nuotraukoje tiek vertikalių, tiek horizontalių brūkšnių gali būti daug, tačiau, sutapatinus šių dviejų koreliacijų rezultatus, gaunamas tikslus rėmelio kairysis viršutinis ir dešinysis apatinis kraštai.



3 pav. Siūlomas algoritmas

Gaunami kampiniai taškai sujungiami įbrėžiant stačiakampį – numerio ribas. Koreliacijų rezul-

tatas leidžia tik nustatyti spėjamą rėmelio vietą. Pasielkus specialias fotografavimo sąlygas, iš koreliacijos koeficientų gal ir galima būtų išrinkti vieną garantuotą rėmelio zoną, tačiau tokios sąlygos dažniausiai neegzistuoja. Todėl rezultatus reikia apriboti koeficientu (pilkumo skalėje) ribine reikšme. Koeficiento ribinę vertę galima parinkti konstanta, tačiau tokiu atveju, kaip ir aprašyta aukščiau, prarandamas universalumas įvairiomis sąlygomis (apšvietimo, kontrasto ir t. t.). Siūlomame būde ribinei reikšmei nustatyti vartojamas gretimų verčių skirtumo šuolis. Abiejų bendro rezultato koreliacijos koeficiento nedideli pokyčiai rodo panašaus intensyvumo sritį, o šių koeficientų tarpusavio skirtumas – skirtingas (pereinančias) sritis.

Algoritmo tyrimo metu pastebėta, kad didžiausios netikslios koreliacijos koeficientų reikšmės gaunamos tamsiuose ruožuose, pvz., šešėlis po autotransporto priemonės dugnu (4 pav.), ant padangų. Šias reikšmes galima eliminuoti tikrinant koreliacijos koeficientų, gretimų verčių skirtumo šuolių pločius nuo šuolio į viršų iki šuolio žemyn. Tikrajam rėmeliui dėl nedidelio intensyvumo pasikeitimo ruožo koreliacijos koeficientų šuolių plotis gaunamas ne didesnis kaip 4–8 verčių seka (priklausomai nuo atstumo), todėl didesnio pločio šuolius galima tiesiog atmesti kaip netinkamus (pvz.: daug juodos spalvos – padanga ar didelio ploto mašinos šešėlis).



4 pav. Klaidingai detektuojamos numerio rėmelio vietos

Atmetus klaidingas sritis, likusias rėmelio sritis reikia papildomai patikrinti. Norint patikrinti gauto stačiakampio „tikrumą“, skaičiuojamos tiek vertikali, tiek horizontali histogramos – kiekvieno stulpelio ar eilutės verčių vidurkiai. Iš histogramų galima atskirti vietas su simboliais. Histogramose gaunamas verčių pasiskirstymo grafikas.

Dažnai numerio vaizdas iškraipomas dėl nešvaraus kameros objektyvo, šešėlių ir pan.

Patikrintas rėmelis skaidomas į simbolius. Kadras iki apatinio dešiniojo taško kerpamas nuo viršutinio kairiojo koordinatėmis, esant teigiamam histogramos gretimų verčių skirtumo šuoliui (histogramos

vertė didėja). Esant neigiamam histogramos gretimų verčių skirtumo šuoliui (histogramos vertė mažėja), gaunamas rezultatas parodytas 5 paveiksle. Taip gaunamas tik simbolio kadras be aplinkinio fonu.

Iškirptas simbolis atpažįstamas taikant koreliaciją, lyginant iškirptą simbolį su šablonu simbolių bazėje. Aukštesnei kokybei gauti kiekvienas simbolis „atpažįstamas“ kelis kartus, kiekvieną sykį nustatant vis kitokią atpažinimo koreliacijos reikšmę (parenkama eksperimentiškai). Tokiu būdu gali būti gauti keli skirtingi vieno simbolio rezultatai. Iš jų skaičiuojant atpažinimo koeficientų dydžius, išrenkamas variantas su geriausiais koeficientais.



