Dynamic object recognition through static background removal in case of remote sensing data acquired by a single video camera

Valentina Hristova[1]

[1]Todor Kableshkov University of Transport; Sofia, 1574, 158 Geo Milev Str., astronomer@abv.bg

Key words: moving object recognition, background removal, remote sensing

Abstract
In this work we will deal with the methodology that would apply when we have a video that was shot with a stationary camera. It will be a static picture as the background and a group of moving objects. In order to recognize objects that are in motion to remove the background using a specific methodology. Reporting is performed by sequentially removing the background characteristics, which makes the method more adaptable to the changing environment.

Разпознаване на подвижни обекти чрез отстраняване на неподвижен фон чрез дистанционно изследване, използващо самостоятелна видеокамера

Валентина Христова[1]

[1] Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“; София, 1574, ул. „Гео Милев“ 158, astronomer@abv.bg

Ключови думи: откриване на подвижен обект, отстраняване на статичен фон, дистанционно изследване

Резюме
В тази работа ще се занимаем с методологията, която би се приложила, когато разполагаме с видеоклип, които е заснет с неподвижна камера. В него ще се наблюдава статична картина като фон и група от движещи се обекти. С цел да разпознаем обектите, които се намират в движение ще се отстрани фона чрез специфична методология. Отчитането му става чрез последователно изваждане на фоновите характеристики, което прави метода по-приспособим към променяща се обстановка

Въведение

В представената работа се предлага автоматичното откриване и проследяване на подвижните обекти, осъществено чрез видеонаблюдение, което се осъществява дистанционно. Повечето случаи на движещи се обекти във видеоданните са пешеходци и превозни средства.
Разглеждането на видеоклипа като отделни кадри и идентифицирането на определени обекти се осъществява от автоматичен процес без човек–оператор. Изследването на такива проблеми на идентифициране, произтича от това, че съществуват подобни алгоритми, използвани за откриването на обекти или обектни-модели там, където те не са били очевидни, така че тяхното използване не е максимално ефективно.
Идеята на предложения модел е да се определят конкретни събития във видеоклипа без да се има предварителна информация за тях, както и да се установи с точност тяхната поява във времето. Системата използва само една камера, която има е насочена към потока на движение като изискванията за приложение са свързани само с техническите характеристики на камерата и определяне на посоката на движение, нужни като начални условия в алгоритъма.
Системата не изисква предварително познаване на характеристиките на статичните изображения. Така може да се дефинират изискванията, наложени върху методологията. Тя трябва да се осъществява с минимален надзор от оператор; трябва да бъде осъществена с опростен и несложен алгоритъм; трябва да открива нужните обекти и събития, и не трябва да има специфични изисквания към видеоклиповете.
Предложен е метод, който се състои от два етапа - първоначално подразделяне на видеоклипа на кадри и второ определяне на времето за проследяване на интересуващите ни обекти (Wang, 1998). Разгледана е концепция, основаваща се на пространствено разпределение, приложено към първия кадър от видеопоследователността, която осъществява пространствена сегментация и след това класифицира в същия кадър еднородни области въз основа на еднаквостта на интензитета на яркостта.
След оценка на скоростта на движението на тези еднородни области се изчисляват параметрите на това движение. В последствие за области, в които се наблюдава движение с еднакви или приблизително еднакви параметри, се извършва сливане чрез групиране на съотетните области с цел получаване на движещи се обекти (Yokoyama et al., 1995).

