

Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги

Тошкент ахборот технологиялари университети Урганч филиали

“Ахборот технологиялари” кафедраси доценти
Б.С. Рахимовнинг

“Рақамли қурилмаларнинг математик ва мантиқий
асослари” фанидан

Маърузалар матни

Урганч – 2009

Ахборот ва унинг тизимда айланиш босқичлари
Ахборот жараёнлар, тизимлар ва технологиялари

Режа:

1. «Ахборот» тушунчаси ва таърифи
2. Ахборотнинг тизимда айланиш босқичлари
3. Ахборот жараёнлар, тизимлар ва технологиялари

«**Ахборот**» атамаси лотинча *informatio* сўзидан келиб чиқиб, тушунтириш, билдириш, иш мазмунини баён этиш тушунчаларини беради. Материалистик фалсафа нуқтаи назаридан қаралса, ахборот моддий оламнинг ахборот (маълумот)лар асосидаги аксидир. **Ахборот (маълумот)** - бу ахборотни тасаввур этишнинг сўз, матн, тасвир, рақамли маълумотлар, графиклар, жадваллар ва ҳ. орқали ифодаланиш шакли. Кенг маънода ахборот инсонлар, инсонлар билан техник қурилмалар, жонли ва жонсиз табиат орасидаги сигнал алмашинувини ўз ичига оладиган умум илмий тушунчадир. Шундай экан, энди ахборотга умумий таъриф беришимиз мумкин.

Ахборот - атроф-муҳит объектлари ва рўй бераётган ҳодисалар тўғрисидаги маълумотлар, уларнинг параметрлари, хоссалари ва ҳолатлари хусусидаги ахборотдир.

Ахборотнинг хосса ва ҳолатлари унинг аниқлик даражасини, билимларининг тўлалигини кўпайтириши ёки камайитириши мумкин.

Кибернетика фанининг асосчиси Норберт Винер ўзининг асарида «**ахборот - бу материя эмас, энергия эмас, бу - ахборот**» деб ёзади. Айтиб ўтиш жоизки, ахборот доимо моддий-энергетика шаклида сигнал кўринишида намоён бўлади.

Техника воситалари ёрдамида қабул қилиш, сақлаш, узатиш, қидириш ва ишлов бериш мумкин бўлган шаклига келтирилган ҳар қандай ахборотни «**маълумот**» деб атаймиз. «Ахборот» ва «маълумот» «**Информатика**» фанининг асосий тушунчалари ҳисобланади. «Бу тушунчалар орасида фарқ борми?» деган савол туғилиши табиий. «Информатика» фани ахборотга ўзаро боғланган, атроф - муҳит объектлари ёки ҳолатлари хусусида хабарлар, маълумотлар ва тушунчалар сифатида қарайди. Агар, **маълумот объектлар бўйича ноаниқликни тўлдирса, унда у ахборотга айланади**. Демак, фойдаланилган маълумотларни ахборот деб тасдиқлаш мумкин.

Мисол. Дўстингиз бир варақ қоғозга ўнта телефон тартиб рақамини ўнлик сонлар кетма - кетлигида ёзиб, Сизга кўрсатди, дейлик. Сиз кўрсатилган рақамларни маълумот сифатида қабул қиласиз. Чунки, Сиз бу рақамлардан фойдаланолмайсиз. Агар дўстингиз телефон тартиб рақамининг тўғрисида фирманинг номи ва фаолият турини ёзса, унда Сиз учун бу маълумотлар ахборотга айланади, чунки келгусида ундан фойдаланиш мумкин.

Ахборот билан ишлаганда унинг манбасини ва фойдаланувчи (қабул қилувчиси) борлигини эсда тутиш лозим. Маълумотларни ахборот манбасидан фойдаланувчига узатилишини таъминловчи йўллар ва жараёнлар **ахборот коммуникациялар** деб юритилади

Фойдаланувчи учун ахборотнинг муҳим характеристикаларидан бири - унинг адекватлиги ҳисобланади.

Ахборотнинг адекватлиги - олинган ахборот ёрдамида яратилган образ (қиёфа) нинг реал объект, жараён, ҳодиса ва ш.ў.ларга мослигининг маълум даражаси.

Маълумки, ҳақиқий ҳаётда ахборотнинг тўла равишда адекват бўлишига ишониш қийин. Чунки, доимо қайси бир даражадаги ноаниқлик учраб туради. Ахборотнинг адекватлиги даражаси масалани ечишида тўғри йўл танлашга катта таъсир қилади.

Мисол. Сиз ўрта мактабни муваффақиятли битирдингиз ва «Информатика ва ахборот технологиялар» йўналиши бўйича олий маълумот олмақчисиз. Дўстларингиз билан шу хусусда гаплашганда Сиз олий ўқув юртлари тўғрисида турлича маълумот оласиз, лекин олинган маълумотлар тўғри хулоса чиқаришингиз учун етарли эмас, чунки ахборот адекват эмас. Шубҳасиз, аниқ маълумот олиш учун олий ўқув юртларига кирувчилар учун маълумотномага мурожаат қиласиз. Ундан мукамал маълумот олиб, ўқув юртини танлайсиз. Бу адекват ахборот бўлади.

Ахборотнинг адекватлиги учта шаклда ифодаланиши мумкин: семантик, синтактик, прагматик.

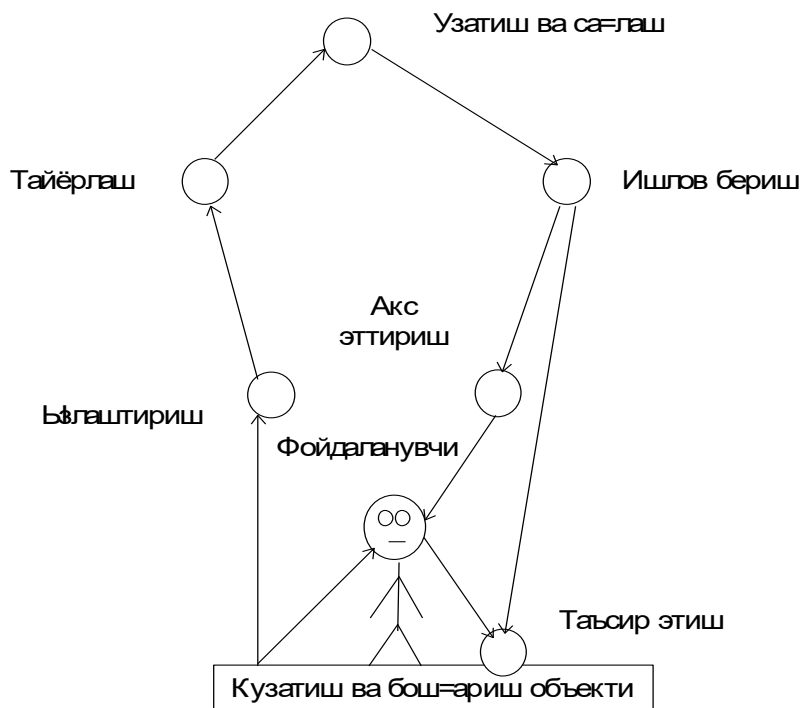
Семантик (маъноли) адекватлик - объектнинг унинг образига (қийёфасига) мувофиқлик даражасини аниқлайди. Семантик нуктаи назар ахборотнинг маъноли мазмунини ҳисоблашни кўзлайди. Бунда ахборот акс эттирган маълумотлар таҳлил қилинади, маънолар боғлиқлиги кўрилади. Бу шакл ахборот хусусида тушунчалар ва тасаввурларни шакллантиришга, маъносини, мазмунини аниқлашга, умумлаштиришга хизмат қилади. Масалан, ахборотни кодлар орқали ифодалашни кўрсатиш мумкин.

Синтактик адекватлик - ахборотнинг мазмунига тегмаган ҳолда, унинг расмий-структуравий характеристикаларини ифодалайди. Синтактик даражада ахборотни ифодалаш усулида ахборот элтувчи тури, узатиш ва қайта ишлаш тезлиги, ифодалаш кодининг ўлчамлари, бу кодларни ўзгартириш аниқлилиги ва ишончлилиги ҳисобга олинади. Ахборотнинг мазмунига аҳамият берилмаганлиги сабабли, бундай ахборот маълумот деб аталади.

Прагматик (фойдаланувчанлик) адекватлик - ахборот билан фойдаланувчининг муносабатларини акс эттиради, ахборотни унинг асосида амалга ошириладиган бошқариш тизимси мақсадига мувофиқлигини ифодалайди. Ахборотнинг прагматик хусусиятлари фақат ахборот (объект), фойдаланувчи ва бошқариш мақсадларининг умумийлигида намоён бўлади. Адекватликнинг ушбу шакли ахборотдан амалий фойдаланиш билан бевосита боғланган, шунинг учун ҳам фойдаланувчанлик хусусиятлари таҳлил этилади.

Умуман, ахборотнинг тизимда айланишида бир неча босқичларни кўрсатиш мумкин. Ахборотнинг моддий элтувчиси сигнал эканлиги ҳисобга олинса, аслида сигналнинг айланиш ва ўзгариш босқичлари хусусида сўз юритиш лозим (1.1- расм).

Ахборотни ўзлаштириш босқичида бирор-бир объект (жараён)дан ахборотни мақсадли олиш ва таҳлил этиш бажарилади, натижада объектнинг аниқ тасвири шакллантирилади ва баҳолаш ишлари амалга оширилади. Бунда бизни қизиқтирадиган ахборотни халақитлардан ажратиш лозим (баъзи ҳолларда бу муолажа анча қийинчиликлар туғдиради). Ўзлаштиришнинг энг оддий тури - икки қарама-қарши ҳолатни ажратиш: ҳақиқийлик («ха») ва ҳақиқий эмаслик («йўқ») ҳолатларини ажратиш бўлса, мураккаб тури ўлчашдир.



1.1-расм. Ахборотнинг тизимда айланиш босқичлари.

Ахборотни тайёрлаш босқичида нормаллаштириш, аналог - рақамли ўзгартириш, шифрлаш амаллари бажарилади. Баъзи ҳолларда бу босқич ўзлаштириш босқичига кўмакчи

ҳисобланади. ўзлаштириш ва тайёрлаш натижасида узатиш ва ишлов беришга қулай шаклдаги сигнал оламиз.

Ахборотни узатиш ва сақлаш босқичида ахборот бир жойдан иккинчи жойга ёки бир вақт онидан иккинчисига узатилади. Узатиш ва сақлаш жараёнида пайдо бўладиган назарий масалаларнинг бир-бирига яқинлигини ҳисобга олиб, бу икки жараён бирлаштирилган. Ахборотни масофага узатишда турли физик табиатли каналлар мавжуд (электрик, электромагнит, оптик, радио ва ер йўлдоши каналлари). Ахборотни сақлаш учун турли ахборот элтувчиларидан (яримўтказгич, магнит, оптик) фойдаланилади.

Ахборотга ишлов бериш босқичида унинг тизимни қизиқтирувчи умумий ва муҳим боғланишлари аниқланади. Ушбу босқичда ахборотни ўзгартириш ахборот техника воситалари ёки инсон тарафидан бажарилади. Агар ишлов бериш жараёни формалланувчи бўлса, унда у техникавий воситаларда бажарилади. Замонавий мураккаб тизимларда бу вазифа компьютер техникасига юкланган. Бошқариш тизимларида ишлов беришнинг асосий мақсади бошқариш таъсирларини танлаш масалаларини ечишдир.

Ахборотни акс эттириш босқичининг асосий мақсади - турли қурилмалар ёрдамида инсонга унинг сезги аъзолари қабул қила оладиган ахборотни тайёрлаб бериш.

Таъсир этиш босқичида ахборот бошқариш тизимсига зарур ўзгартиришларни киритиш учун ишлатилади.

Ахборот жараёнлар

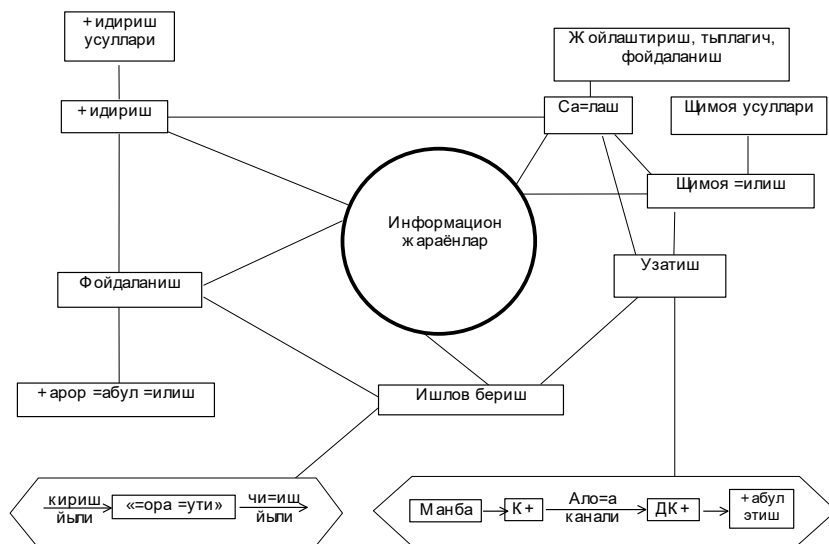
Ахборот ўз - ўзидан мавжуд бўлмайди, у ахборот жараёнларда пайдо бўлади.

Ахборотни қидириш, тўплаш, сақлаш, узатиш, ишлов бериш ва фойдаланиш билан боғлиқ жараёнлар **ахборот жараёнлар** дейилади.

Ахборот жараёнлар классификацияси 1.2-расмда келтирилган.

Асосий жараёнларни қисқача тушунтириб ўтамыз. Дастлабки жараён - **қидириш**. ахборот қидиришнинг қуйидаги усуллари бор :

- бевосита кузатиш;
- қизиқтирадиган масала бўйича мутахассислар билан алоқа;
- керакли адабиётларни ўқиш;
- видео, телепрограммаларни кўриш;



1.2- расм. Ахборот жараёнлар классификацияси.

- аудио кассета, радио эшиттиришларни эшитиш;
- кутубхоналарда, архивларда ишлаш;
- ахборот тизимларга, компьютер маълумотларининг база ва банкларига мурожаат;
- бошқа усуллар.

Ахборотни **сақлаш** усуллари унинг тўплагичларига боғлиқ (китобни - кутубхонада, расмларни - музейда, суратларни - альбомда).

Ахборотнинг асосий сақланадиган жойларини кўрсатамиз (1.1 - жадвал).

1.1 - жадвал.

Инсон учун	Жамоат учун	Компьютерда сақлаш
Хотира	Кутубхоналар, видеотекалар, фонотекалар, архивлар, патент бюrolари, музейлар, расм галереялари.	Маълумот базалари ва банклари, ахборот қидириш тизимлар, электрон энциклопедиялар, медиатекалар.

Катта ҳажмдаги ахборотларни сақлаш уни тез қидириб топиш билан боғлиқ.

Ахборотни **узатиш** жараёнида ахборот **манбаси** ва **қабул қилувчиси** қатнашади: биринчиси - ахборотни узатади, иккинчиси уни қабул қилади. Уларнинг орасида ахборотни узатиш канали - **алоқа канали** ишлайди.

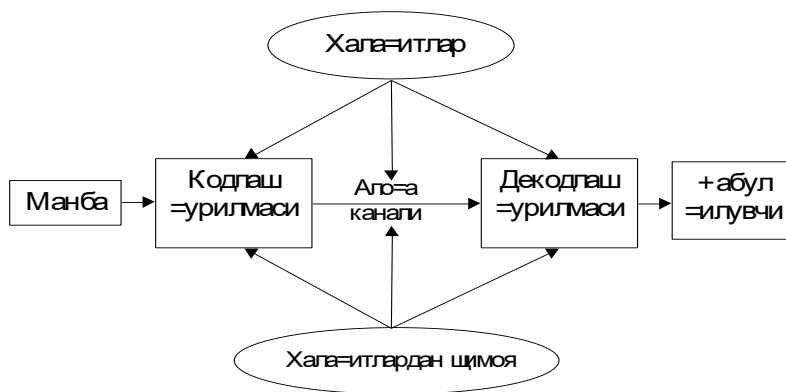
Алоқа канали - ахборот манбалари қабул қилувчига узатишни таъминлайдиган техник қурилмалар мажмуаси.

Кодлаш қурилмаси (КК) - ахборот манбасининг дастлабки ахборотини узатишга қулай ўзгартирувчи қурилма.

Декодлаш қурилмаси (ДКК) - кодланган ахборотни дастлабки ҳолатига келтириш қурилмаси.

Узатиш жараёнида ахборот йўқолиши ва бузилиши мумкин. Масалан, телефондаги овознинг бузилиши, радиодаги атмосферавий тўскинлар, телевизордаги тасвирнинг қоронғиланиши ва бузилиши, телеграф узатишдаги хатоликлар ва ҳ.к. Ахборотни алоқа канали орқали узатганда, уни ҳимоя қилиш қурилмалари ишлатилиши шарт (1.3 - расм).

Ахборотни узатишдаги асосий муаммо - уни **ҳалақитлардан** ҳимоя қилиш. Ушбу муаммони ечишда Клод Шеннон кибернетикага катта ҳисса қўшди, аввало, алоқа каналларида ахборотни узатиш ва кодлаш назариясини яратди, умуман ахборот назариясига асос солди. К.Шеннон узатиладиган ахборотни кодлаш усули, алоқа каналларида узатиш тезлиги ва Ахборотнинг бузилиш эҳтимоллиги орасидаги боғлиқликни аниқ далиллади.



1.3 - расм. Ахборотни узатишнинг умумий чизмаси.

Ахборот тизимлар

Қўйилган мақсадларга эришишда турли элементларнинг ягона ёки бирлашган элементлар объекти сифатида қабул қилиниши **тизим** дейилади. Тизимлар ўзининг таркиби ва асосий мақсади билан бир - биридан фарқ қилади.

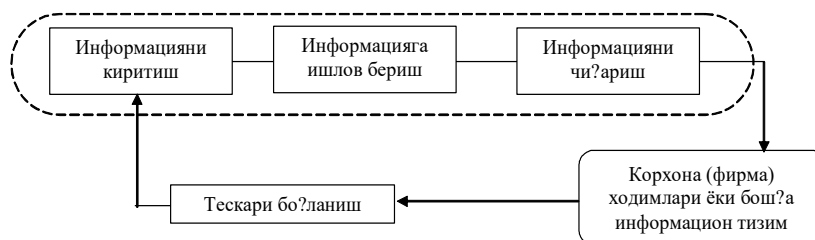
1.3-жадвалда турли элементлардан ташкил топган ва турли мақсадларга мўлжалланган бир нечта тизимлар келтирилган.

Ахборот тизими -- берилган мақсадга эришишда ахборотни сақлаш, унга ишлов бериш ва узатиш жараёнларида фойдаланиладиган воситалар, усуллар ва ходимларнинг ўзаро боғланган мажмуи.

1.2 - жадвал

тизим номи	Тизимнинг элементлари	Тизимнинг асосий мақсади
Корхона	Ишчилар, жихозлар, материаллар, бинолар ва ҳ.	Товар ишлаб чиқариш.
Компьютер	Электрон ва электромеханик элементлар, алоқа тизимлар ва ҳ.	Маълумотларга ишлов бериш.
Телекоммуникацион тизим	Компьютерлар, модемлар, кабеллар, тармоқ дастурий таъминоти ва ҳ.	Ахборотни узатиш.
Ахборот тизим	Компьютерлар, компьютер тармоқлари, фойдаланувчилар, ахборот ва дастурий таъминот.	Касбий ахборот ишлаб чиқариш.

Ҳар қандай мақсадни бажарувчи ахборот тизимдаги жараёнларни куйдаги кўрсатишимиз (1.4 - расм) мумкин.



1.4. –расм. Ахборот тизимдаги жараёнлар

Умуман, ахборот тизимни мураккаб тизимлар сафига киритиш мумкин, шу боисдан ахборот тизимнинг аниқловчи хусусиятларини ва қайси қисм тизимлардан тузилишини кўрайлик.

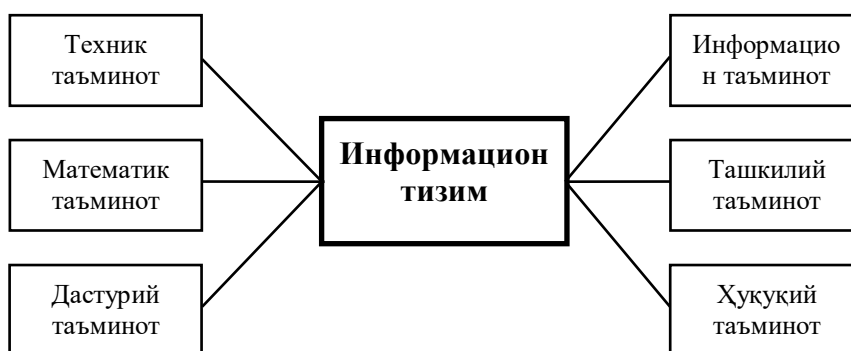
Ахборот тизимни аниқловчи хусусиятлар:

- ҳар қандай ахборот тизимни таҳлил этиш, тизимни тузишнинг асосий принциплари асосида қуриш ва бошқариш мумкин;
- ахборот тизимга ривожланувчи тизим сифатида қаралади;
- ахборот тизимни қуриш тизим нуқтаи назаридан амалга оширилади;
- ахборот тизимнинг маҳсулоти ахборот бўлиб, унинг асосида қарор қабул қилинади;
- ахборот тизим ахборотга ишлов берувчи инсон-компьютер тизимси сифатида қабул қилинади;
- вазифасига мувофиқ ҳар хил қисм тизимлардан ташкил топади.

1.5 - расмда ахборот тизимнинг структураси келтирилган.

Ахборот таъминотга ахборотни классификациялаш ва кодлашнинг ягона тизимси, унификациялаган ҳужжатлар тизимси, ташкилотда ишлатилувчи ахборот оқим схемалари ҳамда маълумотлари базасини қуриш методологияси киради.

Техник таъминотга ахборот тизимнинг ишлашини таъминловчи техник воситалар комплекси ҳамда бу воситаларга ва технологик жараёнларга тааллуқли ҳужжатлар киради.



1.5- расм. Ахборот тизимнинг структураси.

Математик ва дастурий таъминотга ахборот тизим мақсади ва вазифаларини амалга оширувчи ҳамда техник воситалар мажмуининг бир меъёрида ишлашини таъминловчи математик методлар, моделлар, алгоритмлар ва дастурлар киради.

Ташкилий таъминотга ахборот тизимни яратиш ва ишлатиш жараёнида ходимларнинг техник воситалар билан ҳамда ўзаро муносабати тартибини белгиловчи методлар ва воситалар киради.

Хукукий таъминотга ахборот тизимларни яратиш, юридик мақомини ва ишлашини аниқловчи, ахборотни олиш, ўзгартириш ва ундан фойдаланиш тартибини белгиловчи хукукий меъёрлар киради.

Ахборот технологиялар

Ахборот жамият учун электроэнергия, нефт, газ, фойдали қазилмалар ва ҳ. сингари муҳим ресурслардан ҳисобланади, уни қайта ишлаш жараёни моддий ресурсларни қайта ишлаш жараёнига структура жихатидан ўхшаш.

Моддий ишлаб чиқариш технологиясининг мақсади - инсон ёки тизимнинг эҳтиёжини қондириш, маҳсулот чиқариш.

Ахборот технологиянинг мақсади - инсон таҳлил этадиган ва унинг асосида аниқ амал бажаришга қарор қабул қилиш учун ахборотни ишлаб-чиқариш.

Моддий ишлаб чиқариш ва ахборот технологияларнинг структура жихатидан бир-бирига ўхшашлигини 16 - расмдан кўришимиз мумкин.



1.6-расм. Ахборот технологиянинг моддий ресурсларни қайта ишлаш технологиясига ўхшашлиги.

Демак, ахборот технология тушунчасига қуйидагича таъриф беришимиз мумкин:

Объект, жараён ёки ҳодиса ҳолати хусусидаги янги сифатли ахборотни (Ахборот маҳсулотни) олиш мақсадида маълумотларни (бирламчи ахборотни) тўплаш, ишлаш ва узатиш воситалари мажмуасидан фойдаланиш жараёнини **ахборот технология** дейилади.

Берилган моддий ресурсга турли технологияларни қўллаб, турли маҳсулот, буюм, олишимиз мумкин. Бу ахборотни қайта ишлаш технологиясига ҳам тааллуқлидир..

Ахборот технология ва моддий ишлаб чиқариш технологиясини таққослашни 1.3-жадвал орқали кўрсатиш мумкин.

1.3-жадвал.

Маҳсулот ишлаб чиқариш технологиясининг таркибий қисмлари	
Моддий технология	Ахборот технология
Хом ашё ва материаллар тайёрлаш. Моддий маҳсулот ишлаб чиқариш. Ишлаб чиқарилган маҳсулотларни истеъмолчига сотиш	Маълумотларни ёки бирламчи ахборотни тўплаш. Маълумотларга ишлов бериш ва натижавий ахборот олиш. Натижавий ахборотни қарор қабул қилиш учун фойдаланувчига узатиш.

Ахборот технология жамият ифориацион ресурсларидан фойдаланиш жараёнининг муҳим таркибий қисми ҳисобланади ва шу вақтга қадар ўзининг ривожланишида бир қанча босқичларни ўтди. Ҳозирги кунда, шахсий компьютерлар ахборотни қайта ишлаш технологиясининг асосий техник воситаси ҳисобланади. Шахсий компьютерни ахборот муҳитга киритиш ва телекоммуникацион алоқа воситаларидан фойдаланиш ахборот технологиянинг ривожланишида янги босқични аниқлади, натижада «Ахборот технология» тушунчасининг олдига «янги», «компьютерли» ёки «замонавий» атамаларининг бири қўшилди. Янги ахборот технологиянинг асосий характеристикалари 1.4-жадвалда келтирилган.

1.4-жадвал.

Методологияси	Асосий белгиси	Натижаси
Ахборотга ишлов берувчи янги воситалар.	Бошқариш технологиясига кириш.	Коммуникацияларнинг янги технологияси.
Янги технологик тизимлар.	Мутахассислар ва менежерлар вазифаларининг бирлиги.	Ахборотга ишлов беришнинг янги технологияси.
Ахборотни мақса-дли яратиш, узатиш, сақлаш , акс эттириш	Ижтимоий муҳит қонуниятларини ҳисобга олиш.	Бошқариш қарорларини қабул қилишнинг янги технолгияси.

Келтирилган мисоллар ва тушунчалардан сўнг «янги Ахборот технология» тушунчасига таъриф бериш мумкин.

Шахсий компьютерлар ва телекоммуникацион воситаларни фойдаланувчининг интерфейси билан ишлатувчи Ахборот технологияга **янги Ахборот технология** дейилади.

Янги Ахборот технологиянинг асосий уч принципи:

1. Компьютер билан интерактив (диалог) иш тартиби;
2. Бошқа дастурий маҳсулотлар билан ўзаро алоқада бўлиши;
3. Масалани қўйиш ва маълумотларни ўзгартириш жараёнининг мосланувчанлиги.

Айтиб ўтиш жоизки, яқинда пайдо бўлган янги ахборот технология атамаси, аста - секин «янги» сўзини йўқотмоқда, ахборот технология атамасининг маъноси янги Ахборот технология маъносини бермоқда. Шунинг учун келгусида ахборот технология ва янги Ахборот технология атамалари бир хил маъно беришини айтиб ўтмоқчимиз.

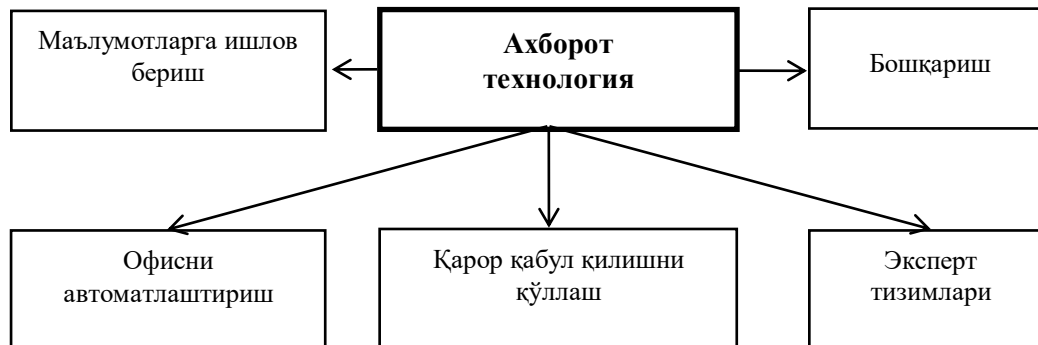
Ахборот технология ахборот тизим билан узвий боғланган бўлса-да, уларнинг вазифалари турлича.

Ахборот технология компьютерда сақланувчи маълумотлар устида амаллар, турли мураккаблик даражасидаги босқичлар бажарилишининг аниқ белгиланган қоидаларидан ташкил топган жараёндир. Ахборот технологиянинг асосий мақсади бирламчи Ахборотдан

мақсадга йўналтирилган амаллар бўйича ишлов бериш натижасида фойдаланувчига керакли Ахборотни олиш.

Ахборот тизим - бу мухит, унинг асосий элементлари сифатида компьютерлар, компьютер тармоқлари, дастурий маҳсулотлар, маълумотлар банки, инсонлар, алоқа воситалари, турли дастурий ва техник воситалар ва ҳ. иштирок этади. Ахборот тизимнинг асосий мақсади - Ахборотни тўплаш ва узатишни ташкил этиш.

Ахборот технология турлари унинг асосий вазифаларидан келиб чиқади (1.7 - расм).



1.7 - расм. Ахборот технологиянинг вазифалари бўйича турлари.

Таянч иборалар:

Ахборот (маълумот), Ахборот, Ахборот коммуникациялар, Ахборотнинг семантик адекватлиги, Ахборотнинг синтактик адекватлиги, Ахборотнинг прагматик адекватлиги, Ахборот элтувчилар, ахборот жараёнлар, ахборотни қидириш, ахборотни узатиш, ахборотга ишлов бериш, ахборотни химоя қилиш, алоқа канали, кодлаш қурилмаси, декодлаш қурилмаси, ахборот тизими, ахборот технология, янги ахборот технология, интерактив (диалог) иш тартиби.

Назорат саволлари:

1. «Ахборот» нима?
2. Маълумотнинг ахборотдан фарқи.
3. Ахборотнинг тизимда айланиш босқичларини санаб ўтинг.
4. Ахборот жараёнга таъриф беринг.
5. Асосий Ахборот жараёнларни санаб ўтинг.
6. Тизимга таъриф беринг.
7. Ахборот тизимга таъриф беринг.
8. Ахборот тизимни аниқловчи хусусиятлар.
9. Ахборот тизимларнинг вазифалари.
10. «Ахборот технология» нима?
11. «Янги Ахборот технология» нима?
12. «Янги Ахборот технология» нинг принципларини санаб ўтинг.

Адабиёт.

1. Ғаниев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002.

2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001.

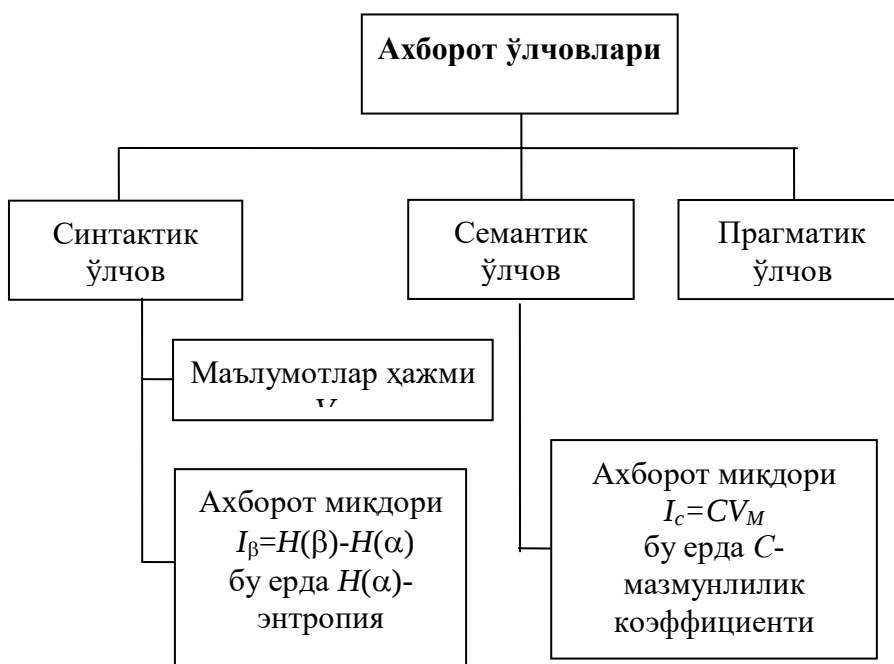
2-маъруза

Ахборот ўлчовлари. Ахборотларни кодлаш ва физик ифодалаш усуллари.

Режа:

1. Ахборот ўлчовлари.
2. Ахборотни кодлаш тизимлари.
3. Ахборотнинг физик ифодалаш усуллари.

Ахборотни ўлчаш учун одатда ахборот миқдори I ва маълумотлар ҳажми V_M параметрларидан фойдаланилади. Бу параметрлар қўриладиган адекватлик шаклига қараб турли ифода ва изоҳ касб этади. Адекватликнинг ҳар бир шаклига ўзининг ахборот миқдори ва маълумотлар ҳажми ўлчови мос келади (2.1 - расм).



2.1. – расм. Ахборот ўлчовлари

Ахборотдаги **маълумотлар ҳажми** V_M - бу ахборотдаги символлар (хоналар) сони билан ўлчанади. Турли санок тизимида бир хона турли салмоққа эга ва демак, маълумотларнинг ўлчов бирлиги ўзгаради.

Мисол. Иккилик санок тизимидаги саккиз хонали 11010111 иккилик кодининг маълумотлар ҳажми $V_M=8$ бит. ўнли санок тизимида олти хоналик 247532 сонининг мос маълумотлар ҳажми $V_M=6$ дир.

Синтактик боскичда **ахборот миқдорини** тизим ҳолатининг ноаниқлиги (tizim энтропияси) тушунчасини кўрмасдан аниқлаб бўлмайди.

Айтайлик, ахборот олинишгача фойдаланувчи α тизими хусусида қандайдир дастлабки (априор) маълумотга эга бўлсин. Унинг тизимдан воқиф эмаслик ўлчови $H(\alpha)$ функция бўлиб, бу функция ўз навбатида тизим ҳолатининг ноаниқлик даражаси ва ўлчови ҳисобланади.

Қандайдир β маълумот қабул қилингандан сўнг қабул қилувчи қандайдир қўшимча $I_\beta(\alpha)$ ахборотга эга бўлади ва унинг априор воқиф эмаслиги камаяди, натижада тизим ҳолатининг апостериор (β маълумот қабул қилингандан сўнгги) ноаниқлиги $H_\beta(\alpha)$ га тенг бўлади.

Унда, β маълумотдаги тизим хусусидаги ахборот миқдори $I_\beta(\alpha)$ қуйидагича аниқланади :

$$I_\beta(\alpha) = H(\alpha) - H_\beta(\alpha) \quad (2.1)$$

яъни, ахборот миқдори тизим ҳолати ноаниқлигининг ўзгариши (камайтиши) орқали ўлчанади.

Агар сўнгги ноаниқлик $H_{\beta}(\alpha)$ нолга айланса, дастлабки тўлиқ бўлмаган билим тўлиқ билим билан алмаштирилади ва ахборот миқдори $I_{\beta}(\alpha) = H(\alpha)$ бўлади. Бошқача айтганда, **тизим энтропияси** $H(\alpha)$ етишмайдиган ахборот ўлчови сифатида кўрилиши мумкин.

Мумкин бўлган N ҳолатларга эга бўлган тизим энтропияси $H(\alpha)$ Шеннон формуласига биноан қуйидагича аниқланади:

$$H(\alpha) = - \sum_{i=1}^N p_i \log p_i \quad (2.2)$$

бу ерда p_i - тизимнинг i -ҳолатда бўлишлиги эҳтимоллиги.

Тизимнинг барча ҳолатлари тенг эҳтимоллик бўлган ($p_i = 1/N$) ҳол учун энтропия қуйидагича муносабат орқали аниқланади:

$$H(\alpha) = - \sum_{i=1}^N \frac{1}{N} \log \frac{1}{N} \quad (2.3)$$

Маълумотларнинг **информативлик коэффициенти (даражаси)** ахборот миқдорининг унинг маълумотлар ҳажмига нисбати орқали аниқланади, яъни

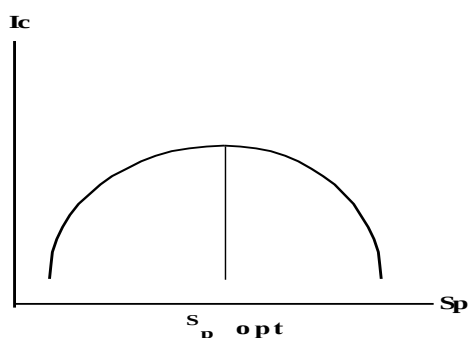
$$Y = i / V_i, \text{ бу ерда } 0 < Y < 1 \quad (2.4)$$

Тизимда ахборот ўзгартирилиши билан боғлиқ иш кўлами Y нинг ортиши билан камаяди. Шу сабабли информативлик даражасини аниқлашга интилинади.

Ахборотнинг семантик ўлчови

Ахборотнинг маъноли мазмунини, яъни унинг семантик босқичидаги миқдорини ўлчашда тезаурусли ўлчов кенг тарқалган. Бу ўлчов ахборотнинг семантик хусусиятларини ахборот қилинишидаги фойдаланувчининг қобиляти билан боғлайди. Бунинг учун **фойдаланувчининг тезауруси** тушунчаси ишлатилади. **Тезаурус** - фойдаланувчи ёки тизим ихтиёридаги маълумотлар мажмуи.

Фойдаланувчи қабул қиладиган ва келгусида ўзининг тезаурусига киритадиган ахборот миқдори I_c ахборотнинг маъноли мазмуни S ва фойдаланувчи тезауруси S_f орасидаги ўзаро нисбатда ўзгаради. Бу боғлиқлик табиатини 1.6-расмдаги эгри чизик ёрдамида кўрсатиш мумкин.



2.2-расм. Фойдаланувчи қабул қиладиган семантик ахборот миқдори билан унинг тезауруси орасидаги боғлиқлик. $I_c = f(S_p)$.

Фойдаланувчи семантик ахборотнинг максимал миқдорига ахборотнинг маъноли мазмунини ўзининг тезауруси билан мувофиқлаштирган ҳолда ($S_p = S_{p \text{ opt}}$) эга бўлади. Унда қабул қилинган ахборот фойдаланувчига тушунарли бўлади ва унга олдин номаълум бўлган (унинг тезаурусига бўлмаган) маълумотларни беради.

Шундай қилиб, фойдаланувчи қабул қиладиган маълумотлардаги семантик ахборотнинг миқдори, янги билимлар миқдори нисбий катталиқдир. Бир хил маълумотлар билимдон фойдаланувчи учун маъноли мазмунга эга бўлса хабарсиз фойдаланувчи учун маънога эга бўлмайди (семантик шовқин).

Семантик ахборот миқдорининг нисбий ўлчови сифатида семантик ахборот миқдорининг унинг ҳажмига нисбати орқали аниқланувчи мазмунлик коэффициенти C хизмат қилиши мумкин:

$$C = I_c / V_M \quad (2.5)$$

Ахборотнинг прагматик ўлчови

Ахборотнинг прагматик ўлчови қўйилган мақсадга эришишдаги ахборотнинг фойдалилигини (қийматини) аниқлайди. Бу ўлчов ҳам нисбий катталиқ бўлиб, нисбийлик бу ахборотнинг у ёки бу тизимда ишлатилишига асосланади.

Юқорида келтирилган ахборот ўлчовларини бир-бирига таққослаш мақсадида ахборот ўлчови тури, унинг ўлчаш бирлиги ва компьютерда ишлатилиши мисоллари 2.1-жадвалда келтирилган.

2.1-жадвал.

Ахборот ўлчови	Ўлчов бирлиги	Компьютерда ишлатилиш мисоллари
Синтактик: -Шеннон нуқтаи назари -компьютер нуқтаи назари	Ноаниқлик даражасини камайтириш Ахборотни ифодалаш бирликлари.	Ходиса эҳтимоллиги Бит, байт, Кбайт ва ҳ.
Семантик	Тезаурус Иқтисодий кўрсаткичлар	Амалий дастурлар пакети, шахсий компьютер, компьютер тармоқлари ва ҳ. Рентабеллиги, унумдорлиги, амортизация коэффициенти ва ҳ.
Прагматик	Фойдаланиш қиймати	Хотира ҳажми, компьютер унумдорлиги, маълумотларни узатиш тезлиги ва ҳ. Ахборотни ишлаш ва қарор қабул қилиш вақти.

Ахборотдан фойдаланиш имконияти ва самарадорлиги унинг ***репрезентативлик, мазмундорлик, етарлилик, тушунарлилик, долзарблик, ўз вақтида олинishi, аниқлик, ишончлилик, барқарорлик*** каби асосий сифат кўрсаткичларига асосланади.

Ахборотнинг ***репрезентативлиги*** объект хусусиятларини адекват танланиши ва шакллантирилиши билан боғлиқ. Бунда дастлабки тушунча асосланган концепциянинг тўғрилиги акслантирилувчи ходисанинг аҳамиятли аломатлари ва боғланишлари танланишининг асосланганлигига эътибор бериш лозим. Ахборот репрезентативлигининг бузилиши жиддий хатоликларга олиб келиши мумкин.

Ахборотнинг ***мазмундорлиги*** семантик ахборот миқдорининг ишланадиган маълумотлар ҳажмига нисбати орқали аниқланувчи семантик ҳажмни акслантиради, яъни $C = \frac{I_c}{V_M}$ ахборот мазмундорлигининг ошиши билан ахборот тизимларнинг қабул қилиш ва ўтказиш қобилияти ошади.

Семантик нуқтаи назарини акс эттирувчи мазмундорлик коэффициенти C билан бир қаторда ахборотнинг синтактик миқдорининг (Шеннон бўйича) маълумотлар ҳажмига нисбати орқали характерланувчи информативлик коэффициентида $(Y = \frac{1}{V_M})$ ҳам фойдаланиши мумкин.

Ахборотнинг ***етарлилиги*** (тўлиқлиги) унинг тўғри ечим қабул қилишда минимал, аммо етарли кўрсаткичлар таркибига эга эканлигини кўрсатади. Ахборот тўлиқлиги тушунчаси унинг маъноли мазмуни (семантикаси) ва прагматикаси билан боғлиқ. Тўлиқ бўлмаган ёки ортиқча ахборот фойдаланувчи томонидан қабул қилинадиган ечим самарадорлигининг пасайишига олиб келади.

Ахборотнинг ўзлаштирилишидаги **тушунарлилиги** унинг олиниси ва ўзгартилишидаги тегишли муолажаларнинг бажарилиши орқали таъминлашади. Бунга, хусусан, ахборотнинг семантик шаклини фойдаланувчи тезауруси билан мувофиқлаштириш йўли билан эришилади.

Ахборот **долзарблиги** унинг ишлатилиши вақтида бошқаришдаги қийматининг сақланиш даражаси орқали аниқланади.

Ахборотнинг **ўз вақтида олиниси** унинг қўйилган масала ечилиши вақти билан келишилган, олдиндан белгиланган вақт онидан кечикмасдан қабул қилинишини билдиради.

Ахборот **аниқлиги** олинадиган ахборотнинг объект, жараён ва ҳодисаларнинг реал ҳолатига яқинлик даражаси орқали аниқланади. Рақамли код орқали ифодаланувчи ахборот учун аниқликнинг қуйидаги тўртта тушунчаси маълум:

- сон кичик хонаси қиймати орқали ўлчанувчи формал аниқлик;
- тўғрилиги ифодаланувчи сон кичик хонаси бирлиги қиймати орқали аниқланувчи реал аниқлик;
- тизим ишлашининг муайян шароитларида олиниси мумкин бўлган максимал аниқлик;
- кўрсаткичнинг функционал вазифаси орқали аниқланувчи керакли аниқлик.

Ахборот **ишончилиги** унинг реал мавжуд объектларни керакли аниқликда акслантириш хусусияти орқали аниқланади. Ахборот ишончилиги керакли аниқлигининг эътимодли эҳтимоллиги, яъни ахборот орқали акслантирилувчи параметр қийматининг бу параметр ҳақиқий қийматидан керакли аниқлик чегарасида фарқланиши эҳтимоллиги билан ўлчанади.

Ахборот **барқарорлиги** деб, дастлабки маълумотларнинг ўзгаришида аниқликнинг сақланишига айтилади.