5 pav. Iškirpto numerio (viršuje) skaidymas pagal histogramos (apačioje) slėnius
Numeryje simboliai BRA392

Lentelė. *Literatūroje pateiktų ir siūlomo algoritmo atpažinimo tikslumo palyginimas*

Algoritmo šaltinio (straipsnio) pavadinimas.	Tikslumas
[1] Design and Implementation of License Plate Recognition System	98,00%
[2] A Macao licence plate recognition system	93,20%
[4] An Algorithm for License Plate Recognition System for Non-stop Toll Stations	89,70%
[9] Research and Realization of Improved Pattern Matching in License Plate Recognition	98,00%
Aprašytas algoritmas	94,81%

Išvados

1. Rekomenduojamas būdas, pagrįstas koreliacijos funkcijomis, leidžia tiksliai atpažinti simbolius plačiame šviesumo diapazone: darbo sąlygas tenkina kadrai, kurių vidutinis taško intensyvumas nuo 60 iki 220 (kai taško galimas diapazonas nuo 0 iki 255), taip pat gali būti kintamas kontrastas.
2. Skaičiuojant atskirai kiekvieno atpažinimo etapo tikimybę, suskaičiuojama ir viso numerio atpažinimo tikimybė, kuri parodo, koku pasiklovimu galima tikėti rezultatu. Bendras atpažinimo rezultatas įvairiomis sąlygomis siekia 94,81%.
3. Aprašytas būdas realizuotas C++ klasėmis ir pritaikytas masiškai paraleliems skaičiavimams, todėl tinka bet kuriai aparatinei ar operacinės sistemos platformai, palaikomai TrollTech/QT Software (Nokia Corporation) QT v4 bibliotekų.
4. Dėl paprastų šrifto šablonų atpažinimo būdą galima adaptuoti bet kuriai valstybei (keičiant šriftus ar rašmenis, pvz., arabų).

Literatūra

1. Yang H., Xu L., Jinan L. C., 2007, Design and Implementation of License Plate Recognition System. *Inf-*

Tyrimo rezultatai

Aprašytas būdas buvo tiriamas dviem etapais: kokia yra atpažinimo tikimybė ir kiek tiksliai numerių atpažino programa. Tyrimas atliktas naudojant 70 įvairios kokybės numerio pavyzdžių. Be to, kiekvienam kadrai dirbtinai buvo keičiamas šviesumas, pastumiant histogramą į kairę ar dešinę puses. Sumažinus vidutinį šviesumą, dėl per tamsaus kadro programa nebenustato numerio; didinant šviesumą, atpažinimas labai nenukenčia. Vidutinis atpažinimo patikimumas visame keičiamo šviesumo diapazone siekia 89%, o numerio tikslus atpažinimas ~60%. Atmetus diapazonus, kur atpažinimas lygus 0, nustatyta, kad tikslus atpažinimas siekia 94,81%.

Literatūroje pateiktų ir siūlomo algoritmo atpažinimo tikslumas palyginamas lentelėje. Daugelio pristatomų algoritmų rezultatai gauti testuojant tam tikromis sąlygomis, o straipsnyje aprašyti rezultatai gauti naudojant įvairios kokybės kadrus (apšvietimą, kokybę).

- mation Technologies and Applications in Education. ISITAE '07. First IEEE International Symposium.*
2. Wu C., On L. C., Weng C. H., Kuan T. S., Ng K., 2005, A Macao license plate recognition system. *Machine Learning and Cybernetics, 2005. Proceedings of International Conference.*
3. Ahmed M. J., Sarfraz M., Zidouri A., Ai-Khatib K. G., 2001, License plate recognition system. *Intelligent Transportation Systems. Proceedings of International Conference.*
4. Li B., Zeng Z. Y., Zhou J. Z., 2008, An Algorithm for License Plate Recognition System for Non-stop Toll Stations. *Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2008. IHHMSP International Conference on Volume. Issue 15-17. P. 873-876.*
5. Saleh M. D., Mellah H., Mueen A., Salih N. D., 2008, An Efficient Method for Vehicle License Plate Extraction. *Information Technology, 2008. ITSIm. International Symposium.*
6. Gae Q., Wang Z., Xie G., 2007, License Plate Recognition Based On Prior Knowledge. *Automation and Logistics, IEEE International Conference.*
7. Shapiro V., Gluhchev G., 2004, Multinational License Plate Recognition System: Segmentation and Classification. *Pattern Recognition, International Conference. Nr. 4. P. 352-355.*
8. Duangphasuk P., Thammano A., 2006, Thai Vehicle

