

UOT 004.056

DOI: 10.25045/jpit.v12.i2.01

Əliquliyev R.M.¹, Aliquliyev R.M.², Ələkbərova İ.Y.³

^{1,2,3}AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

¹r.alguliev@gmail.com, ²r.aliguliyev@gmail.com, ³airada.09@gmail.com

VİDEOTƏSVİRLƏRİN ANALİZİ ƏSASINDA SOSIAL MÜNASİBƏTLƏRİN AŞKARLANMASI ÜÇÜN YANAŞMA

Daxil olmuşdur: 03.05.2021 Düzəliş olunmuşdur: 18.05.2021 Qəbul olunmuşdur: 25.05.2021

E-dövlətin səmərəli idarə olunması, ölkədə sosial-iqtisadi inkişafın və sabitliyin təmini üçün cəmiyyətdə sosial münasibətlərin aşkarlanması və analizi vacib məsələlərdəndir. Sosial münasibətlərin analizi cəmiyyətdə baş verən prosesləri və mövcud sosial problemləri daha aydın şəkildə görməyə imkan yaradır. Videotəsvirlərin intellektual analizi nəticəsində insanları və obyektləri tanımaq, hadisələri və sosial münasibətləri müəyyən etmək üçün bəzi mövcud metod və yanaşmaların araşdırılması tədqiqat obyektinin əsasını təşkil edir. İctimai yerlərdə vətəndaşların davranışlarını müşahidə etməklə sosial münasibətləri aşkarlamaq və baş verə biləcək anomal hadisələri proqnozlaşdırmaq çox mürəkkəb prosesdir. Məqalədə videomüşahidə sistemləri vasitəsilə əldə olunan təsvirlərdən istifadə etməklə obyektlərin və hadisələrin analizində bəzi mövcud yanaşmalar araşdırılmış, videotəsvirlərin intellektual analizi əsasında sosial münasibətlərin aşkarlanması üçün yeni yanaşma təklif olunmuş, intellektual videomüşahidə sistemlərinin ümumi arxitektura sxemi işlənmişdir. Videomüşahidə kameraları ilə əldə olunan videotəsvirlərin analizi üçün mərhələli həll yolu təklif olunmuşdur. Tədqiqatda əldə edilən nəticələr e-dövlətin daha səmərəli idarə olunması, sosial-iqtisadi proseslərin proqnozlaşdırılması, vətəndaşların təhlükəsizliyinin təmini və bir çox sahələrdə istifadə olunma bilər.

Açar sözlər: videomüşahidə sistemləri, videotəsvirlər, big data, sosial münasibətlər, videoanalitika, dərin təlim.

Giriş

Müasir dövrdə vətəndaşların sosial kreditlərinin müəyyən olunması, təhlükəsizliyinin monitorinqi, cəmiyyətdə baş verən hadisələrin analizi üçün səhiyyə, təhsil, idman və bir çox sahələrdə sensorlarla təchiz olunmuş qurğulardan, videomüşahidə kameralarından və əşyaların İnternetindən geniş istifadə olunmaqdadır. Bu gün videomüşahidə sistemləri (VMS) və üztanıma qurğuları ictimai təhlükəsizliyin təmin olunması, nəzarətin gücləndirilməsinin vacib olduğu bütün yerlərdə quraşdırılır. Vətəndaşların təhlükəsizliyi müxtəlif kontekstlərdə müəyyən oluna bilər və buraya terror, oğurluq, zorakılıq, vandalizm və s. hadisələrin müəyyən edilməsi və qarşısının alınması aiddir. İnsanların çox olduğu ictimai yerlərdə baş verən qanunsuzluqların və ya bədbəxt hadisələrin müşahidə olunması, cinayətkarların axtarışı, əldə olunan məlumatlara görə anomal hadisələrin, obyektlərin və proseslərin aşkarlanması hər bir dövlətin və şirkətin təhlükəsizliyinin əsasını təşkil edir. Müasir elektron qurğular quraşdırılmış VMS insanları, obyektləri, davranışları məsafədən müşahidə edərək onlar haqqında məlumatları avtomatik toplayır və yaranan böyük verilənləri ya yerində analiz edir, ya da əlaqədar analitik sistemlərə ötürür. Burada məqsəd profilaktika, reaksiya, aşkarlama, proqnozlaşdırma və müdaxilə ola bilər. Müasir VMS, işçi heyətin izlənməsini tələb edən və növbətçi personalın iştirakını qaçılmaz edən korporativ sistemlərdən IP kameralar və mərkəzləşdirilmiş verilənlər bazasına əsaslanan, avtomatlaşdırılmış ağıllı analiz funksiyalarına malik çoxkameralı sistemlərə qədər mürəkkəb inkişaf yolu qət etmişdir.

VMS vasitəsilə əldə olunan videotəsvirlər həcminə görə kosmik tədqiqatlarda, iqtisadi, hərbi və ya tibb sahəsində əldə olunan verilənlərdən heç də kiçik deyil. Terabaytlarla “big data” toplayan və saxlayan müxtəlif verilənlər mənbələri ilə yanaşı, VMS müasir dünyada böyük sosial əhəmiyyətə malikdir. Yaşayış yerləri yaxınlığında, sənaye müəssisələrində, təhsil ocaqlarında,

ticarət mərkəzləri və müxtəlif şirkətlərdə quraşdırılmış VMS-dən məlumatların asanlıqla əldə olunması fərdi məlumatların toplanmasını asanlaşdırır. Şəhərin mərkəzi küçələri, nəqliyyat üçün dayanacaqlarda, səhiyyə, təhsil, mədəni tədbirlər və dini yerlər kimi ictimai yerlərdə quraşdırılan VMS ilə məlumatların toplanması və şəbəkə vasitəsilə bazaya ötürülməsi sosial-iqtisadi proseslərdə, ictimai həyatda baş verən hadisələrin qeydiyyatını aparmağa kömək edir. VMS, həm də dronlarda, insanın üzərinə bərkidilmiş və hərəkətini müşahidə edən qurğularda, ictimai nəqliyyat vasitələrində və s. yerlərdə də quraşdırılır. VMS-lə obyektlərin və hadisələrin müşahidə olunması ilə yanaşı, həm də bu kameralara quraşdırılmış səsyzma sistemləri vasitəsi ilə səsli və danışmaları qeyd etmək mümkündür.

Videomüşahidə sistemləri və böyük verilənlər infrastrukturunu

VMS-in kütləvi yayılması, həm istehsalatda, həm kənd təsərrüfatında, həm də şəhər infrastrukturunda şəbəkə yaradaraq geniş istifadəsi məlumatların fasiləsiz olaraq toplanmasına və nəticədə böyük verilənlərin yaranmasına səbəb olmuşdur. Nəzərə almaq lazımdır ki, yalnız bir VMS gün ərzində 10 Gb həcmində məlumat toplayır [1]. Tətbiqindən, istifadə məqsədindən və quraşdırma yerindən asılı olaraq əldə olunan bu məlumatların saxlanma müddəti müxtəlifdir. VMS-dən əldə olunan bütün məlumatların saxlanması “*big data*” problemi yaratdığına görə, ayrı-ayrı şirkət və təşkilatlar məqsəddən asılı olaraq videotəsvirlərin saxlanması müddətini sərbəst şəkildə, mövcud situasiyaya uyğun müəyyənləşdirirlər. Məsələn, supermarketlərdə və restoranlarda quraşdırılan VMS-dən əldə olunan video materiallar 60-90 gün saxlanılır, sonra isə silinir. Bank sistemində VMS-dən əldə olunan məlumatlar verilənlər bazasında daha uzun müddət saxlanılsa da, müəyyən müddətdən sonra silinir. Videotəsvirlər olan fayllar serverin yaddaşında və ya şəbəkədə saxlanılır. Saxlanılan məlumatlara bir çox hallarda yalnız 2Tb- 4Tb intervalında yer ayrılır. Nəticədə yeni videotəsvirlər axını gəldikcə, köhnə videoların silinməsi məcburiyyəti yaranır. Daha böyük həcmdə videotəsvirlərin saxlanması həm baha başa gəlir, həm də təhlükəsizlik problemləri yaradır.

