

## АПРОКСИМАТОРЛАРНИ ЯРАТИШ УСУЛЛАРИНИНГ ТАХЛИЛИ

М22-17 гуруҳи магистранти А.Х.Хамроходжаев  
Илмий раҳбар доц. А.А.Қаххаров

Мақолада рақамли аппроксиматорларни яратиш усуллари тахлили амалга оширилган ва рақамли полиномиал аппроксиматорларга қўйиладиган умумий талабларни ишлаб чиқилган: таркибининг бир хиллиги, тўлиқ интеграл микросхемаларда амалга ошириш, тамойили ихтисослаштирилган КИС кўринишида амалга ошириш.

В статье рассматривается аппаратная реализация вычислительных операций в виде БИС, требующая соответствующей ориентации методов и алгоритмов счета на выбранную техническую базу, требуемые характеристики устройства – точность, быстродействие, стоимость, надежность.

The article deals with the hardware implementation of computational operations in the form of LSI, which requires an appropriate orientation of the methods and algorithms of counting on the selected technical base, the required characteristics of the device - accuracy, speed, cost, reliability.

Элементар функцияларни моделлайдиган рақамли функционал ўзгартиргичлар (РФЎ) ҳам ҳисоблаш комплекслари таркибида ҳам мустақил қурилмалар сифатида кенг фойдаланилади. Фойдаланиш соҳасига қараб ўзгартиргичларга ҳам тегишли талаблар қўйилади. Ҳисоблаш тизимларида, ахборотни акс эттириш ва технологик жараёнларни бошқариш тизимларида универсал, яъни, бир функциядан бошқасига ўзгартирилганда ўз таркибини ўзгартирмайдиган ўзгартиргичлар жуда кенг тарқалган.

Ҳозирги даврда турли йўналишлар бўйича универсал функционал ўзгартиргичларни яратиш назарияси ва амалиёти кенг ривожланган. Шундай бўлса ҳам бугунги кунда функционал ўзгартиргичларни яратиш бўйича барча усулларни умулаштирган ва ҳисоблаш алгоритми ва ўзгартиргич таркибини техник талабларга мувофиқ оптимал равишда танлашга имкон берадиган изчил назария мавжуд эмас. Шунинг учун ҳар бир аниқ ҳолатда маълум ўзгартириш алгоритмларидан оптималини аниқлашга ёки маълум математик усулларни ривожлантириш ва такомиллаштириш йўли билан янги алгоритмларни яратишга тўғри келади.

Функционал ўзгартиргичларда турли-туман аппроксимацияловчи ифодалардан фойдаланилади. Функцияларни тақрибан ифодалашнинг у ёки бу усуллари танлаш ва ҳисоблаш жараёнини ташкил қилиш усули асосан ўзгартиргичнинг таркибини ва техник кўрсаткичларини белгилайди.

Мақолада оптималлиги ва тезкорлиги, универсаллиги ҳамда технологияси бўйича талабларни қаноатлантирадиганини танлаш мақсадида рақамли функционал ўзгартиргичларнинг мавжуд таркиблари ва функцияларни аппроксимациялаш усуллари тахлили ўтказилган. Шу сабабдан ҳисоблаш жараёнларини ташкил қилиш усуллари кўриб чиқилади, рақамли функционал ўзгартиргичларга ва функцияларни аппроксимациялаш учун математик аппаратга қўйилган талаблар таърифланган.

Ҳозирги даврда рақамли ҳисоблаш қурилмаларини ишлаб чиқиш тамойилларининг сифат жиҳатдан ўзгариши, янги ҳисоблаш усуллари амалга ошириш, функционал ахборот ўзгартиргичларини такомиллаштириш ва улардан янада кенгроқ фойдаланиш кузатишмоқда.

Санок қурилмалар, дешифраторлар, арифметик-мантикий операцион қисмлар каби мустақил рақамли конструктив компонентларнинг жуда кўп турлари мавжудлиги функционал ахборот ўзгартиргичлари учун ҳисоблаш қурилмалари таркибини етарли даражада осон яратиш имконини беради.

Аппаратура тамойили энг катта алгоритмик соддаликка эга варакамли ҳисоблаш курилмаларининг ишончлилигини оширишни таъминлайди. Аппаратура тамойилининг афзалликлари ракамли ҳисоблаш курилмаларининг динамик кўрсаткичларининг яхшиланишида, уларнинг тезкорлиги, операцияларни бажаришда параллелизмни янада чуқурроқ амалга ошириш имконияти, ишлашида ишончлилик ортишида кўринади. Бу ракамли функционал ўзгартиргичларда ҳисоблаш жараёни асосига аввалдан моделланган ва алоҳида қисмлар арифметик ва мантиқий амалларининг таркиби билан мувофиқлаштирилган “қаттиқ” дастури киритилади. Бунда ушбу курилмаларнинг универсаллик даражаси камаяди, лекин, нисбий соддалик, ҳисоблашларнинг юқори тезлиги таъминланади.

