

**Ўзбекистон Республикаси
Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги**

**Абу Райҳон Беруний номидаги
Тошкент давлат техника университети**

«Авиация» факультети

«Авиасозлик ва ҳаво кемаларининг техник эксплуатацияси» кафедраси

Қўл ёзма ҳуқуқида

УДК: 004.41/.42

Хамрокулов Умиджон Шарабидинович

**Магистр
академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация**

**«Ерни масофадан зондлаш мультиспектраль маълумотлар
кластеризацияси усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш»**

5A310407 – Амалий космик технологиялар

Илмий раҳбар:

т.ф.д., проф. Шамсиев З.З.

Тошкент 2015

МУНДАРИЖА

	КИРИШ	3
I - БОБ	МУЛЬТИСПЕКТОРЛИ ЕРНИ МАСОФАДАН ЗОНДЛАШ МАЪЛУМОТЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШНИНГ ТИЗИМЛИ ТАҲЛИЛИ	8
1.1	Мультиспекторли Ерни масофадан зондлаш маълумотлари ҳақида умумий маълумотлар.....	8
1.2	Ерни масофадан зондлашда мультиспектраль маълумотларни интерпретация қилиш жараёнининг тузилиши	16
1.3	Тадқиқот масалаларини аниқлаш ва аниқ мақсадларни белгилаб олиш	20
1.4	I – боб бўйича хулосалар.....	27
II-БОБ	КУЧАЙТИРИЛГАН КЛАССИФИКАТОРЛАРИНГ ХАЖМ ЖИҲАТДАН КИЧРАЙТИРИЛГАН УСУЛЛАРИНИ ТАДБИҚ ЭТИШ ВА БАҲОЛАШ	29
2.1	Спектраль каналларнинг фазовий таҳлил усуллари	29
2.2	Маълумот берувчи спектраль каналларни танлаб олиш	32
2.3	Кучайтирилган классификаторларнинг гистограм усули	48
2.4	Кучайтирилган классификаторларда вегетация индексларининг қўлланилиши	55
2.5	II – Боб бўйича хулосалар	59
III-БОБ	ЕРНИ МАСОФАДАН ЗОНДЛАШ СОҲАСИДА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬ МАЪЛУМОТЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ АЛГОРИТМЛАРИНИ БАҲОЛОВЧИ ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ	61
3.1	Кластеризация масалалари тадбиқи	61
3.2	Кластеризация алгоритмлари маълумотларининг таҳлил воситалари.....	64
3.3	Келтирилган ечимларнинг оптималь вариантини танлаб олиш ...	67
3.4	Кластеризацияни баҳолашнинг индекс усуллари	68
3.5	Дастурий таъминот асосий компонентларининг таҳлили	71
3.6	Дастурий таъминотни ишлаб чиқиш. «ДЗЗ кластеризации» дастурий таъминоти.....	73
3.7	Келтирилган мисоллар	78
3.8	III – Боб бўйича хулосалар	81
	УМУМИЙ ХУЛОСАЛАР	82
	Фойдаланилган адабиётлар рўйҳати	83

КИРИШ

Мавзунинг долзарблиги. Ахборот технологияларнинг фаол суръатларда ривожланиши инсониятнинг дунёқараши, турмуш тарзини ўзгартиришга туртки бўлди. Бугунги кунга келиб ҳаётимизни ахборот технологияларисиз тасаввур этиб бўлмайди. Ушбу соҳада инсоният учун янги бўлган бир нечта йўналишлар пайдо бўлди ва ривожланиб келмоқда. Шу соҳалардан бири Ерни масофадан зондлаш, коинот тасвирларига ишлов бериш умумлаштирган ҳолда айтсак Амалий космик технологиялардир. Республикамизда ҳам сўнгги йилларда ушбу соҳанинг ривожланиши ва кенгайиши учун бир қанча ишлар амалга оширилди. Бунга Президентимиз И.А. Каримовнинг 2013 йил 25 сентабрдаги “Миллий географик ахборот тизимини ташкил этиш, инвестиция лойиҳасини амалга ошириш чора тадбирлари тўғрисидаги” қарор ёрқин мисолдир.

Ерни масофадан зондлашда (ЕМЗ) мультиспекторли коинот тасвирлари Ер сунъий йўлдошларининг мультиспектраль сканерловчи аппаратлари ёрдамида олинади. Бугунги кунга келиб Ерни масофадан зондлашда (ЕМЗ) мультиспекторли коинот тасвирлари маълумотлари турли соҳаларда фаол равишда қўлланила бошланди, буларга – қишлоқ ва ўрмон хўжалиги, нефт ва газ комплекслари, энергетика, телекоммуникация, мавзули ва махсус хариталар яратиш, экология ва атроф муҳит муҳофазаси, фавқулотда вазиятларни бошқариш мисол келтиришимиз мумкин [1,2]. Шунинг учун ҳам коинот тасвирларининг мультиспекторли маълумотларига ишлов бериш масалалари бугунги куннинг энг долзарб масалалари қаторига киритилди. Мавзунинг долзарблиги шундан иборатки, коинот тасвирларига ишлов беришда мавжуд автоматлаштирилган лойиҳалаш тизимларидан кенг фойдаланиш, фойдаланувчи учун қулай интерфейсда ишловчи дастурий таъминотлар пакетларини ишлаб чиқиш ва доимий равишда янгилаб боришдан иборатдир.

Бугунги кунга келиб коинот тасвирларига ишлов берувчи бир нечта дастурий таъминотлар мавжуд. Булар жумласига, ERDAS Imagine, ENVI ва

бошқаларни киритишимиз мумкин. Бу дастурлар ёрдамида турли мураккабликдаги амалларни бир вақтнинг ўзида бажаришимиз мумкин. Ушбу дастурий таъминотларда 100 дан ортиқ буйруқ амаллари мавжуд ва бу амаллар доимий равишда янгиланиб бормоқда. Лекин бу дастурлар қанчалик мукаммал бўлмасин иш жараёнида бир қанча қийинчиликларни келтириб чиқаради. Агар тасвир масштабини керакли ўлчамга келтирмоқчи бўлсак ёки бир нечта тасвирларни бирлаштирмоқчи бўлсак (геопривязка) 2 мартаба турли дастурий таъминотларга мурожаат қилишимизга тўғри келади, яъни ENVI дастурида геопривязка қилиш функцияси мавжуд эмас. Шунинг учун аввал ERDAS Imagine ёки шунга ўхшаш бошқа дастурлар ёрдамида геопривязка қилинади, шундан сўнггина ENVI дастурида бошқа амаллар бажарилади. Юқоридаги каби масалаларни инобатга олиб диссертация ишида универсал пакетлар тизимидан иборат дастурий таъминот алгоритмларини таклиф этилмоқда. Таклиф этилаётган дастурий таъминот очик кодли (OPEN SOURCE) бўлиб барча фойланувчилар эркин фойдалани оладилар. Дастурий таъминотда мавжуд кластеризация алгоритмларидан фойдаланиб коинот тасвирларини кластерларга ажратувчи пакет ишлаб чиқилди. Дастур пакетлари кейинги йилларда доимий равишда янгиланиб бориши натижасида ягона тизимли дастурий таъминот яратилиши режалаштирилган.

Ёрни масофадан зондлаш, коинот тасвирларига ишлов бериш, кластеризация қилиш бўйича дунёнинг бир қанча етук олимлари фаолият кўрсатган. Булар қуйидагилардир: Арманд Н.А., Асмус В.В. Вудс Р., Гонсалес Р., Жардан Л., Журкин И.Г., Злобин В.К., Кронберг П., Лукьященко В.И., Лупян Е.А., Макриденко Л.А., Новиков М.В., Новикова Н.Н., Полищук Г.М., Прэтт У., Розенфельд А., Селиванов А.С., Сойфер В.А., Хуанг Т., Чернявский Г.М. ва бошқалар. Уларнинг олиб борган тадқиқот фаолиятлари натижалари асосида диссертация ишининг асосий назарий фундаменти шакллантирилган.

Тадқиқот мавзусининг мақсад ва вазифалари. Ерни масофадан зондлашда мультиспектриаль маълумотларга дастлабки ишлов бериш жараёнини бошқарилмайдиган классификация (кластеризация) алгоритмларини қўллаган ҳолда бир нечта усулларни таҳлил қилиш, мавжуд алгоритмларга таянган ҳолда коинот тасвирларини кластерларга ажратувчи дастурий таъминотни ишлаб чиқиш ва доимий янгилаб боришини таъминлашдан иборатдир.

Тадқиқот объекти ва предмети. Ернинг сунъий йўлдошлари орқали олинган коинот тасвирларига ишлов бериш, мультиспектраль маълумотларга ишлов бериш жараёнини автоматлаштириш. Мультиспектраль маълумотларига ишлов бериш жараёнида тўпланган амалий ва назарий кўникмаларни бирлаштириш, янги ишлов бериш кетма-кетликларни тадбиқ этиш.

Тадқиқот услублари ва услубиятлари. Амалий фаолиятда қўлланилган назарий маълумотларни кенгайтириш, тизимли ишлов бериш назариясини илгари суриш ҳамда ўхшашлик усули, интеллектуал таҳлил усули, функционал ва спектраль таҳлил усули каби энг кенг тарқилган алгоритмларни ишлов бериш жараёнида назарий такомиллаштириш. Мультиспекторли коинот тасвирларнинг синтезини моделлаштириш ва тажриба синов ишларини олиб бориш.

Тадқиқот натижаларининг илмий жиҳатдан янгилик даражаси. Ерни масофадан зондлаш мультиспектраль коинот тасвирларга ишлов беришда қўлланиладиган услуб ва технологияларни такомиллаштириш, такомиллаштирилган усуллар ёрдамида коинот тасвирларини кластерларга ажратувчи дастурий таъминотини ишлаб чиқиш.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ва тадбиқи. Ерни масофадан зондлаш мультиспекторли коинот тасвирларини кластерларга ажратишда бир нечта мавжуд услубларни такомиллаштириш учун таклиф ва хулосалар ишлаб чиқиш. Коинот тасвирларини интерпретация қилишда,

кластерларга ажратишда фойдаланувчи учун қулай интерфейсга эга бўлган дастурий воситалар ишлаб чиқиш.

Диссертация ишининг тузилиши ва таркиби. Диссертация иши кириш, учта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертация босма ёзувда ёзилган 88 бетдан ҳамда 59 фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан ташкил топган.

Диссертациянинг 1-бобида мультиспекторли ерни масофадан зондлаш маълумотларига ишлов беришнинг тизимли таҳлили кўриб чиқилган, бунда мультиспекторли Ерни масофадан зондлаш маълумотлари ҳақида умумий маълумотлар ишлатилиш соҳалари, ривожланиш босқичлари, коинот тасвирларига ишлов беришда қўлланиладиган энг кўп технологиялар уларнинг ютуқ ва камчиликлари келтирилган. Шунингдек Ерни масофадан зондлашда мультиспектраль маълумотларни интерпретация қилиш жараёнининг тузилиши ҳақида тўлиқ маълумотлар ёритилиб берилган. Бобнинг сўнгги қисмида эса барча маълумотларни умумлаштирган ҳолда умумий хулосалар келтирилган.

Диссертациянинг 2-бобида кучайтирилган классификаторларнинг ҳажм жиҳатдан кичрайтирилган усулларини тадбиқ этиш ва баҳолаш кўриб чиқилган. Асосий этибор спектраль каналларнинг тузилиши хусусиятлари, улар устидаги амалларга қаратилган, сабаби коинот тасвирларига ишлов беришда ишнинг 70-80 % қисми спектраль каналларга боғлиқ бўлади. Мавжуд дастурий таъминотлар ёрдамида барча канал диапазонларидаги кластеризация натижалари келтирилган. Боб сўнггида эса умумий хулосалар келтирилиб ўтилган.

Диссертациянинг 3-бобида Ерни масофадан зондлаш соҳасида мультиспектраль маълумотларига ишлов бериш алгоритмларини баҳоловчи дастурий таъминотни ишлаб чиқиш. Дастурий таъминотнинг ишлаш принципи, тузилиши маълумотлари келтирилган. Дастурий таъминотда фойдаланилган кластеризация алгоритмлари тўғрисида назарий ва амалий

амаллар берилган. Фойдаланилган маълумотлар базаси таснифи, тузилиши, боғланган катталиклари кўрсатиб ўтилган.

I - БОБ. МУЛЬТИСПЕКТОРЛИ ЕРНИ МАСОФАДАН ЗОНДЛАШ МАЪЛУМОТЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШНИНГ ТИЗИМЛИ ТАҲЛИЛИ

1.1 Мультиспекторли Ерни масофадан зондлаш маълумотлари хақида умумий маълумотлар.

Масофадан зондлаш тушунчаси остида махсус қурилмалар воситасида электромагнит тўлқинлар орқали Ердаги объектлар тўғрисида маълумотлар йиғиш, унда жойлашган объектларнинг хусусиятларини аниқлаш маълумотларни жамлаш тушунчалари ётади. Бундан келиб чиқиб Ерни масофадан зондлаш бу – Ер юзидан жойлашган объектлар тўғрисида махсус қурилмалар ёрдамида маълумот олиш, жамлаш, турли дастурий таъминотлар ёрдамида қайта ишлаш ва ушбу маълумотларни турли тизимлар ёрдамида узатиш тушунилади.

Ерни масофадан зондлашнинг энг кенг тарқалган усулларида бири – турли усулларни қўллаган ҳолда турли спектр интерваллари ёрдамида Ер юзини тасвирга олишдир. Мультиспектраль тасвирлар ёрдамида фақатгина ҳолатлар ва объектларни аниқлаш билангина чекланиб қолмасдан балки уларни миқдор жиҳатдан ҳам баҳолаш имконияти мавжуд бўлади. Тасвирларни мавзули таҳлил қилиш жараёнида тез-тез турли манбалардан, масалан, рақамли топографик ва мавзули хариталар, графиклар, шаҳарлар схемалари, ташқи маълумотлар базасидан фойдаланилади. Мультиспектраль тасвирларнинг ҳажми тасвирдаги энг кичик объектларнинг хусусиятларини аниқлаш имконияти мавжудлиги даражасига кўра ҳарактерланади. Масаланинг ечилишига қараб паст даражадаги (100 м дан кўпроқ), ўрта даражадаги (10-100 м) ва юқори даражадаги (10 м дан камроқ) жойлашган текисликдаги тасвирлардан фойдаланилади. Сўров тасвирлари паст даражада текисликдаги тасвирлардан иборатдир, лекин бир вақтнинг ўзида бутун яримшарга қадар катта ҳудудни қамраб олиши мумкин. Бундай маълумотлар метрология соҳасида кенг қўлланилади. Бугунги кунда ўрта даражада текисликдаги

тасвирлар атроф-муҳит мониторинги учун энг яхши маълумотлар манбаидир. Юқори даражада текисликдаги тасвирлар юқори аниқлик билан таҳлил қилиш имконини бергани сабабли сўнгги йилларда ҳарбий мақсадларда шу билан бирга тижорат космик тизимларида ва геоахборот тизимларида кенг қўлланилиб келинмоқда [3-8].

Ерни масофадан зондлаш маълумотларига ишлов бериш тизимлари турли соҳаларда турли вазифаларни аниқ таҳлил қилиш ва керакли ечимларни ишлаб чиқиш имконини беради, буларга:

- Тизимли равишда минтақавий ресурсларни баҳолаш;
- Ифлослантирувчи ўсимликлар чиқиндиларнинг таъсир соҳаларини аниқлаш ва баҳолаш;
- Ўрмон ёнғинлари ва дарахтларни кесиш мониторинги;
- Қишлоқ ва ўрмон хўжалиги самарадорлигини баҳолаш;
- Қор қопламалари, чўлланиш ва шўрланишлар мониторинги;
- Фойдали қазилмалар ва минерал конларни аниқлаш ҳамда хариталаш;
- Шаҳар ҳудудларида яшил майдон мониторинги.

Юқоридаги масалаларнинг барчасидан ахборотларни доимий ва тезкор равишда янгилаб бориш талаб этилади.

Ерни масофадан зондлаш ва ҳудудлар мониторингида хариталар тузишнинг учта асосий усули мавжуд:

1. Дала тасвирлари – геодезик ўлчов асбоблари ёрдамида ўлчов олиш, кузатиш ва жой хариталаридан фойдаланган ҳолда маълумотларни тўплаш.
2. Аэрофотосъемка – учиш аппаратлари (самалёт, верталёт в.б.)га махсус ўрнатилган ускуналар ёрдамида Ер юзини рақамли тасвирга олиш.
3. Фазовий тасвирга олиш - космик аппаратлари (спутник)га ўрнатилган махсус ускуналар ёрдамида Ер юзини тасвирга олиш.

Юқорида кўриб ўтилган усулларни таҳлил қилиб биз учун қулай ва ишончлисини танлаб олсак.

Дастлабки усулда бир нечта камчиликлар мавжуд:

- Таннархи жуда юқори;
- Сарфланган вақт миқдори кўп;
- Ландшафт хусусиятга эга бўлган жойларни тасвирга олиш имкони мавжуд эмас;
- Иш жараёни мавсумга қараб танланади;
- Вақт шкаласи бўйича маълумотларнинг долзарб эмаслиги.

Иккинчи усулда ҳам юқоридаги каби бир нечта камчиликлар мавжуд. Сифатли ва аниқ тасвирлар олиш учун таннарх жиҳатдан ўта қиммат ускуналар талаб этилади. Бу эса тасвирнинг автоматик равишда таннархи ортиб кетишига олиб келади. Учиш аппаратининг кўтарилиш, учиш, кўниш учун сарфланган вақт ёқилғини инобатга олсак иқтисодий кўрсаткичлари янада ўсиб боради. Ушбу усулда олинган тасвирлар фақат маълум бир худудларни ўз ичига олади яъни тасвир майдони чеклангандир. Бу эса кўзланган мақсадга эришишда асосий факторлардан биридир. Шунингдек ушбу усулнинг энг катта камчиликларидан бири турли ракурсларда олинган тасвирларнинг бирлаштириш жиҳатдан қийинлиги, маълумотларнинг бири-бирига мос келмаслигидадир [9-12].

Учунчи усул ушбу камчиликларни бартараф этган ҳолда ишлаб чиқилган. Тасвирга олиш жараёни йилнинг исталган вақтида, қисқа муддатда, турли ракурсларда, алоҳида фрагментларда, амалга ошириш имкониятини беради. Ҳозирги кунда космик аппаратлари ёрдамида олинган тасвирларнинг баландлиги 2 м ва ундан юқори масофадан иборат. Бундан ташқари, космик аппаратларининг мультиспектраль диапазондаги тасвирлари (60 смгача баландликдаги, 30 см панхроматик диапазонда) аэрофотосъёмка усулида олинган тасвирлардан иқтисодий жиҳатдан анча арзон қийматни ташкил қилади [13].

Шундай қилиб, бугунги кунда геоахборот тизимларида фазовий тасвирга олиш усули энг арзон ва кенг тарқалган усулларида бири экан.

Ерни масофадан зондлаш тизимининг энг кенг тарқалган ва истиқболли йўналишларидан бири космик тасвирларга ишлов беришдир (дешифрирование изображений) [14].

Ишлов бериш – геоахборот тизимларининг маълумотлар базасини бойитиш учун коинот маълумотларини керакли тизимга ўтказиш тушунилади. Космик тасвирларга ишлов бериш жараёни пиксел орқали классификация қилиш тушунчаси ёрдамида характерланади. Космик тасвирларнинг классификацияси – бу тасвирларнинг хусусият жиҳатдан ўхшаш пикселларини турли гуруҳ (синфлар)га ажратиш жараёни тушунилади. Космик тасвирларнинг классификация алгоритми тасвирларни сегментларга ажратиш ва рангли квантлар орқали ишлов берилган маълумотлар устида соҳага тегишли турли мониторинглар олиб бориш тушунчаси тушунилади. Ерни масофадан зондлаш тизимларида тасвирлар классификацияси тасвир пикселларининг автоматик тарзда тоифаларга ажратишдан иборатдир[15].

Тасвирларга ишлов беришда кам вақт, тезкор, қулай, аниқ усулларни танлаш технологияси Ерни масофадан зондлаш тизимининг энг дастлабки босқичларидан бири хисобланади [16]. Кўп ҳолларда космик тасвирларга ишлов бериш технологиясини танлашда объектнинг спектраль ва пиксель хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда танланади. Амалий фаолият натижалари шуни кўрсатадики, кўп ҳолларда умумий географик қопламаларни (вегетация, сув органлари ва бошқалар) очиб беришда бошқариладиган классификациядан фойдаланиш талаб этилади. Бунинг учун ҳар бир класнинг намунавий эталон кўринишдаги кутубхонаси шакллантирилади [17]. Амалда аҳоли пунктлари эталонини шакллантириш жуда мураккаб. Шуни инобатга олган ҳолда ушбу эталлонларни шакллантириш учун эксперт классификация усулидан фойдаланилади, яъни ҳар бир пиксель учун диапозони, ранги, ва ҳар бир канал хусусиятларини

инобатга олган ҳолда шакллантирилади [18,20]. Эксперт классификация усули натижалари жуда ишонарли ва аниқ, лекин натижаларни қайта ишлаш талаб этилади. Махсус қопламали саноат муассасалари объектларида субпикселли классификациядан фойдаланиланиш талаб этилади [21]. Шу билан бирга, юқоридаги махсус қопламалар билан қопланган объектлар махсус инфрақизил нурлари билан биргаликда фойдаланиш керак бўлади [22]. Ишлов бериш жараёнида базан «инсон омили» яъни оператор хатоси туфайли бир нечта камчиликларни келтириб чиқаради. Бу ҳолатда, вақт ўсиши ва таҳлил хатолиги келиб чиқади.

Масофадан зондлаш маълумотларининг спектраль ўлчами бир нечта частоталар даражаси Ер юзасининг радиация даражасини ўлчаш қобилитини белгилайди. Амалиётда Ерни масофадан зондлаш тизимларида барча диапазондаги тўлқин узунликларини катта 3 та гуруҳга ажратиш мумкин:

- Кўринадиган ранглар ва яқин инфрақизил нурланиш;
- Ҳарорат инфрақизил нурланиш;
- Микротўлқинли нурланиш.

Панхроматик оптик тасвирлар барча кўринадиган диапазондаги спектрлардан иборат, мультиспекторли тасвирлар – бир нечта қисқа диапазондаги спеторлардан иборат бўлади. Турли ҳил ташқи шароит омилларида ҳам панхроматик тасвирлар юқори ва аниқ ўлчамдаги тасвирлар олиш хусусиятига эга, улар топографик масалаларни ечишда ва объектларнинг чегарасини белгилашда жуда қўл келади. Мультиспекторли тасвирлар Ер устки қатлами хусусиятларини классификация қилишда қўлланилади. Ҳарорат нурланишиларида Ер устки қатлами температураси ва денгиз сатҳи юзаси тўғрисидаги асосий маълумотлар жойлашганлиги сабабли қор қатламлари тўғрисидаги маълумотлар, Ернинг шўрланганлик даражаси, океан ва атмосфераларнинг таркибини аниқлашда қўлланилади. Ер юзасини микротўлқинли диапазонларда космик тасвирга олишда синтез қилувчи радиолокатор ускуналаридан фойдаланилади [23-26].

