

ВИДЕО СИСТЕМИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ И АНАЛИЗИРАНЕ НА ДАННИ ЗА АВТОМОБИЛНИЯ ПОТОК

маг. инж. Васил Лаков
supervas220@gmail.com

България

Ключови думи: обработка на изображения, видео обработка, анализ на трафик, пътни камери, пътни сензори, разпознаване на обекти

Резюме: Статията разглежда системите за видеонаблюдение и анализ на пътния трафик използвани в интелигентните транспортни системи. Изброени са различни приложения на цифровата обработка на изображения, както в сферата на транспорта, така и в други области. Видео сензорите са разделени в 3 групи, като е обърнато най-голямо внимание на пътните сензори измерващи и анализиращи характеристиките на автомобилния поток. Тези сензори прилагат различни техники и алгоритми за извличане на информация от всеки кадър и затова са разгледани няколко начина за подобряване качеството на видео сигнала и извличаните данни. Дадени са насоки за мястото и начина на инсталиране на камерите за получаване на най-добрите възможни резултати. В заключение е направен изводът, че съществуващите пътни видео сензори, постигат много добри резултати и са практически решение за събиране на данни за транспортните потоци. Тяхното развитие продължава и в бъдеще резултатите ще са още по-добри.

1. Въведение

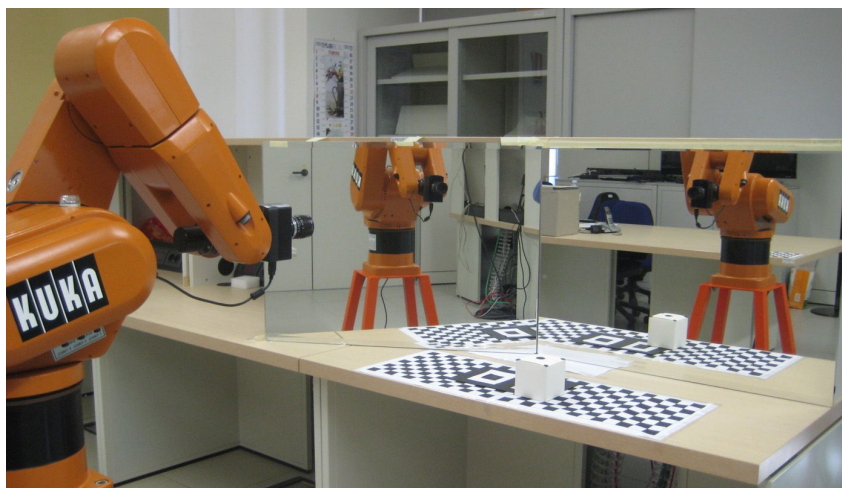
Постоянното разрастване на градовете и засиленото търсене на транспортни услуги налага изискването пътната инфраструктура да се развива заедно с тях за да поддържа функционирането на градския организъм. Строенето на нови пътни артерии е скъп и бавен процес, който трябва да се съпътства от транспортни проекти подобряващи управлението на трафика по съществуващата инфраструктура. Интелигентните транспортни системи използват съвременните информационни и комуникационни технологии за да събират и анализират информацията за функционирането на пътната транспортна система и да подпомагат нейната работа и развитие.

Сегашното състояние на микропроцесорите позволява вграждането на мощни изчислителни модули в разнообразни устройства добавяйки нови функции. Цифровите сигнални процесори позволяват извършването на сложни анализи върху дигитализирания телевизионен сигнал, извличайки информация за средата и намиращите се в нея обекти. Поради високата степен на детерминираност на пътната среда, пътните видео сензори са много подходящи за измерване и анализ на автомобилните потоци [1].

2. Приложение на обработката на изображения

Видео сигнала във видимия спектър е богат на информация за заснетата сцена или обект. Той е еднакво полезен, както за човека така и за апаратите снабдени с машинно зрение, при извършването на разнообразни дейности и операции. Компютърното анализиране на образи има широко приложение в живота ни като постоянно се откриват нови области за прилагане на техниките за обработка на цифрови изображения.

Някои от интересните приложения са обработката на сателитни снимки на Земята за нуждите на земеделието и картографията; разпознаване на сцени и обекти при стационарни и мобилни роботи (фиг. 1); визуална инспекция на качеството на детайли и храни; разпознаване на хора по лицата и ирисите им от биометричните системи за сигурност; откриване на изоставени предмети на летища и гари [2]; измерване на концентрацията на клетки в медицината; създаване на 3D модели на обекти от техни 2D снимки; извличане на текст от снимки от OCR софтуер; реализиране на автофокус функцията при фотоапаратите; цифрово стабилизиране на сигнал от видео камера; разчитане на 2D баркод; филтриране на шум в изображения и много други. Някои космически апарати се ориентират в пространството чрез визуално следене на разположението на дадени звезди.



