«8D06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Жоламанов Батырбек Нұрыллаұлының «Сымсыз сенсорлық желілерде машиналық оқытумен түйіндерді локализациялау дәлдігін және деректерді жіберу тиімділігін арттыру» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми

РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ЖАЗБАША ПІКІРІ

р/н №	Өлшемшарттар	Өлшемшарттарға сәйкестігі (жауап нұсқаларының бірін сызу)	Ресми рецензенттің ұстанымына негіздеме (ескертуді курсивпен көрсету)
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	1.1 Ғылымды дамытудың басым бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:	Зерттеу жұмысы «Техника ғылымдары саласындағы ғылыми зерттеулер мен әзірлемелер» ғылымды дамытудың басым бағыттарына толықтай сәйкес келеді.
		1) диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірін көрсету);	Диссертациялық зерттеу 2023-2025 жылдарға арналған, жеке тіркеу нөмірі (ЖТН) AP19678552 «Ашық және жабық кеңістіктегі жылжымалы және статикалық сымсыз сенсорлық түйіндердің энергия тиімділігін арттыру» тақырыбындағы ғылыми-зерттеу жұмысы (ҒЗЖ) аясында орындалған. Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағыты «Ақпараттық, коммуникациялық және ғарыштық технологиялар» бағытына сәйкес келеді.
		2) диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауын көрсету);	
		3) диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету) келеді.	

2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін **қосады**/қоспайды, ал оның маңыздылығы **ашылған**/ашылмаған.	Диссертациялық зерттеу сымсыз сенсорлық желілердің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етуге бағытталған маңызды ғылыми мәселелерді шешеді. Жұмыста машиналық оқыту әдістерін пайдалану арқылы түйіндердің орналасуын анықтау дәлдігін арттыру және LoRaWAN желілерінде деректерді жеткізу процестерін оңтайландырудың жаңа тәсілдері ұсынылған.Трансферлік оқыту және күшейтілген оқыту алгоритмдерін қолдану деректер жинау көлемін қысқартуға, желінің сенімділігін арттыруға және энергия тұтынуды азайтуға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер IoT жүйелері мен телекоммуникациялық желілердің одан әрі дамуы үшін ғылыми тұрғыдан да, практикалық тұрғыдан да құнды болып табылады.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) **жоғары;** 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Диссертациялық зерттеу автордың дербес ғылыми-зерттеу қызметінің нәтижесі болып табылады. Ізденуші локализация процестерін модельдеуді, радиокарталарды құруды, сондай-ақ машиналық және күшейтілген оқыту алгоритмдерін әзірлеуді өз бетінше жүзеге асырған. Ұсынылған әдістердің тиімділігіне сандық талдау жүргізіліп, алынған нәтижелер жан-жақты салыстырылған. Жұмыстың мазмұны автордың жоғары ғылыми дайындығын

			және зерттеу дағдыларының қалыптасқанын көрсетеді.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі:	Зерттеудің өзектілігі сымсыз сенсорлық желілер мен IoT инфрақұрылымдарының кеңінен таралуына байланысты ішкі локализацияның дәлдігін арттыру және энергия тиімді деректер алмасуды қамтамасыз ету қажеттілігінен туындайды. LoRaWAN желілерінде дәстүрлі әдістердің шектеулілігі жаңа интеллектуалды тәсілдерді қолданудың маңыздылығын көрсетеді.
		1) **негізделген;**	
		2) ішінара негізделген;	
		3) негізделмеген.	
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды:	Диссертацияның мазмұны зерттеу тақырыбын толық ашып көрсетеді және логикалық тұрғыдан жүйелі түрде құрылымдалған.
		1) **айқындайды;**	
		2) ішінара айқындайды;	
		3) айқындамайды.	
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	Зерттеу барысында қойылған мақсат пен міндеттер диссертация тақырыбына толық сәйкес келеді.
		1) **сәйкес келеді;**	
		2) ішінара сәйкес келеді;	
		3) сәйкес келмейді.	
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	Жұмыстың барлық бөлімдері өзара логикалық байланысқан және зерттеу нәтижелеріне бірізді түрде алып келеді.
		1) **толық байланысқан;**	
		2) ішінара байланысқан;	
		3) байланыс жоқ.	

