

«Сейфуллин окулары-18(2): «XXI ғасыр ғылымы – трансформация дәуірі» Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века - эпоха трансформации- 2022.- Т.І, Ч.ІІІ. - Б.135-138.

АКУСТИКАЛЫҚ ТОЛҚЫНДАР АРҚЫЛЫ ОБЪЕКТІНІ ТАҢУ

Баялиев А., 2 курс магистранты

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

Бұл мақала механикалық немесе электрлік құралдардың көмегімен дыбысты локализациялау қарастырылады.

Акустикалық орналасу дегеніміз-оның көзінің немесе шағылыстырғышының қашықтығы мен бағытын анықтау үшін дыбысты қолдану. Орналасқан жерді анықтау белсенді немесе пассивті түрде жүзеге асырылуы мүмкін және газдарда (мысалы, атмосферада), сұйықтықтарда (мысалы, суда) және қатты заттарда (мысалы, жерде) пайда болуы мүмкін.

- Белсенді акустикалық орын жаңғырық алу үшін дыбыс шығаруды қамтиды, содан кейін ол объектінің орналасқан жерін анықтау үшін талданады.
- Пассивті акустикалық орынға анықталатын объект жасаған дыбысты немесе дірілді анықтау кіреді, содан кейін ол объектінің орналасқан жерін анықтау үшін талданады.

Бұл екі әдіс суда қолданылған кезде де гидролокатор деп аталады; пассивті сонар және белсенді сонар кеңінен қолданылады.

Микрофондарды пайдалану кезіндегі акустикалық айналар мен тәрелкелер пассивті акустикалық локализация құралы, ал динамиктерді пайдалану кезінде – белсенді локализация құралы болып табылады. Әдетте бірнеше құрылғы қолданылады, содан кейін бірнеше құрылғы арасында орналасқан жер үшбұрышталады.

Әуе шабуылына қарсы қорғаныс құралы ретінде пассивті акустикалық орын Бірінші дүниежүзілік соғыстың ортасынан бастап Екінші дүниежүзілік соғыстың алғашқы жылдарына дейін қозғалтқыштарының шуынан жау ұшақтарын анықтау үшін қолданылды. Ол екінші дүниежүзілік соғысқа дейін және одан кейін әлдеқайда тиімді радардың пайда болуына байланысты ескірген (бірақ ұстап алуға көнген). Акустикалық әдістер дыбыстың дифракциясына байланысты бұрыштар мен төбелерден "көре" алатын артықшылыққа ие болды.

Акустикалық көзді локализациялау [1] – дыбыс өрісін өлшеуді ескере отырып, дыбыс көзін табу міндеті. Дыбыстық өрісті дыбыстық қысым және бөлшектердің жылдамдығы сияқты физикалық шамалар арқылы сипаттауға

болады. Осы қасиеттерді өлшеу арқылы (жанама түрде) көздің бағытын алуға болады.

Сүтқоректілердің әртүрлі түрлері олардың эмоционалды жағдайын көрсететін және әлеуметтік өзара әрекеттесуді жүзеге асыратын ультрадыбыстық вокализацияларды (USV) шығарады. USV әдетте қолмен немесе жартылай автоматты әдістермен талданады, олар дискретті USV-ді олардың құрылымына сәйкес жиілік-уақыт аймақтарында жіктейді. Бұл уақытты қажет ететін талдау USV-ді жануарлардың мінез-құлқындағы жоғары өнімді талдау үшін оқу құралы ретінде тиімді пайдалануға жол бермейді. Нәтижелер: мұнда біз TrackUSF деп аталатын USV талдауға басқа тәсілді қолданатын жаңа автоматтандырылған ашық бастапқы құралды ұсынамыз. TrackUSF-ті тексеру үшін біз әртүрлі жағдайларда жазылған жануарлардың әр түрлі түрлерінен, атап айтқанда тышқандардан, егеуқұйрықтардан және жаралардан қоңырауларды талдап, нәтижелерін қолмен дайындалған бақылаушының талдауымен салыстырдық. Біз TrackUSF-тің USV-дің көпшілігін, 1% – дан аз жалған оң анықтауларды тапқанын анықтадық. Содан кейін біз TrackUSF-ті аутизмнің егеуқұйрық моделі Shank3 жетіспейтін егеуқұйрықтардағы әлеуметтік вокализацияны талдау үшін қолдандық. Және бұл вокализациялар тәбет қоңырауларынан жиіркенішті қоңырауларға ауытқулардың спектрін көрсетті.[2]

