

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ

### ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Орын Дәмира Қыдыралықызы

(білім алушының Т.А.Ә.)

6B06103 - Математикалық және компьютерлік модельдеу

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Компьютерлік көру жүйесінде нейрондық желі кескінін тану

Дипломдық жұмыс авторы өзінің еңбекқорлығымен, тапсырылған жұмысты уақытымен орындауымен ерекшеленеді.

Дипломдық жұмыс 6B06103-«Математикалық және компьютерлік модельдеу» мамандығына қойылатын талапқа сай орындалған, технологиялық аппаратты математикалық моделдеу үшін қолдану теориясы кеңінен қолданылған.

Диплом жұмысы күрделі тақырыптың бір өзекті мәселесін толығымен камтып, аша алған. Көркемдеу талаптарына сәйкес орындалған. Жұмыс авторы толығымен 92% жоғары бағалануға лайықты.

Ғылыми жетекші:

«Жоғары математика және моделдеу»

факультетінің кафедрасының аға оқытушысы

Лукпанова Л.Х.

(КОЛЫ)

05

2024 ж.



Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті  
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Орын Дамира Қыдыралықызы

Тақырыбы: Компьютерлік қоры жүйесіндегі нейрондық кескінді тану

Жетекшісі: Ляззат Лукпанова

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3.2

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.7

Дәйексөз (35): 0.6

Әріптерді ауыстыру: 4

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 5

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

2024-05-24

Күні



Кафедра меңгерушісі

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технология институты  
Жоғары математика және модельдеу кафедрасы

Орын Дамира Қыдыралықызы

«Компьютерлік көру жүйесіндегі нейрондық кескінді тану»

### **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B06103 - Математикалық және компьютерлік модельдеу


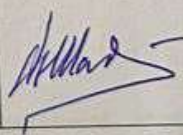
Алматы 2024

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

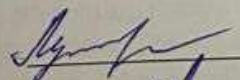
Бөлімдердің атаулары, әзірленетін мәселелердің тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Тақырыпқа байланысты арнайы әдібеттерді қарастыру	03.02.2024	орындалды
Дипломдық жұмыстың жоспарын құру	06.02.2024	орындалды
Негізгі бөлімді қарастыру	01.03.2024	орындалды
Дипломдық жұмысты қорытындылау	16.05.2024	орындалды

Қолтаңбалар

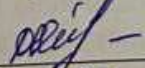
Аяқталған дипломдық жобаға консультанттар мен нормоконтролер оларға қатысты жұмыс бөлімдерін көрсете отырып

Бөлімдердің атаулары	Кеңесшілер Т.А.Ә. (мұғ. дәрежесі, атағы)	Қол қойылған Күні	Қолы
Негізгі бөлім	Лукпанова Л.Х. «Жоғары математика және моделдеу» кафедрасының аға оқытушысы	31.05.2024	
Норма бақылаушы	Шатманов Ж.Ж. физ.-мат. ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор	31.05.2024	

Ғылыми жетекшісі

 Л.Х. Лукпанова

Білім алушы тапсырманы орындауға алды  
Күні

 Орын Дамира  
«31» 05 2024ж

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

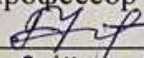
«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технология институты  
Жоғары математика және модельдеу кафедрасы

6B06103 – Математикалық және компьютерлік модельдеу

**БЕКІТЕМІН**

Математика кафедрасының  
меңгерушісі физика- математика  
ғылымдарының, қауымдастырылған  
профессор Тулешева Г.А.

  
“ 31 ” 05. 2024ж

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Орын Дамира Қыдыралықызы

Тақырыбы : «Компьютерлік көру жүйесіндегі нейрондық кескінді тану »

Университет ректорының 2023 жылғы "4" желтоқсандағы № 548-П/Ө  
бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 2024 жылғы "6" мамыр.

Дипломдық жобаның бастапқы деректері:

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелердің тізбесі немесе  
дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

А Жұмысқа жалпы шолу

Б Жұмыстың құрылым бөлімі

В Алынған мәліметтерге негізделген қорытынды

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 8 кітап.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«К.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес  
акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технология институты  
Жоғары математика және модельдеу кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
Математика кафедрасының  
меңгерушісі физика-  
математика ғылымдарының  
кандидаты, қауымдастырылған  
профессор Тулешева Г.А.

*[Signature]*  
«31» 05. 2024ж

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Компьютерлік көру жүйесінде нейрондық желі кескінін тану»

6B06103 - Математикалық және компьютерлік модельдеу

Орындаған

Орын Д. Қ.

Рецензент

Ғылыми жетекші

ҚР ҒЖБМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш  
технологиялар институтының  
аға ғылыми қызметкері, PhD

*[Signature]*  
К.Т. Алғазы  
«31» мамыр 2024 ж.

Техника ғылымдарының  
магистрі, аға оқытушы  
*[Signature]* Л.Х. Лукпанова  
«31» мамыр 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
"Қ. И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ  
ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ" КЕАҚ  
Автоматика және ақпараттық технология институты  
Жоғары математика және модельдеу кафедрасы

6B06103 « Математикалық және компьютерлік модельдеу»  
мамандығының студенті Орын Дамираның дипломдық жұмысына берілген

**СЫН ПІКІР**

Мамандығы: 6B06103 « Математикалық және компьютерлік модельдеу»  
Дипломдық жұмыс тақырыбы: Компьютерлік көру жүйесінде нейрондық  
желі кескінін тану

Орындалды:

а) графикалық бөлімі \_\_\_\_\_ парақ

ә) түсіндірме жазба \_\_\_\_\_ бет

б) математикалық есептерді шешу, модельдерді қорытындылау \_\_\_\_\_ бет

**ЖҰМЫСҚА ҚАТЫСТЫ ЕСКЕРТУЛЕР**

Бұл дипломдық жұмыста студент компьютерлік математикалық  
моделдері мен моделдеу туралы білімін арттырды.

Әр түрлі математикалық есептерді шешу үшін компьютерде қолданбалы  
программалар пакетін (MatCad, MatLab сияқты т.б.) қолдана білу керек  
болды және практикада кеңінен қолданатын есептерді қарастырды.

Нейрондық желілер компьютерлік көру әдістерімен бірге ақпаратты  
жылдам және сапалы өңдеу бағытында негізгі құралдарға айналды.  
Бұл жұмыста нейрондық желілердің жұмыс істеу принциптері және  
компьютерлік көру әдістері, сондай-ақ олардың адам қызметінің әртүрлі  
салаларындағы рөлі зерттелді.

Дипломдық жұмыс мақсатқа сай және жоғары техникалық дәрежеде  
орындалған. Жұмысқа қатысты ескертулер ретінде техникалық әдебиеттерді  
аударуда кеткен кейбір қателіктерді келтіруге болады.

**Жұмысқа берілген баға**

Дипломдық жұмысқа – 92% «өте жақсы» деген баға қоямын және Орын  
Дамира – 6B06103 «Математикалық және компьютерлік модельдеу»  
мамандығы бойынша бакалавр біліктілігіне лайық деп санаймын.

**Сын-пікір беруші**

ҚР ҒЖБМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш  
технологиялар институтының аға ғылыми  
қызметкері, PhD \_\_\_\_\_ Алғазы К.Т.

«24»



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технология институты  
Жоғары математика және модельдеу кафедрасы

Орын Дамира Қыдыралықызы

«Компьютерлік көру жүйесіндегі нейрондық кескінді тану»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B06103 - Математикалық және компьютерлік модельдеу

Алматы 2024



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес  
акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технология институты  
Жоғары математика және модельдеу кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
Математика кафедрасының  
менгерушісі физика-  
математика ғылымдарының  
кандидаты, қауымдастырылған  
профессор Тулешева Г.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024ж

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Компьютерлік көру жүйесіндегі нейрондық кескінді тану»

6B06103 - Математикалық және компьютерлік модельдеу

Орындаған

Орын Д.Қ.

Рецензент

Ғылыми жетекші

ҚР ҒЖБМ ҒК Ақпараттық есептеу  
технологиялары институтының  
аға ғылыми қызметкері, PhD  
\_\_\_\_\_ К.Т. Алғазы  
« \_\_\_\_ » мамыр 2024 ж.

Техника ғылымдарының  
магистрі, аға оқытушы  
\_\_\_\_\_ Л.Х. Лукпанова  
« \_\_\_\_ » мамыр 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технология институты  
Жоғары математика және модельдеу кафедрасы

6B06103 – Математикалық және компьютерлік модельдеу

**БЕКІТЕМІН**

Математика кафедрасының  
менгерушісі физика- математика  
ғылымдарының, қауымдастырылған  
профессор Тулешева Г.А.

“ ” \_\_\_\_\_ 2024ж

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Орын Дамира Қыдыралықызы

Тақырыбы : «Компьютерлік көру жүйесіндегі нейрондық кескінді тану»

Университет ректорының 2023 жылғы "4" желтоқсандағы № 548-П/Ө  
бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 2024 жылғы "6" мамыр.

Дипломдық жобаның бастапқы деректері:

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелердің тізбесі немесе  
дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

А Жұмысқа жалпы шолу

Б Жұмыстың құрылым бөлімі

В Алынған мәліметтерге негізделген қорытынды

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 8 кітап.