Мультиспекторли тасвирлар сканерловчи аппаратга боғлиқ бўлади, шундай экан турли аппаратлар турли зонадаги спекторларда тасвирга олади. Турли хил Ернинг сунъий йўлдошларининг сканерлари тегишли соҳага тегишлича диапазонда Ер юзини тасвирга олади. Қуйида асосий Ернинг сунъий йўлдошларининг рўйхати келтирилган (қуёш-синхронли поляр орбита; мурожаат частотаси 145 айл/сут):

- Landsat 7. Учирилган санаси: 15 апрел 1999 йил. Баландлик: 705 км;
- Terra (EOS AM-1). Учирилган санаси: 18 декабр 1999 йил. Баландлик: 654-685 км;
- Aqua (EOS PM-1). Учирилган санаси: 4 май 2002 йил. Баландлик: 673-686 км.

Сканерловчи аппаратлар, қуйидаги Ернинг сунъий йўлдошларида қўлланилган:

- ETM+ (Enhanced Thematic Mapper). : 30x30 м²;
- MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer). Ўлчамлари: 250x250-500x500 м²;
- ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer). Ўлчамлари: 15x15 -30x30 м².

1.1-жадвалда MODIS, ETM+ ва ASTER сканерловчи ускуналарнинг асосий параметрлари ва белгиланган спектрал каналлари (Мос равишда ҳар бир ячейкадаги 1-сатрда MODIS, 2- сатрда ETM+ ва 3-сатрда ASTER) келтирилган 1.1 [27].

**Жадвал 1.1 - MODIS, ETM+ ва ASTER тасвирга олиш
аппаратларининг хоссалари**

Канал рақами	Канал узунлиги, мкм	Вазифалари ва ишлатилиш соҳаси
1	0,459-0,479 0,45-0,52	Энг қисқа тўлқинли канал. Атмосфераинг шаффофлигини баҳолаш учун фодаланилади.
2	0,545-0,565 0,53-0,61	Спекторнинг максимум энергияси қуёш нурланиши билан бир хил. Кўринадиган тўлқин диапазонида барглardan қайтган нурланиш орқали ҳосил қилинади.
3	0,62-0,67 0,63-0,69	Қуёш нурланишининг максимум қайтишидан кўринадиган диапазондаги нурланишдан ҳосил бўлади.
4	0,841-0,876 0,78-0,90	Кўринадиган ва инфрақизил диапазондаги асосий максимум қайтарувчи хусусиятга эга бўлган холларда ишлатилади.
5	1,23-1,25	Тирик организмнинг минимум қайтарувчи нурланишидан иборат.
6	1,628-1,652 1,55-1,75	Ушбу канал махсус танланган бўлиб максимум ва минимум нур қайтариш хусусиятларга эга бўлган объектларнинг асосий хоссаларини ўзида сақлайди.
7	2,105-2,155 2,09-2,35	Максимум нур қайтарувчи ва қайтувчи хусусиятга эга бўлган характерларни ўзида жамлаган.

1.2-Жадвалда умумий спектрал каналларнинг мавзули классификацияга оид стандарт каналларнинг интерпретация жараёни келтирилган [28].

Жадвал 1.2 – Спектрал каналларнинг умумий классификацияси

Каналнинг номланиши	Шартли белгиси	Тўлқин узунлиги, мкм	Қўлланиши
Кўринадиган кўк / Blue (violet)	band 0, B0	0,42-0,55	Океанографик сохаларда, атмосферали коррекцияларда фойдаланилади.
Кўринадиган кўк / Blue	band 1, B1	0,45-0,52	Чўкма, кирғоқлар, игна баргли ва кенг баргли флора ўсимликларни тупроқдан фарқлаш учун
Кўринадиган яшил/ Green	band2, B2	0,52-0,60	Ўрмонлар инвентеризациясида, сунъий объектларни аниқлаш, шўрланган сувларни аниқлаш, чўкма концентрацияси ва қопламали майдонларни аниқлаш.

Кўринадиган қизил/Red	band3, B3	0,63-0,69	Ўсимлик турларини фарқлаш, тупроқ техноген объектларни чегараларини белгилаш.
Яқин инфрақизил / Near InfraRed	Band4, B4, NIR	0,76-0,90	Қишлоқ хўжалик экинларини аниқлаш, тупроқларни фарқлаш, ҳосилдорликни фарқлаш, сув объектларини назорат қилиш.
Қисқа тўлқинли инфрақизил /Short Wave Infrared (Middle InfraRed)	band5, B5, SW IR, MIR	1,55-1,75	Қурғоқчиликни баҳолаш, тупроқлар таркибини тадқиқ қилиш, тупроқлардаги темир оксидини аниқлаш, қор ва муз бўлақларини фарқлаш.
Иссиқ инфрақизил / Thermal Infrared	band 6, B6 TIR	10,40-12,50	Иссиқлик чиқарувчи объектларни аниқлаш, иссиқлик ва ифлосланишни баҳолаш, ҳосилнинг сифатини назорат қилиш.
Қисқа тўлқинли инфрақизил/ Middle InfraRed	band 7, B7, MIR	2,08-2,35	Геологик жинсларнинг турларини танлаш, тупроқ намликларини аниқлаш, гидрометал зоналарни аниқлаш.

Шундай қилиб юқоридагиларни инобатга олган ҳолда қуйидаги хулосага келишимиз мумкин:

- Ерни масофадан зондлаш маълумотлари турли спектрал каналлар орқали, турли текисликдаги юзаларни тасвирга олиш имконини берадиган ускуналар ёрдамида қайд этилади;
- Ерни масофадан зондлаш маълумотлари турли частотали инфрақизил, қисқа тўлқинли инфрақизил, термик инфрақизил диапазонларини ўз ичига олади;
- Ерни масофадан зондлаш маълумотлари ёрдамида спектрал каналлар қобилиятига кўра вақтни инобатга олган ҳолда объект тўғрисидаги маълумотларни баҳолаш имконини беради;
- Кўп каналли ва кўп спекторли маълумотларнинг хажм жиҳатидан катта бўлганлиги туфайли Ерни масофадан зондлаш маълумотларига ишлов беришда энг замонавий ва юқори аниқликка эга бўлган воситалардан фойдаланиш талаб этилади.

1.2 Ерни масофадан зондлашда мултиспектраль маълумотларни интерпретация қилиш жараёнининг тузилиши

1.1- расмда Ерни масофадан зондлашда мултиспекторли коинот тасвирларини интерпретация қилиш алгоритми келтирилган. У қуйидаги босқичлардан иборат [1-28]:

- а) Тасвирни қабул қилиб олиш. (берилган масалага кўра тасвир каналлари, тасвир катталиклари, сунъий йўлдош турлари танланади). Натижада кўп каналли сунъий йўлдош тасвирлари ҳосил бўлади.
- б) Тасвирларни геопривязка қилиш, берилган масштабга келтириш. Натижалар координаталар системасини боғлаш, аниқ масштабга келтирилган коинот тасвирларини олиш мумкин;
- с) Коинот тасвирларига ишлов бериш (атмосфера тасирини баҳолаш, тебранишларни имкон даражада бартараф этиш). Натижада – расторли коинот тасвирлари, таҳлил учун тайёр ҳолдаги векторли тасвир;
- д) Космик тасвирларга аналитик ишлов бериш.

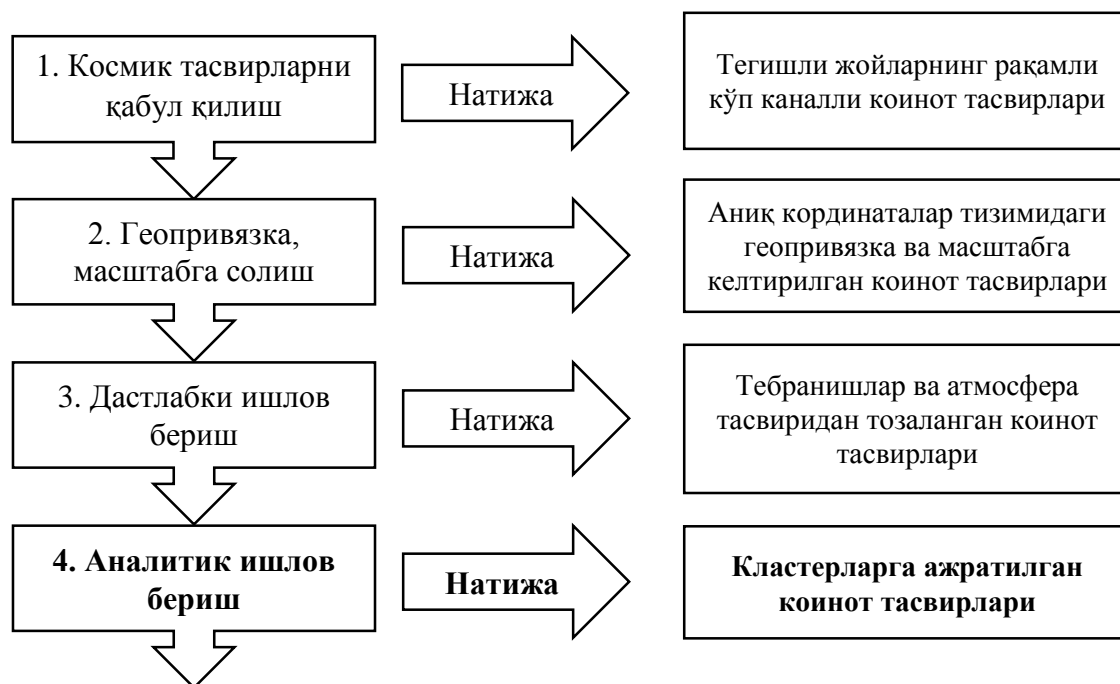


Рисунок 1.1 Ер юзи мультиспекторли коинот тасвирларини интерпретация қилиш алгоритми

Айтиб ўтиш лозимки, шу ерда ва бундан кейинги босқичларда мультиспекторли коинот тасвирларнинг интерпретация қилиш жараёни деганда коинот тасвирларини аналитик ишлов бериш тушунчаси тушунилади. Геопривязка қилиш, масштабга келтириш атмосфера таъсирини камайтириш аналитик ишлов бериш босқичига кирмайди.

Ерни масофадан зондлаш маълумотларини интерпретация қилиш жараёнининг асосий босқичлари [29]:

- а) Спектр каналлари орқали интерпретация қилиш (комбинацияланган коинот тасвирлари);
- б) Турли ҳилдаги вегетация индексларини қўллаган ҳолда бир индексга келтирилган коинот тасвирларини интерпретация қилиш жараёни;
- с) Турли спектр каналлари орқали коинот тасвирларини классификацияси.

Коинот тасвирларининг ахборот жихатидан камлиги ва келтирилган каналлардаги маълумотларнинг етарли даражада эмаслигини инобатга олган ҳолда турли комбинациялардан фойдаланилади [30]. Комбинациялар аниқ бир каналнинг алоҳида хусусиятларини кўрсатиб, тасвирни синтез

килиш имконини беради. Маълумотларни таҳлил қилган ҳолда каналлар тартиби ва контрастини ўзгартириб тегишли соҳаларга қараб ўзига хос бирлашмали коинот тасвирларини олиш имконияти мавжуд бўлади. Каналлар комбинацияси уч каналли тасвирларга визуал ишлов бериш ва мультиспекторли коинот тасвирларини интерпретация қилишда фойдаланилади. Ҳар қандай коинот тасвирларида комбинация ва синтез бир вақтнинг ўзида олиб борилади, яъни RGB (Red Green Blue) каналлар орқали.

Спектрал каналлар тузилиши ва ишлов бериш комбинациялари, коинот тасвирлари интерпретациясида эмперик методлардан фойдаланган ҳолда амалга оширилади бунда объектнинг вегетация индекси асосий вазифа бажаради [20-30]. Объектларнинг турли тўлқин узунликларида ўзидан турли нур қайтариш хусусиятига эга, яъни ўсимликнинг вегетация индекси, биноларнинг вегетация индексидан тубдан фарқ қилади [31]. Спектрал маълумотлар билан ишлаш учун «индекс» тасвирлардан фойдаланиш керак бўлади [32]. Муайян каналларнинг хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда, комбинациялар уйғунлиги асосида тадқиқ қилинаётган объектларнинг «индекс спектори» кўрсаткичларини инобатга олган ҳолда тасвирдаги ҳар бир пикселнинг индекс кўрсаткичини баҳолаш имконияти пайдо бўлади. Индекс спектрларида умумий номланган вегетация индекси кўрсаткичларини баҳолаш ва ўсиш ҳолатини аниқлаш учун фойдаланилади. Айни пайтга келиб вегетация индексларининг тахминан 160 дан ортиқ вариантлари ишлаб чиқилган [30, 32].

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормаллаштирилган вегетация индекси, биринчи бўлиб Rouse B.J. томонидан 1973 йилда ишлаб чиқилган. NDVI – бу оддий фитомассаларнинг миқдорий ўлчови [33]. «Вегетация индекси» тўғрисида гап кетганда кўз олдимизга NDVI кўрсаткичи келади.

Индекс қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

Бу ерда RED – қизил диапазондаги спектрал нурланиш коэффициенти (0,63-0,69 мкм), NIR – яқин инфрақизил спектрал нурланиш коэффициенти (0,76-0,9 мкм).

Индекс кўрсаткичлари NDVI кўрсаткичларида ижобий қийматларни қабул қилади. Индекс кўрсаткичлари тупроқда ўта сезгир, унинг нур қайтариш кўрсаткичи 30% дан юқори. Индекс -1 дан 1 гача ораликдаги қийматларни қабул қилиши мумкин. NDVI кўрсаткичларини исталган турдаги қизил (0,55-0,75 мкм) ва инфрақизил (0,75-1,0 мкм) дипазондаги ёки юқори даражада, ўрта даражада ҳамда паст даражада баландликдаги коинот тасвирларида ҳисоблаш мумкин. NIR - RED хусусиятларини инобатга олган ҳолда объектларнинг NDVI кўрсаткичларини аниқлаш мумкин булади. NDVI кўрсаткичи объектнинг спектрал зонадаги нур қайтариш хоссасидан аниқланади. Турли объектларнинг нур қайтариш хоссалари турлича шуни инобатга олган ҳолда 1.3 – жадвалда объектларнинг NDVI кўрсаткичи орқали идентификация қилиш қийматлари келтирилган.

Таблица 1.3 – Объектларни NDVI кўрсаткичи орқали идентификация қилиш

Объект тури	Спектрнинг қизил диапазонда фарқланиши (RED)	Спектрнинг инфрақизил диапазонда фарқланиши (NIR)	NDVI кўрсаткичи
Қалин ўсимликлар	0,1	0,5	0,7
Сийрак типдаги ўсимликлар	0,1	0,3	0,5
Очиқ майдонлар	0,25	0,3	0,025
Булутлар	0,25	0,25	0

Қор ва музлар	0,375	0,35	-0,05
Сувлар	0,02	0,01	-0,25
Сунъий материаллар	0,3	0,1	-0,5

Умуман олганда ушбу кўрсаткичнинг асосий афзаллиги ҳисоблашга қулай, у ҳар қандай қўшимча ва маълумотлар ва усулларни талаб қилмаслиги инсон-оператор учун қўшимча қийинчиликлар туғдирмайди. Ерни масофадан зондлашда мультиспекторли коинот тасвирларининг асосий интерпретация босқичларидан бири космик тасвирларни турли спектрал диапазонларда классификация қилишдир [34].

Ерни масофадан зондлаш маълумотларининг классификацияси деганда микдор жиҳатидан объект тўғрисида маълумот йиғиш, талаб этилган нуқталарга нисбатан ёки мультиспекторли тасвирларнинг турли қисмларидаги объектларнинг гуруҳланиши, Ер сиртидаги турли физик объектларнинг ўз ташқи ва ички хусусиятларига кўра турли гуруҳларга ажратиб олган ҳолда ишлов бериш тушунилади [35]. Бажарилган классификация натижалари классификация харитаси дейилади.

Бугунги кунда Ерни масофадан зондлаш маълумотларини интерпретацияси қилиш жараёнида қуйидаги классификациялардан кенг фойдаланиб келинмоқда [36]:

- Автоматлаштирилган классификация (бошқариладиган классификация);
- Автоматлаштирилмаган классификация (бошқарилмайдиган классификация).

Бошқариладиган классификация усулида апиор маълумотлардан фойдаланиб коинот тасвирларини махсус эталлонга солинган кўрсаткичлари асосида объектларнинг хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда, спектрал кўрсаткичлари билан таққослаган ҳолда натижаларнинг энг яқин кўрсаткичларини ҳисобга олади. Бундай классификация жараёнида коинот тасвирлари таҳлил қилинаётган пикселларнинг ёруғлик

хусусиятлари инобатга олган ҳолда тайёрланган эталлонга мослаштирилади, натижада эталлонга яқин класслар алоҳида ажратиб танлаб олинади.

Мультиспектраль маълумотларни бошқариладиган классификация алгоритмларга ажратиш усуллари қуйида усуллардан иборат [37]:

- Параллелепипедлар усули;
- Минимал масофада классификация қилиш усули;
- Максимал эҳтимолликни бошқариш классификация усули.

Кластерларни расмий равишда аниқлашда бир қанча маълумотларга таянган ҳолда амалга оширилади, дастлаб ўхшаш элементларни ажратиб олиш талаб этилади, ажратиб олинган маълумотлар таснифлаш учун асос бўлиши мумкин, шундан сўнг кластер-марказини аниқлаш талаб этилади [38].

Гуруҳларга ажратишда дастлабки процедураларни танлаб олиш тавсия этилади, кластер класс каби катта гуруҳларнинг ўхшаш хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда тасвирларнинг дастлабки ва ишлов берилган тасвирлар таққосланади, таққосланган тасвирлардан ўхшашлик даражалари аниқланади [39].

Кластеризация қилиш жараёнига ёндашишда минималлаштириш ва максималлаштириш жараёнини инобатга олиш керак, асосий кўрсаткиларни ишбу жараёнларга боғлиқ бўлиши керак [40].

Ерни масофадан зондлашда мультиспектраль маълумотларни классификация қилишда n - ўлчамли вектор орқали спектраль хусусиятлари аниқланади:

$$\vec{x} = (x_1, \dots, x_n),$$

бу ерда $x_i - i$ –диапазондаги (канал)пекселларнинг ёрқинлиги, n – мультиспектраль тасвирларда спекторлар сони. Бу вектор имзоланган пикселларнинг спектори деб номлаш қабул қилинган. Имзоланган

пикселларнинг умумий спектраль хусусиятлари n - ўлчамли фазода ишлашга мос келади. Мультиспекторли Ерни масофадан зондлаш маълумотларига ишлов беришда Ер сиртидаги ҳар бир классификация қилинадиган объект бир текисда деб ҳисобланади ва диаграмма ўзгаришига қараб ажратиб олинади. Бунда, классификация аниқлиги тасвирга боғлиқ, қай даражада чегараларнинг аниқлигини аниқлаш муҳим кўрсаткич саналади.

Мультиспекторли Ерни масофадан зондлаш маълумотларига ишлов беришда ERDAS Imagine ва ENVI каби замонавий дастурий таъминотларидан фойдаланилади, ушбу дастурлар эталлон классларини танлашда кўпфункционалилиги билан бошқа дастурий таъминотлардан ажралиб туради [39-41]. Ушбу дастурий таъминот пакетларининг ривожланиши натижасида фойдаланувчи учун тасвирларни интерактив таҳлил қилиш, мультиспектраль маълумотларни исталган атрибутларда ишлаш қобилиятининг ошганлиги, класс ва кластерларга ажратишда бир вақтда турли усуллардан фойдалана олиш имкониятлари яратилиб борилмоқда [42]. Шу билан бирга спектраль диапазонлар сонининг ошиши тасвирнинг таҳлил қилиш қобилиятини пасайишига олиб келмоқда [43].

Мультиспекторли Ерни масофадан зондлаш маълумотларни кластеризация қилишда бошқарилмайдиган классификация алгоритмларининг бир нечта турлари ва усуллари мавжуд [44]. Бугунги кунда энг кенг тарқалган ва кўп ишлатилаётганларидан бири K-means алгоритми ҳисобланади [45]. Унга рақобатдош алгоритм эса Iterative Self-Organizing Data Analysis Techniques (ISODATA), K-means алгоритмининг такомиллаштирилган алгоритми ҳисобланади [46]. ISODATA алгоритми ҳам бошқарилмайдиган алгоритмларнинг эталлон ташкил қилувчиси ҳисобланади. [47].

K-means алгоритмининг асосий мақсадларидан бири коинот тасвирларини дастлаб келтирилган вектор сони маълумотларига қараб тегишли гуруҳларга ажратиш. Вектор марказини танлаб олиш тасодифий

танлов асосида аниқланади. Ҳар бир вектор маркази ҳар бир вектор оғирлик маркази билан таққосланади, натижада бизда натижага мослаб танлаб олиш имконияти пайдо бўлади.

ISODATA алгоритми K-means алгоритмининг такомиллаштирилган алгоритми ҳисобланади ҳар икки алгоритмда ҳам Евклидов масофасидан фойдаланган ҳолда амаллар бажарилади [48]. ISODATA алгоритмининг итератив хусусиятини ҳисоблаш жуда мураккаб жараён ҳисобланади [49]. Бундан ташқари K-means гуруҳига кирувчи алгоритмлар текисликдаги хусусиятининг катталиги, турли радикал ва экстремум қийматларнинг тезкорлиги, нормал тақсимланишда катта бўлмаган фарқларнинг мавжудлиги каби негатив омиллар тасвир ва натижа аниқлигига салбий таъсир кўрсатади [50]. ISODATA алгоритмининг яна бир камчиликларидан бири талаб қилинадиган классларни олиб бўлмаслиги, алгоритм амал бажариш жараёнида класслар сони ва қийматини ўзи аниқлайди, гуруҳларга автоматик тарзда бўлиб чиқади бу эса дастлабки кластерга ажратиш жараёнида мультиспекторли тасвирларнинг хатолиги катта миқдорда ошиб кетишига олиб келади.

Кластер алгоритмларининг натижа сифатини баҳолашда дастлабки кластер марказлари, кластер геометрик катталиклари, тасвир марказларини танлашда эксперт усулига боғлиқ бўлган учун ушбу кўрсаткичларни танлашда инобатга олинади. Шунинг учун амалиётда ушбу алгоритмларни қўллаш натижалари дастлабки сони ва марказини аниқлашда эксперимент усуллар сифатида ишлатилади [45-50].

Бошқа сўз билан айтганда, Ерни масофадан зондлашда берилган мультиспектраль маълумотларни кластер таҳлили самарасиздир, турли спектордаги объектларнинг сони сони жуда катта ва интрепретация қилиш жараёни узок муддат давом этади. Шуларни инобатга олган ҳолда, мультиспектраль маълумотларни K-means ва ISODATA кластер марказини аниқлаш алгоритмларни қўллашда махсус дастурий воситаларсиз кўзланган натижаларга эришиб бўлмайди [51].