В друга публикация се показва как се извършва това във времето, веднага след първоначалното пространствено сегментиране. Установени бяха по-добри резултати, като беше използвана пространствената еднородност като основен критерий за откриване на движещи се обекти (Salembier, 1994). В тази концепция е включена едновременно априорна информация за осветеността на изображението, така и информация за движението.
Следващата стъпка е да се определят пространствено-времевите граници чрез алгоритъм, определящ точката, където има най-голям градиент на характеристиките на движението, т.е. те претърпяват голямо изменение на разликите между стойностите на параметрите чрез така наречения. “watershed” алгоритъм. Тези точки се определят като особени точки на разделяне или преход. Първоначално “watershed” филтрите се използват за опростяване на изображението и след това се прилага алгоритъм за откриване на граница на обектите.
В последствие вектора на движение се изчислява с помощта на оценка на извършеното движение като областите с еднакви или близки стойности, определящи това движение се обединяват заедно, за да се определи окончателната област, която обекта заема.
Генерирането на граници на обектите с помощта на “watershed” алгоритъм се оказва, че е по-ефикасно и по-прецизно от някои методи. Разгледан е метод за откриване на промяна (Aach et al., 1993), който се използва като основен критерий за сегментиране.
Основният въпрос при него тук е да се осигури стабилност на разпознаването при присъствието на шум в изображението.

Алгоритъм

Последователността на предложения алгоритъм за отстраняване на фона е следния. Видеоклипът се преобразува в последователност от кадри. Като първа стъпка се изчислява разликата в два последователни кадъра (ПК)- $ПК_{n-1}$ и $ПК_n$. Като втора тези разлики се сравняват с цел при третата еднаквите стойности от кадрите да се отстрани. Следва извличане на изображението, получено от третата стъпка. Последното е да се открие обекта.

1. Разлики в кадрите

Различията в кадрите са изчислени чрез намиране на разликата между два последователни кадъра. Това би довело до изчислителна сложност в случай на видеоклипове с бавно движещи се обекти. Освен това този алгоритъм предполага статичен фон. Разликата между кадрите става на равни интервали от време (например, цялото число t). Ако има n кадъра, разликите в кадрите ще бъдат $n\,\mathrm{t}^{-1}$.

2. Отстраняване на задния фон

След като разликите в кадрите вече са изчислени, пикселите, които принадлежат на областта на фона ще тези тези разлики имат, които стойност нула, или близка до нулата, тъй като фона се приема за неподвижен. Често пъти, поради смущаващ видеосигнал от камерата, който се определяа към шум, тези разлики може да имат съществена стойност различна от нула.
Тези стойности се нулират чрез сравнение на разлики в съседни кадри. Така фона се отстраняява и остава единствен обекта, на който сме присвоили пиксели, които са с ненулеви разлики и той е подвижния обект.
Използва се факта, че движещия се обект е съвкупност от пиксели, който се преместват по ясен, последователен, съгласуван и тясно свързан начин, независимо дали фона е по-осветен за разлика или не от движещия се обект. Често, движещия се обект може да има същите яркостни характеристики като фона. Възможно е част от него да бъде скрита от други обекти, приемащи се за фон, като разстителност, спрели превозни средства, сгради, съоръжения и др. В тези случаи проследяването на подвижния обект става трудно, което води от своя страна до значителна грешка.

3. Определяне на подвижните обекти

След регистрирането на неподвижния фон и съдържащите се в него обекти, фонът се отстранява от видеокадрите с цел да се определят обектите на преден план, които са в движение. Повечето системи за следене трябва да наблюдаватобектите като използват видеоматериал, добит от видеокамери, които са с дистанционно управление. Тази видеоданни съдържат информация, която може да се използва за изчисляване на параметрите на движещи се обекти.

4. Последваща обработка

Доста често поради шум, създаден от камерата или силно променливи характеристики на движение на изследвания обект, се наблюдава шум, както във фона, така и в самия подвижен обект. Друг, възникнал проблем е, че границите на подвижния обект не са особено гладки. Това налага допълнителна обработка на изображенията. Тя се осъществява след като са определени подвижните обекти.