		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	Ұсынылған әдістер мен алынған қорытындылар ғылыми тұрғыдан дәлелденіп, белгілі әдістермен салыстырмалы түрде бағаланған. Әрбір шешімге сыни талдау жүргізілген.
		1) сыни талдау бар;	
		2) талдау ішінара жүргізілген;	
		3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген;	
		4) талдау жоқ.	
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма?	Диссертациялық зерттеуде алынған ғылыми нәтижелер жаңашыл сипатқа ие. Автор алғаш рет сигналдың таралуын модельдеу нәтижелерін RSSI fingerprint әдісімен біріктіріп, локализация дәлдігін арттырудың тиімді тәсілін ұсынған. Сонымен қатар, трансферлік оқыту әдісін пайдалану арқылы деректер көлемін едәуір азайта отырып, жоғары дәлдікті сақтау мүмкіндігі көрсетілген. LoRaWAN желілерінде DDQN-PER алгоритмін қолдану жіберу параметрлерін оңтайландырудың жаңа әдісі ретінде ұсынылған.
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма?	Диссертациялық зерттеудің барлық негізгі қорытындылары ғылыми тұрғыдан негізделген. Қолданылған әдістер логикалық тұрғыдан құрылымдалған және алынған нәтижелермен толық сәйкес келеді.
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	

		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Техникалық, технологиялық және әдістемелік шешімдері толықтай жаңа және 2025 жылғы 4 желтоқсандағы №64965 авторлық куәлікпен расталған.
		1) **толығымен жаңа;**	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде **негізделген**/негізделмеген (qualitative research (куолитатив ресеч) және өнер және гуманитарлық ғылымдар бойынша даярлық бағыттары үшін).	Диссертациялық зерттеудің барлық негізгі қорытындылары ғылыми тұрғыдан негізделген. Қолданылған әдістер логикалық тұрғыдан құрылымдалған және алынған нәтижелермен толық сәйкес келеді.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет:	Тұжырымдама №1 • Сигналдың таралуын модельдеу негізінде алынған таратқыш пен қабылдағыш арасындағы есептелген қашықтықты радиокарта құрастыру үшін машиналық оқытуда пайдалану модельдің дәлдігін 3,7%-ға арттырады. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия Тұжырымдама №2 Трансферлік оқыту әдісі эксперименттік деректердің небәрі 20%-ын пайдалана отырып, толық RSSI радиокартасын қалыптастырады және локализация
		7.1 Ереже дәлелденді ме?	
		1) дәлелденді;	
		2) шамамен дәлелденді;	
		3) шамамен дәлелденбеді;	
		4) дәлелденбеді;	
		5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	
		7.2 Тривиалды ма?	
		1) ия;	
		2) жоқ;	
		3) бұл тұжырымда ереженің тривиалды екенін тексеру мүмкін емес.	
		7.3 Жаңа ма?	
		1) ия;	
		2) жоқ;	

		3) бұл тұжырымда ереженің жаңашылдығын тексеру мүмкін емес.	дәлдігін 91%-дан жоғары деңгейде сақтайды. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия Тұжырымдама №3 • LoRaWAN-да оптималды жіберу параметрлерін таңдауға арналған Double Deep Q-Network with Prioritized Experience Replay (DDQN-PER) алгоритмі стандартты Adaptive Data Rate (ADR) механизмімен салыстырғанда пакеттердің жеткізу коэффициентін 17,2%-ға арттырады. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия
		7.4 Қолдану деңгейі:	
		1) тар;	
		2) орташа;	
		3) кең	
		4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес.	
		7.5 Мақалада дәлелденген бе?	
		1) ия;	
		2) жоқ	
		3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	
8.	Дәйектілік қағидаты.	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	Диссертациялық зерттеуде пайдаланылған әдіснамалық тәсілдер ғылыми тұрғыдан жан-жақты негізделіп, зерттеу барысы нақты әрі бірізді түрде сипатталған.
	Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	1) **ия;**	
		2) жоқ.	