Тезкор хотирада сақланадиган маълумотларнинг катталиги сабабли, кластеризация алгоритмлари кўшимча равишда дастурий воситаларни талаб қилади. Коинот тасвирларга ишлов беришда маълумотларнинг катта хажмдаги жой эгаллаши иш жараёнини янада сушлаштирилади. Ишлов бекришда катта массивдаги элементлардан фойдаланилади ва бунда куйидаги кластеризация алгоритмларидан фойдаланилганда куйидаги коидаларга амал қилиш талаб этилади:

- a) Берилган маълумотларга мурожаат қилишлар сони минимал даражада бўлиши;
- b) Компютер тезкор хотирасидан чегараланган миқдорда фойдаланиш кўрсаткичи;
- c) Алгоритмлар билан ишлагандан сўнг натижаларни тўғридан тўғри сақлаш имконияти маввжудлиги, бундан кейинроқ келиб хам ишни давом эттириш назарда тутиляпти;
- d) Алгоритмлар маълумотлар базасига сақланганда ундан фойдаланиш осон ва қулай бўлиши (маълумотлар базасидаги қийматларни ўчириш, қайта ишлаш, киритиш имконияти).

Алгоритмнинг талаб этилган маълумотлар билан таъминланиши кенг кўламли (scalable) дейилади. Кенг кўламлилиқ – алгоритмнинг энг муҳим хоссаларидан бири бўлиб, ҳисоблаш жараёнининг мураккаблиги сабабли махсус дастурий таъминотлар талаб этилади. Бошқа сўз билан айтганда, агар маълумотлар базасига сақлаш ва мурожаат қилиш жараёнида ўзгармас тезкор хотиранинг хажми чизиқли равишда ўсиб борса бундай алгоритмларга кенг кўламли алгоритмлар дейлади [52]. Бошқа талаб этилган маълумотлар кластеризация алгоритмларнинг эркин талаб этилган қийматлари орқали танлаб олинади, киритилган қийматларнинг чизиқли равишда ўсиб бориши тасирларга ишлов беришда фундаментал натижалар сифатида қабул қилинади, натижада киритилган қийматлар ва олинган натижалар орасида ўзаро боғланган аниқ бир маълумотлар базаси пайдо бўлади [53].

Сўнги ўн йиллар давомида етук олимлар томонидан фаол равишда янги турдаги катта хажмдаги маълумотларнинг кластеризация алгоритмлари ишлаб чиқаришга киришилди [54]. Уларнинг катта қисми кенг кўламликка қаратилгандир. Бундай алгоритмлар сирасига BIRCH, CURE, CLOPE ва бошқа алгоритмларни киритиш мумкин.

BIRCH алгоритми (Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies) Тьян Занг ва унинг жамоадoshлари томонидан киритилган. Такдим этилган ушбу алгоритмда кластерларга ажратиш натижалари барча тизимлар билан мосланувчан, кластерга ажратиш жараёни тезлаштиради ва кенг кўламликдир. Ушбу алгоритмда икки босқичдан иборат кластеризация жараёни қўлланилган. Биринчи босқичда кластерларни дастлабки йиғиш жараёни шакллантирилади. Иккинчи босқичда эса биринчи босқичда олинган дастлабки кластер натижаларини тезкор хотирага сақлаган ҳолда бошқа алгоритмлардан фойдаланиб кластеризация қилинади.

Янги кенг кўламлик алгоритмлар сифатида иерархияли кластерга ажратувчи CURE – алгоритмини тақидлаш жоиз. Ушбу алгоритм жуда ишлаш жиҳатдан мустаҳкам ҳисоблангани сабабли ишлаш принципи жиҳатдан мустаҳкам ва аниқ кластерларда қўлланилади. Ишлаш принципи эса мураккаб концепциялардан иборат алгоритмлардан иборат, ҳар бир объектни алоҳида алоҳида кластерларга ажратиб олинади, берилган радиусда кластерлар аниқланади, бунда минимал радиусларни танлаб олган мақсадга мувофиқ натижада бир нечта талаб этилган қийматларнинг аниқлиги тегишли даражада белгилаб танлаб олинади [40-50]. BIRCH ва CURE алгоритмларининг бир неча асосий камчиликлари мавжуд, улар мустаҳкамликка яқин қийматлар талаб этади, чекланган вақтдаги аналитик жараён ва аниқ кластеризация қилиш учун бир неча мартаба қўшимча тажрибалар ўтказиш талаб этади [55].

Кўп ўлчали кластеризациянинг яна бир истиқболли йўналишларидан бири – жамланган оптимизация ёки яна бир номланиши, интеллектуал

жамланган усули PSO (Particle swarm optimization) [56]. Ушбу усулни маъно жихатдан тушунтирадиган бўлсак, бутун бир объектни фазонинг бир қисми бўлаги сифатида танлаб олади, йўналиш ва кластер тезлиги глобал ва локаль оптимумларни инобатга олган ҳолда таққосланади. Танлаб олинган қисм ёки бўлак кластеризациядан сўнг ҳеч қандай оптимизация талаб қилмайди, бу эса масаланинг аниқ ечимга яқин келишига олиб келади [57, 59].

Шундай экан, Ерни масофадан зондлашнинг мультиспектраль маълумотларига ишлов бериш масалаларини бошқарилмайдиган классификация (кластеризация)ларини қўллаш орқали ечишда бир нечта камчиликлар кузатилар экан:

- Оператор (мутаххасис) томонидан класслар таркиби ва унинг хусусиятларини бошқариш чекланганлиги;
- Ўзгартирилаётган спектраль хоссалар маълум бир вақт талаб қилиниши. Турли даврларда туширилган коинот тасвирларига ишлов бериш жараёнида спектраль класслар ва улар тўғрисидаги маълумотларни боғлаш доимий эмаслиги жараённи янада мураккаблашишига олиб келади;
- K-means ва ISODATA алгоритмларида маълумотлар базасининг катталиги ва объектлар сонининг турли спекторларда турлича эканлигини инобатга олсак янгиланмаган дастурий таъминот пакетларини қўллаш самарасиз ва катта ҳатоларни келтириб чиқаради.

Юқоридагилардан келиб чиқадики, аналитик усуллар, кўзда тутилган бошқарилмайдиган классификация алгоритмлари қўллашда, қийматларни априор тарзда киритиш орқали кўзланган натижаларга эришиш мумкин. Ерни масофадан зондлаш маълумотларига ишлов беришда жуда катта ҳажмдаги маълумотлар базасини кластерларга ажратишда мос равишда кластеризация алгоритмларининг янги усулларида фойдаланишни талаб этади.

1.4. I - боб бўйича хулосалар

1. Ерни масофадан зондлаш соҳаси маълумотларини шакллантиришда ернинг сунъий йўлдошлари орқали олинган кионот тасвирлари энг оммабоп ва энг кўп юклаб олинадиганлари хисобланар экан.
2. Ерни масофадан зондлаш маълумотлари кўп ўлчамли ва катта хажмли бўлиб, махсус ускуналар (датчик)лар орқали турли спектраль диапазонларда (каналлар) орқали қабул қилинади ва ўз ичига яқин инфрақизил, қисқа тўлқинли инфрақизил ва ҳарорат инфрақизил кўринмас частота диапазонларини қамраб олган ҳолда Ер юзини тадқиқ қилади.
3. Бугунги кунда Ерни масофадан зондлаш тизимларида мультиспектраль маълумотларни классик усуллар орқали интерпретация қилишда фойдаланилаётган усуллар ишлов беришнинг тўлиқ автоматик тарзда амалга ошишини таъминлаб бера олмас экан.
4. Ерни масофадан зондлаш маълумотларига визуал тарзда ишлов беришда бир нечта субъектив характерлар, жараённинг узок вақт давом этиши ва олинган натижаларнинг Ердаги маълумотлар билан таққослаш оз миқдорда бўлса ҳам таъсир кўрсатар экан.
5. Бугунги кунда фойдаланилаётган бошқарилмайдиган классификация алгоритмлари (кластеризация алгоритмлари) мультиспектраль маълумотларни автоматик тарзда интерпретация қилишга мос равишда амалга оширар экан.
6. Ерни масофадан зондлаш мультиспектраль тасвирларга ишлов беришда оператор (специалисть) томонидан олинган натижалар ва таққослашларни инобатга олган ҳолда оптималь параметрларни танлаб олиш талаб этилади.
7. Ерни масофадан зондлаш маълумотларини автоматик тарзда интерпретация қилишда бошқарилмайдиган классификациянинг энг ишончли усули K-means ва ISODATA усуллари экан.

II-БОБ. КУЧАЙТИРИЛГАН КЛАССИФИКАТОРЛАРИНИГ ХАЖМ ЖИХАТДАН КИЧРАЙТИРИЛГАН УСУЛЛАРИНИ ТАДБИҚ ЭТИШ ВА БАҲОЛАШ

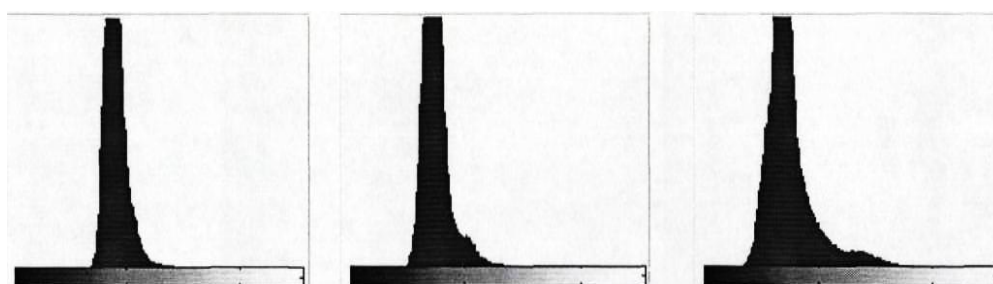
2.1 Спектраль каналларнинг фазовий таҳлил усуллари

Мультиспектраль тасвирлар бир хил майдоннинг серияли тасвирини ифодалайди. Ҳар бир тасвир спектрал каналлар деб номланган, спектрнинг муайян оралиғида акс / нурланишни аниқлаш билан бирга танлаб олинади. Энг кенг тарқалган мультиспектрал каналлар сони 7 тани ташкил этади. Қуйида барча етти каналлар номлари рўйхати келтирилган: Red, Green, Blue, NIR (Near Infra Red), SWIR (Short Wave Infra Red), MIR (Middle Infra Red), TIR (Thermal 7 Infra Red). Чиқиш ранг каналлари хажмига нисбатан одатда иккиламчи панхроматик канал саккизинчи канал вазифасини бажаради. Аксинча, TIR канал гуруҳидаги ранг каналлари ёки инфракизил каналлари хажмига нисбатан икки марта кам хажмга эга бўлган хотирани эгаллайди.

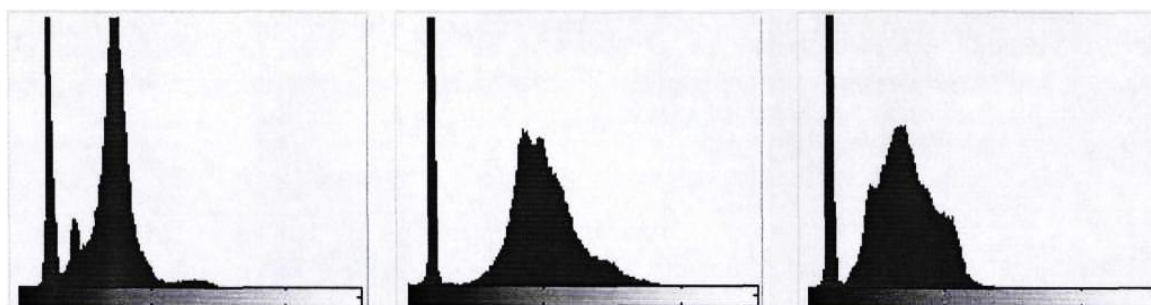
Иссиқлик ва панхроматик каналларининг қолган каналлар ўлчамларидан фарқи уларнинг масштабини битти умумий ўлчамга келтириш жараёнида ўзи билан бирга қуйидаги ҳолларни келтириб чиқаради, панхроматик канал ҳолида фойдали маълумотларнинг йўқотилиши, иссиқлик канали ҳолатида кластеризациянинг оҳирги натижаларига таъсир этувчи сохта маълумотларнинг пайдо бўлиши, демак бошқарилмайдиган классификацияда каналлар диапазони 8 каналнинг барчасини ўзида жамлайди. Шу билан бирга ҳозирда ва кейинги тадқиқотларда иссиқлик ва панхроматик канални чеклаб ўтиш таклиф қилинади, умумий ва ягона майдон ўлчамлари белгиси ва каналлар ўлчамларини ягона катталиқка йўқотишсиз ва бузилишларсиз олиб келишнинг ҳожати йўқ, шубҳасиз, бу муаммо ҳисобланади, чиқиш каналлари катталиқлари киймати туфайли муҳим ҳисоблаш ресурсларини ҳисоблаш талаб қилинади.

Юқорида санаб ўтилган спектрал каналларда ёруғликларнинг

тақсимланиши, 2.1 ва 2.2-рамсларда кўрсатилган, уларнинг структуравий ўхшашлиги жиҳатдан 2 гуруҳга бўлинганлиги кўрсатилади: “рангли” каналлар (Red, Green, Blue) ва инфрақизил каналлар (NIR, SWIR, MIR). 1-гуруҳ рангли каналларда маълумотлар спектрал ёруғликнинг диапазони катта бўлмаган қисмида жамланади, бу катламда 2-гуруҳ инфрақизил каналларда ёруғликларнинг гуруҳларга ажратилган ҳолда тақсимланиши аниқ тасвирланади, спектрал ёруғликларнинг гуруҳланиши янада катта, кенг диапазонли ўхшаш объектлар билан ифодаланади.



Расм 2.1 Ёруғликнинг каналлар бўйлаб тақсимланиши
(чандан ўнгга: Red, Green, Blue)

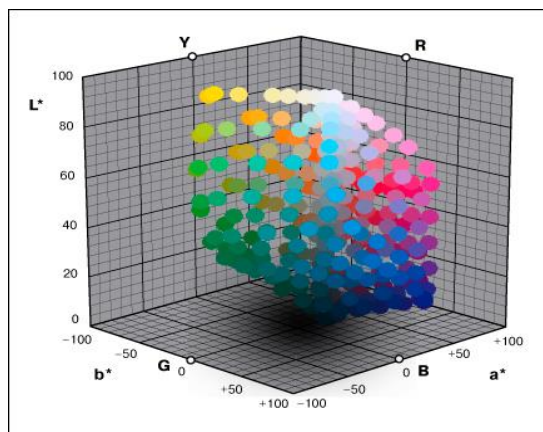


Расм 2.2 Инфрақизил каналларда ёруғликнинг тақсимланиши
(чандан ўнгга: NIR, SWIR, MIR)

Рангли каналларда гуруҳланган ҳолда кўп ўлчовли майдон кўрсаткичлари нотекис тақсимланиши кўринишига эга ва кластеризациянинг сифатли ўтказилишига таъсир қилувчи эмиссия қийматлари кўрсаткичларининг тўплиги ва минималлиги билан ифодаланади, ушбу кўрсаткичлар 2.3 расмда тўлиқ кўрсатилган.

Инфрақизил нурларни ташкил этувчи тасвир майдонга, 2.4-расмга биноан, янада аниқ ўхшаш кўрсаткичли қийматларга гуруҳлар бўлиб

тақсимланишга, яъни қуйқа шаклида тақсимланиши келтирилган. Бошқа сўз билан айтганда, инфрақизил мультиспектрал каналлар тасвири рангли мультиспектрал каналлар майдониға нисбатан, майдони кластеризацияланиш хусусиятларнинг энг яхшисига эга. Кластеризация жараёни остида кейинги ўринларда икки асосий хусусиятлар назарда тутилади: ўртача кластерлараро масофанинг ўртача арифметиғи ва ўртача ички кластерлараро масофанинг ўртача арифметиғи, яъни «ўртача кластерлараро масофанинг ўртача арифметиғи, ўртача ички кластерлараро масофасидан бир неча баробар катта» деган муносабатга асосланади.



Расм 2.3 Рангли каналлар майдони

Қуйидаги сабабга кўра назорат таснифини амалга оширишда ушбу хусусиятларни ҳисобга олиш лозим: бошқариб бўлмайдиган классификациянинг кўплаб алгоритмлари классификацияланаётган маълумотнинг тузулиши ҳақида бошланғич фаразга эга эмас, шунинг учун, кўп ўлчовли майдонда ўртачага яқин бўлган белги қийматларининг тақсимланишини қабул қиланади, қайсики уларнинг бир-биридан етарли масофада узоқлашиши натижасида сферик/эллипсик кластерларни олишга олиб келади.

Аммо рангли ва инфрақизил каналлар диапазони иллюстрациялари ўртача ёки ўртача қийматга яқин бўлган спектрал ёруғликларнинг тарқалиш диаграммаларига мос келмайди, шунингдек, мультиспектрал маълумотларни масофадан зондлашда спектрал ёруғликларнинг тарқалиш

диаграммалари кўпроқ махсус усуллар ва алгоритмлар кластеризациясини талаб қилади, бошқариб бўлмайдиган классификациянинг машхур усуллар ва алгоритмларидан фарқ килувчи, мультиспектрал маълумотларнинг ишлов беришда қўлланилувчи, шу билан бирга якуний маълумотларнинг тахминий тарқалиш характери тўғрисидаги абстракцияси нормал тарқалишнинг умумлаштирилишини талаб қилмайди. Масалан: K-means ва ISODATA алгоритми, Ерни масофадан зондлаш кластеризацион маълумотлар масалаларини ечишда қўлланилади, космосда ўхшаш белгиларнинг алоҳида муҳим гуруҳлар тахмини устида қурилган, яъни космик хусусиятлардаги сферик тузилишдаги кластерлар. Сферик ва хаттоки эллиптик формадаги кластер маълумотларини масофадан зондлашда коинотда тадқиқ қилинган спектрал каналлар нурланиши ҳақида гап юритиб бўлмайди. Шу сабабли K-means ва ISODATA алгоритмлари Ерни масофадан зондлашда, аниқ ва тўғри кластеризация маълумотларини таъминлай олмайди.

2.2 Маълумот берувчи спектраль каналларни танлаб олиш

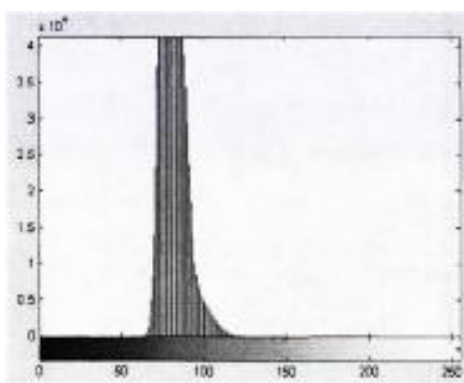
Тошкент вилоятининг мультиспектрал коинот тасвирини (8 канал, 130774 нуқта) алоҳида каналлар орқали тадқиқ қилишдан мақсад янада кўпроқ маълумот каналларини аниқлаш. Бунинг учун биз алоҳида каналлар ва спектрал ёруғликларнинг тарқалиш гистограммалари, уларда мавжуд ҳар бир канал учун алоҳида классик алгоритмлар ва ISODATA ёрдамида кластеризация амалларини бажарамиз. Шундай қилиб, K-means алгоритминини берилган қийматдаги кластерларнинг кластеризация натижалари, яъни бизнинг ҳолатда аниқ соҳаларда тасвир тақдимоти бир неча синфлар сув, ер ва ўсимлик синфларига бўлинганлиги ҳисобига унинг қиймати бешга тенг, бу эса кластеризацион канал хусусиятларини охириги кўриниши мисолида кўрсатади. ISODATA кластеризация алгоритмларининг натижалари, мавжуд каналдаги спектрал ёруғликларни тақсимлашда қанчалик кластерларга автоматик тарзда тақсимлаш мумкинлигини кўрсатади. Бу кўрсаткичлар якунловчи кластеризациянинг

алгоритми ва итератив ISODATA алгоритмининг қабул миқдорини ҳисобга олган ҳолда синфлар сони ҳисобланади.

Кўринадиган кўк каналнинг умумий кўриниши №1 2.5 расмда келтирилган. Каналнинг гистограммаси 2.6 расмда тасвирланган. K-means алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.7 расмда келтирилган. ISODATA алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.8 расмда келтирилган.



Расм 2.5 №1- канал кўринадиган кўк (Blue)



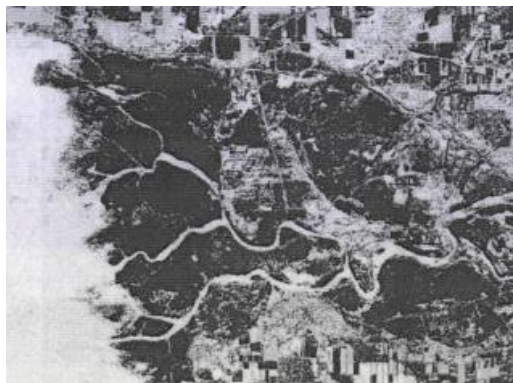
Расм 2.6 №1 канал гистограммаси



Расм 2.7 K-means алгоритми кластеризацияси. Класлар сони: 5

Натижалар:

- Ўртакватратик хатолик 2.709568;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 5.474523;
- Барча кластерлар ҳамда минималъ Евклид орасидаги масофа 5.444166.



Расм 2.8. Кластеризация алгоритмом ISODATA алгоритми кластеризацияси. Класлар сони: 3

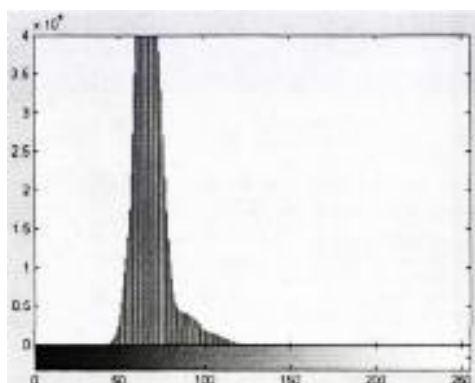
Натижалар:

- Ўртакватратик хатолик 5.428668;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 10.477331;
- Барча кластерлар ҳамда минималъ Евклид орасидаги масофа 0.560346.

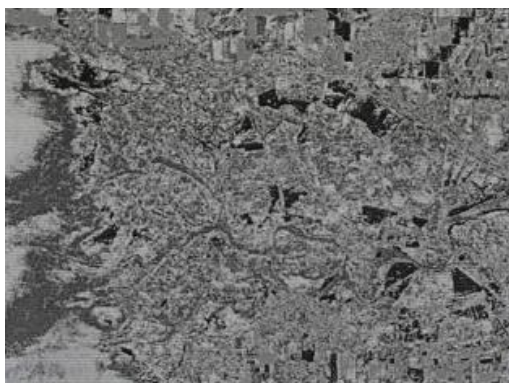
Кўринадиган яшил каналнинг умумий кўриниши №2 2.9 расмда келтирилган. Каналнинг гистограммаси 2.10 расмда тасвирланган. K-means алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.11 расмда келтирилган. ISODATA алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.12 расмда келтирилган.



Расм 2.9. №2 Канал – кўринадиган яшил (Green)



Расм 2.10. №2 канал гистограммаси



Расм 2.11. K-means кластеризация алгоритмлари. Класлар сони: 5

Натижалар:

- Ўртаквадратик хатолик 2.593709;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 6.960195;
- Барча кластерлар ҳамда минималъ Евклид орасидаги масофа 5.439071.