İKT-nin inkişaf etdiyi, süni intellekt və əşyaların İnternetinin insanların gündəlik həyatlarına daxil olduğu müasir dövrdə sosial münasibətləri aşkarlamaq və proqnozlaşdırmaq üçün intellektual analiz metodları ilə təchiz olunmuş VMS-dən istifadə daha məqsədəuyğundur. İntellektual analiz metodları ilə sosial münasibətlərin yaranması və dəyişməsi səbəbləri, həmçinin bu münasibətlərdə istifadə olunan xarakterik verilənlər yığımı haqqında daha dəqiq təsəvvür əldə etmək mümkündür. VMS-dən toplanan videotəsvirlər müxtəlif tip sosial münasibətlərin – istər dostluq, qohumluq, istərsə də əməkdaşlıq münasibətlərinin analizində çox faydalıdır. Videotəsvirlərin toplanaraq böyük verilənlər təşkil etməsi və əksəriyyətinin strukturlaşmamış olması sosial münasibətlərin analizində “*big data*” texnologiyalarından istifadəni aktual edir. Böyük verilənlərin müasir infrastrukturunu durmadan artan videotəsvirlərin saxlanması və əlcatan olması üçün geniş imkanlar yaratmışdır. VMS-dən toplanan videotəsvirlər böyük verilənlərin xüsusiyyətlərinə malikdir. Bu xüsusiyyətlərə həcm, sürət, mürəkkəblik, müxtəliflik və dəyişkənlik daxildir. Böyük verilənlərin emalı prosesi verilənlər axınının idarə olunması, vizuallaşdırılması, verilənlərin intellektual analizi, “*big data*” əsasında situasiyanın təsviri, analiz üçün aparat və program təminatı və s. məsələlərin həllini nəzərdə tutur. Bir neçə VMS-dən həddən artıq böyük verilənlər təşkil edən yüksək sürətli informasiya axınını toplamaq bu gün əvvəlki illərlə müqayisədə daha asan olsa da, onların analizi mürəkkəb prosesdir. Böyük verilənlər intellektual VMS-in normal funksionallığı və tətbiqi üçün müxtəlif, yüksəkkeyfiyyətli vasitələr tələb edir. Cəmiyyətdə sosial münasibətləri aşkarlamaq üçün VMS-dən istifadə məsələsinin aktuallığını göstərən əsas hədəflər aşağıda verilmişdir:

- Davamlı video izləmə insanlar üçün çətindir və yorucudur.
- Müşahidə kameralarından əldə olunan verilənlərin intellektual analizinə ehtiyac var.
- Obyektin tanınmasında maksimum dəqiqlik tələb olunur.

- İctimai yerlərdə izdihamın analizi və anomal hadisələrin aşkarlanması vacibdir, lakin mürəkkəb prosesdir.
- Real zamanda izdiham daxilində baş verən hadisənin və sosial münasibətlərin sürətli analizi tələb olunur.
- Cinayət, bədbəxt hadisə kimi fəvqəladə hallarda müəyyən hadisələri əvvəlcədən proqnozlaşdırmaq çox vacibdir.

Yuxarıdakı problemlərin həlli ilə bağlı tədqiqatların əks olunduğu elmi məqalələrin əksəriyyətində obyektlərin tanınması və hərəkətlərin aşkarlanmasına çox əhəmiyyət verilir, izdihamın analizi, obyektlərin və sosial münasibətlərin aşkarlanması üçün müxtəlif metod və alqoritmlərdən istifadə olunur ki, onların bəziləri haqqında aşağıda qısa icmal verilmişdir.

VMS-dən əldə olunan verilənlərin analizi ilə əlaqədar bəzi mövcud yanaşmalar

Bildiyimiz kimi, VMS real zamanda monitoring aparmaqla müşahidə məkanına bağlı obyektləri, hadisələri və davranışları aşkarlayır. Bu proses videoanalitika adlanır. Videoanalitika dedikdə, video-materyalların analizi üçün nəzərdə tutulan texnologiya başa düşülür. Videoanalitikaya videomonitorinq və insanın müdaxiləsi olmadan VMS-dən əldə olunan verilənlərin analizini yerinə yetirən maşın görməsinə (*ing. Machine Vision*) aid kompleks alqoritmlər aiddir. Videoanalitikaya aid alqoritmlərdən intellektual VMS-də geniş istifadə olunmaqdadır. VMS əsasında müasir videoanalitika iki istiqamətdə mövcuddur:

1. Kadrda hərəkətin qeyd edilməsi əsasında məlumatın toplanması və emalı.
2. Anomal hadisənin aşkarlanması nəticəsində məlumatın toplanması və emalı.

Birinci halda hərəkəti qeyd edən videotəsvirlərin idarəetmə sistemi videonu diskə köçürür və növbəti emal üçün hazırlayır. Belə yanaşma yaddaşa 60–80 % qənaət etməyə imkan verir.

İkinci halda anomal hadisə baş verdikdə, alqoritm hesablama aparmağa başlayır. Bu tip videoanalitika qeyri-adi hal müşahidə edildikdə qeydiyyat və monitoring aparmağa yönəlmişdir. Buraya, insanların qeyri-adi hərəkəti, şübhəli əşyaların görüntüləri və s. hallar aiddir.

Obyektlərin, insanların və anomal hadisələrin aşkarlanması üçün istifadə olunan ənənəvi videoanalitika metodlarına, ilk növbədə, dərin təlim və təsnifatlandırma metodları aiddir [2]. Dərin təlim modeli videoanalitikada böyük dönüş yaratmışdır. Dərin neyron şəbəkələrdən (*ing. Deep Neural Networks, DNNs*) istifadə insan davranışını təqlid edən videoanaliz sistemləri hazırlamağa imkan yaratdı. Dərin təlim texniki sistemin insanın iştirakına və təcrübəsinə olan ehtiyacını aradan qaldırır və məsələnin həlli üçün tələb olunan xüsusiyyətləri avtomatik olaraq öyrənir. Bu yanaşma maşın görmə kimi süni intellektin bir çox istiqamətlərinin inkişafına və geniş istifadəsinə səbəb oldu. Ədəbiyyat [2]-də tədqiqat VMS-dən əldə olunan verilənlərin analizinin əsas nəticələrini müəyyənləşdirməklə başlayır. Bu kimi yanaşmalarda hərəkətə əsaslanan metodların effektivliyi videomüşahidə kameralarının harada yerləşməsindən, toplanan verilənlərin həcmindən və s. göstəricilərdən asılıdır ki, bu da əldə olunan nəticənin dəqiqliyinə təsir göstərir.

Anomal hadisələrin analizinə digər yanaşma müşahidə kameraları vasitəsilə baş verən zəncirvari hadisələri aşkarlamaqla anomal hadisələrin müəyyən olunmasına yönəlmişdir [3]. Bunun üçün müşahidə kameraları müəyyən yerlərdə ardıcıl olaraq yerləşdirilməli və şəbəkə vasitəsilə əlaqələndirilməlidir. Bu halda hadisənin davamlı şəkildə izlənməsi və anomal halın tez aşkarlanması mümkündür. Tədqiqatda giriş verilənləri kimi qeyd olunan obyektlər və hadisələr haqqında məlumatlar istifadə olunur. Təklif olunan yanaşmada əsas məqsəd istifadəçi tərəfindən müəyyən edilmiş parametrləri yerinə yetirərək müəyyən bir ardıcılıqla izləmə bilməyən anomal hadisəni aşkarlamaqdır. Bu metod həddən artıq böyük verilənlər tələb edir və baha başa gəlir.