Дипломдық жұмысты дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атаулары, әзірленетін мәселелердің тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Тақырыпқа байланысты арнайы әдібеттерді қарастыру	03.02.2024	орындалды
Дипломдық жұмыстың жоспарын құру	06.02.2024	орындалды
Негізгі бөлімді қарастыру	01.03.2024	орындалды
Дипломдық жұмысты қорытындылау	16.05.2024	орындалды

**Қолтаңбалар**

Аяқталған дипломдық жобаға консультанттар мен нормоконтролер оларға қатысты жұмыс бөлімдерін көрсете отырып

Бөлімдердің атаулары	Кеңесшілер Т.А.Ә. (мұғ. дәрежесі, атағы)	Қол қойылған Күні	Қолы
Негізгі бөлім	Лукпанова Л.Х. «Жоғары математика және моделдеу» кафедрасының аға оқытушысы		
Норма бақылаушы	Шатманов Ж.Ж. физ.-мат. ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор		

Ғылыми жетекшісі

\_\_\_\_\_ Л.Х.Лукпанова

Білім алушы тапсырманы орындауға алды  
Күні

\_\_\_\_\_ Орын Дамира  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024ж

## АНДАТПА

Жұмыста кескінді тану, ақпаратты басқару, жүйені өңдеу және автоматтандырылған жүйелер, сондай-ақ шешім қабылдау жүйелері мәселелері талданады. Графикалық кескінді тану теориясының негізі кескінді өңдеу теориясының принциптері болып табылады.

Түсті объектілерді тану процесінде кескінді сүзу әдістері, морфологияның математикалық операциялары, жарықтылық пен контрасты өзгерту, түсті кванттау, түс кеңістігін түрлендіру қолданылады. Үлгіні тану кибернетикада маңызды орын алады, адам мен компьютердің өзара әрекеттесуін жақсартады және әртүрлі жасанды интеллект жүйелерін пайдалануды жеңілдетеді.

Жұмыста түс құрамдас бөліктері бойынша кескінді сегменттеу, кескіндегі нысандарды таңдау, сүзу және кейіннен тану әдістері талқыланады.

Көрнекі үлгіні танудағы соңғы жетістіктер конволюционды нейрондық желілер мен модель масштабын азайту әдістерінің дамуымен байланысты. Дегенмен, қол жеткізілген жетістіктерге қарамастан, қазіргі зерттеулер кескінді тану алгоритмдері әлі де биологиялық визуалды жүйелердің мүмкіндіктеріне толық сәйкес келмейтінін көрсетеді.

## АННОТАЦИЯ

В работе анализируются вопросы распознавания изображений, управления информацией, обработки систем и автоматизированных систем, а также систем принятия решений. Основу теории распознавания графических изображений составляют принципы теории обработки изображений.

В процессе распознавания цветных объектов применяются методы фильтрации изображений, математические операции морфологии, изменение яркости и контрастности, квантование цвета, а также преобразование цветовых пространств. Распознавание образов занимает важное место в кибернетике, улучшая взаимодействие человека с компьютером и способствуя применению различных систем искусственного интеллекта.

В работе рассматриваются методы сегментации изображений по цветовым компонентам, выделения, фильтрации и последующего распознавания объектов на изображении. Исследования в этой области ведутся уже давно, в том числе работы Недавние успехи в области распознавания визуальных образов связаны с разработкой сверточных нейронных сетей и методов снижения масштаба моделей. Однако, несмотря на достигнутый прогресс, современные исследования показывают, что алгоритмы распознавания изображений все еще не полностью соответствуют возможностям биологических зрительных систем.

## ABSTRACT

The work analyzes issues of image recognition, information management, system processing and automated systems, as well as decision-making systems. The basis of the theory of graphic image recognition is the principles of image processing theory.

In the process of recognizing colored objects, image filtering methods, mathematical operations of morphology, changing brightness and contrast, color quantization, and color space transformation are used. Pattern recognition occupies an important place in cybernetics, improving human-computer interaction and facilitating the use of various artificial intelligence systems.

The paper discusses methods for image segmentation by color components, selection, filtering and subsequent recognition of objects in the image. Recent advances in visual pattern recognition come from the development of convolutional neural networks and model downscaling techniques. However, despite the progress made, current research shows that image recognition algorithms still do not fully match the capabilities of biological visual systems.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Тану теориясымен байланысты анықтамалар	9
2	Түс кеңістігі	11
2.1	Адамның көзқарасы (зрение)	11
2.2	Машиналық графикадағы түс көрінісі	12
2.3	RGB түс кеңістігі	13
2.4	CIE LAB түс кеңістігі	13
3	Кескінді өңдеу әдістері	15
3.1	Шекті өңдеу ( Thresholding )	15
3.2	Суреттерді сүзгіден өткізу (фильтрация)	16
3.2.1	Сызықтық фильтрлер	16
3.2.2	Сызықтық емес фильтрлер	16
3.3	Математикалық морфология	17
4	Кескінді жіктеу әдісі: перцептрон	20
5	Бағдарламалық қамтамасыз етуді іске асыру	22
5.1	Python	22
5.2	Бейнені тану тапсырмасы	22
5.3	Таңбаларды тануды бағдарламалық жүзеге асыру	23
5.3.1	Анықтамалық бейнелерді дайындау	23
5.3.2	Графикалық файлдарды оқу үлгісіне көрсету	27
5.3.3	PYTHON ортасында ЖНЖ құру және оқыту	28
5.3.4	Оқытылған ЖНЖ-ның баспа таңбаларын тануы	29
	Қорытынды	32
	Пайдаланылған әдебиеттер	33

## КІРІСПЕ

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері:

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты компьютерлік көру жүйелерінде нейрондық желі кескінін тану принциптері мен әдістерін, сондай-ақ оларды практикалық есептерде қолдануды зерттеу болып табылады.

Осы мақсатқа жету үшін келесі зерттеу міндеттері тұжырымдалды:

- 1 Нейрондық желілердің негізгі принциптерін зерттеу және оларды кескіндерді өңдеуде қолдану.
- 2 Бейнелерді тану үшін қазіргі заманғы нейрондық желінің архитектурасын талдау.
- 3 Нейрондық желі модельдерінің өнімділігін бағалау үшін әртүрлі деректер жинақтарымен эксперименттер жүргізу.
- 4 Бейнелерді танудың нейрондық желі әдістерін енгізу үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу.
- 5 Әртүрлі салаларда нейрондық желі кескінін тану практикалық қолдануларын зерттеу.

Компьютерлік көру жүйелері медицина, автомобиль жасау, қауіпсіздік, робототехника және т.б. сияқты әртүрлі салаларда қолдануды тауып, заманауи әлемнің ажырамас бөлігіне айналды. Нейрондық желідегі кескінді тану әдістері визуалды деректердің автоматты талдауын қамтамасыз етуде негізгі рөл атқарады, бұл көптеген процестердің тиімділігі мен автоматтандырылуын арттыруға әкеледі.

Бейнені тану ақпаратты басқару, өңдеу жүйелері және автоматтандырылған жүйелер мен шешім қабылдау жүйелерінің маңызды компоненттерінің бірі болып табылады. Кейбір қасиеттер мен белгілердің түпкілікті жиынтығымен сипатталатын объектілерді, құбылыстар мен сигналдарды жіктеуге және анықтауға байланысты міндеттер робототехника, ақпараттық іздеу, визуалды деректерді бақылау және талдау, жасанды интеллектті зерттеу сияқты салаларда туындайды. Алгоритмдік кескінді өңдеу және жіктеу қауіпсіздік, қол жеткізуді басқару және басқару жүйелерінде, бейнебақылау жүйелерінде, виртуалды шындық жүйелерінде және ақпараттық іздеу жүйелерінде қолданылады. Қазіргі уақытта өндірісте қолжазба мәтінін, автомобиль нөмірлерін, саусақ іздерін немесе адамның бет-әлпетін тану жүйелері кеңінен қолданылады, олар бағдарламалық жасақтама интерфейстерінде, қауіпсіздік және сәйкестендіру жүйелерінде және басқа мақсаттарда қолданылады.

Сонымен қатар, графикалық бейнені тану теориясының негізі кескінді өңдеу теориясының тұжырымдамаларына негізделген. Түсті нысандарды тану процесінде кескіндерді сүзгіден өткізу (фильтрация), математикалық морфология операциялары, кескіндердің жарықтығы мен контрастын өзгерту, түстерді кванттау және графикалық кескіндерді басқа түс кеңістіктеріне түрлендіру қолданылады. Қазіргі уақытта үлгіні тану

кибернетиканың жетекші бағыттарының бірі болып табылады: ол адамның компьютермен өзара әрекеттесуін жеңілдетеді және әртүрлі жасанды интеллект жүйелерін қолданудың алғышарттарын жасайды.

Бұл жұмыста кескіндерді түс компоненттеріне бөлу, бөлектеу, сүзу және осы кескіннен кескіндерді кейіннен тану әдістері қарастырылады.

Бұл саладағы қарқынды зерттеулер көп жылдық тарихқа ие және Д.Хубел мен Т. Визельдің, [41-43], Т. Кохоненнің [51], М. Турк пен А. Петландтың [91], Д. Хинтонның [39,54], Я. Лекунның [55,56] және басқалардың еңбектерімен тығыз байланысты. Соңғы уақытта, конвульсиялық нейрондық желілер және констелляциялық модельдер өлшемдерін төмендету әдістерінің пайда болуымен визуалды үлгіні тануда айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізілді. Алайда, қол жеткізілген жетістіктерге қарамастан, қазіргі заманғы зерттеулер кескінді тану алгоритмдерінің биологиялық визуалды жүйелердің толыққанды қабілеттеріне ие емес екендігін растайды, мысалы, тану кластарының кең, жоғарыдан шектелмеген жиынтығында жұмыс істеу қабілеті, инвариантты түрлендірулерге төзімділік және санаттардағы объектілердің өзгергіштігі.