Ҳисоблашларнинг “дастур максимуми” тамойилидан фойдаланган анъанавий арифметик тамойили вазифасига масалан, кўпчилик элементар функцияларни юқори даражада аниқликда амалга ошириш кирадиган универсал ҳисоблагичлар учун яроқлироқ.

Бундай курилмалар кўпинча аппарат орқали амалга ошириш қийин бўлган кўпайтириш оперциялари, синус-косинус ўзгартиришлари ва бошқалардан фойдаланади. Бу ҳолда исталган мураккаб ҳисоблаш жараёни содда, элементар операцияларга ажратилади ва улар битта умумий операцион блокда амалга оширилади. Бу ўз навбатида ҳотирага мурожаат қилишлар сонини кўпайишига олиб келади, яъни натижа олиш учун кетадиган вақт чўзилади.

Масалан,  $y_\alpha = x^\alpha$  функцияни дастурий курилмалар ёрдамида ҳисоблаганда кўпайтириш операциясини кўп марта бажариш керак бўлади, буйруқларни модификациялаш ва ҳотира курилмасига мурожаат учун кетадиган қўшимча вақт тезкорликни пасайишига сабаб бўлади.

Аппаратура усуллари ёрдамида функционал ўзгартиришлар усулларини ўрганиш ва ишлаб чиқишда қийин бажариладиган операциялардан қочиш, ҳисоблаш операцияларининг параллеллаштириш имкониятларини кўзда тутиш, ҳисоблаш алгоритмининг ҳар бир қадамида оралиқ натижаларни йиғиш йўли билан жорий ординаталарни шакллантириш алгоритмларини топиш керак. Бунда оралатиб танлаб олинган жорий ординаталарни ҳосил қилинадиган функцияларнинг олдинги қийматларидан фойдаланмай бевосита ҳисоблаш усуллари афзал кўриш керак.

Функционал имкониятлари бўйича ўзгартиргичлар ихтисослаштирилган ва универсал типларга ажратилади. Ихтисослаштирилганлари бир турида элементлари сони ўзгармас бўлган ўзгармас конструктив таркибига эга бўлиб, уларнинг параметрлари ва ўзаро боғланишлари характери битта функционал боғланишни ҳосил қилишни таъминлайди. Универсал ўзгартиргичлар бир типли элементлар сонини, уларнинг параметрлари қийматини ва ўзаро боғланишлар турини анча содда ва тез ўзгартиришга имкон берадиган ўзгартириладиган таркибига эга. Кўрсатиб ўтилган ўзига хос хусусиятлар яқинлашадиган (полиномиал, каср-рационал) функциялар коэффициентлари қийматини ўзгартириш имкониятини ва натижада амалда қўлланадиган элементар функцияларнинг кўпини ҳосил қилишни таъминлайди.

Функционал ўзгартиргичларнинг умумий қаторида энг муҳим ўринлардан бири универсал ва ихтисослаштирилган курилмалар орасида оралиқ ҳолатни эгаллаган кўп функцияли курилмаларга берилади (1-чизма). Кўп функциялилик ҳосил қилинадиган функцияларнинг ягона бўлмаган тўпламини амалга ошириш имконияти билан белгиланади. Кўп функцияли курилмаларни яратишда оптималлаштириш масаласи амалга ошириладиган аппарат схемасининг соддалиги, қулайлигини сақлаб қолган ҳолда функцияларнинг чекланган бўлса ҳам кенг тўпламини ҳосил қилиш имкониятини таъминлашдан иборат бўлади.

Қуйидаги кўринишдаги алгебраик полиномларни:

$$f(x) = \sum_0^{\alpha} A_{\alpha} x^{\alpha} \quad (1)$$

амалга оширадиган курилмалар кўп функцияли ҳисоблагичлар синфига киради, чунки уларга кўпгина элементар функцияларни (лекин, ҳаммасини эмас) ҳосил қилиш бўйича

талаблар қўйилади. Бу  $\alpha$  катталиқнинг максимал қийматини танлаш билан аниқланади. Шу маънода улар функцияларнинг муайян синфига йўналтирилган қурилмалардан иборат бўлади. Бироқ бу синф ичида  $A_\alpha$  катталиқларни эркин ўзгартириш имконияти таъминланган бўлиши керак, бу уларга универсаллик хусусиятларини беради.