Videomüşahidə kamerası ilə obyektin aşkarlanması metodlarından biri də hədəfin aşkarlanması adlanır [4]. Bu yanaşma təsvirin statistik analizi metoduna [5] oxşasa da, müəyyən qədər fərqlidir. Videotəsvir hərəkət intervallarına və statistik intervallara bölünür. Daha sonra videotəsvirin fasiləsiz dəyişməsi analiz olunur, struktur xüsusiyyətləri müəyyənləşdirilir, vəziyyəti qiymətləndirilir. Hərəkətdə olan insanın təsvirinin analizi üçün əsasən optik axın metodu, fon

müxtəlifliyi metodu, kadrlararası müxtəliflik metodu, morfologiya və s. istifadə olunur. Videotəsvirin statistik analizi metodunda işə interfeysin müxtəlifliyi əsas əlamət kimi verilir. Bu metod hərəkətdə olan obyektin tez aşkarlanmasına və müşahidə aparılmasına imkan verir. Lakin təklif olunan metodun dəqiqliyi xarici mühətdən çox asılıdır.

Anomal hadisələrin aşkarlanması üçün təklif olunan metodların əksəriyyəti hərəkətin trayektoriyasını nəzərə almaqla çoxlu sayda avadanlıq tələb edir. Bu baxımdan hərəkət əlamətlərini birləşdirən və trayektoriyadan asılı olmayan video-funksiyaların təsviri metodu da maraqlıdır [6]. Video-funksiyaların təsviri metodu optik axına əsaslanan hərəkət funksiyasının xüsusiyyətlərindən istifadə edir. Bu yanaşmada təklif olunan alqoritm təsviri fraqmentlər çoxluğuna bölünür. Hər bir çoxluqdan şəkillər çıxarılır və sonra optik axın hesablanır. Kovariasiya (iki təsadüfi dəyişənin qarşılıqlı təsirinin ölçüsü) optik axına görə hesablanır. Modelin anomal hadisələrin aşkarlanması üçün də istifadə olunması onu əhəmiyyətli edir.

Yuxarıda müzakirə olunan metodlar əsasən avtomatik olaraq sorğular və funksiyalar yaratmaq üçün əlverişlidir. Bütün metodlar tək obyektlərlə və məhdud ölçülü qrup obyektlərlə işləmək üçün daha məqsədəuyğundur. Real həyatda əksər problemlər real zamanda izdihamın analizində, izdihamdakı ayrı-ayrı obyektlərin və qrupların aşkarlanmasında yaranır. Belə ki, yuxarıda araşdırılan metodlar izdiham səhnələri ilə işləyərkən az effektivdir. İzdihamı analiz etmək, sosial münasibətləri aşkarlamaq üçün VMS-in intellektuallaşmasına, yəni intellektual VMS-ə ehtiyac vardır. İntellektual VMS-i təhlükəsizliyin təmin olunması və qərarların qəbulu məqsədilə real zamanda videotəsvirləri emal edən intellektual sistem kimi xarakterizə etmək olar. İntellektual VMS-dən istifadə etməklə davranışa görə sosial münasibətlərin müəyyən olunması məsələsini müvəffəqiyyətlə həll etmək mümkündür. Bunu nəzərə alaraq, əvvəlcə izdihamın analizini yerinə yetirən bəzi intellektual modellərlə tanış olaq.

İntellektual VMS-də əsasən təsvir yaradan məntiqi model [7], hadisələrin hesablanması modeli [8], davranışın ontoloji modeli [9] və s. istifadəsi təklif olunur. Bu modellər ilk baxışdan semantik aydın və məntiqi cəhətdən sadə olsalar da, mürəkkəb alqoritmə malikdirlər. Bu səbəbdən onlardan geniş şəkildə istifadə olunması müəyyən çətinliklər yaradır.

Gündəlik həyatda eqosentrik fəaliyyəti, obyektləri və hadisələri tanımaq üçün təklif olunan modellərdən biri aktivliyin aşkarlanması modelidir [10]. Bu yanaşma obyektin və hadisələri tanımaq üçün müxtəlif mənbələrdən toplanan verilənlərin mərhələlərlə emalına əsaslanır. Birinci mərhələdə “vəziyyət-aktivlik” assosiasiya cədvəlindən istifadə olunaraq obyektin vəziyyəti müəyyən olunur. İkinci mərhələdə, CNN (ing. Convolutional Neural Network – bükülmə neyron şəbəkə) istifadə etməklə təsvir əldə edilir və təsvirin entropiyası müəyyən edilməklə mətn mövzularına uyğun olaraq təsnifatlandırılır. Üçüncü mərhələdə, hərəkətdən əldə olunan verilənlər toplusu SVM (ing. Support Vector Machine – dayaq vektor metodu) ilə yenidən təsnifatlandırılır və sonda BBA (ing. Basic Belief Assignment – əsas inamın mənimsədilməsi) kimi təqdim olunan ümumi nəticələrin təsnifatlandırılması həyata keçirilir.

Videotəsvirlər əsasında anomal aktivliyin qaydalarla müəyyən olunması modeli [11]-də geniş istifadə olunur. Bu model qaydalar əsasında yaradılmışdır. Burada funksiyalar hərəkət modelləri kimi identifikasiya olunur. Anomal hadisəni müəyyən etmək üçün sistem qaydalara uyğun öyrədilir. Müşahidə olunan hadisə qoyulmuş qaydalara uyğun gəlmirsə, qeydə alınır və analiz sistemi işə düşür. Hadisələrin tanınması üçün sistemin işi aşağıdakı mərhələlərə bölünmüşdür:

- verilənlərin ilkin emalı;
- əlamətlərin aşkarlanması;
- obyektin izlənməsi;
- davranışın müəyyən olunması.

Verilənlərin ilkin emalı sistemi kimi videonun seqmentasiyasından istifadə olunur. Təklif olunan model “Background” modeli, *Qauss* qarışıq modeli (ing. Gaussian Mixture Model) əsasında yaradılmışdır. Obyektin tanınması üçün qaydalar tərtib edilmişdir. Bu qaydalara əsasən,

sistem şübhəli davranışlar və çoxsaylı obyektlərin üst-üstə düşdüyü vəziyyəti daha çox konsentrasiyanın tələb olunduğu ərazi kimi qeyd edir. Qaydalara əsaslanan modelin üstünlüyü ondadır ki, qaydaların dəyişməsi yolu ilə anomal hadisələr və obyektlər arasında münasibətlər asanlıqla müəyyən oluna bilər.

Ədəbiyyat [12]-də təklif olunan metoda əsasən, intellektual sistem anomal davranışların aşkarlanması prosesini üç mərhələdə yerinə yetirir:

1. Obyektlərin aşkarlanması və tanınması.
2. Bədən vəziyyətinə görə təsnifatlandırma.
3. Anomal davranışın aşkarlanması.

Obyektlərin aşkarlanması üçün Kalman süzgecindən istifadə olunmuşdur. Bədən vəziyyətinə görə təsnifatlandırmada 10 bədən vəziyyəti nəzərə alınır. Lakin sistemin dəqiqliyi o qədər də qənaətbəxş deyil. Belə ki, sistem bəzi hərəkətləri fərqləndirə bilmir. Məsələn, insanın yıxılması və ya əyilməsi kimi hərəkətləri sistem eyni qəbul edir.

Videomüşahidə vasitəsilə anomal hadisələrin aşkarlanması metodlarından biri də videotəsvirin avtomatik öyrənilməsi (*ing. Appearance and Motion Detection* – təsvir və hərəkətin aşkarlanması) modelidir. Bu model hərəkətin və obyektin xarici görünüşünü və hərəkətini müəyyən etməklə anomal hadisələri aşkarlayır. Model, görünüşü və hərəkət funksiyalarını ayırma ayrılıqda və birgə öyrənmək üçün küy azaldıcı avtoenkodərlərdən istifadə edir. Avtoenkoder analiz olunan verilənlərin həcmindən və ya küyün azaldılması məqsədilə giriş verilənlərini çıxış verilənlərinə köçürən neyron şəbəkədir [13]. Təlimdən sonra eyni sinifdən bir neçə *SVM* hazırlanır. Bu *SVM*-lər hər bir girişin anomaliya balını proqnozlaşdırır. Daha sonra nəticələr birləşdirilir və anomal hadisə aşkarlanır.

