



НИП - Образец-2

**НАРАТИВЕН ИЗВЕШТАЈ¹
ЗА НАУЧНОИСТРАЖУВАЧКИ ПРОЕКТ**

финансиран од интегративните средства на Универзитетот

Единица на УКИМ – носител на проектот	Машински факултет – Скопје
Наслов на проектот	Сензорска единица за детекција и локализација на бучава SensOr Unit for Noise Detection and Localization (SOUND-LOC)
Акроним	SOUND-LOC
Клучни зборови	Сензорска единица, мерење на бучава, бучава во животна средина, статистичка анализа, мерна неодреденост
Научноистражувачко подрачје	Машинство
Научноистражувачко поле	Бучава
Поднесок по конкурс (бр./датум)	Одлука бр. 02-1129/6 од 20.12.2023 година
Период на реализација (од - до)	02.2024 – 02.2025
Одлука за прифаќање на извештај од ННС/НС (бр./датум)	
Главен истражувач (име и презиме, звање, потпис)	Симона Домазетовска Марковска, доцент д-р

Скопје, _____ година

Декан/Директор

Златко Петрески, проф. д-р

¹ Комплетниот Извештај за научноистражувачкиот проект е составен од:

- изготвени Образец 2 (наративен извештај) и Образец 3 (финансиски извештај),
- придружно писмо за доставување извештај од единицата на Универзитетот и
- одлука од наставно-научниот или научниот совет на единицата за прифаќање на извештајот.



ДЕЛ I

(A4-формат, фонт Times New Roman, големина 10, единечен проред)

1.1. Преглед на целите на истражувањето со нивна временска рамка предвидени во предлог проектот

За остварување на целите на овој научно-истражувачки проект беа реализирани детални теоретски и експериментални истражувања, каде што се искористија напредните технологии за креирање сензорска единица која го детектира нивото на бучава и го локализира доминантниот извор на бучава. Главните цели на овој проект се следните:

- 1. Креирање на методологија за развој на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата предизвикана од патен сообраќај во урбана животна средина.** За оваа цел се направи преглед на литература во однос на дизајнот, карактеристиките и функционалноста на постоечки сензорски единици за мерење и локализација на бучавата. Се спроведе анализа на потребни мехатронички компоненти и дизајн на конфигурацијата на сензорската единица.
- 2. Развој на прототип на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата.** Анализата која се спроведе во првата цел придонесе за изработка на физички прототип на сензорската единица. Најпрвин се интегрираа хардверските компоненти на дизајнираната конфигурација, а следно се разви и имплементира алгоритам за точно и прецизна локализација на изворот на звук. Со добро дефинирани услови за лабораториско тестирање, се направи компаративна анализа помеѓу резултатите добиени од сензорската единица и од букомер од класа 1, што придонесе кон анализа на точноста на податоците генерирани од сензорската единица.
- 3. Тестирање, валидација и статистичка анализа на измерените податоци.** За реализација на оваа цел, се спроведе мерење на нивото на бучава надвор во урбана животна средина и обработка и статистичка анализа на измерените податоци. Статистичката анализа овозможува калибрација и дефинирање на мерната неодреденост на сензорската единица како мерен инструмент.

Цели / активности за реализација на целта	Индикатор за следење на реализацијата (И)
1. Креирање на методологија за развој на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата предизвикана од патен сообраќај во урбана животна средина	
1.1. Преглед на литература преку анализа на постоечки уреди за мерење на ниво на бучава	Извештај/ преглед на литературата на развиени сензорски единици за детекција и локализација на бучавата (И1)
1.2. Моделирање на конфигурацијата на сензорската единица и избор на мехатронички компоненти	Извештај за изборот на мехатронички компоненти (контролери и сензори) и приказ на дизајнот на конфигурацијата на сензорската единица (И2)
1.3. Преглед и избор на алгоритам за детектирање и локализирање на нивото на бучава	Извештај од постоечки алгоритми и избор на соодветен алгоритам за прецизно детектирање и локализирање на бучавата кој ќе се имплементира на сензорската единица (И3)
2. Развој на прототип на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата	
1.1. Интеграција на хардверски компоненти на развиената конфигурација за креирање на сензорската единица	Прототип на сензорската единица за детекција и локализација на бучавата (И4)



1.2. Развој на алгоритми за локализација на извор на бучава	Презентација на иницијалните резултати добиени од развиената сензорската единица (И5)
1.3. Лабораториско тестирање на развиената сензорска единица	Извештај од методологијата за лабораториско мерење и иницијалните резултати (И6)
3. Тестирање, валидација и статистичка анализа на измерените податоци	
3.1. Тестирање во реални услови и статистичка анализа на резултатите	Извештај од статистичката анализа на резултатите со дефинирана мерна неодреденост на сензорската единица (И7)
3.2. Заклучок и валидација на резултатите	Подготвен краен извештај (И8)
3.3. Промоција на резултатите	Презентација на проектот со резиме, цели и резултати на веб-страницата на единицата и обезбедување на линк кон УКИМ (И9) Учество на интернационална конференција InterNoise 2024 со пишан научно-истражувачки труд од областа на истражување (И10)

