

ВІДНОВЛЕННЯ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ВІДЕОЗАПИСУ БЕЗ АУДИОДОРІЖКИ

Альхатіб Г.Д.

Науковий керівник – проф. Антіпов І.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiСТЗi,
м. Харків, Україна

тел. +38(067) 388-36-17, e-mail: hanna.morozova@nure.ua

This paper considers the theoretical aspects of possibility of the appearance of an acoustic information leakage channel that is formed by analyzing the video stream on the video record. Therefore, the possibility of its appearance is a security risk and it is necessary to provide the means to protect the object of information activity from it.

Візуальний мікрофон – це комплекс обладнання та заходів, який дає змогу несанкціоновано отримати інформацію з відеозапису без звукової доріжки. Необхідно записати відео об'єкта за допомогою високошвидкісної камери та проаналізувати мікроскопічні його зміщення, спричинені поширенням звукових хвиль [1].

Розроблено спеціальний алгоритм [2], який обчислює в кожній із виділених точок інтенсивність звукових вібрацій. Локальні сигнали усереднюються, і на їхній підставі формується один загальний сигнал, що визначає те, як звукові хвилі впливають на об'єкт.

Візуальний мікрофон дає змогу отримати аудіозапис менш хорошої якості, порівняно з активними методами (ЛСАР), проте він має свої переваги. Система не потребує додаткового обладнання та детекторів – потрібна лише високошвидкісна відеокамера та ноутбук. При цьому поверхня, з якої буде «зчитуватися звук», не обов'язково має бути дзеркальною або гладкою, як того часто вимагають лазерні мікрофони.

У роботі [3] представлено алгоритм, що прискорює отримання акустичної інформації з відеозапису і підвищує її якість. На різні області об'єкта звук впливає по-різному. Інтенсивність вібрації залежить від матеріалу, з якого виготовлено предмет, його форми, частоти звуку, що впливає, і відстані до джерела. Наприклад, під час зйомки відео на частоті 20 кГц звукові хвилі переміщуються приблизно на 17 мм між двома фреймами [3]. Тому об'єкти, що знаходяться далі від джерела звуку, реагують із затримкою.

Усі ці чинники змушують різні області об'єкта вібрувати з різною силою. Тому в [3] під час аналізу зображень з камери враховують тільки ті зони, які вносять найбільший внесок у формування результуючого сигналу – найменш «зашумлені» блоки. При цьому частоти, що їх формують, ма-

ють різні фазові зрушення, щоб виключити інтерференцію, що послаблює. Завдяки цьому вдалося підвищити якість відтвореного звуку, а також прискорити обробку зображення, порівняно з вихідним алгоритмом у роботі [2]. Вони також заявляють, що їхня система здатна обробляти зображення і відновлювати звук у реальному часі.

Візуальний мікрофон на основі подій [4] – це безконтактний, простий і недорогий підхід до вимірювання вібрації за допомогою подієвої камери. Подієва камера – це сенсор, що реагує на зміну яскравості кожного пікселя. Оскільки коливання деталей супроводжуються змінами яскравості, подієві камери можуть захоплювати широке поле зору на високій швидкості (до 1 МГц) без істотних втрат (рис.1,в). Крім того, високочастотні коливання теоретично можуть бути відтворені без додаткового освітлення.