Videomüşahidə nəticəsində izdihamın qiymətləndirilməsi və izdihamdakı insanların davranışlarının öyrənilməsi üçün təklif olunan metodlardan biri real zaman rejimində izdihamın davranışının təyini (*ing. Feature Tracking and Image Segmentation to Comprehension Behavior, FSCB*) modelidir [14]. Təklif olunan yanaşma vizual əlamətlərə görə və təsvirlərin seqmentləşdirilməsi ilə davranışların aşkarlanmasına yönəlmişdir. *FSCB*-nin funksiyası aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

- Davranışların analizi, aşkarlanması və onların zamana görə filtrasiyası;
- Təsvirlərin seqmentasiyası və “blob”un (*ing. binary linked object* – binar əlaqəli obyekt) müəyyən olunması;
- Aktivliyin müəyyən olunması;
- Obyektin hərəkət trayektoriyasının müəyyən olunması;
- Anomal hadisənin baş verməsi haqqında siqnalın ötürülməsi.

Tədqiqatda statistik analiz, “*Background subtraction*” (fonun çıxarılması), “*Image segmentation*” (şəklin seqmentasiyası) və təsnifatlandırma metodlarından istifadə olunmuşdur. Bu yanaşmanın üstünlüyü ondan ibarətdir ki, təlim metodlarına ehtiyac yoxdur. Hesablama sürəti yalnız kadrların tezliyindən asılıdır.

Digər yanaşma intervallara əsaslanan zaman-məkan modelidir (*ing. Interval-based spatio-temporal model, IBSTM*). Bu model hibrid modeldir və burada hədd modeli (*ing. Threshold models*), Bayes şəbəkələri və Markov zənciri istifadə olunur [15]. Tədqiqatda təklif olunan sistemin funksiyası üç mərhələdən ibarətdir:

1. Fərdin aşkarlanması və fərqləndirilməsi (*ing. Human subject detection and discrimination*).
2. Fərdin bədən vəziyyətinə görə təsnifatlandırılması (*ing. A posture classification module*).
3. Anomal davranışın aşkarlanması (*ing. An abnormal behavior detection module*).

İzdihamın və insanların davranışlarının analizi üçün təklif olunan digər metod özündə aşağıdakı prosesləri birləşdirir [16]:

- İzdihamın aşkarlanması;
- İzdihamın izlənməsi;

- İzdihamdakı insanların sayının müəyyən olunması;
- Hadisənin baş verdiyi zamanın müəyyən olunması;
- İzdihamın xüsusiyyətinin müəyyən olunması;
- İzdihamdakı insanların davranışlarının təhlili;
- İzdihamdakı anomal hadisələrin aşkarlanması.

Yuxarıda sadalanan məsələlər *CNN* vasitəsi ilə həll edilir. Burada *CNN*-in 2D modelindən istifadə olunaraq ətraf mühitin xüsusiyyətləri müəyyənləşdirilir və o, kub şəklində təsvir edilir. Kubdan çıxarılan əlamətlərin ümumi vektoruna təsnifatlandırıcı tətbiq olunur. İzdihamın analizi və qiymətləndirilməsi reqressiya metodu ilə həyata keçirilir.

Araşdırmalar göstərir ki, intellektual analiz üçün obyektin tanınmasında çox zaman *CNN* modeli istifadə olunur. Dərin təlim arxitekturu, əsasən də *CNN* modeli, müşahidə kameralarından toplanan böyük verilənlərin analizində əhəmiyyətlidir. Dərin *CNN* modelindən obyektlərin aşkarlanması üçün ilk dəfə 2013-cü ildə istifadə olunmuşdur [17]. Burada obyektin aşkarlanması və lokallaşdırma məsələləri yerinə yetirilmişdir. *CNN* kiçik verilənlərin analizində az effektivdir, lakin obyektin tanınması, təsnifatlandırılması və aşkarlanmasında çoxlu sayda verilənlərdən istifadə olunursa, burada *CNN* daha dəqiq nəticə göstərir [17, 18].

Dünya təcrübəsinin araşdırılması göstərir ki, videomüşahidə kameralarından əldə olunan videotəsvirlərin analizində çətinliklər aşağıda göstərilən səbəblərdən yaranır:

- İzdihamda çoxlu insanın olması.
- İzdihamdakı insanlar arasında məsafənin müxtəlif olması.
- İnsanın xarici görünüşündə və hərəkətində sabitliyin olmaması.
- Videotəsvirin müəyyən olunmasında müxtəlif xətalərin olması.

Real zamanda hər hansı ictimai yerdə baş verən anomal hadisəni aşkarlamaq, hadisə yerində olan insanlar arasındakı sosial münasibəti analiz edərək proqnozlaşdırma vermək üçün təklif olunan metod və alqoritmlər o qədər də çox deyil. Burada verilənlərin real zaman kəsiyində analiz olunması ən mürəkkəb məsələlərdəndir.

İntellektual videomüşahidə sisteminin ümumi arxitektur sxemi

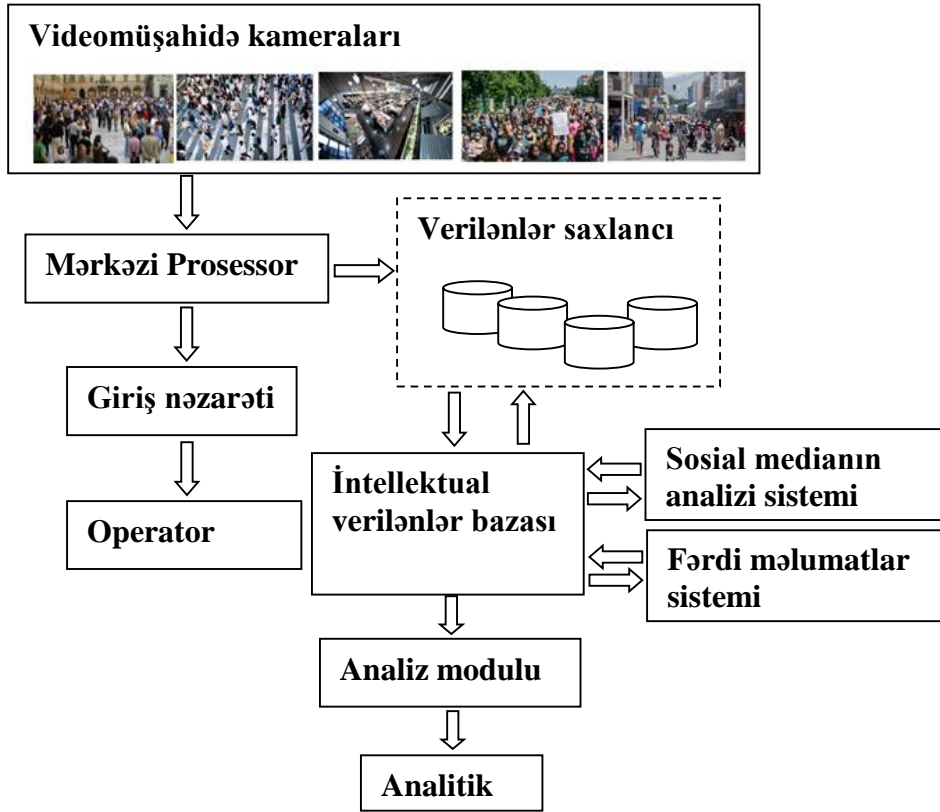
Sosial münasibətləri analiz etmək üçün, ilk növbədə, analizdə istifadə olunan verilənlər və onların mənbəyi müəyyən olunmalıdır. E-dövlət mühitində sosial münasibətlərin aşkarlanmasında istifadə olunan verilənləri e-sənəd dövriyyəsində və müxtəlif arxivlərdə saxlanılan rəy və sənədlərdən, mobil qurğulardan, VMS, əşyaların İnterneti, sosial media vasitələri və s. mənbələrdən əldə etmək olar. Hər bir mənbə “*big data*” təşkil edir və bu verilənləri analiz etmək üçün müxtəlif metod və yanaşmalar, intellektual sistemlər mövcuddur. Videomüşahidə kameralarından əldə olunan məlumatların analizini daha rahat etmək məqsədi ilə bu məlumatları əvvəlcədən aşağıdakı kateqoriyalara bölmək daha məqsədəuyğundur:

- Video-məlumatlar: foto-şəkil, bir neçə saniyəlik kadr, hadisəni əvvəlindən sonuna kimi təsvir edən video;
- Zaman verilənləri;
- Məkan verilənləri.