Хулоса сифатида айтиш лозимки, ахборот сифатининг репрезентативлик, мазмундорлик, етарлилик, тушунарлилик, барқарорлик каби параметрлари батамом Ахборот тизим яратилишидаги методик босқичида аниқланади. Долзарблик, ўз вақтида олиниси, аниқлик ва ишончилилик параметрлари ҳам кўп жиҳатдан методик босқичда асослансада, уларнинг қийматларига тизим ишлаши характери жиддий таъсир этади. Бунда долзарблик ва аниқлик параметрлари мос ҳолди ўз вақтида олиниси ва ишончилилик параметрлари билан қатъий боғланган.

Ахборотни кодлаш ва физик ифодалаш усуллари

Ахборот ишланишида қулайлик ва самарадорликни таъминлаш мақсадида объект номини шартли белги билан алмаштириш учун **кодлаш тизими** қўлланилади.

Кодлаш тизими - объектларни кодли белгилаш қоидалари мажмуидир. Код ҳарф, рақам ва бошқа символлардан ташкил топган алфавит асосида қурилади. Кодни характерловчи тушунчалар - унинг **узунлиги** ва **структурасидир**. **Код узунлиги** коддаги ўринлар (позициялар) сонини, **код структураси** - кодда символларнинг жойлашиш тартибини белгилайди.

Объектни кодли белгилаш муолажаси **кодлаш** деб аталади.

Кодлаш тизимида ишлатилувчи қуйидаги иккита гуруҳ усулларини кўрсатиш мумкин:

- **кодлашнинг классификацион тизими;**
- **кодлашнинг рўйхатга олувчи тизими.**

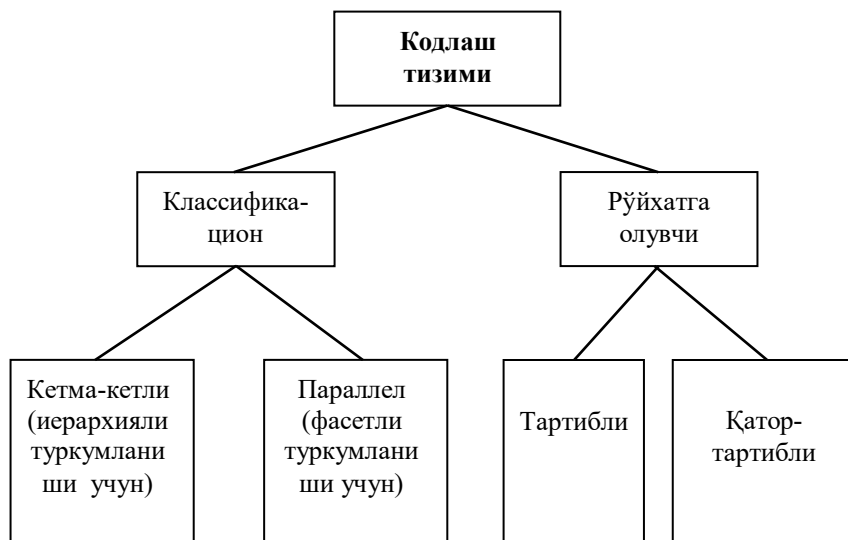
2.3-расмда турли усуллардан фойдаланувчи кодлаш тизими келтирилган.

Классификацион кодлаш.

Классификацион кодлаш объектлар классификацияланганидан сўнг ишлатилади. Кетма-кет ва параллел кодлаш фарқланади.

Кетма-кет кодлаш иерархияли классификацион структуралар учун ишлатилади. Унинг моҳияти қуйидагича: аввал 1-босқичнинг юқори гуруҳи коди, кейин 2-босқич гуруҳи коди, сўнг 3-босқич гуруҳи коди ва ҳ. ёзилади. Натижада, ҳар бир хонаси иерархияли структуранинг ҳар бир босқичида ажратилган гуруҳ хусусидаги ахборотга эга бўлган кодлар комбинацияси ҳосил бўлади. Кодлашнинг кетма-кетли тизими туркумланишининг иерархияли тизимига оид афзалликлар ва камчиликларга эга.

Параллел кодлаш туркумланишининг фасетли тизими учун ишлатилади. Ушбу кодлашнинг моҳияти қуйидагича: барча фасетлар мустақил равишда кодланади. ҳар фасет қиймати учун код хоналарининг маълум сони ажратилади. Параллел кодлаш туркумланишининг фасетли тизимига оид афзалликлар ва камчиликларга эга.



2.3-расм. Кодлаш тизими

Рўйхатга олувчи (регистрацион) кодлаш.

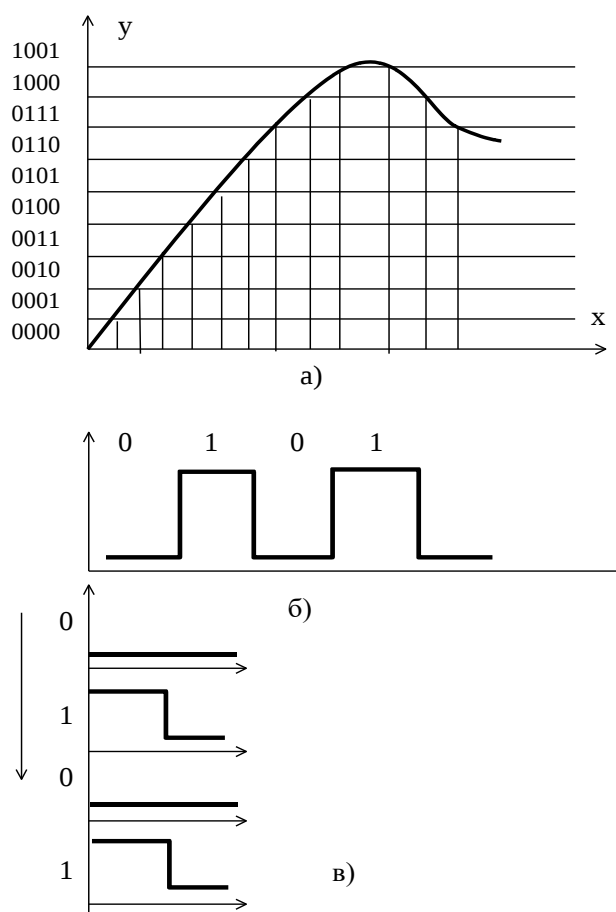
Ушбу кодлаш объектларни маънодош идентификациялаш учун ишлатилади ва уларни олдиндан классификациялаш талаб қилинмайди. Тартибли ва қатор тартибли тизимлар фарқланади.

Кодлашнинг **тартибли** тизимида объектлар натурал қатордаги сонлар ёрдамида кетма-кет номерланади. Бу номерлаш тасодифий ёки объектлар олдиндан тартибланганидан (масалан, алфавит бўйича) сўнг амалга оширилиши мумкин. Кодлашнинг бу тизими объектлар сони катта бўлмаган ҳолда ишлатилади.

Кодлашнинг **қатор-тартибли** тизимида қаторни ташкил этувчи объектлар гуруҳи олдиндан ажратилади, сўнгра ҳар бир қаторга номер берилади. Кодлашнинг бу тизими гуруҳ сони чекланган ҳолда ишлатилади.

ЭҲМ да масала ечилаётганда барча математик катталиклар эркин ва эркин ўзгарувчилар - турли табиатли физик катталиклар орқали ифодаланади. Бу физик катталиклар - электр, магнит, оптика ва ҳ. сигналлари - **машина ўзгарувчилари** деб аталади. Ҳозирги замон ЭҲМларида ахборотнинг икки хил - **узлукли** ва **узлуксиз** ифодаланиши қўлланилади.

Ахборотнинг узлукли шаклда ифодаланишида математик катталикларнинг ҳар оний қиймати бир неча машина ўзгарувчилари орқали ифодаланади. Машина ўзгарувчиларининг аҳамияти уларнинг вақт ёки фазода тутган ўринларига нисбатан аниқланади. Одатда математик ўзгарувчиларни узлукли шаклда ифодалаш учун позицион коддан (қўпинча, иккили коддан) фойдаланилади.

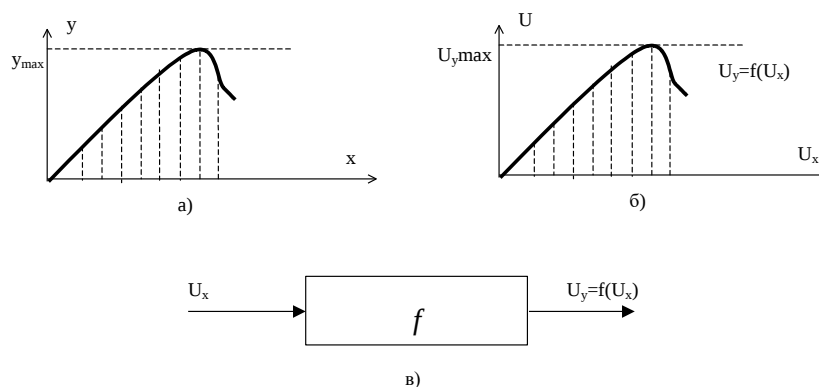


2.4-расм. Ўзгарувчининг вақт бўйича узлукли кодлар комбинацияси кўринишида ифодаланиши.

Бу коддаги хона рақамлари қиймати фақатгина мос машина ўзгарувчиларининг берилган вақт онида (кетма-кет код) ёки фазонинг берилган жойида (параллел код) борлиги («1») ёки йўқлиги («0») орқали тавсифланади. Одатда ахборотнинг узлукли шаклдаги ифодаланишида машина ўзгарувчиси сифатида электр потенциаллари ёки импульслар ишлатилади. 2.4-расмда $y(x)$ математик ўзгарувчининг вақт бўйича кетма-кет (ёки параллел) узлукли кодлар комбинацияси кўринишида ифодаланиш мисоли келтирилган.

2.4-расм «б» да аргумент $x=5$ да ўзгарувчи $y(x)$ қийматининг кетма-кет коди тасвирланган. 2.4-расм «в» да x нинг ўша қийматидаги $y(x)$ қийматининг параллел коди тасвирланган.

Ўзгарувчиларни узлуксиз шаклда ифодалаишда математик катталиқнинг ҳар бир оний қийматига мос машина ўзгарувчисининг мутаносиб оний қиймати тўғри келади, яъни математик катталиқни миқдорий баҳолаш учун мос машина ўзгарувчисининг миқдорий баҳосидан фойдаланилади. Машина ўзгарувчисининг математик ўзгарувчи ўзгаришига боғлиқ бўлмаган ҳар қандай ўзгариши зарур мутаносибликнинг бузилишига сабаб бўлади ва ўзгарувчиларнинг ифодаланиши аниқлигига таъсир этади. 2.5-расмда олдинги мисолдаги математик ўзгарувчи $y(x)$ нинг ифодаланиши келтирилган. 2.5-расм «б» да вақт бўйича узлуксиз ўзгарувчи кучланишлар U_y ва U_x - машина ўзгарувчилари келтирилган. Булар орасидаги керакли боғланишни 2.5-расм «в» даги мос ҳисобловчи блок амалга оширади.



2.5-расм. Ўзгарувчининг вақт бўйича узлуксиз шаклда ифодаланиши.

Математик ва машина ўзгарувчиларининг жорий қийматлари орасидаги керакли муаносиблик миқёс коэффициентини m га ҳам боғлиқ.

$$U_x = m_x \cdot x,$$

$$U_y = m_y \cdot y$$

Хусусий ҳолда, математик y_{max} ва $U_{y_{max}}$ ўзгарувчиларнинг энг катта қийматлари сон жиҳатдан тенг бўлганда миқёс коэффициентлари бирга тенг бўлиши мумкин: $m_x=1$; $m_y=1$.

Ахборотнинг узлукли шаклда ифодаланишидан ва унинг алгоритмик ишланиши усулидан фойдаланувчи электрон ҳисоблаш машиналари рақамли ҳисоблаш машиналари (РХМ) деб аталади. Улар универсал, бу сўзнинг тўла маъносида, чунки улар ечадиган математик масала қандай илк шаклда бўлмасин, пировардида оддий арифметик амалларига, одатда иккили кодларни қўшиш ва силжитиш амалларига келтирилади. ҳисоблаш алгоритмининг бажарилиши ҳисоблаш натижаси шаклланишининг чекли вақтига доимо боғлиқ бўлиб, бу вақт оддий кетма-кет амаллар сони ва уларнинг ҳисобланиш вақти билан аниқланади.

Шунинг учун РХМ да муайян масаланинг ечилиши вақти мос ҳисоблаш алгоритмига боғлиқ.

Ахборотнинг узлуксиз шаклда ифодаланишидан ва унинг аналитик ишланиш усулидан фойдаланувчи электрон ҳисоблаш машиналари аналог ҳисоблаш машиналари (АХМ) деб аталади. АХМ да ихтиёрий оддий амал - қўшиш, қўпайтириш, интеграллаш ва ҳ. - машинанинг алоҳида оддий блокида бажарилиб, ҳар бир блокда кириш йўли ва чиқиш йўли физик катталиклар, масалан, кучланишлар орасидаги аналитик боғланиш ечилиши зарур бўлган аналитик боғланишга ўхшашдир. АХМ да РХМ дагидек, мураккаб математик амалларни оддий арифметик амаллар билан алмаштириш талаб этилмайди. АХМ да математик катталиклар сонлар орқали эмас, балки муайян физик ўзгарувчилар, масалан, бурилиш бурчаклари, ток кучланиши, суюқликлар сатҳи ва ҳ. орқали ифодаланади.

Таянч иборалар.

Маълумотлар ҳажми, тизим энтропияси, априор вокифлик, апостериор ноаниқлик, информативлик коэффициенти (даражаси), фойдаланувчининг тезауруси, импульс, потенциал, машина ўзгарувчилари, рақамли ҳисоблаш машиналари, аналог ҳисоблаш машиналари.

Назорат саволлари:

1. Маълумот ҳажми нима?
2. Ахборот миқдори нима?
3. Тизим энтропияси нима?
4. Маълумотларнинг информативлик коэффициенти нима?
5. Фойдаланувчи қабул қиладиган семантик ахборот миқдори билан унинг тезауруси орасидаги боғлиқлик.
6. Ахборотни кодлаш тизими.
7. Ўзгарувчининг вақт бўйича узлукли кодлар комбинацияси кўринишида ифодаланиши.

8. Узгарувчининг вақт бўйича узлуксиз кодлар комбинацияси кўринишида
ифодаланиши

Адабиёт.

1. Ғаниев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001.

3-маъруза
Ҳисоблаш тизимларининг арифметик асослари
Санок тизими. Сонларни ЭҲМда ифодалаш усуллари

Режа:

1. Санок тизими. Санок тизимини танлаш.
2. Сонларни ифодалаш усуллари.

Сони чегараланган рақамлар ёрдамида ихтиёрий сонларнинг ифодаланиш усули **санок тизими** дейилади. Кундалик амалиётимизда иккита санок тизими билан иш кўрамиз: ўнли ва румли.

Ўнли санок тизимида сонларни ёзишда ўнта турли рақамлардан фойдаланилади: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9. Бу рақамлар ёрдамида ўнта бутун сон белгиланади. 10 сони иккита рақам ёрдамида белгиланади ва санок тизимининг асоси ҳисобланади. Умуман санок тизимининг асоси « p » деб, сонларни ифодаловчи рақамлар сонига айтилади.

Ўнли санок тизими «позицион» деб аталувчи санок тизими синфига мансубдир. Бундай тизимда соннинг ҳар бир хона рақамининг бирлик қиймати ўзгармас салмоққа эга. Бу салмоқ хонанинг вергулга нисбатан тутган ўрни орқали аниқланади. Масалан, 100,01 сониде фақат иккита 1 ва 0 рақамлари ишлатилиб, вергулнинг чап тарафидаги 1 юзлар сонини аниқласа, ўнг тарафидаги бир эса бирнинг юздан бир улуши сонини аниқлайди.

Позицион санок тизимидан ташқари позицион бўлмаган санок тизими мавжуд. Мисол тариқасида Рум тизимини кўрсатиш мумкин. Бу тизим ҳар бир рақамнинг бирлик қиймати унинг ўрни билан бир қийматли боғлиқликка эга эмас. Бу ҳолат ва турли сонларни ифодалашда кўп рақамлар сонининг талаб қилиниши, ҳамда бошқа омиллар Рум санок тизимининг камдан кам ишлатилишига сабаб бўлди.

Ўнли позицион санок тизимида катта хонанинг ҳар бир бирлиги кичик хонанинг ўнта бирлигига тенг. Бошқача айтганда, алоҳида хоналар рақамлари бирликларининг салмоқлари махражи 10 га тенг бўлган геометрик прогрессия ҳадларининг қаторига тўғри келади, яъни $504,72 = 5 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0 + 7 \cdot 10^{-1} + 2 \cdot 10^{-2}$. Бундай ёзув позицион санок тизимининг ёйма ёзуви деб аталади ва умумий ҳолда ихтиёрий (бутун ва каср қисмли) n хонали сон учун қуйидаги кўринишга эга:

$$X = \pm(x_1 \cdot 10^{m-1} + x_2 \cdot 10^{m-2} + \dots + x_{m-1} \cdot 10^1 + x_m \cdot 10^0 + x_{m+1} \cdot 10^{-1} + \dots + x_n \cdot 10^{m-n}), \quad (3.1)$$

ёки

$$X = \pm \sum_{i=1}^n x_i \cdot 10^{m-i} = \pm 10^m \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot 10^{-i}. \quad (3.2)$$

(3.1) ва (3.2) ифодаларда m - вергул жойини аниқловчи n -хонали сон бутун қисмининг хоналари сони.

Ўнли санок тизими ягона бўлмай, ихтиёрий p бутун сонли асосга эга бўлган позицион санок тизимларини кўрсатиш мумкин.

(3.1) ва (3.2) ифодаларга ўхшаш ҳолда p асосли позицион санок тизимининг ёйма ёзуви қуйидагича:

$$X_p = \pm(x_1 p^{m-1} + x_2 p^{m-2} + \dots + x_{m-1} p^1 + x_m p^0 + x_{m+1} p^{-1} + \dots + x_n p^{m-n}), \quad (3.3)$$

ёки

$$X_p = \pm p^m \sum_{i=1}^n x_i p^{-i}. \quad (3.4)$$

(3.3) ва (3.4) ифодаларда x_i қуйидаги қийматларнинг бирига тенг бўлиши мумкин: 0,1,2,3,..., $p-1$. Иккили санок тизимида, яъни $p=2$ бўлганда фақат иккита рақам: 0 ва 1 ишлатилади. Бешли санок тизимида, яъни $p=5$ бўлганда, бешта рақам 0, 1, 2, 3 ва 4 ишлатилади. Саккизли санок тизимида ($p=8$) саккизта рақам: 0,1,2,3,4,5,6,7 ишлатилади.

Санок тизими асоси 10 дан катта бўлганда, қўшимча белгилаш киритилади. Масалан: ўн олти санок тизимида $10 = \overline{0}_{16}$; $11 = \overline{1}_{16}$; $12 = \overline{2}_{16}$; $13 = \overline{3}_{16}$; $14 = \overline{4}_{16}$; $15 = \overline{5}_{16}$ ёки $10 = A$, $11 = B$, $12 = C$, $13 = D$, $14 = E$, $15 = F$ белгилаш қабул қилинган.

$p \neq 10$ бўлган позицион санок тизимлари билан бирга иккили ўнли санок тизимлари мавжуд. Бу санок тизимларининг асоси $p=10$ бўлиб, ҳар бир ўнли рақам иккили тизим тўртта рақамининг комбинацияси (тетрада) ёрдамида кодланади. Тўртта иккили хона ёрдамида ўн олти турли иккили комбинацияларини олиш мумкин. Амалиётда кодлашнинг иккита тизими кенг тарқалган. Кодлаш тизимининг бирида ўнли рақамни ифодалаш учун биринчи ўнта тетрада ишлатилади. Бунда 0000 - 0,0001 - 1, 0010 - 2,...,1001 - 9 га мос келади. Бу тизим 8421 тизим деб аталади, бу ерда 8,4,2 ва 1 рақамлари тетрадалар иккили хоналарининг салмоғи ҳисобланади.

Кодлаш тизимининг иккинчисида 0011дан то 1100 гача тетрадалар ишлатилади. Бу тизим - 3 га ортиғи билан тизим номини олган, чунки бу тизимда ўнли рақамларнинг иккили эквивалентлари 8421 тизим мос тетрадаларига $3=0011_2$ ни жамлаш йўли билан олинган. Бу тизим $8421+3$ каби белгиланади. Бу кодда ўнли рақамлар қуйидагича ёзилади:

$0_{10}=0011$	$5_{10}=1000$
$1_{10}=0100$	$6_{10}=1001$
$2_{10}=0101$	$7_{10}=1010$
$3_{10}=0110$	$8_{10}=1011$
$4_{10}=0111$	$9_{10}=1100$

Санок тизимини танлашда арифметик амаллар бажарилишининг мураккаблиги даражаси, сонларни ифодалашда зарур бўлган ускуна ҳаражати, ҳамда бу ускунани яратиш шарт-шароитлари каби омилларни ҳисобга олиш зарур.

Арифметик амалларнинг бажарилиши

Жамлаш. Айтайлик, p асосли санок тизимида иккита сонни жамлаш талаб қилинсин:

$$\begin{array}{r}
 A_p = a_1 a_2 \dots a_i a_{i+1} \dots a_n \\
 + \\
 B_p = b_1 b_2 \dots b_i b_{i+1} \dots b_n \\
 \hline
 A_p + B_p = c_1 c_2 \dots c_i c_{i+1} \dots c_n
 \end{array}$$

Жамлаш кичик хоналардан бошланади. Умумий ҳолда ҳар бир i хона йиғиндиси коди $a_i + b_i + 1$ жамлаш натижасида олинади (1 кичик хонадан катта хонага кўчириш қийматига мос келади). Бу ерда иккита ҳолат рўй бериши мумкин:

1) $a_i + b_i + 1 = c_i < p$, яъни йиғинди коди санок тизими асосига тенг бўлган сондан кичик. Демак, катта хонадаги жамлаш амалида фақат a_{i-1} ва b_{i-1} иштирок этади;

2) $a_i + b_i + 1 \geq p$, яъни йиғинди коди санок тизими асосига тенг бўлган сонга тенг ёки ундан катта. Демак, i -хона йиғиндиси $a_i + b_i + 1 - p = c_i$; катта хона йиғиндиси коди $a_{i-1} + b_{i-1} + 1$ жамлаш натижасида олинади.

Юқоридаги мулоҳазалардан кўриниб турибдики, жамлаш қондаси ва бажариш усули ўнли санок тизимидаги каби. Аммо, иккили санок тизимида жамлаш ниҳоятда содда ҳисобланади. Буни қуйидаги жамлаш жадвали орқали ҳам кўриш мумкин:

$$\begin{aligned}0 + 0 &= 0 \\0 + 1 &= 1 \\1 + 0 &= 1 \\1 + 1 &= 1\ 0\end{aligned}$$

Охирги мисолда жамлаш коди нолга тенг ва кейинги хонага бирлик кўчириш қиймати ҳосил бўлади.

Айириш. Икки соннинг айирмаси жамлашдаги каби кичик хоналардан бошланади:

$$\begin{array}{r}A_p = a_1 a_2 \dots a_i a_{i+1} \dots a_n \\- \\B_p = b_1 b_2 \dots b_i b_{i+1} \dots b_n \\\hline A_p - B_p = d_1 d_2 \dots d_i d_{i+1} \dots d_n\end{array}$$

Умумий ҳолда ҳар бир d_i хона айирмаси коди $a_i - b_i - 1$ айириш натижасида олинади (1 катта хонадан кичик хонага олинган қарзга мос келади). Бу ерда иккита ҳолат рўй бериши мумкин:

1) $a_i - b_i - 1 = d_i \geq 0$, яъни айирма коди мусбат. Демак, катта хонада амалда фақат a_{i-1} ва b_{i-1} иштирок этади;

2) $a_i - b_i - 1 = d_i < 0$, бунда $d_i = p + a_i - b_i - 1 \geq 0$ ва катта хонадаги айирма коди $a_{i-1} - b_{i-1} - 1$ айириш натижасида ҳосил бўлади.

Айириш қўшиш амали каби иккили санок тизимида ниҳоятда содда бажарилади. Айириш жадвали қуйидагича:

$$\begin{aligned}0 - 0 &= 0 \\1 - 0 &= 1 \\1 - 1 &= 0 \\1\ 0 - 1 &= 1\end{aligned}$$

Охирги мисолда (0 - 1) айиришнинг бажарилишида катта хонадан қарз бирлигини олишга тўғри келади.

Кўпайтириш. Кўпайтириш амалини (бўлиш амалини ҳам) бажаришда мос санок тизимидаги кўпайтириш жадвалини билиш зарур. Иккили санок тизимидаги кўпайтириш жадвали энг содда ҳисобланади:

$$\begin{aligned}0 \times 0 &= 0 \\0 \times 1 &= 0 \\1 \times 0 &= 0 \\1 \times 1 &= 1\end{aligned}$$

Демак, кўпайтириш амалининг бажарилиши соддалашади. Ҳақиқатан, кўпайтирувчининг ҳар бир хонаси 0 ёки 1 қийматини олиши мумкин, яъни кўпайтириш учун, кўпайтирувчида нечта 1 бўлса, кўпайтувчи шунча марта мос хоналар сонига силжитилиб жамланиши зарур.

Бўлиш. Ҳар қандай санок тизимида бўлиш амали ўнли санок тизимидагидек бажарилади.

Иккили санок тизимида ҳам n -хонали сонларни бир-бирига бўлиш амали соддалашади. Кўпайтириш амалига асосланган бўлишда бўлувчини n ёки $n+1$ хонали бўлинувчи билан таққослашдек қийинроқ босқични айириш амали билан алмаштириш мумкин. Ҳақиқатан, иккили санок тизимида қолдик рақами фақат 1 ёки 0 қийматини олиши мумкин, бунда «1» га манфий бўлмаган айирма (бўлинувчи бўлувчига тенг ёки ундан катта) ва «0» га манфий айирма (бўлинувчи бўлувчидан кичик) тўғри келади

Сонларни ифодалаш усуллари

ЭХМ ларда сонлар ва сонли бўлмаган Ахборот иккили хоналар мажмуаси сифатида ифодаланади. Бунда иккили хоналар сони маълумотлар форматини белгилайди. Маълумотлар формати ЭХМ конструкциясига боғлиқ бўлиб, ўзгармас ёки ўзгарувчи бўлиши мумкин.

Кўпинча маълумотларнинг ўзгармас формати деганда, ЭХМ хона тўри тушунилади. ЭХМ учун қуйидаги Ахборот бирликлари жоиздир:

бит - битта икки хона;
байт - саккиз битдан ташкил топади;
ярим сўз - икки байтдан иборат (16 та икки хона);
сўз - тўрт байтдан иборат (32 та икки хона);
иккиланган сўз - саккиз байтдан иборат (64 та икки хона);
байтлар қатори - узунлиги байтга қаррали.

ЭХМда икки сонлар иккита шаклда ифодаланади: қўзғалмас вергулли (табiiй шакл) ва сурилувчи вергулли (нормал шакл). Бу усулларнинг моҳиятини (3.4) ифода орқали кўриш мумкин.

Қўзғалмас вергул (ёки сонларнинг табiiй шаклда ифодаланиши) $m=const$ қиймати билан характерланади. Бу ҳолда машинада ишланадиган барча сонлар учун вергул ҳолати ўзгармайди. $m=0$ да хона тўри ёки сон формати икки санок тизимида 3.1-расм «а»-дагидек кўринишга эга бўлади. Бу ерда n хона (2^{-1} дан то 2^{-n} гача) соннинг рақам қисмини ва бир хона ишорани ифодалайди. Яъни:

$$X = \pm \sum_{i=1}^n x_i \cdot 2^{-i} = \pm (x_1 \cdot 2^{-1} + x_2 \cdot 2^{-2} + \dots + x_n \cdot 2^{-n}).$$

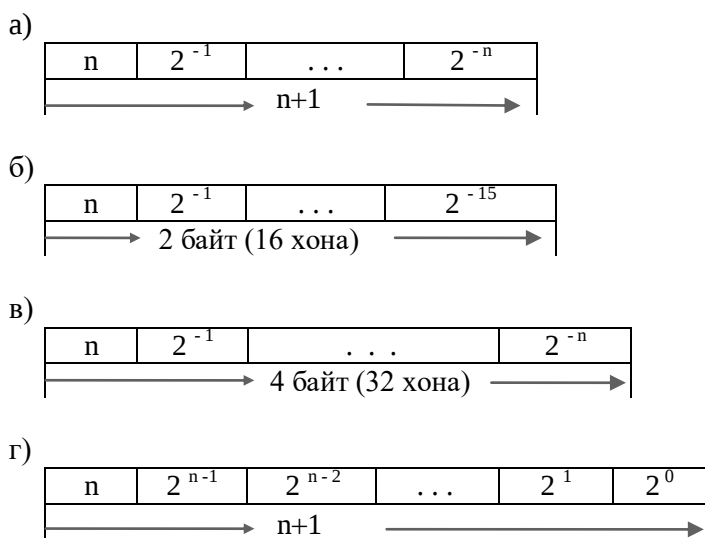
Бу ифодадан кўриниб турибдики, $|X|_{\max} = 0,11\dots 1 = 1 - 2^{-n}$, нолга тенг бўлмаган минимал соннинг модули эса

$$|X|_{\min} = 0,00\dots 01 = 2^{-n}.$$

Демак, $m=0$ да икки санок тизимидаги сонларнинг диапазони қуйидаги тенгсизлик орқали аниқланади:

$$0 \leq |X| \leq 1 - 2^{-n}.$$

3.1 - расм «б» ва «в» да мос ҳолда 2 ва 4 байтга қаррали сон форматлари кўринишлари келтирилган.



3.1 - расм. Қўзғалмас вергулли сонларнинг формати.

Қатор ЭХМ ларда қўзғалмас вергул $m=n$ қиймати билан характерланади. Бунда $n+1$ хонали (биттаси ишора хонаси) сон форматидаги хоналар салмоғи 3.1-расм «г»да келтирилган.

Бу ҳолда:

$$|X|_{\min} = 0,0\dots 01 = 2^0$$

$$|X|_{\max} = 0,1\dots 1 = 2^{n-1}$$

Юқорида кўрилган сон форматларида абсолют қийматлари бўйича бирдан кичик бўлган сонлар ифодаланиши мумкин. Бу эса машина арифметик қурилмасининг конструкциясини соддалаштиришга, ҳамда ускуна ҳажмини камайтиришга имкон беради. Сонларни бундай ифодалашдаги камчилик сифатида сонларнинг ифодаланиш диапазонининг кичиклиги ва

шунинг натижаси ўларок, ҳисоблаш программаларини тузишда масштабланишнинг амалга оширилиши заруриятини кўрсатиш лозим, чунки баъзи бир амалларни (масалан, жамлаш амалини) бажаришда машина хона тўрининг тўлиб тошиши рўй бериши мумкин.

Сонларнинг қўзғалмас вергулли ифодаланиши маълумотларни узатувчи тизимларда, технологик жараёнларни бошқаришда ва Ахборотнинг вақтнинг реал режимда ишланишида қўлланилувчи, ҳисоблаш имкониятлари унчалик катта бўлмаган машиналарда ишлатилади.

Сурилувчи вергул (баъзида сонларнинг нормал шаклда ифодаланиши деб аталади) $m \neq \text{const}$ қиймати билан характерланади. У ҳолда, (2.4) ифодадаги $\pm \sum_{i=1}^n x_i p^{-i} = \pm (x_1 p^{-1} + x_2 p^{-2} + \dots + x_n p^{-n})$ соннинг мантиссаси деб, p^m эса соннинг тартиби деб аталади. m -нинг қиймати мусбат ёки манфий бўлиши мумкин. Агар, $p^m \geq 1$ бўлса, $\pm p^m \sum_{i=1}^n x_i p^{-i}$ - бутун сон, агар $m \leq 0$ бўлса, бу сон каср сон, агар $p > p^m \geq 1$ бўлса, X_p сони ҳам бутун, ҳам каср қисмларига эга бўлади.

Соннинг сурилувчи вергулли ифодаланишини ўнли санок тизимидаги мисол орқали кўрсатиш мумкин. Масалан, 535,427 ва 0,00535427 сонлари сурилувчи вергулли кўринишда қуйидагича бўлади:

$$\begin{aligned} 535,427 &= 10^3 \cdot 0,535427 \\ 535,427 &= 10^4 \cdot 0,0535427 \\ 0,00535427 &= 10^{-2} \cdot 0,535427 \\ 0,00535427 &= 10^{-1} \cdot 0,0535427 \end{aligned}$$

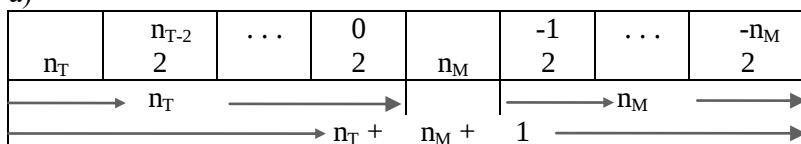
Сурилувчи вергулли сон мантиссасининг аниқлигини ошириш мақсадида нормаллаш қўлланилади. **Нормаллашган** деб ҳисобланувчи сонда унинг мантиссаси қуйидаги тенгсизликни қаноатлантириши лозим:

$$1 > \left| \sum_{i=1}^n x_i p^{-i} \right| \geq p^{-1}.$$

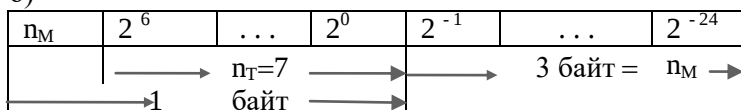
Бошқача айтганда, нормаллашган сонда $x_1 \neq 0$ бўлади.

Сурилувчи вергул учун сон формати иккили санок тизимида 3.2-расмдагидек кўринишга эга. Бунда p_M хона (2^{-1} дан 2^{-n_M} гача) сон мантиссасини ифодалашга ва p_T хона сон тартибини ифодалашга ишлатилади (p_T -тартиб ишорасига битта хона ишлатилса, тартиб кодини 2^0 дан 2^{n_T-2} гача салмоқли хоналар ташкил этади). Хона тўрида мантисса ишорасини кўрсатувчи хона кўзда тутилган.

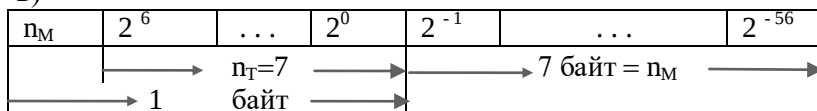
а)



б)



в)



3.2-расм. Сурилувчи вергулли сонларнинг формати.

Сурилувчи вергулли сонларнинг диапазонини баҳолайлик. Маълумки,

$$X_p = \pm 2^m \sum_{i=1}^{n_p} x_i \cdot 2^{-i} = \pm 2^m (x_1 \cdot 2^{-1} + x_2 \cdot 2^{-2} + \dots + x_{n_p} \cdot 2^{-n_p})$$

Бу ифодадан:

$$\left. \begin{aligned} |X|_{\max} &= 2^{m_{\max}} \cdot 0,1\dots 1 = 2^{m_{\max}} (1 - 2^{-n_p}), \\ |X|_{\min} &= 2^{m_{\min}} \cdot 0,10\dots 0 = 2^{m_{\min}} \cdot 2^{-1} \end{aligned} \right\}$$

Охирги тенглик нормаллашган сон учун кучга эга.

Бу тенгликларда $|m_{\max}| = 2^{n_T-1} - 1$

Демак, сонларнинг сурилувчи вергулли ифодаланишидаги диапазони қуйидагича ифодаланади:

$$2^{2^{n_T-1}} - 1 > |X_{p=2}| \geq 2^{-2^{n_T-1}}$$

ЭХМларда манфий сонларни ифодалашда **тўғри**, **тескари** ва **қўшимча** кодлардан фойдаланилади.

Манфий соннинг **тўғри коди** деб унинг ишора хонасига бир ёзилган табиий шаклдаги ёзуви тушунилади. Мусбат соннинг тўғри коди унинг табиий шаклдаги одатдаги ифодасига мос келади, чунки унинг ишора хонасига нул ёзилади.

Бутун соннинг тўғри кодини ҳосил қилиш учун қуйидаги ифодадан фойдаланилади:

$$[X]_{\text{оғз}} = \begin{cases} X & X \geq 0 \text{ булганда;} \\ 2^n - X & X \leq 0 \text{ булганд;} \end{cases} \quad (3.5)$$

бу ерда n - сон ифодасидаги хоналар сони.

Мисол. а) $X = +10110$ ва б) $X = -10110$ бутун сонларни тўғри кодда ёзиш лозим бўлсин;

Жавоб: а) $[X]_{\text{тўғри}} = 0,10110$; б) $[X]_{\text{тўғри}} = 1,10110$;

Тўғри касрнинг тўғри кодини ҳосил қилиш эса қуйидаги ифода ёрдамида бажарилади:

$$[X]_{\text{тўғри}} = \begin{cases} X & X \geq 0 \text{ булганда;} \\ 1 - X & X \leq 0 \text{ булганда.} \end{cases} \quad (3.6)$$

Мисол. Қуйидаги тўғри касрларни тўғри кодда ёзиш керак бўлсин:

а) $X = +0,1010$;

б) $X = -0,1010$;

Жавоб: а) $[X]_{\text{тўғри}} = 0,1010$; б) $[X]_{\text{оғз}} = 1,1010$;

Юқоридаги ифодалардан кўриниб турибдики, нол тўғри кодда иккита: мусбат 0,000... ва манфий 1,000... қийматга эга. Одатда ЭХМда мусбат нол ишлатилади. Лекин, ҳисоблаш жараёнида нолнинг манфий ифодаси пайдо бўлиши мумкин. Нолнинг иккала ифодаси тўла эквивалент ҳисобланади ва ҳар бирининг қўлланиши хатоликка олиб келмайди.

Тўғри код соддалиги туфайли ЭХМларда кенг қўлланилади. Бу кодда сонларни хотирада сақлаш, қўпайтириш ва бўлиш амалини бажариш қулай ҳисобланади.

Тўғри коднинг камчилиги сифатида сон ифодаларининг турли комбинацияларидаги жамлаш амалининг мураккаблигини кўрсатиш мумкин.

Турли ишораларга эга бўлган сонларни қўшиш ва айириш учун манфий сонларни ифодаловчи махсус кодлар - қўшимча ва тескари кодлардан фойдаланилади.

Қўшимча кодда X сони ва унинг ифодаси ўртасидаги боғлиқлик қуйидагича бўлади:

$$[X]_{\text{қўш}} = \begin{cases} X & X \geq 0 \text{ булганда;} \\ 2 + X & X \leq 0 \text{ булганда.} \end{cases} \quad (3.7)$$

Расман, манфий соннинг қўшимча кодига ўтиш қуйидагича амалга оширилади: ишора хонасига бир ёзилади, рақам хоналаридаги бирлар нолларга, ноллар эса бирларга алмаштирилади, кейин энг кичик хонага бир қўшилади.

Мусбат соннинг қўшимча коди унинг тўғри кодига мос келади.

Мисол. а) $X = +101101$; б) $X = -110011$ бутун сонларни ва

в) $X = +0,110011$; г) $X = -0,110011$ каср сонларни қўшимча кодда ифодалаш талаб қилинсин.

Жавоб:

- а) $[X]_{\text{кўш}}=0.101101$; б) $[X]_{\text{кўш}}=1.001101$;
в) $[X]_{\text{кўш}}=0,110011$; г) $[X]_{\text{кўш}}=1,001101$;

Тескари кодда X сони ва унинг ифодаси ўртасида қуйидагича боғлиқлик мавжуд:

$$[X]_{\text{теск}} = \begin{cases} X & X \geq 0 \text{ булганда;} \\ 2 + X - 2^{-n} & X \leq 0 \text{ булганда.} \end{cases} \quad (3.8)$$

Расман, манфий соннинг тескари кодига ўтиш қуйидагича амалга оширилади: ишора хонасига бир ёзилади, рақам хоналаридаги бирлар нолларга, ноллар эса бирларга алмаштирилади.

Мусбат соннинг тескари коди унинг тўғри кодига мос келади.

Мисол. а) $X=+101101$; б) $X=-11011$ бутун сонларни ва

в) $X=+0,110011$; г) $X=-0,11011$ каср сонларни тескари кодда ифодалаш талаб қилинсин:

Жавоб: а) $[X]_{\text{теск}}=0.101101$; б) $[X]_{\text{теск}}=1.001100$;

в) $[X]_{\text{теск}}=0,110011$; г) $[X]_{\text{теск}}=1,001100$;

Таянч иборалар

Санок тизимси, позицион санок тизимси, санок тизимсининг асоси, санок тизимнинг ёйма ёзуви,

Назорат саволлари

1. Позицион санок тизимидан позицион бўлмаган санок тизимининг фарқи.
2. Иккили санок тизимида асосий арифметик амалларнинг бажарилишини мисоллар орқали тушунтиринг.
3. Нима учун ҳисоблаш машиналарида иккили санок тизимидан фойдаланилади?
4. Ахборот бирликларини санаб ўтинг.
5. Тўғри кодда X сони ва унинг ифодаси ўртасидаги боғлиқлик.
6. Қўшимча кодда X сони ва унинг ифодаси ўртасидаги боғлиқлик.
7. Тескари кодда X сони ва унинг ифодаси ўртасидаги боғлиқлик.
8. Қўшилувчиларнинг ишораларига боғлиқ холда рўй бериши мумкин бўлган холларни санаб ўтинг.

Адабиёт.

1. Ғаниев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002.

2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001.

4-маъруза
Қўзғалмас вергулли сонлар устида арифметик
амалларининг бажарилиши

Режа:

1. Қўзғалмас вергулли сонлар устида қўшиш ва айриш амалларининг бажарилиши.
2. Қўзғалмас вергулли сонлар устида кўпайтириш ва бўлиш амалларининг бажарилиши.
3. Кўпайтириш амалини тезлаштириш.

Бу икки амални алгебраик жамлаш амали деб кўриш мумкин, чунки айириш ишораси ўзгарган айрилувчини қўшиш демакдир. Қўзғалмас вергулли сонларни алгебраик қўшиш ҳисоблаш машинасида қуйидаги машина кодларидан бирида амалга оширилиши мумкин: тўғри, тескари, қўшимча ва уларнинг модификацияланган кўриниши. Табиийки, йиғинди ҳам шу кодларнинг бирида ҳосил бўлади. Кўпинча тескари ёки қўшимча кодлар ишлатилади. Бунда операндларнинг барча хоналари (ишора ва рақам хоналари) қўшиш амалида иштирок этади. Йиғинди ишораси операндлар ишора рақамларини ҳамда қўшни кичик хонадан кўчириш қиймати рақамини жамлаш жараёнида автоматик тарзда ҳосил қилинади. Йиғинди ишора хонасидан кўчириш қийматининг бирлик рақами пайдо бўлса уни йиғинди кичик хонасига қўшиш (тескари кодда қўшганда) ёки ташлаб юбориш (қўшимча кодда қўшганда) лозим.

Кўп хонали сонларни алгебраик жамлаш одатда n - та бир хил хоналар бўйича қўшиш-айриш амаллардан ташкил топган мунтазам жараён сифатида амалга оширилади (бу ерда n -хар бир операнддаги хоналар сони). Қўшилувчиларнинг ишораларига боғлиқ қуйидаги тўртта ҳол рўй бериши мумкин:

- 1) $X_1 > 0$, $X_2 > 0$, $X_3 = X_1 + X_2 > 0$;
- 2) $X_1 > 0$, $X_2 < 0$, $X_3 = X_1 + X_2 > 0$;
- 3) $X_1 > 0$, $X_2 < 0$, $X_3 = X_1 + X_2 < 0$;
- 4) $X_1 < 0$, $X_2 < 0$, $X_3 = X_1 + X_2 < 0$.

Тескари кодда қўшиш

Бу ҳолларни мисоллар ёрдамида батафсил кўриб чиқамиз.

- 1) $X_1 > 0$, $X_2 > 0$, $X_3 = X_1 + X_2 > 0$;

Бу ҳолда тескари кодга ўтказиш, амал бажарилиши хусусиятига таъсир этмайди, чунки

$$[X_1 > 0]_{\text{теск}} + [X_2 > 0]_{\text{теск}} = X_1 + X_2$$

- 2) $X_1 > 0$, $X_2 < 0$, $X_3 = X_1 + X_2 > 0$;

Бу ҳолда, тескари кодда X сони ва унинг ифодаси ўртасидаги боғлиқликка асосан қуйидагини ёзиш мумкин :

$$[X_1]_{\text{теск}} + [X_2]_{\text{теск}} = X_1 + 2 + X_2 - 2^n$$

Бу натижани дастлабки натижа деб атайлик. Ҳақиқатан ҳам, шартга биноан натижа $X_1 + X_2$ га тенг бўлиши лозим. Дастлабки натижадан якуний натижага ўтиш учун дастлабки натижага тузатиш киритиш лозим, яъни дастлабки натижадан 2 ни айириб, унга 2^n ни қўшиш лозим.