1.2. Преглед на реализираните активности со кои се оствариле целите и индикаторите со кои се следела реализацијата на целите и постигнувањето на резултатите

Креирањето на методологија за развој на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата предизвикана од патен сообраќај во урбана животна средина е реализирана преку три активности. Изборот на сензорската единица е направен преку прегледот на литературата на развиените сензорски единици за детекција и локализација на бучава (И1), по што е пристапено кон избор на мехатронички компоненти и дизајн на сензорската единица прикажан преку индикаторот (И2). На крај, направен е преглед на постоечки алгоритми за прецизно детектирање и локализирање на бучавата (И3), по што е избран алгоритам кој се имплементирање на единицата.

Остварување на втората цел: развој на прототип на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата, е реализирана преку три активности: развој на прототип (И4), анализа на иницијалните резултати (И5), како и извештај од лабораториското тестирање на развиената сензорска единица (И6). Трите активности придонесоа кон развој на физички прототип на сензорската единица за детекција и локализација на бучавата кој даде иницијални резултати од спроведените мерења, по што се покажа неговата функционалност.

Последната, третата цел за тестирање, валидација и статичка анализа на измерените податоци доведе до тестирање во реални услови, со осврт на мерна неодреденост на сензорската единица (И7). Од спроведените активности беа донесени заклучоци и валидација на резултатите на проектот преку краен извештај (И8). Резултатите од реализираните цели се промовирани преку презентација на проектот со резиме, цели и резултати на веб страницата на единицата (И9), како и преку публикувани резултати во списанија и научни собири со пишани научно-истражувачки трудови кои детално се прикажани во точка 1.4 (И10).

1.3. Детален осврт на реализацијата на истражувањето и остварените резултати

Резултатите од проектот се остварија преку реализација на трите поставени цели.

ЦЕЛ 1: Креирање на методологија за развој на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата предизвикана од патен сообраќај во урбана животна средина.

Со напредокот на технологијата и појавата на Интернет на нештата (IoT), сè повеќе градови се трансформираат во „паметни градови“. Интеграцијата на овие технологии овозможува зголемена ефикасност преку размена на информации со јавноста и подобрување на квалитетот на живот на граѓаните.



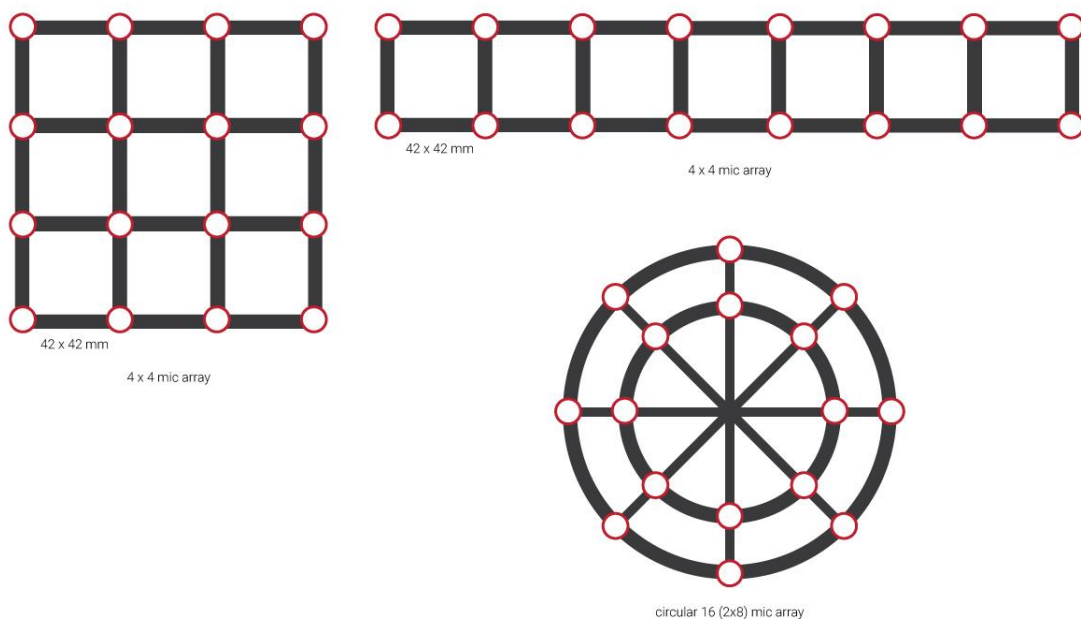
Еден од аспектите на оваа дигитална еволуција е развојот на современи методи за следење на бучавата во урбаните средини, што се реализира преку мрежи од безжични акустични сензори (WASN – Wireless Acoustic Sensor Networks).