			желілерде түйіндердің орналасуын анықтау модельдерін жетілдіруде және LoRaWAN желілерінің жұмыс тиімділігін талдауда қолдануға болады.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	Зерттеудің практикалық маңыздылығы да айқын, себебі ұсынылған шешімдер ішкі локализация жүйелерін жобалау, LoRaWAN желілерінде жіберу параметрлерін оңтайландыру және IoT-негізіндегі мониторинг пен басқару жүйелерін дамыту кезінде тиімді пайдаланылуы мүмкін.
		1) **ия;**	
		2) жоқ.	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	Зерттеудің практикалық құндылығы жоғары, өйткені әзірленген тәсілдер сымсыз сенсорлық желілердегі ішкі позициялау жүйелерін жобалауда, LoRaWAN желілерінде деректерді жіберу параметрлерін оңтайландыруда, сондай-ақ IoT-негізіндегі мониторинг және басқару жүйелерін жетілдіруде қолданылуы мүмкін.
		1) **толығымен жаңа;**	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы:	Жоламанов Б.Н.-ның диссертациялық жұмысы мазмұндық жағынан түсінікті баяндалған, ғылыми терминология орынды қолданылған және академиялық жазу сапасы жоғары деңгейде сақталған.
		1) **жоғары;**	
		2) орташа;	
		3) орташадан төмен;	
		4) төмен.	
11.	Диссертацияға ескертулер	Ізденушінің жұмысына қатысты ескертулер жоқ.	
12.	Докторант мақалаларының зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми деңгейі (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайда ресми рецензенттер докторанттың зерттеу	1. Бірінші мақала халықаралық деңгейдегі Q1 санатындағы журналда жарияланған және ғылыми тұрғыдан жоғары деңгеймен сипатталады. Мақалада RSSI fingerprint әдісіне негізделген ішкі локализация мәселесі зерттеліп, радиокарталарды қалыптастыруда трансферлік оқытуды қолданудың тиімділігі көрсетілген. Алынған нәтижелер ұсынылған тәсілдің локализация дәлдігін арттыруға мүмкіндік беретінін дәлелдейді. Осыған байланысты,	

	тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми деңгейін зерделейді)	бұл жұмыс диссертациялық зерттеудің тақырыбымен толық үйлеседі деп қорытынды жасауға болады. 2. Екінші мақала Q2 санатындағы беделді халықаралық басылымда жарық көрген және жоғары ғылыми құндылыққа ие. Зерттеу барысында LoRaWAN желілерінде деректерді жіберу параметрлерін оңтайландыру үшін күшейтілген оқыту алгоритмдері қолданылып, олардың тиімділігі стандартты Adaptive Data Rate (ADR) механизмімен салыстырмалы түрде бағаланған. Нәтижелер пакеттерді жеткізу коэффициентінің айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді, бұл мақаланың зерттеу тақырыбына сәйкестігін растайды. 3. Үшінші мақала шолу сипатында болып, импакт-факторы жоғары халықаралық журналда жарияланған. Онда RSSI fingerprint және машиналық оқыту алгоритмдеріне негізделген локализация әдістеріне кешенді талдау жүргізіліп, олардың артықшылықтары мен қолдану шектеулері жүйеленген. Аталған жұмыс диссертациялық зерттеудің теориялық негізін кеңейтіп, оның ғылыми мазмұнын толықтырады. Осы себепті, бұл мақала да ізденушінің зерттеу бағытына толық сәйкес келеді деп есептеймін.
13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)	Жоғарыда айтылғандарды негізге ала отырып, «8D06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған **Жоламанов Батырбек Нұрыллаұлының** «Сымсыз сенсорлық желілерде машиналық оқытумен түйіндерді локализациялау дәлдігін және деректерді жіберу тиімділігін арттыру» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы философия докторы (PhD) дәрежесін беру қағидаларының талаптарына толық сәйкес келеді. Жоламанов Батырбек Нұрыллаұлына философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін беру ұсынылады.

Ресми рецензент:

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық
техникалық зерттеу университеті,
Электроника, телекоммуникациялар
және ғарыштық технологиялар кафедрасының
қауымдастырылған профессоры, PhD

HR Қызметі

Досбаев Жандос Махсутулы