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}} = 0,11011$; $[X_2]_{\text{тўғ}} = 1,10011$

$$\begin{array}{rcl} [X_1]_{\text{теск}} & = & 0,11011 \\ + [X_2]_{\text{теск}} & = & 1,01100 \\ \hline & 10,00111 & \text{- дастлабки натижа} \\ - \underline{10, \quad +1} & & \text{- тузатиш} \\ [X_3]_{\text{теск}} & = & 0,01000 \quad \text{- якуний натижа} \end{array}$$

Тузатишни бажариш, юқорида айтиб ўтилганидек, тескари кодда қўшилганда йиғинди ишора хонасидан кўчириш қийматининг бирлик рақами пайдо бўлса уни йиғинди кичик хонасига қўшиш лозимлигига мос келади.

- 3) $X_1 > 0$, $X_2 < 0$, $X_1 + X_2 < 0$

Бу ҳолда $[X_1]_{\text{теск}} + [X_2]_{\text{теск}} = X_1 + 2 + X_2 - 2^{-n}$.

Бу натижа якуний натижага мос келади, чунки шартга биноан $X_1 + X_2 < 0$ ва $[X_1 + X_2 < 0]_{\text{теск}} = 2 + X_1 + X_2 - 2^{-n}$

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}} = 0,10011; [X_2]_{\text{тўғ}} = 1,11011$

$$\begin{array}{r} [X_1]_{\text{теск}} = 0,10011 \\ + [X_2]_{\text{теск}} = 1,00100 \\ \hline [X_3]_{\text{теск}} = 1,10111 = [X_1 + X_2 < 0]_{\text{теск}} \end{array}$$

$[1, 10111]_{\text{теск}} = 1,01000$ ўзгартириш орқали натижанинг тўғри кодини оламиз.

Ишоралари турли бўлган сонларни қўшганда $X_1 + X_2 = 0$ натижа ҳосил бўлиши мумкин. Бунда дастлабки сонларнинг тескари кодларини жамлаш усули ўзгармайди, натижа эса 1,1...1 кўринишда ҳосил бўлади.

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}} = 0,10111; [X_2]_{\text{тўғ}} = 1,10111$

$$\begin{array}{r} [X_1]_{\text{теск}} = 0,10111 \\ + [X_2]_{\text{теск}} = 1,01000 \\ \hline [X_3]_{\text{теск}} = 1,11111 = [X_1 + X_2]_{\text{теск}} \end{array}$$

Натижа манфий нолнинг тескари кодини беради. Ҳақиқатан ҳам, $[-0,0 \dots 0]_{\text{теск}} = 1,1\dots 1$.

4) $X_1 < 0, X_2 < 0, |X_1 + X_2| < 0$.

Жамлаш натижаси $[X_1]_{\text{теск}} + [X_2]_{\text{теск}} = 2 + X_1 - 2^{-n} + 2 + X_2 - 2^{-n}$ дастлабки натижани беради. Якуний натижа эса $|X_1 + X_2| < 0$ $_{\text{теск}} = 2 + X_1 + X_2 - 2^{-n}$. Демак, якуний натижа дастлабки натижадан $2 - 2^{-n}$ га фарқ қилади:

Бу 2-ҳолдаги каби дастлабки натижага тузатиш киритиш лозимлигини кўрсатади.

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}} = 1,01011, [X_2]_{\text{тўғ}} = 1,01111$.

$$\begin{array}{r} [X_1]_{\text{теск}} = 1,10100 \\ + [X_2]_{\text{теск}} = 1,10000 \\ \hline 11,00100 \quad - \text{ дастлабки натижа} \\ \quad \quad \quad - 10 \quad + 1 \quad - \text{ тузатиш} \\ \hline [X_3]_{\text{теск}} = 1,00101 = [X_1 + X_2 < 0]_{\text{теск}} \text{ - якуний натижа} \end{array}$$

Натижанинг тўғри коди $[1,00101]_{\text{теск}} = 1,11010$

Қўшимча кодда қўшиш

- 1) $X_1 > 0, X_2 > 0, X_1 + X_2 > 0$. Бу ҳолда тескари кодда қўшилганидек, жамлаш қўшиш амали бажарилиши хусусиятига таъсир этмайди.
- 2) $X_1 > 0, X_2 < 0, X_1 + X_2 > 0$. Бу ҳолда қўшимча кодда X сони ва унинг ифодаси ўртасидаги боғланишга асосан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$[X_1]_{\text{қўш}} + [X_2]_{\text{қўш}} = X_1 + 2 + X_2.$$

Олинган натижа якуний натижадан 2 га фарқ қилади. Демак, тузатиш киритиш зарур, яъни натижани 2^1 салмоқли 1 га камайтириш лозим.

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}} = 0,10011, [X_2]_{\text{тўғ}} = 1,00011$.

$$\begin{array}{r} [X_1]_{\text{қўш}} = 0,10011 \\ + [X_2]_{\text{қўш}} = 1,11101 \\ \hline 10,10000 \quad - \text{ дастлабки натижа} \\ \quad \quad \quad - 10, \quad - \text{ тузатиш} \\ \hline [X_3]_{\text{қўш}} = 0,10000 \quad - \text{ якуний натижа} \end{array}$$

$[X_1]_{\text{кўш}} + [X_2]_{\text{кўш}} = 0$ бўлган ҳол қўшимча кодда қўшиш амали хусусиятига таъсир этмайди.

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}} = 0,11001$, $[X_2]_{\text{тўғ}} = 1,11001$.

$$[X_1]_{\text{кўш}} = 0,11001$$

$$+ [X_2]_{\text{кўш}} = 1,00111$$

$$[X_2]_{\text{кўш}} = 0,00000$$

3) $X_1 > 0$, $X_2 < 0$, $X_1 + X_2 < 0$. Бу ерда $[X_1]_{\text{кўш}} + [X_2]_{\text{кўш}} = X_1 + 2 + X_2$ тескари кодда кўрганимиздек, тузатишсиз якуний натижа ҳисобланади.

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}} = 0,10011$, $[X_2]_{\text{тўғ}} = 1,11011$

$$[X_1]_{\text{кўш}} = 0,10011$$

$$+ [X_2]_{\text{кўш}} = 1,00101$$

$$[X_2]_{\text{кўш}} = 1,11000 = [X_1 + X_2 < 0]_{\text{кўш}}$$

натижанинг тўғри коди 1,01000 га тенг.

4) $X_1 < 0$, $X_2 < 0$, $X_1 + X_2 < 0$. Бу ерда $[X_1]_{\text{кўш}} + [X_2]_{\text{кўш}} = 2 + X_1 + 2 + X_2$ натижа дастлабки натижани беради. Дастлабки натижа якуний $[X_1 + X_2 < 0]_{\text{кўш}} = 2 + X_1 + X_2$ натижадан 2 га фарқ қилади. Демак, бу ерда 2-ҳолдагидек тузатиш киритиш лозим.

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}} = 1,01011$, $[X_2]_{\text{тўғ}} = 1,01111$.

$$[X_1]_{\text{кўш}} = 0,10101$$

$$+ [X_2]_{\text{кўш}} = 1,10001$$

$$11,00110$$

- дастлабки натижа

$$- 10$$

- тузатиш

$$[X_2]_{\text{кўш}} = 1,00110 = [X_1 + X_2 < 0]_{\text{кўш}} \text{ - якуний натижа}$$

Натижанинг тўғри коди 1,11010 га тенг.

Тескари ва қўшимча кодларда қўшиш амалларининг умумий камчилиги сифатида уларнинг хоналар тўрининг тўлиб тошишини қайд этишга имкон бермаслигини кўрсатиш мумкин:

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}} = 1,11011$, $[X_2]_{\text{тўғ}} = 1,10101$.

$$[X_1]_{\text{кўш}} = 1,00101$$

$$+ [X_2]_{\text{кўш}} = 1,01011$$

$$[X_2]_{\text{кўш}} = 10,10000$$

Тузатишдан сўнг 0,10000 ни оламиз, яъни иккита манфий сонни қўшиш натижаси мусбат сонни берди. Бу, албатта, нотўғри.

Бу камчиликни модификацияланган тескари ва қўшимча кодлардан фойдаланиб бартараф этиш мумкин.

Қўзғалмас вергулли сонлар устида кўпайтириш амалининг бажарилиши

Қўзғалмас вергулли сонлар устида кўпайтириш иккита босқичда амалга оширилади. Биринчи босқичда операндлар ишора хоналари рақамларини иккинчи модули бўйича қўшиш орқали кўпайтманинг ишораси аниқланади. Иккинчи босқичда операндлар модуллари бири-бирига кўпайтирилиб, зарурият туғилганда олинган кўпайтма модули яхлитланади.

Икки сон модулларининг кўпайтмаси $[X_3] = [X_1] \cdot [X_2]$ аскарият ҳолда қисмий кўпайтмалар йиғиндиси сифатида ҳисобланади:

$$[X_3] = \sum_{i=1}^n |X_1|_{x_{2i}} \cdot 2^{-i},$$

бу ерда $|X_1|_{x_{2i}} \cdot 2^{-i}$ - кўпайтирувчининг i -хонаси

Машинада кўпайтиришнинг асосий тўртта усули мавжуд.

1-усулда (4.1-расм «а») кўпайтириш кўпайтирувчининг кичик хонасидан бошланади. Кўпайтирувчининг навбатдаги рақами кўпайтирувчининг ўнг тарафга бир хонага силжитиш йўли билан олинади. Кўпайтирувчининг ҳар бир хонасига кўпайтиришдан сўнг қисмий кўпайтмалар йиғиндисининг ўнг тарафга бир хонага силжитилади. Кўпаювчининг ҳолати ўзгармайди.

Кўпайтирувчи хоналарини ўнг тарафга силжитишлар натижасида у сақланувчи регистрининг катта хоналари бушайди. Бу хоналар кўпайтириш амали бажарилиши жараёнида қисмий кўпайтмалар жамлагичининг кичик хонасидан узатиловчи кўпайтманинги кичик хоналарини сақлашга ишлатилиши мумкин. Бунинг учун қисмий кўпайтма жамлагичининг кичик хонаси кўпайтирувчи регистрининг катта хонасига уланади. Кўпайтириш амали тугагандан сўнг кўпайтманинги катта хоналари қисмий кўпайтмалар жамлагичида, кичик хоналари кўпайтирувчи регистрида сақланади.

Бу усулда кўпаювчи ва кўпайтирувчи регистрлари ҳамда қисмий кўпайтмалар жамлагичи операндлар хоналигига тенг бўлган бир хил узунликка эга.

2-усулда (4.1-расм «б») кўпайтириш кўпайтирувчининг кичик хонасидан бошланади. Кўпайтирувчининг навбатдаги рақами кўпайтирувчини ўнг тарафга бир хонага силжитиш йўли билан олинади. Кўпайтирувчининг ҳар бир хонасига кўпайтиришдан сўнг кўпаювчи чап тарафга бир хонага силжитилади. Қисмий кўпайтмалар йиғиндисининг ҳолати ўзгармайди.

Ушбу усулда кўпаювчи регистри ва қисмий кўпайтмалар жамлагичи операндлар хоналигига нисбатан иккиланган узунликка эга бўлиши шарт, яъни ускуна ҳаражатлари ортади.

3-усулда (4.1-расм «в») кўпайтириш кўпайтирувчининг катта хонасидан бошланади. Кўпайтирувчининг навбатдаги рақами кўпайтирувчини чап тарафга бир хонага силжитиш йўли билан олинади. Кўпайтирувчининг ҳар бир хонасига кўпайтиришдан сўнг қисмий кўпайтмалар йиғиндисининг чап тарафга бир хонага силжитилади. Кўпаювчининг ҳолати ўзгармайди.

Бу усулда кўпайтирувчи хоналарини чап тарафга силжитиш натижасида бўшаган хоналарида кўпайтириш амали бажарилиши жараёнида қисмий кўпайтмалар жамлагичининг катта хонасидан узатиловчи кўпайтманинги катта хоналарини сақлаш мумкин. Бунинг учун қисмий кўпайтма жамлагичининг катта хонаси кўпайтирувчи регистрининг кичик хонасига уланади. Кўпайтириш амали тугагандан сўнг кўпайтманинги катта хоналари кўпайтирувчи регистрида, кичик хоналари қисмий кўпайтма жамлагичида сақланади. Демак, бу усулда ҳам биринчи усулдагидек кўпаювчи ва кўпайтирувчи регистрлари ҳамда қисмий кўпайтмалар жамлагичи операндлар хоналигига тенг бўлган бир хил узунликка эга.

4-усулда (4.1-расм «г») кўпайтириш кўпайтирувчининг катта хонасидан бошланади. Кўпайтирувчининг навбатдаги рақами кўпайтирувчини чап тарафга бир хонага силжитиш йўли билан олинади. Кўпайтирувчининг ҳар бир хонасига кўпайтиришдан сўнг кўпаювчи ўнг тарафга бир хонага силжитилади. Қисмий кўпайтмалар йиғиндисининг ҳолати ўзгармайди.

Ушбу усулда кўпаювчи регистри ва қисмий кўпайтмалар жамлагичи иккиланган узунликка эга бўлишлари шарт. Бу усул ҳам қўшимча ускуна ҳаражатларини талаб қилади.

Юқорида келтирилган усуллардан 1- ва 3- усуллар кенг ишлатилиши сабабли уларни мисоллар ёрдамида кўриб чиқамиз:

Мисол. $[X_1]_{\text{тўғ}}=0,10101$, $[X_2]_{\text{тўғ}}=1,11011$ сонларни кўпайтириш талаб қилинсин.

Ечили. 1- босқич - кўпайтманинги ишораси аниқланади:

$$0 \oplus 1 = 1$$

2 - босқич - операнд модуллари бир - бирига кўпайтирилади

1-усул

0, 1 0 1 0 1	-кўпаювчи
x	
0, 1 1 0 1 1	-кўпайтирувчи
1 0 1 0 1	-қисмий кўпайтмалар
1 0 1 0 1	
0 0 0 0 0	
1 0 1 0 1	
1 0 1 0 1	-кўпайтма
0, 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1	

3-усул

0, 1 0 1 0 1	-кўпаювчи
x	
0, 1 1 0 1 1	-кўпайтирувчи
1 0 1 0 1	-қисмий кўпайтмалар
1 0 1 0 1	
0 0 0 0 0	
1 0 1 0 1	
1 0 1 0 1	-кўпайтма
0, 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1	

Биринчи босқичда аниқланган кўпайтманинг ишораси ҳисобга олинади ва натижа яхлитланади.

Жавоб: $[X_3]_{\text{туғ}} = 1,1000110111 \approx 1,10010$

Юқорида келтирилган усулларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, кўпайтириш жараёнининг давомийлиги барча усулларда қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$T_{\text{кўп}} = n \tau_{\text{к}}$$

бу ерда: n - операндлардаги рақамлар сони;

$\tau_{\text{к}}$ - кўпайтириш қадамининг давомийлиги.

Кўпайтириш қадами умумий ҳолда иккита: $\tau_{\text{кўш}}$ ва $\tau_{\text{силж}}$ давомийликларга эга бўлган қўшиш ва силжитиш микроамалларидан иборат. Аммо турли усулларда кўпайтириш қадамининг давомийлиги турлича. 2- ва 4-усулларда (4.1- расм «б» ва «г»га қаралсин) силжитиш ва қисмий кўпайтмаларини қўшиш тактларини бир вақтда бажариш мумкин, яъни $\tau_{\text{к}(2,4)} = \tau_{\text{кўш}}$. Ҳақиқатан, тўпланаётган йиғиндига навбатдаги қисмий кўпайтмани қўшиш учун кўпаювчидаги рақамлар жамлагичга узатилади ва жамлагичда янги йиғиндининг рақамлари шаклланади. Кейинги қисмий йиғиндини шакллантириш (силжитиш) эса бу рақамларни кўпаювчи регистрининг қўшни катта хоналарига узатишдан иборатдир. Демак, бу икки жараёни бирлаштириш имконияти мавжуд. Машинада доимо $\tau_{\text{кўш}} > \tau_{\text{силж}}$ бўлишини ҳисобга олган ҳолда қуйидагини ёзишимиз мумкин:

$$T_{\text{кўп}(2,4)} = n \cdot \tau_{\text{кўш}}$$

1- ва 3- усулларда (4.1- расм «а», «в»га қаралсин) жамлагичда бир вақтда қўшиш ва силжитиш жараёнларини бажариб бўлмайди. Шунинг учун, бу усулларда қадам давомийлиги $\tau_{\text{к}} = \tau_{\text{кўш}} + \tau_{\text{силж}}$ ва $T_{\text{кўп}(1,3)} = n(\tau_{\text{кўш}} + \tau_{\text{силж}})$.

2- ва 4- усулларда 1- ва 3-усулларга нисбатан тезкорлик бўйича афзалликларини қуйидаги муносабат орқали аниқлашимиз мумкин:

$$E_{\text{тезк}} = \frac{\tau_{\text{к}(1,3)} - \tau_{\text{к}(2,4)}}{\tau_{\text{к}(1,3)}} 100\% = \frac{\Delta \tau_{\text{к}}}{\tau_{\text{к}(1,3)}} 100\%;$$

Агар $\tau_{\text{кўш}} = 4\tau_{\text{силж}}$ деб қабул қилсак, қуйидагини оламир:

$$E_{\text{тезк}} = \frac{\tau_{\text{кўш}} + \tau_{\text{силж}} - \tau_{\text{кўш}}}{\tau_{\text{кўш}} + \tau_{\text{силж}}} 100\% = \frac{\tau_{\text{силж}}}{5\tau_{\text{силж}}} 100\% = 20\%;$$

Кўпайтиришнинг юқорида келтирилган ҳар бир усули учун ускуна харажатларини 4.1-расмда келтирилган структура схемалари ёрдамида тақрибан ҳисоблаш мумкин.

2- ва 4- усулларда $5n$, 1- ва 3- усулларда эса $4n$ хотирловчи элементлар ишлатилади. Агарда, 1- ва 3- усулларда жамлагич хоналилиги n -гача камайтирилса, кўпайтманинг қолган хоналари кўпайтирувчи регистрининг бўшаган хоналарига ўтказилса (2.3-расм «а» ва «в» даги пунктир стрелкаларга эътибор берилсин), хотирловчи элементлар сони $3n$ га келтирилади.

1- ва 3-усулларнинг 2- ва 4-усулларига нисбатан ускуна харажатлари бўйича афзалликларини қуйидаги муносабат орқали аниқлашимиз мумкин:

$$E_{\text{уск}} = \frac{n_{(2,4)} - n_{(1,3)}}{n_{(2,4)}} 100\% = \frac{2}{5} 100\% = 40\%$$

бу ерда $n_{(1,3)}$ ва $n_{(2,4)}$ - йўл $\square$ ёёа 1- аа 3- ҳада 2- аа 4- оёоёёадаа ёёёадоёёоа÷ё оёёоаа ёёқдори.

Демак, машина лойиҳалашда асосий эътибор тезкорликка қаратилса, кўпайтирувчи қурилмани 2- ёки 4-усуллар асосида қуриш лозим. Оддий, тежамли ва нархи қиммат бўлмаган машина лойиҳалашда кўпайтирувчи қурилмаларини 1- ёки 3-усуллардан фойдаланиб қуриш мақсадга мувофиқ саналади.

Аксарият ҳолларда сонлар машина хотирасида қўшимча кодда сақланади. Бу эса қўшиш амали бажарилганда манфий қўшилувчилар ва йиғинди кодларини ўзгартириш заруриятининг йуқолишига олиб келади. Табиийки, кўпайтириш амалини ҳам қўшимча кодда бажариш қулай ҳисобланади.

Кўпайтманинг ишораси, операндлар қандай кодланганлигидан қатъий назар, улар ишора рақамларини иккиннинг модули бўйича қўшиш орқали аниқланади. Мусбат операнднинг қўшимча коди шу соннинг ўзини беришини, яъни $[X_1]_{\text{қўш}} = X_1$ ҳамда манфий операнд қўшимча кодининг қийматли рақамлари $|[X_1]_{\text{қўш}}| = 1 - |X_1|$ катталикни ташкил этишлигини юқорида кўрган эдик.

Кўпайтириш амали бажарилишида содир бўлиши мумкин бўлган ҳолларни таҳлил этамиз.

- 1) $X_1 > 0, X_2 > 0$. Бу ҳолда $[X > 0]_{\text{қўш}} = X$ аёёёааёёёёё пёаааёёёёё оёпёааёёё ёадоёёаёёёёё ҳақиқий қиймати бирданига қўшимча кодда олинади ва тузатиш киритиш талаб этилмайди.
- 2) $X_1 > 0, X_2 < 0$. Бу ҳолда кодларнинг (сохта) модулларини бир-бирига кўпайтиришдан сўнг қуйидаги натижа олинади:

$$|[X_1]_{\text{қўш}}| \cdot |[X_2]_{\text{қўш}}| = |X_1| (1 - |X_2|) = |X_1| - |X_1| \cdot |X_2|.$$

Бу натижа ҳақиқий кўпайтма $|X_1 X_2| < 0$ $|X_1 X_2|_{\text{қўш}} = 1 - X_1 X_2$ дан айтарлича фарқланиши сабабли, у сохта кўпайтма деб юритилади. Ҳақиқий кўпайтмани ҳосил қилиш учун тузатиш киритиш лозим, яъни 1 ни қўшиб $|X_1|$ ни айириш лозим.

Қўзғалмас вергулли сонлар устида бўлиш амалининг бажарилиши

Қўзғалмас вергулли сонлар устида бўлиш амали кўпайтириш амалидагидек, тўғри кодда энг осон бажарилади. Аммо кўпайтириш амалидан фарқли ўлароқ, бўлиш амали бажарилганда хона тўрининг тўлиб-тошиши содир бўлиши мумкин. Шунинг учун, бўлиш амали мавжуд бўлган масалаларда бўлинувчининг бўлувчидан абсолют қиймати бўйича кичик бўлиши доимо таъминланиши зарур.

Иккили санок тизимсида бўлиш жараёнининг ўзига хос хусусияти шундан иборатки, бўлувчининг тизимнинг ихтиёрий рақамига (0 ёки 1 га) кўпайтмаси бўлувчининг ўзига ёки 0 га тенг. Машинада айириш қўшиш билан алмаштирилиши сабабли иккили санок тизимсида бўлиш (кўпайтириш каби) иккита микроамал - қўшиш ва силжитишга келтирилади. Демак, умумий ҳолда машинада алоҳида бўлиш қурилмаси ўрнига жамлагич ва силжитувчига эга бўлиш кифоя.

Бўлиш амали икки босқичда бажарилади: 1-босқичда бўлинувчи ва бўлувчи ишора хоналари рақамларини иккиннинг модули бўйича қўшиш орқали бўлинма ишораси аниқланади. 2-босқичда дастлабки сонларнинг модуллари бир-бирига бўлинади ва бўлинма яхлитланади. Кўпинча бўлиш амали иккита усул бўйича бажарилади: қолдиқни тиклаш билан бўлиш ва қолдиқни тикламасдан бўлиш.

Қолдиқни тиклаш билан бўлиш қуйидагича амалга оширилади. Аввал бўлинувчи модулдан (уни кейинги мулоҳазаларнинг умумийлигини таъминлаш мақсадида **дастлабки қолдиқ** R_0 деб юритамиз) бўлувчининг модули айирилади, натижада биринчи қолдиқ R_1 олинади. Биринчи қолдиқнинг нолдан катта ёки нолга тенг бўлиши натижанинг абсолют

қиймати бўйича бирдан катта ёки бирга тенглигини билдиради; бўлиш амали тўхтатилади ва хона тўрининг тўлиб-тошиши шаклланади. Агар биринчи қолдиқ R_1 нолдан кичик бўлса, бўлинманинг катта хонаси (бутун қисми) нолга тенг бўлади ва бўлинманинг вергулдан кейинги рақамларини аниқлаш жараёни бошланади. Бўлинманинг вергулдан кейинги биринчи рақамини олиш учун биринчи қолдиқни бўлувчига қўшиш йўли билан дастлабки қолдиқ R_0 тикланади ва тикланган қолдиқ чап тарафга бир хонага силжитилади (яъни иккиланади) ва ундан бўлувчининг модули айирилади. Натижада иккинчи қолдиқ R_2 олинади. Бу қолдиқ нолдан катта ёки нолга тенг бўлса бўлинманинг вергулдан кейинги биринчи рақами бирга тенг бўлади, агар нолдан кичик бўлса - нолга тенг бўлади.

Бўлинманинг вергулдан кейинги иккинчи рақамини олиш учун иккинчи қолдиқ R_2 таҳлил этилади. Иккинчи қолдиқ нолдан катта ёки нолга тенг бўлса, у чап тарафга бир хонага силжитилади ва ундан бўлувчининг модули айирилади. Натижада учинчи қолдиқ R_3 олинади. Агар иккинчи қолдиқ нолдан кичик бўлса аввал олдинги мусбат (силжитилган) қолдиқ тикланади. Бунинг учун иккинчи қолдиққа бўлувчининг модули қўшилади. Сўнгра тикланган қолдиқ чап тарафга бир хонага силжитилади ва ундан бўлувчининг модули айирилади. Натижада учинчи қолдиқ R_3 олинади. Учинчи қолдиқ R_3 нолдан катта ёки нолга тенг бўлса бўлинманинг вергулдан кейинги иккинчи рақами бирга тенг бўлади, агар нолдан кичик бўлса - нолга тенг бўлади.

Шу тариқа бўлинманинг вергулдан кейинги $3, 4, \dots, (n+1)$ хоналари аниқланади. Умумий ҳолда бўлинма рақамларини аниқлаш қуйидаги қоида бўйича бажарилади: бўлинманинг k -хонасини аниқлаш учун R_k қолдиқ таҳлил этилади. Агар R_k қолдиқ нолдан катта ёки нолга тенг бўлса, у чап тарафга бир хонага силжитилади ва ундан бўлувчининг модули айирилади. Натижада R_{k+1} қолдиқ ҳосил бўлади, агар R_k нолдан кичик бўлса, аввал бу қолдиққа бўлинманинг модулини қўшиш орқали олдинги мусбат (силжитилган) қолдиқ тикланади. Сўнгра тикланган қолдиқ чап тарафга бир хонага силжитилади ва ундан бўлувчининг модули айирилади. Натижада R_{k+1} қолдиқ ҳосил бўлади. R_{k+1} қолдиқ нолга тенг ёки нолдан катта бўлса, бўлинманинг k -рақами бирга тенг, агар нолдан кичик бўлса - нолга тенг бўлади.

Мисол. $X_1 = +0.10110$ сонини $X_2 = -0.11011$ сонига қолдиқни тиклаш усули бўйича бўлиш талаб этилсин.

Ечиш. 1-босқич. Бўлинма ишораси аниқланади: $0 \oplus 1 = 1$.

2-босқич. Операндлар молуллари бир-бирига бўлинади (4.1–жадвалга қаралсин).

Қолдиқни тиклаш билан бўлиш усулининг камчилиги сифатида бўлишнинг ҳар бир қадамида бажариладиган амалларнинг бир хил эмаслигини кўрсатиш мумкин. Қолдиқни тиклаш зарурияти эса тиклаш қадамларида қўшимча қўшиш тактларининг бажарилишини тақозо этади ва, демак, умумий бўлиш вақти ошади ҳамда бўлиш амалининг бажарилишини таъминловчи бошқариш қурилмаси мураккаблашади.

Қолдиқни тикламасдан бўлиш қуйидагича амалга оширилади. Агар бўлиш жараёнининг бирор-бир қадамида қолдиқ нолдан кичик бўлса, олдинги қолдиқ тикланмайди; бўлинманинг навбатдаги рақамини олиш учун нолдан кичик қолдиқ чапга бир хонага силжитилади ва унга бўлувчининг модули қўшилади.

Умумий ҳолда, бўлинманинг вергулдан кейинги k -хонасини аниқлаш қуйидаги қоида бўйича бажарилади:

R_k қолдиқ нолдан кичик бўлса, у чап тарафга бир хонага силжитилади ва унга бўлинувчи модули қўшилади; агар R_k қолдиқ нолдан катта бўлса, у чап тарафга бир хонага силжитилади ва ундан бўлинувчи модули айирилади. Натижада R_{k+1} қолдиқ олинади ва бу қолдиқ бўйича бўлинманинг k -рақами аниқланади (охирги муолажа қолдиқни тиклаш билан бўлишдагидек амалга оширилади).

4.1–жадвал

Бўлинма модулининг рақамлари	Амаллар	Изоҳ	Қадам тартиб рақами
0.110100	0.10110	R_0 - дастлабки қолдиқ	0
↑↑↑↑↑↑↑↑	+		
	1.00101	$[-X_2]_{\text{кўш}}$ -операндларни таққослаш	
	1.11011	$R_1 < 0$. Бўлиш мумкин	
	+		
	1.11011	$ X_2 - R_0$ ни тиклаш	1
	0.10110	R_0	
	1.01100	R_0 ни силжитиш	
	+		
	1.00101	$[-X_2]_{\text{кўш}}$	
	0.10001	$R_2 > 0$	2
	1.00010	R_2 ни силжитиш	
	+		
	1.00101	$[-X_2]_{\text{кўш}}$	
	0.00111	$R_3 > 0$	
	0.01110	R_3 ни силжитиш	3
	+		
	1.00101	$[-X_2]_{\text{кўш}}$	
	1.10011	$R_4 < 0$	
	+		
	1.11011	$ X_2 - R_3$ ни тиклаш	4
	0.01110	Силжитилган R_3	
	0.11100	R_3 ни силжитиш	
	+		
	1.00101	$[-X_2]_{\text{кўш}}$	
	0.00001	$R_5 > 0$	5
	0.00010	R_5 ни силжитиш	
	1.00101	$[-X_2]_{\text{кўш}}$	
	1.00111	$R_6 < 0$	
	+		
	1.11011	$ X_2 - R_5$ ни тиклаш	6
	0.00010	Силжитилган R_5	
	0.00100	R_5 ни силжитиш	
	+		
	1.00101	$[-X_2]_{\text{кўш}}$	
	1.01001	$R_7 < 0$	

Жавоб: (яхлитлангандан сўнг) $X_3 = 1.11010$.

Мисол: $X_1 = +0,10110$ сонини $X_2 = -0,11011$ сонига қолдиқни тикламасдан бўлиш талаб этилсин.

Ечиш. 1-босқич. Бўлинма ишораси аниқланади: $0 \oplus 1 = 1$

2-босқич. Операндлар модуллари бир-бирига бўлинади (2.2–жадвалга қаралсин).

4.2–жадвал

Бўлинма модулининг рақамлари	Амаллар	Изоҳ	Қадам тартиб рақами
0.110100	0.10110	R_0 - дастлабки қолдиқ	
↑↑↑↑↑↑	+		0
	1.00101	$[-X_2]_{\text{қўш}}$ - операндларни таққослаш	
	1.11011	$R_1 < 0$. Бўлиш мумкин	
←	1.10110	R_1 ни силжитиш	1
	+		
	1.11011	$ X_2 $	
	0.10001	$R_2 > 0$	
←	1.00010	R_2 ни силжитиш	2
	+		
	1.00101	$[-X_2]_{\text{қўш}}$	
	0.00111	$R_3 > 0$	
←	0.01110	R_3 ни силжитиш	3
	+		
	1.00101	$[-X_2]_{\text{қўш}}$	
	1.10011	$R_4 < 0$	
←	1.00110	R_4 ни силжитиш	4
	+		
	1.11011	$ X_2 $	
	0.00001	$R_5 > 0$	
←	0.00010	R_5 ни силжитиш	5
	+		
	1.00101	$[-X_2]_{\text{қўш}}$	
	1.00111	$R_6 < 0$	
←	0.01110	R_6 ни силжитиш	6
	+		
	1.11011	$ X_2 $	
	1.01001	$R_7 < 0$	

Жавоб: (яхлитлангандан сўнг) $X_3 = 1.11010$

Мисоллардан кўриниб турибдики, қолдиқни тикламасдан бўлишнинг барча қадамидаги тактлар сони, яъни бажариладиган амаллар сони бир хил.

Қўшимча кодда ифодаланган сонларни бир-бирига бўлишда юқорида келтирилган усуллардан операндлар модуллигига ўтмасдан фойдаланиш мумкин.

Қолдиқни тикламасдан бўлиш усулидан фойдаланилганда бўлишнинг ҳар бир қадамида бўлинманинг навбатдаги рақамини аниқлаш учун қолдиқ ва бўлувчининг ишоралари қуйидаги қоидда бўйича таҳлил этилади:

- 1) қолдиқ ва бўлувчи ишоралари ҳар хил бўлса, бўлувчи бўлишда қандай кодда иштирок этаётган бўлса, шундай кодда қўшилади (агар бўлувчи мусбат бўлса - тўғри кодда, акс ҳолда - қўшимча кодда қўшилади); агар қолдиқ ва бўлувчи ишоралари бир хил бўлса бўлувчи бўлишда иштирок этаётган кодига нисбатан қўшимча бўлган кодда бўлинмага қўшилади;
- 2) агар бўлувчининг ва олинган қолдиқнинг ишоралари бир хил бўлса, бўлинма ишорасига бир, акс ҳолда - ноль ёзилади.

Кўпайтириш амалини тезлаштириш усуллари

Маълумки, кўпайтириш амали бажарилиши учун сарфланадиган вақт нуқтаи назаридан давомийлиги катта амаллардан бири ҳисобланади. Кўпайтириш амалининг тезлаштирилиши машинанинг умумий тезкорлигини ва демак, унумдорлигини ошишига олиб келиши табиий.

Тўғри кодда ифодаланган иккита сонни бир-бирига кўпайтириш учун сарфланадиган вақтни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$T_{\text{куп}} = \sum_{i=1}^n (\tau_{\text{силж}} + p_i \tau_{\text{куш}}),$$

бу ерда: $\tau_{\text{силж}}$ - сонни бир хонага силжитиш вақти; $\tau_{\text{куш}}$ - жамлагичда қўшиш вақти; p_i - кўпайтирувчи хонасида бирлик рақамининг пайдо бўлишлик эҳтимоли; n -кўпайтирувчининг хоналари сони.

Бу ифоданинг таҳлили шуни кўрсатадики, кўпайтириш амалини тезлаштиришда иккита йўл мавжуд: 1) операндларни силжитиш ва қўшишга сарф қилинадиган вақтни камайтириш; 2) ифодадаги қўшилувчилар сонини, яъни кўпайтирувчининг қийматли хоналар сонини камайтириш.

Кўпайтириш амалини тезлаштиришнинг барча мавжуд усуллари иккита катта гуруҳга ажратилади: мантикий усуллар ва аппарат усуллари.

Кўпайтириш амалини тезлаштиришнинг мантикий усулларида кўпайтирувчи қурилма арифметик занжирларининг асосий структураси (2.3-расмга қаралсин) ўзгармайди, тезлаштиришга эса фақат бошқариш схемаларининг мураккаблашиши эвазига эришилади.

Кўпайтириш амалини тезлаштиришнинг аппарат усуллари кўпайтирувчи қурилма арифметик занжирларига қўшимча ускуна киритилишини талаб қилади.

Кўпайтириш амалини тезлаштиришнинг мантикий усуллари.

1. Кўпайтирувчининг навбатдаги рақами ноль қийматига эга бўлганида **жамлаш тактларини ўтказиб юбориш.**

Бошқариш схемаларининг бироз мураккаблашиши жамлаш учун фақат керакли бўлганида вақт ажратилишини таъминлайди ва жамлаш тактлари сони ўртача икки марта қисқаради. Бошқача айтганда, кўпайтирувчининг ҳар бир хонасига жамлашнинг ўртача 0,5 такти тўғри келади.

2. **Кўпайтирувчи хоналарини гуруҳлаш.**

Бу усул кўпайтириш амали бажарилишининг бир қадами мобайнида кўпайтирувчининг бир неча хонасининг ишланишини таъминлайди. Бир вақтнинг ўзида таҳлил этиладиган кўпайтирувчи хоналарининг сони мантикий усулдаги тезлаштириш тартибини белгилайди. Шундай қилиб, тезлаштириш тартиби $1 \leq T \leq n$ ораликдаги катталиқка эга бўлади.

Кўпайтирувчининг кичик хоналаридан бошлаб иккита хонаси бўйича кўпайтириш усулини кўрайлик. Агар кўпайтирувчининг кичик жуфт хоналарида 00 комбинацияси бўлса, кўпайтиришнинг навбатдаги иккита қадамида на қўшиш, на айириш бажарилади; 01 комбинациясида кўпайтиришнинг навбатдаги иккита қадамининг биринчисиде жамлаш бажарилади; 10 комбинациясида кўпайтиришнинг навбатдаги иккита қадамининг иккинчисиде жамлаш бажарилади. Бу комбинацияларнинг барчасида кўпайтирувчи хоналарини гуруҳлаш усули самара бермайди. Ҳақиқатан ҳам, бу комбинацияларда жамлаш тактларининг сони кўпайтирувчи хоналари алоҳида кўрилиб, жамлаш амалини ўтказиб юбориш усулини қўллаганда қанча бўлса, шунча бўлади.

Асосий ютуқ 11 комбинацияси ҳисобига бўлади. Бу комбинацияда кўпайтиришнинг навбатдаги иккита қадамида иккита жамлашни бажариш ўрнига биринчи қадамида айириш бажарилади ва бир(1) кўпайтирувчининг кейинги жуфт хоналарига қўшиш учун эсда сақланади. Бошқача айтганда, ..11 комбинацияси (икки нуқта жуфт хоналар чегарасини билдиради) қуйидаги кўринишга келтирилади:

$$..11 = 1..00 - \dots 1$$

Демак, кўпайтирувчи шундай кўринишга келтириладики, унда 0,1 рақамлари билан бир қаторда -1 (буни $\bar{1}$ деб белгилаймиз) рақами ҳам жоиздир.

Кўпайтирувчидаги 0 рақами қўшиш ёки айиришнинг йўқлигини, 1 рақами қўшиш амалининг бажарилишини, $\bar{1}$ рақами айириш амалининг бажарилишини билдиради.

Мисол: Айтилик, кўпайтирувчи дастлаб қуйидаги кўринишда бўлсин:

$$0,101111100110011101$$

Кўпайтирувчини жуфт хоналари бўйича гуруҳлаш усулига биноан қуйидагини оламиз:

$$10\bar{1}000\bar{1}100110100\bar{1}01$$

Кўпайтирувчининг дастлабки кўринишида 12 та бир ўрнига ўзгартирилган кўпайтирувчида 9 та мусбат ва манфий бирларга эга бўлди, яъни кўпайтирувчидаги 12 та кийматли хона 9 тага келтирилди.

Ушбу усулнинг самарадорлиги хусусида сўз юритилганда таъкидлаш лозимки, кўпайтиришнинг жуфт қадамидаги кўшилувчилар рақамининг ихтиёрий комбинациясида битта қўшиш ёки битта айириш бажарилиши мумкин, ҳолос.

Жамлаш тактларининг ўртача сонини ҳисоблайлик. Кўпайтирувчининг биринчи жуфт хонаси учун 00, 01, 10 ва 11 комбинацияларининг ихтиёрий биттасининг пайдо бўлиш эҳтимоллиги $\frac{1}{4}$ га тенг. Ихтиёрий кейинги хоналар жуфти учун 01, 10, ва 11 комбинацияларнинг ҳар бирининг пайдо бўлиш эҳтимоллиги $\frac{1}{4}$ га тенг. 00 ва 1..00 комбинациялари учун эса уларнинг пайдо бўлиш эҳтимоллиги биргаликда $\frac{1}{4}$ ни ташкил қилади.

Ҳақиқатан, берилган жуфтликка бирни узатиш эҳтимоллигини p орқали белгиласак, 00 комбинациясининг эҳтимоллиги $(1-p) \cdot \frac{1}{4}$ га, 1.00 комбинациясининг эҳтимоллиги $p \cdot \frac{1}{4}$ га тенг бўлади ва иккаласининг йиғиндиси $(1-p) \cdot \frac{1}{4} + p \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$ бўлади.

Ихтиёрий бошқа комбинациянинг, масалан, 01 нинг пайдо бўлиш эҳтимоллиги $(1-p) \cdot \frac{1}{4} + p \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$ бўлади.

01, 10 ва 11 комбинацияларида кўпайтиришнинг жуфт қадамида битта жамлаш ёки битта айириш такти талаб қилиниши, 00 ва 1..00 комбинацияларида эса битта ҳам қўшиш ёки айириш тактининг талаб қилинмаслигини ҳисобга олсак, кўпайтиришнинг жуфт қадамида жамлаш-айиришнинг ўртача $\frac{3}{4}$ такти тўғри келади. Шундай қилиб, кўпайтирувчининг ҳар бир хонасига қўшиш-айиришнинг ўртача $\frac{3}{8}$ (ёки 0,375) такти тўғри келади.

Кўпайтирувчи хоналарининг ихтиёрий сонини таҳлил этиш усулида ноллар ва бирлар кетма-кетлиги аниқланади, сўнгра кўпайтирувчи хоналари гуруҳланиб ишланади. Масалан, агар ... $\underbrace{0100\dots0}_k$ кўринишдаги гуруҳ учраса, бирданига k хонага силжитиш амалга оширилиб, қисмий кўпайтмалар йиғиндисига кўпаювчи қўшилади.

Агар ... $\underbrace{1100\dots0}_k$ кўринишдаги гуруҳ таҳлил этилса, k хонага силжитиш амалга оширилиб, қисмий кўпайтмалар йиғиндисидан кўпаювчи айирилади. ... $\underbrace{0011\dots1}_k$ кўринишдаги

гуруҳ таҳлил этилганида уни янги ... $\underbrace{100\dots1}_k$ кўринишдаги гуруҳга алмаштирилади, яъни

аввал қисмий кўпайтмалар йиғиндисидан кўпаювчи айирилади, сўнгра k хонага силжитиш амалга оширилиб, алмаштириш натижасида ҳосил бўлган кейинги хоналар гуруҳи таҳлил этилади. Бу усул бўйича кўпайтириш хоналарнинг ихтиёрий сонига силжитиш имкониятига эга бўлган силжитувчи қурилманинг яратилишини тақозо этади. Ундан ташқари, бу усул ноллар ёки бирлар кетма-кетлигининг етарли узун қаторидан ташкил топган сонлар учун юқори самара беради. Аммо, одатда хоналардаги ноллар ёки бирлар тез-тез алмашилиб туради. Демак, бу усул бу ҳолда ҳеч қандай самара бермайди. Шунинг учун, бу усул одатдаги кетма-кет кўпайтириш усуллари билан биргаликда ишлатилиши мумкин.

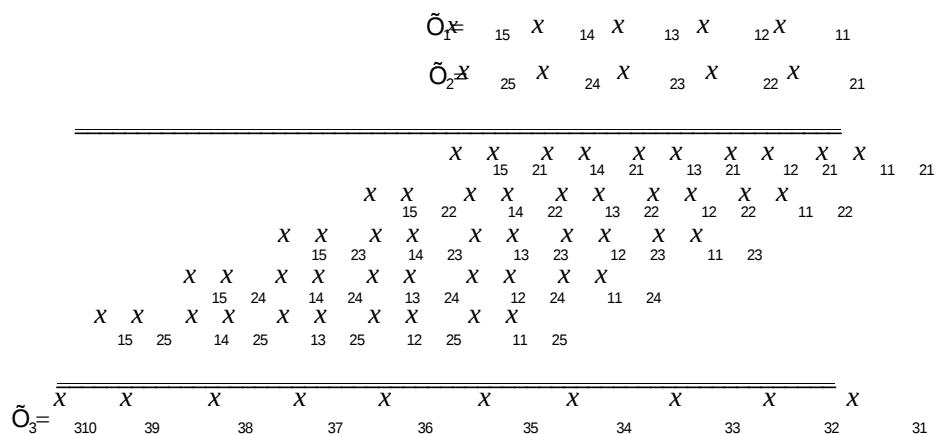
Кўпайтириш амалини тезлаштиришнинг аппарат усуллари

Кўпайтириш амалини тезлаштиришнинг мантикий усулларида фақат кўпайтирувчининг хоналарини гуруҳлаш ва кўпайтирувчининг бир қадами мобайнида гуруҳ хоналарини таҳлил этиш амалга оширилса, аппарат усулларида ҳам кўпайтирувчи, ҳам кўпаювчи хоналари гуруҳланади.

Натижада бир хонали кўпайтирувчилар ва жамлагичларда ишланадиган иккили Ахборот блокларини йириклаштириш ва демак, узунлиги чегараланган операндларни бир-бирига кўпайтириш вақтини айтарлича камайитиш имконияти туғилади. Мантикий усуллардагидек аппарат усуллар ҳам тезлаштириш тартибига эга.