Еден пример за ваква примена е француската мрежа RUMEUR [1], која го следи нивото на бучава во регионот Ил-де-Франс, а собраните податоци се достапни преку веб-апликација. Во рамките на италијанскиот проект DYNAMAP [2] е развиена мрежа на нискобуџетни сензори за континуирано следење на звучното загадување.

Развојот на микроелектро-механички сензори (MEMS) отвора нови можности за креирање на напредни сензорски единици базирани на MEMS микрофони. Овие единици се поекономични, што овозможува нивна широка примена и постојано мониторирање на бучавата. Со нивна интеграција во поголеми сензорски низи и примена на алгоритми за детекција, овие системи можат да се користат за лоцирање на извори на звук [3]. Авторите во [4,5] користат повеќе MEMS акустични сензори во комбинација со алгоритам за локализација на главните извори на бучава предизвикани од поминување на возила, како и нивна карактеризација според јачината на акустичниот извор. Во [4], развиениот систем е наменет за следење на бучавата генерирана од тркалата на возилата што поминуваат покрај сензорот, додека во [5] авторите определуваат брзина и број на возила врз основа на нивото на бучава што тие го создаваат при движење. Дополнително, во [6] се применува видео камера во комбинација со вештачка интелигенција за детекција и класификација на возилата.

Согласно истражувањата, при развој на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата предизвикана од патен сообраќај во урбана животна средина важен е распоредот на микрофоните (MEMS сензорите), како и избор на соодветен алгоритам.

Распоредот на микрофоните ја дефинира формата на низата, која може да биде флексибилно дизајнирана. Најчесто користени конфигурации се квадратните, линеарните и сферичните низи [7]. Согласно горенаведеното истражување, во рамки на овој проект за постигнување на предвидените цели, одлучено е да се направат три различни конфигурации преку распределување на 16 микрофони, како што е прикажано на слика 1.



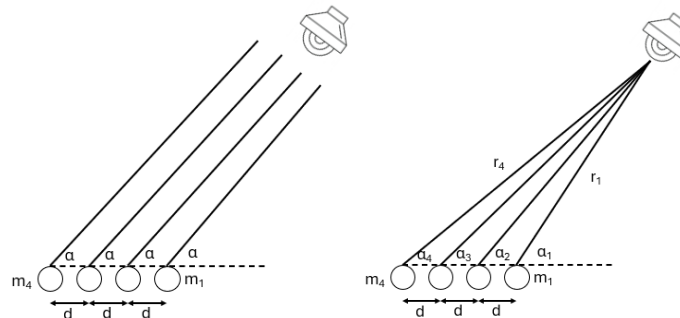
Слика 1. Конфигурации на микрофонска низа со 16 микрофони



Избор на алгоритам за детектирање и локализирање на нивото на бучава се основа врз избирање на алгоритам кој може да се реализира во временски или фреквентен домен. Во временскиот домен, алгоритмот се базира на разликите во времето потребно на звукот да пристигне до секој поединечен микрофон. Во фреквентниот домен, локализацијата се спроведува преку множење на матрицата на вкрстени спектрални микрофони со управувачки вектори.

Главни параметри кои се разгледуваат при избор на алгоритам и сензорска единица се временската разлика на пристигнување на звукот до секој микрофон (Time Difference of Arrival – TDOA), како и звучниот притисок на секој микрофон. Пресметковните методи врз основа на кои се прави крајниот избор на алгоритам за локализирање на нивото на бучава се прикажани подолу.

Временската разлика на пристигнување на звукот до секој микрофон се однесува на доцнењето кога звукот е регистриран од секој микрофон во низата поради различните растојанија што звукот мора да ги помине од изворот до секој поединечен микрофон. Доколку изворот на звук е далеку од низата на микрофонот, аголот на упад α , односно аголот под кој звукот пристигнува до микрофонот, ќе биде еднаков за секој микрофон. Доколку изворот на звук е блиску до микрофоните тогаш аголот на упад за секој микрофон е различен и зависи од растонанието на микрофонот до изворот (слика 2).



Слика 2. Акустичен извор далеку и блиску до микрофонска низа

Гледајќи ја низата микрофони како линеарна со 4 микрофони, разликата на пристигнување на звукот до секој микрофон (τ_i) може да се пресмета како:

$$\tau_i = \frac{d_i \sin \alpha}{c} \quad (1)$$

каде што $i \sin \alpha$ го претставува дополнителното растојание што звукот го поминува за да стигне до следниот микрофон, а c е брзината на звукот.

