

# YAŞLI İNSANLARIN EVDƏ TƏHLÜKƏSİZLİYİNİ ARTIRMAQ ÜÇÜN İNTELLEKTUALLAŞDIRILMIŞ NƏZARƏT SİSTEMİ



**Yelena Rəhimova,**  
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin  
Cihaz mühəndisliyi kafedrasının dosenti,  
texnika üzrə fəlsəfə doktoru  
e-mail: yelena\_rahimova@mail.ru



**Elşən Yusifli,**  
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin  
Cihaz mühəndisliyi kafedrasının magistrantı  
e-mail: elshanyusifli99@gmail.com

<https://doi.org/10.30546/2706-7858.2025.4.039>

UOT: 62

**Xülasə.** Dünyada yaşlı əhalinin sürətli artımı onların sosial və tibbi ehtiyaclarına yeni həllərin vacibliyini gündəmə gətirir. Yaşlı insanların ev şəraitində təhlükəsizliyini təmin etmək, onların gündəlik həyat keyfiyyətini artırmaq və qəza risklərini aradan qaldırmaq müasir və innovativ texnologiyaların tətbiqini zəruri edir. Məqalədə təqdim edilən layihə yaşlı insanların ev şəraitində yıxılma hallarının aşkarlanması məqsədi ilə intellektuallaşdırılmış nəzarət sisteminin hazırlanmasına həsr olunub.

**Açar sözlər:** yaşlılara nəzarət sistemi, yıxılma aşkarlanması, Raspberry Pi, kameraəsaslı müşahidə, kompüter görməsi, görüntü emalı.

**Key words:** elderly monitoring system, fall detection, Raspberry Pi, camera-based surveillance, computer vision, image processing.

**Ключевые слова:** система мониторинга пожилых людей, обнаружение падений, Raspberry Pi, видеонаблюдение на основе камеры, компьютерное зрение, обработка изображений.

Layihənin əsas məqsədi Raspberry Pi mikrokompyuteri və Pi kamerası ilə kameraəsaslı nəzarət sistemi quraraq insan yıxılmalarının real vaxtda və yüksək dəqiqliklə təyin olunmasıdır. Tədqiqat çərçivəsində kameraəsaslı kompüter görmə texnologiyasından istifadə olunaraq subyektin hərəkətləri izlənilmiş, görüntü emalı ilə düşmə hallarının təhlili, eləcə də “Open CV” kitabxanası və “Python” proqramlaşdırma dili vasitəsilə görüntülərin rekonstruksiyası, obyektin (insanın) müəyyənləşdirilməsi, səs-küydən təmizləmə və kütlə mərkəzinin hesablanması həyata keçirilmişdir. Təklif edilən sistem görüntüləri emal edərək

insana aid olan təsviri kütlə mərkəzi və forma üzrə analiz edir. Əgər subyektin kütlə mərkəzi və şəkil ölçüləri müəyyən hədləri keçərsə, sistem yıxılmanı qeydə alır və bu barədə signal verir. Bu metod minimal resursla, yüksək dəqiqliklə işləyərək daha effektiv və sürətli nəticələr təqdim edir. Layihənin proqram təminatı sahəsində tətbiq edilən alqoritm offline rejimdə videoyazılar üzərində sınaqdan keçirilmiş və 80%-lik aşkarlama dəqiqliyi əldə etmişdir.

Məlumdur ki, dünyada insan əhalisinin sayı durmadan artmaqdadır. Bu isə öz növbəsində balans prinsipinin pozulması deməkdir. Yəni yaşlı əhalinin və cavan əhalinin sayları arasındakı ta-