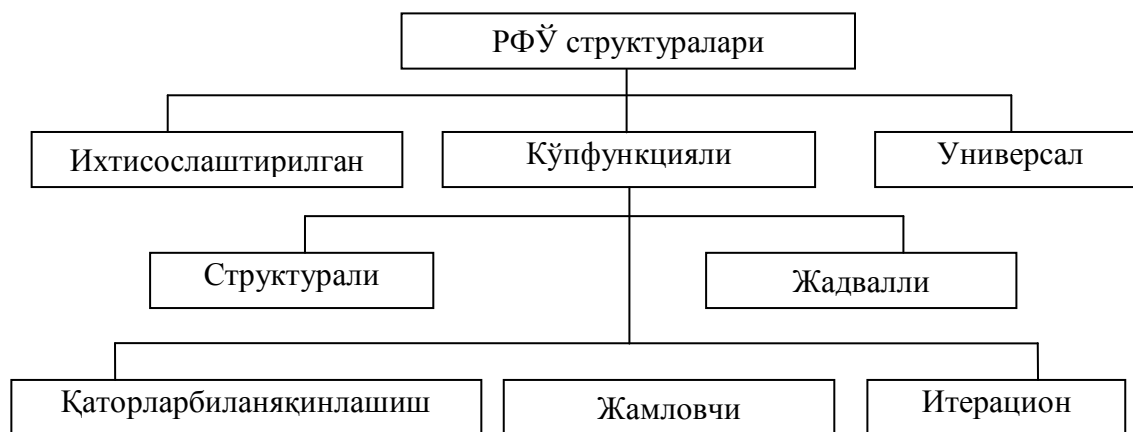
(1) ифода кўринишидаги полиномларнинг эътиборни жалб қиладиган хусусиятларидан бири, кўп амалий масалаларда етарли даражадаги аппроксимация аниқлигини таъминлайдиган ҳадлар сонининг камлигидир.

Замонавий компьютерларда эгри чизиқли функцияларни тахминан ифодалаш учун асосан (1) ифода кўринишидаги полиномдан фойдаланилади, бунда функцияни ифодалаш учун нисбатан кам сонли кўшилувчилар талаб қилинади.

Полиномлардан кенг фойдаланиш ҳатто  $\alpha \leq 3$  бўлганда полиномлар билан техник масалалар учун зарур бўлган аниқлик билан аналитик ёки жадвалда берилган битта ўзгарувчи кўп сонли функцияларни, шу жумладан кўпгина элементар функцияларни аппроксимациялаш мумкин. Бироқ рақамли усул билан амалга оширишда кўп марта кўпайтириш операцияларининг мавжудлиги (ҳатто  $\alpha$  унча катта бўлмаганда ҳам) ҳисоблаш тезлигини пасайтиради.

Функционал ўзгартириш усуллари ўрганиш, тизимлаш ва турлаш масалаларига бағишланган кам сонли ишлар чоп этилган. Функционал ўзгартириш назарияси ривожланишига салмоқли ҳисса қўшган профессор В. Б. Смолов ва унинг шогирдларининг ишлари [1,2] маълум. Функционал ўзгартириш усуллари тизимлаш бўйича бошқа муаллифларнинг ишлари ҳам маълум [3,4].

Рақамли функционал ўзгартиргичлар турлаш асосига турлибелгиларни қўйиш мумкин. Ечиш усуллари бўйича уларни аналогли ва алгоритмик турларга, ахборотни бериш шакли бўйича узлуксиз ва дискрет, яқинлашиш усули бўйича бўлакли-доимий, бўлакли-чизиқли ва бўлакли-эгри чизиқли аппроксиматорларга бўлиш мумкин. Ахборотларни киритиш сонига қараб рақамли функционал ўзгартиргичлар битта киришли ва кўп киришлига бўлиниши мумкин.



1-чизма.

Рақамли функционал ўзгартиргичлар битта масалани ёки тор доирадаги масалаларни ечиш учун қўлланадиган, яъни тор доирада ихтисослаштирилган (қайта ўзгартирилмайдиган ёки каттиқ таркибли) бўлиши мумкин ёки ҳосил қилинадиган боғланишлар кўринишини ташқи бошқарувчи сигналлар таъсири остида ўзгартириш имкониятига эга (кўп функционали) бўлиши мумкин. Рақамли полиномиал функционал ўзгартиргичлар ёки рақамли полиномиал аппроксиматорларни таҳлил қилиш ва тизимлашда кириш ва чиқиш ахборотини акс эттириш тури, унга ишлов бериш алгоритми, технологик, ташқи кўрсаткичлар-аниқлик, тезкорлик ва бошқа белгилар асос қилиб олиниши мумкин.

