

FACE RECOGNITION ЖҮЙЕЛЕРІ АРҚЫЛЫ БІЛІМ БЕРУ ПРОЦЕСІН ЦИФРЛАНДЫРУ

Нсанбаев Дінмұхаммедрахмани Сүлейменұлы

nsanbaev.15@gmail.com

«Дизайндағы қолданбалы информатика» білім бағдарламасының 2 курс магистранты
Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қ, Қазақстан Республикасы
Ғылыми жетекшісі, Ележанова Ш.К. – ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор

Аннотация: Бұл мақалада бет тану (Face Recognition) жүйелерін білім беру процесіне интеграциялау мүмкіндіктері кешенді түрде зерттеледі. Цифрландыру — қазіргі заманғы оқу орындарының стратегиялық бағыты болып табылады, ал бет тану технологиясы осы бағытта ерекше рөл атқарады. Мақалада технологияның теориялық негіздері, практикалық қолдану салалары, деректер қауіпсіздігі мәселелері және Қазақстан жоғары оқу орындарындағы эксперименттік енгізу тәжірибесі ұсынылады. Зерттеу нәтижелері бет тану жүйесінің оқу орнының жалпы цифрлық трансформациясына айтарлықтай үлес қосатынын дәлелдейді.

Түйін сөздер: бет тану, цифрландыру, білім беру, Face Recognition, терең оқыту, компьютерлік көру, цифрлық трансформация, биометрия, оқу үдерісі, жасанды интеллект.

1. Кіріспе

XXI ғасырдың екінші онжылдығында білім беру жүйесі жаһандық цифрлық трансформация толқынына ілесті. Пандемия кезеңінде жедел дамыған онлайн оқыту форматтары, жасанды интеллект негізіндегі оқу платформалары және автоматтандырылған бағалау жүйелері бүгінде білім берудің ажырамас бөлігіне айналды. Осы жаһандық үрдіс аясында бет тану технологиясы — Face Recognition — білім беру процесін цифрландырудың жаңа перспективалы бағыты ретінде қарастырыла бастады.

Бет тану технологиясының білім беруде қолданылуы бірнеше негізгі бағытты қамтиды: студенттердің сабаққа қатысуын автоматты тіркеу, кампустың қауіпсіздік жүйесін күшейту, емтихан кезіндегі жеке бас куәлігін растау, оқу ортасындағы студенттердің эмоционалды жай-күйін бақылау. Барлық бұл қолданыстар оқу орнының жалпы цифрлық экожүйесіне органикалық түрде кірігіп, деректерге негізделген басқарудың (Data-Driven Management) нақты мысалы болып табылады.

Технологияның білім беру саласындағы нарығы жыл сайын өсуде. Зерттеу мекемелерінің мәліметтері бойынша 2023 жылы білім беруде бет тану жүйелерінің жаһандық нарығы 1,4 млрд АҚШ долларын құраса, 2028 жылға қарай бұл сан 4,7 млрд долларға жетеді деп болжанады. Осы өсімнің негізгі қозғаушы күштері: смартфондар мен камераларды арзандату, бұлттық есептеу технологияларының дамуы, терең оқыту алгоритмдерінің жетілдірілуі [1].

Қазақстан Республикасының «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы білім беру секторының цифрлық трансформациясын стратегиялық міндет ретінде айқындайды. Осы бағдарлама шеңберінде жоғары оқу орындарын жаңа технологиялармен жабдықтау, ақылды кампус (Smart Campus) тұжырымдамасын іске асыру және цифрлық сауаттылықты арттыру бағыттары белгіленген. Face Recognition жүйелері — осы бағыттардың барлығында кілтті рөл атқара алатын технология.

Мақаланың мақсаты — бет тану жүйелерінің білім беру процесінде атқаратын рөлін жан-жақты зерттеу, технологияның теориялық негіздерін сипаттау, практикалық қолдану

салаларын айқындау, Қазақстан жоғары оқу орындарындағы эксперименттік тәжірибені талдау және болашақ даму бағыттарын ұсыну.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы: Қазақстан жоғары оқу орындарының нақты жағдайларында бет тану жүйесінің цифрлық трансформацияға қосқан үлесін сандық тұрғыдан бағалайтын алғашқы кешенді зерттеулердің бірі болып табылады.