От математическата статистика са известни редица непараметрични и параметрични критерии, чрез които се установява еднородността на изходните данни. В случая първоначално се използва непараметрична статистика, която е част от математическата морфология, в частност пространствен филтър, който класифицира пикселите, които се съдържат в кадъра, независимо дали са част от предния или задния план. При този вид статистика най-често се използва медианния филтър, който е нелинеен филтър. Медианният филтър обикновено се използва за намаляне на шума в изображение, аналогично на осредняващия филтър. Въпреки това той често дава по-дори резултати в сравнение с осредняващия филтър, запазвайки полезните детайли в изображението.

След прилагането на този филтър изображението се преобразува в бинарно. Тогава прилагаме техниката на математическо морфологично отваряне. Отварянето на A от B е тяхната ерозия, последвана от дилатация на резултата на B. Това може да се представи по следния начин:

$$A \circ B = (A \Theta B) \otimes B \quad (1.1)$$

5. Определяне на подвижните обекти

Изображението, с което ще работим вече притежава незначително количество шум, като отношението сигнал/шум също е подобрено. Задният фон е напълно отстранен. Така, ако стойността на пиксела на изображението е по-голяма от дадена прагова стойност, този пиксел се замества с пиксел от оригиналното изображение. Това изображение се проследява изцяло с цел да се открие подвижен обект.

Използваме софтуерен пакет MATLAB, version 7.9.0.529 (R2009b), 64-bit (win64). Алгоритъмът беше тестван на Intel® Core™ i3 processor 330M (2.13 GHz, 3MB L3 cache), ATI Mobility Radeon™ HD 5650 1024 MB VRAM, 4 GB Memory. Изискване към използваните тестовите кадри е те да бъдат осветени по еднакъв начин. Всички тестови видеоклипове са заснети през светлата част на деня. Минималният брой начални кадри за апробиране на алгоритъма е 100. Всички използвани кадри се преобразуват в черно-бели изображения.

Използваните кадри са от контролна цветна видеокамера, монтирана на метеорологичната станция в с. Лозенец, Бургаско (Lozenets, 2018).

6. Примери

Алгоритъмът беше приложен на видеозаписи с продължителност над 100 часа, заснети в различните сезони от камерата в с. Лозенец, Бургаско (Lozenets, 2018).

Приложението на метода е показано по-долу. Използва се видеоклип, който е направен на 28.02.2014 г., със старт в 14 часа и продължителност около 30 минути. Фигура 1 отразява оригиналното изображение, което е един отделен кадър от видеоклип. Фигура 2 показва регистрирания фон, чрез предложения алгоритъм. Фигура 3 отразява обектите на преден план, след като задния е отстранен. Може да се забележи необходимостта от допълнителна обработка на кадъра. Фигура 4 дава информация за регистрирания подвижен обект като представя като ясно разграничим от околното пространство.