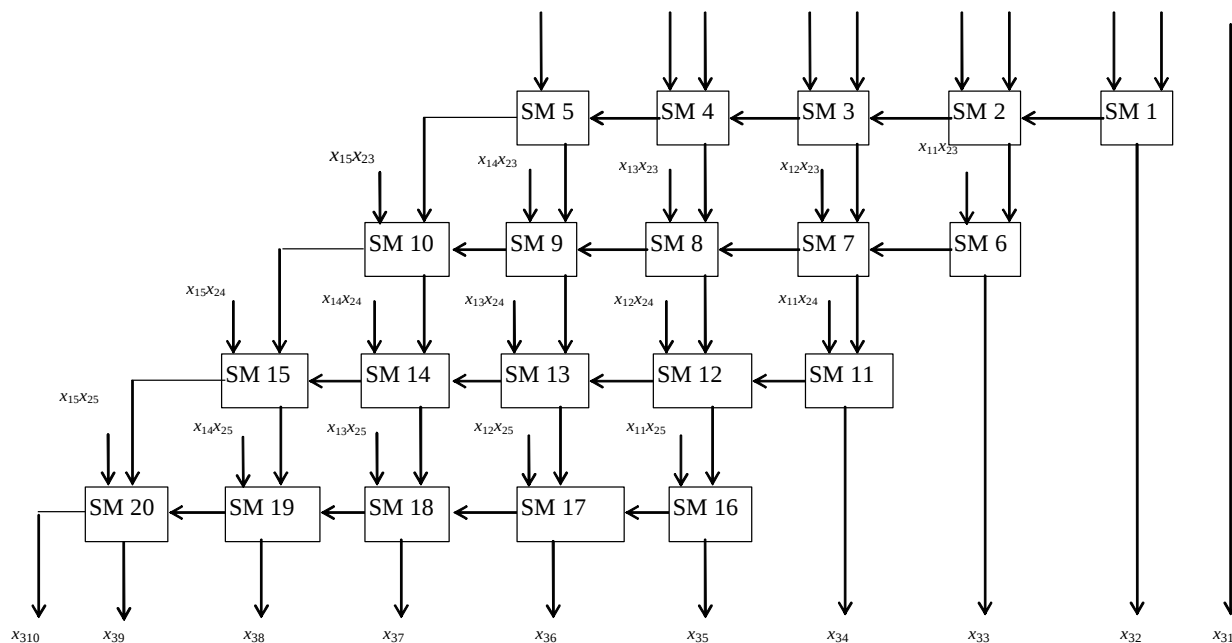
Тезлаштиришнинг аппарат усулининг тартиби бир вақтда биргаликда ҳар бир хонали кўпайтиргич ёки жамлагичда ишланадиган иккили операндларнинг жуфтлари сони билан белгиланади ва $1 \leq T \leq n$ оралиқдаги катталиқ орқали аниқланади. $T=1$ да кўп хонали кўпайтириш қурилмаси сифатида икки кириш йўлли конъюнкторлардан фойдаланилса, $T=n$ да кўп хонали кўпайтириш қурилмаси матрица принципида ишловчи бир хонали комбинацион кўпайтиргич кўринишида бўлади.

Мисол тариқасида иккита беш хонали сонни бир-бирига кўпайтиришни кўрайлик.



Ушбу кўпайтиришни амалга оширувчи комбинацион кўпайтиргичнинг чизмаси 4.2-расмда келтирилган.

Қурилмада кўпайтириш вақти $T_{кўп} = (2n-1)\tau_{кўш}$. Бу ерда $\tau_{кўш}$ - битта комбинацион жамлагичда қўшиш вақти.



4.2-расм Комбинацион кўпайтиргич.

Таянч иборалар

Операндлар, кўчириш қиймати рақами, дастлабки натижа, тузатиш, якуний натижа, модификацияланган тескари код, кўшимча код, хона тўрининг тўлиб-тошиши, кўпаювчи, кўпайтирувчи, қисмий кўпайтмалар йиғиндиси, кўпайтма, кўпайтириш қадамнинг давомийлиги, бўлинувчи, бўлувчи, қолдик, бўлинма, дастлабки қолдик, қолдиқни тиклаш, қолдиқни тикламаслик, операндлар модуллари, бўлинма модулининг рақамлари, қадам тартиб рақами, силжитиш вақти, жамлагичда кўшиш вақти, кўпайтирувчининг қийматли хоналар сони, жамлаш тактини ўтказиб юбориш, кўпайтирувчи хоналарини гуруҳлаш, тезлаштириш тартиби.

Назорат саволлари

1. Кўшилувчиларнинг ишораларига боғлиқ холда рўй бериши мумкин бўлган холларни санаб ўтинг.?
2. Модификацион кодлар деб қандай кодлар айтилади?
3. Кўпайтириш усуллари санаб ўтинг.
4. Машина лойиҳалашда асосий эътибор тезкорликка қаратилса, кўпайтиришнинг қайси усулларидан фойдаланган маъқул?
5. Оддий, тежамли ва нархи қиммат бўлган машина лойиҳаланганда кўпайтиришнинг қайси усулларидан фойдаланилади?
6. Бўлинма ишораси қандай аниқланади?
7. Бўлиш амали бажарилишининг қандай усуллари биласиз?
8. Кўпайтириш амалини тезлаштиришнинг қандай усуллари биласиз?
9. Тезлаштириш тартиби нима?

Адабиёт.

1. Ғаниев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУ им. Н.Э Баумана, 2001.

5-маъруза

Сурилувчи вергулли ва иккили-ўнли сонлар устида арифметик амалларнинг бажарилиши

Режа:

1. Сурилувчи вергулли сонлар устида кўшиш, айтиш, кўпайтириш ва бўлиш амалларининг бажарилиши
2. Иккили-ўнли санок тизимида арифметик амалларнинг бажарилиши.

Кўшиш. Иккита сонни қўшганда қўшилувчилар хоналарининг рақами бир хил салмоққа эга бўлишлари шарт. Бу шарт ўз навбатида қўшилувчиларнинг тартиблари бир хил бўлганида бажарилади. Демак, иккита сурилувчи вергулли сонни қўшганда, аввало уларнинг тартибларини бараварлаштириш лозим. Ихтиёрий ишорали иккита сурилувчи вергулли сонни кўшиш алгоритми қуйидаги амаллар кетма - кетлигини ўз ичига олади.

1. Тартибларни бараварлаштириш. Бунда аввало тартиблар айирмаси $(T_{x_1} - T_{x_2})$ аниқланади ва сўнгра кичик қўшилувчиларнинг мантиссаси $|T_{x_1} - T_{x_2}|$ хонага ўнг тарафга силжитилади. Тартиблар айирмаси ишораси кичик қўшилувчини аниқлашга имкон беради.

2. Тартиблари тенг бўлган мантиссаларни жамлаш. Бу босқичда жамлаш қўзғалмас вергулли сонларни жамлаш каби бажарилади.

3. Йиғиндини нормаллаштириш. Агар жамлаш натижасида хона тўрининг тўлиб тошиши содир бўлса (йиғиндининг энг катта хонаси ишора хонасига ўтиб қолса),

нормаллаштириш бажарилади. Нормаллаштиришда йиғинди мантиссаси (ишораси билан) ўнг тарафга бир хонага силжителиди ва тартиб биттага орттирилади. Агар жамлаш натижасида йиғинди мантиссасида вергулдан кейин ноллар пайдо бўлса (нормаллаштиришнинг ўнг томонга бузилиши содир бўлса), йиғинди мантиссаси (ишорасиз) ноллар сонига чап тарафга силжителиди ва тартиб ноллар сонига камайтирилади.

Мисол:

$$[X_1]_{\text{тўғ}} = \underbrace{0,10110101}_{M_{X_1}} \underbrace{0,0110}_{T_{X_1}} \quad [X_2]_{\text{тўғ}} = \underbrace{1,11011011}_{M_{X_2}} \underbrace{0,1001}_{T_{X_2}} \text{ сонларни бир - бирига қўшиш талаб}$$

этилин.

Ечиш: 1. $T_{X_1} - T_{X_2}$ айирмани аниқлаймиз,

$$\begin{array}{r} [T_{X_2}]_{\text{тўғ}} = 0,0110 \\ + \\ [T_{X_1}]_{\text{кўш}} = 1,0111 \\ \hline 1,1101 = [T_{X_1} - T_{X_2}]_{\text{кўш}} \\ [T_{X_1} - T_{X_2}]_{\text{тўғ}} = 1,0011 \end{array}$$

$T_{X_1} - T_{X_2} = -3 < 0$ бўлганлиги сабабли тартибларини бараварлаштириш учун M_{X_1} ўнг тарафга

учта хонага силжителиди:

$$[X_1]_{\text{тўғ}} = \underbrace{0,00010110}_{M_{X_1}} \underbrace{0,0110}_{T_{X_1}}$$

2. Тартиблари тенглаштирилган мантиссаларни жамлаймиз. $X_2 < 0$ бўлганлиги сабабли мантисса M_{X_2} жамлашда қўшимча кодда (ёки тескари кодда) иштирок этади.

$$\begin{array}{r} [M_{X_1}]_{\text{тўғ}} = 0,00010110 \\ [M_{X_2}]_{\text{кўш}} = 1,00100101 \\ \hline [M_{X_1} + M_{X_2}]_{\text{кўш}} = 1,00111011 \\ [M_{X_1} + M_{X_2}]_{\text{тўғ}} = 1,11000101 \\ \text{Жавоб:} \quad 1,11000101 \quad 0,1001 \end{array}$$

Йиғинди мантиссаси нормаллашган бўлгани сабабли қўшиш амали шу ерда тугайди.

Айириш. Сурилувчи вергулли сонларни айириш учун айирувчи ишораси тескарисига ўзгартирилиб, қўшиш амали бажарилади.

Кўпайтириш. Сурилувчи вергулли сонларни кўпайтиришда кўпайтма мантиссаси қўзғалмас вергуллии сонларни кўпайтириш, кўпайтманинг тартиби эса операндлар тартибини қўшиш билан аниқланади. Кўпайтма ишораси кўпайтирувчи ва кўпайювчи мантиссалари ишораларини иккиннинг модули бўйича жамлаш орқали аниқланади.

Операндлар мантиссалари нормаллашганлиги сабабли кўпайтма мантиссасининг абсолют қиймати $0,01 \leq M_{X_3} < 1,0$ ораликда бўлади, яъни нормаллаштиришнинг ўнг тарафга

бир хонага бузилиши содир бўлиши мумкин. У ҳолда кўпайтма мантиссаси чап тарафга бир хонага силжитилиб, кўпайтма тартиби биттага камайтиради.

Бўлиш. Сурилувчи вергулли сонлар устида бўлиш амали бажарилганда бўлинма мантиссаси қўзғалмас вергулли сонларни бир-бирига бўлиш, бўлинма тартиби эса бўлинувчи тартибидан бўлувчи тартибини айириш билан аниқланади. Бўлинма ишораси мантиссалар ишораларини иккиннинг модули бўйича жамлаш орқали аниқланади.

Операндлар мантиссалари нормаллашганлиги сабабли бўлинма мантиссасининг абсолют қиймати $0,1 < M_x < 10$ ораликда бўлади, яъни нормаллаштиришнинг чап тарафга бир

хонага бузилиши содир бўлиши мумкин. У ҳолда бўлинма мантиссаси ўнг тарафга бир хонага силжитилиб, бўлинма тартиби биттага орттиради.

Иккили-ўнли санок тизимсида арифметик амалларнинг бажарилиши

Иккили-ўнли санок тизимси ЭХМда сонларни ифодалашда ва улар устида арифметик амаллар бажаришда кенг қўлланилади. Иккили-ўнли санок тизимсида арифметик амалларни бажариш усули иккили арифметика қоидаларига асослансада, ўзига хос хусусиятларга эга.

8421 кодда арифметик амалларнинг бажарилиши. Ушбу коддан фойдаланиб, тетрадалар ёрдамида ўнли сонларни табиий позицион ифодалаш мумкинлигини ҳисобга олган ҳолда, ўнли рақамларни қўшиш масаласи қуйидагича иккита босқичда ҳал этилади.

Биринчи босқичда ўнли рақамларнинг иккили кодлари иккили санок тизимси қоидаларига асосан жамланади. Иккинчи босқичда натижага тузатишлар киритилади.

Бунда учта ҳол рўй бериши мумкин:

1. Биринчи босқич натижаси 10 дан кичик. Натижа тўртта иккили хоналар орқали ифодаланиб, катта ўнли хонага кўчириш қиймати сигнали шаклланмайди. Натижага тузатиш киритиш талаб қилинмайди. Масалан,

$$\begin{array}{r} 4+5=9 \\ \begin{array}{r} 0100 \\ + \\ 0101 \\ \hline 1001 \end{array} \end{array}$$

Натижа: 0000 1001.

2. Биринчи босқич натижаси 10 дан 15 гача ораликда. Натижа ўнли санок тизимси асосидан катта, демак, йиғиндини тўғри ўқиш учун олинган кодга тузатиш киритиш лозим, яъни кўчириш қиймати бўлган бирни қўшни катта тетрадага ёзиб, асосий тетрададан ўнни айириш лозим. Масалан,

$$\begin{array}{r} 5+6=11 \\ \begin{array}{r} 0101 \\ + \\ 0110 \\ \hline 1011 \end{array} \end{array}$$

Тузатиш киритилгандан сўнг натижа қуйидагича бўлади:

0001 0001

3. Биринчи босқич натижаси 16 дан 19 гача ораликда. Бу ҳолда кўчириш қиймати бўлган бирни қўшни катта тетрадага ёзиш лозим. Лекин бунда асосий тетрададаги сон 10 га камайиши ўрнига бирданига 16 га камаяди. Демак, натижани тузатиш учун унга 6 ни қўшиш керак. Масалан,

$$\begin{array}{r} 9+8=17 \\ \begin{array}{r} 1001 \\ + \\ 1000 \\ \hline 1\ 0001 \end{array} \end{array}$$

Тузатиш киритилгандан сўнг, қуйидагини оламиз: 0001 0111

Шуни айтиш лозимки, иккинчи ҳолда тузатиш учинчи ҳолдагидек амалга оширилиши мумкин, чунки 10 сонини айиришни унинг қўшимча кодини, яъни 6 ни қўшиш билан алмаштириш мумкин.

Мисол. $[X_1]_{10}=4097$ ва $[X_2]_{10}=5445$ сонларини 8421 кодда қўшиш талаб этилсин:

$$\begin{array}{r}
 0100 \quad 0000 \quad 1001 \quad 0111 \\
 + \\
 0101 \quad 0100 \quad 0100 \quad 0101 \\
 \hline
 1001 \quad 0100 \quad 1101 \quad 1100 \\
 + \\
 0000 \quad 0000 \quad 0110 \quad 0110 \quad \text{тузатиш} \\
 \hline
 1001 \quad 0101 \quad 0100 \quad 0010
 \end{array}$$

Якуний натижа $[X_3]_{10}=9542$

8421 кодида қўпайтириш ва бўлиш амалларини бажариш айтарлича қийинчилик туғдирмайди, чунки қўпайтириш аслида қўпаювчи модулини кўп марта қўшиш бўлса, бўлиш бўлинувчи модулидан бўлувчи модулини кўп марта айиришдан иборатдир.

8421+3 кодида арифметик амалларнинг бажарилиши. Ушбу кодда ўнли рақамларни қўшиш иккита босқичда амалга оширилади.

Биринчи босқичда ўнли рақамларнинг иккили кодлари иккили санок тизимси коидаларига асосан жамланади.

Иккинчи босқичда натижага тузатишлар киритилади.

Бунда иккита ҳол рўй бериши мумкин:

1. Биринчи босқич натижаси 10 дан кичик ва йиғинди 3 та ортиғи билан эмас, балки 6 та ортиғи билан ҳосил бўлади. Ҳақиқатан ҳам: $x_{1i}+3+x_{2i}+3=x_{3i}+6$.

Якуний йиғиндини олиш учун дастлабки натижадан 3 ни (иккили санок тизимсида) айириш лозим.

Масалан:

$$\begin{array}{r}
 2+6=8 \quad \begin{array}{|l} 0101 \\ + \\ 1001 \\ \hline 1110 \\ - \\ 0011 \text{ - тузатиш} \\ \hline 1011 \end{array}
 \end{array}$$

2. Биринчи босқич натижаси 10 дан катта ва катта ўнли хонага кўчириш қиймати сигнали шаклланади. Йиғинди 6 та бирликти кам ҳолда ҳосил бўлади. Демак, якуний йиғиндини олиш учун дастлабки натижага 3 ни (иккили санок тизимсида) қўшиш лозим.

Масалан:

$$\begin{array}{r}
 4+7=11 \quad \begin{array}{|l} 0111 \\ + \\ 1010 \\ \hline \end{array} \\
 1 \quad \begin{array}{|l} 0001 \\ + \\ 0011 \text{ тузатиш} \\ \hline 0100 \end{array}
 \end{array}$$

Мисол. $X_1=3542$ ва $X_2=1476$ сонларни бир-бирига қўшиш талаб этилсин.

Биринчи босқич қуйидагини беради:

$$\begin{array}{rcccc}
0110 & 1000 & 0111 & 0101 \\
+ & & & \\
\hline
0100 & 0111 & 1010 & 1001 \\
1011 & 0000 & 0001 & 1110 \\
(0) & (1) & (1) & (0)
\end{array}$$

Қавс ичидаги рақамлар ўнг тарафдаги тетрададан кўчириш қиймати шаклланганлигини кўрсатади.

Иккинчи босқич натижаси қуйидагича:

$$\begin{array}{rcccc}
1011 & 0000 & 0001 & 1110 \\
+ & & & \\
\hline
(-11) & (+11) & (+11) & (-11) \\
1000 & 0011 & 0100 & 1011
\end{array}$$

Бу натижа $8421+3$ кодида 5018 ни беради.

Таянч иборалар

Тартиб , мантисса, нормаллаштириш, 8421 коди, 8421+3 коди, тузатиш.

Назорат саволлари

1. Сурилувчи вергулли сонлар устида арифметик амаллар бажарилишининг хусусиятлари.

Адабиёт.

1. Ганиев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт.студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001.
3. Лысиков Б.Г Арифметические и логические основы цифровых автоматовх [Учебник для вузов по спец. "Электронные вычислительные машины"]. Минск: Выша школа, 1980.

6-маъруза

Ҳисоблаш тизимларнинг мантикий асослари. Умумий тушунчалар. Мантиқ алгебраси элементар функцияларининг хусусиятлари

Режа

1. Мантиқ, мантикий ўзгарувчилар ва функциялар тушунчалари ҳамда таърифлари.
2. Бир ва икки аргументли мантиқ функциялари.
3. Мантиқ алгебраси элементар функцияларининг хусусиятлари.

Математик мантиқнинг асосий қисмларидан бири - **мантиқ алгебраси** ҳисоблаш машиналарининг асоси ҳисобланади. Мантиқ алгебраси фикрлар билан иш кўради. **Фикр** деганда ҳақиқий ёки ёлғонлиги нуқтаи назаридан билдирилган ҳар қандай тасдиқ тушунилади. Фикрнинг ҳақиқийлиги ёки ёлғонлигидан бошқа аломатлари (яхши, ёмон, нодир ва ҳ.) эътиборга олинмайди.

Мантиқ алгебрасида фикрларнинг ҳақиқийлиги 1 билан, ёлғонлиги 0 билан тенглаштириш қабул қилинган. Фикрларнинг бу иккили табиятига мослигини ҳисобга олиб, уларни **мантикий ўзгарувчилар** деб аташади. Фикрлар ёки мантикий ўзгарувчилар **оддий** бўлади ва латин алифбосининг кичик ҳарфлари - x, y, z, x₁, x₂, a, b, . . . билан белгиланади.

Оддий фикрлардан мантикий ўзгарувчиларнинг иккили функциялари ҳисобланувчи *мураккаб фикрлар* тузилади. Мураккаб фикрлар катта ҳарфлар A, B, C, D, E, F, ... билан белгиланади ва кўпинча **мантиқ алгебрасининг функцияси** (МАНФ) деб аталади.

Мантиқ алгебраси элементар мантикий функциялар ёрдамида мантиқ алгебраси функцияларини ифодалаш ва ўзгартириш билан шуғулланади. МАНФ ларини ифодалаш ва ўзгартириш масалалари ҳисоблаш машиналарини лойиҳалашда кенг қўлланилади.

Элементар мантикий функциялар қаторига аввало битта ўзгарувчи x нинг элементар функцияларини киритиш мумкин. Бу функциялар **ҳақиқийлик жадвали** деб аталувчи жадвалда келтирилган (6.1-жадвал). Умуман, ҳақиқийлик жадвали аргументларнинг (мантикий ўзгарувчиларнинг) мумкин бўлган тўпламларидан ҳар бирига мос функция қийматини акслантиради.

6.1-жадвал.

Функция	x аргументли функция қиймати		Функция белгиси	Функция номи
	0	1		
f_0	0	0	0	доимо ёлғон
f_1	0	1	x	ўзгарувчи
f_2	1	0	$\bar{x}$	инкор
f_3	1	1	1	доимо ҳақиқий

Иккита x ва y ўзгарувчиларнинг элементар мантикий функцияларини кўрайлик (6.2-жадвал).

6.2-жадвал

Функция	xy аргументли функция қиймати				Функция белгиси	Функция номи
	00	01	10	11		
f_0	0	0	0	0	0	доимо ёлғон
f_1	0	0	0	1	$x \wedge y$	конъюнкция
f_2	0	0	1	0	$x \bar{y}$	y бўйича таъқиқ
f_3	0	0	1	1	x	x доимо ҳақиқий
f_4	0	1	0	0	$\bar{x} y$	x бўйича таъқиқ
f_5	0	1	0	1	y	y доимо ҳақиқий
f_6	0	1	1	0	$x \oplus y$	x ва y ни 2 нинг модули бўйича қўшиш
f_7	0	1	1	1	$x \vee y$	дизъюнкция
f_8	1	0	0	0	$x \uparrow y$	Пирс стрелкаси
f_9	1	0	0	1	$x \sim y$	тенг қийматлилиқ
f_{10}	1	0	1	0	$\bar{y}$	y доимо ёлғон
f_{11}	1	0	1	1	$x \rightarrow y$	импликация
f_{12}	1	1	0	0	$\bar{x}$	x доимо ёлғон
f_{13}	1	1	0	1	$y \rightarrow x$	импликация
f_{14}	1	1	1	0	x/y	Шеффер штрихи
f_{15}	1	1	1	1	1	доимо ҳақиқий

6.2-жадвалдаги функциялардан бир қисми тривиал ҳисобланади. Масалан, $f_0=0$, $f_{15}=1$ ва $f_3=x$, $f_5=y$. Уларнинг ичида икkitаси элементар функциялардир - $f_{10}=\bar{y}$, $f_{12}=\bar{x}$. f_2 ва f_4 функциялари эса мос ҳолда y ва x бўйича таъқиқ функциялари ҳисобланади.

Қолганларини қисқача тавсифлайлик:

- x ва y мантикий ўзгарувчиларнинг **дизъюнкцияси**. Қисқача x ва y нинг дизъюнкцияси. $x \vee y$ каби белгиланади. « x ёки y » деб ўқилади. Таърифи: x ва y мантикий ўзгарувчиларнинг дизъюнкцияси мураккаб функция бўлиб, y фақат x ва y ёлғон бўлгандагина ёлғон ҳисобланади (6.3-жадвал).

- x ва y мантикий ўзгарувчиларнинг **конъюнкцияси**. $x \wedge y$ каби белгиланади. « x ҳам y » деб ўқилади. Таърифи: x ва y нинг конъюнкцияси мураккаб функция бўлиб, y фақат x ва y ҳақиқий бўлгандагина ҳақиқий ҳисобланади (6.4-жадвал).

6.3-жадвал

$0 \vee 0 = 0$
$0 \vee 1 = 1$
$1 \vee 0 = 1$
$1 \vee 1 = 1$

6.4-жадвал

$0 \wedge 0 = 0$
$0 \wedge 1 = 0$
$1 \wedge 0 = 0$
$1 \wedge 1 = 1$

- x ва y мантикий ўзгарувчиларнинг **тенг қийматлилиги**. $x \sim y$ каби белгиланади. « x у га тенг қийматлик» деб ўқилади. Таърифи: x ва y нинг тенг қийматлилиги мураккаб функция бўлиб, y фақат x ва y ҳақиқийликлари мос келгандагина ҳақиқий ҳисобланади (6.5-жадвал).

- x ва y ни **2 нинг модули бўйича қўшиш**. $x \oplus y$ каби белгиланади. « x ни y га 2 нинг модули бўйича қўшиш» деб ўқилади. Таърифи: x ва y ни 2 нинг модули бўйича қўшиш мураккаб функция бўлиб, y фақат x ва y нинг ҳақиқийликлари мос келмаганда ҳақиқий ҳисобланади (6.6-жадвал). Баъзи адабиётларда бу функцияни **тенг қийматлилигининг инкори** деб ҳам аташади.

6.5-жадвал

$0 \sim 0 = 1$
$0 \sim 1 = 0$
$1 \sim 0 = 0$
$1 \sim 1 = 1$

6.6-жадвал

$0 \oplus 0 = 0$
$0 \oplus 1 = 1$
$1 \oplus 0 = 1$
$1 \oplus 1 = 0$

- x ва y нинг **импликацияси**. $x \rightarrow y$ каби белгиланади. «Агар x , унда y » деб ўқилади. Таърифи: x ва y нинг импликацияси мураккаб функция бўлиб, y фақат x ҳақиқий, y ёлғон бўлгандагина ёлғон ҳисобланади (6.7-жадвал). таъкидлаш лозимки, импликация сабаб ва оқибат орасидаги боғланиш маъносига эга эмас, яъни x нинг ҳақиқийлигидан y нинг ҳақиқийлик шарти келиб чиқмайди. Аксинча, импликация ёрдамида тузилган мураккаб фикрнинг ҳақиқийлиги учун x нинг ёлғонлиги кифоя. f_{13} функция $y \rightarrow x$ га мос келади.

- x ва y нинг **Шеффер штрихи**. x / y каби белгиланади. « x штрих y » деб ўқилади. Таърифи: x ва y нинг Шеффер штрихи мураккаб функция бўлиб, y фақат x ва y ҳақиқий бўлгандагина ёлғон ҳисобланади (6.8-жадвал).

- x ва y нинг **Пирс стрелкаси**. $x \uparrow y$ каби белгиланади. « x Пирс стрелкаси y » деб ўқилади. Таърифи: x ва y нинг Пирс стрелкаси мураккаб функция бўлиб, y фақат x ва y ёлғон бўлгандагина ҳақиқий ҳисобланади (6.9-жадвал).

6.7-жадвал

$0 \rightarrow 0 = 1$
$0 \rightarrow 1 = 1$
$1 \rightarrow 0 = 0$
$1 \rightarrow 1 = 1$

6.8-жадвал

$0 / 0 = 1$
$0 / 1 = 1$
$1 / 0 = 1$
$1 / 1 = 0$

6.9-жадвал

$0 \uparrow 0 = 1$
$0 \uparrow 1 = 0$
$1 \uparrow 0 = 0$
$1 \uparrow 1 = 0$

Юқорида кўрилган элементар мантикий функциялар ёрдамида ихтиёрий МАФни тавсифлаш мумкин.

6.10-жадвалда учта ўзгарувчили мантикий функция учун ҳақиқатлик жадвали келтирилган.

6.10-жадвал

Тўплам тартиб рақами	x_1, x_2, x_3 тўпламлари	f функция қиймати
0	000	0
1	001	0
2	010	0
3	011	1
4	100	0
5	101	1
6	110	1
7	111	1

Мантиқ алгебраси элементар функцияларининг хусусиятлари

6.2-жадвалдан кўриниб турибдики, элементар функциялар ўзаро маълум боғланишларга эга. Бу боғланишларни ҳамда элементар функцияларнинг хусусиятларини кўриб чиқайлик.

Конъюнкция, дизъюнкция, инкор (ВА, ЁКИ, ЭМАС) функциялари. Мантиқ алгебрасининг асосий қоидаларидан фойдаланиб, қуйидаги аксиомаларнинг ўринли эканлигига қаноат ҳосил қилиш мумкин. Айтайлик, x - бирор бир мантикий функция. Унда

1) $x = \bar{\bar{x}}$, мантикий ифодадан барча қўшалок инкорга эга бўлган ҳадларни чиқариб ташлаб, уларни дастлабки қиймат билан алмаштириш имкониятини билдиради;

2) $\left. \begin{array}{l} x \vee \bar{x} = 1 \\ x \cdot \bar{x} = 0 \end{array} \right\}$, бундай ўзгартириш қоидалари мантикий ифода узунлигини

қисқартиришга имкон беради;

3) $x \vee 0 = x$; 4) $x \vee 1 = 1$; 5) $x \cdot 0 = 0$; 6) $x \cdot 1 = x$; 7) $x \cdot \bar{x} = 0$; 8) $x \vee \bar{x} = 1$ (мантикий ҳақиқийлик).

Дизъюнкция ва конъюнкция арифметикадаги кўпайтириш амалларига ўхшаш қатор хусусиятларга эга:

1) ассоциативлик хусусияти (уйғунлашиш қонуни):

$$x \vee (y \cdot z) = (x \vee y) \cdot z,$$

$$x(yz) = (xy)z$$

2) коммутативлик хусусияти (кўчириш қонуни):

$$x \vee y = y \vee x,$$

$$xy = yx;$$

3) дистрибутивлик хусусияти (тақсимланиш қонуни):

дизъюнкцияга нисбатан конъюнкция учун

$$x(y \vee z) = xy \vee xz,$$

конъюнкцияга нисбатан дизъюнкция учун

$$x \vee yz = (x \vee y)(x \vee z)$$

Бу хусусиятларнинг ўринли эканлигини юқоридаги аксиомалардан фойдаланиб исботлаш айтарлича қийин эмас.

Де Морган қонунлари сифатида маълум қуйидаги муносабатларнинг ҳақиқатлигини ҳам кўрсатиш мумкин:

$$\left. \begin{array}{l} \overline{xy} = \overline{x \vee y}; \\ x \vee y = \overline{\overline{xy}}. \end{array} \right\} \quad (6.1)$$

Бу конундан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$\left. \begin{array}{l} xy = \overline{\overline{x \vee y}}; \\ x \vee y = \overline{\overline{xy}}. \end{array} \right\} \quad (6.2)$$

демак, конъюнкцияни дизъюнкция ва инкор орқали ёки дизъюнкцияни конъюнкция ва инкор орқали ифодалаш мумкин.

Мантикий функциялар учун сингдириш қонуни сифатида маълум қуйидаги муносабатлар ўрнатилган:

$$\left. \begin{array}{l} x \vee (xy) = x; \\ x(x \vee y) = x; \end{array} \right\} \quad (6.3)$$

2 нинг модули бўйича қўшиш функцияси қуйидаги хусусиятларга эга:
коммутативлик (кўчириш қонуни)

$$x \oplus y = y \oplus x;$$

ассоциативлик (уйғунлашиш қонуни)

$$x \oplus (y \oplus z) = (x \oplus y) \oplus z;$$

дистрибутивлик (тақсимланиш қонуни)

$$x(y \oplus z) = (xy) \oplus (xz).$$

Бу функция учун қуйидаги аксиомалар ўринли:

$$x \oplus x = 0; x \oplus 1 = \overline{x};$$

$$x \oplus \overline{x} = 1; x \oplus 0 = x.$$

Аксиомалар ва хусусиятлардан фойдаланиб ВА, ЁКИ, ЭМАС функцияларни 2 нинг модули бўйича қўшиш функцияси орқали ифодалаш мумкин:

$$\left. \begin{array}{l} \overline{x} = x \oplus 1; \\ x \vee y = x \oplus y \oplus xy \\ x \cdot y = (x \oplus y) \oplus (x \vee y). \end{array} \right\} \quad (6.4)$$

Импликация функцияси учун қуйидаги аксиомалар ўринли:

$$x \rightarrow x = 1; x \rightarrow \overline{x} = \overline{x};$$

$$x \rightarrow 1 = 1; 1 \rightarrow \overline{x} = \overline{x};$$

$$x \rightarrow 0 = \overline{x}; 0 \rightarrow x = 1.$$

Аксиомалардан кўриниб турибдики, импликация фақат кўриниши ўзгарган коммутативлик (кўчириш қонуни) хусусиятига эга

$$x \rightarrow y = y \rightarrow x.$$

Бу функция учун ассоциативлик хусусияти ўринсиздир.

ВА, ЁКИ, ЭМАС функциялари импликация функцияси орқали қуйидагича ифодаланади:

$$\left. \begin{array}{l} x \vee y = \overline{\overline{x} \rightarrow y}; \\ xy = \overline{\overline{xy} \rightarrow y}; \\ \overline{x} = x \rightarrow 0. \end{array} \right\} \quad (6.5)$$

Шеффер штрихи функцияси учун қуйидаги аксиомалар ўринли:

$$x/x = \overline{x}; x/1 = \overline{x};$$

$$x/\overline{x} = 1; \overline{x}/0 = 1;$$

$$x/0 = 1; \overline{x}/1 = x.$$

Шеффер штрихи функцияси учун фақат коммутативлик (кўчириш қонуни) ўринлидир:

$$x/y = y/x,$$

ВА, ЁКИ, ЭМАС функциялари Шеффер штрихи функцияси орқали қуйидагича ифодаланади:

$$\left. \begin{aligned} xy &= \overline{x/y} = x/y/x/y; \\ \overline{x} &= x/x; \\ x \vee y &= \overline{\overline{x \vee y}} = \overline{\overline{x} \vee \overline{y}} = \overline{\overline{x}/\overline{y}} = x/x/y/y. \end{aligned} \right\} \quad (6.6)$$

Пирс стрелкаси функцияси учун қуйидаги аксиомалар ўринли:

$$\begin{aligned} x \uparrow x &= \overline{x}; \quad x \uparrow 0 = \overline{x}; \\ x \uparrow \overline{x} &= 0; \quad x \uparrow 1 = 0. \end{aligned}$$

Пирс стрелкаси функцияси учун фақат коммутативлик (қўчириш қонуни) хусусияти ўринли:

$$x \uparrow y = y \uparrow x.$$

ВА, ЁКИ, ЭМАС функцияларини Пирс стрелкаси функцияси орқали қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\left. \begin{aligned} xy &= (x \uparrow x) \uparrow (y \uparrow y); \\ x \vee y &= (x \uparrow y) \uparrow (x \uparrow y); \\ \overline{x} &= x \uparrow x. \end{aligned} \right\} \quad (6.7)$$

Таянч иборалар

Мантиқ, мантикий алгебра, Бул ёки мантикий ўзгарувчилар, мантикий функция, содда ва мураккаб фикр, мантикий амаллар, ҳақиқатлик жадвали, мантикий функциялар суперпозицияси.

Назорат саволлари

1. Мантиқ алгебараси нимани ўрганади?
2. Мантикий функциянинг ҳақиқийлик жадвали нима?
3. Икки ўзгарувчининг элементар мантикий функцияларини санаб ўтинг.
4. Мантиқ алгебрасининг асосий аксиомалари ва қоидалари

Адабиёт.

1. Ғаниев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт.студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002, 92 - 99 б.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001, 228 – 232 б.
3. Лысков Б.Г Арифметические и логические основы цифровых автоматов [Учебник для вузов по спец. "Электронные вычислительные машины"]. Минск: Выша школа, 1980, 57 – 70 б.

7-маъруза

Мантиқ алгебраси функцияларининг аналитик, сонли, геометрик ва мантикий схемалар ёрдамида ифодаланиши

Режа

1. Мантиқ алгебраси функцияларининг аналитик ифодаланиши.
2. МАФ нинг сонли ифодаланиши.
3. МАФ нинг геометрик ифодаланиши.
4. МАФнинг мантикий схемалар ёрдамида ифодаланиши.

Юқорида мантикий элементларни ифодалашда жадвал усулидан фойдаланган эдик. Жадвал усулида ўзгарувчилар қийматларининг ҳар бир тўпламига ҳақиқийлик жадвалида мантикий функция қиймати тўғри келар эди. Бу усул ихтиёрий сонни ўзгарувчи функцияларини ёзишга имкон берсада, бундай ёзув МАФларни таҳлил этишда ихчам бўлмайди. Формула кўринишидаги аналитик ёзув соддароқ ҳисобланади.

Мантикий алгебра функцияси берилган ўзгарувчиларнинг белгиланган тўплами $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ни кўрайлик. Ихтиёрий ўзгарувчи $x_i = \{0, 1\}$ бўлганлиги сабабли ўзгарувчи қийматларининг тўплами аслида қандайдир иккили сондан иборат. Тўпламнинг тартиб рақами ихтиёрий иккили сон i деб фараз қилиб, қуйидагини оламиз

$$i = x_1 \cdot 2^{n-1} + x_2 \cdot 2^{n-2} + \dots + x_{n-1} \cdot 2^1 + x_n.$$

Айтайлик, қуйидаги $\Phi_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ функция мавжуд:

$$\Phi_i = \begin{cases} 0, & \text{агар тўпламнинг тартиб рақами } i \text{ бўлса,} \\ 1, & \text{агар тўпламнинг тартиб рақами } i \text{ бўлмаса,} \end{cases}$$

Φ_i функция **терм** деб аталади.

Дизъюнктив терм (макстерм) - тўғри ва инверс шаклда ифодаланган барча ўзгарувчиларни дизъюнкция белгиси билан боғловчи терм (баъзи адабиётларда «нулнинг конституэнти» атамаси ишлатилади).

Масалан,

$$\Phi_1 = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4,$$

$$\Phi_2 = x_1 \vee x_2,$$

Конъюнктив терм (минтерм) - тўғри ва инверс шаклда ифодаланган барча ўзгарувчиларни конъюнкция белгиси билан боғловчи терм (баъзи адабиётларда «бирнинг конституэнти» атамаси ишлатилади).

Масалан,

$$F_1 = \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4,$$

$$F_2 = x_1 x_3 x_4,$$

Термнинг даражаси r термга кирувчи ўзгарувчилар сони билан аниқланади.

Масалан,

$$F_1 = \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \bar{x}_5, \text{ минтерм учун } r=5,$$

$$\Phi_1 = x_1 \vee x_2 \vee x_3, \text{ макстерм учун } r=3,$$

Юқорида келтирилганларга асосланиб, қуйидаги теоремани таърифлаш мумкин:

Теорема. Жадвал кўринишида берилган ихтиёрий МАФ қуйидаги кўринишда аналитик ифодаланиши мумкин:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = F_1 \vee F_2 \vee \dots \vee F_n = \bigvee_i F_i \quad (7.1)$$

бу ерда i -функция 1 га тенг бўлган тўпламларнинг тартиб рақами; $\bigvee_i$ - 1 га тенг бўлган барча F_i термларни бирлаштирувчи дизъюнкция белгиси. Ҳақиқатан, қандайдир тўпламда функция $f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = 1$ бўлса, $x \vee 1 = 1$ бўлганлиги сабабли (7.1) ифоданинг ўнг тарафида

1 га тенг бўлган элемент доимо топилади; агар i -тўпланда функция $f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)=0$ бўлса, (3.8) ифоданинг ўнг тарафида битта ҳам 1 га тенг бўлган элемент топилмайди, чунки $0 \vee 0 \vee \dots \vee 0 = 0$.

Шундай қилиб, $f_i=1$ бўлгандаги ҳар бир i -тўпламга $F_i=1$ бўлган элемент тўғри келади, $f_i=0$ бўлгандаги тўпламларга эса битта ҳам $F_i=1$ бўлган элемент тўғри келмайди. Шу сабабли, ҳақиқийлик жадвали (7.1) кўринишидаги аналитик ёзув орқали бир қийматли акслантирилади. (7.1) ифодани **термларнинг бирлаштирилиши** деб юритилади.

Ўзгарувчан даражали минтермларни ўз ичига оловчи термлар бирлашмаси **дизъюнктив нормал шакл**(ДНШ) деб аталади.

Теорема. Жадвал кўринишида берилган ихтиёрий МАФ қуйидаги кўринишида аналитик ифодаланиши мумкин:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \Phi_1 \wedge \Phi_2 \wedge \dots \wedge \Phi_k, \quad (7.2)$$

бу ерда $k - f=0$ бўлгандаги иккили тўпламлар сони.

Ўзгарувчан даражали макстермларни ўз ичига оловчи термлар бирлашмаси **конъюнктив нормал шакл** (КНШ) деб юритилади.

(7.2) теоремадан қуйидаги хулоса келиб чиқади: жадвал кўринишида берилган ихтиёрий МАФ қуйидаги аналитик шаклда ифодаланиши мумкин:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \Phi_1 \equiv \Phi_2 \equiv \dots \equiv \Phi_k,$$

бу ерда $k -$ функциянинг нуллик қийматлари сони.

Минтермлар (макстермлар) асосида МАФ ларнинг каноник дизъюнктив (конъюнктив) шакллари тузилади.

ДНШ (КНШ) каноник дейилади, агар уларнинг барча элементар конъюнкциялари (дизъюнкциялари) минтермлар (макстермлар) бўлса. Ҳар қандай МАФ фақат битта дизъюнктив каноник шаклга (ДКШ) ва фақат битта конъюнктив каноник шаклга (ККШ) эга бўлади. Каноник шакллар **мукамал каноник шакллар** деб ҳам аталади.

МАФ нинг мукамал дизъюнктив нормал шакли (МДНШ) ва мукамал конъюнктив нормал шакли (МКНШ) мос ҳақиқийлик жадваллар ёрдамида тузилиши мумкин.

МДНШ - МАФ нинг қиймати 1 га тенг бўлган тўпламларга мос келувчи минтермлар дизъюнкциясидир.

Масалан, 6.10 - жадвалда келтирилган функцияга қуйидаги МДНШ мос келади:

$$f = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \vee \bar{x}_1 x_2 x_3$$

МКНШ ҳақиқийлик жадвали ёрдамида қуйидагича аниқланади. Функциянинг қиймати 0 га тенг бўлган тўпламларнинг ҳар бири учун макстерм аниқланади. Бунда тўпламдаги 0 қийматли ўзгарувчига ўзгарувчининг ўзи мос келса, 1 қийматли ўзгарувчига ўзгарувчининг инкори мос келади.

Масалан, 6.10-жадвалдаги функцияга қуйидаги МКНШ тўғри келади:

$$f = (x_1 \vee x_2 \vee x_3)(x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3)(x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3)(\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3)$$

Демак, мукамал нормал шаклнинг нормал шаклдан фарқи, ундаги термлар фақат максимал даражага эга бўлиши ва функцияни бир қийматли ифодалашга имкон беришидир.

Ихтиёрий дизъюнктив нормал шаклга ўтиш қуйидагича амалга оширилади:

айтайлик, $f_{\text{ДНШ}} = F_1$ бўлсин. Унда

$$f_{\text{ДНШ}} = F_1 x_1 \vee F_1 \bar{x}_i, \quad (7.3)$$

бу ерда x_i - берилган F_1 термга кирмайдиган ўзгарувчи.

Мисол. Қуйидаги ДНШ да берилган мантикий функцияни МДНШ га ўтказиш лозим:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \underbrace{x_1 \bar{x}_2 \vee x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4}_{F_1} \vee \underbrace{\bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_2 x_3 x_4}_{F_2}$$

Ечиш. (7.3) ўзгартиришни навбат билан барча термларга қўлаймиз

$$F_1 = x_1 \bar{x}_2 (x_3 \vee \bar{x}_3) = x_1 \bar{x}_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3.$$

Олинган ифодадаги иккала ҳадни $(x_4 \vee \bar{x}_4)$ га кўпайтирамиз. Натижада қуйидагини оламиз:

$$F_1 = (x_1 \bar{x}_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3) (x_4 \vee \bar{x}_4) = x_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4.$$

Худди шундай

$$F_2 = \underline{x_2} \underline{x_3} x_4 (x_1 \vee \underline{x_1}) = \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4 \vee \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4;$$

$$F_3 = x_1 \underline{x_3} x_4 (x_2 \vee \underline{x_2}) = x_1 x_2 \underline{x_3} x_4 \vee x_1 \underline{x_2} \underline{x_3} x_4.$$

Соддалаштиришдан сўнг қуйидагини оламир:

$$\underline{f_{\text{МДНШ}}}(x_1, x_2, x_3, x_4) = \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4 \vee \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4 \vee \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4 \vee \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4 \vee \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4 \vee \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4 \vee \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4 \vee \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3} x_4.$$

Агар функциянинг максимал даражаси r га, j -нчи термининг минимал даражаси k га тенг бўлса (7.3) ўзгартиришни $r-k$ марта қўллаш зарур.

Ихтиёрий конъюнктив нормал шаклдан мукаммал конъюнктив нормал шаклга ўтиш қуйидагича амалга оширилади.

