

<<ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ>>



Հայ-Ռուսական համալսարանի

Վերականգնողական գործընկերություն, փիլ. գ. դ., ֆ-մ. գ. թ., պրոֆ.

Պ. Ս. Ավետիսյան

103 2025թ.

ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ

Արման Գևորգի Մանուկյանի «Թվային ինտեգրալ սխեմաների՝ բարձր արագագործությամբ ստուգման միջոցների մշակումը» Ե.27.01 - «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության վերաբերյալ:

Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը:

Թվային ինտեգրալ սխեմաների (ԻՄ) ստուգումը առանցքային դեր է խաղում ԻՄ-ների նախագծման ողջ գործընթացում՝ ապահովելով դրանց ֆունկցիոնալ ճշգրտությունը: Ժամանակակից ԻՄ-ների մաշտաբավորմանը զուգընթաց աճում է ոչ միայն սխեմաների ֆունկցիոնալ բարդությունը, այլ նաև դրանցում տարրերի քանակը, որը կարող է հասնել մինչև հարյուր միլիարդի: Ֆունկցիոնալ բարդության և տրամաբանական տարրերի աճը հանգեցնում է ստուգման միջավայրի նախագծման և ստուգման գործընթացի ժամանակի էական ավելացմանը: Ստուգման գործընթացի բարդ և կարևոր փուլերից է ստուգման ծածկույթի սահմանումը: Ստուգման ծածկույթի բացթողումները կարող են հանգեցնել սխեմայի թաքնված թերությունների, որոնք կարող են դառնալ թվային համակարգի անսարքությունների կամ խափանումների պատճառ:

Ստուգման ծածկույթի առավելագույն արժեքին հասնելու համար ոչ միայն անհրաժեշտ է ապահովել ԻՄ-ի բոլոր հնարավոր մուտքային կոմբինացիաները, այլև դրանց հնարավոր հաջորդականությունները: Ուստի արդի ստուգման գործընթացում լայն կիրառություն են գտել ստուգման կետերի հավաքագրման և պատահական

փաթեթների գեներատորի բաղադրիչներով աշխատող ստուգման միջավայրերը: Դրանք հնարավորություն են տալիս՝ մոդելավորել մուտքային հաջորդականություններ՝ հիմնվելով սահմանված ստուգման ծածկույթի և արդեն իսկ ծածկված կետերի վրա: Այսպիսի միջավայրերի նախագծումը և մոդելավորումը պահանջում է երկար ժամանակ: Այդ պատճառով ժամանակակից ԻՄ-ների նախագծման գործընթացի մոտավորապես 70-80%-ը ծախսվում է հենց ստուգման փուլում: Հետևաբար, թվային սխեմաների արագագործ ստուգման մեթոդների մշակումը դարձել է արդիական խնդիր:

Քանի որ ժամանակակից հաշվողական համակարգերում հիշողության մտավոր սեփականությունների (ՄՄ) բլոկները կազմում են ամբողջ նախագծի մինչև 70%-ը, ուստի դրանց ճշգրիտ աշխատանքը կենսականորեն կարևոր է: Ժամանակակից ԻՄ-ներում հիշողության ՄՄ-ները մեկուսացված միավորներ չեն, այլ սերտորեն ինտեգրված են այլ ֆունկցիոնալ բլոկների հետ: ԻՄ-ներում հաջորդական տարրերը, հաճախ պահանջում են հիշողություն՝ վերջավոր ավտոմատների վիճակները պահպանելու համար: Քանի որ հիշողության ՄՄ բլոկներում հնարավոր սխալները կարող են էական ազդեցություն ունենալ ԻՄ-ի աշխատանքի վրա, անհրաժեշտ է դրանց խիստ և մանրակրկիտ ստուգում:

ԻՄ-ների բարձր արագագործությամբ ստուգման միջավայրերի նախագծման առկա մեթոդները չեն բավարարում պահանջվող ստուգման բարձր ծածկույթի և ֆունկցիոնալ ստուգման վրա ծախսված ժամանակի պահանջներին: Հետևաբար բարձր արագագործությամբ և մեծ ստուգման ծածկույթով ստուգման նոր մոտեցումների մշակումը դարձել է անհրաժեշտություն: Ատենախոսությունը նվիրված է թվային ինտեգրալ սխեմաների արագագործ ստուգման միջոցների մշակմանը:

Ատենախոսական աշխատանքի կառուցվածքը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 3 գլխից, եզրահանգումից, 123 անուն գրականության ցանկից և 5 հավելվածներից: Առաջին հավելվածում ներկայացված է ատենախոսության ներդրման ակտը, երկրորդում՝ բազմապորտ ՄՕՀՄ-ի ստուգման միջավայրի հատվածը, երրորդում՝ մշակված DGV ծրագրային

գործիքի նկարագրության հատվածը, չորրորդում՝ օգտագործված նկարների և աղյուսակների ցանկերը, իսկ հինգերորդում՝ օգտագործված հապավումների ցանկը: Ատենախոսության ծավալը կազմում է 110 էջ, իսկ հավելվածների հետ միասին՝ 168 էջ:

Ներածությունում հիմնավորված է ատենախոսական աշխատանքի թեմայի արդիականությունը, ներկայացված են՝ հետազոտության առարկան, աշխատանքի նպատակը, հետազոտության մեթոդները, գիտական նորույթը, պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները, ինչպես նաև աշխատանքի գործնական արժեքը:

Գլուխ 1-ում ներկայացված է հիշող սարքերի և դրանց ղեկավարող բլոկների ստուգման միջոցների առկա տարբեր մեթոդները, տվյալ մեթոդներով մոդելավորման արդյունքների գնահատումը ինչպես նաև ներառված են առկա մեթոդների թերությունները:

Գլուխ 2-ում ներկայացված է հիշող սարքերի և դրանց ղեկավարող բլոկների բարձր արագագործությամբ և մեծ ստուգման ծածկույթով ստուգման միջավայրերի մշակման նոր մեթոդներ, ինչպես նաև ստուգման ալգորիթմներ: Ներկայացվել են առաջարկված մեթոդներով կատարված մոդելավորման արդյունքները, ինչպես նաև դրանց համեմատումը առկա մեթոդների արդյունքների հետ:

Գլուխ 3-ում ներկայացված է առաջարկված մեթոդների հիման վրա մշակված “Design generator and Validator” ծրագրային միջոցը, որի օգնությամբ կատարվում է առաջարկված մեթոդների իրականացումը: Ծրագրային միջոցի կիրառումը բավականաչափ կրճատում է առաջարկված մեթոդների կիրառմամբ ԻՄ-ների բարձր արագագործությամբ ստուգման միջավայրերի նախագծման ժամանակը:

Եզրահանգումը բխում է փորձարարական արդյունքներից և լրիվ համապատասխանում է այն մեթոդներին և դրույթներին, որոնք ներկայացված են ատենախոսության մեջ: Առաջարկված մոտեցումները հիմնավորված են ատենախոսական աշխատանքի բովանդակությամբ և ունեն կարևոր կիրառական նշանակություն:

Արդյունքների և եզրակացությունների հավաստիությունն ապացուցված է գիտափորձարարական հիմնավորումներով:

Հետազոտությունների և արդյունքների նորությունը

Ատենախոսությունում առավել մեծ գիտական արժեք են ներկայացնում՝

1. բազմապորտ ստատիկ օպերատիվ հիշող սարքերի արագագործ ստուգման միջոցների մշակման մեթոդը՝ հիմնված լրացուցիչ ազենտների կիրառմամբ զուգահեռ նմանակման վրա,
2. ստատիկ օպերատիվ հիշող սարքերի կառավարման բլոկի մեծ ստուգման ծածկույթով ստուգման միջոցների մշակման մեթոդը՝ հերթային զանգվածների կիրառմամբ,
3. հիշող սարքերի և դրանց կառավարման բլոկների ստուգման միջավայրերի ավտոմատ գեներացման մեթոդը՝ python ծրագրավորման լեզվով մշակված նոր գրադարանների կիրառմամբ,
4. թվյաին ինտեգրալ սխեմաների և դրանց ստուգման արագագործ միջոցների նախագծման ծրագրային միջոցը:

Աշխատանքի գիտական նշանակությունը

- Առաջարկվել է բազմապորտ ՍՕՀՄ-երի արագագործ ստուգման միջոցների մշակման մեթոդ՝ հիմնված ՍՀՄ-ների ազենտների կիրառման և զուգահեռ նմանակման վրա, ինչը թույլ է տվել կրճատել նմանակման վրա ծախսված ժամանակը 20%-ով իսկ նմանակման համար օգտագործված հիշողությունը՝ 20-30%-ով, սակայն նախագծման վրա ծախսված ժամանակն ավելացել է 50%-ով:
- Ստեղծվել է ՀԲՏ-ով աշխատող ՍՕՀՄ-ի ղեկավարման բլոկի բարձր արագագործությամբ ստուգման միջոցների մշակման մեթոդ, որը, հերթային զանգվածների կիրառման շնորհիվ, ապահովում է ստուգման բարձր ծածկույթ կրճատելով նմանակման վրա ծախսված ժամանակը 25%-ով, իսկ նմանակման համար օգտագործված հիշողությունը 20-35%-ով, սակայն նախագծման վրա ծախսված ժամանակն ավելացել է 30-45%-ով:

- Մշակվել է թվային ինտեգրալ սխեմաների բարձր արագագործությամբ ստուգման միջավայրերի ավտոմատ գեներացման մեթոդ՝ python լեզվի նոր գրադարանների նախագծման հիման վրա, որի կիրառումը նվազեցնում է նախագծման վրա ծախսված ժամանակը 40-50%-ով:
- Ստեղծվել է թվային ինտեգրալ սխեմաների և դրանց ստուգման միջավայրերի ավտոմատ նախագծման ծրագրային միջոցը, որի կիրառումը նվազեցրել է ստուգման գործընթացը 3-5 անգամ՝ օգտագործված հիշողության 15% ավելացման հաշվին:

Ստացված արդյունքների կիրառական նշանակությունը

Design Generator and Validator (DGV) ծրագրային միջոցը ներդրվել է «Զայլինքս Արմենիա» ՍՊԸ-ում: Այն նախատեսված է թվային սխեմաների և դրանց ստուգման միջավայրերի ավտոմատ նախագծման համար: Մշակված Design Generator and Validator (DGV) ծրագրային գործիքի կիրառումը զգալիորեն հեշտացրել է թվային սխեմաների ստուգման գործընթացը, և կրճատել դրանց վրա ծախսվող ժամանակը: Բացի այդ, ծրագրային միջոցն ինտեգրվել է ընկերությունում FPGA նախագծման գործընթացում, պարզեցնելով նախագծման գործընթացը: Ծրագրային միջոցի օգտագործումը ստատիկ օպերատիվ հիշող սարքերի նախագծման և ստուգման դեպքում կրճատում է նախագծման ժամանակը 5 անգամ, իսկ դրանց ղեկավարող բլոկների դեպքում մոտավորապես 3 անգամ՝ թույլ տալով միաժամանակ ստեղծել տարբեր մտավոր սեփականությունների տարբեր կարգավորումներով արագագործ ստուգման միջավայրեր՝ օգտագործված հիշողության 15% ավելացման հաշվին:

Հրապարակումները

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրապարակված են հեղինակի 5 գիտական աշխատանքներում: Սեղմագիրը համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական դրույթները:

Նկատված թերություններ

1. Ատենախոսությունում մշակված ինտեգրալ սխեմաների ստուգման ալգորիթմները բավականաչափ պարզաբանված չեն,
2. Ցանակալի կլիներ նկարարգված լինեին հիշող սարքերի և դրանց ղեկավարող բլոկների ստուգման ծածկույթի կետերը,
3. Ատենախոսությունում ներկայացված ինտեգրալ սխեմաների մոդելավորման արդյունքների ժամանակային դիագրամները հասկանալի չեն մեկնաբանված,
4. Ատենախոսությունում որոշ նկարներ՝ մասնավորապես երրորդ գլուխում ներկայացված ծրագրային միջոցին վերաբերվող նկարները, վատ ընթերնելի էին,
5. Ատենախոսությունում նկատվել են մտքի որոշ սխալ ձևակերպումներ, առկա են որոշակի ուղղագրական սխալներ:

Սակայն նշված դիտողությունները չեն նվազեցնում Ա.Գ. Մանուկյանի կատարած աշխատանքի և ատենախոսության պատշաճ մակարդակը

Երակացություն

Ա.Գ. Մանուկյանի «Թվային ինտեգրալ սխեմաների՝ բարձր արագագործությամբ ստուգման միջոցների մշակումը» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն աշխատանք է, կատարված է բարձր գիտական մակարդակով և ունի կարևոր կիրառական արժեք: Սեղմագիրը ամբողջությամբ համապատասխանում է ատենախոսության բովանդակությանը: Ներկայացված ատենախոսական աշխատանքը իր ծավալով ու գիտական մակարդակով լիովին համապատասխանում է ՀՀ Բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսությունների պահանջներին և բովանդակությամբ համապատասխանում է Ե.27.01 - «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությանը, իսկ հեղինակն արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Ատենախոսությունը զեկուցվել, մանրամասն քննարկվել և հավանության է արժանացել Հայ-Ռուսական Համալսարանի Ինժեներա-ֆիզիկական ինստիտուտի 2025 թ. Հուլիսի 2-ին կայացած գիտական սեմինարում: Կարծիքը կազմված է Հայ-

Ռուսական համալսարանի «Հեռահաղորդակցության» բազային ամբիոնի նիստում՝
ատենախոսության և սեղմագրի քննարկման արդյունքների հիման վրա
(արձանագրություն թ.10):

Նիստին ներկա էին՝ «Հեռահաղորդակցության» բազային ամբիոնի վարիչի ժ.պ.
տ.գ.թ., դոցենտ Է.Ռ. Սիվոլենկոն, Ինժեներաֆիզիկական ինստիտուտի տնօրեն,
տ.գ.թ., դոց. Ա.Կ Ահարոնյան, տ.գ.դ., պրոֆ. Վ.Հ. Ավետիսյանը, տ.գ.դ., պրոֆ. Մ.Վ.
Մարկոսյանը, տ.գ.դ., պրոֆ. Հ.Ա. Գոմցյանը, ֆ-մ.գ.թ., պրոֆ. Հ.Վ.
Բաղդասարյանը, տ.գ.թ., դոց. Ա.Վ. Դարյանը, տ.գ.թ., ավագ դաս. Ս.Գ. Էյրամջյանը,
դաս. Ա.Հ. Մակարյանը, տ.գ.թ., դաս. Բ.Ա. Հովհաննիսյանը, դաս. Ա.Լ. Սմբարյանը,
ավագ դաս. Ա.Ա. Զանգինյանը:

Հայ-Ռուսական համալսարանի

«Հեռահաղորդակցության» բազային ամբիոնի

վարիչի ժ.պ., տ.գ.թ., դոցենտ՝

/Է.Ռ. Սիվոլենկո/

տ.գ.թ., դոցենտ Է.Ռ. Սիվոլենկոյի

ստորագրությունը հաստատվում է

ՀՌՀ գիտ.քարտուղար, Բ.Գ.Թ. դոցենտ



/Ռ.Ս.Կասաբաբովա/