Belə bir fikir var ki, insanın kiminlə hansı münasibətdə olmasını onun özündən yaxşı bilən yoxdur. Lakin zamanla insan dostlarını, tələbə yoldaşlarını, köçmüş qonşularını, əvvəlki iş yerindəki həmkarlarını yaddan çıxara bilər. İntellektual sistem isə coğrafi yerləri, zaman və məkan verilənlərinin monitorinqini aparmaqla mövcud olan və ya mövcud olmuş sosial münasibətləri aşkarlaya, baş verən hadisələri analiz edərək sosial münasibətlərin xüsusiyyətlərini müəyyən edə bilər.

Müşahidə kameralarından toplanan və böyük verilənlər yaradan videotəsvirlərin saxlanması üçün uzunmüddətli vahid bir verilənlər bazası yaratmaq mürəkkəb məsələdir. Problemi nəzərə alaraq, verilənlərin hamısının toplanması deyil, analizdən əldə olunan nəticələrin toplanması daha məqsədəuyğundur. Belə yanaşma “*big data*” problemini qismən həll etmiş olur, həddən artıq böyük verilənlərin saxlanması əvəzinə daha kiçik verilənlər bazasının yaranmasını əlverişli edir.

Lakin, bütün verilənlərin saxlanması tələb olunursa, o zaman analizlərin ilkin mərhələsində verilənlərin zaman üzrə sənədləşdirilməsi, strukturlaşdırılması və verilənlər saxlanmasında toplanması həyata keçirilməlidir (şəkil 1).



Şəkil 1. İntellektual VMS-in ümumi arxitektura sxemi.

Məsələnin həllində elə optimal həll yolu seçilməlidir ki, əvvəlki təcrübələrdən istifadə edərək alqoritmlərin analizi daha səmərəli yerinə yetirə bilsin. Belə ki, ənənəvi verilənlər saxlanıcı ilə işləyərkən müəyyən məsələnin həllində, məsələn, verilənlər arasında uyğunsuzluğun müəyyən edilməsi və s. məsələlərdə əvvəlcədən verilənlər saxlanıcısına toplanmış və aqrəqləşdirilmiş verilənlərdən istifadə olunur. “Big data” ilə işləyərkən məsələnin bu cür həlli problemlər yaradır. Videotəsvirlərin emal prosesinə hazırlanması üçün verilənlər əvvəlcədən hazırlanmış serverlərə köçürülməlidir. Digər problem ondadır ki, VMS-dən əldə olunan verilənlər paylanmış şəkildədir və strukturlaşdırılmayıb.

Video-materyalların intellektual analizi üçün ilk növbədə “big data” ilə işləməyə qadir metod müəyyən edilməlidir. Belə ki, böyük verilənlərdən əldə olunmuş massivlər heç də həmişə təsadüfi seçmədən əldə olunmur. Bəzən statistik verilənlər daha böyük əhəmiyyət kəsb edir. Burada əsas problem ondan ibarətdir ki, böyük, mürəkkəb, heterogen (qeyri-bircins) verilənlərin statistik analizi uyğun olmayan dəyişənlərin və alqoritmlərin seçilməsinə səbəb ola bilər. Odur ki, böyük verilənlərdən istifadə zamanı əhatəlilikdə, seçimdə, ölçmədə və əldə olunan cavablarda yanlışlıq ola bilməsi riskləri nəzərə alınmalıdır [19, 20].

Burada fərdi məlumatlar bazasının intellektual VMS ilə əlaqəli işi vacib şərtədir. Fərdi məlumatlar bazası dövlət təşkilatlarına və fərdi şirkətlərə aid informasiya sistemlərində və virtual məkanı idarə edən serverlərdə toplanan məlumatların toplanması, nəzarəti və emalı prosesini təmin etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bazadakı verilənlər mətn, audio, video-fayl, şəkil, veb-səhifə, elektron cədvəl və sxem ola bilər. Fərdi məlumatlar bazası bir sıra alt informasiya sistemlərinin birləşməsindən təşkil oluna bilər. Bu altsistemlərə sənədlərin və digər məlumatların idarə olunmasını həyata keçirən sistemlərdən başlayaraq, sosial şəbəkələrdən əldə olunan məlumatlara

kimi vətəndaşın davranışını əhatə edən bütün sahələr aid ola bilər. Burada verilənlər xüsusi verilənlər anbarında və ya fayl sistemlərində iyerarxik şəkildə saxlanılır [21].

Təklif olunan intellektual VMS-in ümumi arxitektura sxemi aşağıdakı funksiyaları nəzərdə tutur:

1. Videomüşahidə kameraları məlumatı mərkəzi prosessora ötürür;
2. Mərkəzi prosessordan verilənlər saxlanıcına ötürülən verilənlər strukturlaşdırılır;
3. Analitikin sorğusuna uyğun olaraq verilənlər klasterləşdirilir.
4. Analiz modulunda hər bir klasterdəki obyektlər arasında sosial münasibətlər aşkarlanır;
5. Sosial münasibətlər analiz edilir.

İntellektual verilənlər bazası süni intellekt alqoritmlərinə malik tammətənlı informasiya bazasıdır. Alqoritm sorğuya uyğun olaraq neyron şəbəkə modelləri əsasında verilənləri intellektual idarə edir və nəticəni analitikə geniş şəkildə təqdim edir.

İntellektual VMS-in əsas xüsusiyyəti verilənlərin paylanmış emalıdır. Verilənlərin paylanmış emalı böyük verilənlərin tez bir zamanda analizini aparmağa kömək edə bilər. Böyük verilənlərin səmərəli emalı paylanmış fayl sistemləri texnologiyalarına əsaslanır. Paylanmış sistemlərdə verilənlər bir fayl sistemində deyil, bir neçə serverlərdə yerləşən verilənlər saxlanıcısında saxlanılır və indeksasiya edilir. Bu baxımdan, böyük verilənlərin emalında paralel və paylanmış verilənlər bazasını idarəetmə sistemlərindən istifadə və verilənləri yerləşdikləri qovşaqlarda, yəni videomüşahidə kameraları ilə əlaqəli serverlərdə emal etmək daha düzgündür. Bu halda paralel sistemlərin iş keyfiyyəti verilənlərin düzgün paylanmasından asılı olacaqdır. Analitik verilənlər bazası üçün verilənlərin paylanması sorğuların yerinə yetirilməsi zamanı qovşaqlar arasında informasiya mübadilələrinin sayının minimum olmasına gətirib çıxaracaqdır.