Айтайлик, $f_{\text{КНШ}} = \Phi_1$. Унда

$$f_{\text{КНШ}} = \Phi_1 \vee x_i \quad x_i = (\Phi_1 \vee x_i) (\Phi_1 \vee \underline{x_i}) \quad (7.4)$$

Мисол. Қуйидаги КНШ да берилган мантикий функцияни МКНШ га ўтказиш лозим.

$$f(x_1, x_2, x_3) = (x_1 \vee x_2) (x_2 \vee \underline{x_3}) (x_1 \vee x_2 \vee x_3).$$

Ечиш. (7.4) ўзгартиришни навбат билан Φ_1 ва Φ_2 термларга қўлаймиз.

$$\Phi_1 = (x_1 \vee \underline{x_2}) \vee x_3 \quad \underline{x_3} = (x_1 \vee x_2 \vee \underline{x_3}) (x_1 \vee x_2 \vee x_3);$$

$$\Phi_2 = (x_2 \vee x_3) \vee x_1 \quad x_1 = (x_1 \vee x_2 \vee x_3) (x_1 \vee x_2 \vee \underline{x_3}).$$

Соддалаштиришдан сўнг қуйидагини оламир:

$$f_{\text{МДНШ}}(x_1, x_2, x_3) = (x_1 \vee x_2 \vee x_3) (x_1 \vee x_2 \vee \underline{x_3}) (\underline{x_1} \vee x_2 \vee \underline{x_3}).$$

Нормал шаклларда ифодалашда элементар функцияларнинг чегараланган сонидан фойдаланилади. Масалан, МДНШ учун элементар функциялар сифатида «конъюнкция», «дизъюнкция» ва «инкор» ишлатилади. Демак, ихтиёрий мураккабликка эга бўлган мантикий функцияларни аналитик ифодаловчи мантик алгебраси функциялари тизимси мавжуд. Рақамли автоматларни лойиҳалаш худди шундай функциялар тизимсига асосланади.

Таъриф. Мантик алгебраси функцияларининг функционал тўлиқ тизимси – **базис** деб шундай мантикий функциялар мажмуасига айтиладики, бу мажмуа ёрдамида ихтиёрий мантикий функцияни ифода кўринишида ёзиш имкони бўлсин.

Базисга қуйидаги функциялар тизимси киради: ВА, ЁКИ, ЭМАС (1-базис); ВА, ЭМАС (2-базис); ЁКИ, ЭМАС (3-базис); Шеффер штрихи (4-базис); Пирс стрелкаси (5-базис). Базислар ортикчалик (1-базис) ва минимал (4, 5-базислар) бўлиши мумкин.

1-базис ортикчалик тизим ҳисобланади, чунки ундан бирор-бир функцияни чиқариб ташлаш мумкин. Масалан, де Морган қонунидан фойдаланиб ВА функциясини ЁКИ ва ЭМАС функциялари ёки ЁКИ функциясини ВА ва ЭМАС функциялари билан алмаштириш мумкин.

Агар ифодалашнинг турли шакллари минималлик нуктаи назаридан таққосланса, равшанки, нормал шакллар мукаммал нормал шаклларга қараганда тежамли ҳисобланади. Аммо, нормал шакллар бир қийматли акслантиришни бермайди.

МАФ ларнинг сонли ифодаланиши.

Мантик алгебраси функцияларининг ёзилишини соддалаштириш мақсадида термларни тўлиқ санаб ўтиш ўрнига функция 1 қийматини (МДНШ учун) ёки 0 қийматини (МКНШ учун) қабул қилувчи тўпламлар тартиб рақамидан фойдаланилади. Масалан, 10-жадвалда келтирилган функция қуйидаги кўринишда ёзилиши мумкин:

$$f(x_1, x_2, x_3) = 3 \vee 5 \vee 6 \vee 7 = \vee(3, 5, 6, 7)$$

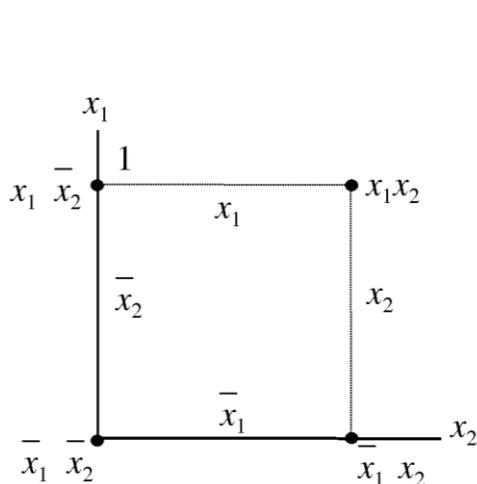
яъни функция фақат 3, 5, 6, 7-тўпламларда бирлик қийматига эга. Ёки

$$f(x_1, x_2, x_3) = 0 \wedge 1 \wedge 2 \wedge 4 = \wedge(0, 1, 2, 4)$$

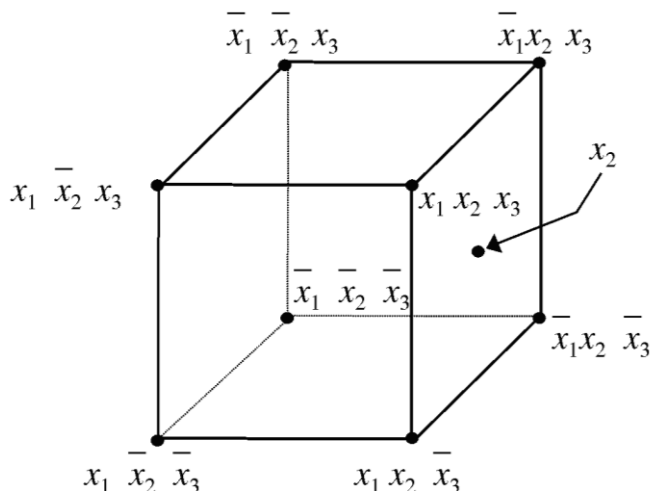
яъни, функция фақат 0, 1, 2, 4-тўпламларда ноллик қийматига эга.

МАФ ларнинг геометрик ифодаланиши.

Мантикий функциялар устида бажариладиган кўпгина ўзгартиришларни, уларнинг геометрик кўринишидан фойдаланиб изоҳлаш қулай ҳисобланади. Масалан, икки ўзгарувчили функцияни x_1, x_2 координаталар тизимсида берилган қандайдир текислик каби изоҳлаш мумкин (7.1-расм). Ҳар бир ўқ бўйича x_1 ва x_2 нинг бирлик кесмаларини белгиласак, учлари ўзгарувчилар комбинацияларига мос келувчи квадрат ҳосил бўлади.



7.1-расм. Икки ўзгарувчили функциянинг геометрик ифодаси



7.2-расм. Уч ўзгарувчили функциянинг геометрик ифодаси

Икки аргументли функциянинг бундай кўринишидан хулоса қилиш мумкинки, ягона қиррага тааллуқли қўшнилар деб аталувчи иккита уч шу қирра бўйлаб ўзгарувчи ўзгарувчилар бўйича бириктирилади. Демак, учта ўзгарувчи функцияси учун минтермларни **бириктириши қондасини** қуйидагича ёзиш мумкин:

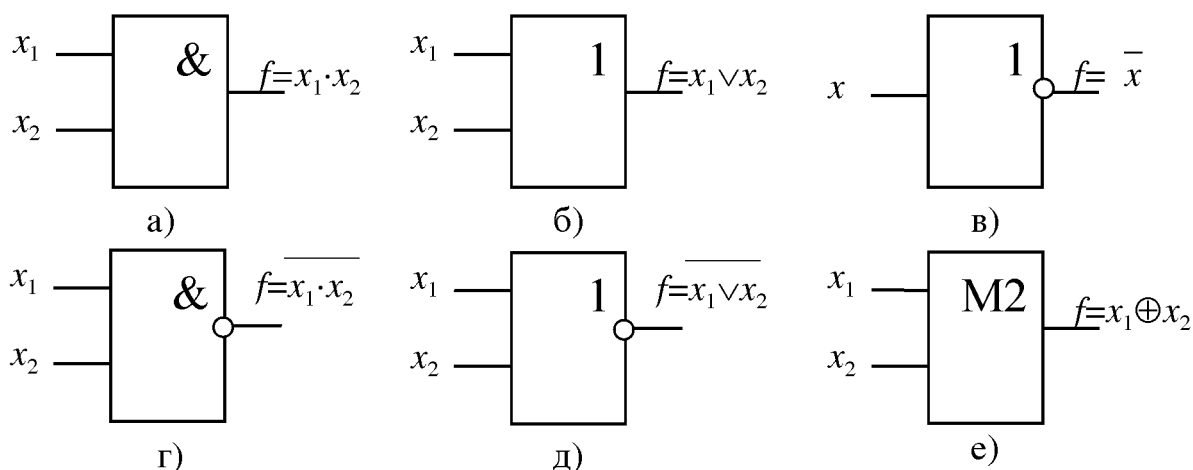
$$x_1 x_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 = x_1 x_2.$$

Учта ўзгарувчили функцияларнинг геометрик ифодаси куб кўринишида бўлади (7.2-расм). Куб қирралари учларни сингдиради. Куб ёнлари ўз қирраларини, демак, учларини сингдиради.

Геометрик нуқтаи назаридан ҳар бир $x_1 x_2 x_3 \dots x_n$ тўпламни n -ўлчовли фазодаги нуқтани аниқловчи n -ўлчамли вектор сифатида кўриши мумкин. Шу сабабли, n ўлчамли функция аниқланган барча тўпламлар тўплами n -ўлчамли кубнинг учлари кўринишида ифодаланади. Куб учларининг координаталари функция ёзувидаги ўзгарувчилар келтирилган тартибга мос тартибда кўрсатилиши шарт. Функция бирлик қийматини қабул қилувчи учларни нуқталар билан белгилаб МНФ нинг геометрик ифодаси ҳосил қилинади.

МАНФ ларнинг мантикий схемалар ёрдамида ифодаланиши.

Аргументлар устида бажариладиган мантикий амалларни комбинацион схемалар деб аталувчи мантикий схемалар ёрдамида ифодалаш мумкин. 7.3-расмда асосий мантикий амалларни ифодаловчи мантикий элементлар тизимси келтирилган.

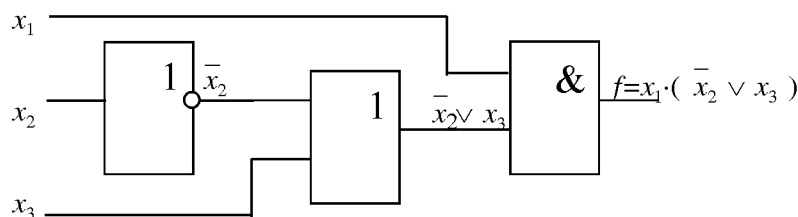


7.3-расм. Мантикий элементлар тизимси.

- а) «ХАМ» элементи, конъюнктор; б) «ЁКИ» элементи, дизъюнктор;
 в) «ЭМАС» элементи, инвертор; г) Шеффер элементи;
 д) Пирс элементи; е) 2 нинг модули бўйича қўшиш элементи.

Ушбу мантикий схемалар ёрдамида ихтиёрий мураккаб МАФ ни ифодаловчи комбинацион схемани тузиш мумкин.

Мисол. $f = x_1 \cdot (\bar{x}_2 \vee x_3)$ функция учун комбинацион схема 7.4-расмда келтирилган.



7.4-расм. $f = x_1 \cdot (\bar{x}_2 \vee x_3)$ функциянинг комбинацион схемаси.

Таянч иборалар

Функционал тўлиқ тизим, каноник шакл, бирламчи терм, макстерм, минтерм, 1 конституентаси, 0 конституентаси, дизъюнктив нормал шакл, мукаммал дизъюнктив нормал шакл, конъюнктив нормал шакл, мукаммал конъюнктив нормал шакл, мантикий функцияни геометрик ифодалаш, МАФни сонли ифодалаш, мантикий счхема Билан ифодалаш, МАФни график ифодалаш (Карно карталари).

Назорат саволлари

- Мантиқ алгебраси функцияларининг аналитик ифодаси.
- Термлар (конституенталар) нима?
- Минтерм ва макстерм нима?
- Термнинг даражаси нима?
- Дизъюнктив нормал шакл (ДНШ) ва конъюнктив нормал шакл (КНШ) нима?
- Мукаммал дизъюнктив нормал шакл (МДНШ) ва мукаммал конъюнктив нормал шакл (МКНШ) нима?
- Ихтиёрий ДНШ ва КНШдан МДНШ ва МКНШга қандай ўтилади?
- Мантиқ алгебраси функцияларининг функционал тўлиқ тизимси нима?
- Мавжуд базисларни санаб ўтинг.

14. Мантиқ алгебраси функцияларининг сонли ифодаланиши.
15. Мантиқ алгебраси функцияларининг геометрик ифодаланиши.
16. Мантиқ алгебраси функцияларининг мантикий схемалар ёрдамида ифодаланиши

Адабиёт

1. Ғаниев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002, 99 – 107 б.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001, 228 – 230, 260 – 265 б.
3. Лысиков Б.Г Арифметические и логические основы цифровых автоматов [Учебник для вузов по спец. "Электронные вычислительные машины"]. Минск: Вышш школа, 1980, 57 – 70 б.

8-мәғруза

Мантикий алгебра функцияларини минималлаштириш Комбинацион схемалар ва уларни синтезлаш

Режа

1. Минималлаштириш масаласи ва усуллари
2. Минималлаштиришни бевосита ўзгартириш усули
3. Квайн ва Вейч-Карно жадвалли минималлаштириш усуллари
4. Комбинацион схемалар ва уларни синтезлаш.

Бирор мантикий алгебра функциясини амалга оширувчи мантикий схемани куришдан аввал бу функцияни минималлаштиришга уриниб кўриш лозим. Кўпинча ДНШда берилган мантикий функциялар минималлаштирилади. Асосий мақсад - **минимал ДНШни** олишдир. Мантикий алгебра функциясининг минимал ДНШда барча дизъюнктив ҳадлардаги ўзгарувчилар ва уларнинг инкорлари сонларининг йиғиндиси бу функциянинг барча эквивалентидагига нисбатан кам бўлади.

Минималлаштириш, яъни берилган мантикий функция учун энг содда ифодани топиш, турли усуллар бўйича амалга оширилади. Қуйида баъзилари билан танишиб чиқамиз.

Квайн усули. Ушбу усул минималлаштирилувчи мантикий функциянинг МДНШда берилишига асосланади. Минималлаштириш иккита босқичда амалга оширилади.

Биринчи босқичда МДНШдан қисқартирилган ДНШга ўтилади. Бунда дастлабки мантикий функциянинг барча конъюнкциялари жуфтлари ўзаро таққосланади. Агар Ax ва $A\bar{x}$ каби конъюнкциялар учраса, улар орасида бириктириш амалга оширилади:

$$Ax \vee A\bar{x} = A$$

Натижада $A(n-1)$ даражали конъюнкция олинади. Ax ва $A\bar{x}$ конъюнкциялари эса дастлабки ифодада қолиб, МДНШнинг бошқа ҳадлари билан таққосланади. Дастлабки МДНШнинг бириктириш бажарилган n -даражали конъюнкциялари белгиланади. Натижада $(n-1)$ даражали элементар конъюнкциялар гуруҳи ва n даражали белгиланмаган конъюнкциялар ҳосил бўлади. Белгиланмаган конъюнкциялар оддий импликантлар ҳисобланиб, кейинчалик қисқартирилган ДНШга қўшилади. Сўнгра тавсифланган муолажа олинган $(n-1)$ даражали элементар конъюнкциялар гуруҳига қўлланилади, натижада $(n-r)$ даражали элементар конъюнкциялар гуруҳи ва $(n-1)$ даражали белгиланмаган конъюнкциялар (оддий импликантлар) олинади ва x . Босқич янгидан олинган r -даражали $(1 \leq r \leq n)$ элементар конъюнкциялар бир-бири билан бирикмай қолгандагина, яъни r -даражали оддий импликантага айлангандагина тугайди. Биринчи

босқич бажарилиши натижасида барча оддий импликантларни ўз ичига олувчи ДНШнинг қисқартирилган ёзуви олинади.

Мисол. Қуйидаги мантикий функциянинг қисқартирилган ДНШи олинishi талаб қилинсин:

$$f = \overline{x_1}x_2x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_3x_4 \quad (8.1)$$

Ечиш. Бириктириш амали 1-4, 1-6, 2-3, 2-7, 3-4, 3-8, 5-6, 5-8, 7-8 конъюнкциялари орасида амалга оширилади. Дастлабки МДНШнинг барча конъюнкциялари бириктиришда қатнашади ва (8.1) дагидек тагига чизилади. Натижада дастлабки (8.1) мантикий функция қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$f = \overline{x_1}x_3x_4 \vee \overline{x_2}x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_3 \vee \overline{x_2}x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_4 \vee \overline{x_2}x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_4 \vee \overline{x_1}x_3x_4 \vee \overline{x_2}x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_3$$

Олинган ифодада 3-9 ва 4-6 конъюнкциялар жуфтларини тагига чизиб, улар орасида бириктириш амалини бажарамиз. Натижада дастлабки (8.1) мантикий функциянинг қисқартирилган ДНШ олинади:

$$f = \overline{x_1}x_3x_4 \vee \overline{x_2}x_3x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_4 \vee \overline{x_1}x_2x_4 \vee \overline{x_1}x_3x_4 \vee \overline{x_2}x_3.$$

Минималлаштиришнинг иккинчи босқичида қисқартирилган ДНШдан тупик ДНШга ўтилади ва уларнинг ичидан минимал ДНШ танлаб олинади. **Тупик ДНШ** қисқартирилган ДНШдан ортиқча оддий импликантларини аниқлаб чиқариб ташлаш йўли билан олинади. **Ортиқча оддий импликантлар** деганда мантикий функция қийматининг ўзгаришига олиб келмайдиган қисқартирилган ДНШнинг чиқариб ташланган ҳадлари тушунилади. Тупик ДНШни олиш учун **импликант жадвали (матрицаси)** тузилади. Жадвалнинг қаторлари қисқартирилган ДНШнинг оддий импликантлари билан белгиланса, устунлари дастлабки мантикий функция МДНШнинг минтермлари билан белгиланади. Қаторда ҳар бир оддий импликанта қаршисига у 1 қийматини қабул қилувчи наборлар таги × белгиси билан белгиланади; мос минтермлар ушбу оддий импликанта билан сингдирилади (қопланади).

8.1-жадвал (8.1)нинг импликанта жадвали ҳисобланади.

8.1-жадвал.

Оддий импликантлар	Минтермлар							
	$\overline{x_1}x_2x_3x_4$	$\overline{x_1}x_2x_3x_4$	$\overline{x_1}x_2x_3x_4$	$\overline{x_1}x_2x_3x_4$	$\overline{x_1}x_2x_3x_4$	$\overline{x_1}x_2x_3x_4$	$\overline{x_1}x_2x_3x_4$	$\overline{x_1}x_2x_3x_4$
$\overline{x_1}x_3x_4$	×			×				
$\overline{x_2}x_3x_4$	×					×		
$\overline{x_1}x_2x_4$			×	×				
$\overline{x_1}x_2x_4$					×	×		
$\overline{x_1}x_3x_4$					×			×
$\overline{x_2}x_3$		×	×				×	×

Оддий импликантларнинг умумий сонидан импликантлари мантикий функциянинг бирлик қийматларини қопловчи қисмини ажратиб олиш зарур; қолган импликантлар ортиқча ҳисобланади.

Тупик шаклларни шакллантириш ва минимал қопланишни танлаш мантикий функциянинг бирлик қийматларини қопловчи мажбурий оддий импликантларни аниқлашдан бошланади.

81-жадвалдан кўриниб турибдики, 6-оддий импликанта мажбурий ҳисобланади, чунки фақат у 2 ва 7-тўпламларда мантикий функциянинг бирлик қийматини қоплайди (бу тўпламларга мос устунларда фақат биттадан × белгиси бор). Аммо 6-импликанта 3 ва 8-тўпламга мос келувчи мантикий функциянинг бирлик қийматини ҳам қоплайди. Шундай қилиб, 1-5 оддий импликантлар қопланмаган 1, 4-6 тўпламлардаги мантикий функция қийматини қоплаши керак бўлади. Бу тўртта тўпламларни 1-5 импликантларнинг турли бирикмалари ёрдамида қоплаш мумкин, яъни бир талай тупик шакллар шаклланиб, уларнинг ичидан минимал ДНШ танлаб олинади.

Кўрилатган мисол учун импликанта жадвали бўйича қуйидаги минимал ДНШни аниқлаш қийин эмас.

$$f_{\min} = x_2 \overline{x_3} \vee \overline{x_1} x_3 x_4 \vee x_1 \overline{x_2} x_4.$$

Бошқа тупик шакллар учдан ортиқ оддий импликантларга эга ва, демак, минимал бўлмайди.

Квайн усулининг камчилиги сифатида r -даражали ($1 \leq r \leq n$) конъюнкциялар жуфтларини бир-бири билан тўла таққослаш заруриятини кўрсатиш мумкин. Бу эса, ўз навбатида, дастлабки МДНШдаги конъюнкцияларнинг катта сонидан усулнинг қўлланishiга қийинчиликлар туғдиради.

Квайн-Мак-Класки усули. Ушбу усул таққосланувчи конъюнкциялар жуфтлари сонини айтарлича камайтириш имконини беради. Бунинг учун барча элементар конъюнкциялар таққослашдан аввал гуруҳларга ажратилади. Ҳар бир гуруҳга инкорсиз ўзгарувчиларнинг сони бир хил бўлган конъюнкциялар киритилади: i -гуруҳга ($i=0,1, \dots, n$) инкорсиз i та ўзгарувчига эга бўлган конъюнкциялар киритилади. Масалан, $n=4$ да биринчи гуруҳга ($i=1$)

$$\overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} x_4, \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_4}, \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \overline{x_4}, \overline{x_1} x_2 x_3 x_4,$$

кўринишдаги конъюнкциялар, иккинчи гуруҳга ($i=2$)

$$\overline{x_1} \overline{x_2} x_3 x_4, \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \overline{x_4}, \overline{x_1} x_2 x_3 \overline{x_4}, \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_4}, \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} x_4, \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} x_4$$

кўринишдаги конъюнкциялар киритилади ва ҳ. Жуфтликларни таққослаш фақат тартиб рақами бўйича қўшни бўлган гуруҳлар орасида амалга оширилиши мумкин, чунки бирикувчи конъюнкциялар фақат қўшни гуруҳларда бўлиши мумкин. Минималлаштиришнинг Мак-Класки усулининг қолган муолажалари минималлаштиришнинг Квайн усулидагидек амалга оширилади.

Вейч-Карно диаграммалари. Вейч-Карно диаграммалари тўрт-олти ўзгарувчили мантикий функцияларни минималлаштиришда жуда қулай ҳисобланади.

Иккита ўзгарувчи учун тузилган Вейч диаграммаси 8.1-расмда келтирилган. Диаграмма катаклари сони ўзгарувчиларнинг мумкин бўлган тўпламлари сони орқали аниқланади. Демак, иккита ўзгарувчи учун тузилган Вейч диаграммаси тўртта катакдан иборат. Тўпламлар диаграмма катакларида шундай жойлашганки, иккита қўшни устун ёки қатордаги тўпламлар битта ўзгарувчининг қиймати билан фарқланадилар: бу ўзгарувчи битта тўпламда инкорли, иккинчисида - инкорсиз. 8.2-расмда учта ўзгарувчи учун тузилган Вейч диаграммаси келтирилган бўлиб, у $2^3=8$ та тўпламга эга. Ўзгарувчилар диаграмма катакларида шундай жойлаштириладики, иккита қўшни катаклардаги тўпламлар бу конъюнкциялар бирикиши мумкин бўлган ўзгарувчидан бошқа барча ўзгарувчилардан ташкил топган умумий қисмга эга бўлсин. Бундай тўпламлар қўшни (устун ёки қатор бўйича) катакларда жойлашиши сабабли **қўшни тўпламлар** деб аталади.

	x_2	$\overline{x_2}$
x_1	$x_1 x_2$	$x_1 \overline{x_2}$
$\overline{x_1}$	$\overline{x_1} x_2$	$\overline{x_1} \overline{x_2}$

8.1-расм. Икки ўзгарувчи функциянинг Вейч диаграммаси.

	$x_2 x_3$	$x_2 \overline{x_3}$	$\overline{x_2} x_3$	$\overline{x_2} \overline{x_3}$
x_1	$x_1 x_2 x_3$	$x_1 x_2 \overline{x_3}$	$x_1 \overline{x_2} x_3$	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3}$
$\overline{x_1}$	$\overline{x_1} x_2 x_3$	$\overline{x_1} x_2 \overline{x_3}$	$\overline{x_1} \overline{x_2} x_3$	$\overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3}$

8.2-расм. Уч ўзгарувчи функциянинг Вейч диаграммаси.

Тўртта ўзгарувчи учун тузилган Вейч диаграммаси 8.3-расмда келтирилган.

	$x_3 x_4$	$x_3 \overline{x_4}$	$\overline{x_3} x_4$	$\overline{x_3} \overline{x_4}$
$x_1 x_2$	$x_1 x_2 x_3 x_4$	$x_1 x_2 x_3 \overline{x_4}$	$x_1 x_2 \overline{x_3} x_4$	$x_1 x_2 \overline{x_3} \overline{x_4}$
$x_1 \overline{x_2}$	$x_1 \overline{x_2} x_3 x_4$	$x_1 \overline{x_2} x_3 \overline{x_4}$	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} x_4$	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4}$
$\overline{x_1} x_2$	$\overline{x_1} x_2 x_3 x_4$	$\overline{x_1} x_2 x_3 \overline{x_4}$	$\overline{x_1} x_2 \overline{x_3} x_4$	$\overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \overline{x_4}$
$\overline{x_1} \overline{x_2}$	$\overline{x_1} \overline{x_2} x_3 x_4$	$\overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_4}$	$\overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} x_4$	$\overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4}$

8.3-расм. Тўрт ўзгарувчи функциянинг Вейч диаграммаси.

Вейч диаграммаси ёрдамида мантикий функцияни минималлаштириш қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади. Минималлаштирилувчи мантикий функция МДНШга келтирилади. Сўнгра n ўзгарувчи (мантикий функциядаги ўзгарувчи сони бўйича) учун Вейч диаграммаси катаклари тўлдирилади. Минималлаштирилувчи функция тўлдирилувчи катакларга мос келувчи аргументлар тўпламида 1 га айланса катакка бир, нолга айланса катакка нол ёзилади (бундай катак кўпинча бўш қолдирилади). Катаклар тўлдирилгандан сўнг бир ёзилган катакларни қамраб олувчи тўғри бурчакли контурлар чизилади. Контурларни чизиш қуйидаги қоида бўйича амалга оширилиши лозим:

- 1) контур тўғри бурчакли (ёки квадратли) бўлиши шарт;
- 2) контур ичида фақат бир ёзилган катаклар бўлиши шарт;
- 3) бир ёзилган катаклар сони иккиннинг бутун даражасига каррали бўлиши шарт (яъни 1, 2, 4, 8 ва ҳ.);
- 4) контур чизилганда диаграмманинг энг паст ва энг юқоридаги қаторлари ҳамда энг чапдаги ва энг ўнгдаги устунлари қўшни ҳисобланади;
- 5) ҳар бир контур кўпроқ бирли катакларни қамраб олиши, контурларнинг умумий сони эса кичик бўлиши шарт;
- 6) диаграммадаги барча бирлар контурлар билан қамраб олиниши шарт.

Сўнгра ҳар бири ўзининг контурини тавсифловчи оддий импlicantsлар дизъюнкцияси кўринишидаги мантикий функциянинг минимал шакли ёзилади (импlicantsларнинг умумий сони контурлар сонига тенг). Контурдаги бирлар сонининг ошиши билан уни тавсифловчи оддий импlicantsга қисқаради ва мантикий функциянинг кўпроқ бирлик қийматларини қамраб олади.

Мисол. $f = x_1 x_2 \vee x_1 \overline{x_2} \vee \overline{x_1} x_2$ функцияни минималлаштириш талаб этилсин.

Ечиш. Мантикий функцияни МДНШга келтирамыз.

$$f = x_1 x_2 + x_1 \overline{x_2} + \overline{x_1} x_2 = x_1 x_2 x_1 x_2 + x_1 x_2 = (x_1 \vee x_2)(x_1 + x_2) \vee x_1 x_2 = x_1 x_2 \vee x_1 x_2 \vee x_1 x_2 \quad (8.2)$$

(8.2) ифода бўйича иккита ўзгарувчи учун Вейч диаграммасини тузамиз. (8.2) мантикий функция $x_1 x_2$, $x_1 \overline{x_2}$ ва $\overline{x_1} x_2$ тўпламларда бирга тенг бўлганлиги сабабли, бу

конъюнкцияларга мос келувчи катакларга 1 ёзамиз (8.4-расм). Сўнгра бирли катакларни қамраб олувчи иккита контурни чизамиз.

	x_2	$\overline{x_2}$
x_1		1
$\overline{x_1}$	1	1

8.4-расм. Икки ўзгарувчили функцияни Вейч диаграммаси бўйича минималлаштириш.

Контурни тавсифловчи оддий импликантани топши учун бу контурнинг қайси ўзгарувчиларга боғлиқ эмаслигини аниқлаш лозим. Масалан, 8.4-расмдаги вертикал контур x_1 ва $\overline{x_1}$ қаторларни қамраб олади, демак, бу контурни тавсифловчи оддий импликантга x_1 ўзгарувчи кирмайди. Худди шундай, мулоҳаза юритиб, горизонтал контурни тавсифловчи оддий импликантга x_2 ўзгарувчининг кирмаслигини аниқлаймиз. Демак, дастлабки мантикий функция f қуйидаги минимал шаклни олади:

$$f_{\min} = \overline{x_1} \vee \overline{x_2}.$$

Мисол.

$f = (\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3})(\overline{x_1} \vee x_2 \vee x_3) \vee \overline{x_1}x_2x_3 \vee \overline{x_2}x_3$ функцияни минималлаштириш талаб этилсин.

Ечили. Аввал f функцияни ДНШга келтирамиз:

$$\begin{aligned} f &= \overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_1} \vee x_2 \vee x_3 \vee \overline{x_1}x_2x_3 \vee \overline{x_2}x_3 = \\ &= x_1x_2x_3 \vee x_1\overline{x_2}x_3 \vee \overline{x_1}x_2x_3 \vee \overline{x_2}x_3. \end{aligned}$$

$\overline{x_2}x_3$ конъюнкцияни ҳақиқий ифода $\overline{x_1} \vee x_1$ га кўпайтириб f функцияни МДНШга келтирамиз.

$$\begin{aligned} f &= x_1x_2x_3 \vee x_1\overline{x_2}x_3 \vee \overline{x_1}x_2x_3 \vee \overline{x_2}x_3(x_1 \vee \overline{x_1}) = \\ &= x_1x_2x_3 \vee x_1\overline{x_2}x_3 \vee \overline{x_1}x_2x_3 \vee \overline{x_1}x_2x_3. \end{aligned} \quad (8.3)$$

МДНШ (8.3) бўйича учта ўзгарувчи учун Вейч диаграммасини тузамиз ва унда иккита контур чизамиз (биринчи ва тўртинчи устунлар қўшни деб ҳисоблаймиз) (8.5-расм). 1-контур тўртта катакни қамраб олса, 2 контур иккита катакни қамраб олади.

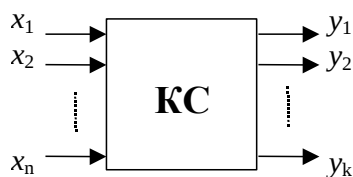
	x_2x_3	$x_2\overline{x_3}$	$\overline{x_2}x_3$	$\overline{x_2}\overline{x_3}$
x_1	1		1	1
$\overline{x_1}$	1			1

8.5 -расм. Уч ўзгарувчили функцияни Вейч диаграммаси бўйича минималлаштириш.

Дастлабки мантикий функциянинг минималлашган шакли қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$f_{\min} = x_3 \vee \overline{x_1}x_2.$$

Мантикий функцияни ёки мантикий функциялар мажмуасини амалга оширувчи мантикий элементлардан ташкил топган схема **комбинацион схема** (КС) деб аталади. Умумий ҳолда КСни -расмда келтирилган схема орқали тасвирлаш мумкин.



8.6-расм. Комбинацион схеманинг шартли тасвирланиши.

$x_1, x_2, \dots, x_n$ - КСнинг кириш йўллари;

$y_1, y_2, \dots, y_k$ - КСнинг чиқиш йўллари.

Комбинацион схеманинг қуйидаги асосий хусусиятларини кўрсатиш мумкин:

- фақат мантикий элементлардан ташкил топади;
- хотирлаш қобилиятига эга эмас;
- тесқари боғланиш занжирининг бўлмаслиги;
- чиқиш йўлининг битта ва ундан ортиқ бўлишлиги.

КС чуқурлиги (сатҳлари сони) тушунчаси кенг ишлатилади ва у сигналнинг КС кириш йўлидан то чиқиш йўлигача бўлган ҳаракати йўлидаги мантикий элементлар сони билан аниқланади. КСнинг чуқурлиги унинг тезкорлигига катта таъсир этади, чунки ҳар бир мантикий элемент сигнал тарқалишининг ички кечикиши хусусиятига эга. КС қуришда ишлатиладиган элементлар бир қатор техник параметрлари орқали характерланади. Уларнинг ичидан кириш йўли бўйича бирлаштириш коэффиценти, чиқиш йўли бўйича тармоқланиш коэффиценти ва мантикий элементдаги сигналнинг кечикиши параметрлари муҳим ҳисобланади.

Мантикий элементнинг кириш йўли бўйича бирлаштириш коэффиценти шу кириш йўлига уланиши мумкин бўлган мантикий элементлар сони орқали аниқланади.

Мантикий элементнинг чиқиш йўли бўйича тармоқланиш коэффиценти шу чиқиш йўлига уланиши мумкин бўлган мантикий элементлар сони орқали аниқланади.

КСнинг бирор-бир мантикий элементи чиқиш йўли бўйича ортиқча юкланган бўлса, КС структурасида эквивалент ўзгартиришлар ўтказиш орқали юкланишнинг камайишига эришилади.

Мантикий элементдаги сигналнинг кечикиши мантикий элементнинг кириш йўли ва чиқиш йўлида сигналлар ўрнатилиши онлари орасидаги вақт оралиғи орқали характерланади. КС бўйича сигналнинг тарқалиши, бу сигнал ўтувчи мантикий элементлардаги сигналнинг кечикишига боғлиқ ҳолда, КСнинг тезкорлигини характерлайди. КСда сигналнинг турли йўллар орқали тарқалиши турли кечикишларга олиб келиши ва натижада, КСнинг беқарор ишлашига сабаб бўлиши мумкин.

КСни синтезлаш масаласи мураккаб масала ҳисобланиб, унда берилган мантикий функцияни амалга оширувчи КСни кўрсатилган базисда лойиҳалаш талаб этилади. КСни синтезлашнинг анъанавий усули қуйидаги босқичларни ўз ичига олади:

- берилган мантикий функциянинг МДНШ ёки МКНШ ҳосил қилинади;
- ҳосил қилинган функциянинг мукамал нормал шакли мантикий функцияларни минималлаштиришнинг ихтиёрий бир усули ёрдамида минималлаштирилади;
- олинган минимал функция кўрсатилган базисда ифодаланади, яъни оператор кўринишига келтирилади;
- функциянинг оператор кўринишидан схемага ўтилади.

Мисол. 10-жадвал шаклида берилган мантикий функцияни амалга оширувчи КСни ВА-ЭМАС базисда синтезлаш талаб этилсин.

Еччи. Биринчи босқичда жадвал бўйича мантикий функциянинг МДНШ тузилади:

$$f_{\text{МДНШ}} = \overline{x_1}x_2x_3 \vee x_1\overline{x_2}x_3 \vee x_1x_2\overline{x_3} \vee x_1x_2x_3.$$

Иккинчи босқичда ҳосил қилинган МДНШ Вейч диаграммаси ёрдамида минималлаштирилади (8.7-расм).

	$\overline{x_1}x_2$	$x_1\overline{x_2}$	x_1x_2	$x_1\overline{x_3}$
$\overline{x_3}$			1	
x_3		1	1	1

8.7-расм. Функцияни Вейч диаграммаси бўйича минималлаштириш.

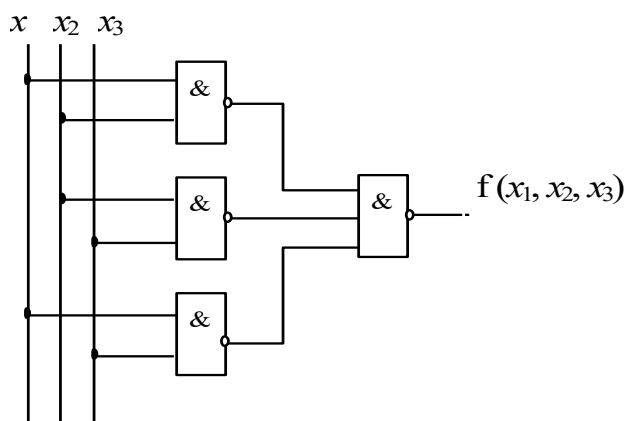
Минималлаштириш натижасида $f_{\text{мин}} = x_1x_2 \vee x_2x_3 \vee x_1x_3$ олинади.

Учинчи босқичда функциянинг минимал шакли ВА-ЭМАС базисда ифодаланади:

$$f_{\text{мин}} = x_1x_2 \vee x_2x_3 \vee x_1x_3 = \overline{(x_1x_2) \cdot (x_2x_3) \cdot (x_1x_3)}.$$

Тўртинчи босқичда функциянинг базис кўринишидан схема кўринишига ўтилади (8.8-расм).

Амалда КСни синтезлаш масаласи билан бир қаторда анализ масаласи ҳам кенг қўлланилади. КСнинг анализи синтезлаш масаласига тескари бўлиб, унда дастлабки маълумот сифатида КС берилади ва унинг ишлаш қонуниятини, яъни мантикий функцияни аниқлаш талаб этилади. Таъкидлаш лозимки, КСнинг анализи мантикий функцияни аниқлабгина қолмай, балки КСни соддалаштиришга, яъни унинг ишига таъсир этмайдиган ортиқча элементларни чиқариб ташлаш имконини беради.



8.8-расм. Функциянинг ВА-ЭМАС базисдаги комбинацион схемаси.

КСнинг анализи қуйидаги босқичларда амалга оширилади:

- берилган КС учун ҳақиқийлик жадвали тузилади. Бунинг учун КС кириш йўлларига ўзгарувчиларнинг турли тўплamlари таъсиридаги мос чиқиш йўли функциясининг қийматлари аниқланади;

- ҳақиқийлик жадвали бўйича чиқиш йўли функциясининг МДНШ ёки МКНШ ҳосил қилинади;
- ҳосил қилинган функциянинг МДНШ ёки МКНШ минималлаштирилади;
- минималлаштирилган функция базисларда ифодаланади, яъни оператор кўринишига келтирилади;
- функциянинг оператор кўриниши оптимал схема кўринишига ўтказилади.

Таянч иборалар

Минимал шакл, оддий импликанта, Вейч диаграммаси, Карно картаси (жадвали), комбинацион схема, синтезлаш, комбинацион схема чуқурлиги.

Назорат саволлари

- 1.Мантикий алгебра функцияларини минималлаштириш.
- 2.Мантикий алгебра функцияларини минималлаштиришнинг Квайн усули?
- 3.Оддий импликант нима?
- 4.Импликант жадвали нима?
- 5.Минималлаштиришнинг Квайн усули билан Квайн-Мак-Класки усулининг фарқи нимада?
- 6.Вейч-Карно диаграммалари ёрдамида мантикий функцияларнинг минималлаштирилиши.
- 7.Комбинацион схемалар нима?
- 8.Комбинацион схемаларнинг синтези босқичлари.

Адабиёт.

1. Ғаниев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002, 107 – 114 б..
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001, 230 – 240 б.
3. Лысиков Б.Г Арифметические и логические основы цифровых автоматов [Учебник для вузов по спец. "Электронные вычислительные машины"]. Минск: Вышя школа, 1980, 78 – 96 б.

9-маъруза.

Абстракт ва чекланган рақамли автоматлар, Ми́ли ва Мур автоматлари ва уларнинг ифодаланиши.

Режа:

1. Абстракт ва чекланган рақамли автоматлар.
2. Ми́ли ва Мур автоматлари ва уларнинг ифодаланиши.

Электрон ҳисоблаш машиналарини лойиҳалаш жараёни унинг ишлаш жараёнларини формаллаштирилган тавсифлаш имконини берувчи махсус математик аппаратни қўллашни тақозо этади. Бу математик аппарат сифатида чекланган рақамли автоматлар назарияси хизмат қилади.

Рақамли автомат деганда, узлукли Ахборотнинг қабул қилиниши, сақланиши ва бирор-бир алгоритм асосида ишланишини таъминловчи қурилма тушунилади. Умуман, автоматлар сифатида амалий қурилмалар билан бир қаторда абстракт тизимлар (эксперт тизимлари, аксиоматик назариялар ва ҳ.) тушунилиши мумкин. Демак, Ахборотни қайта ишлайдиган ҳар қандай қурилма автомат деб аталиши мумкин. Бундай қурилма Ахборотни қабул қилувчи ва узатувчи каналларга, ҳамда муайян структурали қайта ишловчи қисмларга эгадир. Автоматлар назариясини ўзлаштириш учун аввало улар қайта ишлайдиган Ахборотни ифода қила билишимиз керак. Бизга маълумки, инсон йиғилган

Ахборотни бошқаларга етказиш учун оғзаки нутқ билан бирга ёзувдан ҳам фойдаланади, яъни бирор алфавитдаги ҳарфлар билан бирга тиниш белгилари, рақамлар ва бошқалар ёрдамида ўз фикрларини ёзилган мақола, асар ва ҳ. сифатида ифодалайди. Худди шундай, абстракт ифодалаш автоматлар назарияси асосини ташкил этади.

Автоматлар назариясида **абстракт алфавит** сифатида ихтиёрий объектлар мажмуаси тушунилади. Бу объектлар алфавитнинг **ҳарфлари** деб аталади. Алфавитнинг **сўзи** деб, алфавит ҳарфларининг ихтиёрий равишда тартибга солинган чекланган кетма-кетлигига айтилади. Сўз узунлиги сифатида сўздаги ҳарфлар сони тушунилади.

Автоматлар назариясининг асосий масалаларидан бири, бир хил ёки ҳар хил алфавитларда тузилган сўзларнинг бирини иккинчисига акслантириш ҳисобланади ва у ўтиш қоидаларининг тизимси ёрдамида амалга оширилади. Ўтиш қоидалари чекли микдордаги бажариладиган амаллардан иборат бўлиши мумкин.

Автоматларда алфавитли акслантириш (оператор) тушунчаси кенг қўлланилади. **Алфавитли оператор** деб, бирор алфавитдаги сўзларни шу ёки бошқа алфавитдаги сўзларга мос қўювчи ҳар қандай функцияга айтилади. Шу операторнинг **кириш йўли алфавити** деб биринчи алфавитга, чиқиш йўли алфавити деб, иккинчисига айтилади.

Фараз қилайлик A1 алфавитида тузилган L сўз F оператор ёрдамида A2 алфавитида тузилган K сўзга акслантирилган бўлсин, яъни

$$K=F(L)$$

Агар бу акслантириш бирор автоматда амалга ошириладиган бўлса, у ҳолда F оператор автоматнинг ҳатти-ҳаракати ва функционал ҳолатини кўрсатади.

Автоматлар назарияси иккига, яъни абстракт ва структуравий назарияларга бўлинади.

Абстракт автоматлар назарияси автоматнинг тузилиши ва қуриш усулларини эътиборга олмаган ҳолда, ташқи муҳит таъсирида ҳолатининг ўзгариши ва амалга оширадиган функцияларини ўрганади. Бошқача айтганда, автоматларнинг абстракт назарияси мазмуни жиҳатидан алгоритмлар назариясига яқин бўлиб, уни батафсилроқ ўрганиш имконини беради.