Имајќи микрофонска низа од N елементи за анализа, може да се напише равенката 2:

$$p(x_i) = a(x_i, x_0, x_s)q(x_s) \quad (2)$$

Во равенката 2, звучен притисок на i^{th} микрофон е означен како $p(x_i)$. q е звучен притисок на произволна референтна локација и a е преносна функција која зависи од типот на изворот, неговата локација x_s и условите на околината. Во отсуство на каков било проток и рефлектирачки граници, резултатот е слободно звучно поле означено како:

$$a(x_i, x_0, x_s) = \frac{|x_s - x_0|}{|x_s - x_i|} e^{-jk(|x_s - x_i| - |x_s - x_0|)} = \frac{r_0}{r_i} e^{-jk(r_i - r_0)} \quad (3)$$

Каде што r_i претставува растојанието од акустичниот извор до микрофонот на i^{th} место а r_0 е минималното растојание до акустичниот извор.



По анализата на параметрите, избран е алгоритам на доцнење и усреднување „Delay and sum beamformer“ кој ќе се примени на сензорската единица, кој служи за одредување на локација на звук во временски домен преку користење временска разлика. Овој алгоритам, по пресметување на разликата во времето на доаѓање (TDOA), ги сумира сигналите од секој поединечен микрофон за да се добие збиен сигнал од разгледуваната насока. При тоа, сигналите од другите насоки се надвор од фаза и се потиснуваат, што резултира со засилување на саканиот сигнал и ослабување на несаканите сигнали.



Слика 3. Шематски приказ на примена на алгоритам на доцнење и усреднување

Доцнењето на произволен микрофон може да се изрази со следнава равенка:

$$D_i = \frac{r_i - r_0}{c} \quad (4)$$

Каде што D_i е доцнењето на i^{th} микрофон. Збирот на секој звучен сигнал на кој е додадено доцнењето (D_i) е звукот на изворот. Равенката 5 го опишува звучниот сигнал на изворот во времето t , каде што влезниот звучен сигнал на i^{th} микрофон е x_i .

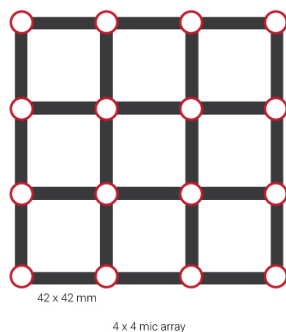
$$S(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i(t - D_i) \quad (5)$$

Врз основа на прегледот на литературата и анализата на постоечките уреди, извршен е избор на компоненти за имплементација во сензорската единица, согласно избраните конфигурации. Дополнително, е развиен алгоритам за детекција и локализација на нивото на бучава. Следната фаза вклучува развој на прототип заснован на избраната конфигурација и мехатроничките компоненти.

ЦЕЛ 2: Развој на прототип на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата.

Класичните микрофонски низи обично се состојат од кондензаторски микрофони монтирани на единечен уред. Нивното функционирање бара аналого-дигитален конвертор (ADC) за обработка на сигналите, што може да предизвика доцнење во апликации во реално време. Повеќето комерцијално достапни микрофонски низи се скапи и користат сопствен софтвер, што ја ограничува нивната флексибилност и достапност.

За развој на нискобуџетна сензорска единица за детекција и локализација на бучавата беше избрана микрофонската низа (Mini DSP UMA 16). Оваа низа содржи 16 омнидирекциски микрофони (knowles SPH1668LM4H-1), распоредени во униформна правоаголна низа (URA) со мрежна конфигурација и меѓусебно растојание од 42 mm, како што е прикажано на Слика 4.



Слика 4. Низа на микрофони

За едноставно отчитување на резултатите од MEMS микрофоните во сензорската единица и нејзино поврзување со процесорска единица, потребен е дополнителен уред кој ќе ги обработува сигналите од сите 16 микрофони и ќе ги конвертира во формат погоден за приказ на компјутер.

Со таа цел, врз микрофонската низа е поставен USB-интерфејс (MCHStreamer Lite), кој овозможува поврзување на сензорската единица со компјутер преку USB-интерфејс, обезбедувајќи пренос и обработка на податоците во реално време.

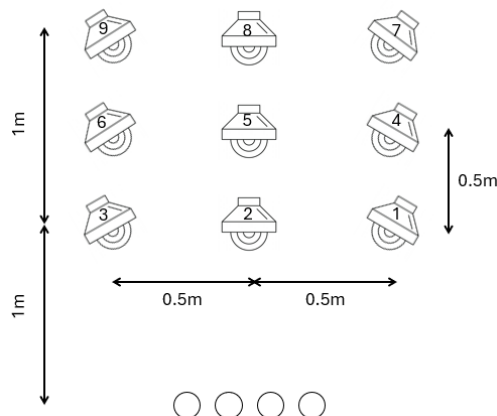
По развој на сензорската единица, истата беше тестирана во лабораториски услови. Тестирањето беше извршено во затворена просторија без елементи за придушување на звукот.