Verilənlərin analizinin mərhələli həlli

İctimai yerlərdə anomal və ya normal hadisələri bir-birindən ayırmaq, obyektləri müəyyən etmək, insanlar arasında dostluq, qohumluq və digər münasibətləri aşkarlamaq üçün müşahidə kameralarında toplanan böyük verilənlərin analizi düzgün yanaşma və dəqiq alqoritm tələb edir. Belə ki, məsələnin həllində xətalərin olması vətəndaşların fərdi məlumatlarına və nüfuzuna xələl gətirə bilər. Bu səbəbdən, bizim tədqiqatda, yəni intellektual VMS-də böyük verilənlərin analizi nəticəsində baş verən hadisəyə (bizim halda, sosial münasibətə) düzgün qiymət vermək üçün ilk növbədə obyektin tanınması məsələsi ön plana çəkilir. Daha sonra obyektin ətrafındakı insanların müəyyən olunaraq siyahıya alınması və nəhayət, sosial münasibətin tipinin müəyyən olunması (rəsmi, qeyri-rəsmi və s.) məsələlərinə baxılır.

Deyilənləri nəzərə alaraq, videomüşahidə kamerası ilə əldə olunan verilənlərin analizini aşağıdakı mərhələlərə bölmək olar:

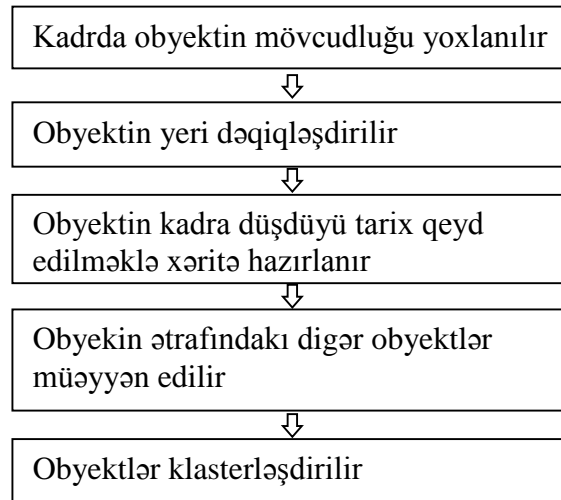
- obyektlərin tanınması;
- obyekt ətrafındakı insanların müəyyən olunması;
- siyahının tərtib olunması;
- sosial münasibətlərin aşkarlanması.

Göründüyü kimi, sosial münasibətlərin aşkarlanması yalnız analizin birinci mərhələsi, yəni obyektlərin (bizim halda insanların) tanınması məsələsi yerinə yetiriləndən sonra mümkündür. Deyildiyi kimi, tədqiqatda əsas məqsəd izdihamın içindən sosial münasibətlərdə olan insanları aşkarlamaqdır. Eksperimental olaraq sübut edilmişdir ki, verilənlər əsasında insanların və hadisələrin aşkarlanması paket rejimində həyata keçirilən analizdən daha effektivdir [22]. İzdihamda insanların aşkarlanması və sosial münasibətlərin müəyyənləşdirilməsi üçün baza xəttinin müəyyən edilməsi, həndəsi filtrləmə və izdihamın sıxlığı nəzərə alınaraq detektor vasitəsilə izləmə əməliyyatlarından ardıcıl istifadə məqsədəuyğundur.

Videomüşahidə kameraları qarşısından bir gün ərzində minlərlə insan keçə bilər. İzdihamın içindən müəyyən insanları tanımaq və ayrı-ayrı insanlar arasında sosial münasibətləri aşkarlamaq üçün VMS-dən əldə olunan verilənlərlə fərdi məlumatların birgə analizi tələb olunur. VMS-dən əldə olunan verilənlərin intellektual analizi aşağıdakı mərhələlərlə yerinə yetirilir:

1. VMS üztanıma sisteminin köməyi ilə bir insanı aşkarlayır, zaman və məkana görə xəritəsini tərtib edir.
2. İkinci mərhələdə həlli vacib məsələ bu insanın kimliyinin müəyyən edilməsidir. Şəkillər (x və y -in şəkli) tanınandan sonra fərdi məlumatlar bazasına göndərilir və şəxslərin kimliyi müəyyən edilir. Əgər bazada bu insanlar haqqında məlumat yoxdursa, ya sistemin insanı tanımasında xətalər baş vermişdir, ya da bu insan haqqında məlumat bazada yoxdur (sərhədi qeyri-qanuni keçib və s.). Əgər bazada fərdin ilkin məlumatları məlum olursa (adı, soyadı, ünvanı və s.), bazadakı fərdi məlumatlara əsasən, onların hansı münasibətdə ola biləcəyi ehtimalları toplanır: qohumluq əlaqələri, sinif, tələbə və ya iş yoldaşları, qonşu və s.
3. Tədqiqatın üçüncü mərhələsində situasiya analiz olunur, fərdin və münasibətdə olduğu insanların tanınması onun haqqında müəyyən təsəvvür yaratmağa imkan verir. Bu mərhələdə fərdin fəaliyyətinə qiymət vermək heç də sadə məsələ deyil. Sistem yaşa, doğum tarixinə, yaşayış yerinə və digər fərdi məlumatlara görə x və y arasında münasibətlərin tipini müəyyən edə bilər.

İnsanın tanınması məsələsi özü də mərhələlərlə yerinə yetirilir (şəkil 2). Obyektin aşkarlanması analitikası verilənlərin toplanması, birləşdirilməsi və müqayisəli analizi ilə məşğul olan digər alətlərlə inteqrasiya olunmalıdır. Burada fərdi məlumatların analizini yerinə yetirən sistemlər də nəzərə alınmalıdır. Videomüşahidə kameraları vasitəsilə lazım olan insanı aşkarlamaq üçün burada sadə kadr fərqiindən istifadə oluna bilər. Yəni, oxşar kadrlar ümumiləşdirilir. Kadra düşən digər obyektlər, məsələn, avtomobil, ağac və s. nəzərə alınmır. Kadrların ümumiləşdirilməsi analitikə lazım olan videonu izləmək üçün səmərəli və qısa yol təqdim edir.



Şəkil 2. Obyektin tanınmasının mərhələlərlə həlli

Nəzərə almaq lazımdır ki, müəyyən bir qrupu izdihamdan ayıran əsas əlamət, qrupdakı insanlar arasında məsafənin müxtəlif kadrlarda dəyişməz qalmasıdır. Yəni, intellektual VMS qrupu hadisə kimi qeyd edir və analiz alqoritmləri işə düşür. Qrup izdihamda yerini dəyişə bilər, lakin qrup üzvləri arasında məsafə çox cüzi dəyişir, yəni qrupdakı aktorlar arasında məsafə hər zaman digər obyektlərlə müqayisədə sabitdir. Analizdə bu əlamət əsas götürülür.

Yuxarıda deyildiyi kimi, həm videomüşahidə kameralarından, həm də fərdi məlumatlar sistemindən və sosial media resurslarından əldə olunan informasiya böyük verilənlər təşkil edir. Sosial münasibətlərin analizində *big data* probleminin həllində *data mining*, süni intellekt, optimallaşma və hibrid yanaşmalardan istifadə məsələni daha yaxşı yerinə yetirməyə kömək edə bilər.

Data mining metodları. Burada klaster analizi, təsnifatlandırma və assosiativ qaydalar üstünlük təşkil edir. VMS-də istifadə olunan informasiya “*big data*” olduğundan, məsələnin

həllində təsnifatlandırma deyil, klasterləşmə metodlarından istifadə daha əlverişlidir. İnformasiyanın sürətli axtarışı və filtrlənməsində, sosial mediada toplanan multimedia resurslarının analizində [23], gizli sosial şəbəkələrin aşkarlanmasında və s. məsələlərdə klasterləşdirilmə metodlarından geniş istifadə edilməkdədir [24].