## **1 Тану теориясымен байланысты анықтамалар**

Кескінді тану және компьютерлік көру саласында келесі бағыттар белсенді түрде зерттелуде:

- 1 Deep Learning және CNN қолдану: Терең нейрондық желілер, әсіресе CNN, кескінді талдаудың негізгі әдісі болды. Желі архитектурасы мен оқыту әдістерінің жетістіктері нәтижелердің айтарлықтай жақсаруына әкелді.
- 2 Объектілерді анықтау және сегменттеу: кескіндердегі объектілерді дәл анықтау және шығару әдістері, соның ішінде терең оқытуға негізделген тәсілдер әзірленуде.
- 3 Кескін сапасын жақсарту: тану алгоритмдерінің өнімділігін айтарлықтай жақсартатын шуды азайту және айқындау сияқты кескін сапасын жақсарту үшін әдістер зерттелуде.
- 4 Деректерді кеңейту: оқу деректер жинағын кеңейту және үлгілердің жалпылау мүмкіндігін жақсарту үшін деректерді кеңейту әдістерін қолдану.
- 5 Жеткіліксіз деректерден үйрену: Белгіленген деректердің шектеулі көлеміне үлгілерді үйретуге мүмкіндік беретін әдістерді әзірлеу.
- 6 Модельдің түсіндірмесі: Зерттеу кескінді тану модельдерінің, әсіресе терең оқыту контекстінде қалай жұмыс істейтінін түсінуге бағытталған.
- 7 Әртүрлі салалардағы қолданбалар: Кескінді тану әртүрлі салаларда қолданбаларға ие және зерттеулер нақты салалардағы мәселелерді тиімді шешу үшін арнайы әдістерді әзірлеуге бағытталған. Бұл зерттеу бағыттары кескінді тану және компьютерлік көру салаларында маңызды. Келесі аспектілерді қарастырайық:
- 8 Кескінді құру әдістері: Бұл саладағы зерттеулер генеративті қарсыластық желілерді (GANs) қоса, терең оқытуды пайдалана отырып, кескінді қалыптастыру әдістерін дамытуға бағытталған. Бұған оқу деректер жинағын жақсарту үшін шынайы кескіндерді жасау және кескіндерді синтездеу кіреді.
- 9 Көп класты және көп орындық классификация: Зерттеу әртүрлі класстардың бірнеше объектілері болған кезде немесе кескіннің әртүрлі бөліктерінде объектілер орналасуы мүмкін болған кезде кескіндердегі объектілерді тану және жіктеу әдістерін әзірлеуге бағытталған.
- 10 Бейнені тану және өңдеу: Бұл саладағы зерттеулер бейнедегі объектілер мен оқиғаларды тану, сондай-ақ нақты уақыт режимінде бейне ағындарын талдау және өңдеу әдістерін әзірлеуге бағытталған.
- 11 Кеңістіктік және уақыттық контексттерді қарастыру: тану жүйелерінің дәлдігі мен сенімділігін арттыру үшін кескінді тану кезінде кеңістіктік және уақыттық контексттерді ескеретін әдістерді әзірлеу.
- 12 Автономды жүйелердегі қолданбалар: Бұл саладағы зерттеулер өздігінен жүретін автомобильдер, робототехника және дрондар сияқты



автономды жүйелерде қолдану үшін кескінді тану және компьютерлік көру әдістерін дамытуға бағытталған.

Үлгілерді (объектілерді, сигналдарды, жағдайларды, құбылыстарды немесе процестерді) тану - объектіні анықтау немесе оның кескіні (оптикалық тану) немесе аудиожазбасы (акустикалық тану) немесе басқа сипаттамалары бойынша оның қандай да бір қасиеттерін анықтау тапсырмасы.

Кескін-бұл, қоршаған ортадан оқшаулауға және қажетті шешімдер қабылдау үшін басқа объектілермен немесе процестермен топтастыруға мүмкіндік беретін объект немесе процестің сипаттамасы [1]. Бейнелер объективті қасиеттерге ие, өйткені әртүрлі бақылау материалдарында оқитын әр түрлі адамдар бір объектілерді бірдей, бір-біріне тәуелсіз түрде жіктейді.

Нысанның бейнесі-бұл органдарға қатысты жағдайына қарамастан, тану жүйесінің кез-келген қабылдаушы органының көрінісі. Кез-келген жалпы қасиеттермен біріктірілген кескіндер жиынтығы сурет деп аталады. Элементті кез - келген кескінге жатқызу әдісі шешуші ереже деп аталады. Гистограмма кескін жарықтығының таралуының графикалық көрінісі деп аталады.

Суреттің белгісі оның ең қарапайым ерекшелігі немесе қасиеті деп аталады Кейбір белгілер табиғи болып табылады, өйткені олар кескінді визуалды талдау арқылы белгіленеді, ал басқалары, жасанды белгілер деп аталатындар, оны арнайы өңдеу немесе өлшеу нәтижесінде пайда болады. Табиғи белгілерге кескіннің әртүрлі аймақтарының жарықтығы және құрылымы, нысандардың контурларының пішіні жатады. Жарықтықтың таралу гистограммалары мен кеңістіктік жиілік спектрлері жасанды белгілердің мысалдарын береді.

Метрика-кейбір жиынның (множество) элементтері арасындағы қашықтықты анықтау әдісі. Бұл қашықтық неғұрлым аз болса, нысандар (сандар, функциялар, таңбалар, дыбыстар және т.б.) соғұрлым ұқсас болады. Әдетте элементтер сандар жиынтығы ретінде, ал метрика функция ретінде беріледі. Бағдарламаның тиімділігі кескінді ұсынуды таңдауға және метриkanı іске асыруға байланысты, әр түрлі өлшемдері бар бірдей тану алгоритмі әр түрлі жиілікте қателеседі.

Оқыту (Обучение) - белгілі бір жүйеде сыртқы түзету жүйесіне бірнеше рет әсер ету арқылы сыртқы бірдей сигналдар топтарына белгілі бір реакцияны дамыту процесі. Оқытудағы мұндай сыртқы түзету әдетте "көтермелеу" және "жазалау" деп аталады. Бұл түзетудің генерациялау механизмі оқу алгоритмін толығымен анықтайды. Өзін-өзі оқыту жүйеге реакцияның дұрыстығы туралы қосымша ақпарат берілмейтіндігімен қарапайым оқытудан өзгешеленеді.

Бейімделу - бастапқы белгісіздік пен өзгертін жұмыс жағдайында жүйенің белгілі бір күйіне қол жеткізу үшін ағымдағы ақпарат негізінде жүйенің параметрлері мен құрылымын, мүмкін басқару әсерлерін өзгерту процесі.

## **2 Түс кеңістігі**

Түс кеңістігі - түстерді сандар түрінде көрсету үшін қолданылатын координаталар жүйесі. Ол бағдарламалар мен құрылғыларға оларды дәйекті түрде шығаруға мүмкіндік беретін, сандық түрде түстердің қалай көрсетілетінін анықтайды.

Ең көп таралған түс кеңістігінің бірі - RGB (қызыл, жасыл, көк), мұнда әрбір түс оның қарқындылығын анықтайтын 0-ден 255-ке дейінгі санмен көрсетіледі. Басқа танымал түс кеңістігіне басып шығаруда қолданылатын CMYK (көгілдір, күлгін, сары, қара) және көптеген пайдаланушылар үшін түстерді интуитивті түрде көрсететін HSV (реңк, қанықтылық, мән) кіреді.

Әрбір түс кеңістігінің өз ерекшеліктері мен қолданылуы бар. Мысалы, RGB экранды пайдалану үшін жақсы жұмыс істейді, ал CMYK түстердің кең ауқымын дәлірек шығару мүмкіндігіне байланысты басып шығару үшін жақсы жұмыс істейді.

Түс кеңістігі графикалық дизайнда, фотосуретте, басып шығаруда және түстерді дәл көрсету қажет болатын басқа салаларда маңызды рөл атқарады. Олардың арасындағы айырмашылықтарды түсіну және нақты тапсырма үшін дұрыс таңдау мүмкіндігі дизайнерлер мен суретшілерге қажетті нәтижелерге қол жеткізуге көмектеседі.

### **2.1 Адамның көзқарасы (зрение)**

Адам үшін түс - бұл заттан жарықтың шағылысуынан туындаған психологиялық сезім. Бұл сезім мида түске сезімтал жасушалар - көз торының рецепторлары қозған және тежелген кезде пайда болады. Адамның көзінде фоторецепторлар деп аталатын жарыққа сезімтал жасушалардың екі түрі бар: жоғары сезімтал таяқшалар және аз сезімтал колбалар.

Таяқшалар салыстырмалы түрде төмен жарық жағдайында жұмыс істейді және түнгі көру механизмінің әсеріне жауап береді, бірақ сонымен бірге олар қоршаған ортаны тек бейтарап түсте қабылдауды қамтамасыз етеді. Колбалар таяқшалардан гөрі жарықтың немесе жарықтылықтың жоғары деңгейінде жұмыс істейді және күндізгі көру механизміне жауап береді, оның айрықша ерекшелігі түсті көруді қамтамасыз ету қабілеті болып табылады. Олар спектрдің қызыл, жасыл және көк бөліктеріне сәйкес келеді және көбінесе олар ең сезімтал толқын ұзындығына сәйкес ұзын (L), орташа (M) және Қысқа (S) деп аталады. Адамның әрбір түс сезімі үш негізгі түстің сезімінің қосындысы ретінде ұсынылуы мүмкін: қызыл, жасыл және көк. Түстерді субъективті қабылдау көптеген параметрлерге байланысты: жарықтылық, жарықтықтың өзгеру жылдамдығы, түс температурасы, көрші заттардың түсі және физиологиялық ауытқулар.