Расм 2.12. ISODATA алгоритмлари кластеризацияси. Синфлар сони: 3

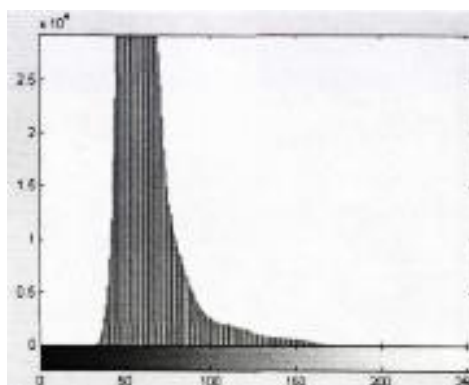
Натижалар:

- Ўртакватратик хатолик 8.326167;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадидан кластерларгача бўлган масофа 12.396548;
- Барча кластерлар ҳамда минимал Евклид орасидаги 1.151837.

Кўринадиган қизил каналнинг умумий кўриниши №3 2.13 расмда келтирилган. Каналнинг гистограммаси 2.14 расмда тасвирланган. K-means алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.15 расмда келтирилган. ISODATA алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.16 расмда келтирилган.



Расм 2.13. №3 канал - кўринадиган қизил (Red)



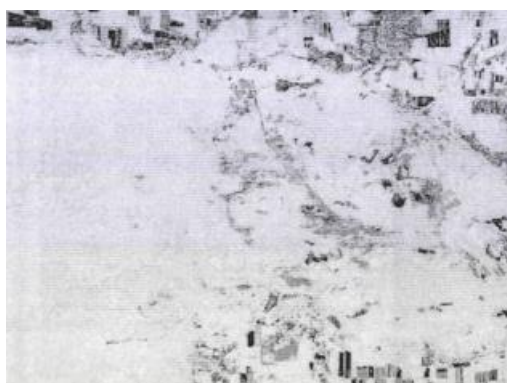
Расм 2.14 №3 канал гистограммаси



Расм 2.15. K-means алгоритми кластеризацияси. Кластар сони: 5

Натижалар:

- Ўртакватратик хатолик 3.122759;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 5.325061;
- Барча кластерлар ҳамда минималъ Евклид орасидаги масофа 11.596747.



Расм 2.16. ISODATA алгоритмлари кластеризацияси. Синфлар сони: 6

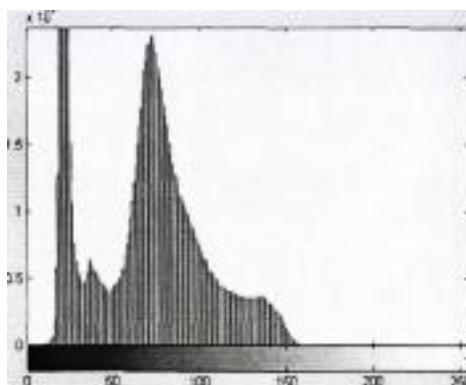
Натижалар:

- Ўртаквадратик хатолик 13.548270;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 30.046218;
- Барча кластерлар ҳамда минималъ Евклид орасидаги масофа 5.989383.

Кўринадиган яқин инфрақизил каналнинг умумий кўриниши №4 2.17 расмда келтирилган. Каналнинг гистограммаси 2.18 расмда тасвирланган. K-means алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.19 расмда келтирилган. ISODATA алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.20 расмда келтирилган.



Расм 2.17. №4 канал - яқин инфрақизил (Near InfraRed)



Расм 2.18. №4 канал гистограммаси



Расм 2.19. K-means алгоритми кластеризацияси. Класлар сони: 5

Натижалар:

- Ўртаквадратик хатолик 6.591998;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 11.227367;
- Барча кластерлар ҳамда минималъ Евклид орасидаги масофа 17.553240.



Расм 2.20. ISODATA алгоритмлари кластеризацияси.

Класлар сони: 6

Натижалар:

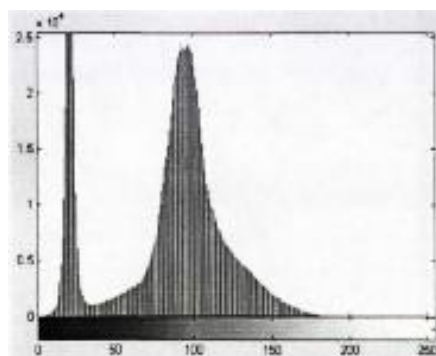
- Ўртаквадратик хатолик 8.862221;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 16.902786;
- Барча кластерлар ҳамда минималъ Евклид орасидаги масофа 4.490926.

Қисқа тўлқинли инфрақизил каналнинг умумий кўриниши №5 2.21 расмда келтирилган. Каналнинг гистограммаси 2.22 расмда

тасвирланган. K-means алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.23 расмда келтирилган. ISODATA алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.24 расмда келтирилган.



Расм 2.21. №5 канал — қисқатўлқинли инфрақизил



Расм 2.22. №5 канал гистограммаси



Расм 2.23 K-means лгоритми кластеризацияси. Кластар сони: 5

Натижалар:

- Ўртакватратик хатолик 7.831174;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 14.119208;
- Барча кластерлар ҳамда минимал Евклид орасидаги

масофа: 18.964682.



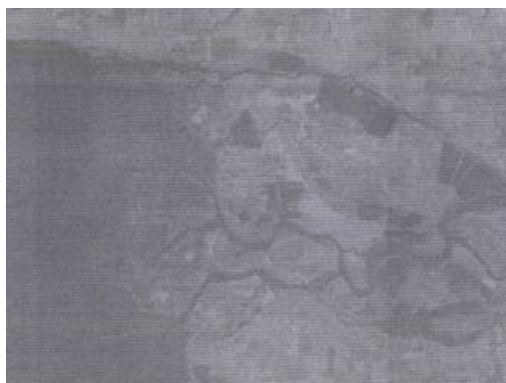
Расм 2.24. ISODATA алгоритмлари кластеризацияси.

Синфлар сони: 6

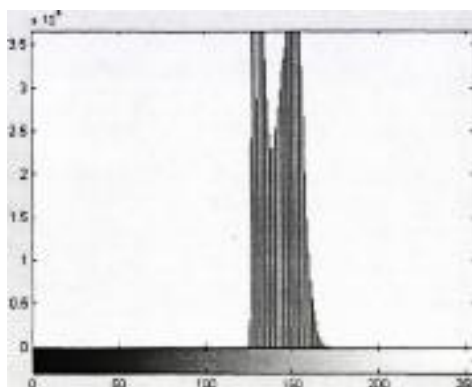
Натижалар:

- Ўртакватратик хатолик 11.240926;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадидан кластерларгача бўлган масофа 22.980571;
- Барча кластерлар ҳамда минимал Евклид орасидаги масофа 13.205583.

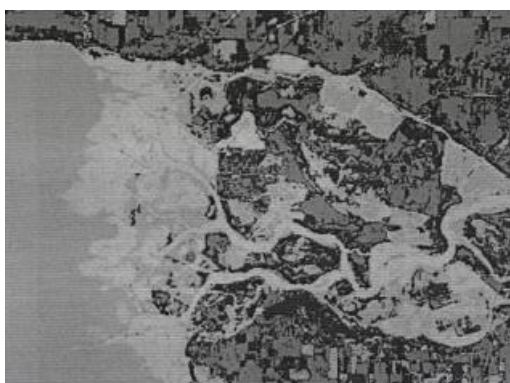
Иссиқлик инфрақизил каналининг умумий кўриниши №6 2.25 расмда келтирилган. Каналнинг гистограммаси 2.26 расмда тасвирланган. K-means алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.27 расмда келтирилган. ISODATA алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.28 расмда келтирилган.



Расм 2.25. №6 канал - иссиқлик инфрақизил (Thermal Infrared)



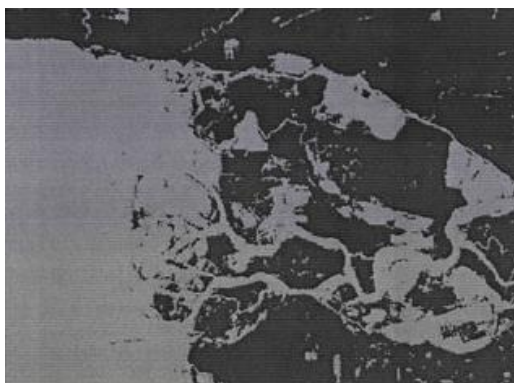
Расм 2.26 №6 канал гистограммаси



Расм 2.27. K-means алгоритми кластеризацияси. Кластар сони: 5

Натижалар:

- Ўртакватратик хатолик 2.724800;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 4.517893;
- Барча кластерлар ҳамда минималъ Евклид орасидаги масофа 6.726331.



Расм 2.28 ISODATA алгоритмлари кластеризацияси.

Синфлар сони: 2

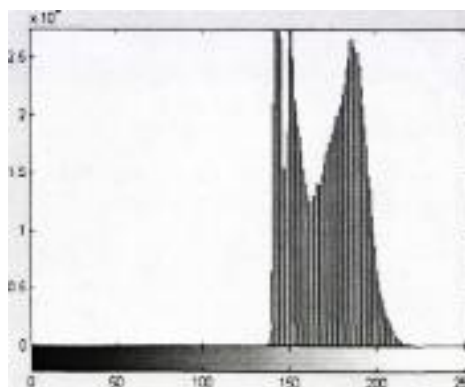
Натижалар:

- Ўртакватратик хатолик 2.936361;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадсидан кластерларгача бўлган масофа 5.675948;
- Барча кластерлар ҳамда минималъ Евклид орасидаги масофа 1.904335.

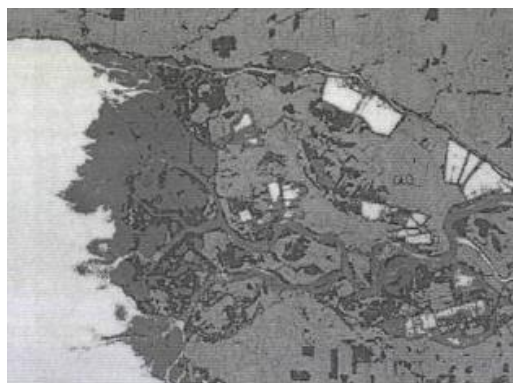
Қисқа инфрақизил каналнинг умумий кўриниши №7 2.29 расмда келтирилган. Каналнинг гистограммаси 2.30 расмда тасвирланган. К-means алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.31 расмда келтирилган. ISODATA алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.32 расмда келтирилган.



Расм 2.29 №7 канал – қисқа инфрақизил (Middle InfraRed)



Расм 2.30 №7 канал гистограммаси



Расм 2.31 K-means алгоритми кластеризацияси. Кластар сони: 5

Натижалар:

- Ўртакватратик хатолик 4.770798;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадидан кластерларгача бўлган масофа 7.851106;
- Барча кластерлар ҳамда минимал Евклид орасидаги масофа 11.781244.



Расм 2.32 ISODATA алгоритмлари кластеризацияси.

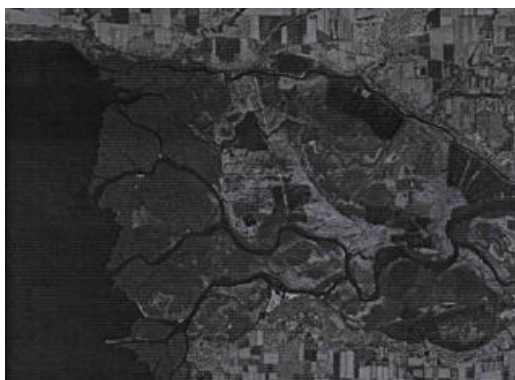
Синфлар сони: 3

Натижалар:

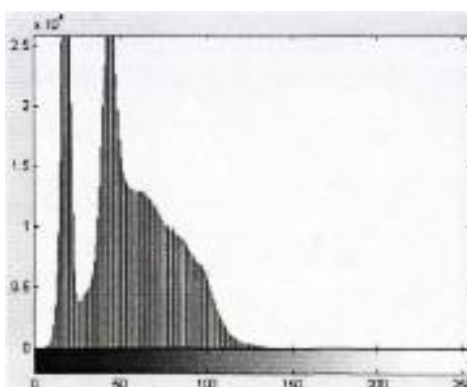
- Ўртакватратик хатолик 4.852544;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадидан кластерларгача бўлган масофа 9.685729;
- Барча кластерлар ҳамда минимал Евклид орасидаги масофа 3.431914.

Панхроматик каналнинг умумий кўриниши №8 2.33 расмда келтирилган. Каналнинг гистограммаси 2.34 расмда тасвирланган. K-means

алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.35 расмда келтирилган. ISODATA алгоритми кластеризациясининг натижаси 2.36 расмда келтирилган.



Расм 2.33 №8 канал— панхроматик канал (Panchromatic)



Расм 2.34 №8 канал гистограммаси



Расм 2.35 K-means алгоритмлари кластеризацияси. Класлар сони: 5

Натижалар:

- Ўрта квадратик хатолик 3.578444;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадидан кластерларгача бўлган масофа 7.723347;
- Барча кластерлар ҳамда минимал Евклид орасидаги

масофа 22.532177.



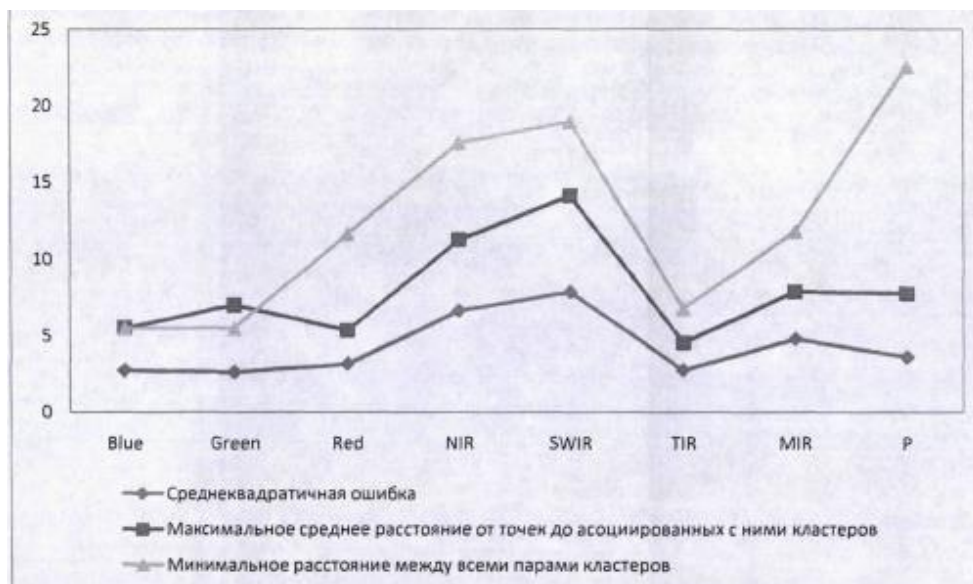
Расм 2.36. ISODATA алгоритмлари кластеризацияси.

Синфлар сони: 5

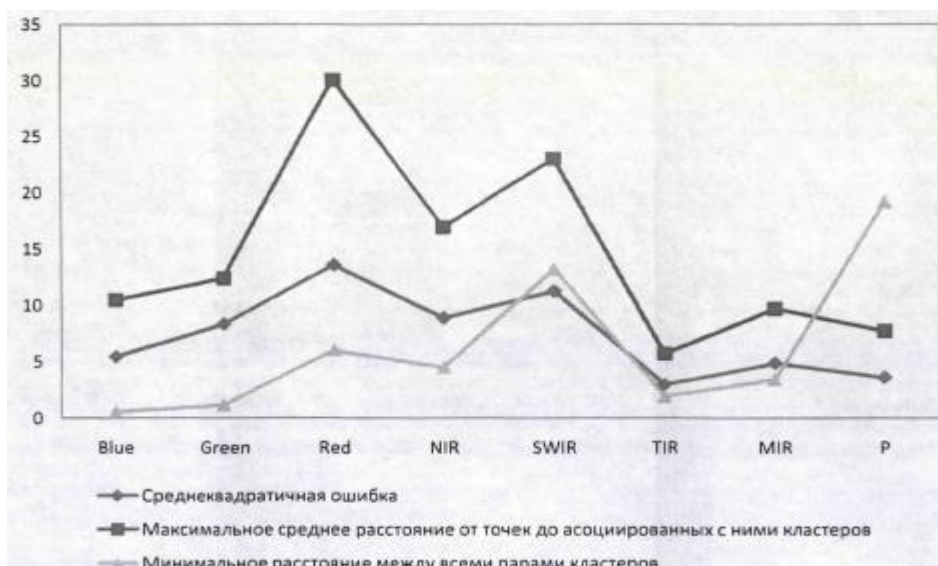
Натижалар:

- Ўрта квадратик хатолик 3.578444;
- Максимал ўрта Евклид нуқтадидан кластерларгача бўлган масофа 7.723347;
- Барча кластерлар ҳамда минимал Евклид орасидаги масофа 19.123306.

Олинган натижаларни алоҳида каналлар орқали тасқослаш диаграммаси 2.37 ва 2.38 расмда келтирилган.

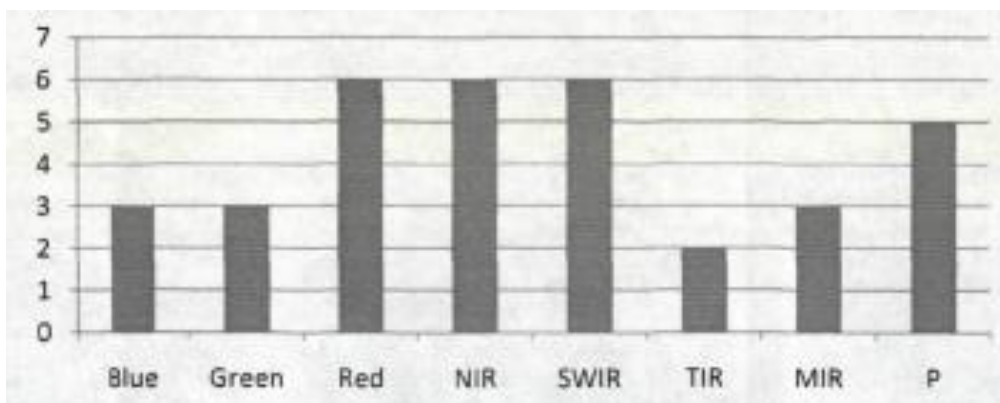


Расм 2.37 – Спектраль каналларнинг K-means алгоритмлари кластеризацияни таққослаш натижалари (итерация 10, класлар 5)



Расм 2.38 – Спектраль каналларнинг ISODATA алгоритмлари кластеризацияси таққослаш натижалари (итерация 10).

Юқорида келтирилган диаграммалардан аниқ кўринадикки, спектраль каналларнинг кластеризацияси натижасида энг маълумотга бой каналлар деб қуйидагилар ҳисобланади: Red, NIR, SWIR, MIR ва панхроматик каналлар. Кам маълумотга эга канал TIR ҳисобланади, буни шундай изоҳлаш мумкин, унинг катталиги рангли ва инфрақизил каналлар катталигидан 2 баробар кичик. Агар итератив алгоритм кластеризацияси - ISODATA ёрдамида автоматик тарзда аниқланган, кластерлар сони кўриб чиқилмаган бўлса, алоҳида спектрал каналлар коинот тасвирининг кластер натижаларини таққослаш таҳлили тўлиқ ҳисобланмайди. Ер юзасининг тасвири 3 синфни ўз ичига олади: сув, ерли қобик (сунъий иншоотлар, шу жумладан) ва ўсимликлар қобиғи. Агар каналлар сони 3 синфдан кам қисмдан ташкил топган бўлса у ҳолда бундай каналлар кам маълумотга эга канал деб ҳам юритилади. 2.39 расмда шундай каналлардан ҳисобланган TIR кўрсатилган.



Расм 2.39 – Олинган ISODATA алгоритми кластеризация натижаларини таққослаш (итерация 10)

2.3 Кучайтирилган классификаторларнинг гистограм усули

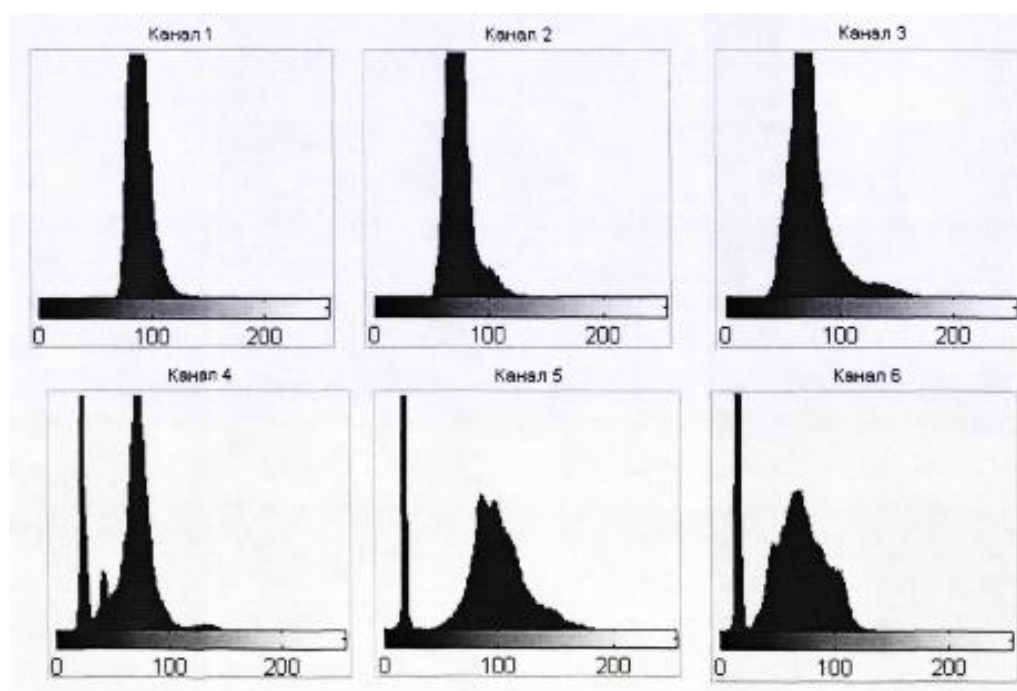
Erни масофадан зондлашнинг мультиспектрал маълумотларини автоматик тарзда қайта ишлашд масаласига мувофиқ равишда ва ушбу мақсадлар учун фойдаланишда бошқарилмайдиган классифиция усуллари, шу ўринда ва кейинчалик, шуни аниқлаштириб оламизки, берилган масалада классификаторни кучайтириш деб фазонинг кластеризацион хоссаларини яхшилаш мақсадида белгилар фазосининг ўзгариши тушунилади.

Тасвирларни яхшилашга қаратилган кўплаб яқинлашишлар икки катта тоифага бўлинади: фазовий сохадаги ишлов бериш усуллари ва частота сохасидаги ишлов бериш усуллари. Биринчи гуруҳ тасвир пикселлари билан тўғридан-тўғри мураккаб ҳаракат қилишга асосланган яқинлашишларни бирлаштиради, иккинчи гуруҳ эса тасвирга Фурье ўзгартиришларини қўллаш орқали шаклланадиган сигнални ўзгартиришга асосланади.