Süni intellekt. Burada süni neyron şəbəkələr (*ing. artificial neural networks, ANN*) və *SVM* nəzərdə tutulur [25]. Məsələn, risklərin proqnozlaşdırılması üçün *ANN* modeli əsasında fasiləsiz optimallaşdırma alqoritmi müxtəlif sosial-iqtisadi məsələlərdə əhəmiyyətlidir [26]. *SVM* davranışların və sosial münasibətlərin aşkarlanmasında istifadə oluna bilən süni intellektin daha bir səmərəli metodudur. Təcrübələr göstərir ki, *SVM* logistik reqressiya metodu ilə müqayisədə daha yaxşı nəticə əldə etməyə imkan verir, həmçinin, eyni zamanda modelin parametrlərinin optimallaşması və xüsusiyyətlərinin seçilməsi məsələlərini yerinə yetirə bilir [27].

Optimallaşdırma metodları. Bu metodlar əsasən genetik alqoritmlərlə bağlıdır. Genetik alqoritmlər biologiyadan götürülmüşdür. Bu alqoritmlərdə əsasən fərdlərin populyasiyasından istifadə edərək ekstremum üçün kollektiv axtarış məsələsi, genetik məlumatların təqdim olunması yolları, bir sıra nəsillərdə genetik məlumatötürmə yolları (genetik operatorlar), ən uyğun fərdlərin çoxalması məsələsi (məsələn, müəyyən bir fərdin nəsil verəcəyi deyil, neçə nəslin olacağıdır) önə çəkilir [28].

Hibrid yanaşma. Aydınır ki, hər hansı məsələnin həllində təklif olunan istənilən modelin digər mövcud modellərlə müqayisədə üstünlükləri və çatışmazlıqları vardır. Daha yaxşı nəticə əldə etmək üçün çox zaman bir neçə modelin üstünlüklərindən səmərəli istifadə etmək məqsədi ilə modellərin birləşməsindən meydana çıxan həll yolu seçilir. Belə yanaşma hibrid model adlanır. Videomüşahidə kameralarından istifadə etməklə sosial münasibətlərin aşkarlanması məsələsinin səmərəli həllində hibrid modellərdən istifadə əhəmiyyətli ola bilər. Məsələn, [29]- da bank sistemlərində vətəndaşın kredit tarixini proqnozlaşdırmaq və riskləri aşkarlamaq üçün onun davranışının analizində neyron şəbəkələr və genetik alqoritmlərin birgə tətbiqi təklif edilmişdir. [30]-da məsələnin səmərəli həlli üçün *ANN*, statistik metodlar və diskriminant analiz metodlarından birgə istifadə təklif olunur.

Analitik verilənlərin vizuallaşdırılması, yəni verilənlərin cədvəl, diaqram, hesabatlarda verilməsi əldə olunan nəticənin daha aydın başa düşülməsi üçün çox əhəmiyyətlidir. Sosial münasibətlərin analizində bir insanın kimlərlə, hansı tip sosial münasibətdə olmasının vizual olaraq, şəbəkə şəklində göstərilməsi ənənəvi üsuldur. Eyni zamanda, analizin nəticəsinin interaktiv imkanlardan istifadə etməklə əldə olunması verilənlərə aydınlıq gətirməklə yanaşı, onların digər emal sistemlərində istifadə olunmasını asanlaşdırır.

Nəticə

Videotəsvirlərin analizi nəticəsində insanların və hadisələrin aşkarlanması çox mürəkkəb məsələdir və geniş tətbiq sahəsinə malikdir. Müxtəlif təyinatlı videomüşahidə kameralarından əldə edilən və durmadan artan videotəsvirlərin əlçatan olması obyektlərin və hadisələrin aşkarlanmasında intellektual alqoritmlərdən istifadəni aktuallaşdırır. Məqalədə videoanalitika sahəsində bəzi mövcud yanaşmalar araşdırılmış, problemlər və həlli vacib məsələlər müəyyənləşdirilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, obyektin, fərdin və davranışın aşkarlanması, hadisənin qiymətləndirilməsi, anomal və ya normal kimi kateqoriyalara təsnifatlandırılması, sosial münasibətlərin müəyyən olunması videoanalitikada həlli vacib məsələlərdəndir. Videotəsvirin tanınması üçün təklif olunan yanaşmaların əksəriyyətində təsnifatlandırma metodu və dərin təlim arxitekturlarına əsaslanan yanaşmalar istifadə olunur. Dərin təlimin müxtəlif arxitekturaları arasında müşahidə üçün ən çox istifadə olunan modellər *CNN*, avtoenkoderlər və onların kombinasiyasıdır.

Sosial münasibətlərin aşkarlanması məqsədi ilə videotəsvirlərin intellektual analizi sisteminin ümumi arxitektura sxemi işlənmişdir və məsələnin həllində mərhələli həll yolu təklif olunmuşdur ki, bu yanaşma sosial münasibətlərin analizində istifadə olunan böyük verilənləri səmərəli emal etməyə imkan yaradır. Müəyyənləşdirilmişdir ki, analiz üçün istifadə olunan

verilənlər nə qədər çox olarsa, nəticə də daha dəqiq alınar. Lakin “*big data*” dəqiq nəticə əldə etmək üçün əhəmiyyətli olsa da, böyük həcmli verilənlərin saxlanması və emalında cətinliklər yarađır. Problemin həlli üçün məqalədə verilənlər saxlanıcından istifadə olunmaqla, verilənlərin paylanmış və paralel emalı təklif olunmuşdur.

Sosial münasibətlər çox mürəkkəb sosial şəbəkədir və sosial münasibətlər şəbəkəsinin təsnifatlandırılaraq iş münasibətləri şəbəkəsi, qohumluq münasibətləri şəbəkəsi və dostluq münasibətləri şəbəkəsi kimi hər birinin ayrı-ayrılıqda analizi e-xidmətlərin daha səmərəli həyata keçirilməsi üçün yeni imkanlar yaradacaqdır. Sosial münasibətlərin intellektual VMS vasitəsilə aşkarlanması, sosial media vasitələrindən fərqli olaraq, yalnız virtual dostları deyil, fiziki dünyada insanları və qrupları aşkarlamağa, obyektləri tanımağa, baş verəcək hadisələri əvvəlcədən proqnozlaşdırmağa imkan yarađır. Ayrı-ayrı fərdlər arasında sosial bağları müəyyən etmək və proqnozlaşdırmaq cəmiyyəti müəyyən etmək deməkdir. Burada əsas hədəf cəmiyyətin deşifrə olunmasıdır. Cəmiyyətdə gizli münasibətləri aşkarlamaq üçün sensorlarla təchiz olunmuş qurğulardan əldə olunan məlumatların emalı tələb olunur. Bu məlumatların analizində ehtimal qrafından istifadə daha məqsədəuyğundur. Ehtimal qrafına əsasən, fərdlər arasında münasibətlərin tipini və xüsusiyyətini müəyyən etmək mümkündür ki, bu məsələyə gələcək tədqiqatlarda baxılması nəzərdə tutulur.