Слика 5. Тестирање на сензорската единица во лабораториски услови



Експериментот се изведува со еден звучник поврзан со засилувач и генератор на сигнали. Генерирани се синусоидни тонови на различни фреквенции од 500 Hz, 700 Hz, 900 Hz, 1000 Hz, 1100 Hz, 1300 Hz и 1500 Hz. Овие фреквенции се избрани поради нивната застапеност во урбаните средини, со оглед на тоа што идната цел на истражувањето е примена на оваа микрофонска низа во сензорска мрежа за следење на сообраќајот и други настани. Звучникот е поставен на 9 различни локации, како што е прикажано на слика 6, со цел да се анализираат варијациите во детекцијата и локализацијата на изворот на звук.

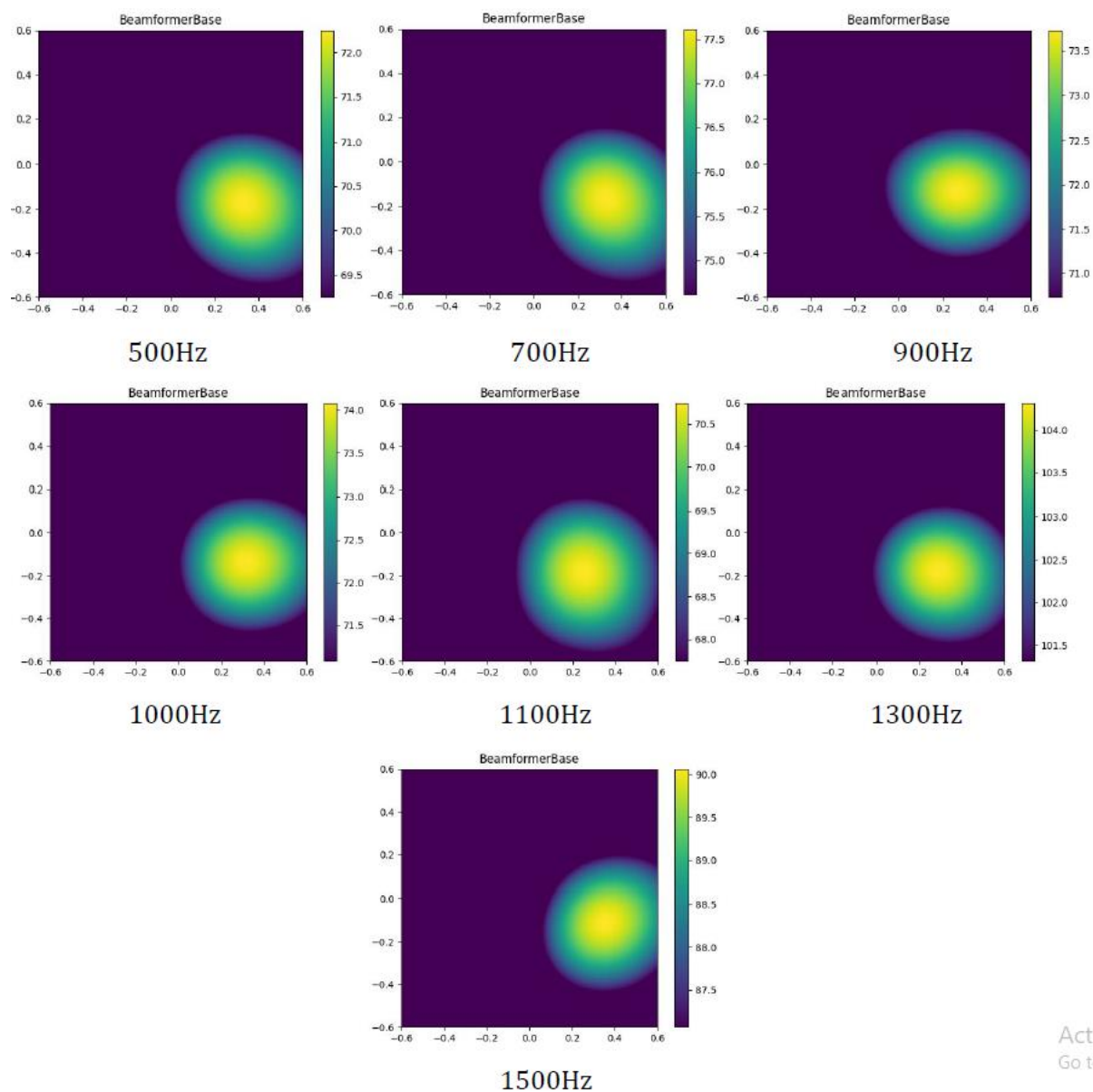


Слика 6. Поставеност на акустичниот извор во однос на низата микрофони

Најблиската локација на звучникот е на 1 m од микрофонската низа, а најоддалечената е на 2 m. Во секоја од овие локации се генерирани горенаведените фреквенции и направени се 3 посебни мерења со цел да усреднат резултатите. Имајќи ги овие услови за тестирање, беа направени 189 мерења со времетраење на секое мерење од 10 секунди. Низата е поставена повисоко од звучникот за да може да се види промената на аголот на височина како што се менува растојанието. Преку овие мерења, може да се направи анализа со која ќе се покаже точноста на сензорската единица и можноста за нејзино понатамошно користење.