Мультиспектрал маълумотлар асосида олинган тасвирларни яхшилаш ва унинг кластеризацион хоссасини ошириш учун фазовий гистограмм усулларни, шу ўринда, контрастни чўзиш, шу жумладан, декоррецияцион ҳамда унинг эквализациясини ишлатиш мақсадга мувофиқ.

Танлов ҳисоблашдаги меҳнат харажатларига боғлиқ. Улар турли ўлчовдаги мультиспектрал тасвирларга катта қувватдаги Фурье ўзгартиришларини қўллашда табиий равишда келиб чиқади.

Олти каналли (Red, Green, Blue, Near InfraRed, Short Wave InfraRed, Middle InfraRed), ҳар бири 251779 пиксел ўлчамли Тошкент шаҳрининг мультиспектрал тасвирини кўриб чиқамиз. Ҳар бир каналдаги пиксел қиймати ишорасиз 8-бит форматда тақдим этилган. Берилган маълумотларнинг ҳар бир каналида спектраль ёруғликнинг тақсимланиши 2.40. расмда берилган жуда катта бўлмаган контрастга эга.

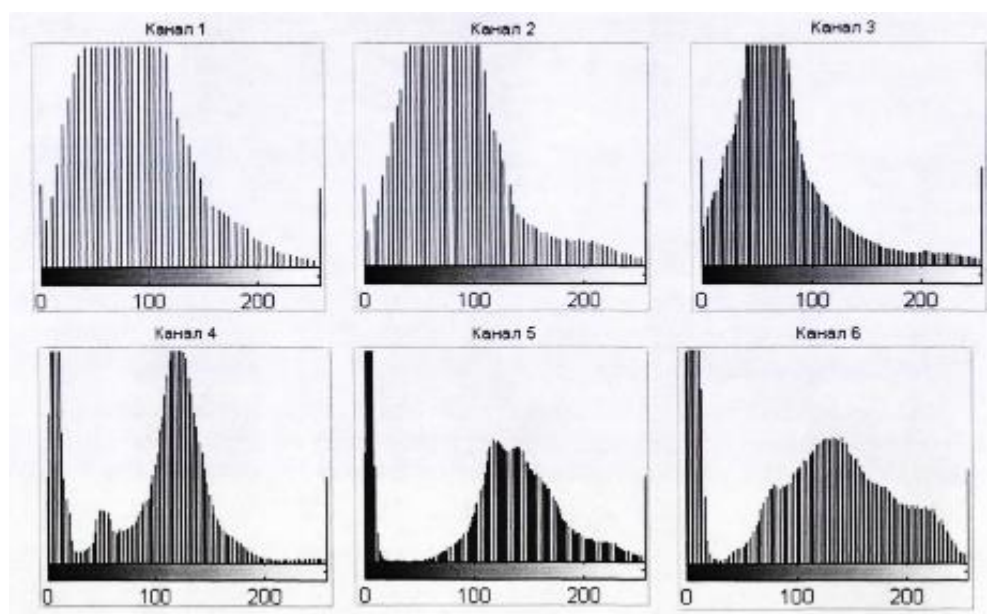


Расм 2.40 Спектрал каналларнинг гистограммалари

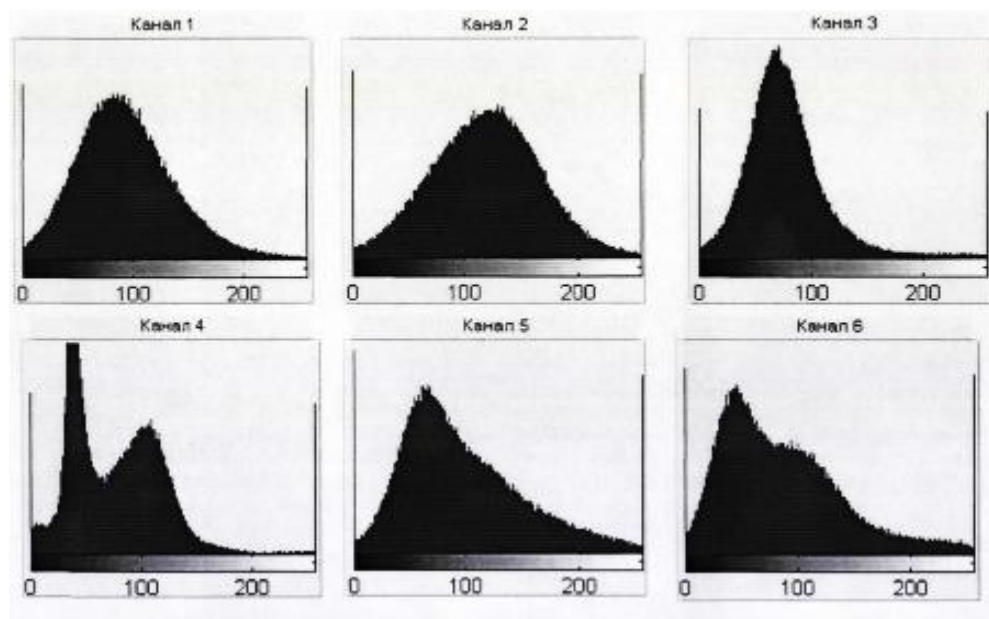
Тасвирнинг ташкил этувчи компоненталари (каналлари) ўртасидаги боғлиқликни график тарзда тақдим этиш мумкин. Бунда фазони (икки ёки уч ўлчовли) координата ўқлари сифатида коинот тасвирининг турли каналларини келтирган ҳолда тасвирлаш мумкин. Тасвирни ташкил этувчиларини бундай берилиши уларнинг коррекцион боғлиқлигини акс эттириш имконини беради ва ташкил этувчиларнинг псевдомонохроматик кўриниши орқали тушунтирилади.

Тасвирни тиклаш (яхшилаш) учун контрастни чизиқли кенгайтиришни ишлатиш мумкин. Ташкил этувчиларнинг гистограммалари контрастни чўзишни қўллашдан кейин шуни кўрсатадики, 2.41 расмда берилган барча динамик диапазонда маълумотлар қай тарзда тақсимланганлиги келтирилган.

Мультиспектрал тасвирни ташкил этувчилари (каналлари) декорреляцион чўзиш усули ёрдамида яхшиланиши мумкин. Ушбу усул 2.42. расмда берилган спектрал диапазонларнинг юқори коррекцияси нуқтаи назаридан, метрик фазода уларнинг жойлашишини яхшилайтиди.



2.41.расм. Контрастни чизиқли кенгайтиришдан кейинги спектрал каналларнинг гистограммалари



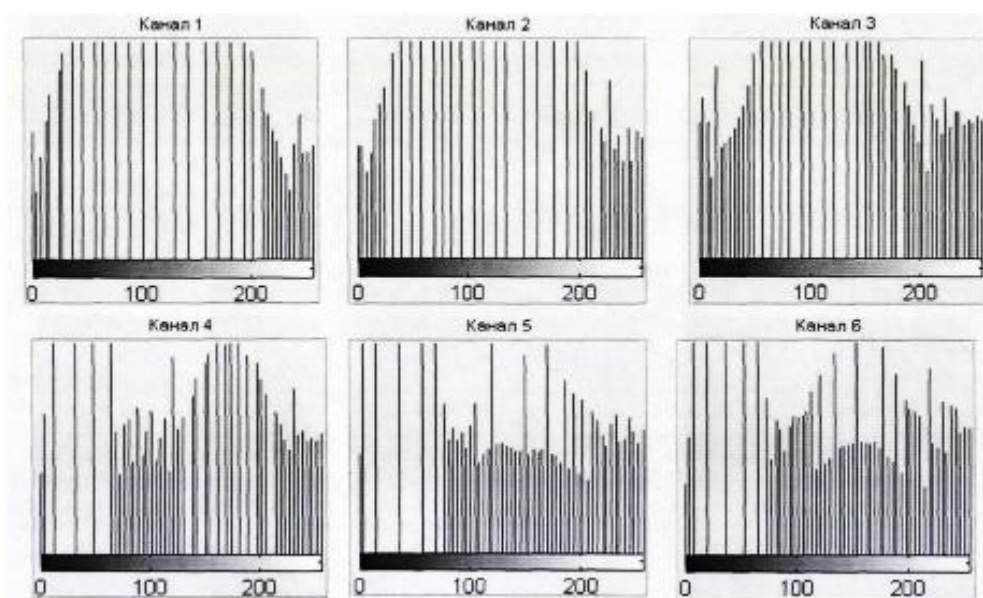
2.42.расм. Контрастни декорреляцион кенгайтиришдан кейинги спектрал каналларнинг гистограммалари

Ташкил этувчилар катта спектрал фарқларга эга бўлади, бу эса биргаликдаги тасвирларни умулаштиришда турли рангларнинг локал сохаларини яхши фарқлаш имконини беради. Бунда гистограмманинг чеклови содир бўлади.

Декорреляцион кенгайтириш корреляцион боғлиқликларни ҳисобга олган ҳолда, тасвирдаги рангларнинг ўзаро нисбатини яхшилайтиди.

Тасвирдаги бошланғич рангининг қийматини ўзгартиришда акс эттириш диапазони, кўп ҳолларда, ошади. Ҳар бир пикселдаги рангларнинг интенсивлиги $N*N$ ўлчамли корреляцион матрицага эга бўлган шахсий рангли фазога ўзгартирилади, бу ерда N – каналлар сони, тесқари кенгайтириш, текисланади ва трансформацияланади.

Альтернатив гистограмм ўзгартиришлар сифатида 2.43. расмда келтирилган эквализация хизмат қилади.



2.43.расм. Эквиализациядан сўнги спектрал каналларнинг гистограммалари

Гистограммаларнинг эквиализацияси ёруғлик диапазонларини бир меъёрда тақсимланиши интеграл майдонининг текисланишига олиб келади.

Ёруғликнинг бундаги қайта тақсимланиш ҳолати визуал тарзда қабул қилишни яхшилашга олиб келади.

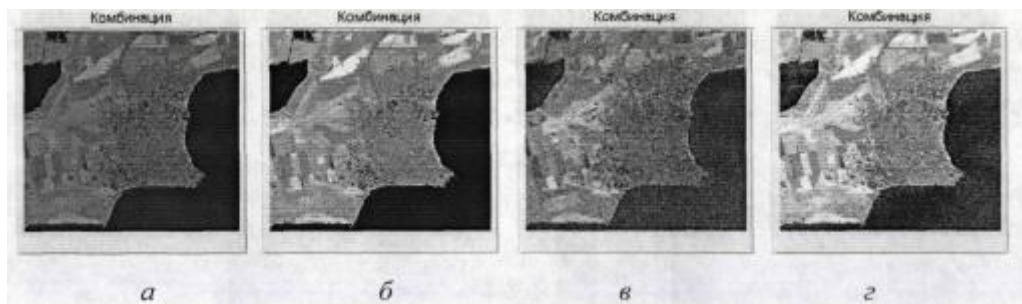
Контрастни чизикли ва декорреляцион ўзгартириш, ҳамда, RGB (Red, Green, Blue) комбинацияларнинг эквиализацион ўзгартиришлари 2.44 расмда берилган.



2.44.расм. RGB комбинацияси: а - ўзгартиришларсиз, б – контрастни чизикли ўзгартириш, в - контрастни декорреляцион ўзгартириш, г – эквиализацион ўзгартириш.

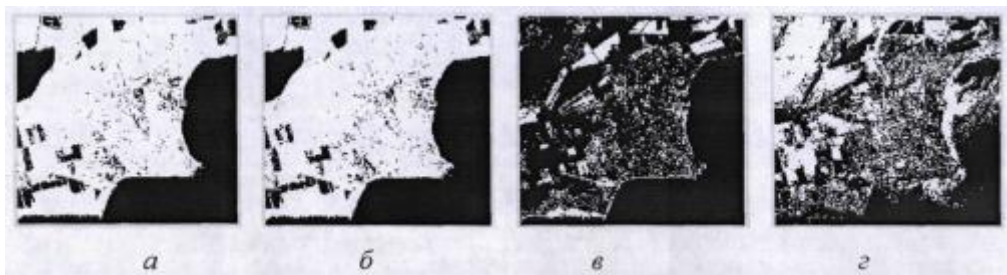
CIR комбинацияларидаги визуал ўзгартиришлар (Colored Infra Red:

NIR, SW IR, MIR) – каналлар 2.45. расмда берилган.



2.45.расм. CIR комбинацияси: а - ўзгартиришларсиз, б – контрастни чизикли ўзгартириш, в - контрастни декорреляцион ўзгартириш, г – эквализацион ўзгартириш.

Шуни таъкидлаш керакки, визуал тарзда қабул қилишнинг энг яхши натижалари контрастни чизикли чўзилишини кўрсатади. Декорреляцион кенгайтириш, эквализация сингари, маълумот бермайдиган частоталарни пайдо бўлишига олиб келади. Бу эса ўз навбатида кейинги кластеризация сифатини ёмонлашишига жиддий таъсир кўрсатади. Буни қуйидаги бошланғич шартлар билан кластеризациянинг K-means классик усули мисолида кўрсатамиз: 2.46. расмда берилган итерациянинг максимал сони - 50, талаб қилинадиган класслар сони – 2.



2.46. расм. Тасвирнинг кластеризацияси: а - ўзгартиришларсиз, б –чизикли ўзгартириш билан, в - декорреляцион ўзгартириш билан, г – эквализацион ўзгартириш билан.

Расмдан кўриниб турибдики, контрастни чизикли чўзиш, натижавий кластеризация тасвирини амалда ёмонлаштирмайди, лекин декорреляцион ўзгартириш ва эквализация кластеризация сифатини ёмонлашувига таъсир кўрсатди. Бундан шундай хулоса қилиш мумкинки,

кластеризацион картани сақлаш ва яхшилаш шароитида ўзгартиришсиз тасвирга нисбатан олинганда мультиспектрал тасвирни яхшилаш учун контрастни чизиқли чўзиш усулини ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

Ер юзасидаги мультиспектрал тасвирга чизиқли контрастлаш ўзгартиришини қўллаш учун қуйидагилар келтирилади: диапазон бўйича ерни масофадан зондлаш маълумотларини кўп ўлчовли фазонинг ҳар бир компоненталаридаги ёруғликнинг ўрта квадрат оғишига пропорционал бўлган чизиқли контрастлашни ўтказиш мақсадида алгоритмни замонавийлаштириш. Бундай замонавийлаштириш кластеризация сифатини ошириб, кластерлараро масофани ошириш имконини беради.

Тақдим этилаётган замонавийлаштириш мувофиқлигида аввал бутун пиксел диапазони бўйича ҳар бир спектрал канал ташкил этувчилари учун ёруғликнинг математик кутиши ва ўрта квадрат оғиши ҳисобланади. Ўзгартириш қуйидаги кўринишга эга:

$$\begin{aligned} \min_i &= M_i - k * \delta_i; \max_i = M_i + k * \delta_i; \\ Y_{x,y}^{i'} &= \frac{Y_{x,y}^i - \min_i}{\max_i - \min_i} * 255, \end{aligned}$$

бу ерда M_i - i -канал учун математик кутиш, δ_i - i -каналнинг ўрта квадратик оғиши, k - диапазон пропорционаллик коэффициенти, $Y_{x,y}^i$ - i – каналида (x,y)

Тақдим этилган ўзгартиришлар тасвир ёруғлигини сезиларли даражада яхшилашга ва объектлар гуруҳи ичида ёруғлик барқарорлигини таъминлашга олиб келади.

Ерни масофадан зондлаш мультиспектрал маълумотларини кластеризациялаш масаласида классификаторни кучайтиришнинг яна бир варианты индексли каналларни, яъни у ёки бу вегетацион индексларни ҳисоблаш ёрдамида олинган каналларни ишлатиш ҳисобланади.

2.4 Кучайтирилган классификаторларда вегетация индексларининг қўлланилиши

Турли хил вегетацион индексларни ҳисоблаш йўли орқали олинган индексланган тасвир ва каналларни ишлатиш маълумотларни қайта ишлаш кўп ўлчовли фазосининг редукциясига ёрдам беради ва олинган тасвирларнинг гистограмм контрастини оширади. Бу, ўз навбатида, бошланғич каналларга нисбатан индексли тасвирнинг энг яхши кластеризацион хоссаларини олиш имконини беради.

Мультиспектрал маълумотларни кластеризациялаш масаласида классификаторни кучайтириш учун индекс сифатида қуйидагиларни ишлатиш тақдим этилади:

Нисбий вегетацион индекс (RVI)

$$RVI = \frac{NIR}{RED}$$

Нормаллашган фарқли вегетацион индекс (NDVI)

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Ушбу индексларни танлаш уларнинг қуйидаги характеристикалари билан шартланган:

- Вегетацион чизиклар координата бошида мос тушади;
- Тупроқли чизик: оғиши 1 координата бошидан ўтади;
- Бўлиши мумкин бўлган қиймат: 0.. чексизлик

RVI ва NDVI функционал тарзда тенг қийматли ва бир-бири билан қуйидагича боғланган:

$$NDVI = \frac{RVI - 1}{RVI + 1}$$

Олинадиган индексли тасвирнинг кластеризацион хоссасига танланган индексларнинг таъсирини тасвирлаймиз. Бунда қуйидаги процедурани ишлатиш ёрдамида индексли тасвирни ҳисоблашдаги устунлик ва камчиликларини баҳолаймиз:

1. Индексли тасвирни олган ҳолда пикселнинг ҳар бир спектрал

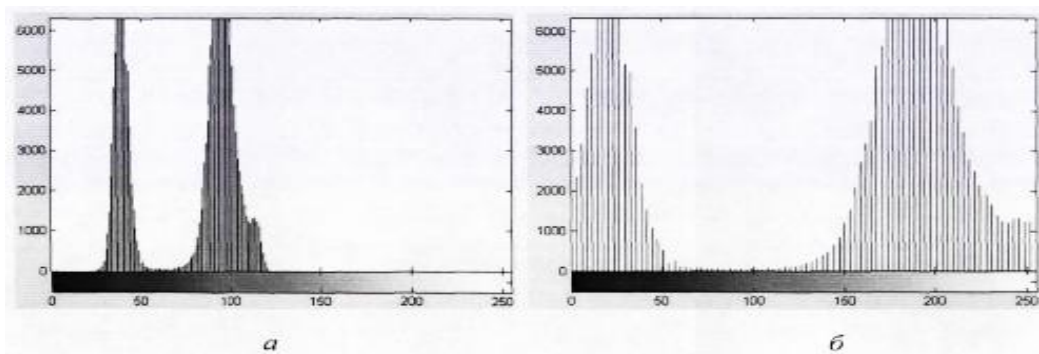
сигнаураси учун индексни ҳисоблаймиз.

2. Бир ўлчовли индексланган тасвирнинг кластеризациясини ўтказамиз.

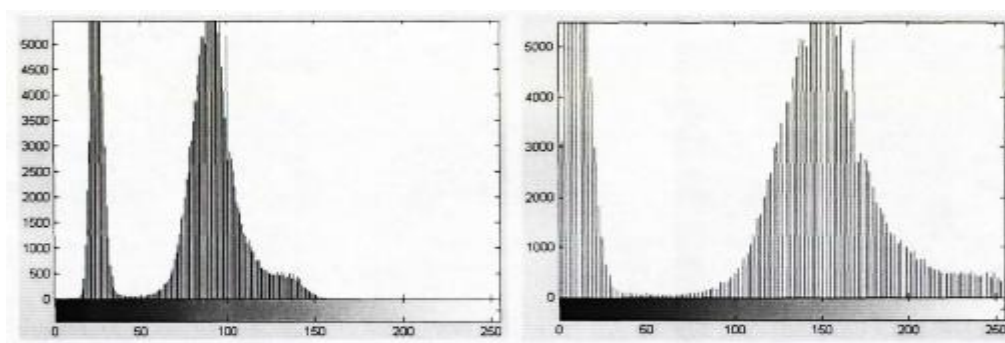
3. Олинган кластеризацион картани бошланғич мультиспектрал тасвирнинг кўп ўлчовли фазосига туширамиз.

4. Кластеризация сифатининг классик кўрсаткичларини ҳисоблаймиз: ўрта квадрат оғиш, нуқтадан кластергача бўлган максимал ўрта Евклидов масофа ва барча кластерлар жуфти ўртасидаги минимал Евклид масофа.

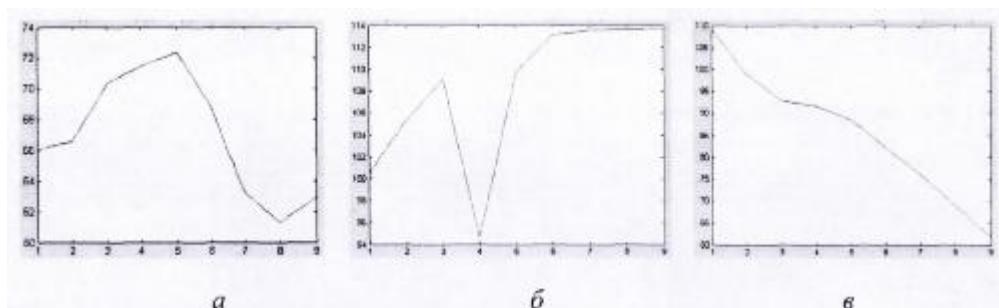
Шундай қилиб, индексли тасвир кластерларни шаклланиш жараёнидагина қатнашади ва баҳолаш кўрсаткичлари ҳисобида очиқдан-очиқ қатнашмайди. Кластеризация учун аниқ танланган алгоритмни ҳисоблашдаги меҳнат ҳаражатларини ҳисобга олмаган ҳолда, берилган процедуранинг ҳисоблашдаги сермеҳнатлилик даражаси $O(m*n^2)$ ни ташкил этади, бу ерда n – нуқталар сони, m - спектрал ёруғлик бошланғич фазосининг ўлчов сони. *NDVI* индексли тасвир ёрдамида олинган гистограммалар 2.47 расмда берилган. *RVI* индексли тасвир ёрдамида олинган гистограммалар 2.48 расмда берилган. 2.49 расмда бошланғич 6 каналли тасвирнинг *K-means* алгоритмини кластеризациялашни ўтказишдаги баҳолаш кўрсаткичларининг ўзгариш динамикаси графика берилган. 2.50. расмда индексли 1-каналли *NDVI*-тасвирнинг *K-means* алгоритмини кластеризациялашни ўтказишдаги баҳолаш кўрсаткичларининг ўзгариш динамикаси графика берилган. 2.51.расмда индексли 1-каналли *RVI*- тасвирнинг *K-means* алгоритмини кластеризациялашни ўтказишдаги баҳолаш кўрсаткичларининг ўзгариш динамикаси графика берилган.