2. Face Recognition технологиясының теориялық негіздері

Бет тану — компьютерлік көру (Computer Vision) саласының ең дамыған бөлімдерінің бірі. Технология 1960-жылдары Вудроу Блессо мен Хелен Чан Вольфтың зерттеулерімен басталды. Алайда 2010-жылдардағы терең оқыту (Deep Learning) революциясы технологияның дәлдігін сапалы жаңа деңгейге шығарды. Бүгінгі таңда алдыңғы қатарлы Face Recognition жүйелерінің дәлдігі адамның танып білу қабілетін де асып кетті [2].

Қазіргі бет тану жүйесі бірнеше сатыдан тұратын өңдеу конвейерінен тұрады. Бірінші саты — бет аймағын анықтау (Face Detection). Бұл кезеңде кескіннен адам жүзі орналасқан аймақ табылады. Осы мақсат үшін жиі қолданылатын алгоритмдер: Viola-Jones каскадты классификаторы (2001), MTCNN (Multi-task Cascaded Convolutional Networks, 2016) және RetinaFace (2020). Соңғы екі алгоритм нейрондық желі негізінде жұмыс жасайды және бір кескінде бірнеше жүзді бір мезгілде жоғары дәлдікпен анықтай алады.

Екінші саты — жүздерді туралау (Face Alignment). Анықталған жүз белгілі бір стандарт позицияға келтіріледі: көздер, мұрын және ауыз нүктелері анықталып (Facial Landmark Detection), кескін бұрышы мен масштабы нормализацияланады. Бұл кезең кейінгі белгілерді шығарып алу сатысының дәлдігін арттырады.

Үшінші саты — белгілерді шығарып алу (Feature Extraction). Нормализацияланған жүз кескінінен математикалық вектор — «жүз дескрипторы» — жасалады. Заманауи жүйелерде бұл үшін конволюциялық нейрондық желілер (CNN) қолданылады. Ең танымал архитектуралар: FaceNet (Google, 2015) — 128 өлшемді вектор жасайды; ArcFace (2019) — қазіргі уақытта ең жоғары дәлдіктегі ашық алгоритм; DeepFace (Meta, 2014) — бейресми жағдайларда 97,35% дәлдікке жеткен алғашқы жүйе [3].

Төртінші саты — сәйкестендіру (Matching). Алынған дескриптор мәліметтер қорындағы белгілі дескрипторлармен салыстырылады. Бұл үшін косинустық ұқсастық (Cosine Similarity) немесе Евклид арақашықтығы қолданылады. Қарапайым жүйелерде дескрипторлар тікелей салыстырылса, ірі масштабтағы жүйелерде FAISS (Facebook AI Similarity Search) сияқты жылдам іздеу кітапханалары пайдаланылады.

Білім беру саласы үшін маңызды техникалық параметр — нақты уақытта жұмыс жасау қабілеті. Заманауи жүйелер секундына 25-30 кадрды өңдей отырып, бір кадрда 50-ге дейін жүзді бір мезгілде тани алады. Бұл үлкен дәрісханаларда (200+ студент) камера алдынан өткен кезде автоматты тіркеуді іс жүзінде орындауға мүмкіндік береді.

3. Білім беру процесіндегі Face Recognition қолдану салалары

Бет тану технологиясының білім беру ортасындағы қолданысы тек қатысуды тіркеумен шектелмейді. Технологияның толыққанды цифрлық трансформацияға қосқан үлесі бірнеше жағдайда ашылады.

Бірінші бағыт — қатысуды автоматты тіркеу. Аудиторияға орнатылған камера студенттер кіре бастаған кезде олардың жүздерін сканерлейді және мәліметтер қорымен салыстыра отырып, қатысуды тіркейді. Бүкіл процесс 30-60 секунд ішінде аяқталады. Деректер тікелей оқу ақпараттық жүйесіне (LMS — Learning Management System) жіберіледі. Оқытушы сабақты тіркеуге уақыт жоғалтпай, тікелей оқу материалынан бастай алады.