Фиг. 1. Визуално разпознаване на сцена и обект при стационарен робот

Компютърният анализ на изображения се прилага все по-широко и в сферата на транспорта. Като примери могат да се посочат разчитането на регистрационните номера на автомобилите (ANPR,LPR) [2]; определяне на вида

транспортно средство (фиг. 2); откриване на задръствания и измерване дължината на опашки; системи определящи състоянието на водача (фиг. 3) и др. В бъдеще ще се създадат превозни средства, които не изискват намесата на човек при управлението им. Това ще е възможно благодарение на автоматично следене на лентата и алармиране при отклонение (фиг. 4, lane departure), разпознаване на пътни знаци, използване на стереоскопично зрение за определяне на разположението на автомобилите отпред и др.



Фиг. 2. Определяне на вида на движещия се обект



Фиг. 3. Наблюдение на лицето на шофьора



Фиг. 4. Следене на лентата на движение на автомобила

3. Предимства и недостатъци

Системите за видео анализ на пътния трафик имат няколко съществени предимства пред другите видове пътни сензори. Съществуват голям брой вече инсталирани видео камери, които служат само за наблюдение на пътните условия от оператори. Внедряването на системи за автоматично измерване на трафик параметрите и идентифицирането на различни нежелани ситуации, включително инциденти, в реално време ще улесни и подобри управлението на транспортната система без това да изисква участието на много хора и големи финансови инвестиции. Измерването на параметрите на пътния трафик се извършва от софтуер, който се поддържа, модифицира и разширява лесно и предоставя широк набор функции за анализ на трафика. Няма задължително място за инсталиране на камерите и заедно с покриването на множество ленти на голямо разстояние, прави видео сензорите все по-често използвани (фиг. 5) [3].



Фиг. 5. Единична камера покриваща няколко ленти и следяща за спрели автомобили

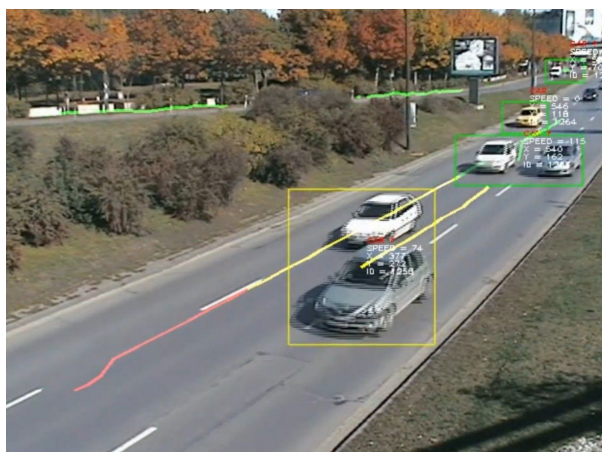
Основният недостатък на видео системите е понижената точност при ниска осветеност на пътя и лоши атмосферни условия. През нощта и при сумрак или мъгла, видимостта е ограничена и контраста в изображението може да не е достатъчен за надеждно разпознаване и проследяване на автомобилите. Дъждът и снеговалежът внасят шум в образа и също могат да влошат получените данни.

Ниската осветеност се компенсира чрез електронно (AGC) или цифрово

предварително усилване на сигнала или чрез използването на високо чувствителни черно-бели и инфрачервени (ИЧ) камери.

При справянето с лошите атмосферни условия на помощ идват поляризационните и филтрите против мъгла. Те намаляват отблясъците от платното и самите автомобили, подобряват контраста и увеличават видимостта. Могат да се добавят филтри спиращи ИЧ светлина през деня. Това е още един начин за подобряване до известна степен на цветовете и контраста на изображението. Използват също и активни или пасивни ИЧ камери, но тъй като те са скъпи и дават не толкова полезен образ за операторите, тяхното приложение е ограничено.

Допълнително подобрение на надеждността и точността на алгоритмите може да се постигне чрез автоматично или ръчно определяне на райони от кадъра подлежащи на анализ (ROI). Размерите на откритите обекти също може да се използва за филтриране на фалшиви автомобили. Филтрирането на обектите със скокообразното изменение на характеристиките между последователни кадри намалява грешките при наличие на паразитни обекти в кадър като движещи се клони на дървета, хора, животни и сливане на обекти чрез хвърляните сенки и др. (фиг. 6).



Фиг. 6. Сливане на обекти поради препокриване и дълги сенки

Точността на измерваните параметри се влияе в по-голяма степен от разделителната способност от колкото от скоростта на кадрите (fps). Високата разделителна способност подобрява разграничаването на по-отдалечените от камерата автомобили. Скорост от 5 или 10 fps е достатъчна за бързото и сигурно определяне на автомобилните характеристики. Броят обработвани кадри в секунда трябва да гарантира, че и най-бързият автомобил ще е в кадър достатъчно дълго време за да бъде идентифициран и анализиран, което зависи и от дължината на наблюдавания пътен участък.