## 2.2 Машиналық графикадағы түс көрінісі

Түс ұғымы адамның белгілі бір жиілік диапазонындағы электромагниттік толқындарды қабылдауын сипаттағанда пайда болады. Адам 400 нм - ден ұзын толқындарды қабылдайды-күлгін түс, 700 нм-ге дейін қызыл түс [3]. Осылайша, жарық ағынының ең жалпы сипаттамасы оның спектрлік функциясы бола алады.

Сезімталдық қисықтарындағы шырлар қызыл, жасыл және көк түстерге сәйкес келеді. Айта кету керек, көк түске сезімталдық қалған екеуіне қарағанда әлдеқайда төмен. Сондай-ақ, адамның жарықты қабылдауының маңызды қасиеті оның сызықтығы болып табылады: спектрлік функциялары бар екі жарық көзімен жарықтандырылған кезде, адам оларды  $1(\lambda) + 2(\lambda)$  қосындысына тең спектрлік функциясы бар біреу ретінде қабылдайды.

Бұл факт Грассман заңы деп аталады [3]. Колбаның әр түрлі типтері үшін қабылдау аймақтары бір - біріне сәйкес келетіндіктен, әртүрлі спектрлік сипаттамалары бар, бірақ бірдей түске ие деп қабылданатын толқындардың ағындары - метамерлер пайда болады.

Машина графикасында түс кеңістігі деп түс көрінісінің математикалық моделі деп аталады, онда әрбір түс негізгі түстердің белгілі бір кеңістігіндегі координатаны білдіреді. Көптеген түс кеңістіктері үшін кеңістіктің координаттарын түстерге көрсету биективті болып табылады, дегенмен жалпы жағдайда бұл картаға түсіру сурьективті болып табылады.

Түсті бөлу дегеніміз-түсті кескінді көбейтудің технологиялық кезеңі, онда күрделі спектрлік құрамның жарығы бірнеше бөлікке бөлінеді монохромды компоненттер, олардың әрқайсысында тек бір түс немесе түс кеңістігінің басқа параметрі туралы ақпарат бар. Түстердің бөлінуінен алынған кескіндер түс арналары деп аталады.

## 2.3 RGB түс кеңістігі

Жоғарыда қарастырылған адамның көру моделіне қарай отырып, қолданысқа RGB үш өлшемді түс моделі жеткілікті түрде негізделген деп айтуға болады. Онда негізгі түстер сәйкесінше қызыл, жасыл және көк болып табылады. Түстің әр координаты бүтін және  $[0, 255]$  аралығында жатыр. Осылайша, RGB моделі  $256^3 = 1677721$  түстен тұрады. Бұл модель екі түсті қосу мағынасында аддитивтілік қасиетімен сипатталады  $(r_1, g_1, b_1)$  және  $(r_2, g_2, b_2)$  (1) формула бойынша есептелген жаңа түсті құрайды.

$$\frac{\sin(255 - x) + 1}{2} (255 - x) + 255, x = (r_1 + r_2, g_1 + g_2, b_1 + b_2) \quad (1)$$

$(x, x, x)$ ,  $x \in [0, 255]$  векторлары RGB жүйесінде сұр градация түстеріне сәйкес келеді, нөлдік вектор  $(0, 0, 0)$  қара түске, ал вектор  $(255, 255, 255)$  ақ түске сәйкес келеді. Біз компоненттердің бірі жеткілікті үлкен болған кезде, яғни  $[200, 255]$  сегментінде жатса, ал қалған екеуі  $[0, 50]$ -де, яғни кішкентай болса, алынған рең басым түске жақын болады. Әйтпесе, егер екі түстің мөлшері үлкен болса, ал қалғаны кішкентай болса, онда алынған реңктер екінші реттік түстер деп аталады. Олардың аттарын 1-кестеден көруге болады.

Кесте-1 доминантты және оларға сәйкес келетін екінші реттік түстер

Басым түстер	Оларға сәйкес екінші реттік түстер
R, G	Yellow (Сары)
R, B	Magenta (Күлгін)
G, B	Cyan (Ашық көк)

RGB түс моделі мониторлар мен проекторларда қолданылатын техникада кең таралған.

## 2.4 CIE LAB түс кеңістігі

CIE LAB ( $L^*a^*b$  деп те аталады) - халықаралық жарықтандыру комиссиясы 1976 жылы енгізген түс кеңістігі (фр. Commission internationale de l'éclairage). CIE LAB -бұл, шексіз түстерді, соның ішінде адам көзіне көрінбейтін түстерді бейнелеуге болатын үш өлшемді кеңістік. Сандық бейнелеу үшін CIE LAB шектеулі үш өлшемді бүтін кеңістікте көрсетіледі. Көбінесе  $L$   $[0, 100]$ - шегінде,  $a$  және  $b$   $[-128, 127]$  немесе  $[0, 255]$ - шегінде болады.

$L$  шамасы нүктенің жарықтығына жауап береді:  $L = 0$  қара түсті,  $L = 100$  ақ түсті білдіреді.  $a=0$  және  $b=0$  мәндері бейтарап сұр реңктерге сәйкес келеді.  $A$  осі түстің қызыл-жасыл компонентін білдіреді, жасыл түстер абсцисстің теріс мәндерінде, қызыл түстер оң мәндерде болады. Сол сияқты  $b$  сары-көк түстерді, теріс бөлігінде көк түстерді, оң жағында сары түстерді білдіреді. Егер  $a, b \in [0, 255]$  болса, 128-нүкте нөлдік санақ болып саналады.

Бұл модельде  $L, a, b$  элементтері арасында көздің сызықтық емес реакциясын имитациялауға арналған сызықтық емес қатынастар берілген. Сонымен қатар,  $L^*a^*b$  түс кеңістігіндегі компоненттердің біркелкі өзгеруі адам қабылдаған түстің біркелкі өзгеруіне сәйкес келеді, сондықтан  $L^*a^*b$  кеңістігіндегі кез келген екі түс арасындағы салыстырмалы қашықтықты немесе қабылдаудағы айырмашылықтарды әрбір түсті үш өлшемді кеңістіктегі

нүкте ретінде қарастыру арқылы жуықтауға болады. Содан кейін түстер арасындағы қашықтық сәйкес нүктелер арасындағы евклидтік қашықтық арқылы анықталады

### 3 Кескінді өңдеу әдістері

#### 3.1 Шекті өңдеу ( Thresholding )

Шекті өңдеу- ақ-қара суреттерді сегментациялаудың қарапайым әдісі. Егер түс мәні белгілі бір шекті мәннен үлкен болса, суреттің әр пикселін ақ (255) түске ауыстырады. Егер пиксель мәні шекті мәннен аз болса-пиксель түсі қара (0) болып ауыстырылады. Әдіс сонымен қатар бинаризация деп те аталады. Егер бізді қызықтыратын объект ақ түске ие болса және қара фонда орналасса немесе керісінше болса, онда объектінің нүктелерін анықтау орташа жарықтылық шегін белгілеудің маңызды емес міндеті болып табылады. Орташа жарықтық шегі-әр пиксельдің жарықтығы салыстырылатын мән.

- 1 Мысал: шекті автоматты түрде таңдау алгоритмі.
- 2 Бастапқы жуықтауды орнатыңыз - шек (мысалы, суреттің жарықтығының жартысын пайдалану);
- 3 кескінді екі бөлікке бөліңіз: пиксель жарықтығы шекті мәннен кіші немесе оған тең аймақ; пиксель жарықтығы шекті мәннен үлкен аймақ;
- 4 әр аймақтың орташа жарықтығын есептеңіз;
- 5 есептелген аудандардағы орташа жарықтылықтың орташа мәні ретінде жаңа шекті есептеңіз;
- 6 Егер жаңа шектік шама мен алдыңғы шектік шама айырмашылығы берілген кіші шамадан артық болмаса, онда жаңа шек есептеліп, жаңа шекке тең болады. Олай болмаған жағдайда, шекті мәнді жаңасымен ауыстырып, екінші қадамды қайталаңыз.

Шекті табудың эвристикалық әдістерінен басқа, Оцу әдісі сияқты статистикалық әдістер де кеңінен қолданылады. Оцу әдісі гистограммада екі ерекше шыңның болуын болжайды. Әдіс шектің шыңдардан бірдей қашықтықта орналасқан мәнін табады. Оцу әдісінің жұмысының мысалын 1-суреттен көруге болады.

Кескін біркелкі жарықтандырылмаған кезде адаптивті шекті өңдеу қолданылады. Оның мәні мынада: шегі бүкіл кескін үшін жалпылама түрде берілмейді, бірақ белгілі бір аймақ үшін есептеледі. Бүкіл кескін үшін бекітілген шектің бинаризациясы орындай алмаған жағдайда, бұл кескіннің контурын айқындауға мүмкіндік береді.



1-сурет – Оцу әдісімен бинаризацияның мысалы

## 3.2 Суреттерді сүзгіден өткізу (филтрация)

### 3.2.1 Сызықтық фильтрлер

Тегістейтін сүзгілер бейнелерді кескінсіз немесе бұлыңғыр етеді. Нақтырақ айтсақ, пішіндердің контурын тегістеу үшін конволюция деп аталатын сүзгі қолданылады. Оның мәні-суреттің әр пикселі оны қоршаған пикселдердің орташа мәнімен ауыстырылады. Әр сүзгінің өз ядросы бар, ол коэффициенттер матрицасы. Оған мақсатты кескіннің іргелес пиксельдері көбейтіледі. Бұл ядро әртүрлі өлшемдерге ие болуы мүмкін, оған байланысты сүзгінің қарқындылығы артады немесе төмендейді.