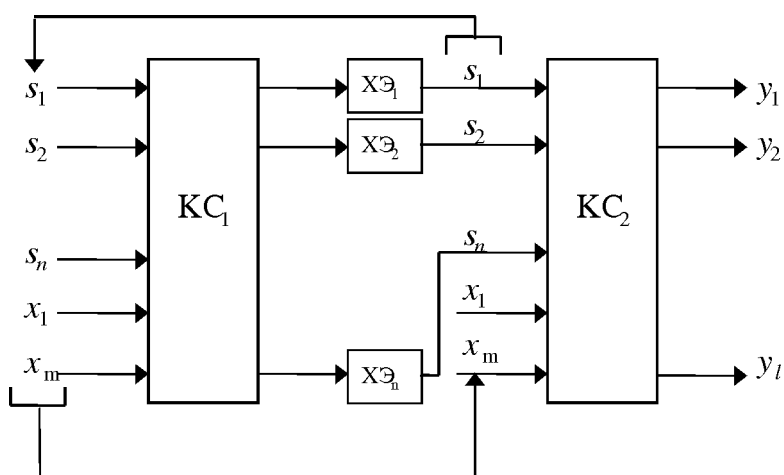
Автоматларнинг ички структурасини текшириш, қуриш усулларини ўрганиш, кириш йўли таъсирларини ва автоматнинг уларга бўлган реакциясини кодлаш масалалари автоматларнинг структуравий назариясида ўрганилади. Умуман, структуравий назария абстракт назариянинг ривожлантирилиши ва давомидир. Структуравий назария мантикий функциялар аппарати ва автоматларнинг абстракт назариясига таянган ҳолда ҳисоблаш техникаси қурилмаларини яратишда самарали тавсиялар беради.

Автоматлар назарияси бевосита анализ ва синтез масалалари билан боғлиқдир. Автоматларнинг анализида автомат берилган бўлиб, шу автомат амалга оширадиган функцияни аниқлаш талаб қилинади. Автоматларни синтезлашда эса, аксинча, автомат амалга оширувчи функция ёки функциялар тизимси берилган бўлиб, уларни, берилган шартларни қаноатлантирган ҳолда амалга оширувчи автоматни қуриш талаб қилинади.

Автоматлар яна икки - хотирали ва хотирасиз гуруҳларга бўлинади. Амалда хотирасиз автоматлар сифатида мураккаб бўлмаган автоматлар, хусусан, комбинацион схемалар (КС) тушунилади.

Хотирали автоматлар комбинацион схемалардан фарқли равишда мураккаб тузилишга эга бўлиб, чекланган сондаги турли ички ҳолатларни эслаб қолувчи хотира блокин (ХБ) ўз ичига олади.

Хотирали автоматнинг структуравий схемаси 9.1-расмда тасвирланган. ХБ хотира элементларидан (ХЭ) ташкил топган бўлади. ХЭ сони автомат ички ҳолатларининг сонига тенг.



9.1-расм.

Умуман, абстракт рақамли автомат бешта $\langle X, S, Y, \varphi, \lambda \rangle$ объектларнинг мажмуаси билан аниқланади. Бу ерда:

$X = \{x_i\}$, $i \in \overline{1, m}$ - автоматнинг кириш йўли сигналлари тўплами (автоматнинг кириш йўли алфавити);

$S = \{s_j\}$, $j \in \overline{1, n}$ - автоматнинг ҳолатлари тўплами (автоматнинг ҳолатлари алфавити);

$Y = \{y_k\}$, $k \in \overline{1, l}$ - автоматнинг чиқиш йўли сигналлари тўплами (автоматнинг чиқиш йўли алфавити);

φ - декарт тўплamlар кўпайтмасининг $\{X \times S\}$ ихтиёрий элементлари жуфтлигига мос келувчи S тўпламининг элементини кўрсатувчи, яъни $(X \times S) \rightarrow S$ акслантиришни ифодаловчи, автоматнинг ўтиш функцияси;

λ - $(X \times S) \rightarrow Y$, ёки $S \rightarrow Y$ акслантиришни ифодаловчи, автоматнинг чиқиш йўли функцияси;

Ўтиш функцияси φ , автомат бирор $s_i \in S$ ҳолатдан кириш йўли сигнали $x_j \in X$ пайдо бўлганда бошқа бирор $s_p \in S$ ҳолатга ўтишини кўрсатади. Буни қуйидаги ифода билан ёзиш мумкин:

$$s_p = \varphi(s_i, x_j).$$

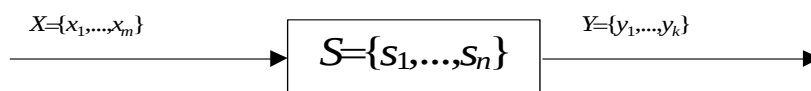
Шунингдек, $(X \times S) \rightarrow Y$ акслантиришни берувчи чиқиш йўли функцияси λ , бирор бир $s_i \in S$ ҳолатда бўлган автомат, кириш йўли сигнали $x_j \in X$ таъсирида чиқиш йўли сигнали $y_k \in Y$ ни ҳосил қилишини кўрсатади. Буни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$y_k = \lambda(s_i, x_j).$$

Абстракт автомат чекли деб аталади, агарда унинг X, S, Y тўплamlари чекланган бўлса.

Агарда φ ва λ функцияларнинг аниқланиш соҳаси $(X \times S)$ тўплами билан мос келса, абстракт автомат тўлиқ аниқланган деб аталади.

Абстракт автомат умумий ҳолда (9.2-расм) битта кириш ва битта чиқиш йўлига эга бўлади.



9.2-расм. Абстракт автоматнинг умумий тасвирланиши.

Автомат ҳолатлари тўпламидан махсус бошланғич ҳолати $s_0 \in S$ ажратилса, автомат ундовчи деб аталади, яъни ундовчи абстракт автомат олтига $\langle X, S, Y, \varphi, \lambda, s_0 \rangle$ объектларнинг мажмуаси орқали аниқланади. S тўпланда s_0 бошланғич ҳолатнинг ажратилиши кўпинча автомат ишлашининг бошланишини қайдлашда қўл келади.

Ҳар қандай $t=0,1,2,\dots$ узлукли (дискрет) вақт онларида автомат S ҳолатлар тўпламига тегишли бўлган бирор $s(t)$ ҳолатида бўлади. Бошланғич $t=0$ онда автомат ҳар доим бошланғич $s(0)=s_0$ ҳолатда бўлади. Ихтиёрий t вақтда автомат $s(t)$ ҳолатда бўлганда у кириш йўли орқали $x(t) \in X$ сигнални қабул қилиб, чиқиш йўлида $y(t)=\lambda(s(t), x(t))$ ҳолатига ўтади. Шундай қилиб, автоматнинг ишлаши бирор кириш йўли алфавити сўзларнинг тўпламини чиқиш йўли алфавити сўзлари тўпламига акслантиришдан иборат. Бир хил акслантиришни амалга оширувчи автоматлар **эквивалент автоматлар** деб аталади.

Ҳар қандай автомат ўзининг кириш йўли, чиқиш йўли ва ҳолатлари тўплами элементларининг рўйхати ҳамда матрица, граф ёки аналитик шакллардаги ўтиш ва чиқиш йўли функциялари билан берилиши мумкин.

Матрица усулида автомат иккита жадвал (ўтиш ва чиқиш йўли жадваллари) ёки боғланишлар матрицаси орқали берилиши мумкин. Ўтиш жадвалида автоматнинг ўтиш функциясини аниқловчи акслантириш, яъни $(X \times S) \rightarrow S$ берилади. Чиқиш йўли жадвалида эса автоматнинг турига қараб чиқиш йўли функциясини аниқловчи $(X \times S) \rightarrow Y$ ёки $S \rightarrow Y$ акслантириш берилади.

Ихтиёрий автоматнинг ўтиш жадвали қуйидагича курилади. Жадвалнинг устунлари автоматнинг кириш йўли алфавитлари ҳарфлари билан белгиланади, жадвалнинг қаторлари эса ҳолатлар алфавитининг ҳарфлари билан белгиланади. Кириш йўли сигнали x_j билан белгиланган устун ва s_i ҳолат орқали белгиланган қаторнинг кесишишган катагига автоматни s_i ҳолатдан x_j кириш йўли сигнали таъсирида содир бўлган мос ўтиш s_k ҳолати белгиланади. Бу қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$s_k = \varphi(s_i, x_j).$$

Ўтиш жадвалига мисол сифатида ихтиёрий кириш йўли $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ ва ҳолат $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ алфавитларига эга бўлган тўлиқ аниқланган абстракт автоматнинг жадвалини келтиришимиз мумкин 9.1-жадвал).

9.1-жадвал

Ҳолатлар	Кириш йўли сигналлари		
	x_1	x_2	x_3
s_1	s_1	s_2	s_1
s_2	s_3	s_4	s_2
s_3	s_3	s_1	s_4
s_4	s_3	s_1	s_2

Агар автомат тўлиқ аниқланмаган, яъни кириш йўли сигнали x_j таъсирида s_i ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтиши аниқланмаган бўлса, у ҳолда кириш йўли сигнали x_j билан белгиланган устун ва s_i ҳолат билан белгиланган қаторнинг кесишган катагига чизиқча қўйилади. Бошқа катакларни тўлдириш шу тарзда амалга оширилади.

Чиқиш йўли жадвали автоматнинг турига қараб қуйидаги икки усули билан курилиши мумкин:

1. Биринчи усулга биноан чиқиш йўли жадвалининг катагига, яъни кириш йўли сигнали x_j билан белгиланган устун ва s_i ҳолат билан белгиланган қаторнинг кесишган катагига мос чиқиш йўли сигнали y_k қўйилади. Демак, бу усул ихтиёрий s_i ҳолатда кириш йўли сигнали x_j таъсирида $y_k = \lambda(s_i, x_j)$ ифода билан аниқланувчи чиқиш йўли сигналин

ҳосил қилувчи автоматлар туркумининг чиқиш йўли жадвалини қуриш имконини беради. Чиқиш йўли жадвалига мисол сифатида $X=\{x_1, x_2, x_3\}$, $S=\{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ ва $Y=\{y_1, y_2, y_3\}$ алфавитлари билан тўлиқ аниқланган ихтиёрий абстракт автоматнинг жадвалини келтиришимиз мумкин (9.2-жадвал).

9.2-жадвал

Ҳолатлар	Кириш йўли сигналлари		
	x_1	x_2	x_3
s_1	y_1	y_1	y_2
s_2	y_3	y_3	y_3
s_3	y_2	y_1	y_3
s_4	y_2	y_1	y_3

2. Иккинчи усул жуда содда усул бўлиб, унда чиқиш йўли жадвалини қуриш учун тўлиқ аниқланган автоматнинг ҳар бир ҳолатига мос ўз чиқиш йўли сигнали ёзилади. Бу туркумдаги автоматларнинг чиқиш йўли жадвалига мисол сифатида қуйидаги $S=\{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ ҳолатлар ва $Y=\{y_1, y_2, y_3\}$ чиқиш йўли алфавитларига эга бўлган ихтиёрий абстракт автоматнинг жадвалини келтиришимиз мумкин (9.3-жадвал).

9.3 - жадвал.

Ҳолатлар	Чиқиш йўли сигналлари
s_1	y_1
s_2	y_1
s_3	y_2
s_4	y_3

Агарда автоматлар тўлиқ бўлмаган (қисмий) автоматлар бўлса, у ҳолда уларнинг чиқиш йўли жадвалларида баъзи чиқиш йўли сигналларининг йўқлигини кўрсатувчи катакларда чизикчалар бўлиши мумкин.

Амалда автоматнинг ўтиш ва чиқиш йўли жадваллари аксарият ҳолларда ўтишларнинг белгиланган жадвали деб аталувчи битта жадвал билан алмаштирилиши мумкин. Тўлиқ аниқланган ихтиёрий абстракт автомат учун ўтишларнинг белгиланган жадвали қуйидаги кўринишга эга (9.4-жадвал).

9.4-жадвал.

Ҳолатлар	Кириш йўли сигналлари		
	x_1	x_2	x_3
s_1	s_1/y_1	s_2/y_1	s_1/y_2
s_2	s_3/y_3	s_4/y_3	s_2/y_3
s_3	s_3/y_2	s_1/y_1	s_4/y_3
s_4	s_3/y_2	s_1/y_1	s_2/y_3

Абстракт автоматлар боғланиш матрицалари орқали ҳам ифодаланиши мумкин. Ихтиёрий автоматнинг боғланиш матрицаси кўрилатган автомат қанча ҳолатга эга бўлса, шунча устунлардан (қаторлардан) ташкил топган квадрат матрицадан иборат бўлади.

Боғланиш матрицасининг ҳар бир устуни (қатори) автомат ҳолатининг ҳарфи билан белгиланади. Агар автомат ундовчи бўлса, яъни s_0 бошланғич ҳолатига эга бўлса, у ҳолда чап томондаги биринчи устун ва юқоридаги биринчи қатор автоматнинг бошланғич ҳолатининг ҳарфи s_0 билан белгиланади. Автоматнинг боғланиш матрицасидаги s_j ҳолат билан белгиланган устуннинг s_i ҳолат билан белгиланган қатор билан кесишган катагига автоматнинг s_j ҳолатдан s_i ҳолатга ўтишини таъминловчи кириш йўли сигнали x_p (ёки кириш йўли сигналларининг дизъюнкцияси) ёзилади. Баъзи турдаги автоматлар учун кириш йўли сигнали x_p билан шу автомат $s_j=\varphi(s_i, x_p)$ ўтишини бажаришда шаклланган

чиқиш йўли сигнали y_k ҳам қавс ичида кўрсатилади. 9.4-жадвалдаги ихтиёрий абстракт автоматнинг боғланиш матрицаси 9.3-расмда келтирилган.

	S_1	S_2	S_3	S_4
S_1	$x_1(y_1) \vee x_3(y_2)$	$x_2(y_1)$	-	-
S_2	-	$x_3(y_3)$	$x_1(y_3)$	$x_2(y_3)$
S_3	$x_2(y_1)$	-	$x_1(y_2)$	$x_3(y_3)$
S_4	$x_2(y_1)$	$x_3(y_3)$	$x_1(y_2)$	-

9.3-расм. Абстракт автоматнинг боғланиш матрицаси

Автоматларни график усулда ифодалаш учун йўналтирилган графлар ишлатилади. Бунда автомат ҳолатлари граф учлари орқали, ҳолатлар ўртасидаги ўзаро ўтишлар мос учларни бирлаштирувчи ёйлар билан тасвирланади. Графнинг ҳар бир ёйига шу ўтишнинг амалга оширилишини таъминловчи кириш йўли сигнали x_i ҳарфи, ҳар бир учига эса автоматнинг ҳолатига мос келувчи s_i ҳарфи ёзилади. Баъзи турдаги автоматларни ифодалашда граф ёйларига кириш йўли сигнали билан бир қаторда чиқиш йўли сигнали y_i ҳам ёзилади. Юқорида баён этилган автомат турларининг граф орқали берилишига мисол сифатида 9.4- ва 9.5-расмларда келтирилган графларни кўрсатиш мумкин.

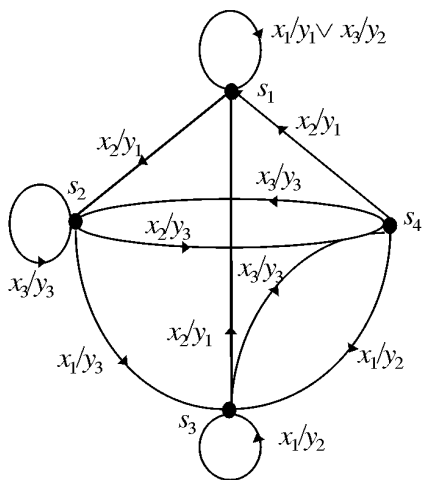
Абстракт автоматларни аналитик усулда ифодалашда $\{X, S, Y, F\}$ тўртлиги қўлланилади. Бу ерда F автоматнинг ҳар бир $s_i \in S$ ҳолатига тегишли $(X \times S) \rightarrow (S \times Y)$ акслантиришни беради. Бошқача айтганда, автоматларни аналитик усулда ифодалашда автоматнинг ҳар бир s_i ҳолатига тўғри келувчи, автоматнинг x_k кириш йўли сигнали таъсирида s_i ҳолатдан s_j ҳолатга ўтказувчи, шу билан бирга y_p чиқиш йўли сигнаolini ҳосил қилувчи s_j, x_k, y_p учлик тўпламларидан иборат бўлган F_{s_i} акслантириш кўрсатилади.

Абстракт автоматнинг умумий таърифига биноан ушбу акслантириш φ ва λ функцияларининг қуйидаги ифодаларга мос тавсифи билан бир маънога эга:

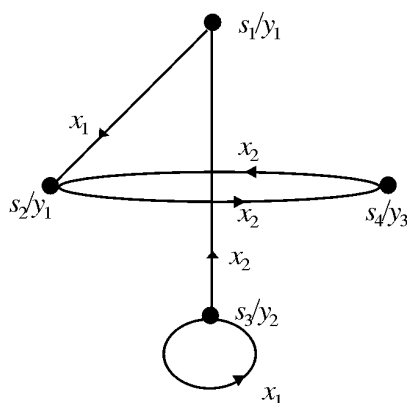
$$s_i = \varphi(s_i, x_k); \quad y_p = \lambda(s_i, x_k).$$

Автоматларнинг берилиш усулларини кўрганимизда келтирилган мисоллар икки турдаги автоматлар учун берилган. Амалда чиқиш йўли функциясини шакллантириш усулига қараб абстракт автоматларни 3 турга ажратиш мумкин: Мили, Мур ва С.

Мили абстракт автоматда λ чиқиш йўли функцияси $(X \times S) \rightarrow Y$ акслантиришни беради. Мур абстракт автоматда эса λ чиқиш йўли функцияси $S \rightarrow Y$ акслантиришни беради. С абстракт автоматда чиқиш йўли функциялари λ_1 ва λ_2 мос равишда $(X \times S) \rightarrow Y_1$ ва $S \rightarrow Y_2$ акслантиришларни беради

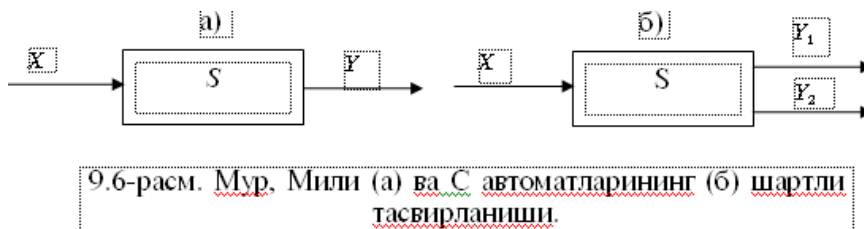


9.4-расм. Мили автоматининг графи.



9.5-расм. Мур автоматининг графи.

Ихтиёрий Мур ёки Мили автомати битта кириш йўли ва битта чиқиш йўлига эга (9.6-расм, а). С автомати битта кириш йўли ва иккита чиқиш йўлига эга (9.6-расм, б).



Абстракт автоматлар юқорида берилган таърифларга биноан қуйидаги тенгламалар тизимлари билан характерланади:

Мили автомати

$$\begin{aligned} y(t) &= \lambda[s(t), x(t)], \\ s(t+1) &= \varphi[s(t), x(t)]. \end{aligned} \quad (9.1)$$

Мур автомати

$$\begin{aligned} y(t) &= \lambda[s(t),], \\ s(t+1) &= \varphi[s(t), x(t)]. \end{aligned} \quad (9.2)$$

Эквивалент автоматларнинг бирини иккинчисига ўзгартириш мумкинлигини ҳисобга олиб, Мур автоматини унга эквивалент бўлган Мили автоматига график усулда ўзгартиришни кўрайлик. Ўзгартириш Мур автомати s_j ҳолатида шакллантирган чиқиш йўли сигнали y_p ни s_j учга кираётган ёйга кўчиришдан иборатдир. Матрица усули ёрдамида ифодаланган Мили автоматининг ўтишлар жадвали Мур автоматининг ўтишлар жадвалига мос. Мили автоматининг чиқиш йўли жадвали эса ўзининг ўтиш жадвалидаги кириш йўли сигнали x_R билан белгиланган устун ва s_i қатор кесишган катакдаги s_j ҳолатни шу шакллантирилган y_p чиқиш йўли сигналига алмаштириш билан ҳосил қилинади.

Таянч иборалар

Рақамли автомат, абстракт автоматлар назарияси, абстракт алфавит, алфавитли оператор, кириш йўли алфавити, чиқиш йўли алфавити, автомат ҳолатлари алфавити, автоматнинг кириш сигналлари тўплами, автоматнинг чиқиш йўли сигналлари тўплами, автоматнинг ҳолатлари тўплами, , автомат берилишини матрица усули, автоматни граф, ўтиш жадвали, чиқиш йўли жадвали, хотирали автомат, боғланиш матрицаси, Мили автомати, Мур автомати.

Назорат саволлари

1. Абстракт рақамли автомат нима?
2. Автоматларда алфавитни акслантиришни изоҳланг.
3. Абстракт рақамли автомат объеклари мажмуасини санаб ўтинг.
4. Ўтиш ва чиқиш йўли жадваллари нима?
5. Автоматларнинг берилиш усуллари санаб ўтинг

Адабиёт.

1. Ганиев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002, 120 – 130 б.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001, 292 – 310 б.
3. Лысиков Б.Г Арифметические и логические основы цифровых автоматов [Учебник для вузов по спец. "Электронные вычислительные машины"]. Минск: Выша школа, 1980, 284 – 309 б.

10-маъруза

Хотирали рақамли автоматларни синтезлаш

Режа

1. Структуравий синтезлаш каноник усулининг босқичлари.
2. Кодлаш.
3. Автоматнинг хотира элементларини танлаш
4. Структуравий тўлиқ элементлар тизимсини танлаш.
5. Автоматнинг чиқиш йўли ва қўзғатиш мантикий функциялари тенгламаларини тузиш.
6. Автоматнинг функционал схемасини қуриш.

Хотирали рақамли автоматларни синтезлаш масаласи, умумий ҳолда, баъзи элементар автоматлар композицияси асосида мураккаб автоматларнинг структуравий схемаларини қуришнинг умумий йўллари, яъни уларни бир-бирига улашнинг аниқ усуллари топишдан иборатдир.

Структуравий синтезлаш босқичида дастлабки абстракт синтезлаш натижасида олинган Мили, Мур ёки С - автоматларини структуравий схемасини қуриш учун элементар автоматлар танлаб олинади. Уларнинг композицияси асосида структуравий схема қурилади. Структуравий синтезлаш масаласи ечимга эга бўлса, у ҳолда берилган элементар автоматлар тизимси **структуравий тўлиқ** деб аталади. Ихтиёрий хотирали автоматни структуравий синтезлашни комбинацион схемаларни синтезлаш масаласига келтирувчи методни кўриб чиқамиз. Бу метод хотирали автоматларни структуравий синтезлашнинг **каноник методи** деб аталади.

Структуравий синтезлашнинг каноник методи иккита катта синфга бўлинувчи элементар автоматлар ёрдамида амалга оширилади. Биринчи синфни хотира элементлари деб аталувчи элементар хотирали автоматлар ташкил этади. Иккинчи синфни элементар комбинацион автоматлар- мантикий элементлар ташкил этади.

Структуравий синтезлашнинг каноник методини шартли равишда қуйидаги босқичларга ажратиш мумкин:

- 1) кодлаш;
- 2) автоматнинг хотира элементларини танлаш;
- 3) структуравий тўлиқ элементлар тизимсини танлаш;
- 4) автоматнинг чиқиш йўли ва қўзғатиш мантикий функциялари тенгламаларини тузиш;
- 5) автоматнинг функционал схемасини қуриш.

Юқорида келтирилган босқичларни ҳар бирини батафсил кўриб чиқамиз.

Кодлаш. Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, ихтиёрий хотирали автомат абстракт сатҳда қуйидаги кўринишда ифодаланиши мумкин

$$A = \{X, S, Y, \varphi, \lambda\}.$$

Структуравий сатҳга ўтилганда автоматнинг кириш йўли алфавити X нинг ҳар бир ҳарфи x_i иккили вектор ёки иккили набор орқали ифодаланади. Автоматдаги физик амалга оширилган кириш йўли каналларининг минимал сони $k_{\text{кир}}$ қуйидагича аниқланади:

$$k_{\text{кир}} \geq \lceil \log_2 |X| \rceil,$$

бу ерда $|X|$ - кириш йўли алфавити X нинг қуввати. Масалан, агарда $X = \{x_1, x_2, x_3\}$, у ҳолда $k_{\text{кир}} \geq 2$ бўлади. Бошқача айтганда, ҳар бир $x_i \in X$ ларфини элементлар сони иккидан кам бўлмаган вектор билан кодлаш мумкин, яъни $X = \{00, 01, 10\}$. Шуниндек, чиқиш йўли алфавити Y нинг ҳар бир ҳарфи y_i , элементлари сони физик амалга ошириладиган автоматнинг чиқиш йўллари нинг сонига тенг бўлган иккили вектори билан кодланади. Автомат чиқиш йўлининг иккили вектори элементларининг минимал сони $k_{\text{чик}} \geq \lceil \log_2 |Y| \rceil$ ифода билан аниқланади. Автомат ҳолатлари алфавити S нинг лар бир ҳарфи s_i

элементларининг минимал сони $k_{\text{ол}} \geq \lceil \log_2 |S| \rceil$ орқали аниқланувчи формула билан ифодаланади. Абстракт автоматининг X , Y , S алфавитлари ҳарфларини иккили векторлар билан алмаштириш жараёни **кодлаш** деб аталади. Кодлаш жадвали қуйидагича тузилади: жадвалнинг чап томонига барча ҳарфлар (масалан, абстракт автоматининг кириш йўли алфавити ҳарфлари), ўнг томонга эса шу ҳарфларга мос келувчи иккили векторлари ёзиб чиқилади.

Мисол. Мили абстракт автомати қўшма ўтишлар – чиқиш йўллари жадвали 10.1-жадвал орқали берилган бўлсин. S , X ва Y алфавитлари ҳарфларини кодлаш мос кодлаш жадвалларида келтирилган (10.1, 10.2, 10.3-жадваллар). Бу ерда $|X|=2$, $|Y|=4$, $|S|=3$ бўлгани учун $k_{\text{кир}} \geq 1$, $k_{\text{чик}} \geq 2$, $k_{\text{хол}} \geq 2$.

10.1 - жадвал

Автомат ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари	
	x_1	x_2
s_1	s_2 / y_1	s_1 / y_3
s_2	s_2 / y_2	s_1 / y_4
s_3	s_3 / y_1	s_2 / y_2

10.2-жадвал.

Кириш йўли сигналлари	Кириш йўли сигналларининг коди
x_1	0
x_2	1

10.3- жадвал.

Ҳолатлар	Ҳолатларнинг кодлари
s_1	00
s_2	01
s_3	10

10.4 - жадвал.

Чиқиш йўли сигналлари	Чиқиш йўли сигналларининг кодлари
y_1	00
y_2	01
y_3	10
y_4	11

Агарда 10.1- жадвалдаги ҳарфларни мос иккили векторлари билан алмаштирак автоматнинг структуравий ўтишлар – чиқиш йўллари жадвалини (10.5-жадвал) ҳосил қиламиз ва шу билан кодлаш босқичи якунланади.

10.5-жадвал.

Автомат ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари	
	0	1
00	01/00	00/10
01	01/01	00/11
10	10/00	01/01

Хотира элементларини танлаш. Автоматнинг структуравий ўтишлар жадвалига биноан ўтишларнинг вектор функцияси ҳар бир иккили векторининг (s_i, x_j) жуфтлигига

абстракт сатҳда $S_k = \varphi(S_i, x_j)$ ифода билан аниқланадиган s_k ни мос қўяди. Бу эса, структуравий автоматнинг ҳар бир навбатдаги вектор ҳолатини эслаб қолиши лозимлигини кўрсатади. Бу вазифани хотира элементлари бажаради. Автоматларнинг структуравий синтезлашнинг каноник методида хотира элементлари сифатида иккита ҳолатга эга бўлган ва ўтиш ҳамда чиқиш йўлларининг тўлиқ тизимсига эга бўлган элементар Мур автомати ишлатилади.

Автомат ўтишларининг тўлиқ тизимси деганда, автомат ҳолатларининг ихтиёрий жуфтлиги учун элементар автоматни бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтказувчи кириш йўли сигнали мавжудлиги тушунилади.

Автомат чиқиш йўлларининг тўлиқ тизимси деганда, автоматнинг турли ҳолатларига турли чиқиш йўли сигналлари мос келиши тушунилади.

Структуравий автоматнинг хотира элементлари сифатида одатда ўтишлар ва чиқиш йўлларининг нисбий тўлиқлиги талабига жавоб берувчи D-триггерлар, Т-триггерлар, RS-триггерлар, JK-триггерлар ишлатилади. Уларнинг ўтишлар жадваллари мос равишда 10.6, 10.6, 10.7, 10.8-жадвалларда ва 10.7, 10.8, 10.9, 10.10-расмларда эса триггерларнинг шартли тасвирлари келтирилган.

10.6-жадвал

D-триггер ҳолатлари	Кириш йўли сигнали (D)	
	0	1
0	0	1
1	0	1

10.7-жадвал.

Т- триггер ҳолатлари	Кириш йўли сигнали (Т)	
	0	1
0	0	1
1	1	0

10.8-жадвал.

RS-триггер ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари (R,S)		
	00	01	10
0	0	1	0
1	1	1	0

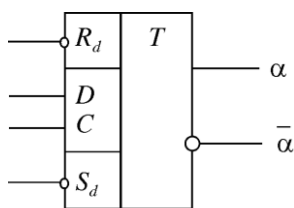
10.9-жадвал.

JK-триггер ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари (J,K)			
	00	01	10	11
0	0	0	1	1
1	1	0	1	0

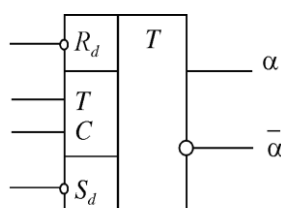
Триггерларнинг D, Т, RS, JK кириш йўллари **Ахборот кириш йўллари** деб аталади. Бошқа кириш йўллари ёрдамчи ҳисобланади. Хусусан R – триггерни ноль ҳолатига ўтказувчи кириш йўли, S – триггерни бир ҳолатига ўтказувчи кириш йўли, C – синхросигналларга уланиш учун мўлжалланган кириш йўли. Ҳар бир триггер иккита чиқиш йўлига эга. Агарда α билан белгиланганган чиқиш йўлида бирли сигнали бўлса, у ҳолда триггер бирли ҳолатида бўлади. Агарда бир сигнали $\bar{\alpha}$ билан белгиланган чиқиш йўлида бўлса, у ҳолда триггер ноль ҳолатида бўлади. RS- триггерлар учун кириш йўлида RS=11 комбинацияси ман этилган комбинация ҳисобланади.

R_d ва S_d каби белгиланувчи (d - инглизча **direct** - *тўғри, бевосита* сўздан олинган) кириш йўллари триггерни бошланғич ҳолатига ўтказиш учун ишлатилади.

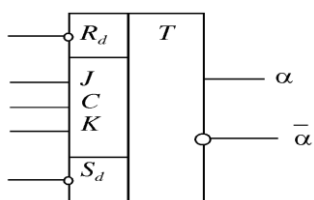
Структуравий-тўлиқ элементлар тизимсини танлаш. Структуравий автоматнинг вақт бўйича ишлаши синтезланаётган автоматни структуравий ўтишлар жадвалига мос равишда бошқарилишини назарда тутати. Бу бошқариш хотиранинг элементар автомати Ахборот кириш йўлларига уланувчи ва мантикий функцияни амалга оширувчи махсус комбинацион схема ёрдамида бажарилади. Комбинацион схемани шакллантирувчи бошқариш сигналлари қўзғатувчи сигналлар (функциялар) деб аталади. Қўзғатувчи функцияларнинг сони синтезланаётган структуравий автоматнинг хотирасидаги элементар автоматларнинг Ахборот кириш йўллари сонига тенг. Структуравий автоматнинг қўзғатиш функцияси вектор қиймат бўлиб, унинг аргументлари сифатида иккили вектор жуфтлиги (s_i, x_j) хизмат қилса, функциясининг қиймати сифатида эса i -чи хотира элементи ҳолатини структуравий ўтишлар жадвалига мос равишда ўзгартиришни таъминлайдиган иккили сигнални аниқлаб берувчи, автомат хотирасининг i -чи элементини қўзғатиш функцияси бўлган иккили вектори хизмат қилади. Агарда ўтишларнинг вектор функцияси структуравий автоматни бир вектор ҳолатидан бошқа вектор ҳолатига кириш йўли сигналининг иккили вектори таъсирида ўтишни кўрсатаётган бўлса, у ҳолда элементининг автоматнинг қўзғатиш функцияси ҳам талаб этилган ўтишни таъминлаш учун хотира кириш йўлига берилиши керак бўлган иккили векторини беради.



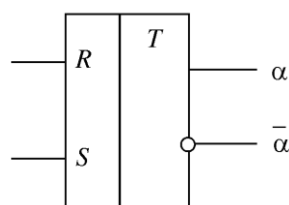
10.1-расм. D- триггернинг шартли тасвири



10.2.- расм. Т - триггернинг шартли тасвири

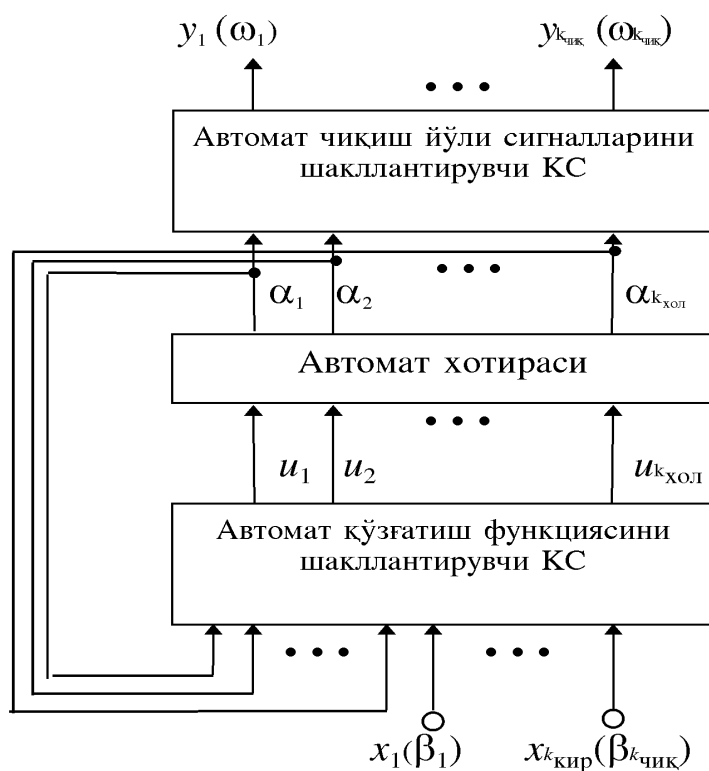


10.3-расм. JK-триггернинг

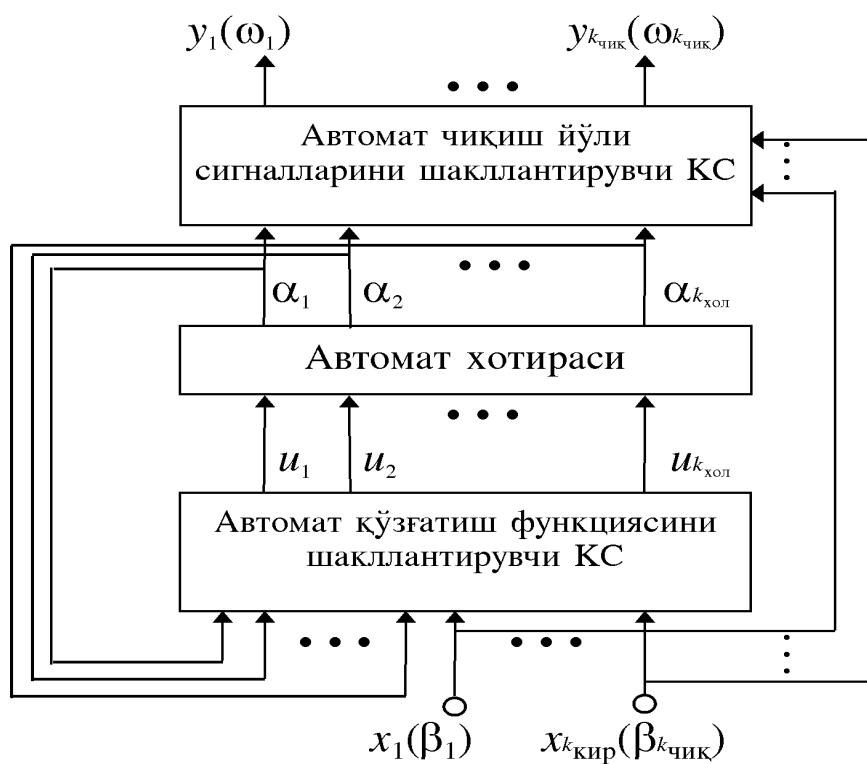


10.4-расм. RS- триггернинг

10.5 ва 10.6-расмларда мос ҳолда Мур ва Мили автоматларининг умумлаштирилган структуравий схемалари келтирилган.



10.5-расм. Мур автоматининг умумлаштирилган структуравий схемаси.



4.6-расм. Мили автоматининг умумлаштирилган структуравий схемаси.

Расмларда $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{k_{\text{хол}}}$ ҳарфлар орқали хотира элементларининг чиқиш йўллари белгиланган, бу ерда $k_{\text{хол}}$ - хотира элементларининг сони. $u_1, u_2, \dots, u_{k_{\text{хол}}}$ ҳарфлари орқали

хотира элементларининг мантикий қўзғатиш функциялари белгиланган. Соддаликни таъминлаш мақсадида структуравий автоматнинг ҳар бир хотира элементи битта инфоормацион кириш йўлига эга, деб фараз қиламиз. $x_1, \dots, x_{k_{in}}$ ва $y_1, y_2, \dots, y_{k_{out}}$ ҳарфлари орқали автоматнинг мос равишда кириш ва чиқиш йўллари белгиланган, бу ерда k – автоматнинг кириш ва чиқиш йўллари сони. Натижада қуйидаги хулосага келиш мумкин: структуравий автоматни қуриш учун иккита хотира элементи, иккита кириш йўли ва битта чиқиш йўли кифоя (4.5-жавдалга қаралсин).

Автоматнинг чиқиш йўллари ва қўзғатишлар мантикий функцияларининг тенгламаларини тузиш. Элементлар тизимсини кодлаш ва танлаш бир маънода автоматнинг комбинацион қисмини аниқлайди: аввал қўзғатиш функциялари жадвали номини олган автомат хотира элементлари қўзғатиш функцияларининг ҳақиқийлик жадвали тузилади; сўнгра тузилган жадвалдан қўзғатиш функцияларининг каноник тенгламалари ёзиб олинади. Олинган қўзғатишларнинг мантикий функцияларининг аналитик ифодасини (автоматнинг ҳар бир хотира элементи учун) бизга маълум бўлган методлар ёрдамида минималлаштириш мумкин. Қўзғатиш функцияларининг жадвалини қуриш учун дастлабки маълумотлар сифатида автоматдаги ўтишларнинг структуравий жадвали ва хотира элементининг ўтишлар жадвали хизмат қилади. Қўзғатиш функциялари жадвалининг мазмуни, яъни сатрлар ва устунлардаги маълумотлар синтезланаётган автоматдаги ўтишларнинг структуравий жадвалига тўлиқ мос келади. Қўзғатиш функциялари жадвалининг катаклари ўзига хос равишда тўлдирилади. Буни батафсилроқ ёритиш учун хотира элементи сифатида Т-триггер ишлатилган мисолни (4.9-жадвал) кўриб чиқамиз. Автоматдаги ўтишларнинг структуравий жадвалининг бир қисмини кўрайлик (4.14-жадвал). Бу қисмда автоматнинг чиқиш йўли сигналлари кўрилмайди. Структуравий автоматнинг вектор ҳолатининг ҳар бир элементига индексли α ҳарфи билан белгиланган триггернинг чиқиш йўли мос келтирилган. Структуравий автоматнинг кириш йўлида сигналнинг йўқлиги $\beta = 0$ симболи билан, мавжудлиги эса $\beta = 1$ симболи билан белгиланган. 4.14-жадвалдан кўриниб турибдики, α_1 триггери $\beta = 0$ кириш йўли сигнали таъсирида 1 ҳолатидан яна 1 ҳолатига ўтиши керак. Автоматнинг қўзғатиш функциялари жадвалининг шунга ўхшаш қисмида худди шу қисмида, яъни $\beta = 0$ символ билан белгиланган устун ва $\alpha_1 \alpha_2 = 10$ вектор ҳолати билан белгиланган қатор кесишишган катакчага α_1 триггер учун $1 \rightarrow 1$ ўтишни таъминловчи сигнални кўрсатиш керак. Бу сигнални топиш учун Т- триггернинг ўтишлар жадвалига (4.11-жадвал) мурожаат этамиз. Жадвалдан кўриниб турибдики, Т- триггерни $1 \rightarrow 1$ ўтиши фақат 0 сигнали таъсирида амалга оширилар экан. Демак, қўзғатиш функциялари жадвалининг мос ерига 0 ёзиш керак. Энди α_1 триггерни кириш йўли сигнали $\beta = 1$ таъсирида 1 ҳолатдан 0 ҳолатига ўтишини кўрамиз (4.14-жадвал). Буни амалга ошириш учун Т- триггернинг киришига 1 сигнални бериш керак (4.11-жадвал). Структуравий автоматнинг қўзғатиш функциялари жадвалининг автоматдаги ўтишларнинг структуравий жадвалининг ажратилган қисмига мос келувчи қисми 4.15-жадвалда келтирилган. Автомат қўзғатиш функцияларининг тўлиқ жадвали (Т-триггер учун) 4.16-жадвалда келтирилган.

4.14-жадвал.

Автомат ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари	
$\alpha_1 \alpha_2$	$\beta = 0$	$\beta = 1$
10	10	01

4.15- жадвал.

Автомат ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари	
$\alpha_1 \alpha_2$	$\beta = 0$	$\beta = 1$
10	00	11

4.16- жадвал.

Автомат ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари	
	$\beta = 0$	$\beta = 1$
$\alpha_1 \alpha_2$		
0 0	0 1	0 0
0 1	0 0	0 1
1 0	0 0	1 1
	$u_1 u_2$	$u_1 u_2$

Жадвалда u_1 ва u_2 символлари билан мос ҳолда α_1 ва α_2 хотира элементларининг қўзғатиш функциялари белгиланган. Расман, автоматнинг қўзғатиш функциялари жадвали, Т-триггерлар қўлланилган ҳол учун автоматнинг иккили векторлар ҳолатлари s_i ва s_j ларни иккиннинг модули бўйича йиғиндиси кўринишида олиниши мумкин (агарда автоматнинг s_j вектор ҳолатидан s_i вектор ҳолатига ўтиш шарти бажарилса). Шунга ўхшаш хотира элементи сифатида D-триггер қўлланилганда автоматнинг қўзғатиш функциялари жадвалини ҳосил қилиш мумкин. Бунда автоматнинг қўзғатиш функциялари жадвали ундаги ўтишларнинг структуравий жадвали билан тўлиқ мос келади. Бу эса D - триггернинг ишлаш хусусиятлари билан боғланган. D-триггер ишлатилганда автоматнинг қўзғатиш функциялари жадвали 4.17-жадвалда келтирилган.

Автоматнинг қўзғатиш функциялари жадвалини RS ёки JK-триггерлари ишлатилган ҳол учун тузиш бир қатор хусусиятларга эга, чунки бу триггерлар иккитадан Ахборот кириш йўллариغا эга. Биз кўраётган мисол учун структуравий автоматнинг қўзғатиш функциялари жадваллари 4.18- (RS-триггерлари учун) ва 4.19- (JK-триггерлари учун) жадвалларда келтирилган. Хотиранинг i -элементини қўзғатиш функциялари жадвалларда R_i , S_i ва J_i , K_i символлари билан белгиланган.

4.17-жадвал.

Автоматнинг ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари	
	$\beta = 0$	$\beta = 1$
0 0	0 1	0 0
0 1	0 1	0 0
1 0	1 0	0 1
	$u_1 u_2$	$u_1 u_2$

4.18-жадвал.

Автоматнинг ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари	
	$\beta = 0$	$\beta = 1$
0 0	* 0, 0 1	* 0, * 0
0 1	* 0, 0 *	* 0, 1 0
1 0	0 *, * 0	1 0, 0 1
	$R_1 S_1 \quad R_2 S_2$	$R_1 S_1 \quad R_2 S_2$

4.19-жадвал.