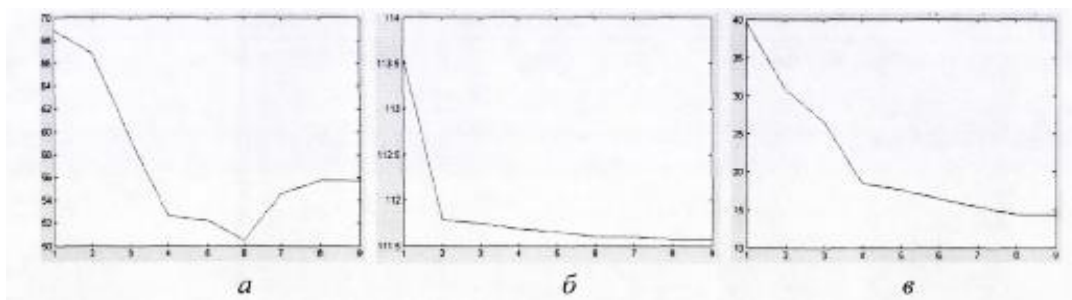
2.47.расм. Индексли NDVI-канал гистограммалари:
а-нормал, б-контрастни чизиқли чўзишдан кейинги



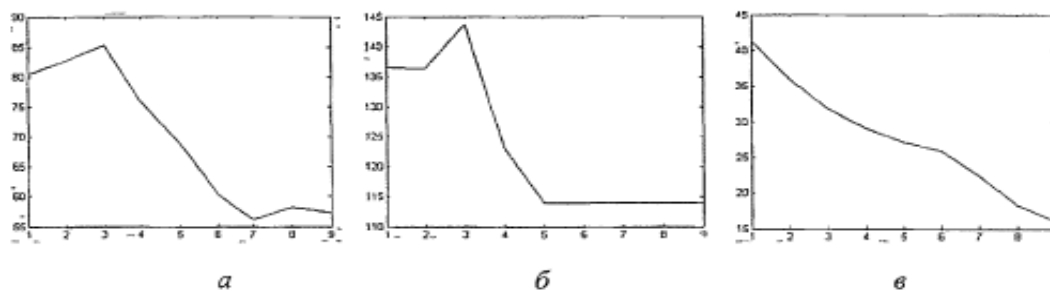
2.48.расм. Индексли RVI -канал гистограммалари: а-нормал,
б-контрастни чизиқли чўзишдан кейинги



2.49.расм. K-means алгоритмли б-каналли тасвир кластеризациясининг натижалари (4 класс, 9 итерация): а-ўрта квадратик хатолик динамикаси, б – нуқтадан кластергача максимал ўрта Евклидов масофасининг динамикаси, в – барча кластерлар жуфти ўртасидаги минимал Евклидов масофасининг динамикаси.



2.50.расм. K-means алгоритми 1-каналли индексли (NDVI) тасвир кластеризациясининг натижалари (4 класс, 9 итерация): а-ўрта квадратик хатолик динамикаси, б – нуқтадан кластергача максимал ўрта Евклидов масофасининг динамикаси, в – барча кластерлар жуфти ўртасидаги минимал Евклид масофасининг динамикаси.



2.51.расм. K-means алгоритми 1-каналли индексли (RVI) тасвир кластеризациясининг натижалари (4 класс, 9 итерация): а-ўрта квадратик хатолик динамикаси, б – нуқтадан кластергача максимал ўрта Евклидов масофасининг динамикаси, в – барча кластерлар жуфти ўртасидаги минимал Евклидов масофасининг динамикаси.

2.46, 2.47 ва 2.48 расмлардан кўриниб турибдики, NDVI ёки RVI индекс ҳисоблашларидан олинган индексли тасвир кластеризацияси кластеризация алгоритмининг бир хил итерация сони билан ва 6-каналли мультиспектрал аэрокосмик тасвир кластеризацияси билан солиштирганда, ўрта квадратик хатолик, нуқтадан кластергача максимал ўрта Евклидов масофаси ва барча кластерлар жуфти ўртасидаги минимал Евклидов масофаси кўрсаткичларининг энг яхши минималлашувига эга. Бу бошланғич кўп каналли тасвир кластеризацияси ўрнига кластеризация учун индексли тасвирларни ишлатиш кластеризация натижаларининг энг

юқори аниқлиги (ишончлилиги) нитаъминлайди, ҳамда бошланғич кўп ўлчовли фазонинг бир ўлчовлига нисбатан редукцияси ҳисобига ҳисоблаш ҳаражатларини камайтириш имконини беради.

2.4 III – Боб бўйича хулосалар

1. Масофадан зондлашнинг мультиспектрал маълумотларини таркибий-фазовий тахлили шуни кўрсатдики, меъёрдаги тақсимланишдан сезиларли даражада фарқланувчи гуруҳлар кўринишидаги чидамли ўзига хос хусусиятларига эга. Спектрал каналларнинг инфрақизил фазоси гистограмм баҳолашга кўра, рангли каналлар фазосига нисбатан энг яхши кластеризацион хоссаларга эга, чунки кўриб чиқилаётган мисол учун спектрал ёруғлик тарқалиши икки баробар катта диапазонга эга ва кейинги кластеризациядаги объектларнинг энг аниқ дифференциациясини таъминлайди.

2. Тадқиқот ва танлов жараёнида энг ахборотли деб белгиланган кейинги кластеризация нуқтаи назаридан, спектрал каналлар аниқланган, стандарт 8-каналли аэрокосмик тасвир каналлари бўлиб Red- NIR, SWIR, MIR ва панхроматик канал ҳисобланади. Энг кам ахборотли деб белгиланган каналлар бўлиб TIR хизмат қилади, бу эса бошқа каналларга нисбатан кам фазовий рухсатга эга. Автоматик аниқлаш режасида аэрокосмик тасвирда жойлашган объектлар-класслар сонининг энг аниғи Red, NIR ва SWIR спектрал каналлари ҳисобланади, чунки ушбу каналларнинг автоматик кластеризацияси кўриб чиқилаётган мисол учун ер қатламининг учта асосий классларига бўлинишини ҳосил қилади (ўсимликлар, қуруғлик ва сув). Шундай қилиб, стандарт 8-каналли аэрокосмик тасвирдан ташкил топган ерни масофадан зондлашнинг мультиспектрал маълумотларини кластеризациялашда йўқотишларсиз ва натижавий аниқликни ёмонлашуви кўзга кўринадиган кўк (Blue), кўзга кўринадиган яшил (Green) ва иссиқ инфрақизил (TIR) каналлар билан ҳисоблашмаслик натижасида келиб чиқади.

3. Тадқиқотлар натижасида масофавий зондлаш маълумотларини бошқарилмайдиган туркумланиш масаласида классификаторни кучайтириш методи таклиф этилди ва ишлаб чиқилди. Бу эса танланган энг ахборотли спектрал каналлар учун каналлар бўйича гистограмм ўзгартиришларни олиб бориш ва NDVI ёки RVI индекслар ёрдамида вегетацион индексни тасвирни ҳисоблашни бирга олиб боради ва у ўз навбатида кейинги кластеризацияни ўтказиш аниқлигини ошириб, охириги натижада белгилар фазосида гуруҳлар ўртасидаги масофани ошириш имконини беради.

III – БОБ. ЕРНИ МАСОФАДАН ЗОНДЛАШ СОҲАСИДА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬ МАЪЛУМОТЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ АЛГОРИТМЛАРИНИ БАҲОЛОВЧИ ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

3.1 Кластеризация масалалари тадбири

Кластеризация – бу дастлабки қийматлари ноаниқ тарзда берилган бир нечта бир хил хусусиятли объектларни ўхшаш гуруҳларга (кластер) ажратиш тушунилади. Аниқ масалаларни ечишда кластерлар сони визуаль ёки мустаҳкамланган бўлиши мумкин. Кластерлар учун ички бир хиллик (объектларнинг бир гуруҳда аниқланган аломатларига кўра) ва ташқи (объектлар турли гуруҳлардаги аниқланган аломатларига кўра) хусусиятларига кўра ажратиб олиш характерланади.

Объектларнинг ўхшашлик даражасини $X_n = \{x_1, \dots, x_n\} \subset X$ ($n > 0$) қийматлар тўплами ёки функция орқали аниқланади. Кўп ҳолларда бу функция объектлар орасидаги масофа $\rho(x_i, x_j)$ деб ҳам юритилади.

Ҳар бир кластер ρ нинг қийматига яқин бўлган объектлардан ташкил топган ва ва турли гуруҳ объектларидан сезиларли даражада фарқ қилганлиги сабабли ҳар бир гуруҳни X_n кетма-кетликда ажратиш талаб қилади. Кластеризация алгоритми – бу $A: X \rightarrow Y$ функция бўлиб, исталган объектни $x \in X$ тўпламга тегишли $y_i \in Y$ ўхшашликларга кўра ажратиш. Дастлаб кластерлар сонини аниқлашда ва кластер кўрсаткичларини баҳолашда ноаниқ бўлган Y нинг қийматларини аниқлаш талаб эитлади.

Кластеризация қилишнинг якуний натижасидан мақсад янги типдаги маълумотларни олиш учун тадқиқ қилинаётган объект тузилиши тўғрисидаги дастлабки маълумотлар ҳақида чуқурроқ маълумот олишдан иборатдир.

Турли кластер усулларини қўллаш натижасида турли натижалар олиш мумкин, бу эса маълум бир вазифа бажариш учун кластерни танлашда ҳисобга олиниши керак бўлган алоҳида алгоритм хусусиятлари натижасидир.

Кластерларни таҳлил қилишда бир қанча камчилик ва қийинчиликлар туғилади, шуларни инобатга олиб қуйидагиларни эслатма сифатида қабул қилиш керак:

- Кластер алгоритмларидан фойдаланишда етарлича билим кўникмаларга эга бўлиш талаб этилади, маълум бир вазифа бажариш учун етарлича самарали усулни танлаш лозим;
- Кластер ўлчамлари, кластер марказининг дастлабки қиймати, алгоритмни яқунлаш буйруқлари аниқлангандагина кластеризация жараёни тўғри ишлаши мумкин. Ушбу қийматларни нотўғри танланиши жараённинг ишламаслагига олиб келади;
- Кластерлар дастлабки сонини танлаш. Агар кластерлар сониди ҳеч қандай маълумотлар келтирилмаган бўлса бир қатор тажрибаларни амалга ошириш ва натижаларни таҳлил қилиш керак;
- Кластеризация натижаларининг интерпретацияси. Кластерларга ажратишда аниқ усул ва ҳоссалари бўлиши шарт, бундай маълумотлар берилмаган вақтда қайтадан таҳлил қилишга тўғри келади.

Кластеризация алгоритмлари асосан икки турга бўлинади: иерархик ва ноиерархик.

Иерархик алгоритмлар

Ушбу усулларнинг ишлаш принципи кичик кластерларни катта кластреларга ажратиш ёки тескараси катта кластерларни кичик кластерларга ажратишдан иборат.

Шунга кўра, ҳар икки алгоритмларда ҳам дастлаб объектлар алоҳида гуруҳ алгоритмларига ажратилади, сўнг ўхшаш алгоритмлар қайтадан яна алгоритмларга ажратиш орқали кластеризация қилинади. Шу билан бир қаторда барча объектлар бир кластер сифтида шакллантирилади, шундан сўнг кейинги босқичларда кичик кластерларга ажратилади натижалар эса икки қарра кластерга ажратилган ҳолда намоён бўлади.

Ушбу гуруҳдаги усулларнинг афзаллиги – уларнинг кўриниши ва имкониятлари тўғрисида батафсил маълумот олиш мумкин.

Ушбу гуруҳдаги усулларнинг камчиликлари – олинган классификациянинг барқарор эмаслиги, таҳлил қилинаётган маълумотлар ҳажмининг чекланганлиги. Ушбу алгоритмларнинг мураккаблиги ва катта ҳажмдалиги ишлаш жараёнида катта қийинчиликлар келтириб чиқаради.

Ноиерархик алгоритмлар

Ноиерархик алгоритм усуллари берилган объектларни кластерларга ажратиш мақсадида маълум бир миқдордаги кластерлар сонининг итератив жараёнини оптималлаштиришни амалга ошириш учун белгиланган маълумотлар бўлинишига асосланган жараёндир. Итератив жараёнда кўп ҳолларда алгоритмларни тўхтатиш шarti қўлланган ҳолда амалга оширилади.

Ушбу турдаги алгоритмларнинг кластерларга ажратиш жараёнида, объект қийматлари асосида кластерларга ажратиш ҳатолиги кам, ишлаш принципи миқдор чекланишлари кам миқдорни ташкил этганлиги учун анча барқарор алгоритмлардан бири ҳисобланади. Дастлаб тадқиқот ўтказаетган шахс ушбу маълумотлар ёрдамида олинаётган кластерлар тўғрисида чуқурроқ маълумотга эга бўлиши керак. Олдиндан аниқланган гуруҳлар сони, итерация жараёни, кластерни тамомлаш шarti каби катталикларни кластерга ажратиш жараёни асосини ташкил қилади.

Энг кенг тарқалган ва кўп қўлланиладиган алгоритм усулларида бири k -means (k -средних) усулини кўриб чиқамиз. Бу алгоритм ҳар бир кластернинг ўртаквадратик чекланишларни минималлаштиришга асосланган:

$$\sum_{i=1}^k \sum_{x \in D_i} \|x_i - c_i\|^2 ,$$

бу ерда D_i - i кластерлар учун тегишли вектор мажмуи,
 i – бу векторнинг ўртача қиймати.

$$c_i = \frac{\sum_{k=1}^{N_i} x_k}{N_i}, x_k \in D_i.$$

Ушбу усулда асосий иш шундан иборатки, ҳар бир итерация жараёнида ҳар бир кластер учун қайтадан оғирлик маркази ҳисоблангандан сўнг ҳар бир кластер маркази векторлари янги класларга ажратилади.

Яна бир машҳур алгоритмлардан бири The Fuzzy C-means бўлиб, C-means функцияни минимизация қилишга асосланган. Алгоритм қуйидагича аниқланади:

$$J(X, U, V) = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^N \mu_{ij}^m \|x_j - v_i\|_A^2,$$

бу ерда

$$V = [v_1, v_2, \dots, v_k], v_i \in R^n,$$

V- кластер марказлари вектори

$$D_{ijA}^2 = \|x_j - v_i\|_A^2 = (x_j - v_i)^T A(x_j - v_i).$$

Бундан кейинги ҳолларда фақат ноиерархик кластеризация алгоритмларини қўллаган ҳолда диссертация ишини кўриб чиқамиз.

3.2 Кластеризация алгоритмлари маълумотларининг таҳлил воситалари

Мавжуд датураий таъминотлар икки гуруҳга бўлинади:

Машҳур математик дастурий пакетлар ёрдамида яратилган, хусусий тадқиқот услублари натижалари ва корпоратив статистик тадқиқотлар учун яратилган қимматбаҳо тижорат ечимлари.

The Fuzzy Clustering and Data Analysis Toolbox

Matlab дастурий таъминотлар тўплами учун 3 категориядаги функциялар келтирилган:

- Кластеризация алгоритмлари, маълумотларни турли усуллар ёрдамида кластерларга ажратувчи алгоритмлар: K-means ва K-medoid - барқарор кластеризация алгоритмлари шулар жумласидандир;
- Таҳлил функциялари, баҳолаш, мустаҳкамланган усуллар билан ажратиш, алгоритмлар тузиш, асосий индекс кўрсаткичлари (Dunn, Alternative Dunn, Xie and Beni's, Partition index);
- Sammon модификация қилинган методларини илгари сурувчи визуаллаштириш функцияси қийматларни кичик хажмга олиб келувчи вазибалар.

Бундан ташқари ушбу дастурий таъминот саноатда ишлатиладиган реал маълумотлар алгоритмларни ишлаб чиқишни ҳам ўз ичига олади.

Ушбу дастурий таъминот мураккаб технологик жараён алгоритмларини ишлаб чиқишда, тайёр таҳлилларни анализ қилишда қўшимча модулларни ўрнатишни талаб қилади. Matlab дастурига қўшимча модулларни ўрнатиш ва ишлаб чиқиш учун юқорида санаб ўтилган алгоритмларни чуқур ўрганиш талаб этилади.

Cluster Validity Analysis Platform (CVAP)

Cluster Validity Analysis Platform (CVAP) модули Matlab дастурий таъминотида ишлаб чиқилган, лекин у дастлабки ишлаб чиқилган пакетлар которига кирмайди. У дастурнинг қўшимча компонентларига киради. Қулай график интерфейс, бир нечта кластер анализларни ўз ичига олган (PAM, K-means, hierarchical, SOM) бундан ташқари кўп қўлланиладиган баҳолаш индексларидан ташкил топган. Фойланаувчи ушбу модуллар билан ишлаганда ўзининг маълумотларини юклаш имконига эга бўлади, бундан ташқари қилинган ишларни керакли жойга сақлаш имкониятларига ҳам эга.

Ушбу дастурнинг афзалликларидан бири шундан иборатки график равишда бир индекс учун бир нечта алгоритмларни қўллаш имконияти яратилади. Асосий компонентларнинг таҳлилини график тарзда тақдим этиш имкониятини ҳам беради.

SPSS Statistics

Ушбу модуль пулик тижорат модул ҳисобланади. Дастурий таъминотга бутунлай интеграция қилинган, бутун аналитик жараёни ўз ичига олган илмий-тадқиқот ва бизнес-муаммоларни ҳал қилиш учун мўлжалланган. Интерфейс тузилишининг тушунарлилиги, тезкор равишда маълумотларнинг таҳлилини олиб боришнинг мавжудлиги билан ажралиб туради.

Камчиликлари

Мазкур дастурий модульнинг камчиликларидан бири алгоритмлар таҳлили учун компонентлар мавжуд эмаслигидадир. Масалан ушбу дастурий таъминот Matlab тизими асосида яратилганлиги сабабли автоматик тарзда бир қанча чекловларни келтириб чиқаради:

- иловалар версиясига боғлиқ бўлгани учун қўшича кутубхоналарни ўрнатиш талаб этади;
- ички структураси ва ишлаш тартибини билиш талаб этилади;
- график ва ҳисоблаш техникаси ўзгармас;
- шахсий алгоритмлар таҳлили агар мавжуд бўлса, мос равишда қўшимча тизимларни ўрнатишни талаб этади.

Мисол учун, олдинги айтиб ўтилган тизим Cluster Validity Analysis Platform (CVAP), шахсий график интерфейси мавжуд бўлсада, лекин у ишлаш жараёнида Matlab датури ишга туширилгандагина қўллаб қувватланади.

The Fuzzy Clustering and Data Analysis Toolbox таъминотларидан фойдаланиш учун мажбурий тарзда қўшимча функцияларни ёзиш талаб этади.

Шунинг учун ҳам бундай дастурий таъминот воситалари хусусий тадқиқ вазифаларини бажариш учун қўлланилади. Бундан ташқари уларнинг функционал хоссалари чекланган.

Бундан ташқари Matlab пуллик дастурий таъминотдир, ўрнатиш муддати узок, жараён эса мураккаб ҳамда шахсий калит сўзларни талаб қилади. Шундай экан бепул алгоритмлар таҳлилидан фойдаланиш учун очиқ кодли дастурий таъминот амалий жиҳатдан умуман мавжуд эмас.

Тижорат лойиҳалари эса ўз навбатида муваффақиятли ривожланмоқда, лекин улар асосан статистик тадқиқотларга йўналтирилган, статистик усуллар сифатида кластер алгоритмларини таҳлил қилиш учун ишлатилади.

3.3 Келтирилган ечимларнинг оптималь вариантыни танлаб олиш

Мавжуд дастурий таъминотлар ёрдамида кластер алгоритмларини кўриб чиқайлик. Юқорида таъкидлаганимиздек, Matlab дастурий таъминоти асосида ёзилган, бепул очиқ кодли, тадқиқотлар ўтказиш учун, бир нечта амалларни бажарадиган компонентлари ишлаб чиқилган. Шу билан бирга улар одатда алгоритмларнинг берилган мажмуини таҳлил қилиш имконини беради. Шунингдек, корпоратив мижозлар учун мўлжалланган кластеризация алгоритмларни баҳолаш учун бир қанча пуллик тижорат дастурлари, бу эса кластеризация алгоритмларини тўлиқ баҳолаш имконини беради.

Барча учун очиқ кодли, бир қанча маълумотлар устида кластер алгоритмларини таҳлил қилиш имконини берувчи ҳамда график интерфейсни қўллаб қувватловчи тизимни ишга тушириш масалаларини кўриб чиқамиз. Бундан ташқари, тизим махсус алгоритм ва маълумотларни юклашни қўллаб қувватлашни кўриб чиқамиз.

Бизда таҳлил қилинаётган тўплам $\{D_j\}$ бўлсин, уларга кластеризация алгоритмлари тўплами $\{A_i(k, \cdot)\}$ қўлланилсин, бу ерда k бириктирилган

класатер сони ёки кўрсаткичлар тартиби $2, \dots, k$, характерловчи кластерлар сони, k – максималъ кластерлар сонига тенг бўлиши мумкин. Бириктирилган маълумотлар кўллаш $R_k^{ij} = A_i(k, D_j)$ функция натижаларини қайта таҳлил қилиш имконини беради. Эслатма R_k^{ij} натижалари, D_j берилган маълумотларни ажратиш алгоритми, A_i алгоритми k кластерларга ажратиш натижаси.

Диссертация ишини бажариш вақтида қуйидаги ишлар бажарилган бўлиши керак:

1. Алгоритмлар қиёсий таҳлилинини бир нечта вариантларини амалга оширилишини таъминлаш;
2. Турли қийматдаги кластерларга бириктирилган маълумотлар учун бириктирилган алгоритмларни ишлаб чиқиш;
3. Турли маълумотлар учун бириктирилган алгоритмларни ишлаб чиқиш;
4. Фойдаланувчилар учун визуаль таҳлил ҳамда маълумотларни график тарзда киритиш имконини яратиш.

3.4 Кластеризацияни баҳолашнинг индекс усуллари

Кластеризация қилишда муаммоларнинг энг кенг тарқалган турларидан бири – уларнинг рақамлари ҳақида тахминий маълумотларнинг йўқлиги сабабли кластерлар сонини аниқлашда маълумотларнинг иерархик усулларидан фойдаланишнинг учун рухсат бермайди.

Берилган алгоритмлар асосида кластеризациянинг бир қатор таҳлилий усуллари мавжуд. Бунда итератив жараёнининг максимал класлар сонини k_{max} ўзгартираш орқали эришилади. Шундан сўнг алгоритм $k \in \{2, 3, \dots, k_{max}\}$ шартни бажаради. Ҳар бир бўлиниш учун натижаларни келажакда таққослаш мумкин бўлган қийматлари таҳлил усуллари

қўлланилади. Натижаларнинг мосланувчан бўлиши учун кластеризациянинг етарли даражада мустахкам бўлиши талаб этилади.

Диссертация иши давомида кластеризация алгоритмларининг мустахкамлик масалалари кўриб чиқилган. Кластеризация мустахкамлиги – хусусиятлари.

Кластеризация мустахкамлиги – қайта қўлланилган алгоритмларнинг бошқа турли маълумотларда қўллай олиниши яъни кўрсатган хусусиятларидир. Натижаларнинг энг юқори фарқи мустахкам кластеризация дейилади. Гуруҳлар сони, кластер мустахкамлигини минималлаштиради.

Бир маълумот кластер алгоритмларини ва гуруҳлар сони мустахкамлик даражасини ўрганиш учун бир нечта асосий ёндашувлар бор:

- Энг эҳтимоллиги юқори аниқлаш статистикаси;
- Зичлигини таъминлаш мезони;
- Гуруҳлар ичидаги ва кластерлар орасидаги маълумот тарқалиш даражасини солиштириш индекслари.

Алгоритмлар барқарор кластер индекс таҳлил воситаси сифатида қуйидаги индекс усулларини ўз ичига олади.