Ең қарапайым конволюция сүзгісі - орташалау сүзгісі [2]. Оның квадрат ядросы бар, әр элемент  $\frac{1}{n*m}$ - ге тең, мұндағы  $n*$ - ядро өлшемі. Ядро шуды басу процедурасы өңделген кескіннің орташа жарықтығының өзгерісін тудырмайтындай етіп қалыпқа келтіріледі.

Тағы бір мысал-Гаусс бұлыңғырлығы (размытие). Оның  $r$  радиусты,  $(u, v)$  өлшемді  $(m, n)$  пикселінің ядросы (2) формула бойынша есептеледі:

$$y(m, n) = \frac{1}{2\pi r^2} \sum_{u, v} e^{-\frac{(u^2+v^2)}{2r^2}} x(m + u, n + v) \quad (2)$$

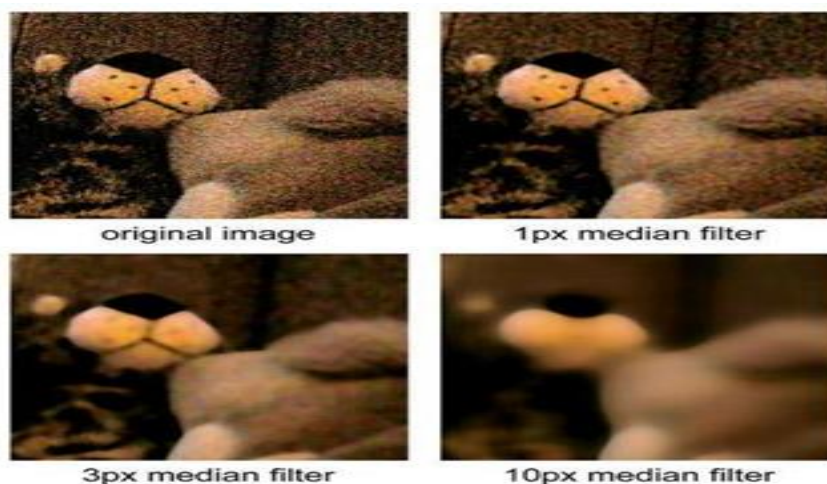
### 3.2.2 Сызықтық емес фильтрлер

Кескін бейне сенсорының шуы, фотоматериалдардың түйіршікті шуы және тарату арнасындағы қателер сияқты әртүрлі шығу тегі бар шулар мен кедергілерден зақымдалуы мүмкін. Олардың әсерін классикалық статистикалық сүзу әдістерін қолдану арқылы азайтуға болады. Мүмкін болатын тағы бір тәсіл кеңістіктік өңдеудің эвристикалық әдістерін қолдануға негізделген. Бейне сенсорларының шуы немесе тарату арнасындағы қателер

әдетте суретте кеңістіктік корреляциясы жоқ оқшауланған элементтердің шашыраңқы өзгерістері ретінде көрінеді. Бұрмаланған элементтер көбінесе көрші элементтерден айтарлықтай ерекшеленеді. Бұл бақылау шуды басуды қамтамасыз ететін көптеген алгоритмдерге негіз болып табылады.

Медианалық сүзу - сызықтық емес сигналдарды өңдеу әдісі. Бұл әсіресе ақ шуды сүзуде тиімді. Бір өлшемді медианалық сүзгі-бұл элементтердің, суреттердің тақ санын қамтитын жылжымалы терезе. Орталық элемент терезедегі барлық кескін элементтерінің медианасымен ауыстырылады. Дискретті реттілік  $a_1, \dots, a_n$  -дің медианасы, тақ  $n$  үшін  $\frac{(n-1)}{2}$  шамасы бойынша одан кіші немесе оған тең элементтері және  $\frac{(n-1)}{2}$  шамасы бойынша оған тең немесе оған тең элементтері бар мүшесі болып табылады [2].

Терезе сүзілетін сигнал бойымен қозғалады және есептеулер қайталанады. Орташалау сүзгісінен айырмашылығы, кескіннің орталық пикселі есептелмейді, бірақ сүзу сапасын арттыратын терезеден кейбір пиксельмен ауыстырылады. Медианалық сүзгіні қолданудың мысалын 2-суреттен көруге болады. Медианалық сүзгі сызықтық емес, өйткені екі ерікті тізбектің қосындысының медианасы олардың медианаларының қосындысына тең емес, бұл кейбір жағдайларда сигналдарды математикалық талдауды қиындатуы мүмкін.



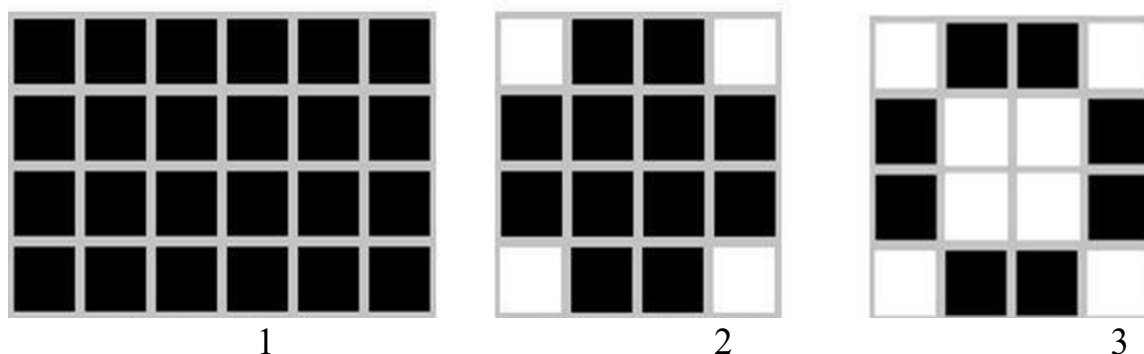
2-сурет – Сүзгі терезесінің радиусының үш түрлі мәні бар шулы кескінге медианалық сүзгіні қолданудың мысалы

### 3.3 Математикалық морфология

Морфологиялық талдау және кескінді өңдеу теориясы мен техникасы жиынтық теориясына негізделген. Бинарлық морфологияны қарастыратын болсақ: кескін тікбұрышты екілік матрицалар түрінде ұсынылады, мұндағы



бірлік ақ, ал нөл қара дегенді білдіреді. Әрбір морфологиялық операция үшін, сүзгілер сияқты, бұл жағдайда құрылымдық элемент деп аталатын ядро қажет [4]. Негізгі құрылымдық элементтерді 3-суреттен көруге болады.



3-сурет – Математикалық морфологияның негізгі құрылымдық элементтері

- 1 BOX[H, W] - берілген өлшемдегі тіктөртбұрыш;
- 2 DISK [R] - берілген өлшемдегі диск;
- 3 RING[R] - берілген өлшемдегі сақина
- 4  $P(x, y) \in N^2$ -кескіннің пиксельдерінің координаттары.

Негізгі операциялар:

- Тасымалдау (3):

$$P_t = \{x + t | x \in P\} \quad (3)$$

Операция кескіннің әр пикселін  $t$  векторына ауыстырады

- Өсіру (4):

$$A \oplus B = \bigcup_{b \in B} A_b \quad (4)$$

$B$  құрылымдық элементі бинарлық(екілік) кескіннің барлық пикселдеріне қолданылады. Құрылымдық элементтің координаттарының басталуы(центрі) бірлік екілік пиксельмен біріктірілген сайын, бүкіл құрылымдық элементке тасымалдау және одан кейінгі логикалық қосу (логикалық НЕМЕСЕ операциясы) сәйкес екілік кескін пикселдерімен қолданылады. Логикалық қосу нәтижелері бастапқыда нөлдік мәндермен инициализацияланған нәтижелік екілік кескінге жазылады.

- Эрозия(5):

$$A \ominus B = \{B_z \subseteq A\}$$

Егер қандай да бір позицияда құрылымдық элементтің әрбір бірлік пикселі екілік кескіннің бірлік пикселімен сәйкес келсе, онда құрылымдық элементтің орталық пикселінің логикалық қосылуы нәтижелік кескінінің

сәйкес пикселімен орындалады. *Эрозия* операциясын қолдану нәтижесінде құрылымдық элементке қарағанда кішірек барлық нысандар жойылады, жіңішке сызықтармен қосылған нысандар ажыратылады және барлық нысандардың өлшемдері кішірейеді.

- Тұйықталу (6):

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

Тұйықталу операциясы суреттегі кішкене ішкі "тесіктерді" "жабады" және аймақтың шеттеріндегі ойықтарды алып тастайды. Егер алдымен *өсіру* операциясы қолданылса, онда біз кішкене тесіктер мен саңылаулардан арыла аламыз, бірақ сонымен бірге объектінің контуры ұлғаяды. Бұл ұлғаюды болдырмауға мүмкіндік беретін сол құрылымдық элементпен жасалған *өсіру* операциясынан кейін орынадалған *эрозия* операциясы.

- Ажырату (7):

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

*Эрозия* операциясы шағын нысандарды және әртүрлі шуды жою үшін пайдалы, бірақ бұл операцияның кемшілігі бар — қалған барлық нысандар кішірейеді. Егер *эрозия* операциясынан кейін сол құрылымдық элементпен *өсіру* операциясы қолданылса, бұл әсерді болдырмауға болады. Ажырату құрылымдық элементке қарағанда кішірек барлық нысандарды сүзгіден өткізеді, бірақ сонымен бірге нысандардың өлшемін қатты кішірейтпеуге көмектеседі. Сондай-ақ, *ажырату* қалыңдығы құрылымдық элементтің диаметрінен аз сызықтарды жою үшін өте қолайлы. Сондай-ақ, осы операциядан кейін объектілердің контурлары тегіс болатынын есте ұстаған жөн.