Автоматнинг ҳолатлари	Кириш йўли сигналлари	
	$\beta = 0$	$\beta = 1$
0 0	0 *, 1 *	0 *, 0 *
0 1	0 *, * 0	0 *, * 1
1 0	* 0, 0 *	* 1, 1 *
	$J_1 K_1 \quad J_2 K_2$	$J_1 K_1 \quad J_2 K_2$

Жадвалларни тузиш учун автомат кириш йўли сигнали $\beta=0$ таъсирида, $\alpha_1\alpha_2=00$ ҳолатдан 01 ҳолатга ўтиши мисолида кўриб чиқамиз. Бу ерда биринчи триггер учун $0 \rightarrow 0$ ўтиш, иккинчи триггер учун эса $0 \rightarrow 1$ ўтиш тўғри келади. RS - триггернинг ўтишлар жадвалидан (4.12-жадвал) кўринадики, триггерни $0 \rightarrow 0$ ўтиш учун унинг R, S кириш йўлларига $00 \vee 10 = *0$, берилиши керак. * белгиси, R кириш йўлига 0 ҳам 1 ҳам бериш мумкинлигини кўрсатади, яъни бу ҳол RS -триггерни ўтишига таъсир кўрсатмайди, аммо S кириш йўлига албатта 0 берилиши шарт. RS-триггерни $0 \rightarrow 1$ ўтиши учун унинг RS - кириш йўлларига 01 сигнаolini бериш керак ва х. Шундай усул билан қўзғатиш функциялари жадвалининг катакларини тўлдириш JK - триггерлар қўлланилган ҳол учун ҳам амалга оширилади. Ҳосил қилинган қўзғатиш функцияларининг жадваллари (4.16, 4.17, 4.18, 4.19-жадваллар) автоматнинг хотира элементларини қўзғатиш функцияларининг ҳақиқийлик жадваллари ҳамдир. Структуравий автоматнинг қўзғатиш функциялари МДНШ да қуйидаги тенгламалар кўринишида берилиши мумкин :

а) хотира элементи сифатида Т-триггерлар қўлланилган ҳол учун :

$$u_1 = \alpha_1 \alpha_2 \beta, \\ u_2 = \alpha_1 \alpha_2 \beta \vee (\bar{\alpha}_1 \alpha_2 \vee \alpha_1 \bar{\alpha}_2) \beta;$$

б) D -триггерлар қўлланилган ҳол учун :

$$u_1 = \alpha_1 \alpha_2 \beta, \\ u_2 = (\bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2) \beta \vee \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \beta = \bar{\alpha}_1 \beta \vee \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \beta,$$

в) RS - триггерлар қўлланилган ҳол учун :

$$R_1 = \alpha_1 \alpha_2 \beta, \\ S_1 = 0, \\ R_2 = \alpha_1 \alpha_2 \beta, \\ S_2 = \alpha_1 \alpha_2 \beta \vee \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \beta;$$

г) JK - триггерлар қўлланилган ҳол учун :

$$J_1 = 0, \\ K_1 = \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \beta, \\ J_2 = \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \beta \vee \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \beta, \\ K_2 = \alpha_1 \alpha_2 \beta.$$

Структуравий автоматнинг чиқиш йўллари функцияларининг каноник тенгламаларини бевосита автоматнинг чиқиш йўллари структуравий жадвалидан осонгина олиш мумкин. Дастлаб берилган автоматнинг ўтишлари ва чиқиш йўллари структуравий жадвалидан (4.9-жадвал) Мили автоматини чиқиш йўллари структуравий жадвалини ҳосил қилишимиз мумкин (4.20-жадвал).

4.20-жадвал.

Автоматнинг ҳолатлари $\alpha_1 \alpha_2$	Кириш йўли сигналлари	
	$\beta = 0$	$\beta = 1$
0 0	0 0	1 0
0 1	0 1	1 1
1 0	0 0	0 1
	$\omega_1 \omega_2$	$\omega_1 \omega_2$

У ҳолда синтезланаётган структуравий автоматнинг чиқиш йўллари функцияларининг тенгламалари қуйидаги кўринишда бўлади :

$$\omega_1 = (\alpha_1 \alpha_2 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2) \beta = \alpha_1 \beta;$$

$$\omega_2 = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \bar{\beta} \vee (\bar{\alpha}_1 \alpha_2 \vee \alpha_1 \bar{\alpha}_2) \beta.$$

Агарда синтезланаётган автомат Мур автомати бўлса, у ҳолда кўзгатиш функцияларининг тенгламаларини қуриш худди юқоридагидек ҳал этилади. Мур автоматининг чиқиш йўллари функцияларининг тенгламалари бошқачароқ тузилади. Бунга сабаб Мур ва Мили автоматларининг чиқиш йўллариининг структуравий жадвалларини қуриш усулларидаги фарқдир. Абстракт Мур автоматининг чиқиш йўллари жадвали 4.21-кўринишида бўлади. Келтирилган чиқиш йўллари жадвали муайян Мур автоматиникидир. Автомат ҳолатларини кодлаш (4.7-жадвал) ва автомат чиқиш йўллариини кодлаш (4.22-жадвал) босқичларидан сўнг автомат чиқиш йўллари мантикий функцияларининг ҳақиқийлик жадвали бўлган (бу ҳолда w функцияси) Мур автоматининг чиқиш йўллари структуравий жадвалини оламиз (4.23-жадвал). Ҳақиқийлик жадвалига асосан w тенгласини $w = \bar{\alpha}_1 \alpha_2$ кўринишида ёзишимиз мумкин.

4.21-жадвал.

Автомат ҳолатлари	Чиқиш йўли сигналлари
s_1	y_1
s_2	y_2
s_3	y_3

4.22-жадвал.

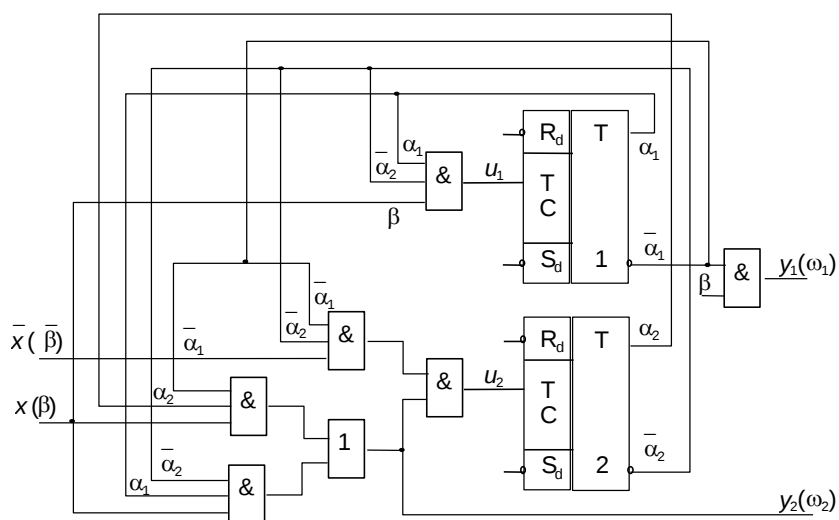
Чиқиш йўли сигналлари	Чиқиш йўли сигналларининг коди
y_1	0
y_2	1

4.23-жадвал.

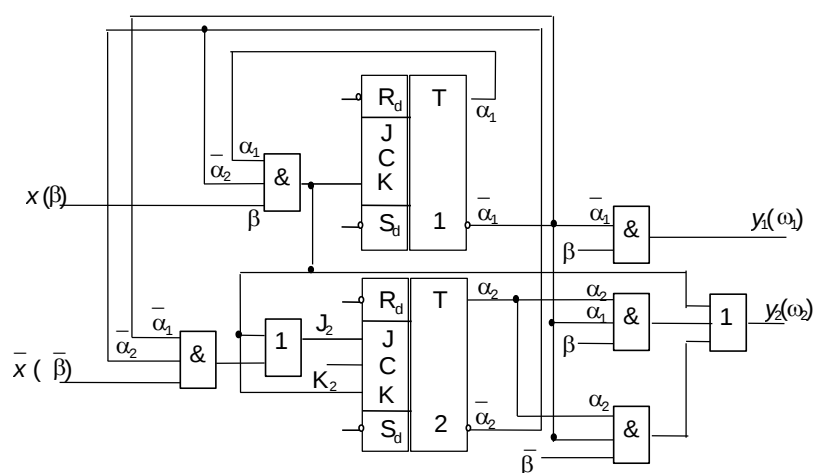
Ҳолатлар	Чиқиш йўли сигналлари
$\alpha_1 \alpha_2$	ω
0 0	0
0 1	1
1 0	0

Автоматнинг функционал схемасини қуриш. Автомат хотира элементларининг мантикий кўзгатиш функциялари ва чиқиш йўли функциялари асосида кўзгатиш функциялари ҳамда чиқиш йўли сигналларини шакллантирувчи комбинацион схемалар қурилади. Хотира элементлари 4.11- ва 4.12-расмларда кўрсатилгандек қурилган комбинацион схемага уланади. Бундай боғланишга эга бўлган ва хотира элементи сифатида Т-триггер қўлланилган Мили автоматининг функционал схемаси 4.13-расм кўринишида бўлади. Хотира элементи сифатида ЖК -триггери қўлланилганда автоматнинг функционал схемаси 4.14-расмда келтирилган кўринишида бўлади.

Мур автоматининг функционал схемаси фақат чиқиш йўллари функциялари тенгламалари асосида қурилган чиқиш йўллари сигналларини шакллантирувчи комбинацион схема билан фарқ қилади.



4.13 - расм. *T*-триггерлари асосидаги Мили автоматининг функционал схемаси.



4.14 - расм. *JK*-триггерлари асосидаги Мили автоматининг функционал схемаси

Таянч иборалар

Структуравий синтезлаш, , структуравий синтезни каноник усули, структуравий синтезлашнинг боскичлари, структуравий тўлиқ элементар автоматлар тизимси, хотира элементлари, кодлаш, RS-триггер, D-триггер, T-триггер, JK-триггер, автоматнинг кўзгатиш функциялари тенгламалари, функционал схема, чиқиш йўллари функциялари тенгламалари, қатъий мантиқли автомат.

Назорат саволлари

6. Хотирали структуравий автомат нима?
7. Синтезлашнинг каноник методининг боскичларини санаб ўтинг.
8. Чиқиш йўли кўзгатиш мантикий функцияларининг тенгламаларини қуришни изоҳланг.
9. Автоматнинг функционал схемасини қуришни изоҳланг.
10. Қатъий мантиқ асосида ишловчи автомат деб қандай автоматга айтилади?

11. Хотирада сақланувчи мантиқ асосида ишловчи автомат деб қандай автоматга айтилади?

Адабиёт.

1. Ғаниев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002, 130 – 144 б.

2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001, 305 – 326 б.

3. Лысиков Б.Г Арифметические и логические основы цифровых автоматов [Учебник для вузов по спец. "Электронные вычислительные машины"]. Минск: Вышш школа, 1980, 286 – 299 б.

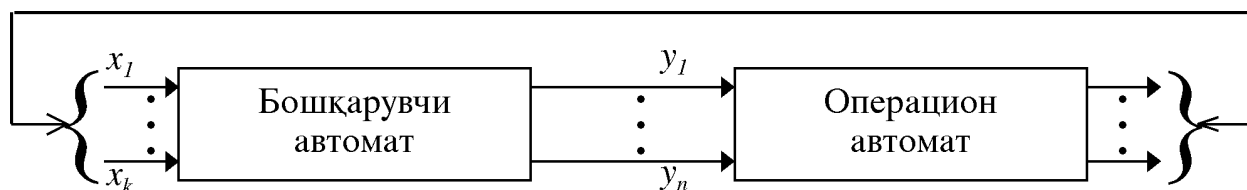
11-маъруза

Микродастурли автоматлар. Хотирада сақланувчи мантиқли ва схемали мантиқли автоматлар

Режа

1. Рақамли қурилмаларнинг декопозицияси.
2. Бўлиш амалини микродастури.
3. Алгоритмларнинг граф-схемасини (АГС) тузиш
4. Мазмунли ва функционал АГСлар.
5. Бошқариш автоматлари мантиқини қуришнинг иккита асосий усули: хотирада сақланувчи мантиқли ва схемали мантиқли автоматлар.

Академик В.М. Глушковнинг декомпозиция принципига биноан рақамли Ахборотни ишловчи ихтиёрий қурилмада операцион ва бошқарувчи автоматларни ажратиш мумкин (4.15-расм). Масалан, ЭХМ да операцион автоматга хотира блоки, регистрлар, жамлагичлар, Ахборотни узатувчи каналлар ва ҳ., яъни бирор амални бажарувчи барча қурилмалар киради. Бошқарувчи автоматларга эса юқорида санаб ўтилган қурилмаларнинг ишлашини мувоффиқлаштириб, уларда Ахборот ишланишининг кетма-кетлигини аниқлайдиган ЭХМ қисми киради. Шундай қилиб, бошқарувчи автомат вақт бўйича тақсимланган чиқиш йўли (бошқарувчи) сигналлар кетма-кетлигини ($y_1, y_2, \dots, y_n$) шакллантиради ва бу сигналлар таъсирида операцион автоматда бирор амал бажарилади.



11.1-расм. Рақамли ахборотни ишловчи қурилманинг декомпозицияси

Амал бажарилиши жараёнида операцион автоматдан бошқариш автоматига микроамалларнинг бажарилиш тартибини бошқарувчи $x_1, x_2, \dots, x_k$ мантикий шартларни акслантирувчи хабарловчи сигналлар узатилади.

Автомат вақтининг бир онда (автомат ишлашининг бир тактида) операцион автоматда Ахборотни элементар ишланиши **микроамал** деб аталади. Микроамалга мисол тариқасида «Ахборотни силжитиш», «Ўзгарувчиларни индекслаш» ва ҳ. ларни кўрсатиш мумкин.

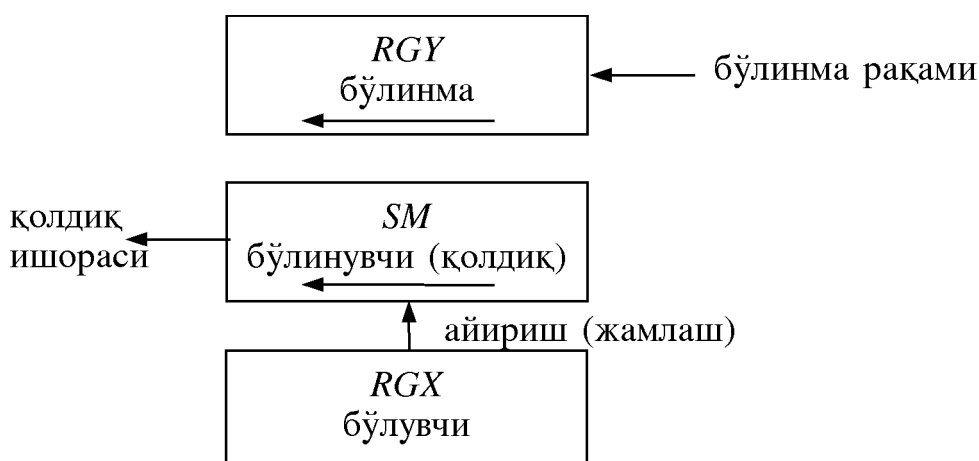
Агар операцион автоматда бир вақтнинг ўзида бир қанча микроамаллар бажарилса, бундай микроамаллар тўплами **микрокоманда** деб аталади. Микрокомандани ташкил этувчи микроамаллар тўпамининг бўш бўлиш ҳоллари ҳам учраб туради.

Микроамаллар бошқарувчи автоматнинг чиқиш йўли сигналлари ёрдамида қўзғатилади, уларнинг кетма-кетлиги эса бошқарувчи автоматнинг ўтиш функциялари (мантикий шартлар) орқали аниқланади.

Микрокомандалар ва ўтиш функциялари мажмуаси **микропрограммани** ташкил этади. Шундай қилиб, микрограммани тавсифлаш учун микрокоманда ва ўтиш функциялари (мантикий шартлар) тўплами берилиши лозим.

Мисол тариқасида қўзғалмас вергулли сонларни бир-бирига бўлиш амалининг микродастурини кўрайлик. Бу амални бажарувчи қурилма (4.16-расм) амал бажарилишидан олдин бўлинувчини сақловчи жамлагич (SM) дан; бўлинувчини сақловчи регистр (RGX) дан; амал бажарилгандан сўнг ҳосил бўлган бўлинмани сақловчи регистр

(*RGY*) дан; такт сётчиги (*СчТ*) ва хона тўрининг тўлиб-тошишини белгиловчи триггер (*ТП*) дан иборат (такт сётчиги ва триггер расмда келтирилмаган).

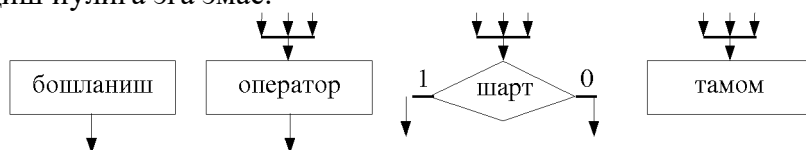


11.2-расм. Бўлиш амалини бажарувчи курилманинг структураси

Амал бажарилишида аввало бўлинманинг ишораси аниқланади. Агар бўлинувчи ва бўлувчининг ишоралари Ҳар хил бўлса ($sign\ SM \neq sign\ RGX$), бўлинманинг ишора хонасида «1» Ҳолат ўрнатилади ($sign\ RGX:=1$) ва демак, бўлинма манфий сон. Агар ишоралар бир хил бўлса, амалнинг бу босқичи бажарилмайди ва *RGY*, *СчТ* да Ҳамда *SM* ва *RGX* нинг ишора хоналарида «0» Ҳолат ўрнатилади. Агар *SM* нинг ишора хонасида «0» ёзилган бўлса, бўлинувчидан бўлувчи айирилади. Бунинг учун *SM* га *RGX* да сақланувчи сон тескари кодда узатилади ($SM:=SM+RGX_{текс}$). Натижада мусбат сон Ҳосил бўлса ($sign\ SM=0$), бўлинувчи бўлувчидан катта эканлиги маълум бўлади, яъни хона тўрининг тўлиб-тошиши содир бўлади ($ТП:=1$) ва амал бажарилиши тўхтатилади.

Агар бўлинувчидан бўлувчини айирганда манфий сон Ҳосил бўлса ($sign\ SM=1$), такт сётчигида сақланувчи сон биттага орттирилади ($СчТ-СчТ+1$) Ҳамда *SM* ва *RGY* даги сонлар чап томонга битта хонага сурилади ($SM:=L1(SM)$; $RGY:=L1(RGY)$). Агар бирор тактда бўлинувчидан бўлувчини айирганда *SM* да манфий сон Ҳосил бўлса, кейинги тактда *SM* ва *RGX* даги сонлар бир-бирига қўшилади ($SM:=SM+RGX$), яъни қолдиқ тикланмайдиган бўлиш амали бажарилади. Агар бирор тактда (биринчи такт бундан истисно) бўлинувчидан бўлувчини айирганда *SM* да мусбат сон Ҳосил бўлса, *RGY* нинг *n*-хонасида «1» Ҳолати ўрнатилади ($RGY[n]:=1$), *n* тактдан сўнг ($СчТ=n$) бўлиш амали тугалланади.

Микропрограммаларни тавсифлашда алгоритмларнинг граф-схемаси, мантикий схемаси ва матрица схемаси тиллари ишлатилади. Алгоритмларнинг граф-схемаси (АГС) - микропрограммани ташкил қилувчи микроамалларнинг бажарилиши тартибини белгиловчи учлар ва улар орасидаги боғланишлардир. Учлар тўрт хилга бўлинади: бошланиш учи, оператор учи, шарт учи, тамом (ниҲоя) учи. Микропрограмма графлари учлари 4.17-расмдагидек шартли белгиланади. Оператор, шарт ва ниҲоя учлари камида биттадан кириш йўлига эга, бошланиш учи эса кириш йўлига эга эмас. Бошланиш ва оператор учлари биттадан, шарт учлари иккитадан чиқиш йўлига эга, ниҲоя учи эса чиқиш йўлига эга эмас.



11.3-расм. Микропрограмма графлари учлари.

АГС қуйидаги шартларни қаноатлантириши лозим:

- Ҳар бири юқорида келтирилган хилларидан бирига тегишли бўлган чекли сонли учлардан иборат;
- битта бошланиш ва битта ниҳоя учларига эга;
- учнинг Ҳар бир чиқиш йўли камида битта чиқиш йўли билан боғланган;
- Ҳар бир кириш йўли камида битта чиқиш йўли билан боғланган;
- шарт учининг битта чиқиш йўли унинг кириш йўли билан боғланиши мумкин;
- бир учнинг чиқиш йўли иккинчи учининг кириш йўли билан доимо чиқиш йўлидан кириш йўлига қараб ўтувчи камида битта йўл мавжуд;
- Ҳар бир оператор учининг ичида микроамаллар тўпламидан (бу тўплам бўш бўлиши ҳам мумкин) иборат бўлга микрокоманда ёзилади;
- Ҳар бир шарт учидан мантикий шартлар тўпламининг битта элементи ёзилади.

Одатда, Ҳар хил қурилмаларни лойиҳалашда аввало мазмунли АГС тузилади. Бундай АГС даги оператор ва шарт учларининг ичида микроамаллар ва мантикий шартлар мазмунли атамаларда ёзилган бўлади.

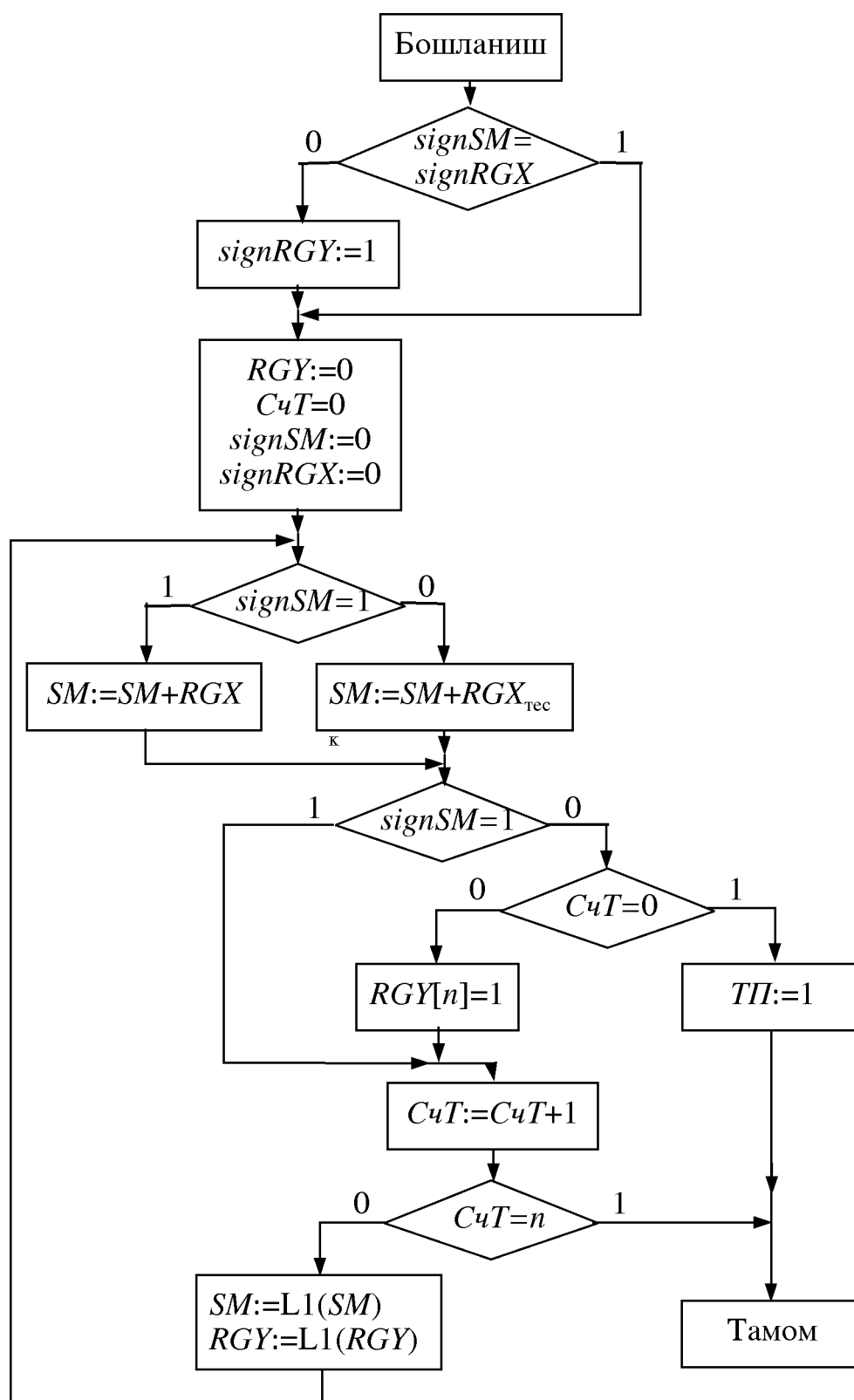
Юқорида қўрилган бўлиш амали микропрограммасининг мазмунли АГСи 11.4-расмда келтирилган. Мазмунли АГС қурилгандан сўнг функционал АГС тузилади. Бунинг учун микроамаллар ва мантикий шартлар мос Ҳолда $y_1, y_2, \dots, y_n$ ва $p_1, p_2, \dots, p_k$ символлар билан алмаштирилади. Қўрилатган микропрограмма учун қуйидагиларни ёзиш мумкин:

Оператор учлари

$y_1: \text{signRGY}=1;$	$y_7: SM:=SM+RGY_{\text{текс}}.$
$y_2: RGY:=0;$	$y_8: RGY[n]:=1;$
$y_3: C\div T:=0;$	$y_9: C\div T:= C\div T +1;$
$y_4: \text{signSM}=0;$	$y_{10}: SM:=L1(SM);$
$y_5: \text{signRGY}=0;$	$y_{11}: RGY:=L1(RGY);$
$y_6: SM:=SM+RGX;$	$y_{12}: TTT:=1;$

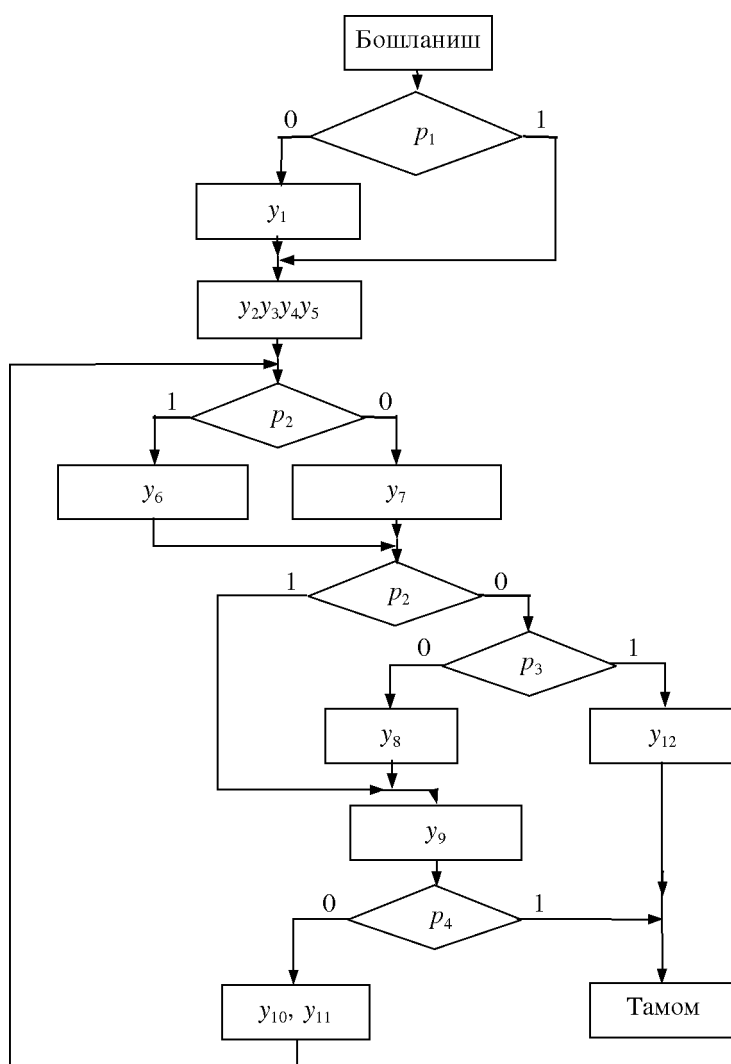
Шарт учлари

$p_1=(\text{signSM}=\text{signRGY});$
 $p_2=(\text{signSM}=1);$
 $p_3=(C\div T=0);$
 $p_4=(C\div T=n);$



11.4-расм. Бўлиш амали микропрограммасининг мазмунли АГСси.

Бўлиш амали микропрограммасининг функционал АГСси 11.5-расмда келтирилган.



11.5-расм. Бўлиш амали микропрограммасининг функционал АГСси.

Микродастурнинг функционал АГСси автоматларни синтезлашда кенг қўлланилади.

Бошқариш автоматлари мантиқини қуришнинг иккита асосий усули мавжуд:

1) **қатъий мантиқли** бошқариш автомати (схемали мантиқли бошқариш автомати). Бунда ҳар бир амал учун комбинацион схемалар тўплами қурилади ва бу схемалар керакли тактларда мос бошқариш сигналларини кўзғатади. Бошқача айтганда, чекли автомат қурилиб Ҳолатларнинг керакли тўплами хотира элементларида, ўтиш ва чиқиш йўли функциялари эса комбинацион схемалар ёрдамида амалга оширилади;

2) **хотирада сақланувчи мантиқли** бошқариш автомати. Бунда бажариладиган Ҳар бир амалга хотирада сақланувчи сўз-микрокомандалар мажмуи мос келади ва Ҳар бир микрокоманда битта машина тактида бажариладиган микроамаллар тўғрисидаги Ҳамда хотирадан қандай кейинги сўз (микрокоманда) олиниши зарурлигини кўрсатувчи Ахборотни ўз ичига олади. Шундай қилиб, бундай бошқариш автоматларида ўтиш ва чиқиш йўли функциялари δ, λ хотирада микрокомандалар мажмуи кўринишида сақланади. Хотирада сақланувчи мантиқли бошқариш автоматларида микропрограммалар яққол кўринишда ишлатилади, яъни улар микрокомандалар кодида прграммалаштирилади ва шу кўринишда хотирага ёзилади. Шунинг учун бундай рақамли қурилмаларни бошқариш **микродастурлаштириш** бундай усулни ишлатувчи бошқариш қурилмалари эса **микродастурли бошқариш қурилмалари** деб юритилади.

Таянч иборалар

Микродастур, микроамал, шартли ўтиш, огоҳлантирувчи сигнал, микрокоманда, бошқарувчи ва операцион автоматлар, алгоритм граф-схемаси, алгоритмнинг белгиланган граф-схемаси, мазмунли АГС, функционал АГС.

Назорат саволлари

12. Микропрограмм автомат деб қандай автоматга айтилади?
13. Микроамал, микрокоманда ва микропрограммаларга таъриф беринг.
14. Алгоритмнинг граф-схемасининг элементларига нималар киради?
15. Мазмунли АГСни кўриниши изоҳланг.
16. Функционал АГС нимани акс эттиради?
17. Микродастурли бошқариш қурилмалари деб қандай қурилмалар номланади.

Адабиёт.

1. Ганиев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002, 144 – 161б.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001, 310 – 326 б.
3. Лысиков Б.Г Арифметические и логические основы цифровых автоматов [Учебник для вузов по спец. "Электронные вычислительные машины"]. Минск: Вышша школа, 1980, 315 – 328 б.

12-майруза

Схемали мантиқли бошқариш автоматини синтезлаш

Режа

1. Микродастур автоматни синтезлаш босқичлари
2. Мазмунли АГСни ташкил қилиш.
3. Функционал АГСни ташкил қилиш.
4. Белгиланган АГСни тузиш.
5. Автомат графини кури шва автомат ҳолатларини кодлаш.
6. Берилган базисда автомат схемасини куриш.

Қатъий мантиқли бошқариш автоматини синтезлаш(схемали мантиқли бошқариш автоматини синтезлаш). Қатъий мантиқли бошқариш автомат-микродастур автоматини (МДА) АГС бўйича синтезлаш қуйидаги босқичларда амалга оширилади:

1. Мазмунли АГС ни ташкил қилиш;
2. Функционал АГС ни ташкил этиш;
3. Белгиланган АГС ни ҳосил қилиш;
4. Автомат графини куриш;
5. Автомат ҳолатларини кодлаш;
6. Берилган базис бўйича автомат схемасини куриш.
7. 1- ва 2-босқичлар бўлиш амали бўйича 4.18 ва 4.19-расмларда келтирилган схемалар кўринишида амалга оширилади.

Мили автомати синтезланганда белгиланган АГСни ҳосил қилиш босқичида оператор учларидан кейинги учларнинг кириш йўллари $s_1, s_2, \dots$ символлар орқали қуйидаги қоидага асосан белгиланади:

1. Бошланғич учдан кейинги учнинг кириш йўли ҳамда ниҳоя учининг кириш йўли s_i симболи билан белгиланади.
2. Оператор учларидан кейинги ҳамма учлар белгиланиши шарт.
3. Агар учнинг кириш йўли белгиланса, у фақат битта символ билан белгиланади.

4. Бошланғич ва ниҳоя учларидан ташқари ҳамма учлар ҳар хил символлар билан белгиланади.

Учинчи босқичнинг юқорида кўрилган бўлиш амалига татбиқи 4.20-расмда келтирилган белгиланган АГС га олиб келади. Белгиланган АГСни ҳосил қилгандан сўнг Мили автоматининг графи қурилади (4.21-расм). бу автоматнинг ҳолатлари вазифасини учинчи боқичда ҳосил қилинган $s_1, s_2, \dots, s_6$ белгилар ўтайди.

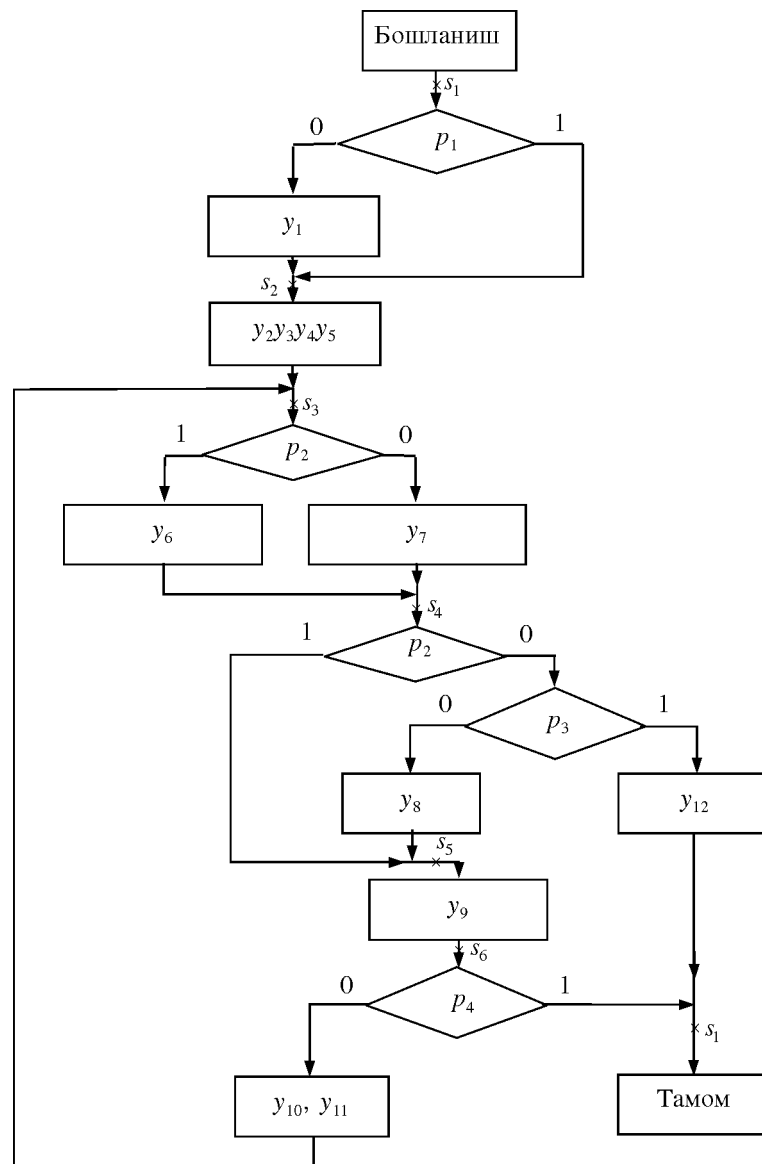
Мур автомати синтезланганда белгиланган АГС ни ҳосил қилиш босқичида бошланғич, оператор ва ниҳоя учлари $s_1, s_2, \dots$ символлар билан қуйидаги қоидага асосан белгиланади:

1. Бошланғич ва ниҳоя учлари s_1 симболи билан белгиланади.
2. Ҳамма оператор учлари белгиланиши шарт.
3. Ҳар хил оператор учлари ҳар хил символлар билан белгиланади.

Учинчи босқичнинг юқорида кўрилган бўлиш амалига татбиқи 4.22-расмда келтирилган белгиланган АГС га олиб келади.

Белгиланган АГС ҳосил қилингандан сўнг Мур автоматининг графи (4.23-расм) қурилади. Бу автоматнинг ҳолатлари вазифасини биринчи босқичда ҳосил қилинган $s_1, s_2, \dots, s_9$ белгилар ўтайди.

Ҳолатлари ва ўтишлари сони катта бўлган МДАларнинг ишлашини тавсифлашда графларни қўллаш, яққоллик йўқолишига олиб келади. Шунинг учун, Ахборот МДАнинг ўтиш жадваллари кўринишида берилади. МДАнинг ўтиш жадвали белгиланган АГС бўйича жадвалга ҳамма ўтиш йўллари эзиш билан тузилади. шундай қилиб, олдиндан автомат графини чизиш талаб қилинмайди, чунки МДАнинг ўтиш жадвали рўйхат кўринишида берилган графдир.



12.1-расм. Мили автомати учун белгиланган АГС.

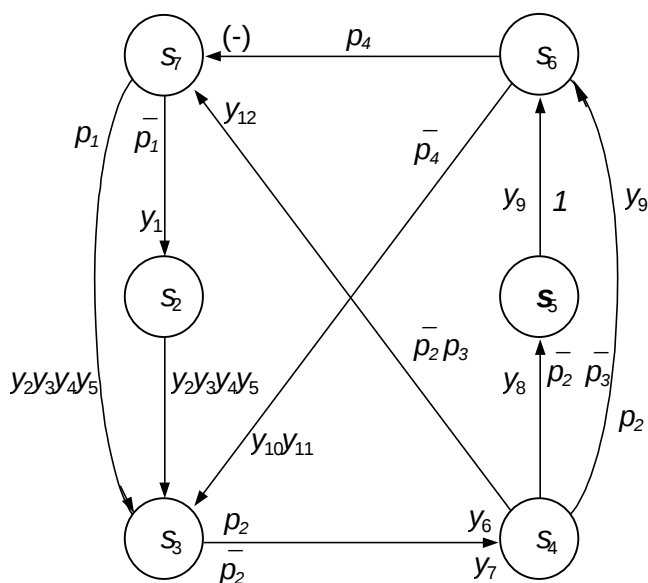
Биринчи ҳолатдан ўтиш, кейин иккинчи ҳолатдан ўтиш ва ҳоказо ҳамма ўтишлар кетма-кет ёзиб қўйилган жадвал МДА ўтишларнинг бевосита жадвали деб юритилади. 4.24-жадвал белгиланган АГСси 4.21-расмда келтирилган Мили автомати учун ўтишларнинг бевосита жадвали ҳисобланади. 4.25-жадвал эса белгиланган АГСси 4.23-расмда келтирилган Мур автомати учун ўтишларнинг бевосита жадвали ҳисобланади.

Автомат ҳолатларини кодлашда ҳар бир ҳолатга хотира элементар автоматлари ҳолатларининг ўзгармас узунликлари тўплами мос қўйилади. Хотира элементар автоматлари сифатида одатда триггерлар (алоҳида кириш йўлли ёки санок кириш йўлли) ишлатилади. Автоматнинг N ҳолатини ифодаловчи минимал код узунлиги $I_{min} = \log_2 N$. Автомат ҳолатларини кодлашда хотира элементи сифатида алоҳида кириш йўлли универсал триггерлар (JK -триггерлар) ишлатилган. Автомат ҳолатлари кодлангандан сўнг МДА нинг кенгайтирилган ўтиш жадвали - структура жадвали тузилади. Структура жадваллари тўғри ва тескари бўлади. Тўғри структура жадвалида аввал биринчи ҳолатдан, кейин иккинчи ҳолатдан ва ҳ. ҳамма ўтишлар ёзилади. Тескари структура жадвалида эса аввал биринчи ҳолатга, кейин иккинчи ҳолатга ва ҳ. ҳамма ўтишлар ёзилади. Мили автоматининг тўғри структуравий жадвали (4.26-жадвал) етти устунга эга:

- 1) биринчи устунда дастлабки ҳолат кўрсатилади;
- 2) иккинчи устунга дастлабки ҳолатларнинг коди ёзилади;
- 3) учинчи устунга ўтиладиган ҳолатлар кўрсатилади;
- 4) тўртинчи устунга ўтиладиган ҳолатларнинг коди ёзилади;
- 5) бешинчи устунга кириш йўли сигналлари ёзилади;
- 6) олтинчи устунга чиқиш йўли сигналлари ёзилади;
- 7) еттинчи устунга керакли қўзғатиш функциялари ёзилади.

Мур автомати структура жадвалининг (4.27-жадвал) устунлари биттага кам, чунки чиқиш йўли сигнали дастлабки ҳолатнинг ёнига (тўғри жадвалда) ёки ўтиш ҳолатининг ёнига (тескари жадвалда) ёзилади.

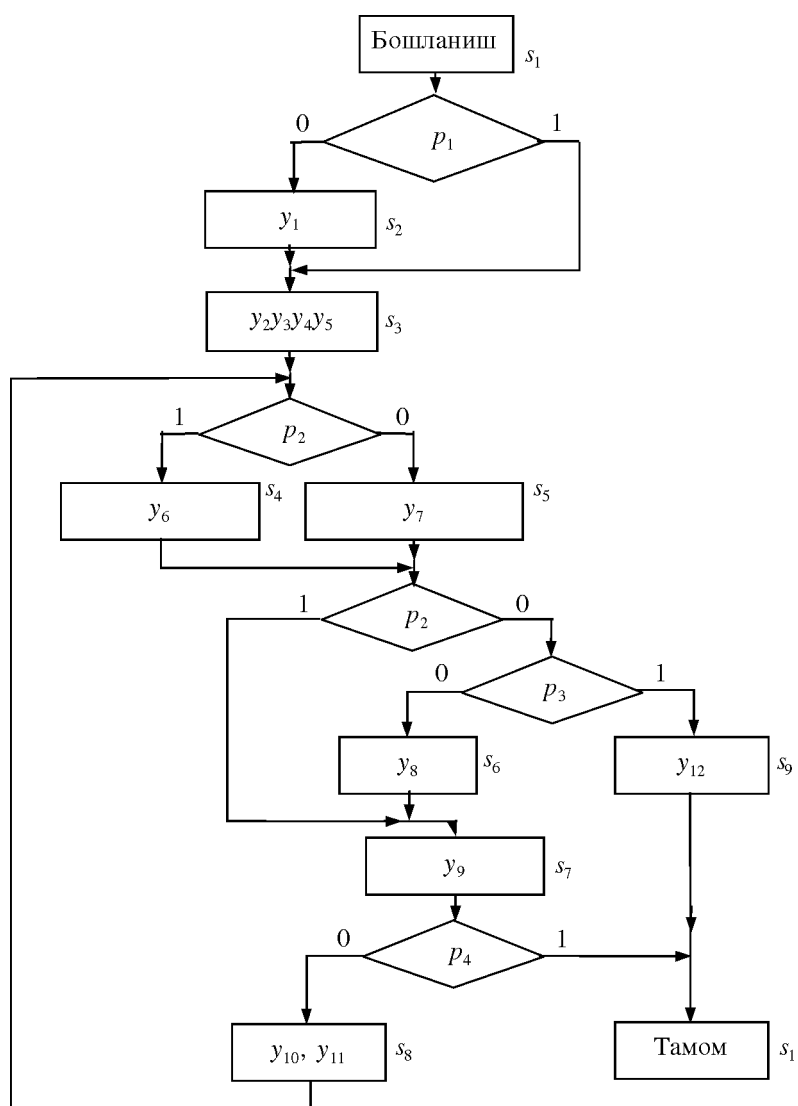
Структура жадваларидаги керакли қўзғатиш функциялари устунига, агар триггер «0» ҳолатидан «1» ҳолатига ўтса J_k , «1» ҳолатидан «0» ҳолатига ўтса K_k функцияси ёзилади.