razlıq pozulmuşdur. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının (ÜST) son hesabatına əsasən, 60 yaşdan yuxarı insanların sayı dünya əhalisinin sayına nəzərən 34% artım olacağına istinad edir [1]. Lakin bu say ortalama olaraq hər bir ölkə əhalisinin sayına istinad edilə bilməz. Çünki bəzi ölkələr vardır ki, oradakı cavan nəslin nümayəndələri çox olduğuna əhali sayına görə hər 100 insana düşən yaşlı insan sayı daha azdır. Yaşlı insanların çox olması, öz növbəsində dövlətlər və sığorta şirkətləri üçün bəzi aktual problemlərə gətirib çıxarır [2]. Çünki “yaşlı insan” dedikdə, təkcə onların sağlam deyil, elə öz növbəsində fiziki və zehni cəhətdən problemlərin olması anlamına da gəlir. Belə yaşlı insanlara artıq xəstəxanalarda və qocalar evində deyil, öz evlərində xidmət olunması və daim nəzarətdə saxlanılmasının vacibliyi ortaya çıxır. Artıq zaman keçdikcə, yəni bu insanların yaşı artdıqca onlarda olan fiziki və zehni yorğunçuluq artır və bu da, öz növbəsində məişət qəzalarının baş verməsini qaçılmaz edir.

Həqiqətən də yaşlı insanların məişət zəmnində yığılması halları artıq yeni dövrümüzdə daha çox müşahidə olunan aktual hadisələrdəndir. Elə hal baş verən zaman insana vaxtında yardım göstərilmədiyi təqdirdə hadisənin sonu, hətta ölümə nəticələnə bilər. Amma yığılmanın digər nəticəsi olaraq qırılma və ya hər hansı zədələnmə halları zamanı yaşlı insana tibbi xidmətin gecikməsi artıq tibbi sığorta və digər tibbi xərclərin artmasına səbəb olur. Bütün bunların baş verməməsi üçün xəstənin gündəlik həyat fəaliyyətini izləmək və ondan bu hadisələrin baş verdiyi an xəbər tutmaq lazımdır. Artıq rəqəmsal və elektronikanın inkişafı bizə imkan yaradır ki, yaşlı insanlara ev şəraitində nəzarət olunmasını həyata keçirək. Bu texnologiyalardan nümunə olaraq müxtəlif növ sensorların (kamera, akselerometr, giroskop, mikrofon və s.) iş prinsipindən yararlanmaq mümkündür. Məqalədə danışacağımız layihə insan yığılmasına nəzarət olunma kompüter görmə texnologiyasına əsaslanır. Bu layihə sadəcə Raspberry Pi Pi kamerası və kompüterdən ibarətdir.

**Mövcud texnologiyalar haqqında və layihənin onlardan fərqi.** Layihənin məqsədi mövcud innovativ həllərdən istifadə edərək insan yığılmasının təyin edilməsidir. Burada, həmçinin insan yığılmasının təyin edilməsində tətbiq olunan texnologiyaları nümunə çəkərək onların fərqlərini

qeyd edəcəyik. İnsan yığılmasının təyini üçün 2 əsas texnologiyadan istifadə olunur [4]:

– *üzərində daşınan sensorlar*;

– *kameraəsaslı sensorlar*.

**Birinci kateqoriya** insan yığılmaları zamanı müvafiq hərəkətlərə həssas olan sensorlara əsaslanan texnologiyaların tətbiqidir. Bu sensorlara nümunə olaraq akselerometr, giroscop, vibrasiya, akustika, mikrofon və digərlərini göstərmək olar.

**İkinci kateqoriya** isə subyektin real vaxt rejimində daim izləyən və hərəkətlərinə nəzarət edən kameraəsaslı sensorların istifadəsinə əsaslanır. Bu sensorlar insan hərəkətlərini izləyən zaman insan yığılmasını təyin etmək üçün 2 əsas arqumentə diqqət yetirir:

– *düşmə mərkəzinin təyin edilməsi*;

– *subyektin X və Y oxu boyunca koordinatlar üzrə hesablaşma*.

$$M_{ij} = \sum_x \sum_y x^i y^j I(x, y)$$

Cədvəldə də təqdim edilən məlumatlar sensorlar arasındakı fərqin real göstəricisidir.