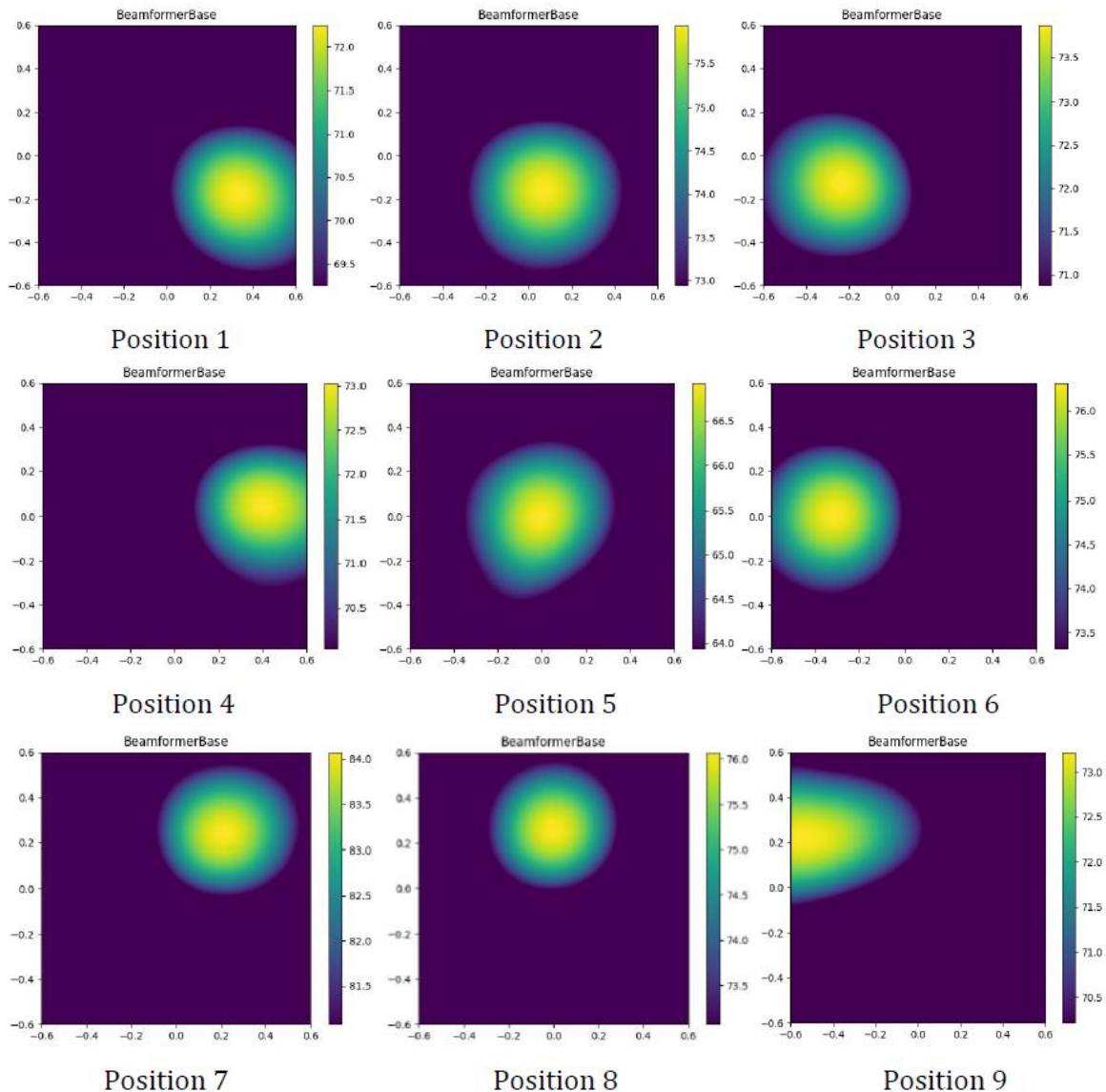
ЦЕЛ 3: Тестирање, валидација и статистичка анализа на измерените податоци.

По извршените мерења, се пристапи кон анализа на податоците. Тестирањето на уредот дополнително се валидираше преку користење на букомер. За прецизни мерења на нивото на бучава се користи мерач на ниво на звук од класа 1 од Brüel и Кјаег кој се поставува веднаш до низата микрофони. На следните слики се прикажани резултатите постигнати со алгоритмот за локализација на звук. На слика 7 се прикажани резултатите за една позиција на звучникот, имено позиција 1 додека се менуваат фреквенциите, додека на слика 8 се претставени резултатите постигнати за една фреквенција додека се менува положбата на звучникот.