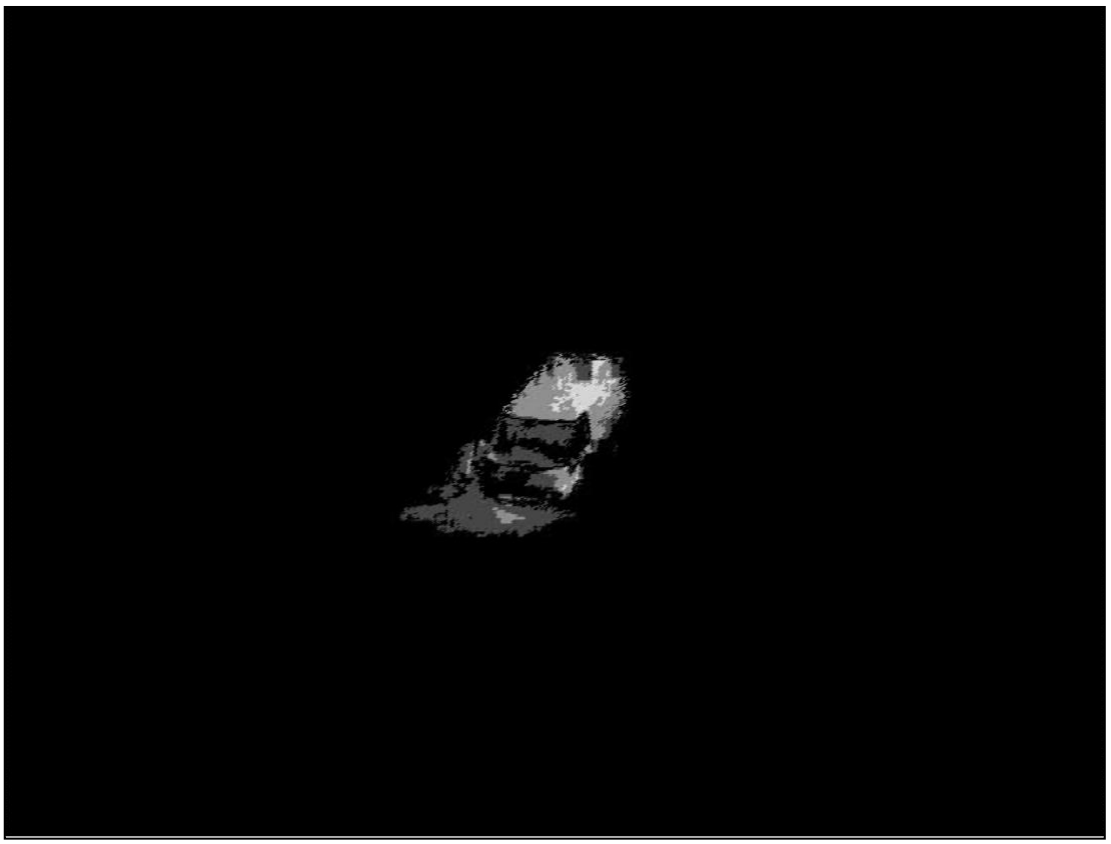
Всички подвижни обекти са отчетени, без пропуски, което означава приблизително 100% ефективност модела. За целта, освен модела се приложи и ръчно преброяване на подвижните обекти, наблюдавани в съответния видеоклип. За по-голяма сигурност ръчното преброяване беше повторено, поради вероятността за наличие на грешка на оператора.