*Cədvəl.*

**Sensorların müqayisəsi**

(+: *üstünlüklər*, -: *çatışmazlıqlar*)

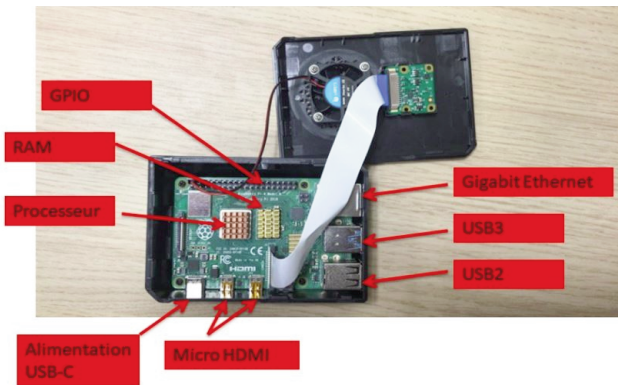
| Bədən sensoru<br>(akselerometr, Giroskop,<br>maqnitometr, RFID)                           | Ətraf mühit sensoru<br>(piezoelektrik, mikrofon,<br>passiv infraqırmızı)                | Xarici sensor (2D<br>kamera, 3D kamera)                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| + Aşağı qiymət<br>+ Məxfiliyin<br>qorunması<br>- Çoxlu yanlış<br>həyəcan signalı yaradır. | + Orta qiymət<br>+ Məxfiliyin<br>qorunması<br>- Çoxlu yanlış<br>həyəcan signalı yaradır | - Qiymət istehsalçıdan<br>asılıdır.<br>+ Yüksək dəqiqlik |

Birinci kateqoriyaya daxil olan “üzərində daşınan sensorların” iş prinsipi sadə olsa da, yaşlı insanlarda unutqanlıq kimi hallar müşahidə olduğundan bu sensorları daşımaq daha əlverişsizdir. İkinci amil olaraq bu sensorların işləmə prinsipi bəzi hərəkətlərə əsaslandığı üçün bəzən yanlış həyəcan signalı generasiya etmiş olur. Lakin ikinci kateqoriyaya əsaslanan sensor, bizim bu layihədə istifadə etdiyimiz kameralar yaşlı insanların tələblərinə (rahatlıq, etibarlılıq və münasib qiymət) daha yaxşı cavab verdiyi üçün artıq bu sahədə ən çox istifadə edilən sensorlardır.

Layihədə problemin həlli bu sensorlar əsasında insan yığılmasının təyin olunmasıdır. Bu layi-

həni reallaşdırmaqdan ötrü, ilk növbədə Pi kameradan, sonra Raspberry Pi cihazından istifadə edərək kameradan gələn signalı emal etmiş olur. Bu həll yolu digərləri kimi böyük məlumat mərkəzi və onun təsnifatçısı kimi əlavələr tələb etmir. Bu isə öz növbəsində sistemin bu yığılmanı təyin etmək üçün daha az vaxt tələb etməsinə və yüksək qiymətli olmamasına gətirib çıxarır.

**İstifadə olunan cihazlar və onların iş prinsipi.** Aparat təminatı olaraq Raspberry Pi cihazından istifadə etməklə kameradan gələn məlumatı emal edə bilirik. Bunun üçün Linux əməliyyat sistemində Python proqramlaşdırma dilinin tətbiq edilməsi ilə gələn signalı emal edərək nəticənin əldə edilməsi üçün proqram təminatı yazılır.



**Şəkil 1. Pi Model 4B məhsulunun periferiyaları**

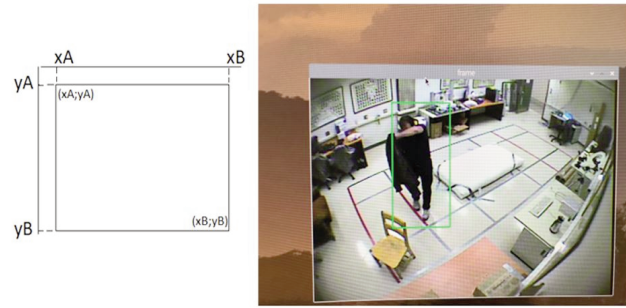
Proqram təminatının yazılması üçün kompüter elmlərinə, riyazi düsturlara və müxtəlif Python kitabxanasına istinad etmək zəruridir [5]. Bu proqram təminatı əsasən 3 məqsədi əhatə edərək yığılmalıdır:

- subyektlərin təyin edilməsi;
- görüntünün (Image) rekonstruksiyası;
- görüntünün (Image) bərpası və səs-küydən təmizləmə.