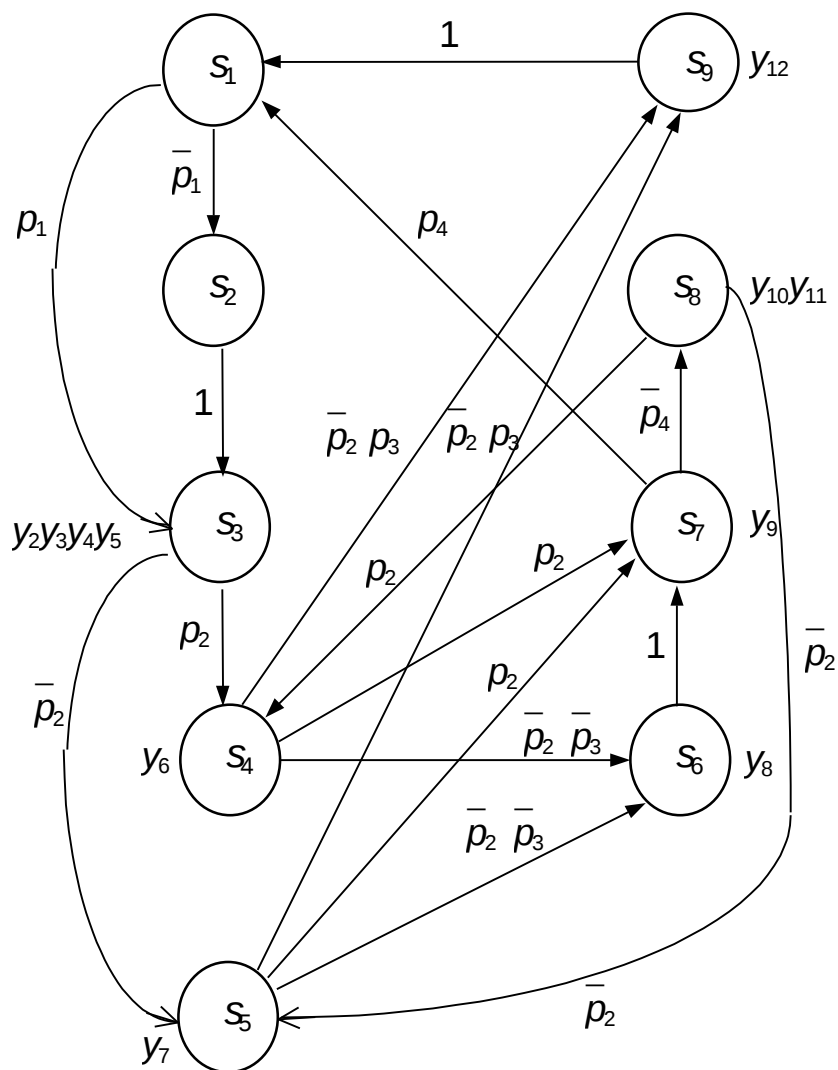
4.21-расм. Мили автоматининг графи.

4.24-жадвал.

Дастлабки ҳолат	Ўтиш ҳолати	Кириш йўли сигнали	Чиқиш йўли сигнали
1	2	3	4
S_1	S_2	$\overline{p_1}$	y_1
	S_3	p_1	y_2, y_3, y_4, y_5
S_2	S_3	1	y_2, y_3, y_4, y_5
S_3	S_4	$\overline{p_2}$	y_6
	S_4	p_2	y_7
S_4	S_1	$\overline{p_2} \overline{p_3}$	y_{12}
	S_5	$p_2 p_3$	y_8
	S_6	p_2	y_9
S_5	S_3	1	y_9
S_6	S_1	$\overline{p_4}$	—
	S_3	p_4	y_{10}, y_{11}



4.22-расм. Мур автомати учун белгиланган АГС.



4.23-расм. Мур автоматининг графи.

4.25-жадвал.

Дастлабки ҳолат	Ўтиш ҳолати	Кириш йўли сигнали
1	2	3
$s_1 (-)$	s_2	$\overline{p_1}$
	s_3	p_1
$s_2 (y_1)$	s_3	1
$s_3 (y_2, y_3, y_4, y_5)$	s_4	p_2
	s_5	$\overline{p_2}$
$s_4 (y_6)$	s_6	$p_2 \ p_3$
	s_7	$\overline{p_2}$
	s_9	$\overline{p_2} \ \overline{p_3}$
$s_5 (y_7)$	s_6	$p_2 \ p_3$
	s_7	$\overline{p_2}$
	s_9	$\overline{p_2} \ \overline{p_3}$
$s_6 (y_8)$	s_7	1
$s_7 (y_9)$	s_1	p_4
	s_8	$\overline{p_4}$
$s_8 (y_{10}, y_{11})$	s_4	p_2
	s_5	$\overline{p_2}$
$s_9 (y_{12})$	s_1	1

4.26-жадвал.

Даст- лабки ҳолат	Даст- лабки ҳолат коди	Ўтиш ҳолати	Ўтиш ҳолати коди	Кириш йўли сигнали	Чиқиш йўли сигнали	Керакли қўзғатиш функция- лари
s_1	001	s_2 s_3	010 011	$\overline{p_1}$ p_1	y_1 $y_2, y_3, y_4,$ y_5	$J_2 K_3$ J_2
s_2	010	s_3	011	1	$y_2, y_3, y_4,$ y_5	J_3
s_3	011	s_4 s_4	100 100	$\underline{p_2}$ $\underline{p_2}$	y_6 y_7	$J_1 K_2 K_3$ $J_1 K_2 K_3$
s_4	100	s_1 s_5 s_6	001 101 110	$\underline{p_2} \underline{p_3}$ $\underline{p_2} \underline{p_3}$ $\underline{p_2}$	y_{12} y_8 y_9	$K_1 J_3$ J_3 J_2
s_5	101	s_6	110	1	y_9	$J_2 K_3$
s_6	110	s_1 s_3	001 011	$\underline{p_4}$ $\underline{p_4}$	— y_{10}, y_{11}	$K_1 K_2 J_3$ $J_1 K_3$

4.26-жадвал учун чиқиш йўллари ва қўзғатиш Буль функциялари тизимсини куйидагича ёзиш мумкин:

$$\left. \begin{aligned}
 y_1 &= s_1 \overline{p_1}; & J_1 &= s_3 \underline{p_2} \vee s_3 p_2; \\
 y_2 &= s_1 p_1 \vee s_2; & J_2 &= s_1 \overline{p_1} \vee s_1 \underline{p_1} \vee s_4 p_2 \vee s_5; \\
 y_3 &= s_1 p_1 \vee s_2; & J_3 &= \underline{s_2} \vee s_4 p_2 p_3 \vee s_4 p_2 p_3 \vee s_6 p_4 \vee \\
 y_4 &= s_1 p_1 \vee s_2; & s_6 p_4; & \\
 y_5 &= s_1 p_1 \vee s_2; & K_1 &= s_4 \overline{p_2} p_3 \vee s_6 p_4 \vee s_6 \overline{p_4}; \\
 y_6 &= s_3 \underline{p_2}; & K_2 &= s_3 \underline{p_2} \vee s_3 p_2 \vee s_6 \underline{p_4}; \\
 y_7 &= s_1 \underline{p_2}; & K_3 &= s_1 p_1 \vee s_3 p_2 \vee s_3 p_2 \vee s_5; \\
 y_8 &= s_4 p_2 p_3; \\
 y_9 &= s_4 p_2 \vee a_5; \\
 y_{10} &= s_6 p_4; \\
 y_{11} &= s_1 \underline{p_4}; \\
 y_{12} &= s_4 p_2 p_3.
 \end{aligned} \right\} (4.3)$$

4.27-жадвал.

Дастлаб- ки холат	Дастлаб- ки холат коди	Ўтиш холати	Ўтиш холати коди	Кириш йўли сигнали	Керакли қўзғатиш функциялари
$s_1 (-)$	0001	s_2 s_3	0010 0011	p_1 p_1	$J_2 K_4$ J_3
$s_2 (y_1)$	0010	s_3	0011	1	J_4
$s_3 (y_2, y_3, y_4, y_5)$	0011	a_4 a_4	0100 0101	p_2 p_2	$S_2 R_3 R_4$ $S_2 R_3$
$s_4 (y_6)$	0100	s_6 s_7 s_8	0110 0111 1001	$\overline{p_2} \overline{p_3}$ $\underline{p_2}$ $\underline{p_2} \underline{p_3}$	J_3 $J_3 K_4$ $J_1 K_2 J_4$
$s_5 (y_7)$	0101	s_6 s_7 s_8	0110 0111 1001	$p_2 \overline{p_3}$ $\underline{p_2}$ $\underline{p_2} \underline{p_3}$	$J_3 K_4$ J_3 $J_1 K_2$
$s_6 (y_8)$	0110	s_7	0111	1	J_4
$s_7 (y_9)$	0111	s_1 s_8	0001 1000	$\underline{p_4}$ $\underline{p_4}$	$K_2 K_3$ $J_1 K_2 K_3 K_4$
$s_8 (y_{10}, y_{11})$	1000	s_4 s_5	0100 0101	p_2 p_2	$K_1 J_2$ $K_1 J_2 J_4$
$s_9 (y_{12})$	1001	s_1	0001	1	K_1

4.27-жадвал учун чиқиш йўллари ва қўзғатиш Буль функциялари тизимсини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\left. \begin{aligned}
 y_1 &= s_2; & J_1 &= s_4 \overline{p_2} p_3 \vee s_5 p_2 \underline{p_3} \vee s_7 \overline{p_4}; \\
 y_2 &= s_3; & J_2 &= s_3 \underline{p_2} \vee s_3 p_2 \vee s_8 \underline{p_2}; \\
 y_3 &= s_3; & J_3 &= s_1 p_1 \vee s_1 p_1 \vee s_4 p_2 p_3 \vee s_4 \vee s_5 p_2 \overline{p_3} \vee s_5 \\
 y_4 &= s_3; & & p_2; \\
 y_5 &= s_3; & J_4 &= s_2 \vee s_4 p_2 \vee s_4 \overline{p_2} p_3 \vee s_6 \vee s_8 \overline{p_2}; \\
 y_6 &= s_4; & K_1 &= s_8 p_2 \vee s_8 \underline{p_2} \vee s_9; \\
 y_7 &= s_5; & K_2 &= s_4 p_2 p_3 \vee s_5 p_2 p_3 \vee s_7 p_4 \vee s_7 \overline{p_4}; \\
 y_8 &= s_6; & K_3 &= s_3 p_2 \vee s_3 p_2 \vee s_7 p_4 \vee s_7 \overline{p_4}; \\
 y_9 &= s_7; & K_4 &= s_1 p_1 \vee s_8 p_2 \vee s_5 p_2 p_3 \vee s_7 p_4; \\
 y_{10} &= s_8; \\
 y_{11} &= s_8; \\
 y_{12} &= s_9.
 \end{aligned} \right\} (4.4)$$

(4.3) ва (4.4) тизимларни минималлаштириш эвазига мос ҳолда қуйидаги (4.5) ва (4.6) тизимларга эга бўламиз:

$$\left. \begin{array}{ll}
y_1 = s_1 \bar{p}_1; & J_1 = s_3; \\
y_2 = s_1 p_1 \vee s_2; & J_2 = s_1 \vee s_4 \bar{p}_2 \vee s_5; \\
y_3 = s_1 p_1 \vee s_2; & J_3 = s_2 \vee s_4 \bar{p}_2 \vee s_6; \\
y_4 = s_1 p_1 \vee s_2; & K_1 = s_4 \bar{p}_2 p_3 \vee s_6; \\
y_5 = s_1 p_1 \vee s_2; & K_2 = s_3 \vee s_6 p_4; \\
y_6 = s_3 p_2; & K_3 = s_1 \bar{p}_1 \vee s_3 \vee s_5; \\
y_7 = s_3 p_2; & \\
y_8 = s_4 \bar{p}_2 \bar{p}_3; & \\
y_9 = s_4 p_2 \vee s_5; & \\
y_{10} = s_6 \bar{p}_4; & \\
y_{11} = s_6 \bar{p}_4; & \\
y_{12} = s_4 \bar{p}_2 p_3. &
\end{array} \right\} (4.5)$$

$$\left. \begin{array}{ll}
y_1 = s_2; & J_1 = (s_4 \vee s_5) \bar{p}_2 p_3 \vee s_7 \bar{p}_4; \\
y_2 = s_3; & J_2 = s_3 \vee s_8; \\
y_3 = s_3; & J_3 = s_1 \vee (s_4 \vee s_5)(\bar{p}_2 \vee \bar{p}_2 \bar{p}_3); \\
y_4 = s_3; & J_4 = s_2 \vee s_4 (p_2 \vee \bar{p}_2 p_3) \vee s_6 \vee s_8 p_2; \\
y_5 = s_3; & K_1 = s_8 \vee s_9; \\
y_6 = s_4; & K_2 = (s_4 \vee s_5) \bar{p}_2 p_3 \vee s_7; \\
y_7 = s_5; & K_3 = s_3 \vee s_7; \\
y_8 = s_6; & K_4 = s_1 \bar{p}_1 \vee s_8 \bar{p}_2 \vee s_5 \bar{p}_2 \bar{p}_3 \vee \\
y_9 = s_7; & s_7 p_4; \\
y_{10} = s_8; & \\
y_{11} = s_8; & \\
y_{12} = s_9. &
\end{array} \right\} (4.6)$$

(4.5) тизимдаги автомат ҳолатларини хотира триггерлари ҳолатлари ($s_1 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \bar{\alpha}_3$; $s_2 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$; $s_3 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$; $s_4 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$; $s_5 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$; $s_6 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$) билан алмаштириб ва ҳосил бўлган ифодани минималлаштирсак, қуйидагини оламиз:

$$\left. \begin{array}{ll}
y_1 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \bar{\alpha}_3 \bar{p}_1; & J_1 = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3; \\
y_2 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 p_1 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \bar{\alpha}_3; & J_2 = \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \vee \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \bar{\alpha}_3 p_2; \\
y_3 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 p_1 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \bar{\alpha}_3; & J_3 = \alpha_2 \bar{\alpha}_3 \vee \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 p_2; \\
y_4 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 p_1 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \bar{\alpha}_3; & K_1 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 p_2 p_3 \vee \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3; \\
y_5 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 p_1 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \bar{\alpha}_3; & K_2 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \vee \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 p_4; \\
y_6 = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 p_2; & K_3 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 p_1 \vee \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \vee \\
y_7 = \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \bar{\alpha}_3 p_2; & \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3; \\
y_8 = \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \bar{\alpha}_3 p_2 p_3; & \\
y_9 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 p_2 \vee \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3; & \\
y_{10} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \bar{p}_4; & \\
y_{11} = \alpha_1 \bar{\alpha}_2 \bar{\alpha}_3 p_4; & \\
y_{12} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 p_2 p_3. &
\end{array} \right\} (4.7)$$

Бу ифода синтезланаётган Мили автоматининг комбинацион қисмининг математик моделидир. Шунга ўхшаш (4.6) тизимдаги автомат ҳолатларини хотира триггерлари

ҳолатлари билан алмаштириб ва ҳосил бўлган ифодани минималлаштириб қуйидагини оламиз:

$$\begin{array}{ll}
 y_1 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \alpha_4; & J_1 = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \bar{\alpha}_3 \bar{p}_2 p_3 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \bar{p}_4; \\
 y_2 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \alpha_4; & J_2 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \alpha_4 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4; \\
 y_3 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \alpha_4; & J_3 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \alpha_4 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 (p_2 \vee \bar{p}_2 p_3); \\
 y_4 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \alpha_4; & J_4 = \bar{\alpha}_1 \alpha_3 \bar{\alpha}_4 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \bar{\alpha}_3 \bar{\alpha}_4 (p_2 \vee \bar{p}_2 p_3) \vee \\
 & \vee \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 p_4; \\
 y_5 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \alpha_4; & K_1 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \bar{\alpha}_3; \\
 y_6 = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \bar{\alpha}_3 \alpha_4; & K_2 = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 p_2 p_3 \vee \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4; \\
 y_7 = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4; & K_3 = \bar{\alpha}_1 \alpha_3 \bar{\alpha}_4; \\
 y_8 = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4; & K_4 = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \alpha_4 \bar{p}_1 \vee \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \alpha_3 \alpha_4 p_2 \vee \\
 & \vee \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 p_2 p_3 \vee \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 p_4; \\
 y_9 = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4; & \\
 y_{10} = \bar{\alpha}_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4; & \\
 y_{11} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 & \\
 \alpha_4; & \\
 y_{12} = \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 \bar{\alpha}_3 \alpha_4. &
 \end{array} \quad (4.8)$$

Бу ифода синтезланаётган Мур автоматининг комбинацион қисмининг математик моделидир.

Таянч иборалар.

Микродастур, микроамал, шартли ўтиш, огоҳлантирувчи сигнал, микрокоманда, бошқарувчи ва операцион автоматлар, алгоритм граф-схемаси, алгоритмнинг белгиланган граф-схемаси, мазмунли АГС, функционал АГС.

Назорат саволлари

18. Микропрограмм автомат деб қандай автоматга айтилади?
19. Микроамал, микрокоманда ва микропрограммаларга таъриф беринг.
20. Алгоритмнинг граф-схемасининг элементларига нималар киради?
21. Алгоритмнинг граф-схемаси асосида бошқарувчи автоматни синтезлаш босқичларини санаб ўтинг.

Адабиёт

1. Ганиев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002. 144 – 161 б.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001, 310 – 326 б.
3. Лысиков Б.Г Арифметические и логические основы цифровых автоматов [Учебник для вузов по спец. "Электронные вычислительные машины"]. Минск: Выша школа, 1980, 315 – 328 б.

13-маъруза

Автоматларда мусобақа.Рақамли автоматларнинг барқарор ишлашини таъминлаш.

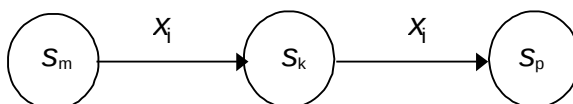
Режа

1. Рақамли автоматларнинг барқарор ишлашини таъминлаш
2. Автоматларда мусобақа.
3. Рақамли автоматларнинг назорати ва ташҳиси

Рақамли автоматларнинг барқарор ишлашини таъминлаш уларни структуравий синтезлашдаги асосий масалаларидан биридир. Рақамли автоматларнинг нотўғри ишлаши мантикий ва хотира элементлари схемаларининг физик амалга оширилишининг ўзи хос хусусиятлари ҳамда ва сигналларни элементлар ва комбинацион схемаларда тарқалиши тезлигининг ҳар хиллиги билан боғлиқ. Рақамли автоматни барқарор ишлашини таъминлаш жараёнини батафсил кўриб чиқамиз.

Навбатдаги кириш йўли сигнали келгандан кейин ва хотира элементларининг кириш йўлларида қўзғатиш сигналлари шакллантирилгандан сўнг автомат янги ҳолатга ўтади. Бунда тескари боғланиш занжирлари орқали янги қўзғатиш сигналлари шакллантирилади (хотира элементларининг чиқиш йўлларида мантикий элементлар орқали хотира элементлари йўлларида) ва автомат янги ҳолатга ўтади ва ҳ. Шундай қилиб, автомат қандайдир бир аниқ ҳолатда тўхтаб қолмайди ва ҳолатлар генератори режимида ишлашни бошлайди. Бу ҳолни бартараф этиш учун синхросигналлар серияси, яъни махсус сигналлар кетма -кетлиги хотира элементларининг кириш йўлига берилади. Бу эса, хотира элементини кириш йўлига берилган навбатдаги қўзғатиш сигналларини фақат синхросигнал келгандагина қабул қилинишига рухсат беради. Синхросигнал бўлмаганда қўзғатиш сигнали хотира элементига қабул қилинмайди ва автоматнинг хотира элементи ўз ҳолатини ўзгартирмайди.

Амалда синхросигналлар хотира элементининг махсус расмларда S билан белгиланадиган ва синхрокириш деб аталувчи кириш йўлига уланади.



13.1-расм. Автомат графининг бир қисми.

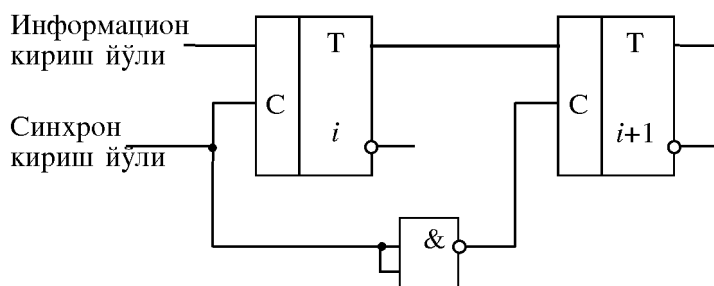
Агар баъзи хусусиятлар ҳисобга олинмаса, синхросигналларни қўллаш ҳар доим ҳам автоматнинг барқарор ишлашини таъминлай олмайди. Фараз қилайлик, автомат 4.24-расмда тасвирланган ўтишни амалга ошириши керак бўлсин. Бунда қуйидаги вазиятлар бўлиши мумкин:

а) x_i кириш йўли сигнали таъсирида автоматнинг комбинацион схемасида ва хотира элементларида ўткинчи жараён тугамасдан аввал автомат хотира элементларининг кириш йўлларида навбатдаги синхросигнал берилса автомат хотирасининг битта ёки бир нечта элементларининг кириш йўлида қўзғатиш сигналларнинг нотўғри шаклланиши содир бўлиши мумкин, яъни автомат x_i кириш йўли сигнали таъсирида s_m ҳолатдан s_k ҳолатга ўтиш ўрнига шу кириш йўли сигнали x_i таъсирида қандайдир ёлғон s_i амалга ҳолатига ўтиши мумкин;

б) агар x_i кириш йўли сигналининг давомийлиги автоматнинг s_m ҳолатдан s_k ҳолатга ўтишдаги вақт давомийлигидан катта бўлса, автомат (навбатдаги синхросигнал

берилиши билан) кириш йўли сигнали x_i бўйича иккиланган ишлаши ҳисобига s_k ҳолатни четлаб, бирданига s_p ҳолатига ўтиши мумкин. Бошқача айтганда s_k ҳолат турғун (барқарор) ҳолат бўлиб қолиши мумкин.

Автоматнинг барқарор ишлашини таъминлаш учун унинг хотира элементларининг кириш йўлига Ахборотни бериш онини хотира элементларининг чиқиш йўлларида Ахборотни олиш онидан вақт бўйича ажратиш керак. Вақт бўйича бундай ажратилганда ҳар қандай хотира элементининг навбатдаги қўзғатиш сигналининг шаклланиши синхросигнал пайдо бўлган онда фақат олдинги вақт онига тўғри келувчи хотира элементлари ҳолатларининг қийматлари бўйича қараб амалга оширилади ва хотира элементларидаги ўтиш жараёнлари қўзғатиш сигналининг шаклланишига таъсир кўрсатмайди. Табиийки, бунда синхросигналлар кетма-кетлигининг даври, автоматнинг кириш йўли сигналининг автомат комбинацион схемасининг мантиқий элементларидан ўтишидаги кечикишлар билан боғлиқ ўтиш жараёнларининг якунланишини ҳисобга олган ҳолда танланиши керак. Бунга мисол сифатида икки қаватли хотирани келтириш мумкин. Бунда хотиранинг ҳар бир элементи иккиланади ва Ахборотси пастки қаватдаги хотира элементларидан юқори қаватдаги элементларга кўчириб ёзиш синхросигнал бўлмаганда амалга оширилади (25-расм).

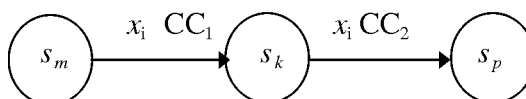


13.2-расм. Иккиланган хотира.

Қўзғатиш функцияларини шакллантириш учун ишлатилувчи тескари боғланиш сигналлари ва автоматнинг чиқиш йўллари сигналлари юқори қаватдаги хотира элементларининг чиқиш йўлларида олинади.

Автомат хотирасини бундай ташкил этишда битта синхросигнал бўйича қайта-қайта қўзғатиш сигналининг шаклланиш ва автоматнинг янги ҳолатга ўтиш ҳавфи йўқолади. Аммо, автоматнинг иккиланган хотирасини қўллаш автоматнинг ишлаш тезлигининг пасайишига олиб келади.

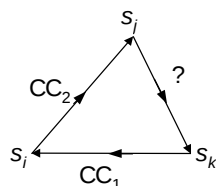
Кўп ҳолларда юқоридаги камчиликдан ҳоли бўлган автоматнинг кириш йўли сигналларини кўп фазали тактлаш тизимси қўлланилади. Мисол учун икки фазали CC_1 ва CC_2 синхросериялари билан синхронлашда битта кириш йўли сигнали x_i ўрнига (4.25-расм) иккита ҳар хил x_i CC_1 ва x_i CC_2 ишлатилади (26-расм). Шундай қилиб автоматнинг барқарор ишлаши автоматик тарзда таъминланади.



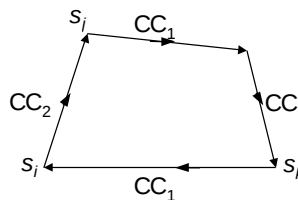
13.3-расм. Кўп фазали тактлаш.

Икки фазали синхронлашда автомат ўтиш графларининг барча ёйларини CC_1 ва CC_2 символлари билан белгилаш имкони бўлиши талаб этилади. Бунда графнинг

ихтиёрий учи учун ундан чиқаётган ёйлар бир синхросерияни симболи билан, шу учга кираётган ёйлар эса бошқа синхросерияни симболи билан белгиланиши керак. Агарда автомат ўтишларининг графи тоқ узунликдаги контурга эга бўлса (27-расм), у ҳолда бундай белгилаш мумкин бўлмай қолади. Лекин, унга қўшимча бўш чиқишли ҳолат киритиб жуфт узунликдаги контурга ўзгартириб (28-расм), белгилаш масаласини ҳал этиш мумкин.



13.4-расм. Тоқ узунликдаги автомат ўтишининг графи.



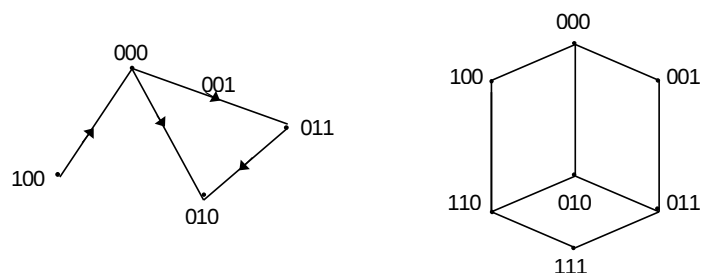
13.5-расм. Жуфт узунликдаги автомат ўтишининг графи.

Тоқ узунликдаги контурли графни жуфт узунликдаги контурга қўшимча бўш чиқиш сигналига эга бўлган учни киритиш билан ўзгартириш масаласи графлар назариясини методлари ёрдамида ечилади, хусусан, графнинг цикломатик сонлари тушунчаларини ва графнинг фундаментал цикллари матрицасини куриш методларини қўллаш билан ечилади.

Хотирали рақамли автоматнинг барқарор ишлашини таъминлаш юқорида баён этилган усуллардан ташқари яна махсус чоралар, хусусан автомат схемасидаги пойгалар (гонок) эффект ҳодисасини йўқотишга қаратилган чоралар орқали қисман бажарилиши мумкин. Бу ҳодиса хотира элементларининг ишга тушиши вақтининг ҳар хиллиги билан боғлиқ. Бундан ташқари, ҳар хил узунликдаги мантиқий элементлар занжиридан хотира элементларининг кириш йўлларига келаётган қўзғатиш сигналларининг кечикиш вақтлари ҳам ҳар хилдир. Агарда автоматни бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтишида бир вақтнинг ўзида бир нечта хотира элементларининг ҳолатлари ўзгарса, улар ўртасида автоматнинг нотўғри ишлашига олиб келувчи пойга (мусобақа) бошланади. Ҳақиқатан, автоматнинг s_i ҳолатдан бирор s_j ҳолатга ўтишида жуда ҳам кичик муддатга бўлса ҳам s_i ва s_j дан фарқли бўлган автоматнинг оралиқ ҳолати вужудга келиши мумкин. Масалан, s_i (0110) ҳолатдан s_j (1010) ҳолатга ўтишда ўз ҳолатларини фақат биринчи икки хотира элементлари ўзгартиради. Пойга ҳодисаси туфайли учинчи ёки тўртинчи хотира элементининг ўзгаришига олиб келувчи 1110 (ёки 0010) ҳолат вужудга келиши мумкин. Бунда автоматда ўтиш жараёнлари тугагандан сўнг у энди s_j ҳолатга ўта олмайди. Икки қаватли хотира қўлланилганда автоматда пойга вужудга келмайди, чунки автомат ўз ҳолатини фақат синхросигнал бўлмаган ҳолдагина ўзгартиради.

Автоматларда пойгани йўқотишнинг яна бир **пойгага қарши кодлаш** деб аталувчи, автомат ҳолатларни махсус кодлаш билан боғлиқ усули мавжуд. Пойгага қарши кодлашнинг хусусий ҳоли сифатида **қўшни кодлашни** келтириш мумкин. Бунда ўтишларнинг графиди ёйлар билан боғланган автомат ҳолатлари бир-биридан фақат битта хонаси билан фарқланувчи иккили векторлар орқали кодланади. Қўшни кодлашни қўллаш учун автоматнинг ўтишлари графиди тоқ узунликдаги контурлар бўлмаслиги керак. Ҳолатлари қўшни кодлаш усули орқали кодланган автоматларнинг ўтишлар графларига мисоллар 29-расмда келтирилган.

Тоқ сондаги узунликка эга бўлган контурларни йўқотиш учун юқорида баён этилган фундаментал цикллари матрицасини куриш усулидан фойдаланиш мумкин.



13.6-расм. Қўшни кодлаш усули орқали кодланган автоматларнинг ўтишлар графлари.

Рақамли автоматларнинг назорати ва ташҳиси

Рақамли автоматларнинг назорати унинг тўғри ишлашини текшириш масаласини ечиш билан боғлиқ ва махсус назорат воситалари ёрдамида амалга оширилади. Ҳозирги вақтда мавжуд бўлган рақамли автоматларнинг назорати методлари ва воситаларини икки гуруҳга ажратиш мумкин: **тест назорати** (ТН) ва **функционал назорат** (ФН).

ТН махсус техник **ташҳислаш** тизимлари ёрдамида амалга оширилади. Бу назорат схемадаги мавжуд носозликни аниқлаш имконини берувчи иккили кодлар мажмуаларидан иборат бўлган махсус ташкил этилган таъсирларни назорат қилинаётган объектга беришга асосланган. ТН назорат қилинаётган объекти иш жараёнида ҳам қўллаш мумкин, лекин бу вақтда тест таъсирлари текшириляётган объектнинг иш жараёнига ҳалақит бермаслиги керак. ТН нинг асосий вазифаси – талаб қилинган назоратни тўлиқ таъминлашдан, яъни назорат қилинаётган объект схемасидан берилган тоифадан барча носоз элементларнинг жойлашган ўрнини ҳам кўрсатишдан иборат. **Ташҳислаш** тизимсининг мураккаблиги ва нархи объектни назорат қилиш тизимсининг мураккаблиги ва нархидан анча юқори бўлиши мумкин.

Функционал назоратда назоратланувчи объектга махсус тест таъсирлари берилмайди (объектга фақат объект ишлаши алгоритмида кўзда тутилган ишчи таъсирлар берилади, халос)

ФН одатда объектга у белгиланган ишлаш алгоритми бевосита амалга ошираётганида қўлланилади. ФНни яна объектни иш бажаришидан олдин ёки иш бажариб бўлганидан сўнг ҳам қўллаш мумкин. Аммо, бу вақтда объектнинг ишлаш режимини имитациялаш талаб этилади. ФНнинг аппарат воситалари одатда назорат қилинаётган объект билан конструктив боғланишда бўлади. Бунда назорат қилинаётган объектнинг ҳар бир нусхаси **ўз ҳудудида жойлашган** ФНнинг аппаратига эга бўлади. Шунинг учун ҳам ФНни **ўз ҳудудида жойлашган** назорат ҳам деб атайдилар.

Назоратни ўтказиш назоратланувчи объект схемасига (структуравий ортиқчилиги) ёки унинг кириш йўлига бериляётган Ахборотга (Ахборот ортиқчилиги) ёки назорат ўтказиляётган вақтларда вақт оралиғига (вақт ортиқчилиги) қўшимчалар киритилишларни талаб этади.

Вақт ортиқчилигини қўлланилишига мисол сифатида назорат қилинаётган объект томонидан масалани икки ёки уч маротаба қайта ҳисоблаб натижаларни солиштиришни келтириш мумкин. ТН одатда Ахборот - вақт ортиқчилиги билан боғлиқ (назоратланувчи объектнинг тўғри ишлаётганини текшириш учун назорат учун ажратилган вақт оралиғида объектнинг кириш йўлига махсус тест кетма - кетликлари берилади). ФН аввало структуравий ортиқчиликнинг қўлланилиши билан боғлиқ. Структуравий-вақт ортиқчилиги ишлатилиши қатор ҳолларда назорат воситаларининг амалга оширишда аппарат сарфининг камайишига олиб келади.

Рақамли автоматларни назорат қилишни ташкил этиш уларни нотўғри ишлаши сабабини ўрганиш билан боғлиқ. Асосий сабаб рақамли автомат элементларининг носозлигидир. Носозликларни икки тури мавжуд: **бузилиш** ва **ишламаслик**.

Бузилиш деб, элемент ишлаш қобилиятининг тўлиқ йўқолишига олиб келувчи, рақамли автоматнинг алоҳида элементи характеристикаларининг ўзгариши тушунилади. Агарда бир нечта элементнинг характеристикалари ўзгарса бузилишнинг қарралилиги хусусида сўз боради.

Ишламаслик деб, рақамли автоматнинг алоҳида олинган элементи схемасининг қисқа вақт оралиғида нотўғри ишлашига олиб келувчи характеристикаларнинг вақт бўйича ўзгариши тушунилади. Элементнинг ишлаш қобилияти ташқи муҳит таъсирсиз ўз-ўзидан тикланади.

Рақамли автоматларнинг схемаларидаги носозликларнинг пайдо бўлиши сабаблари ҳар хил. Бузилишнинг сабаби сифатида авария вазиятини вужудга келтирувчи, ёки нотўғри эксплуатация қилиш натижасида, ҳамда микросхема, элемент ва монтажлардаги яширин дефектлар таъсирида элементларнинг чегаравий электрик меъёрларнинг бузилиши бўлиши мумкин. Ишламасликларнинг асосий сабаблари қуйидагилар:

- ташқи ва ички халаллар;
- элементларнинг узоқ сақланиши, эскириш ва ҳ. натижасида параметрларининг тарқоқлиги ва жоиз меъёрлардан ошиб кетиши.

Рақамли автоматларнинг функционал назоратининг умумий методларини кўриб чиқамиз. Буларга **иккиланган** ва **мажжорлаш** методлари киради.

Рақамли автоматларни **иккиланган** назоратида назорат қилиниши керак бўлган битта автоматни, ишлаш жараёнида чиқиш йўллари солиштириш схемаси деб аталувчи махсус схема ёрдамида солиштирилувчи иккита бир хил автомат билан алмаштиради. Иккиланган назоратда автоматнинг ички структураси эътиборга олинмайди ва у ҳар қандай ҳисоблаш қурилмасига қўлланилиши мумкин. Иккиланган назорат ёрдамида иккиланган қурилмаларнинг бирининг чиқиш йўллари векторида пайдо бўлувчи ихтиёрий қаррали хатоликларни ҳамда бир вақтнинг ўзида иккала қурилма чиқиш йўлларидаги, иккиланган қурилмаларда бир хил бўлмаган чиқиш йўллари векторларига олиб келувчи, барча хатоликларни аниқлаш мумкин. Аналитик кўринишда иккиланиш рақамли автоматларнинг назоратида қайтариливи кодларнинг ишлатилишидан иборатдир. Бу назоратни шакллантирувчи матрица қуйидаги кўринишга эга.

$$G = \begin{matrix} a_1 a_2 \dots a_k & p_1 p_2 \dots p_k \\ \left\| \begin{array}{cc} 10 \dots 0 & 10 \dots 0 \\ 01 \dots 0 & 01 \dots 0 \\ \dots & \dots \\ 00 \dots 1 & 00 \dots 1 \end{array} \right\| \end{matrix}$$

бу ерда $a_1 a_2 \dots a_k$ - иккиланган қурилмаларнинг биринчисини чиқиш йўллари, $p_1 p_2 \dots p_k$ - иккиланган қурилмаларнинг иккинчисини чиқиш йўллари. Шаклландувчи матрицанинг структурасига асосан декодлаш муолажасининг тенгласини, яъни таққослаш схемасининг структурасини қуйидаги кўринишда тасвирланиши мумкин:

$$\begin{aligned} a_1 \oplus p_1 &= s_1; \\ a_2 \oplus p_2 &= s_2; \\ &\dots \end{aligned}$$

$$a_k \oplus p_k = s_k.$$

Хатолик фақат нолга тенг бўлмаган синдром вектори $S = (s_1, s_2, \dots, s_k, \neq \underbrace{00 \dots 0}_k)$ пайдо

бўлгандагина бўлиши мумкинлигини ҳисобга олсак, декодлаш функцияси қуйидаги тенглама кўринишида ёзилиши мумкин:

$$f_g = (a_1 \oplus p_1) \vee (a_2 \oplus p_2) \vee \dots \vee (a_k \oplus p_k).$$

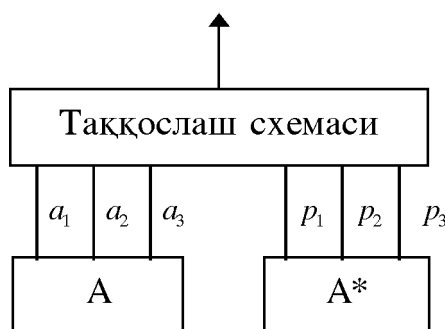
Иккиланган назоратни учта чиқиш йўлига эга бўлган А автоматага қўлланишини кўриб чиқамиз. Назорат қилинаётган автомат учта чиқиш йўлига эга бўлганлиги учун қайтариловчи кодларни шакллантирувчи матрица қуйидаги кўринишда тасвирланади:

$$G = \begin{pmatrix} a_1 a_2 \dots a_k & p_1 p_2 \dots p_k \\ 1 & 0 \dots 0 & 1 & 0 \dots 0 \\ 0 & 1 \dots 0 & 0 & 1 \dots 0 \\ 0 & 0 \dots 1 & 0 & 0 \dots 1 \end{pmatrix}$$

бу ерда $a_1 a_2 a_3$ - берилган А автоматнинг чиқиш йўллари, $p_1 p_2 p_3$ - дастлабки автоматни қайтарувчи A^* автоматнинг чиқиш йўллари. Декодлаш функцияси қуйдагича ифодаланади:

$$f_g = (a_1 \oplus p_1) \vee (a_2 \oplus p_2) \vee (a_3 \oplus p_3).$$

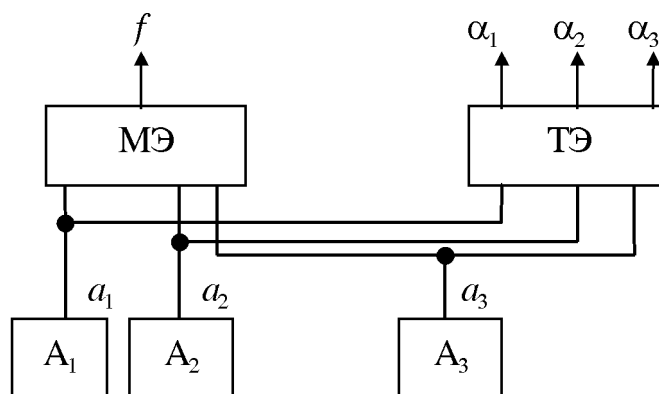
Назоратланувчи автоматнинг умумий схемаси 30-расмда келтирилган.



13.7-расм. Назоратланувчи автоматнинг умумий схемаси.

Иккиланган назоратнинг камчиликлари сифатида икки маротаба кўп қурилмаларни талаб қилувчи катта структуравий ортиқчиликни келтириш мумкин. Лекин буни вақтнинг ортиқчилиги ҳисобига (структуравий ортиқчилик билан биргаликда) камайтириш мумкин.

Иккиланган назоратдан фарқли равишда **мажорлаш назорати** назорат қилинаётган қурилмаларда носозлик мавжуд бўлганда тўғри чиқиш йўли сигналини ҳосил қилишга ва носозлик пайдо бўлган жойни нотўғри ишлаётган қурилманинг тартиб рақами аниқлигида кўрсатишгача аниқлашга имкон беради. Мажорлаш назоратида параллел ишлаётган қурилмаларнинг тоқ сонда бўлишлилиги талаб қилинади. Қурилманинг тўғри чиқиш йўли сигнали мажоритар усул билан кўпчилик принципига биноан мажоритар элемент ёрдамида ҳосил қилинади. Оддий ҳолда мажорлаш назорат қилинаётган қурилмани учланган (уч каррали) бўлишлигини талаб этади ва учланган қурилмаларнинг биттасининг чиқиш йўлларида ҳосил бўлган ҳар қандай каррали хатоликларни тузатиш имконини беради. 31-расмда битта чиқиш йўлли дастлабки A_1 қурилмани учланиши мисолида мажоритар назоратлаш схемаси келтирилган.



13.8 -расм. Мажоритар назоратлаш схемаси.

Бу ерда: A_2, A_3 - A_1 қурилмага тўлиқ мос келувчи қурилмалар; a_1, a_2, a_3 - A_1, A_2, A_3 қурилмаларнинг мос чиқиш йўллари; МЭ-мажоритар элемент; ТЭ -таҳлилловчи элемент $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ - таҳлилловчи элементининг чиқиш йўллари; f - қурилманинг чиқиш йўли. Кўрилаётган ҳол учун мажоритар элементнинг ҳақиқийлик жадвали 4.28-жадвалда келтирилган мантикий функция билан тўлиқ ифодаланиши мумкин. Унинг ишлаш шarti қуйидагича: $f = 1$ бўлади, агарда қурилманинг чиқиш йўллариининг кўпчилигида бир рақами бўлса, ва аксинча. Келтирилган ҳақиқийлик жадвалига биноан функция f аналитик кўринишда қуйидагича ифодаланиши мумкин.

$$f = a_2 a_3 \vee a_1 a_3 \vee a_1 a_2$$

Таҳлилловчи элементнинг ишлашини қуйидагича тавсифлаш мумкин. Агар A_i қурилма нотўғри ишлаётган бўлса, $\alpha_i = 1, i \in \{1, 2, 3\}$, деб фараз қиламиз. Унда шаклловчи элементнинг ишлашини ҳақиқийлик жадвали (28-жадвал) ва қуйидаги аналитик тенгламалар орқали ифодалаш мумкин.

$$\alpha_1 = a_1 a_2 a_3 \vee a_1 a_2 \bar{a}_3 ;$$

$$\alpha_2 = a_1 a_2 a_3 \vee a_1 \bar{a}_2 a_3 ;$$

$$\alpha_3 = a_1 a_2 a_3 \vee \bar{a}_1 a_2 a_3 .$$

13.1-жадвал.

$a_1 \ a_2 \ a_3$	f	$\alpha_1 \ \alpha_2 \ \alpha_3$
0 0 0	0	0 0 0
0 0 1	0	0 0 1
0 1 0	0	0 1 0
0 1 1	1	1 0 0
1 0 0	0	1 0 0
1 0 1	1	0 1 0
1 1 0	1	0 0 1
1 1 1	1	0 0 0

Ушбу усулнинг камчилиги сифатида $k \geq 3$ бўлгандаги бир хил қурилмаларни ишлатиш билан боғлиқ катта структуравий ортиқликни кўрсатиш мумкин.

Таянч иборалар

Синхросигнал, синхрокириш йўли, икки фаза синхронлаш, қўшни кодлаш, автоматларда мусобақа, автом ўтишларининг графи.

Назорат саволлари

22. Рақамли автоматнинг барқарор ишлашини таъминлашнинг қандай усулларини биласиз?
23. Кўп фазали тактлаш тизимси нима?
24. Автомат схемасидаги мусобақа ҳодисаси нима?
25. Мусобақага қарши кодлаш усулини изоҳланг.
26. Автоматларни назорат қилишнинг қандай методлари ва воситалари мавжуд?
27. Иккиланган назоратни изоҳланг.

Адабиёт.

1. Ғаниев С.К., Каримов М.М., Мамбетов Н.М. Ҳисоблаш тизимларининг Ахборот асослари. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик. -Тошкент.: ТДТУ, 2002, 161 – 166 б.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. Учеб. Для вузов. –М Изд-во МГТУим. Н.Э Баумана, 2001, 180 -188 б.
3. Лысиков Б.Г Арифметические и логические основы цифровых автоматов [Учебник для вузов по спец. "Электронные вычислительные машины"]. Минск: Выша школа, 1980, 245 – 254 б.