Не на последно място, един постоянно развиван начин е усъвършенстването на самите алгоритми за анализ на видео сигнала [1, 4]. Това се постига чрез прилагането на различни начини за откриване на движещи се обекти (преден фон) или отделяне на задния (неподвижен) фон. Такива начини са следенето на фаровете на автомобилите, които са лесно различими, цветово разграничаване на автомобилите от платното и др. Използването на фаровете се

прилага обикновено в тунели, но може да се прилага и извън тях. Възможно е да се използват няколко различни методи за анализ в зависимост от ситуацията на пътя, например при наличие и отсъствие на задръстване, летни и зимни периоди, през деня и нощта.

4. Видове системи

Системата за видео анализ на пътния трафик може да има централизиран или разпределен характер. В първия случай изчислителната техника е събрана в контролния център оборудван с компютри обработващи сигналите от съществуващите камери. По този начин се реализира икономия от инсталирането на нови по-скъпи камери. Във втория случай се инсталират нови камери снабдени с цифров модул обработващ видео сигнала преди той да бъде изпратен към контролния център [2]. Това позволява да се намали количеството предавана информация и използването на различни начини за комуникация.

Съществуват три основни типа системи: ANPR системи, системи за безопасност (road safety) и системи измерващи параметрите на автомобилния поток (traffic sensors) [3].

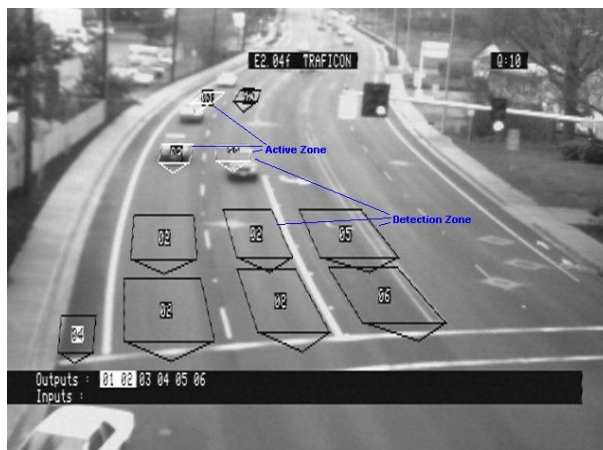
ANPR или още и LPR системите имат широко приложение. Те се монтират на контролно-пропускателни, входно-изходни пунктове, паркинги и гаражи, платени пътища, кръстовища и други обекти. Те служат за идентифициране и следене на превозното средство чрез регистрационния му номер. Тази информация служи за автоматично отчитане на различни пътни такси и престой на паркинг, което улеснява заплащането (ETC). Преминаването на червен светофар лесно се доказва със снимка на нарушителя, на която се вижда и регистрационния номер освен светофара. Следенето помага при откриването на откраднати автомобили и изчисляване на времето за изминаване на даден участък (travel time information). Нощно време и в тунели, се използват ИЧ камери и светкавици, защото обикновената светкавица може да заслепи или да стресне шофьорите дори когато е отзад. За да е достатъчно голям образа на регистрационния номер и за да е по-надеждно идентифицирането му се монтират отделни камери за всяка пътна лента. Процеса на разпознаването на номера може да работи постоянно или да бъде стартиран от външен сигнал, например от лазерен сензор или ръчно. Лазерни сензори се използват в случаите, когато спирането не е желателно, а ръчното, на граници, контролни и други пунктове.

Видео системите за безопасност са два вида: безопасност за шофьора и безопасност на пътя. Осигуряването на безопасността на шофьора включва системи за подпомагане на шофьора като камера за задно виждане, алармиране чрез звук или вибрация при заспиване на шофьора или напускане на лентата на движение, ИЧ камера за предно виждане при нощно пътуване или наличие на мъгла.

Системите за безопасност на пътя включват такива за визуално откриване на задимяване и пожар (в тунели и подземни гаражи), отломки по платното (при земни свлачища), присъствие на хора по платното, бавно движещи се или спрели автомобили и други пътни нарушения и опасни ситуации.