Фақат қурилманинг тузилишини эмас, балки унинг кўп техникавий кўрсаткичларининг аниқлайдиган асосий белгилардан бири функцияни ҳосил қилишнинг математик усулидир. Шу нуқтаи назардан замонавий рақамли полиномиал функционал

ўзгартиргичлар таҳлил қилинади. Бунда асосий эътибор аппаратуриани замонавий микроэлектрон элемент базасида амалга оширилганда қурилманинг тезкорлиги ва қулайлигига қаратилади.

Одатда матрицали ҳисоблагичларда амалга ошириладиган жадвалли усуллар [5] етарли даражада тезликка эга ва соддалиги билан ажралиб туради.

Жадвалли аппроксиматорлар бир тактли қурилмаларга оид бўлиб қуйидаги: доимий ёки ярим доимий хотира элементи, кириш коди регистри, манзил дешифратори, шифратор каби туридак элементларга эга. Шифраторнинг аппаратура харажатлари қуйидаги ифода бўйича аниқланади:

$$Q = n \cdot 2^{n-1},$$

Унда  $Q$  – ЁКИ кириш элементларининг сони. Ифодадан кўриниб турибдики, бир тактли рақамли функционал ўзгартиргичлар КИС ДХҚ ни ( $n > 12$  разряд) қўллаш имкониятини ҳисобга олган ҳолда аппаратурага катта сарф-харажатларни талаб қилади. Шу жиҳатдан жадвалли-алгоритмик қурилмалар афзалроқдир.

Кўп функцияли, шу жумладан полиномиал ўзгартиргичларнинг иккинчи тури таркиби қатъий равишда аниқ бир функция турига йўналтирилган қурилмалардир. Улар амалга оширилаётган аниқ функцияларнинг ўзига хос хусусиятларидан фойдаланишга асосланган, шу сабабли бошқа ихтиёрий функцияни амалга ошириш учун кўпинча таркибнинг ҳаммасини қайтадан тузиш керак бўлади. Бундай ўзгартиргичлар кўпинча аналогли ва рақамли-аналогли турида бўлиб, рақамли вариантда кам учрайди.

Рақамли интеграторларни каскадли улаб интеграл функцияга кетма-кет ёки параллел кўчириш йўли билан тузилган рақамли полиномиал ўзгартиргичлар ҳам шундай камчиликларга эга. Интеграторлар каскадли улангани сабабли олдинги интеграторнинг жамловчи йиғинди кейингининг кириш регистратори билан бирга қўшилади, шунинг учун қурилма схемаси битта кириш регистри ва  $m$  жамловчи йиғиндилардан иборат бўлади. Интеграцияловчи блоklar асосидаги рақамли полиномиал ўзгартиргичлар дастурий бошқаришнинг сонли қурилмаларида қўлланади.

Шундай қилиб, рақамли полиномиал аппроксиматорларга қўйилган умумий талабларни қуйидагича ифодалаш мумкин:

- реал вақт масштабида ишлашни таъминлаш учун юқори даражада тезлик;
- аргументдаги коэффициентларни кенг чегараларда ўзгартириш имконияти;
- хотира қурилмаларига мурожаат тактларининг мавжуд эмаслиги;
- вақт ва фазовий аргумент билан ишлаш имконияти;
- таркибининг бир хиллиги, тўлиқ интеграл микросхемаларда амалга ошириш,

тамойили ихтисослаштирилган КИС кўринишида амалга ошириш.

Кўрсатилган талабларни қаноатлантириш учун ҳисоблашларни ташкил қилишнинг шундай тамойилини танлаш керакки, унда, биринчидан, кўп меҳнат талаб қиладиган кўпайтириш операцияси бартараф этилади, иккинчидан, қурилма таркибини ўзгартирмасдан (1) ифода бўйича  $A_n$ ни ўзгартириш имконияти, учинчидан, дешифраторлар, кўп разрядли санокқурилмалари ва суриш регистрлари, шунингдек, қурилманинг динамик хусусиятларини ёмонлаштирадиган тескари алоқа занжири каби мураккаб ва қийин қайта ўзгартириладиган қисмларни қўллашдан холи бўлиши таъминланиши керак.

#### Адабиётлар

1. Зайниддинов Х.Н., Болташева З.А. Таблично-алгоритмическая вычислительная структура на основе методов многомерной сплайн-аппроксимации. //Актуальные проблемы современной науки.-М.,2004,№2,С.202-204.

2. Каляев А.В. Многопроцессорные системы с перестраиваемой архитектурой. –М.: «Радио и связь». С 224.

3. Мусаев М.М. Развитие спектральных методов в обработке сигналов и изображений. Вестник ТУИТ, № 1, 2007 –с 14-18.