- License Plate Recognition Using the Hierarchical Cross-correlation on ARTMAP, *Intelligent Systems, 3rd International IEEE Conference*.
9. Angnostopoulos C. N. E., Anagnostopoulos, I. E.,

Psoroulas I. D., Loumos V., Keyafas E., 2008, License Plate Recognition From Still Images and Video Sequences: *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions*. Nr. 9 (3). P. 377–391.

SYSTEM FOR RECOGNITION OF TRANSPORT LICENSE PLATE BY VIDEO METHOD

Giedrius Liubavičius, Donatas Dervinis

Summary

This article presents the method for recognition of transport license plate by video. The system has a camera (resolution 640 x 480), video card for video input, computer and software. Firstly are detected vertical and horizontal lines in video frame by correlation with vertical and horizontal 10 pix line templates. After combining vertical and horizontal results we have the possible plate zones. The zones are verified by histograms: if there are symbols in inside zone, the histogram has characteristic valleys. After verification the zone is cropped to symbol according to histogram valleys. Symbols were detected by correlation between template symbol and symbol cropped from video frame.

The present method was tested with 70 different quality video frames with transport license plate inside. Recognition accuracy is 98.41%, results are very good taking into consideration the fact that video frames were of very different quality.

The method was realized in C++ class and is suitable for parallel counting. The software was compatible with different hardware and operating systems that support TrollTech / QT Software QT v4 library.

Keywords: License Plate Recognition, image processing, auto-correlation, cross-correlation.

AUTOTRANSPORTO PRIEMONIŲ VALSTYBINIŲ NUMERIŲ ATPAŽINIMAS VAIZDŲ ANALIZĖS METODU

Giedrius Liubavičius, Donatas Dervinis

Santrauka

Pristatomas originalus valstybinio autotransporto numerio atpažinimo, taikant koreliaciją, būdas. Sistemą sudaro kamera, įvesties plokštė, kompiuteris ir programinė įranga. Po pirminio kadro apdorojimo vertikalių ir horizontalių linijų šablonais koreliacijos metodu randami vaizdo kadro vertikalių ir horizontalių linijų segmentai. Sujungus gautus vertikalius ir horizontalius segmentus, nustatomos galimos numerio rėmelio zonos. Išskirtos zonos tikrinamos taikant histogramą, ieškoma, ar išskirtoje zonoje yra būdingų numeriui požymių – histogramos slėnių. Kitas etapas – vartojant histogramos slėnius, numeris skaidomas į simbolius ir kiekvienas jų atpažįstamas. Atpažinimui naudojama simbolių šablonų bazė. Iškirptas simbolis yra lyginamas su parinktu šablonu.

Būdas patikrintas 70 įvairios kokybės vaizdo kadrais, kuriuose yra automobilio valstybinis numeris. Gautas 98,41% atpažinimo tikslumas, kuris, įvertinant skirtingas vaizdo kadro kokybes, yra labai geras.

Pateiktas būdas realizuotas C++ klasėmis bei pritaikytas masiškai paraleliems skaičiavimams, todėl tinka bet kuriai aparatinei ar operacinės sistemos platformai, palaikomai TrollTech/QT Software QT v4 bibliotekų.

Prasminiai žodžiai: automobilio numerio detektavimas, vaizdo apdorojimas, koreliacija.

Įteikta 2009-09-04