Към третата група спадат системите за измерване и анализ на

автомобилните потоци. Те служат за определяне на различни параметри на трафика, като освен тези данни могат да предоставят и картина от наблюдавания участък. Това са пасивни сензори покриващи голям брой ленти и дълъг пътен участък, което е основната разлика спрямо другите видове пътни сензори. Някои от съществуващите решения изискват предварително конфигуриране на различни параметри (фиг. 7), докато други се самонастройват в процеса на работа. Решенията използващи по-прости алгоритми се нуждаят от дефиниране на точки или линии на платното (виртуални сензори), които играят ролята на физически сензори. При тях измерването на параметрите на автомобилите става само в зададените точки. Те най-често измерват брой, посока, скорост, присъствие и в някои случаи спрели автомобили. Решенията прилагачи по-сложни алгоритми анализират автомобилите в целия наблюдаван участък. Така те следят индивидуални превозни средства и тяхната траектория, могат да определят вида на превозното средство по неговия профил или дължина (фиг. 2), лесно откриват задръствания и колони от спрели автомобили, чакащи на светофар или друго препятствие.



Фиг. 7. Система с ръчно задавани зони за детекция на автомобили

5. Инсталиране на камерите

Видео камерите за анализ на автомобилните потоци се инсталират на открито и трябва да работят непрекъснато през цялата година, при различни метеорологични условия. Това изисква кожусите да не позволяват замърсяване, изпотяване или замръзване на предното стъкло, както при високи, така и при ниски температури. Камерите монтирани на малка височина трябва да се добре защитени от нежелани посегателства, включително и кабелите до тях.

Използват се предимно стационарни камери без възможности за увеличение на образа. Те се монтират на светофарни уредби, улични стълбове и специално издигнати съоръжения до или над платното (фиг. 8). Пътните камери се инсталират и на сгради с видимост към пътния участък. Камерите не трябва да се клатят при вятър и вибрациите в поддържащата конструкция трябва да са сведени до минимум, затова се избягват мостови, тунелни и временни пътни съоръжения [5].



Фиг. 8. Примерна конструкция над платното за монтиране на сензори

Камерите се насочват надолу към платното, като е желателно небето да не влиза в кадър за да се намали нежеланата ИЧ светлина, силната промяна в осветеността, заслепяването на камерата с фарове, околните обекти и светлинни източници, които могат да затруднят алгоритмите за обработка. В случаите, когато се наблюдава бърз автомобилен поток, е нужно да се зададе по-висока скорост от стандартната на затвора на камерата, за да се избегне размазването както на регистрационния номер, така и на самия автомобил [2].

За постигане на най-добрите резултати ANPR камерите се монтират на малка височина и насочени възможно най-фронтално спрямо превозното средство с тясно поле на видимост в съответната лента. Камерите могат да заснемат предната или задната табела. При нужда от непрекъсната работа и променливо осветление се използват инфрачервени камери със собствен ИЧ прожектор.

6. Заключение

Благодарение на множеството си предимства спрямо другите пътни сензори и лесното разширение на функциите им, видео сензорите са отлично решение на различни транспортни задачи. Възможността за изграждане на централизирана, разпределена или хибридна система дава свобода при реализацията без значение от мащаба ѝ, като се реализират и икономии. Съществуват различни хардуерни и софтуерни начини за преодоляване на проблемите при неблагоприятни условия затрудняващи работата на алгоритмите за анализ. Съвременните видео системи за анализ на автомобилни потоци имат много висока надеждност и точност на получаваните данни.

Бързото развитие на цифровата обработка на изображения и микропроцесорната техника, създадоха модерно средство за решаване на множество задачи. Технологиите продължават да се развиват и усъвършенстват и в бъдеще ще се прилагат масово в транспортния сектор за подобряване на управлението и сигурността на движението по пътищата.

Литература

- [1] S. Indupalli, Video surveillance system for traffic monitoring, 2004
- [2] IP surveillance handbook, VIVOTEK INC.

- [3] D. Beymer, A real-time computer vision system for vehicle tracking and traffic surveillance, Transportation Research Part C 6, California PATH Program of the University of California, 1998.
- [4] G. Wang, D. Xiao, J. Gu, Review on Vehicle Detection Based on Video for Traffic Surveillance, Wuhan University of Technology, 2008.
- [5] M. Bramberger, A Smart Camera for Traffic Surveillance, Graz University of Technology, A-8010 Graz, Austria.

VIDEO SYSTEMS FOR ACQUIRING AND ANALYZING OF TRAFFIC DATA

dipl. eng. Vasil Lakov

Bulgaria

Keywords: *digital image processing, video traffic surveillance, intelligent traffic, traffic cameras, road sensors, video object recognition*

Summary: *The article examines systems for video surveillance and analyzing of road traffic used in intelligent transportation systems. Different applications of digital image processing in the field of transportation and other fields are listed. Video sensors are classified in 3 groups and a special attention is payed to the road sensors measuring and analyzing the characteristics of the passing automobiles. This sensors apply different algorithms for extracting data for every vehicle from video frames and because of that several ways for improving input signal quality are addressed. The article marks the best places and ways of camera installation for achieving the best possible results. The conclusion is made that modern video road sensors reach very good results and are a practical solution for acquiring traffic data. Their development continues and even better results are expected.*