Minnətdarlıq: Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir – **Qrant № EIF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/08/1.**

Ədəbiyyat

1. Tay L., Jebb A.T., Woo S.E. Video capture of human behaviors: toward a Big Data approach // *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 2017, vol.18, pp.17–22.
2. Lara O.D., Labrador M.A., A survey on human activity recognition using wearable sensors // *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2013, vol.15, no.3, pp.1192–1209.
3. Anwar F., Petrounias I., Morris T., Kodogiannis V. Mining anomalous events against frequent sequences in surveillance videos from commercial environments // *Expert Systems with Applications*, 2012, vol.39, no.4, pp.4511–4531.
4. Wenqing W. Intelligent Video Surveillance Technology in Intelligent Transportation // *Advances in Intelligent Transportation*, 2020, <https://www.hindawi.com/journals/jat/2020/8891449/>
5. Babaguchi N., Cavallaro A., Chellappa R., Dufaux F., Wang L. Special issue on intelligent video surveillance for public security and personal privacy // *IEEE Transactions on Information Forensics & Security*, 2017, vol.16, no.1, pp.8–15.
6. Wang T., Qiao M., Chen Y., Chen J., Snoussi H. Video feature descriptor combining motion and appearance cues with length-invariant characteristics // *Optik*, 2018, vol.157, pp.1143–1154.
7. Bouchard B., Giroux S., Bouzouane A. A smart home agent for plan recognition of cognitively-impaired patients // *Journal of Computers*, 2006, vol.1, no.5, pp.53–62.
8. Chen L., Nugent C., Mulvenna M., Finlay D., Hong X., Poland M. A logical framework for behaviour reasoning and assistance in a smart home // *International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics*, 2008, vol.9, no.4, pp.20–34.
9. Francois A.R.J., Nevatia R., Hobbs J., Bolles R.C., Smith J.R. VERL: an ontology framework for representing and annotating video events // *IEEE Multimedia*, 2005, vol.12, pp.76–86.
10. Haibin Yu., Wenyan J., Zhen Li, Feixiang G., Ding Y., Hong Z., Mingui S. A multisource fusion framework driven by user-defined knowledge for egocentric activity recognition // *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2019, vol.1, no.14, pp.1–23.
11. Chaudhary S., Khan M.A., Bhatnagar C. Multiple anomalous activity detection in videos // *Procedia Computer Science*, 2018, no.125, pp.336–345.

12. Ko K.E., Sim K.B. Deep convolutional framework for abnormal behavior detection in a smart surveillance system // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2018, vol.67, pp.226–234.
13. Anomaly Detection with Autoencoders Made Easy, 2009, <https://towardsdatascience.com/anomaly-detection-with-autoencoder-b4cdce4866a6>
14. Pennisi A., Bloisi D.D., Iocchi L. Online real-time crowd behavior detection in video sequences // *Computer Vision and Image Understanding*, 2016, vol.144, pp.166–176.
15. Sreenu G., Saleem M., Durai A. Intelligent video surveillance: a review through deep learning techniques for crowd analysis // *Journal of Big Data*, 2019, vol.6, no.48, pp.1–27.
16. Wang X., Loy C.C. Chapter 10 - Deep learning for scene-independent crowd analysis // *Group and Crowd Behavior for Computer Vision*, 2017, pp.209–252.
17. Christian S., Toshev A., Erhan D. Deep Neural Networks for Object Detection // *In Advances in Neural Information Processing Systems*, 2013, pp.2553–2561.
18. Pathak A.R., Pandey M, Rautaray S. Application of deep learning for object detection // *Procedia Computer Science*, 2018, vol.132, pp.1706–1716.
19. Couper M. Is the sky falling? New technology, changing media, and the future of surveys // *Survey Research Methods*, 2013, vol.7, no.3, pp.145–156.
20. Suthaharan S. Big Data Classification: Problems and Challenges in Network Intrusion Prediction with Machine Learning // *Performance Evaluation Review*, 2014, vol.41, no.4, pp.70–73.
21. Aliguliyev R.M., Alakbarova I.Y. Fardi məlumatların e-idarəetmə sisteminin sosial kredit sistemində tətbiqinin perspektivləri haqqında // *İnformasiya jamiyyəti problemləri*, 2021, №1, s.67–76.
22. Rodriguez M., Sivic J., Laptev I. Chapter 5 - The analysis of high density crowds in videos // *Group and crowd behavior for computer vision*, 2017, pp.89–113.
23. Friedman M., Last M., Makover Y., Kandel A. Anomaly detection in web documents using crisp and fuzzy-based cosine clustering methodology // *Information Sciences*, 2007, vol.177, no.5, pp.467–475.
24. Aliguliyev R.M., Aliguliyev R.M., Alakbarova I.Y. Extraction of hidden social networks from wiki-environment involved in information conflict // *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 2016, vol.8, no.2, pp. 20–27.
25. Fioramanti M. Predicting Sovereign Debt Crises Using Artificial Neural Networks: A Comparative Approach // *Financial Stability*, 2008, vol.4, no.2, pp.149-164.
26. Alp Ö.S., Büyükbecici E., İşcanog A., Özkurt F.Y., Taylan P., Weber G.W. CMARS and GAM & CQP—modern optimization methods applied to international credit default prediction // *Computational and Applied Mathematics*, 2011, vol.235, no.16, pp.4639–4651.
27. Schebesch K.B., Steeking R. Support vector machines for classifying and describing credit applicants: detecting typical and critical regions // *Operations Research Society*, 2005, vol.56, no.9, pp.1082–1088.
28. Voronovskij G.K., Mahotilo K.V., Petrashev S.N., Sergeev S.A. Geneticheskie algoritmy, iskusstvennye neyronnye seti i problemy virtual'noj real'nosti, Har'kov, OSNOVA, 1997, 112s.
29. Chen M.C., Huang S.H. Credit scoring and rejected instances reassigning through evolutionary computation techniques // *Expert Systems with Applications*, 2003, vol.24, no.4, pp.433–441.
30. Chuang C.L., Lin R.H. Constructing a reassigning credit scoring model // *Expert Systems with Applications*, 2009, vol.36, no.2, pp.1685–1694.

УДК 004.056

Алигулиев Расим М.¹, Алыгулиев Рамиз М.², Алекперова Ирада Я.³

^{1,2,3} Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

¹r.alguliev@gmail.com, ²r.aliguliyev@gmail.com, ³airada.09@gmail.com

Подход для выявления социальных отношений на основе анализа видеоизображений

Выявление и анализ социальных отношений в обществе являются важными вопросами для эффективного управления электронным правительством, обеспечения социально-экономического развития и стабильности в стране. Анализ социальных отношений позволяет более четко увидеть процессы, происходящие в обществе, и существующие социальные проблемы. Изучение некоторых существующих методов и подходов для идентификации людей и объектов, выявления событий и социальных отношений в результате интеллектуального анализа видеоизображений является основой объекта исследования. Определение социальных отношений и прогнозирование аномальных событий путем наблюдения за поведением граждан в общественных местах – очень сложный процесс. В статье исследуются некоторые существующие подходы для анализа объектов и событий с использованием видеоизображений, полученных с помощью систем видеонаблюдения, предлагается новый подход для выявления социальных отношений на основе интеллектуального анализа видеоизображений, а также разработана общая архитектурная схема интеллектуальной системы видеонаблюдения. Предложено пошаговое решение для анализа видеоизображений, полученных с помощью камер видеонаблюдения. Результаты исследования могут быть использованы для более эффективного управления электронным правительством, прогнозирования социально-экономических процессов, обеспечения безопасности граждан и во многих других сферах.

Ключевые слова: системы видеонаблюдения, видеоизображения, большие данные, социальные отношения, видеоаналитика, глубинное обучение.

Alguliyev Rasim M.¹, Aliguliyev Ramiz M.², Alakbarova Irada Y.³

^{1,2,3} Institute of Information Technologies of ANAS, Baku, Azerbaijan

¹r.alguliev@gmail.com, ²r.aliguliyev@gmail.com, ³airada.09@gmail.com

An approach for identifying social relationships based on videoimages analysis

Identification and analysis of social relations in society are important issues for the effective management of e-government, to ensure socio-economic development and stability in the country. The analysis of social relations allows to more clearly see the processes taking place in society and existing social problems. The study of some existing methods and approaches for identifying people and objects, for identifying events and social relations as a result of intelligent video analysis is the basis of the object of research. Determining social relationships and predicting anomalous events by observing the behavior of citizens in public places is a very complex process. The article examines some existing approaches for analyzing objects and an event using videoimages obtained using video surveillance systems, proposes a new approach for identifying social relations based on intelligent video analysis, and also develops a general architectural scheme of an intelligent video surveillance system. A step-by-step solution is proposed for analyzing videoimages obtained using video surveillance cameras. The research results can be used to better manage e-government, protect the safety of citizens, and in many other areas.

Keywords: video surveillance system, videoimages, big data, social relations, video analytics, deep learning.