Təqdimatda səhnədəki subyektin təyini və onun hərəkəti analiz olunaraq yığılmaların təyin edilməsi məqsədi ilə geometrik xüsusiyyətlərə əsaslanan “OpenCV” (Open Source Computer Vision) kitabxanasından istifadə edirik. Bu kitabxana, əsasən maşın öyrənmə prinsiplidir və təsvirləri təhlil, eləcə də emal etmək üçün çoxsaylı funksionallıq təqdim edir [6].

Bəs bu təsvirlər necə əldə olunur? Təsvirlər ikiölçülü funksiya olaraq “ $f(x, y)$ ” kimi koordinatlarda matrislər şəklində göstərilir və bu funksiya əsaslanaraq həmin nöqtələrdə funksiyanın amplitudası daim hesablanır və təqdim olunur.

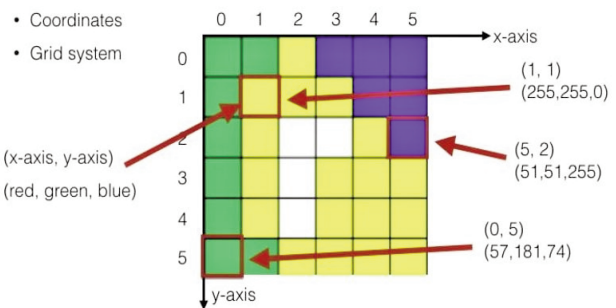
Bu təsvirlərdə müxtəlif növlər vardır:



**Şəkil 2. OpenCV-dən istifadə edərək məhdudlaşdırıcı qutu**

1. *İkili təsvir (Binary image)*: təsvir yalnız 2 pikseldən ibarətdir (“0” (qara) və “1” (ağ)).

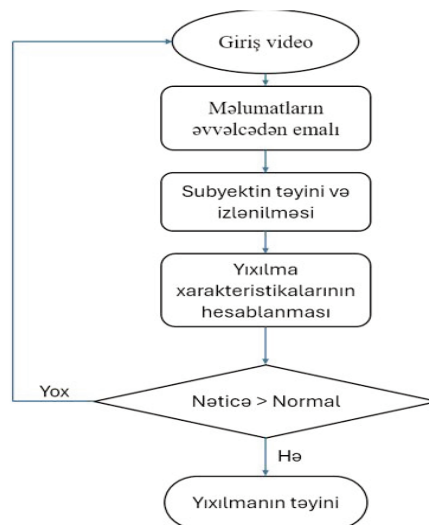
2. *Rəngli təsvir (RGB)*: bu təsvir formatında şəkil hər rəng uyğunluğu üçün 2D matrislərlə (qırmızı, yaşıl, mavi) emal olunur.



**Şəkil 3. Rəqəmsal təsvirin təsviri 2D**

Layihədə “OpenCV” kitabxanasından və “Python” proqramlaşdırma dili vasitəsi ilə götürülən rəngli və ikili şəkilləri emal edərək nəticə əldə olunur.

Yığılmanın aşkarlanması üçün tətbiq olunan alqoritm aşağıdakı kimidir:



**Şəkil 4. Sistemin iş qrafiki**



Alqoritmin iş prinsipi çərçivəsində Pi kameranın gələn təsvir Raspberry Pi cihazına ötürülür. Bu zaman əməliyyat sistemi təsvir üzərində müxtəlif emal üsulları tətbiq edərək əsl təsvir əldə edəcək və bu təsviri səs-küylərdən süzərək insanın kütlə mərkəzini tapmış olacaq. Düşmə parametrlərindən (matrisin ölçüləri və kütlə mərkəzi) istifadə edərək subyektdən götürülmüş hər bir təsvir müqayisə olunaraq insan yıxılmaları təyin olunur. Əgər yıxılma reallaşıbsa, bu, nəticəni emal edir və məlumatı ötürür. Əgər yıxılma reallaşmayıbsa, sistem alqoritm üzrə yeni təsvirləri emal etmək üçün əməliyyata davam edir.