#### 4 Кескінді жіктеу әдісі: персептрон

Алынған сүзгіден өткізілген кескіндерді жіктеу мәселесін шешу үшін персептронға негізделген жіктеу әдісі өте тиімді. Персептрон өз кезегінде жасанды нейрондарға негізделген - ми жасушасының моделі.

Жасанды нейрон-өлшенген сумматор, оның жалғыз шығысы(выход) (8) формуласы бойынша оның кірістері(вход) мен салмақ матрицасы арқылы анықталады.

$$y = f(u), u = \sum_{i=1}^n x_i w_i + x_0 w_0 A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (8)$$

Мұнда  $u$  функциясы индукцияланған жергілікті өріс деп аталады,  $f(u)$  – белсендіру функциясы немесе шекті функция, ал  $x_i$  және  $w_i$  — сәйкесінше нейрондық кірістер мен кіріс салмақтарындағы сигналдар. Белсендіру функциясы нейронның шығысындағы сигналдың оның кірістеріндегі сигналдардың өлшенген қосындысына тәуелділігін анықтайды. Көп жағдайда ол монотонды түрде өседі және  $[0, 1]$  немесе  $[-1, 1]$  мәндер аймағына ие, алайда ережеден тыс жағдайлар да бар.

Персептрон үш негізгі құрылымдық элементтен тұрады: кіріс, жасырын және шығыс қабаты. Бірнеше жасырын қабаттар болуы мүмкін. Персептрондағы әрбір қабат келесіге байланысты, байланыс толық- яғни бірінші қабаттың әрбір нейроны келесі қабаттың әрбір нейронымен байланысады. Нейрондардың қабаттарын байланыстыратын қабырғалар синапстар деп аталады.

- Кіріс қабаты бірінші жасырын қабаттың әрбір нейронына кіріс сигналын жібереді;
- Жасырын қабаттар нейрондардан тұрады, әдетте активтендіру функциясы ретінде (9) қолданылады:

$$f(s) = \frac{1}{1+e^{-2\alpha s}} \quad (9)$$

- Шығу қабаты да нейрондардан тұрады, шығу қабатының шығысы персептронның шығу мәні ретінде түсіндіріледі.
- Кейбір оқиғаны болжау үшін немесе, мысалы, суретте көрсетілген санды анықтау үшін персептронның кірістеріне мәндер беріледі, әдетте  $[0,1]$  арасында, кіріс деректерді білдіреді. Кіріс қабатынан алынған деректер синапстар арқылы нейрондардың бірінші жасырын қабатына беріледі. Барлық жасырын қабаттардан өткеннен кейін сигнал шығыс қабатына,

нейрондық желінің шығысы немесе нейрондық желінің мәні деп аталатын шығыс мәндеріне түседі.

Перцептронды оқыту - нейрондық желінің мәні қалағанға жақын болатын шығудан басқа барлық нейрондар үшін  $w_i$  коэффициенттерін есептеу. Кез-келген нейрондық желіні оқыту үшін белгілі бір тәжірибе қажет, ол перцептрон үшін белгіленген тестілік мәліметтер жиынтығы болып көрінеді. Белгіленген деп аталу себебі, нейрондық желіге әрбір кіріс жинағына сәйкес келетін, оның жауап ретінде беруі керек дұрыс жауап енгізіледі.

Перцептронды оқыту үшін қатені кері тарату әдісі тиімді. Бұл процесті жүзеге асыру үшін метрика ұғымы қажет. Метрика-бұл белгілі бір кеңістіктің нүктелері арасындағы қашықтықты анықтайтын функция, біздің жағдайда бұл  $R^n$  жауап кеңістігі  $[0,1]$ , мұндағы  $n$ -шығыс нейрондарының саны.

Оқыту келесідей түрде жүреді: оқу үлгісінің элементі перцептронның кірісіне беріледі, желі өзінің шығыс мәнін есептейді, шығыс қабатының қателігі ретінде - дұрыс жауап пен нейрондық желінің жауабы арасындағы қашықтық есептеледі. Қатені кері тарату әдісімен перцептронның барлық жасырын қабаттары үшін қателік мәндері дәйекті түрде есептеледі, соңғысынан бастап, содан кейін қатенің шамасына негізделген жасанды нейрондардың салмақтары реттеледі.

Бұл әдістің артықшылығы-ол нейрондық желінің барлық қабаттарын оқыта алады және әр қабат үшін жергілікті түрде есептеу оңай. Алайда, бұл әдіс өте ұзақ, сонымен қатар оны қолдану үшін нейрондардың активтендіру функциясы дифференциаланатын болуы керек.

## 5 Бағдарламалық қамтамасыз етуді іске асыру

### 5.1 Python

Python жүйесі интерактивті даму ортасына біріктірілген жоғары деңгейлі тақырыптық бағдарламалау тілі болып табылады. Жүйенің негізгі мақсаты - сандық есептеулер жүргізу және нәтижелерді визуализациялау. Жүйенің көмегімен - біз MatLab жүйеге енгізілген мамандандырылған кеңейтімдерді қолдана отырып, деректерді талдауға, меншікті алгоритмдерді жасауға, процестер мен жүйелердің математикалық модельдерін, аналитикалық және есептік қосымшаларды жасай аламыз.

Жүйе бағдарламалаудың бірқатар салаларында кеңінен қолданылды:

- өңдеу және байланыс;
- жасанды интеллект;
- суреттер мен бейнелерді өңдеу;
- басқару жүйелері;
- тестілеу мен өлшеуді сигналдарды автоматтандыру;
- процестерді модельдеу;
- қаржылық болжау;
- биологиядағы аналитикалық есептеулер және т. б.

Жүйенің есептеу "қозғалтқышы" нақты, жан - жақты және аналитикалық деректер түрлерінің матрицаларымен, деректер құрылымдарымен және іздеу кестелерімен қарапайым және ыңғайлы жұмысты қамтамасыз етеді.

Python құрамында сызықтық алгебраның кіріктірілген функциялары, жылдам Фурье түрлендірулері (FFT), көп мүшелермен жұмыс істеу функциялары, математикалық статистика функциялары, дифференциалдық теңдеулерді сандық (және кеңейтімдерді қолдану арқылы - және аналитикалық) шешу.

Python ортасында жұмыс келесі екі режимде жүзеге асырылады.

- Интерактивті режим. Есептеулер келесі PYTHON командасын тергеннен кейін бірден жүзеге асырылады, есептеулер нәтижесінде алынған кейбір айнымалыларға тағайындалады.

- Бағдарлама режимі. Жұмыс Python тілінде жазылған, деректерді енгізуді, есептеулерді аяқтауды және нәтижелерді экранға шығаруды қамтамасыз ететін командалардың толық жиынтығын қамтитын бағдарламаларды шақыру арқылы жүргізіледі.

### 5.2 Бейнені тану тапсырмасы

Python үшін бейнені тану -ұсынылған объектілерді бірнеше (класстарға) санаттарға жіктеу. Бұл тапсырмадағы кескіндер объектілер деп аталады.

Жіктеу мәселесін шешу прецеденттерге негізделген. Прецедент-бұрын жіктелген (яғни, ол үшін-дұрыс жіктеу белгілі) жіктеу есептерін шешу үшін үлгі ретінде қабылданған объект.

Қазіргі жаратылыстану-ғылыми дүниетанымда прецеденттерді талдау негізінде шешім қабылдау идеясы іргелі екенін атап өткен жөн. Тану мәселесін шешу үшін барлық объектілер немесе құбылыстар шектеулі класстар санына бөлінеді деп есептейміз. Әр топ үшін прецедент объектілерінің шектеулі саны белгілі және зерттелген.

Содан кейін үлгіні тану міндеті бұрын кездеспеген объектілерді берілген топтардың кез келгеніне жатқызу болып табылады.

Үлгіні тану міндеті жасанды интеллект жүйелерінің көптеген түрлерінде өте маңызды рөл атқарады. Кейбір топтарын қарастыра болсақ:

- Компьютерлік көру жүйелері. Цифрлық камералар арқылы кескіндерді алуды және оларды символдық түрде декодтауды, суретте қандай нысандар бар екенін, олардың координаттары мен қозғалыс параметрлері қандай екенін, олардың бір-біріне қатысты қалай орналасқанын және т. б. анықтау

- Таңбаларды тану-әріптерді немесе сандарды цифрландыру;
- Optical Character Recognition (OCR);
- құжаттарды енгізу және сақтау;
- компьютерлік жазу (Pen Computer);
- банктік чектерді өңдеу;
- қағаз поштаны өңдеу.
- Медициналық диагностика:
- маммография, рентгенография;
- ауру тарихы бойынша диагноз қою;
- электрокардиограмма.
- Өндірістегі Дефектоскопия.

### **5.3 Таңбаларды тануды бағдарламалық жүзеге асыру**

#### **5.3.1 Анықтамалық бейнелерді дайындау**

Анықтамалық кескіндер жиынтығының мысалы ретінде 0-ден 9-ға дейінгі он цифрдан тұратын тізбекті келтіруге болады. Бұл мысалдағы кескіндер саны  $N=10$ . Әрбір кескін класы тек бір эталонмен сипатталған жағдайда, бізде  $N$ -ге тең класс саны болады.

Әрбір эталон бейне кескіні биттік форматтағы графикалық файл ретінде қалыптасады. Файл кеңейтімі PYTHON ортасында қолданылатын графикалық файл түрлерімен анықталады. Қолданылатын файл түрі – *tif*.

Кескіннің графикалық файлдарын жасау үшін "Paint" немесе "Adobe Photoshop" секілді кез-келген графикалық редакторды қолдануға болады.