Krzanowski and Lai index

Krzanowski and Lai функция таҳлил ёндашуви

$$KL(k) = \left| \frac{DIFF(k)}{DIFF(k-1)} \right|,$$

бу ерда

$$DIFF(k) = (k-1)^{\frac{2}{p}}W(k-1) - k^{\frac{2}{p}}W(k),$$

k – кластрелар сони, p – тадқиқ қилинаётган текисликнинг ўлчамлилиги, $W(k)$ – ички дисперсия матрицаси

$$W(k) = \sum_i \sum_{j \in K_i} (x_{ij} - x_i')(x_{ij} - x_i')^T$$

x_i' – кластер маркази K_j .

k нинг қийматлари KL индекси қиматини максималлаштиради, бу гуруҳлар ҳақиқий сон сифатида олинади.

Caliński–Harabasz index

Caliński–Harabasz индекси [5], қуйидаги функция орқали характерланади:

$$CH(k) = \frac{B(k)/(k-1)}{W(k)/(n-k)}$$

бу ерда k – кластерлар сони, $i=1, \dots, k$, n – ўрганилаётган маълумотлардаги объектлар сони, $W(k)$ – ички дисперсия матричаси, а $B(k)$ – ташқи дисперсия матричаси

$$B(k) = \sum_i n_i (x'_i - x')(x'_i - x')^T.$$

Кластерларнинг сон жихатдан энг яқин қиймати k , бир нечта Caliński–Harabasz индексларида максимал қийматларни қабул қилади.

Dunn index

Dunn индекси дастлаб қанчалик зич ва яхши гуруҳларга ажратилганини текшириш учун яратилган.

$$DI(k) = \min_{i \in k} \left\{ \min_{j \in k, i \neq j} \left\{ \frac{d(K_i, K_j)}{\max_{m \in k} \text{diam}(K_m)} \right\} \right\},$$

бу ерда

$$d(K_i, K_j) = \min_{x \in K_i, y \in K_j} \{d(x, y)\},$$

$$\text{diam}(K_m) = \max_{x, y \in K_m} \{d(x, y)\}.$$

Индекснинг аналитик таҳлили остида кластер гуруҳлари ва кичик диаметрдаги узок масофалар ўзлари индекси жиҳатдан оптимал кафолатлайди ва унинг рақамли қийматини энг юқори даражага кўтариш учун ишлатилади.

Ушбу усулларнинг энг асосий камчиликларидан бири кластерларнинг сон жиҳатдан кўпайиши ва объект маълумотлар сонининг ортиши ҳисоблаш жараёнини янада мураккаблашишига олиб келади.

3.5 Дастурий таъминот асосий компонентларининг таҳлили

Диссертация ишининг иккинчи масаласини ечишда фойдаланувчи учун визул таҳлил қилиш имконини яратиш, кластер таҳлил усулларини лойиҳалашда текисликда жойлашган $n > 2$ векторнинг қийматларини баҳолаш асосий ечимларни ишлаб чиқиш қўйилган эди. Ушбу масалаларни ечишда Хебб алгоритмининг асосий компонентларидан фойдаланилади.

Бизда m рақамларни ўтувчи n ўламли X вектор бор деб тасаффури қиламиз, бу ерда $m < n$. Оддий ҳолатда X векторларнинг элементларини ўртакватрастик хатолик ажратишлар йиғиндисига тенг деб қабул қилган ҳолда кўриб чиқамиз. Бундан келиб чиқадики TX вектор элементларини қисқартириш ўртача квадратик хатолик қиймати оптимал бўлади, бунинг учун трансформациялаш коэффициенти T га эхитёж сезилади. Шубҳасиз ишбу трансформациялаш T хусусиятларига боғлиқ тарзда ишлайди.

X – n -ўлчамли вектор бўлсин, w – ушбу ўлчамдаги бирлик вектор бўлсин деб тасаввур қилган ҳолда проекцияни лойиҳалаймиз. Ушбу проекция X векторларнинг қанчалик даражада скаляр эканлигини w боғлиқ ҳолда баҳолайди ва қуйидагича аниқланади:

$$A = X^T w = w^T X$$

чеклаш эса

$$\|w\| = (w^T w)^{1/2} = 1.$$

А проекция минималь бўлган ҳолда дисперция проекциясини аниқлашда w нинг қийматини аниқлаш лозим бўлади.

Хебб алгоритми (матрица қийматлари)

Лойихалаштирилган маълумотлар вакили n бўлсин,

$$\mathbf{x}(n) = [x_1(n), \dots, x_m(n)]^T,$$

ва $w(n)$ – исталган вектор ёндашуви, итерациянинг n -қадамида.

$$\mathbf{w}(n) = [w_1(n), \dots, w_m(n)]^T.$$

Проекция вектори $x(n)$ тенг $w(n)$ қийматга

$$y(n) = \mathbf{x}^T(n)\mathbf{w}(n) = \mathbf{w}^T(n)\mathbf{x}(n).$$

Таклиф қилинаётган $w(n)$ Хебб алгоритмининг умумий махражга келтирсак

$$\mathbf{w}(n+1) = \mathbf{w}(n) + \eta[\mathbf{x}(n) - y(n)\mathbf{w}(n)]$$

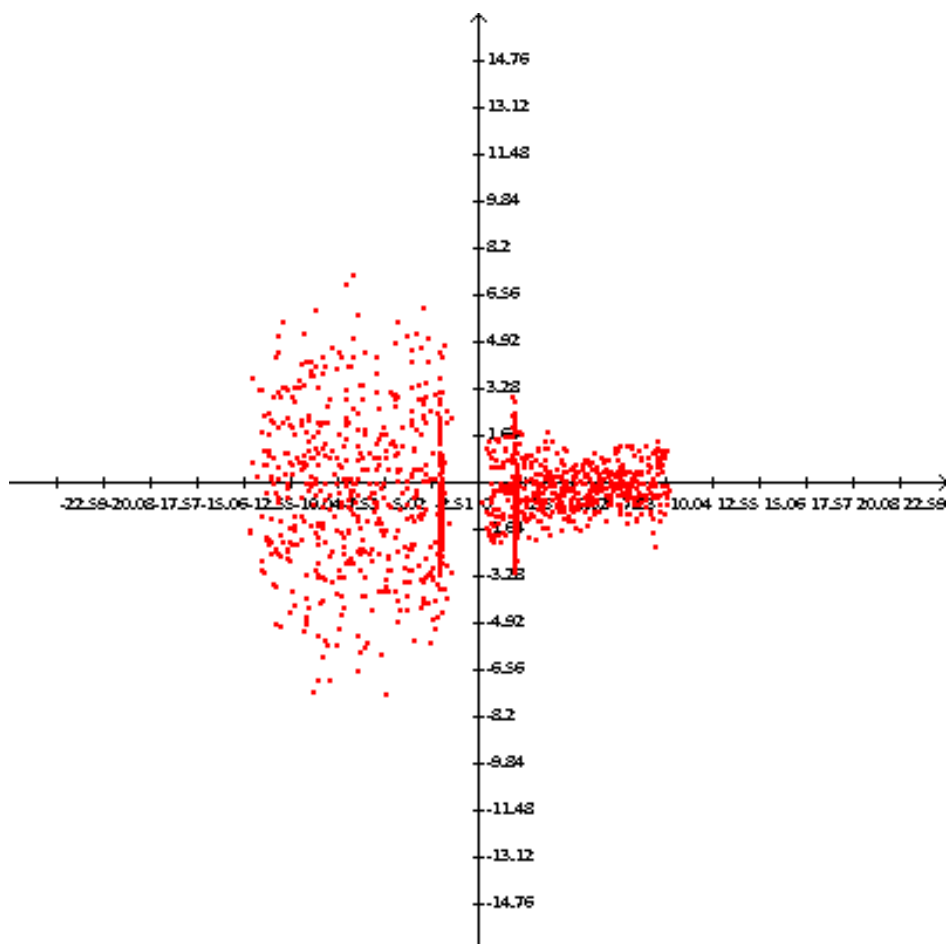
бу ерда $w(0)$ – қийматсиз кампонентларнинг тасодифий бирлик вектор, а η – кичик параметр интенсивлиги.

Берилган процедурани бажаргандан сўнг изланаётган биринчи координаталар ўқи нуқталари w_1 вектор проекцияси аниқланади. Шундан сўнг $x(n)$ вектор ортогональ w_1 текисликка проекцияланади,

$$\mathbf{x}'(n) = \mathbf{x}(n) - \mathbf{w}(n)y(n)$$

ва алгоритм қайтадан $\mathbf{x}'(n)$ ҳамда w_2 вектор ва иккинчи нуқта координаталари аниқланади.

3.1 расмда ушбу алгоритмда қўлланилган тасвирнинг 4 координаталар текислигида 2 га ажратилган натижалари келтирилган.



Расм. 3.1 Хебб алгоритми ёрдамида 4 координаталар системасида кластеризация графиги келтирилган.

3.6 Дастурий таъминотни ишлаб чиқиш. «ДЗЗ кластеризации» дастурий таъминоти.

Диссертация ишини бажариш даврида «ДЗЗ кластеризации» ишчи номи остида Java дастурий тили ёрдамида, JSP, JDBC, JavaServlets, XML–RPC технологияларидан фойдаланган ҳолда дастурий таъминот ишлаб чиқилди. Бундан ташқари ушбу тизимда Tomcat сервлет-контейнер, MySQL маълумотлар базаси ҳамда ҳисоблаш ядросидан фойдаланган ҳода C# дастурий тиллари ҳам қўлланилган. Дастурий таъминотнинг маълумотлар базаси тузилиши 3.2 расмда келтирилган.

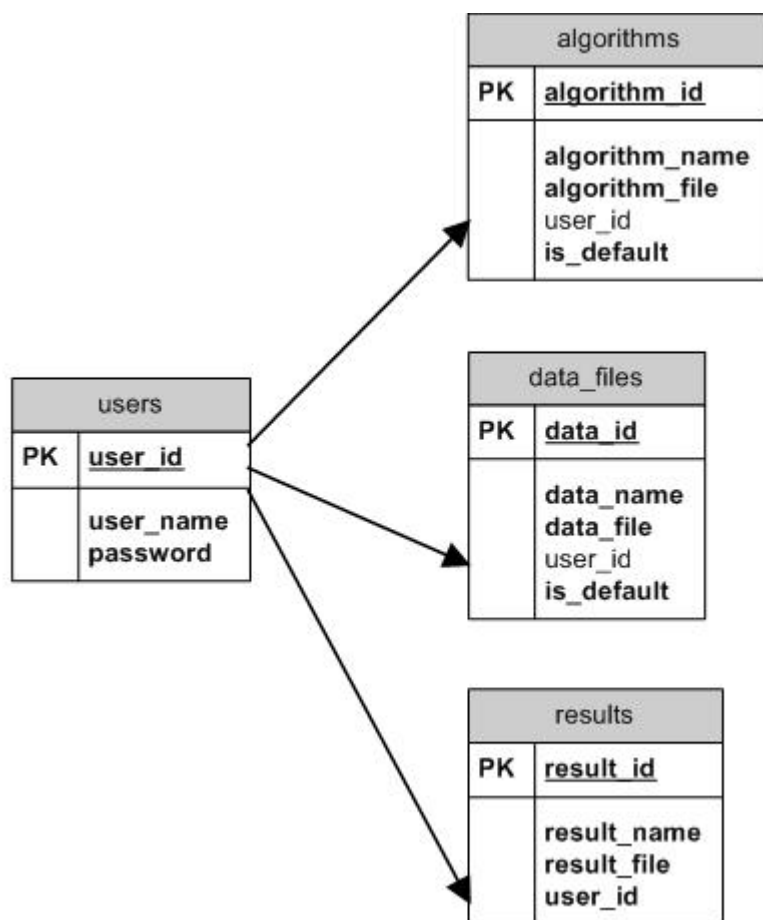


Рис. 3.2 Ишлаб чиқилган маълумотлар базасининг тузилиши.

Ишлаб чиқилган дастурий таъминотда кокомпания қилинган файллар алгоритми алоҳида сақланади. Контейнерни ишга тушириш орқали сервер ва файлларга кўрсатилган йўл автоматик тарзда ишга тушади.

Сайт инфраструктураси фойдаланувчи akkaунтани HTTP–сессияда аутентификация қилиш орқали ишга тушади. Шундан сўнг фойдаланувчи аутентификациядан ўтган ҳолда HTTP–сессияда регистратция бўлади ва у тизимга кириш учун доступга эга бўлади.

Тизимнинг асосий бўлимлари:

- алгоритмларни бажариш бўлими (Расм. 3.3);
- алгоритмларни кўриш қўшиш ва редактор қилиш бўлими;
- маълумотларни қўшиш, кўриш ва редактор қилиш бўлими;
- сақланган натижаларни кўриш бўлими.

[Main](#) | [Algorithms](#) | [Databases](#) | [Results](#)

<p>Profile:</p> <p>Hello, Dmitry [logout]</p> <p>Alorithms:</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">kMeansCluster (default)</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">kMeans</div> <div style="border: 1px solid gray; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <p>Databases:</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">RandomData2d (default)</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Iris (default)</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Data3centers</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">WineData</div> <div style="border: 1px solid gray; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div>	<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid gray; margin-bottom: 10px;">Computation</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid gray;">Algorithm: FCM (default)</td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid gray;">Data: MyData4d</td> </tr> <tr> <td>Single clustering: <input type="checkbox"/></td> <td>Delimiter: <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Max num of clusters: <input type="text" value="2"/></td> <td><input type="radio"/> Tab <input checked="" type="radio"/> Comma <input type="radio"/> Other <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Animation: <input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; padding-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px; display: inline-block;">Run Clustering</div> </td> </tr> </table>	Algorithm: FCM (default)	Data: MyData4d	Single clustering: <input type="checkbox"/>	Delimiter: <input type="checkbox"/>	Max num of clusters: <input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/> Tab <input checked="" type="radio"/> Comma <input type="radio"/> Other <input type="text"/>	Animation: <input checked="" type="checkbox"/>		<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px; display: inline-block;">Run Clustering</div>	
Algorithm: FCM (default)	Data: MyData4d										
Single clustering: <input type="checkbox"/>	Delimiter: <input type="checkbox"/>										
Max num of clusters: <input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/> Tab <input checked="" type="radio"/> Comma <input type="radio"/> Other <input type="text"/>										
Animation: <input checked="" type="checkbox"/>											
<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px; display: inline-block;">Run Clustering</div>											

Рис. 3.3 Тизимнинг Web интерфейси. Алгоритмларни бажариш бўлими.

Юқоридаги алгоритмлар икки қисмга ажратилади – дастлабки тақдим этилаётган тизимлар барча фойдаланувчилар учун очик тизимлар, фақат аутинтификация қилинган фойдаланувчилар учун тизимлар.

Бажариш алгоритмлари

Фойдаланувчи алгоритмларни анииклайди, маълумотларни созлайди ва кластеризация жараёнини ишга туширади. JavaScript функцияга HTTP сўровни сервер орқали юборади. Шундан сўнг маълумотларни генерация қилади ва натижаларни фойдаланувчига тақдим этади.

Сервер кластеризация таҳлилини олиб борувчи, маълумотлар, алгоритмлар ва кластеризация амалларини бажари учун идентификатор беради. Шундан сўнг серверда идентификатор орқали олинган маълумотларни керакли жадвалларга мос равишда кластеризация

алгоритмларини ҳисоблайди ва алмаштириб беради. XML–RPC протоколи орқали `org.apache.xmlrpc` фойдаланган ҳолда ҳисоблаш ядросига марожаат юборилади ва натижаларни форматлаш жараёни содир бўлади. Шундан сўнг қабул қилинган маълумотлар ва марказлар (Dunn, Caliński–Harabasz, Krzanowski Lai) индекси ёрдамида ҳисобланади. Кейин визуал тақдим этиш учун классларга муурожаат бошланади. Агар маълумот ўлчамлари икки текисликдан юқори бўлса Хебб алгоритми ёрдамида асосий компонентларидан фойдаланган ҳолда икки текисликка проекциялаш жараёни содир бўлади. Иш охирида сервелат индекслар ва тасвирлар ҳаволаларини визуал тақдим этиш учун HTML кодга генерация қилади.

Олинган натижаларни ҳотирага сақлаш функциясини қўллаши керак. Классларга муурожаат вақтида маълумотлар базасидаги results жадвалларидан фойдаланган ҳолда идентификаторга фойдаланувчиларнинг маълумотларни сақлаб қолади. Шундан сўнг дастурий таъминотнинг керакли қисмида ўрнатилган тартибда пайдо бўлади.

Шундай қилиб фойдаланувчи бир нечта алгоритмлар учун бир нечта маълумотлар базасидан фойдаланган ҳолда қулай тарзда натижаларни таҳлил қилиш имконияти пайдо бўлади.

Маълумотларни кўриш, кўшиш ва таҳрирлаш

Ушбу бўлимда фойдаланувчи олдин қўшилган маълумотларни кўшиш ва таҳрирлаш имкониятига эга бўлади. Умумий маълумотлар

В этом разделе пользователь может добавлять и редактировать загруженные им ранее данные. Эслатиб ўтамиз, умумий маълумотларнинг таҳрирлаш имконияти мавжуд эмаслиги, ўрнатилган сервердаги маълумотларга боғлиқ эмас балки, JavaScript функциянинг ишлаш принципига боғлиқ ҳолда ишлайди. Агар маълумотлар юкланиши содир бўлмаса у ҳолда серверни қайта ишга тушириш талаб этилади. Маълумотларни серверга юклаш `org.apache.commons.fileupload` пакети орқали амалга оширилади. Сақланган файллар фойдаланувчининг идентификация рақамига боғлиқ ҳолда юкланганлиги учун ҳар бир

фойдаланувчига алоҳида очилган ва фақат шу фойдаланувчига мавжуд маълумотлар базасида сақланади. Бундан ташқари ушбу бўлимда маълумотларни кўриш ҳам қўллаб қувватланади. Тизимга ахсус белгилар орқали ёзилган кодларни визуал тарзда текст кўринишидаги маълумотлар сифатида кўриш мумкин.

Алгоритмларни кўшиш, кўриш ва

Кодли алгоритмларни ўз ичига олган файллар билан ишлашда файллар билан ишлашнинг анологик тарзда ишлашини таъминлаш лозим. Уларнинг муҳим фарқи шундаки алгоритм кўпайтириш усулида мавжуд динамик кутубхона орқали компиляция ва генерция қилишидир. Ушбу ҳолатда бу алгоритмни қўллаш мумкин. Унда алгоритм идентификатор ёрдамида ҳисоблаш сервер орқали юритилади ва ўз навбатида ишлаб чиқилган динамик кутубхона идентификатор деган маънони англатади фақат ҳамда тизим интерфейси орқали мавжуд бўлади.

Ҳисоблаш ядроси билан ўзаро таъсири

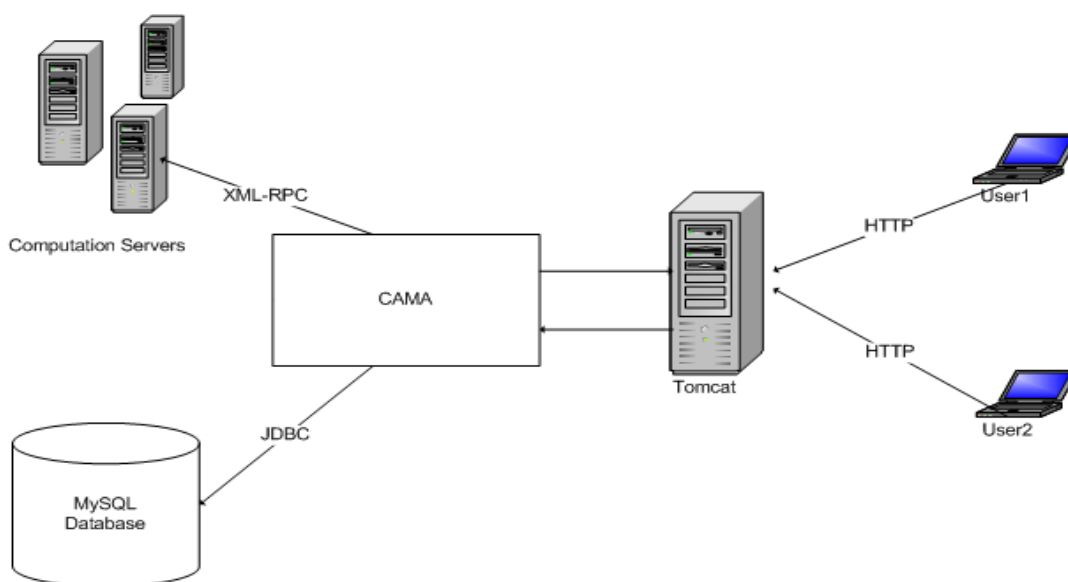


Рис. 3.4 Тизим дастурий архитектура тuzилиши.

Иш жараёнида ҳисоблаш ядроси (сервердан) фойдаланилган, C# бўйича амалга оширилган ҳамда Matlabнинг синтаксиси қисман қўллаб-қувватланади. Фойдаланувчи алгоритмлари компиляцияси сервер

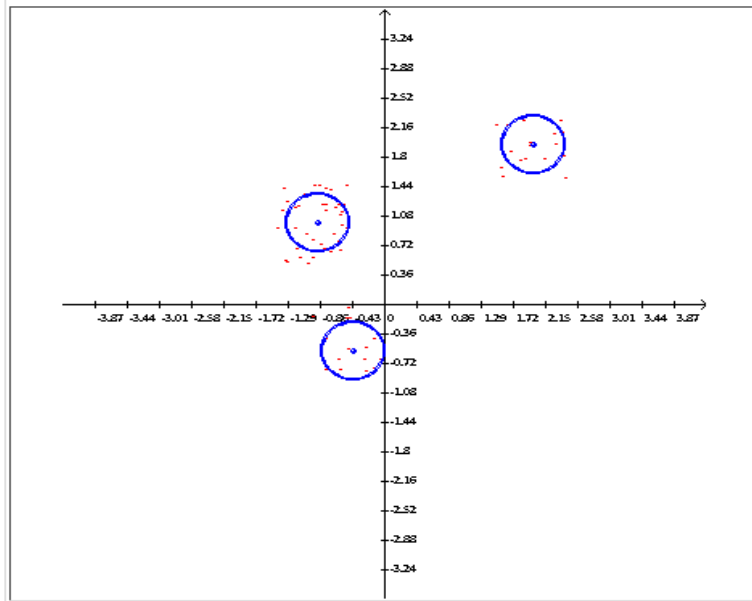
томонидан амалга оширилади ва динамик равишда боғланган кутубхона сифатида сақланади. Ушбу тизимнинг афзаллиги потенциал равишда бир нечта параллел ҳисоблаш серверларини қўллаб-қуватлаши мумкин. Диссертация ишини ишлаб чиқиш вақтида априбор равишда ишловчи Matlab дастурий таъминотларининг ҳисоблаш ядроси серверларидан фойдаланилди ва тизимга қўшимча равишда боғланди. Бу эса бир нечта кластеризация алгоритмлари билан ишлаш, натижаларни визуал равишда баҳолаб бориш имконини берди.