Acti
Go to

Слика 7. Алгоритам за локација на акустичен извор, една позиција при различни фреквенции



Слика 8. Алгоритам за локација на акустичен извор, една фреквенција при различни позиции

Големиот број на измерени податоци овозможи дополнителна анализа на резултатите. Според резултатите локацијата на звукот прикажана преку алгоритмот за локализација ја следи промена на положбата на звучникот (изворот на звук). Интензитетот на звукот што е регистриран е помал од оној на мерачот на нивото на бучава од класа 1. Оваа неусогласеност на нивото на звук може се должи разликата во класа на микрофоните и може да се надмине на резултатите со дополнителен алгоритам пред почеток на мерењето. Друг фактор кој влијае врз резултатите е намалувањето на влијанијата од звуците кои доаѓаат од страна на микрофонската низа (која не е во фокус) додека мерачот на бучава од прва класа е омнидирекционален микрофон кој го детектира целиот звук во просторијата. Според резултатите сензорската единица е соодветна да се користи за локализација на звук и одредување на нивото на звук кога изворот е статичен што овозможува нејзино користење во широк спектар на апликации каде е потребна визуелна слика на звукот со цел да се одреди неговото потекло како што е при инспекција или систем за предупредување на дефект на опрема.



КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА:

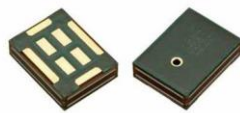
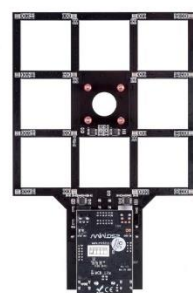
1. Mietlicki F, Mietlicki C, Sineau M. An Innovative Approach for long term environmental noise measurement: RUMEUR Network in the Paris Region. Proceedings of the EuroNoise 2015.
2. Sevillano X, Socoró JC, Alías F, Bellucci P, Peruzzi L, Radaelli S, Coppi P, Nencini L, Cerniglia A, Bisceglie A, Benocci R. DYNAMAP–Development of low cost sensors networks for real time noise mapping. Noise mapping, 3(1), 2016.
3. Nelson PA. Source identification and location. Advanced Applications in Acoustics, Noise and Vibration, 114-167, September 2018.
4. Ballesteros, J.A., Sarradj, E., Fernandez, M.D., Geyer, T. and Ballesteros, M.J. Noise source identification with beamforming in the pass-by of a car. Applied Acoustics, 93, 106-119, 2015.
5. Na, Y., Guo, Y., Fu, Q. and Yan, Y., An acoustic traffic monitoring system: Design and implementation. 2015 IEEE 12th Intl Conf on Ubiquitous Intelligence and Computing and 2015 IEEE 12th Intl Conf on Autonomic and Trusted Computing and 2015 IEEE 15th Intl Conf on Scalable Computing and Communications and Its Associated Workshops (UIC-ATC-ScalCom), 119-126, August 2015.
6. Fredianelli, L., Carpita, S., Bernardini, M., Del Pizzo, L.G., Brocchi, F., Bianco, F. and Licitra, G., 2022. Traffic flow detection using camera images and machine learning methods. ITS for noise map and action plan optimization. Sensors, 22(5), p.1929.
7. Pillai S.U. Array signal processing. Springer Science & Business Media, December 2012.

1.4. Објавени резултати кои произлегуваат од проектот

1. Pecioski, D., Domazetovska, M. S, Gavriloski, V., Anachkova, M., Ignjatovska, A. A., 2024, August. Development of low-cost MEMS microphone array for sound localization in urban environments, In *INTER-NOISE and NOISE-CON congress and Conference Proceedings. Institut od Noise Control Engineering*. Линк до репозиториум: <https://repository.ukim.mk/handle/20.500.12188/32568>
2. Domazetovska, M. S, Gavriloski, V., Anachkova, M., Pecioski, D. 2024, August. Advanced concept for noise monitoring in smart cities through wireless sensor units with AI classification technologies. In *INTER-NOISE and NOISE-CON congress and Conference Proceedings. Institut od Noise Control Engineering*. Линк до репозиториум: <https://repository.ukim.mk/handle/20.500.12188/32570>
3. Anachkova, M., Domazetovska, M. S, Pecioski, D., Shishkovski D. 2024, August. Analytical model of an active noise control system for performance analysis of adaptive algorithms in HVAC system, In *INTER-NOISE and NOISE-CON congress and Conference Proceedings. Institut od Noise Control Engineering*. Линк до репозиториум: <https://repository.ukim.mk/handle/20.500.12188/32569>
4. Pecioski, D., Shishkovski D, Ignjatovska, A. A, Domazetovska, M. S, Gavriloski, V., 2024, June. Modeling and simulation of an electromagnetic energy harvesting system., In *MECO 2024 Mediterranean Embedded Computing Resources*
5. Shishkovski, D., Pecioski, D., Ignjatovska, A. A, Anachkova, M., Petreski Z., 2024, June. Modeling and Characterizing of Electrodynamical Shaker ESE 211., In *MECO 2024 Mediterranean Embedded Computing Resources*
6. Shishkovski, D., Pecioski, D., Doninski, S. Development of current measuring instrument using hall effect. MESJ Journal, 06.2024
7. Vasilevski D., Pecioski D., Domazetovska, M.S, design and implementation of self-balancing motorcycle, MESJ Journal, 06.2024