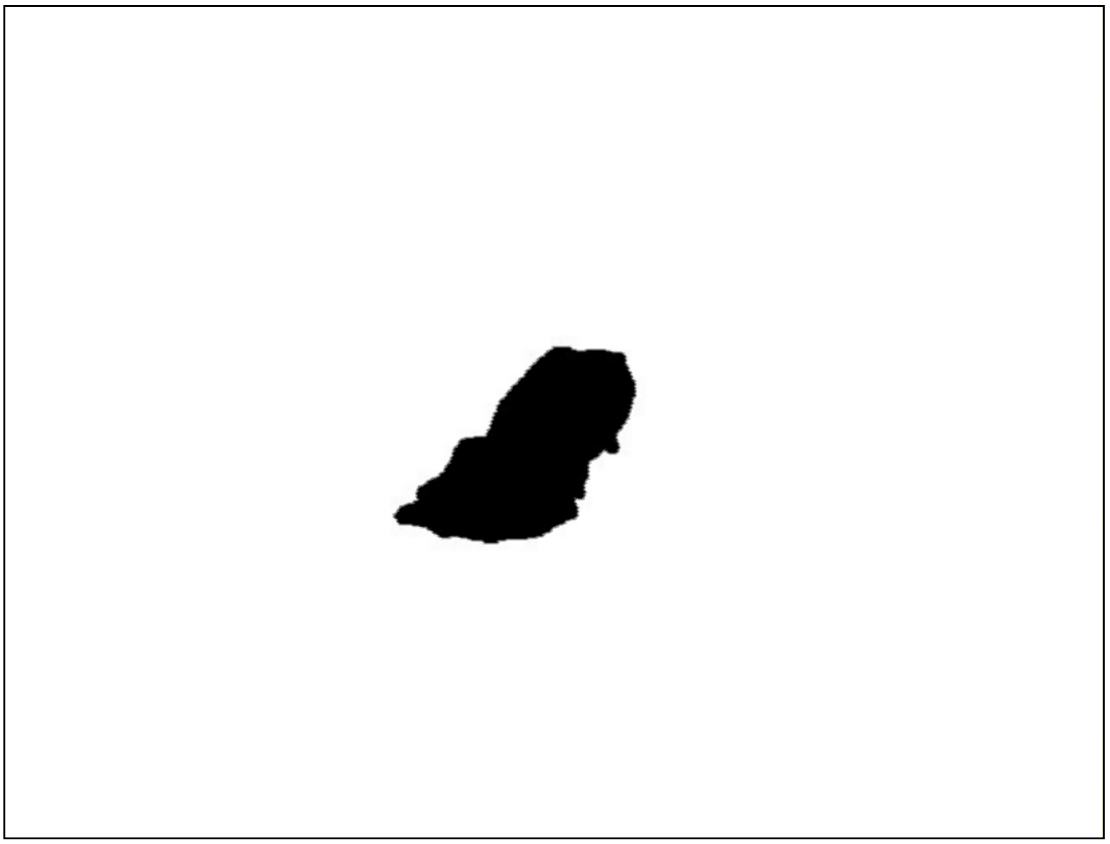
Фигура 1. Оригинално изображение



Фигура 2. Изображение на регистрирания фон



Фигура 3. Изображение на регистирания преден фон



Фигура 4. Регистрираният подвижен обект

Изводи

В тази работа се предлага ефективен алгоритъм за засичане на подвижен обект като използвахме метод за отстраняване на фона. Първоначално ние изчислихме разликите в кадрите (ПК) между $ПК_{n-1}$ и $ПК_n$. Разликите, които са получени са сравнени една с друга, което спомага да се определи неподвижния фон. Така подвижния обект се изолира от фона. Чрез допълнителна обработка, шума в определените области на подвижния обект са отстранени като се използва градиентен метод, който използва медианен филтър, защото последния не нарушава формата на обекта. Експерименталните резултати сочат, че метода с отстраняване на фона е по-ефективен от алгоритмите, който използват наслагване на фона върху изображението.

Поставянето на видеокамери, които са сравнително евтин инструмент за дистанционно изследване и наблюдение води до допълнителни положителни предимства при използване на предложения от нас алгоритъм. Обработктата и разглеждането на нарастналия брои видеокадри се превръща в задача, изискваща повишена изчислителна мощност в сравнение с възможностите на обработката, извършвана от човек-оператор. Изчислителните и апаратните възможности на съвременните компютри позволяват обработката на данните да се осъществява автоматично с помощта на разработването на модели като този, който е представен.

Недостатъци на този алгоритъм са, че той се прилага за видеоизображения, което са заснети в светлата част на деня и имат статичен фон, т.е. заснемащата камера е неподвижна.

Литература

Aach T., Kaup A. and Mester R., 1993, Statistical Model- Based Change Detection in Moving Video, Signal Processing, vol. 31, pp. 165-180.

Lozenets, www.lozenets-blacksea.com (accessed 1 October 2018)

Salembier P., 1994, Morphological Multiscale Segmentation for Image Coding, Signal Processing, vol. 38, pp. 359-386.

Wang D., 1998, Unsupervised Video Segmentation Based on Watersheds and Temporal Tracking, IEEE Transactions, Circuits Systems, Video Technology, vol. 8, pp. 539-546.

Yokoyama Y., Y. Miyamoto and M. Ohta, 1995, Very Low Bit Rate Video Coding Using Arbitrarily Shaped Region-Based Motion Compensation, IEEE Transactions, Circuits System. Video Technology, vol. 5, pp. 500-507.