

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱՆՈՍԻ

Կ Ա Ր Ծ Ի Ք

Տիգրան Բագրատի Խաչատրյանի «Անօդաչու թռչող սարքերի նավարկման ավտոմատացման համակարգի մշակումը և հետազոտումը» թեմայով Ե.13.02 – «Ավտոմատացման համակարգեր» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ներկայացված ատենախոսության վերաբերյալ:

Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը և նպատակը

Անօդաչու թռչող սարքերը (ԱԹՍ) վերջին տարիներին լայն կիրառում են գտել թե՛ քաղաքացիական, թե՛ ռազմական ոլորտում՝ հսկողություն, որոնտրոլ փոխադրական աշխատանքներ, գյուղատնտեսական քարտեզագրում, բեռնափոխադրում և այլն: Նավարկման ավտոմատացման խնդիրը կենսորոնական է, քանի որ թույլ է տալիս ԱԹՍ-ին աշխատել առանց օպերատորի ուղիղ միջամտության՝ ավելի մեծ ճշգրտությամբ և անվտանգության մակարդակով:

Ներկայումս ԱԹՍ-երի մեծ մասը հիմնվում է արբանյակային նավարկման համակարգերի վրա, որոնք ունեն էական սահմանափակումներ փակ տարածություններում, խորը կիրճերում կամ էլեկտրամագնիսական խանգարումների պայմաններում: Տեսողական տարածաչափության մեթոդները, հատկապես նեյրոնային ցանցերի կիրառմամբ, հանդիսանում են խոստումնալից այլընտրանք, սակայն դրանք պահանջում են զգալի հաշվողական ռեսուրսներ և սխալանքի փոքրացման անհրաժեշտություն:

ԱԹՍ-երի արդյունավետ շահագործման համար առանցքային է հուսալի նավարկման համակարգի առկայությունը: ԱԹՍ-երի նավարկման ավտոմատացման համակարգերի մշակումը և կատարելագործումը ներկայումս դարձել է բարձր տեխնոլոգիական հետազոտությունների և ինժեներական լուծումների առաջնահերթ

ուղղություններից մեկը, որի արդիականությունը պայմանավորված է մի շարք տեխնոլոգիական, տնտեսական և ռազմավարական գործոններով, ինչպիսիք են՝ կիրառական ոլորտների ընդլայնումը, տեխնոլոգիական աճը, անվտանգության և արդյունավետության պահանջները և այլն:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ Տ.Բ. Խաչատրյանի ատենախոսությունը նվիրված է ԱԹՍ-երի նավարկման գործընթացի ավտոմատացմանն առնչվող հիմնահարցերի լուծմանը և միջոցների մշակմանը, որոնք թույլ են տալիս ավելի քարձր արդյունավետությամբ և քիչ հաշվողական ռեսուրսների կիրառմամբ իրական ժամանակում որոշել ԱԹՍ-ի թռիչքի հետագիծը, կարող ենք ասել, որ ատենախոսության թեմայի արդիականությունը կասկած չի հարուցում:

Աշխատանքի նպատակն է ԱԹՍ-երի վարժեցման հիման վրա տեսողական տարածաչափության մեթոդների արդյունավետության քարձրացման մեթոդների և միջոցների մշակումը:

Ատենախոսության կառուցվածքը և բովանդակությունը

Աշխատանքը բաղկացած է ներածությունից, 3 գլխից, եզրահանգումից, գրականության ցանկից և հավելվածներից:

Ներածությունում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, սահմանված են հետազոտության նպատակը, խնդիրները, օբյեկտը և առարկան, ներկայացված են գիտական նորությունները, գործնական նշանակությունը, պաշտպանությանը ներկայացվող հիմնական դրույթները և աշխատանքի կառուցվածքը:

Առաջին գլխում ներկայացված է անօդաչու թռչող սարքերի նավարկման համակարգերի համապարփակ վերլուծություն: Առանձնահատուկ ուշադրություն է դարձված տեսողական տարածաչափության վրա հիմնված ԱԹՍ-երի նավիգացիայի ավտոմատացման հիմնական մեթոդներին, դիտարկված են տեսողական տեղեկատվության վերլուծության տարբեր մոտեցումներ և ուսումնասիրված են տվյալների արդյունահանման և մշակման առկա մեթոդները:

Գլուխն ավարտվում է հետազոտության խնդիրների հստակ ձևակերպմամբ:

Երկրորդ գլուխը նվիրված է նախորդ գլխում ձևակերպված հետազոտական խնդիրների լուծման մեթոդների և լուծումների մշակմանը: ԱԹՄ-ների նավարկման ավտոմատացման միջոցների առաջարկվող լուծումները հանգում են հետևյալին: Մշակվել է ֆոտոիրական արհեստական տվյալների հավաքածուի ստեղծման հիֆրիդային մեթոդ, որը միավորում է իրական և սիմուլյացիոն միջավայրերից ստացված պատկերները: Առաջարկվել է փոխակերպիչ նեյրոնային ցանցի ինտեգրում տեսողական տարածաչափության համակարգում, ինչը նվազեցրել է մասշտաբի շեղման սխալը: Մշակվել է խորության գնահատման ռեսուրսաարդյունավետ մոդել, գիտելիքների գտման և լրացուցիչ բարելավման մեթոդների հիման վրա:

Առաջարկվող մեթոդի հիմնական առավելությունը հիֆրիդային մոտեցումն է, որը միաժամանակ օգտագործում է իրական պատկերների ճշգրիտ կառուցվածքային մանրամասները և սիմուլյացիոն միջավայրերի ճկունությունն ու արագությունը: Առաջարկվող տվյալների հավաքածուն նախատեսված է անօդաչու թռչող սարքերի պատկերներում խորությունը հայտնաբերելու և դրանց միջոցով վիզուալ տարածաչափության իրականացման համար:

Երրորդ գլխում ներկայացված է մշակված "Neural Visual Odometry" ծրագրային միջոցը, որն ավտոմատացնում է ԱԹՄ-ների նավարկման ամբողջ գործընթացը՝ տվյալների բեռնումից մինչև արդյունքների վիզուալացում: Այն հեշտացնում է նավիգացիայի գործընթացում օգտագործվող տվյալների հետ աշխատանքը, վերացնում միջանկյալ ստուգումների անհրաժեշտությունը և ստեղծում է պարզ օգտագործող-համակարգչային ինտերֆեյս:

Եզրակացությունում ամփոփված են ատենախոսության հիմնական արդյունքները և առաջարկված մեթոդների գործնական նշանակությունը ԱԹՄ-ների ավտոմատացված նավարկման ոլորտում:

Ատենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը և հավաստիությունը

Ատենախոսության գիտական նորույթը բաղկացած է հետևյալ դրույթներից.

- Առաջարկված են ԱԹՄ-երի նավարկման ավտոմատացման խնդիրների լուծման նոր մոտեցումներ, այդ թվում՝ ֆոտոռեալիստական տվյալների հավաքածու ստեղծելու հիբրիդային մեթոդ, խորության գնահատման համար տրանսֆորմացվող նեյրոնային ցանցի ներդրում, գիտելիքների զտման մեթոդով տրանսֆորմացվող ցանցի սեղմում և մոդելի օպտիմալացման լրացուցիչ մեթոդների կիրառում:
- Մշակված է արհեստական տվյալների հավաքածու ստեղծելու հիբրիդային մոտեցում, որի շնորհիվ՝ ԱԹՄ-ից ստացված իրական պատկերների և նմանակային միջավայրի արդյունավետ համադրման մեթոդի օգտագործմամբ, զգալիորեն կրճատվել է մասշտաբի կուտակային սխալը՝ ապահովելով գործնական օգտագործման հնարավորություններ:
- Իրականացվել է խորության գնահատման նեյրոնային ցանցի բարելավում՝ գիտելիքների զտման մեթոդի և TensorRT տեխնոլոգիայի միջոցով, որն ապահովել է բարձր ճշտություն և իրական ժամանակում աշխատանքի հնարավորություն:
- Ստեղծվել է "Neural Visual Odometry" ծրագրային միջոցը՝ ԱԹՄ-երի նավարկման ամբողջ գործընթացի ավտոմատացման համար:

Գիտական դրույթների հավաստիությունը հաստատվում է ժամանակակից մաթեմատիկական մեթոդների կիրառմամբ և փորձարարական հետազոտություններով: Առաջարկված մեթոդների արդյունավետությունը գնահատվել է ինչպես թեստային, այնպես էլ իրական տվյալների հավաքածուների վրա՝ օգտագործելով ընդունված չափանիշներ:

Ստացված արդյունքների կարևորությունը և կիրառական նշանակությունը

Ատենախոսությունում առաջարկված ԱԹՄ-երի նավարկման ավտոմատացման միջոցները իրագործվել են "Neural Visual Odometry" ծրագրային գործիքի տեսքով, որը ներդրվել է «ՏԵՍՎԱՆ» ՍՊԸ-ում: Օգտագործողի համար հարմար ինտերֆեյսի, տվյալների վավերացման, իրական ժամանակում աշխատանքի և ծրագրային ու սարքային կարգավորումները ճկուն կերպով փոխելու հնարավորության շնորհիվ

հնարավոր է դարձել անօդաչու թռչող սարքերի նավիգացիայի գործընթացի համար անհրաժեշտ ժամանակը կրճատել 2...3 անգամ:

Հարկ էմ համարում նշել ատենախոսության մեջ նկատված հետևյալ թերությունները:

1. Աշխատանքում իրականացված արհեստական տվյալների հավաքածուի ստեղծման մոտեցումը (եզրահանգման 2-րդ կետ) կարիք ունի իրական իրավիճակներում օգտագործման սահմանափակումների հստակեցմանը և ցանկալի կլիներ ունենալ ավելի մեծ քանակով փորձարկումներ իրական ԱԹՍ թռիչքների տվյալներով:
2. Խորության գնահատման առաջարկված մոդելի և TartanVO-ի և DeepVO-ի մոդելների շեղման կուտակման համեմատական արդյունքները, ինչը բերված է աղյուսակ 2.15-ում (2.2.2 բաժին), կարիք ունեն լրացուցիչ պարզաբանման, կապված չափումների կատարման հետազոծերի երկարության անորոշությունների հետ:
3. Անորոշ է ուսուցման նպատակով օգտագործվող գումարային կորստի ֆունկցիայում (բանաձև 2.16) առկա λ կշիռային գործակիցների արժեքների ընտրության մեխանիզմը և այն կարիք ունի լրացուցիչ բացատրության:
4. Ատենախոսության շարադրանքում առկա են որոշ ուղղագրական և շարահյուսական անճշտություններ:

Հարկ է նշել, որ բերված թերությունները չեն իջեցնում ատենախոսության կարևորությունը, արդիականությունն ու հիմնավորումները, քանի որ աշխատանքում ակնհայտ է գիտական մակարդակն ու նորույթը:

Եզրակացություն

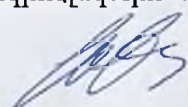
Ուսումնասիրելով ատենախոսությունն ու սեղմագիրը՝ գտնում եմ, որ Տիգրան Բազրատի Խաչատրյանի «Անօդաչու թռչող սարքերի նավարկման ավտոմատացման համակարգի մշակումը և հետազոտումը» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունը հանդիսանում է բարձր գիտական մակարդակով կատարված ավարտուն աշխատանք: Ստացված արդյունքները հավաստի են, ունեն մեծ տեսական և կիրառական արժեք:

Հեղինակի հրատարակված 10 աշխատանքները և ատենախոսության սեղմագիրն արտահայտում են ատենախոսության հիմնական բովանդակությունը:

Կարծում եմ, որ չնայած վերը նշված թերություններին, ատենախոսությունը բավարարում է ՀՀ-ում գիտական աստիճանների շնորհման կարգի, թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող բոլոր պահանջներին՝ որպես գիտության տվյալ բնագավառում կիրառական կարևոր խնդրի լուծումն ապահովող գիտականորեն հիմնավորված տեխնիկական մշակում, իսկ հեղինակն արժանի է Ե.13.02 - «Ավտոմատացման համակարգեր» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս ՀԱՊՀ «Միկրոէլեկտրոնային սխեմաներ և համակարգեր» ամբիոնի պրոֆեսոր, տ.գ.դ.

Ա.Գ. Հարությունյան



Տ.գ.դ. Ա.Գ. Հարությունյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ՀԱՊՀ-ի գիտական քարտուղար՝

Ծ.Ս. Հովհաննիսյան



"30" հունիսի 2025թ.