Модулли тизим воситаларидан бу фойдаланиш қобилиятини яратди. Бу эса келажакда ишлаб чиқилган алгоритмларни синаш, баҳолаш олинган натижаларни сақлаш ва сақланган маълумотларни қайта ишлаш имконияти яратилди.

3.7 Келтирилган мисоллар

Ишлаб чиқилган тизимда индекс усулини кўриб чиқамиз. Таҳлил қилинаётган маълумотлар учта кластерга ажратилган ҳолда стандарт k-Means алгоритмини ҳисоблаш ядросини қўллаб-қувватлаган ҳолда кўриб чиқамиз. Кластерлар сонини чеклаш Расм 3.5 да келтирилган.

Algorithm: kMeansCluster		Data:Data3centers	
K:	Dunn:	KrizanowskiLai:	CalinskiHarabasz:
2	3.886451121508232	100.44130229712732	235.49878358625767
3	4.1668750498145	38.67238457993226	564.3435644060074
4	0.46856615886919123	195.86965819122045	79.09269488250474
5	0.47990608087846903	239.25092575331445	60.34358233859331
6	0.4171179049972137	286.9047482167278	47.673930011447766
7	0.8497670405492217	73.41321223274542	221.99673542983678



Расм3.5 k-means алгоритми таҳлили келтирилган.

Мисолдан кўриниб турибдики, индекснинг уч гуруҳлари учун экстерналь хусусиятларга эга бўлган, класлар сони келтирилган бир гуруҳга кирувчи кластерларга ажратиш келтирилган.

Фойдаланувчи ҳам ўзининг алгоритмларидан кейинги ишларда фойдаланиши учун киритиши мумкин (Расм. 3.6).

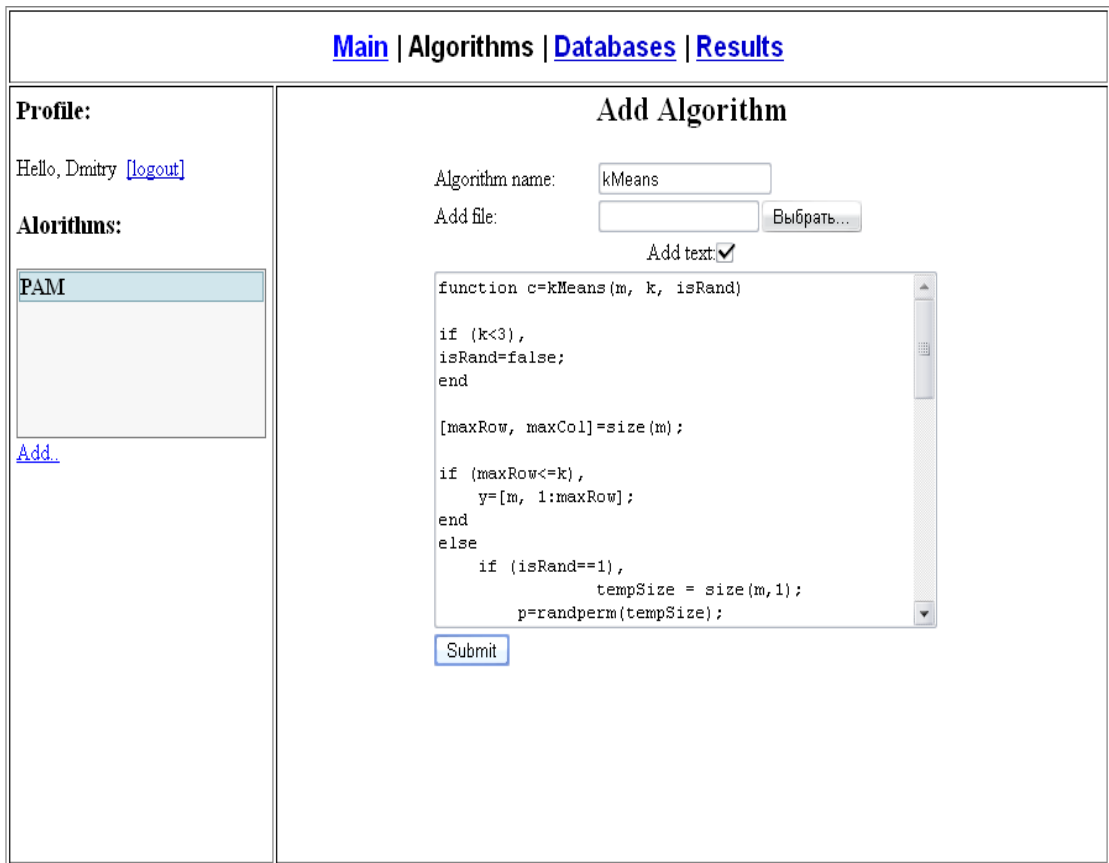
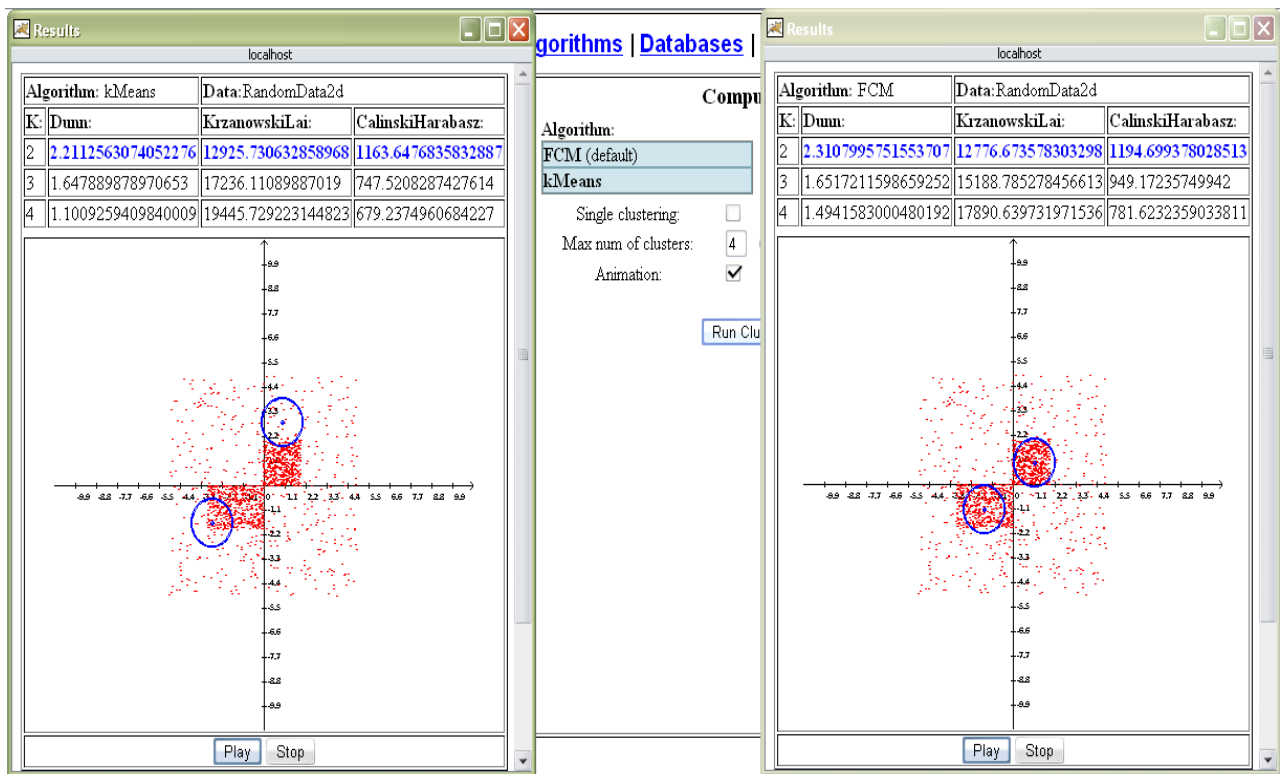


Рис. 3.6 Алгоритмларни қўшиш бўлими.



3.8. III – Боб бўйича хулосалар

1. Кластеризация алгоритмларини MATLAB дастурий тизими бажариш учун қўшимча пакетлар талаб этади. Бу пакетлар очик кодлиси мавжуд эмас.

2. Web-интерфейсда ишловчи тизимларда PHP дастурлаш тилини Javascript функциялари энг қўлай ва самарали усули экан. Javascript функциялар Ерни масофадан зондлашда чекланмаган пакетларни тақдим этиш имкониятига эга. Ушбу функциялар энг тезкор, мустахкам ва мураккаб бўлмаган интерфейсни тақдим эта олади.

3. MySQL тизими маълумотлар билан ишлашда кўп функцияли, Web-иловаларни қўллаб-қувватлашда энг ишончли маълумотлар базасидан бири экан.

4. PHP дастурлаш тили барча имкониятларга эга бўлган Web дастурлашга асосланган амалий дастурлар тизими.

5. Java дастурлаш тилларида сервелат сервери орқали барча маълумотларни юклаш қўллаб-қувватланади. Махсус модуллар org.apache.commons.fileupload пакетлар орқали қўллаб қувватланади.

6. Кластер алгоритмларидан фойдаланишда етарлича билим кўникмаларга эга бўлиш талаб этилади, маълум бир вазифа бажариш учун етарлича самарали усулни танлаш лозим.

7. Кластер ўлчамлари, кластер марказининг дастлабки қиймати, алгоритмни яқунлаш буйруқлари аниқлангандагина кластеризация жараёни тўғри ишлаши мумкин. Ушбу қийматларни нотўғри танланиши жараённинг ишламаслагига олиб келади.

8. Кластерлар дастлабки сонини танлаш. Агар кластерлар сонидан ҳеч қандай маълумотлар келтирилмаган бўлса бир қатор тажрибаларни амалга ошириш ва натижаларни таҳлил қилиш керак.

9. Кластеризация натижаларининг интерпретацияси. Кластерларга ажратишда аниқ усул ва ҳоссалари бўлиши шарт, бундай маълумотлар берилмаган вақтда қайтадан таҳлил қилишга тўғри келади.

Умумий хулосалар

Диссертация иши илмий-амалий аҳамиятга эга бўлиб, Ерни масофадан зондлаш соҳасида бошқарилмайдиган кластеризация ёрдамида мультиспектраль космик тасвирларга автоматик ишлов беришнинг усул ва алгоритмлари таҳлил қилинган. Диссертация ишида Ерни масофадан зондлаш маълумотларига автоматик тарзда ишлов бериш масалалари кўриб чиқилган. Бундан ташқари, диссертация ишида кластеризациянинг итератив усуллари, индекс усуллари уларни баҳолаш шунингдек Хебб алгоритмларининг асосий компонентлари кўриб чиқилган.

Диссертация ишининг якунида қуйидаги асосий натижаларга эришилди:

1. Ерни масофадан зондлаш маълумотларига ишлов беришда мавжуд кластеризация алгоритмлари кўриб ўтилди, улар тўғрисида батафсил маълумот тўпланди ва келажакда қайси соҳада қўллаш бўйича бир нечта таклифлар ишлаб чиқилди.
2. Ерни масофадан зондлашда мультиспекторли маълумотларга ишлов беришда индекс усуллари таҳлил қилинди ва тизимли равишда ҳар бир спекторнинг хусусиятлари аниқланди. Ҳар бир диапазоннинг алоҳида хусусиятлари ўрганилиб тегишли равишда тизимли равишда жадвал кўринишида шакллантирилди.
3. K-means ва ISODATA кластеризация алгоритмлари таҳлил қилинди. Уларнинг қўллаш соҳалари батафсил ёритилди ва ушбу алгоритмлар ёрдамида тегишли равишда космик тасвирларга ишлов бериш усуллари ва кетма-кетликлари ишлаб чиқилди.
4. Ерни масофадан зондлашда кластеризация алгоритмларини бажарувчи мавжуд бир қанча дастурий таъминотларнинг алгоритмлари ва дастурий кодлари ўрганилди натижалар таққосланди ва якунда Кластеризация алгоритмларини бажарувчи янги «Д33 кластеризации» номли дастурий таъминот ишлаб чиқилди.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Lee, C. Analyzing High Dimensional Multispectral Data / C. Lee, D.Lan grebe//IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, July.-1993.- № 4, pp. 792-800.
2. Цветков, В.Я. Геоинформационные системы и технологии / В. Я. Цветков. -М.: Финансы и статистика, 1998.-288 с.
3. Новаковский, Б.А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли / Б. А.Новаковский. - М.: Изд-во Мос. ун-та, 1997. - 193
4. Лурье, И.К. Основы геоинформационного картографирования. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. - 143 с.
5. Колодникова, Н. В. Алгоритмы и программное обеспечение тематического анализа многоспектральных аэрокосмических снимков земных покровов: дис... канд. техн. наук: 05.13.18 : /Колодникова Н. В. - Томск, 2005. -200 с.
6. Хлебникова, Е. П. Повышение эффективности регионального мониторинга по космическим снимкам на основе использования эталонов: дисс.. канд. техн. наук : 25.00.34 / Е. П. Хлебникова. - Новосибирск, 2007 142 с. РГБ ОД, 61:07-5/3342.
7. Программный комплекс ENVI. Учебное пособие. - М.: Совзонд. 2009. - 265с.
8. Наумов, СВ. Особенности обработки космических снимков высокого разрешения / С.В.Наумов // ArcReview 2008. URL: http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_17/10_Snimok.htm.
9. Ермошкин, И.С. Современные средства автоматизированного дешифрирования космических снимков / И.С. Ермошкин // ArcReview № 1 (48).2009. URL: http://www.dataplus.ru/ARCREV/Number_48/12_deshiir.html.
10. Обзор международного рынка дистанционного зондирования Земли. Характеристики спутниковых систем [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ugi.ru/articles/dzz/review-dzz>

- 11.** Панарин, В.А. Применение космических снимков в муниципальном управлении урбанизированных территорий для задач территориального планирования /В.А.Панарин, Р.В.Панарин// Журнал "Геоматика/Geomatics" №3 - М: Инф. агентство «ГРОМ». - 2010. - с. 40с
- 12.** Черепанов, А.С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы /А.С. Черепанов, Е.Г. Дружинина // Журнал "Геоматика/Geomatics" №3 - М: Инф. агентство «ГРОМ». - 2010 . - с. 28
- 13.** Попов; М.А. Использование полного набора нормализованных межканальных индексов многоспектральных космических изображений при классификации покрытий ландшафта / М.А.Попов, С.А.Станкевич // Записки ТНУ им. В.И. Вернадского, Том 20(59). - 2007. - с. 175 -180.
- 14.** Huete, A. Modis Vegetation Index (MOD 13) / А.Huete , G Justice //Algorithm theoretical basis document. - 1999. - pp. 1331 - 1364.
- 15.** Landgrebe, D. Multispectral Data Analysis: A Signal Theory Perspective / D. Landgrebe // School of Electrical & Computer Engineering Purdue University. -2003.-pp. 508.
- 16.** Паклин, Н. Алгоритмы кластеризации на службе Data Mining [Электронный ресурс]. URL: <http://basegroup.ru/clusterization/datamining.htm>
- 17.** Bradley, P.S. Scaling clustering algorithms to large databases / P.S. Bradley,U.M. Fayyad,C.A. Reina //Proc. 4th Int. Conf. Knowledge Discovery and Data Mining, Menlo Park, Calif.: AAAI Press .- 1998. - pp.9 - 15.
- 18.** Yang, Y. CLOPE: A fast and-Effective Clustering Algorithm for-Transactional Data / Y. Yang, H. Guan,J. You // Proceedings of SIGKDD'02, July 23-26, 2002, Edmonton, Alberta, Canada. 2002'. - pp. 682 - 687.
- 19.** Farnstrom, F. Scalability for clustering algorithms revisited / F.Farnstrom, J.Lewis,C.Elkan //SIGKDD Explorations . - 2000. - Vol.2 № 1. - pp. 51 - 57.
- 20.** Elkan C. Using the triangle inequality to accelerate k-means /C. Elkan // Proc. Twentieth Int. Conf. on Machine Learning (ICML'03). - 2003. - pp. 147

- 21.** Вершовский, Е. А. Методика объектно-ориентированного дешифрирования в задачах мониторинга территорий / Е. А. Вершовский // Журнал "Современные наукоемкие технологии", 2009, № 12. - С. 33.
- 22.** Родзин, СИ Программирование алгоритмов распознавания изображений в интерактивной среде MatLab. Лабораторный практикум. Курсовая работа / Е.А. Вершовский, СИ. Родзин — Таганрог : Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. - 68 с.
- 23.** Landgrebe, D. The Evolution of Landsat Data Analysis / D. Landgrebe // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. - 1997. - Vol. LXIII, No.7 . -pp. 859 - 867.
- 24.** Яне, Б. Цифровая обработка изображений /Б. Яне. - М.: Техносфера, 2007.
- 25.** Лурье, И.К. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Часть 1. /И. К.Лурье. -М.издательство ООО "ИНЭКС-92", 2002. - 140 с.
- 26.** Некрасов, В. В. Разработка технологии использования снимков высокого пространственного разрешения при построении цифровой модели рельефа по материалам космических съемок : дис... канд. техн. наук : 25.00.34 /В.В.Некрасов. -Москва, 2008. - 174 с.
- 27.** ДеМерс, М.Н. Геоинформационные системы. Основы. - М: Изд-во Дата+,1999.-490 с.
- 28.** Дробышев, Ф.В. Основы аэрофотосъемки и фотограмметрии. - М: Недра,1973.-288 с.
- 29.** Гонсалес, В. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / В.Гонсалес, Р.Вудс, С.Эддинс, -Москва: Техносфера, 2006. - 616 с.
- 30.** Scheunders, P. A Genetic C-Means Clustering Algorithm Applied to Image Quantization / P. Scheunders // Pattern Recognition- 1997 . - No 30(6). - pp. 859 - 866.
- 31.** Scheunders, P. A Comparison of Clustering Algorithms Applied to Color Image Quantization // Pattern Recognition Letters- 1997- Vol 18. - pp. 1379.

- 32.** Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера. - М.: Физматлит, 2001.
- 33.** Unsupervised Robust Change Detection on Multispectral Imagery Using Spectral and Spatial Features / R. Wiemker, A. Speck // Proceedings of the Third International Airborne Remote Sensing Conference, Copenhagen, Denmark, 1997. - Vol 1. - pp. - 640 - 647.
- 34.** Evangelou, I.E. Data Mining and Knowledge Discovery in Complex Image Data using Artificial Neural Networks / I.E. Evangelou, D.G. Hadjimitsis, A.A. Lazakidou, C Clayton // Workshop on Complex Reasoning on Geographical Data, Cyprus. -2001.-pp.688-699.
- 35.** Remote Sensing and Image Interpretation / T. Lillesand, R. Kiefer // John Wiley & Sons Publishing. - 1994. - pp. 804.
- 36.** Richards, B. Remote Sensing Digital Image Analysis / B. Richards, A. John // An Introduction, Second Edition, Springer Verlag. - 1993. - pp. 255.
- 37.** Книжников, Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований / Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина. - М.: Академия, 2004. – 336 с.
- 38.** Козлов, Д.Н. Инвентаризация ландшафтного покрова методами пространственного анализа для целей ландшафтного планирования /Д.Н. Козлов // Труды Международной школы-конференции "Ландшафтное планирование". - М.: Географический факультет МГУ, 2006. - 280 с.
- 39.** Cooper, G. R. Probabilistic Methods of Signal and System Analysis / G. R.Cooper, C D. McGillem // Second Edition, Holt, Rinehart & Winston. - 1986.
- 40.** Lee, S.U. A comparative performance study of several global thresholding techniques for segmentation / S.U.Lee, S.Y.Chung, R.H.Park // Computer Vision, Graphics, and Image Processing. - 1998. - N o 52. - pp. 171 - 190.
- 41.** Лурье, И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / И.К.Лурье, А.Г.Косиков. Под ред. А.М.Берлянта. - М.: Научный мир, 2003. - 168 с.

- 42.** Злобин, В.К. Колориметрический подход к сегментации облачных образований на многозональных снимках / В.К.Злобин, А.М.Кочергин // Тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. "Космонавтика, Радиоэлектроника, Геоинформатика".-Рязань, 2003. - С. 314.
- 43.** Кузнецов, А.Е. Формирование цветных снимков по спутниковым изображениям среднего и высокого пространственного разрешения / А.Е.Кузнецов, П.Н.Светелкин // Цифровая обработка сигналов. - 2009. - №3. -С. 36-40.
- 44.** Hwang, J. Nonparametric Multivariate Density Estimation / J. Hwang, S.Lay // IEEE Transactions on Signal Processing. - 1994. - Vol. 42, № 10. - pp.
- 45.** Jimenez, L. Projection Pursuit in High Dimensional Data Reduction: Initial Conditions, Feature Selection and the Assumption of Normality / L. Jimenez // IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, // Vancouver, Canada, 1995.-Vol. 1.-pp. 401-406.
- 46.** Scarpa, G. A hierarchical texture model for unsupervised segmentation of remotely sensed images / G. Scarpa, M.Haindl, J.Zerubia// Lecture Notes in Computer Science. - 2007. - pp. 303 - 312.
- 47.** Козодеров, В.В. Методы оценки состояния природно-техногенной сферы по данным аэрокосмического мониторинга: учеб. пособие. — М.: МФТИ, 2008.
- 48.** Чабан, Л.Н. Тематическая классификация многозональных (многослойных) изображений в пакете ERDAS Imagine. Методические указания для лабораторного практикума. — М.: МИИГАиК, 2006.
- 49.** Papoulis, A. Probability, Random Variables, and Stochastic Processes / A. Papoulis // Second Edition, McGraw-Hill. - 1984. – pp
- 50.** Дистанционное зондирование: количественный подход / под ред. Ф. Свейна, Ш. Дэйвис. — М.: Недра, 1983.
- 51.** Scott, D. W. Multivariate Density Estimation. / D. W. Scott // John Wiley & Son.-1992.-pp. 208-212.

- 52.** Crippen, R. E. Calculating the Vegetation Index Faster // Remote Sensing of Environment, 1990. - vol 34. - pp. 71-73.
- 53.** Huete, A. Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds / A.Huete, R.Jackson, D. Post // Remote Sensing of Environment. - 1985. - vol. 17. -pp.37 - 53.
- 54.** Jackson, R. Spectral indices in n-space / R. Jackson // Remote Sensing of Environment.- 1983.-vol. 13.-pp. 409 - 421.
- 55.** Richardson, A. J. Using spectra vegetation indices to estimate rangeland productivity / A. J. Richardson, J. H.Everitt, // Geocarto International. - 1992.
- 56.** Horowitz, S. L. Picture segmentation by a tree traversal algorithm / S. L. Horowitz, T. Pavlidis // J. ACM. - 1976. - Vol. 23, No. 2. - pp. 368 - 388.
- 57.** Осипов, Г. С. Искусственный интеллект: состояние исследований и взгляд в будущее / Г. С. Осипов // Новости искусственного интеллекта. - 2001. - № 1. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.raai.org/about/persons/osipov/pages/ai/ai.html> .
- 58.** Hoffman, D. D. Parts of recognition: Tech. Rep. AIM-732 / D. D. Hoffman, W. Richards. - 1983. - pp. 96 - 99.
- 59.** Introduction to Statistical Pattern Recognition / Fukunaga, K. - San Diego, California: Academic Press Inc. - 1990. - pp. 618.