1.5. Преглед на набавена истражувачка опрема

Ред. број	Назив на опрема	Слика
1.	RASPBERRY KIT19 – РАЗВОЕН МИКРОКОНТРОЛЕР	
2.	SPH0645LM4G -МИКРОФОН	
3.	Knowless SPK0838HT4H17	
4.	UMA 16 microphone array module	
5.	MCHStreamer Kit – miniDSP's XMOS	



1.6. Корисници на остварените резултати, начини на пренесување и примена

Резултатите од проектот се промовирани на интернационални конференции и симпозиуми од светски размери. Поставените методологии и остварените цели може да се искористат за научни цели. Дополнително, потенцијални корисници на овие резултати се Град Скопје и Министерство за екологија на РСМ со цел детекција на извори на бучава за понатамошно преземање на иницијативи за намалување на бучавата.

1.7. Резиме на остварените резултати

Бучавата од патниот сообраќај претставува доминантен извор кој предизвикува зголемено ниво на бучава во урбаните средини и е предмет на многу научни истражувања од областа во последните години. Во ова истражување се разви сензорска единица за детекција и локализација на бучавата која овозможи поедноставување на мерењето на бучавата предизвикана од патниот сообраќај, каде што покрај мерење на нивото на бучавата, се овозможува и локализација на возилата како доминантен извор на бучава. Развојот на сензорската единица е во насока на дефинирање на модуларна структура, избор на мехатронички компоненти и дизајн на соодветен алгоритам за точно и прецизно дефинирање на бучавата. Со точно дефиниран пристап и метод за мерење, се направи компаративна анализа на резултатите преку споредба на резултатите за нивото на бучава генерирани од букомер од класа 1. Со примена на статистички методи и стандарди за пресметка на стандардната мерна неодреденост која зависи од повеќе параметри, се постигна интерпретација на резултатите со одреден коефициент на доверливост. Во таа насока, научниот придонес резултираше во поголема предиктивност на нивото на бучава и поедноставување на конвенционалните методи за пресметка на бучавата преку детектирање на нивото на бучавата и нејзино локализирање, односно проценка на нивото на бучава што е генерирано од патниот сообраќај како доминантен извор на бучава. Преку презентација на резултатите на интернационална конференција во полето на бучавата, се доведе до препознатливост на научноистражувачката позиција на УКИМ во ова научно-истражувачко поле.

Во таа насока, научниот придонес кој се постигна преку изработка на проектот резултираше во следните остварени резултати:

1. Поедноставување на постапките за мерење на бучавата во животната средина преку дизајн на сензорска единица која го мери нивото на бучава и го локализира доминантниот извор на бучава.
2. Креирање на сензорска единица за детекција и локализација на бучавата која може да се користи за научноистражувачки и практични цели.
3. Препознатливост на научноистражувачката позиција на УКИМ преку презентација на резултатите на интернационална конференција во полето на бучавата.



ДЕЛ II

2.1. Финансиски преглед на искористени средства

Сумарен преглед на искористени средства за реализација на проектот, по видови на трошоци.
 Во прилог се доставува одлуката за прифаќање на извештајот за проектот од ННС/НС на единицата на Универзитетот.

Бр.	Вид на трошок	Денари	Процент
1	Авторски хонорари	26077	17,4 %
2	Лабораториска опрема	54221	36,1 %
3	Информатичка опрема	/	/
4	Патни и дневни трошоци	/	/
5	Литература и софтвер	/	/
6	Материјални трошоци	/	/
7	Промоција на резултатите	69702	46,5 %
ВКУПНО		150000	100 %



ДЕЛ III

3.1. Учесници во реализацијата на проектот

Учесници во истражувачкиот тим (име, презиме, звање, единица, потпис)	
Главен истражувач	Симона Домазетовска Марковска, доц. д-р, Машински факултет – Скопје
Членови на истражувачкиот тим	
Истражувач	Маја Аначкова, доц. д-р, Машински факултет - Скопје
Истражувач	Дамјан Пециоски, асистент м-р, Машински факултет - Скопје
Истражувач	Анастасија Ангџушева Игњатовска, асистент м-р, Машински факултет - Скопје
Истражувач	Дејан Шишковски, асистент м-р, Машински факултет - Скопје
Истражувач	Филип Николовски, асистент м-р, Машински факултет - Скопје
Истражувач	Марија Лазаревиќ, асистент д-р, Машински факултет - Скопје
Истражувач	Елена Ангелевска, доцент д-р, Машински факултет - Скопје