Әдеттегідей, дыбыстық қысым микрофондардың көмегімен өлшенеді. Микрофондарда полярлық фокустық диаграмма бар, олар құлаған дыбыстың бағытына байланысты олардың сезімталдығын сипаттайды. Көптеген микрофондарда бағытты диаграмма бар, яғни олардың сезімталдығы құлаған дыбыстың бағытына байланысты емес. Басқа полярлық бағыттағы диаграммалары бар микрофондар бар, олар белгілі бір бағытта сезімтал. Алайда, бұл дыбысты локализациялау мәселесінің шешімі емес, өйткені әркім нақты бағытты немесе шығу нүктесін анықтауға тырысады. Дыбыстық қысымды өлшейтін микрофондарды қарастырудан басқа, акустикалық бөлшектердің жылдамдығын тікелей өлшеу үшін бөлшектердің жылдамдық сенсорын қолдануға болады. Бөлшектердің жылдамдығы-бұл акустикалық толқындармен байланысты тағы бір шама, алайда дыбыс қысымынан айырмашылығы, бөлшектердің жылдамдығы вектор болып табылады. Бөлшектердің жылдамдығын өлшеу арқылы көздің бағытын тікелей алуға болады. Бірнеше сенсорларды қолдана отырып, басқа да күрделі әдістер мүмкін. Бұл әдістердің көпшілігі келу уақытының айырмашылық әдісін (TDOA) қолданады.

Кейбіреулер акустикалық көзді локализациялауды " кері тапсырма " деп атайды, өйткені өлшенген дыбыс өрісі дыбыс көзінің күйіне айналады.

Әдістер

Көздің бағытын немесе көздің орналасқан жерін алудың әртүрлі әдістері мүмкін.

Бөлшектердің жылдамдығы немесе қарқындылығы векторы

Қарапайым, бірақ салыстырмалы түрде жаңа әдіс-акустикалық бөлшектердің жылдамдығын бөлшектердің жылдамдық сенсорымен өлшеу.

Бөлшектердің жылдамдығы вектор болып табылады, сондықтан бағыт туралы ақпаратты да қамтиды.

Келу уақытының айырмашылығы

Бастапқы бағытты алудың дәстүрлі әдісі-келу уақытының айырмашылық әдісін (TDOA) қолдану. Бұл әдісті қысым микрофондарымен де, бөлшектердің жылдамдық сенсорларымен де қолдануға болады.

Кем дегенде екі сенсордан тұратын сенсорлық матрицаның (мысалы, микрофон матрицасы) көмегімен әр сенсордың сигналдары арасындағы өзара корреляция функциясын қолдана отырып, көздің бағытын алуға болады. Екі микрофон арасындағы өзара корреляция функциясы

$$R_{x_1, x_2}(\tau) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x_1(n)x_2(n + \tau)$$

екі сенсордың шығысы арасындағы корреляция деңгейін анықтайды x_1 және x_2 . Жалпы алғанда, корреляцияның жоғары деңгейі τ аргументі келу уақытының нақты айырмашылығына салыстырмалы түрде жақын екенін білдіреді. Бір-бірінің қасында орналасқан екі сенсор үшін tdoa формула бойынша орнатылады

$$\tau_{\text{true}} = \frac{d_{\text{spacing}}}{c}$$

мұндағы c сенсорлар мен көзді қоршаған ортадағы дыбыс жылдамдығы.

TDOA-ның танымал мысалы-уақыт аралық айырмашылық. Уақыт аралық айырмашылық-бұл екі жыл арасындағы дыбыстың келу уақытындағы айырмашылық. Уақыт аралық айырмашылық анықталады

$$\Delta t = \frac{x \cos \theta}{c}$$

Δt -уақыт айырмашылығы секундтарда,

x -екі сенсор (құлақ) арасындағы қашықтық метрмен,

θ -сенсорлардың (құлақтың) негізгі сызығы мен құлаған дыбыс арасындағы бұрыш, градус.

Триангуляция

Тригонометрия мен геометрияда триангуляция дегеніміз-нүктеге дейінгі қашықтықты тікелей өлшеу емес, белгіленген базалық сызықтың екі ұшындағы белгілі нүктелерден оған бұрыштарды өлшеу арқылы нүктенің орналасқан жерін анықтау процесі (трилатерация). Содан кейін нүктені белгілі бір жағы және екі белгілі бұрышы бар үшбұрыштың үшінші нүктесі ретінде бекітуге болады.