**Nəticə.** Metodumuzu tətbiq edərkən “offline” rejimdə götürülmüş videoqeyd üzərində düşmələrin aşkar edilməsi baş verdi. Yaşlılar arasında yıxılma aşkarlanmasını təşviq edən texnologiyalar arasında bizim həll yolumuz daha perspektivli həll yolu hesab olunur. Çünki istifadə olunan aparat təminatlarının xarakteristikaları daha sərfəli və daha etibarlıdır. Bu isə öz növbəsində həm daha ucuz, həm də ki, daha dəqiq və yaşlı insanların istifadəsi üçün daha komfortlu bir həll yoludur.

Onu da qeyd etmək ki, layihə çərçivəsində gündəlik həyat fəaliyyətlərini nəzərə alıb maksimum olaraq daha dəqiq yıxılma təyin etmək üçün proqram təminatında subyektin təyini zamanı sistem tərəfindən təsvir olunan düzbucaqlının parametrlərinin dəyişməsinin təyini zamanı minimum ölçü vahidi “>10” götürülərək 80% dəqiqlik əldə edilmişdir.

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, təqdim olunan sistem yaşlı şəxslərin təhlükəsizliyinin təminində effektiv alət rolunu oynaya bilər. Bu yanaşma gələcəkdə real vaxtlı sistemlərə inteqrasiya oluna, sağlamlıq monitorinqi ilə birləşdirilərək daha geniş tətbiq sahələrində istifadə oluna bilər. Eyni zamanda cihazın sərfəli olması və sadə istifadəsi bu texnologiyanın geniş miqyasda yayılmasına şərait yaradır.

### İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
2. Larbi Kh., Roy D. 4 millions de seniors seraient en perte d'autonomie en 2050. Insee Première, №1767, 2019.  
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4196949>
3. Dubois A. Mesure de la fragilité et détection de chutes pour le maintien à domicile des per-

sonnes âgées. 2014.

4. Karar M.E. Shehata H. I. Reyad O. A survey of IoT-based fall detection for Aiding Elderly Care: sensors, methods, challenges and future trends. Appl. Sci., vol.12, no7, pp.3276, mars 2022, doi: 10.3390/app12073276.

5. Puech W. Vision par Ordinateur Université Montpellier II-Nîmes, (consulté le 11 juin 2022).  
[https://www.lirmm.fr/~wpuech/enseignement/DUT\\_info/VISION.pdf](https://www.lirmm.fr/~wpuech/enseignement/DUT_info/VISION.pdf)

6. Minichino J., Howse J. Learning. OpenCV 3 computer vision with Python: unleash the power of computer vision with Python using OpenCV. Second edition, Birmingham Mumbai: Packt Publishing, 2015.

**Y.Rahimova, E.Yusifli**

### An intelligent monitoring system to improve home safety for elderly people

#### Abstract

The rapid growth of the elderly population worldwide highlights the importance of developing new solutions to address their social and medical needs. Ensuring the safety of older individuals in home environments, improving their daily quality of life, and eliminating accident risks necessitate the use of modern and innovative technologies. The project presented in the article is dedicated to the development of an intelligent monitoring system aimed at detecting fall incidents among elderly people in home settings.

**Й.Рагимова, Э.Юсифли**

### Интеллектуальная система управления для повышения безопасности пожилых людей дома

#### Аннотация

Быстрый рост численности пожилого населения в мире выдвигает на первый план необходимость поиска новых решений для обеспечения их социальных и медицинских потребностей. Обеспечение безопасности пожилых людей в домашних условиях, повышение качества их повседневной жизни и предотвращение несчастных случаев требуют применения современных и инновационных технологий. Представленный в статье проект посвящён разработке интеллектуализированной системы наблюдения для обнаружения случаев падения пожилых людей в домашних условиях.