Әрбір кескін файлын жасау кезінде келесі әрекеттер тізбегін орындау қажет:

- 1 Оның параметрлерін орнату арқылы жаңа файл жасау:
- 2 аты (операциялық жүйеде рұқсат етілген форматта);
- 3 ені (N1 пиксель);
- 4 биіктігі (N2 пиксель);
- 5 түс режимі.
- 6 Графикалық редактор құралдарын пайдаланып, қажетті таңба кескінін жасау.
- 7 Жасалған кескінді жұмыс папкасына *tif* типті файл ретінде сақтау.

```
from PIL import Image, ImageDraw, ImageFont

#Сурет параметрлері
N1, N2 = 120, 15 #пиксельдегі кескіннің ені мен биіктігі
font_size = 10
color = 'black'

#Жаңа кескін жасау
image = Image.new('RGB', (N1, N2), color='white')
draw = ImageDraw.Draw(image)

#Қаріп жолы (жүйеде қаріп жолын көрсетіңіз)
font_path = "arial.ttf"
font = ImageFont.truetype(font_path, font_size)

#Интервалдармен 0-ден 9-ға дейінгі сандардан жол құру
text = ' '.join(str(i) for i in range(10))

#Мәтінді көрсету
draw.text((5, 2), text, font=font, fill=color) #Мәтіннің орны мен түсі

#Суретті TIFF форматында сақтау
image.save("digits_0_to_9.tif")

#Кескінді көрсету
image.show()

print("Сурет сәтті жасалды және сақталды.")
```

... Сурет сәтті жасалды және сақталды.



4-суретте – N1 = 10, N2 = 12 пиксельдегі сандардың графикалық таңбаларының мысалдары келтірілген

```
from termcolor import colored

# Создаем строку из цифр от 0 до 9 с интервалами
numbers = ' '.join(str(i) for i in range(10))

# Выводим строку с фиолетовым цветом и жирным шрифтом
print(colored(numbers, 'magenta', attrs=['bold']))
```

[10] ✓ 0.0s

... 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

4-сурет – Цифрлардың графикалық символдарының мысалы

Жасанды нейрондық желілерді (ЖНЖ) сәтті оқыту үшін кескіндердің әр класы (символ түрі) үшін бір ғана оқу бейнесін қалыптастыру жеткіліксіз. Себебі танылатын кескіндер (ЖНЖ жұмысының бейнені тану кезеңінде) көптеген себептерге байланысты жиі оқудағы үлгіден өзгеше болады:

- баспа таңбаларының қаріптері мен стильдерінің айырмашылығы;
- цифрландыру қателері;
- бастапқы кескіннің сапасы төмен, т. б.

ЖНЖ-ны оқыту үшін біз бағдарлама каталогында dataset – шулы(зашумленные) суреттері бар файлдар жиынтығын дайындаймыз. Dataset дайындайтын бағдарлама 5-суретте көрсетілген.

Код:

```
from termcolor import colored
import pyfiglet

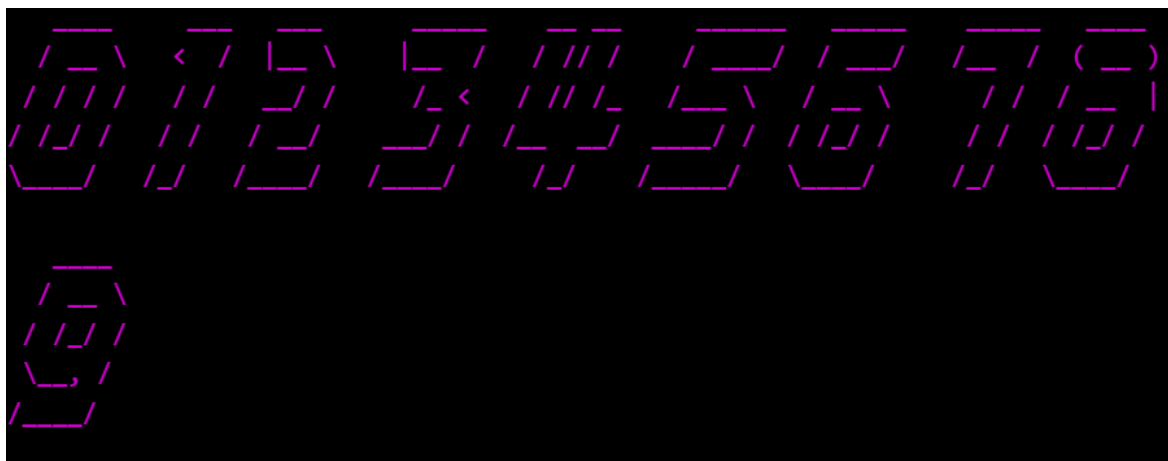
#0-ден 9-ға дейінгі сандардан жол құру
numbers = ' '.join(str(i) for i in range(10))

#Әдемі мәтін жасау үшін pyfiglet пайдалану
figlet_text = pyfiglet.figlet_format(numbers, font="slant")

#Күлгін түсті және қалың қаріппен жолды шығару
print(colored(figlet_text, 'magenta', attrs=['bold']))
```

[21] ✓ 0.0s





5-сурет – Шулы бейне мысалдарын жасау бағдарламасы

Бір пиксельдегі *шу* ықтималдығы  $C = X + ((B > 0,7))$  жолымен анықталады. Сызықтық үлестірілген *шу* ықтималдығымен жақшадағы Сан неғұрлым жоғары болса, *шу* ықтималдығы соғұрлым төмен болады. 0,7 көрсеткішімен жұмыс жасаған кезде оқу үлгісінің *шулы* таңбалары 6-суреттегідей көрінеді.

Код:

```

import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Сурет параметрлері
N1, N2 = 28, 28 #пиксельдегі кескіннің ені мен биіктігі
font_size = 20
text_color = 'black'
background_color = (128/255, 0, 128/255)
num_black_dots = 50

# Кескіндерді жасау және көрсету
fig, axes = plt.subplots(2, 5, figsize=(10, 5))

for digit in range(10):
    ax = axes[digit // 5, digit % 5]
    ax.set_xlim(0, N1)
    ax.set_ylim(0, N2)
    ax.set_facecolor(background_color)

    # Санды көрсету
    ax.text(N1/2, N2/2, str(digit), color=text_color, fontsize=font_size, ha='center', va='center')

    # Санды көрсету
    ax.text(N1/2, N2/2, str(digit), color=text_color, fontsize=font_size, ha='center', va='center')

    # Қара нүктелерді қосу
    for _ in range(num_black_dots):
        x = np.random.uniform(N1 * 0.3, N1 * 0.7) #нүктелерді Сан бар аймаққа шектеу
        y = np.random.uniform(N2 * 0.3, N2 * 0.7)
        ax.plot(x, y, 'k.', markersize=1)

    ax.axis('off')

plt.tight_layout()
plt.show()

```



6-сурет – Шулы оқыту мысалдары

### 5.3.2 Графикалық файлдарды оқу үлгісіне көрсету

Әр таңбаның анықтамалық кескіні  $[N]$  бағанының векторы түрінде ұсынылған, оның  $N$  элементтерінің саны белгілер санына тең (басқаша айтқанда,  $N$  – белгілер кеңістігінің өлшемі). Мұндай баған векторы екі өлшемді кескін массивінен қалыптасады  $[N1, N2]$ , ол өз кезегінде кескіннің графикалық файлын *imread* (графикалық файлды оқу процедурасы) және *reshape* (екі өлшемді массивті бір өлшемді баған векторына түрлендіру процедурасы) командалары арқылы оқығанда қалыптасады. Кескіннің контрастылығы *logical* типтегі векторлар мен матрицаларды пайдалануды қамтамасыз етеді.

```
import matplotlib.pyplot as plt

#Шрифттың параметрлері
font_size = 20
font_weight = 'bold'
text_color = 'purple'

#Терезе құру
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 2))
ax.set_xlim(-1, 10)
ax.set_ylim(0, 1)
ax.axis('off')

#0 ден 9 ға дейінгі сандарды шығару
for i in range(10):
    ax.text(i, 0.5, str(i), fontsize=font_size, fontweight=font_weight, color=text_color, ha='center', va='center')

#Терезені көрсету
plt.show()
```

✓ 0.0s

7-сурет – Python-дағы оқу үлгісін оқу код

Мағынасы: Бұл код *matplotlib* кітапханасын терезені құру және 0-ден 9-ға дейінгі сандарды қою және күлгін түстермен көрсету үшін пайдаланады. Қаріп параметрлері орнатылады, белгілі бір ось шекаралары бар терезе жасалады, осьтердің дисплейі өшіріледі, сандар көрсетіледі, содан кейін терезе экранда көрсетіледі.