Акустикалық локализация үшін бұл егер көздің бағыты кеңістіктің екі немесе одан да көп нүктелерімен өлшенсе, оның орналасқан жерін үшбұрыштауға болатындығын білдіреді.

Басқарылатын жауап беру қуаты (SRP) әдістері акустикалық көзді жанама локализациялау әдістерінің класы болып табылады. Микрофон жұптары арасындағы уақытша келу айырмашылықтарының жиынтығын (TDOAS) бағалаудың және көздің орналасқан жерін табу үшін алынған бағаларды біріктірудің орнына, жанама әдістер кеңістіктік нүктелер торынан

ықтимал көздің орналасқан жерін іздейді. Бұл тұрғыда реттелетін жауаппен фазалық түрлендіру (SRP-PHAT)[3] сияқты әдістер, әдетте, сәуленің шығуын кідіріспен және сомамен көбейтетін үміткердің орналасқан жерін іздеу ретінде түсіндіріледі. Бұл әдіс Шу мен реверберацияға өте төзімді екендігі көрсетілген, бұл нақты уақыт режимінде акустикалық өңдеу қосымшаларында оның өнімділігін арттыруға бағытталған модификацияланған тәсілдерді жасауға итермелейді.[4]

Белсенді локааторларда есту құрылғысына қосымша сигнал шығаратын құрылғы бар. Екі құрылғы міндетті түрде бірге орналаспауы керек.

SONOTRODE немесе sonotrode (дыбыстық навигация және диапазон) – бұл басқа кемелерді шарлау, байланыстыру немесе анықтау үшін су астындағы (немесе кейде ауада) дыбысты таратуды қолданатын әдіс. Гидролокаторлардың екі түрі бар-белсенді және пассивті. Бір белсенді сонар қашықтыққа және азимутқа локализацияны жүзеге асыра алады, сонымен қатар радиалды жылдамдықты өлшей алады. Алайда, бір пассивті гидролокатор орналасқан жерді тек Пеленг арқылы анықтай алады, дегенмен мақсатты қозғалыс талдауын уақытты ескере отырып, диапазонды анықтау үшін қолдануға болады. Триангуляция немесе корреляция арқылы тікелей диапазонды анықтау үшін бірнеше пассивті сонарларды қолдануға болады.

Белгілі позицияларда және белгілі бір уақытта дыбыс шығаратын динамиктер / ультрадыбыстық таратқыштар болған кезде микрофонмен/ультрадыбыстық қабылдағышпен жабдықталған мақсатты позиция дыбыстың келу уақытына байланысты бағалануы мүмкін. Таратқыштар мен қабылдағыштар арасында кедергілер туындаған кезде, әдетте, көру сызығы болмаған кезде дәлдік аз болады. [5]

Сейсмосбарлау жерасты құрылыстарын өлшеу үшін дыбыс толқындарын генерациялауды қамтиды. Бастапқы толқындар, әдетте, жер бетіне немесе суға жақын орналасқан соққы механизмдерімен жасалады, олар әдетте жүк, діріл өлшегіштер немесе жарылғыш заттар арқылы төгіледі. Деректер геофондардың көмегімен жиналады, содан кейін сақталады және компьютермен өңделеді. Заманауи технологиялар осындай жабдықты пайдалана отырып, жерасты жартас құрылыстарының 3D-бейнелерін жасауға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 «Acoustic Source Localization based on independent component analysis» available at: https://www.lms.tf.fau.de/en/research/projects/local_ICA.php

2 Netser S. et al. TrackUSF, a novel tool for automated ultrasonic vocalization analysis, reveals modified calls in a rat model of autism [Text] / BMC biology. – 2022. – Т 20. – № 1. – С. 1-20.

3 Di Biase, J. H., A High Accuracy, Low-Latency Technique for Talker Localization in Reverberant Environments using Microphone Arrays. Brown Univ. 2000.

4 Cobos, M.; Marti, A.; Lopez, J. J. "A Modified SRP-PHAT Functional for Robust Real-Time Sound Source Localization With Scalable Spatial Sampling" [Text] / IEEE Signal Processing Letters. 2011.

5 Chan, Y.T; Tsui, W. Y.; So, H. C.; Ching, P. C. "Time-of-arrival based localization under NLOS Conditions" [Text] / IEEE Trans. Vehicular Technology. -2006. -№55 (1).- P. 17–24.