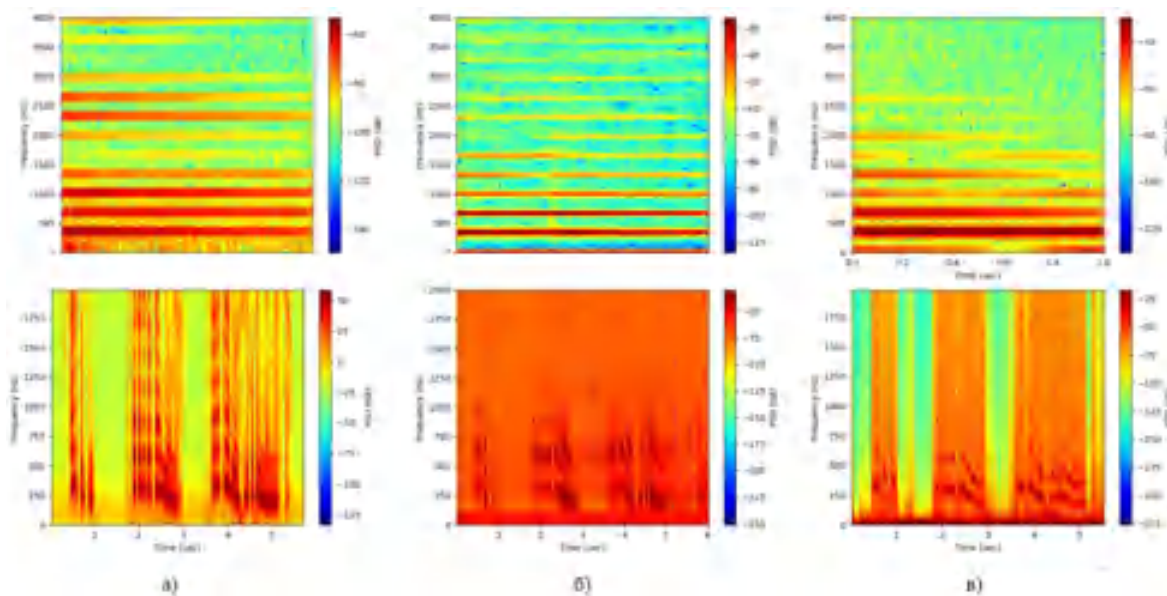


Рисунок 1 – Спектрограми сигналу

а) вихідний сигнал; б) відновлений високошвидкісною камерою;
в) відновлений подієвою камерою

З рис.1 видно, що відновлений сигнал із застосуванням подієвої камери дав кращий результат порівняно із застосуванням високошвидкісної відеокамери. Але варто зазначити, що камери подій не мають кадрів, у роботі [4] було визначено псевдокадр як двовимірний масив $n \times n$, що знаходиться в сусідстві з пікселем, де відбувається подія з 1 в центрі та 0 в інших місцях.

Також досліджено використання мережі довгої короткострокової пам'яті (LSTM) у роботі [5]. Це підвищує пропускну здатність, спричинену обмеженою частотою кадрів камери, а також покращує відношення сигнал-шум на 12,52 % порівняно зі звичайним візуальним мікрофоном.

Розглянуті результати дослідження дають змогу зробити висновок про те, що існують потенційні передумови витоку акустичної інформації шля-

хом аналізу відеопотоку на відеозаписі. Умови виникнення такого каналу не є надмірно жорсткими, тому не можна нехтувати можливістю його появи і необхідно передбачати превентивні заходи щодо його запобігання/руйнування на об'єкті інформаційної діяльності.

Методи протидії вилученню інформації таким шляхом можна розділити на дві групи:

1. Методи спрямовані на погіршення видимості предметів інтер'єру через вікна приміщення. Це матові плівки, ролети і жалюзі (при цьому потрібно правильно підбирати кут нахилу полотен з метою виключення видимості інтер'єру з потенційно небезпечних напрямків).

2. Методи, спрямовані на спотворення коливань предметів від розмов, що ведуться в приміщенні. Це системи активного акустичного зашумлення, використання яких обмежене через можливий дискомфорт в учасників розмови під час їхнього ввімкнення.

Список використаних джерел

1. Yuriy V. Lykov, Hanna D. Presniakova, Anna A. Lykova Research on potentialities of audio information recovery from video without audio track *Radioelectronics and Communications Systems* June 2019, Volume 62, Issue 6, pp 301–309 DOI: 10.3103/S0735272719060050.

2. The Visual Microphone: Passive Recovery of Sound from Video [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://people.csail.mit.edu/mrub/papers/VisualMic_SIGGRAPH2014.pdf – 11.03.2024.

3. Local Visual Microphones: Improved Sound Extraction from Silent Video [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/322788033_Local_Visual_Microphones_Improved_Sound_Extraction_from_Silent_Video#fullTextFileContent. – 11.03.2024.

4. Live Demonstration: Event-based Visual Microphone [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/371538871_Live_Demonstration_Event-based_Visual_Microphone#fullTextFileContent. – 11.03.2024.

5. Generalised Visual Microphone [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://bmvc2019.org/wp-content/uploads/papers/1218-paper.pdf>. – 13.03.2024.