### 5.3.3 PYTHON ортасында ЖНЖ құру және оқыту

- 1 ЖНЖ оқытуға дайындық келесі қадамдарды қамтиды:
- 2 *YR* оқыту бейнелерінің екі өлшемді массивін қалыптастыру, оның әр бағаны бір кескіннің *N* белгілерінің жиынтығы, ал *K* бағандарының саны оқу кескіндерінің санына тең.
- 3 *YR* мақсатты жауаптарының екі өлшемді массивін қалыптастыру.
- 4 *feedforwardnet* командасының көмегімен қажетті құрылымы мен параметрлері бар ЖНЖ құру.
- 5 ЖНЖ оқыту процесін *train* командасы іске қосады.
- 6 Баспа таңбаларын тану мәселелерін шешу үшін біз нейрондар саны 50 - ге тең бір жасырын қабаты бар үш қабатты ЖНЖ қолданамыз. Шығу қабатында жіктеу кластарының санына сәйкес келетін нейрондар саны бар. Сәйкес MatLab коды 8- суретте көрсетілген.

```
import numpy as np
from PIL import Image
import os

#Графикалық файлдардан бастапқы деректерді оқу
CharsetNames = ['0_chartif', '1_chartif', '2_chartif', '3_char.tif', '4_chartif',
| | | | | '5_chartif', '6_chartif', '7_chartif', '8_char.tif', '9_char.tif']
k = 0
N2 = len(CharsetNames)
XR = []
YR = []

#Суреттердің ағымдағы каталогта екеніне көз жеткізіңіз немесе оларға жол көрсетіңіз
image_path = './images/' #Суреттеріңізге жол көрсетіңіз

#Суреттер бойынша өту
for i in range(1, 3): #The Python диапазоны [1, 3) MATLAB-қа тең [1:2]
    A = CharsetNames[i - 1] #Python-да индекстеуді есепке алу үшін 0-ге
    for j in range(1, 21):
        k += 1
        ReadName = os.path.join(image_path, f'{j}_{A}') #Файл атауын жасау
        if not os.path.exists(ReadName):
            print(f"{ReadName} файлы табылмады, өткізіп жіберіңіз.")
            continue
        X = np.array(Image.open(ReadName).convert('1'), dtype=bool) #Кескінді оқу және логикалық массивке түрлендіру
        N = X.size
        XR.append(X.reshape(N))
YO = np.zeros(N2, dtype=bool)
YO[i - 1] = True #Python-да индекстеуді есепке алу үшін 0-гемещысу
YR.append(YO)

#Тізімдерді numpy массивтеріне түрлендіру
XR = np.array(XR)
YR = np.array(YR)

print("XR shape:", XR.shape)
print("YR shape:", YR.shape)
```

[41] ✓ 0.0s

8-сурет – PYTHON-дағы ЖНЖ құру және оқыту коды

Түсіндіру:

Суреттерге жол `image_path` айнымалысы арқылы орнатылады.

Файлды өңдеуден бұрын оның бар-жоғы тексеріледі. Егер файл табылмаса, хабарлама шығады және файл жіберілмейді.

PII көмегімен кескіндерді логикалық массивтерге түрлендіру.

XR және YR массивтерін деректер мен сынып белгілерімен толтыру.

Әрі қарай жұмыс істеу үшін тізімдерді numpy массивтеріне түрлендіру.

### 5.3.4 Оқытылған ЖНЖ-ның баспа таңбаларын тануы

X [N] баған векторы ретінде кіріс әсерінде Y реакциясын қалыптастырудан тұратын ЖНЖ Net жұмысы `sim(Net,X)` командасымен жасалады.

Әр түрлі бұрмалану дәрежесі бар баспа таңбаларын тану кезінде ЖНЖ жұмысын тестілеу 9-суретте көрсетілген MatLab коды арқылы жүзеге асырылады.

```
import numpy as np
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow.keras.optimizers import SGD

#Үлгі деректер (оны XR және YR деректерімен ауыстырыңыз)
XR = np.random.rand(100, 784) #100 мысал, 784 белгінің әрқайсысы (мысалы, 28x28 сурет)
YR = np.random.randint(2, size=(100, 10)) #Әрқайсысы 10 мүмкін сыныптары бар 100 мысал
#Деректерді дайындау
InData = XR.astype(np.float32)
OutData = YR.astype(np.float32)

#Нейрондық желі параметрлері
n_hidden = 50
n_output = OutData.shape[1]

#Модель құру
model = Sequential([
    Dense(n_hidden, input_dim=InData.shape[1], activation='tanh'),
    Dense(n_output, activation='sigmoid')
])

#Оқу параметрлерін теңшеу
optimizer = SGD(learning_rate=0.0001, momentum=0.95)
model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer=optimizer, metrics=['accuracy'])
```

```
#Модельді оқыту
model.fit(InData, OutData, epochs=100, batch_size=32, verbose=1)

#Модельді бағалау
loss, accuracy = model.evaluate(InData, OutData, verbose=0)
print(f'Loss: {loss}, Accuracy: {accuracy}')
```

[1] ✓ 10.5s

... Epoch 1/100  
c:\Users\AXAH\AppData\Local\Programs\Python\Python312\Lib\site-packages\keras\src\layers\core\dense.py:87: UserWarni  
super().\_\_init\_\_(activity\_regularizer=activity\_regularizer, \*\*kwargs)  
4/4 ██████████ 1s 5ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2897  
Epoch 2/100  
4/4 ██████████ 0s 4ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2940  
Epoch 3/100  
4/4 ██████████ 0s 3ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2896  
Epoch 4/100  
4/4 ██████████ 0s 3ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2905  
Epoch 5/100  
4/4 ██████████ 0s 640us/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2942  
Epoch 6/100  
4/4 ██████████ 0s 2ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2871  
Epoch 7/100  
4/4 ██████████ 0s 5ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2906  
Epoch 8/100  
4/4 ██████████ 0s 5ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2910  
Epoch 7/100  
4/4 ██████████ 0s 5ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2906  
Epoch 8/100  
4/4 ██████████ 0s 5ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2910  
Epoch 9/100  
4/4 ██████████ 0s 3ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2856  
Epoch 10/100  
4/4 ██████████ 0s 0s/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2893  
Epoch 11/100  
4/4 ██████████ 0s 3ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2880  
Epoch 12/100  
4/4 ██████████ 0s 5ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2861  
Epoch 13/100  
4/4 ██████████ 0s 4ms/step - accuracy: 0.0000e+00 - loss: 0.2849  
...  
4/4 ██████████ 0s 6ms/step - accuracy: 0.1110 - loss: 0.2643  
Epoch 100/100  
4/4 ██████████ 0s 5ms/step - accuracy: 0.0924 - loss: 0.2634  
Loss: 0.2641142010688782, Accuracy: 0.07999999821186066  
Output is truncated. View as a [scrollable element](#) or open in a [text editor](#). Adjust cell output settings...

## 9-сурет – PYTHON-дағы ЖНЖ құру және оқыту коды

### Түсіндіру:

Деректерді дайындау: `xr` және `YR` деректерін `float32` форматына түрлендіру.

Нейрондық желі параметрлері: жасырын нейрондардың (`n_hidden`) және шығыс нейрондардың (`n_output`) санын анықтаңыз.

Модель жасау: екі қабатты модель жасаңыз:

50 нейроны бар жасырын қабат және `tanh` активациясы.

`Sigmoid` белсендірілген Шығыс қабаты.

Оқу параметрлерін теңшеу: біз `SGD` оптимизаторын берілген оқу жылдамдығымен және `momentum`-мен қолданамыз.

Модельді оқыту: біз модельді `In data` және `outdata` деректерінде 100 дәуір бойы оқытамыз.

Модельді бағалау: біз модельді бағалаймыз және шығын функциясының мәні мен дәлдігін аламыз.

Нәтижесінде ЖНЖ тіпті бейненің қатты бұрмаланған кезінде де жақсы тануды көрсетеді. ЖНЖ жұмысының сапасын объективті бағалау үшін, болашақта бейнені танудың ықтималдық сипаттамаларын есептеу қажет. Өте қарапайым мысалды талдағанымызға қарамастан ЖНЖ жақсы көрсеткіш көрсетіп тұр.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе, компьютерлік көру жүйесінде нейрондық желі кескінін тану заманауи технологиялар мен зерттеулерде маңызды рөл атқарады. Терең нейрондық желілер, әсіресе конволюционды нейрондық желілер (CNN), кескіндердегі объектіні тану және жіктеу тапсырмаларында жоғары өнімділікті көрсетті. Желі архитектурасындағы жетістіктер, оқу техникасы және қол жетімді деректердің үлкен көлемі осы салада айтарлықтай жетістіктерге әкелді.

Дегенмен, айтарлықтай жетістіктерге қарамастан, зерттеушілер мен әзірлеушілер алдында тұрған қиындықтар бар. Олардың кейбіреулері үлгілерді үйрету үшін таңбаланған деректердің үлкен көлемінің қажеттілігін, шешімдердің интерпретациялану мәселелерін және нақты әлемдегі өзгергіштік пен әртүрлілік жағдайында алгоритмдердің тиімділігін шектеуді қамтиды.

Бұл саладағы одан әрі ілгерілеу осы міндеттерді шешуге бағытталған терең зерттеулерді қажет етеді. Бұл жаңа желі архитектураларын әзірлеуді, тапшы деректерден үйрену әдістерін және үлгі өнімділігі мен түсіндірмелілігін түсінуді жақсартуды қамтуы мүмкін.

Жалпы алғанда, компьютерлік көру жүйесінде нейрондық желі кескінін тану өмір мен өнеркәсіптің әртүрлі салаларында жаңа қосымшаларды дамытуды және табуды жалғастыратын маңызды және перспективалы зерттеу саласы болып табылады.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Яндeкс Деректерді талдау мектебінен (<https://www.youtube.com/playlist?list=PLujxSBD-JXgnGmsn7gEyN28P1DnRZG7qi>) кескінді тану үшін терең оқыту бойынша дәрістер
- 2 Головин, А.М., Даценко, А.И., және Кузнецов, М.П. «Суретті тану үшін терең оқыту». «БХВ-Петербург» баспасы, 2018. (ISBN-13: 978-5-9775-4478-6)
- 3 Конуров, В.В., Амосова, Н.Н. «Компьютерлік көру мәселелерін тереңдетіп оқыту». «Форум» баспасы, 2019. (ISBN-13: 978-5-91889-483-5)
- 4 Кадуриh, А. «Терең оқыту. Нейрондық желілер әлеміне ену». DMK Press, 2018. (ISBN-13: 978-5-94074-924-0)
- 5 Ларкин, И., Маркаев, А. «Нейрондық желілер. Теория негіздері». Бином, 2018. (ISBN-13: 978-5-94774-330-9)