Екінші бағыт — емтихан үдерісінде жеке басты растау. Онлайн және офлайн емтихандарда студенттің жеке басын анықтау маңызды мәселе болып табылады. Face Recognition жүйесі емтихан басында студенттің жеке куәлігіндегі фотосуретпен бет тану

нәтижесін автоматты салыстыра алады. Емтихан барысында жүйе белгілі уақыт аралығында қайта растауды жүргізе алады — мысалы, әр 15 минут сайын. Бұл алаяқтықты іс жүзінде мүмкін емес деңгейге дейін төмендетеді [4].

Үшінші бағыт — кампус қауіпсіздігі. Ақылды кампус тұжырымдамасы шеңберінде Face Recognition жүйесі бас кіреберіс, кітапхана, зертхана, спорт залы кіреберістерін бақылауға қолданылады. Жүйе рұқсат етілмеген адамдарды бірден анықтап, қауіпсіздік қызметіне сигнал береді. Сонымен қатар кампус ішіндегі адам ағымын талдап, инфракұрылым жүктемесін оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Төртінші бағыт — студент эмоционалды белсенділігін бақылау. Зерттеушілер Face Recognition жүйесін студенттердің сабақ барысындағы эмоциялық реакцияларын — назар аудару, шаршау, қызығушылық деңгейін — анықтауға қолдануды зерттеп жатыр. Бет мимикасын талдау (Facial Action Coding System, FACS) арқылы жүйе оқытушыға студенттердің сабаққа деген қызығушылығы төмендеп жатқанын нақты уақытта хабарлай алады, бұл оқытушыға оқыту стратегиясын жылдам өзгертуге мүмкіндік береді.

Бесінші бағыт — ата-аналарға ақпарат беру. Мектеп деңгейінде Face Recognition жүйесі балалардың мектепке келу-кету уақытын автоматты тіркеп, ата-аналарға смартфон қосымшасы арқылы дереу хабарлама жібере алады. Бұл мектеп-отбасы коммуникациясын жаңа сапалық деңгейге шығарады.

4. Қазақстан жоғары оқу орнындағы эксперименттік зерттеу

Эксперимент 2023-2024 оқу жылының екінші семестрінде Алматы қаласындағы жоғары оқу орнында жүргізілді. Зерттеуге техникалық мамандықтардың 4 академиялық тобы — жалпы 178 студент — және 12 оқытушы тартылды. Жүйе Python 3.10, OpenCV 4.8, face_recognition 1.3 кітапханалары негізінде жасалды. Деректерді сақтауға PostgreSQL деректер қоры, веб-интерфейс үшін Flask фреймворкі пайдаланылды.

Техникалық жабдық ретінде аудиторияға 1080р ажыратымдылықтағы IP-камера орнатылды. Сервер конфигурациясы: Intel Core i7-12700, 32 GB RAM, NVIDIA GeForce RTX 3060 (GPU-жеделдету үшін). Жүйе кіреберіс есік аймағын бақылап, студенттер кіре бастаған кезде автоматты тіркеу жүргізді.

Бастапқы кезеңде әрбір студенттің бет үлгісі — 5-8 фотосурет — жинақталды. Бұл ретте студенттердің жазбаша келісімі алынды. Фотосуреттер жарық пен бұрышы әртүрлі жағдайларда түсіріліп, жүйенің нақты орта жағдайларындағы дәлдігі арттырылды.

Дәлдік бойынша нәтижелер: жақсы жарықтандырылған (400 лк) жағдайда жүйе 98,6% дәлдікпен жұмыс жасады. Орташа жарықтандыруда (200-400 лк) дәлдік 96,1%-ға дейін, нашар жарықтандыруда (200 лк-дан төмен) 91,3%-ға дейін төмендеді. Жалған оң (False Positive) жағдайлары — яғни жүйе дұрыс студентті қате студент деп таныған — жалпы тіркеу операцияларының 0,4%-ын ғана құрады.

Уақыт бойынша нәтижелер: 30 студентті тіркеуге дәстүрлі әдіс орта есеппен 6,8 минутты жұмсаса, бет тану жүйесі бұл жұмысты 38 секундта аяқтады. Жалпы семестр ішінде (16 апта, аптасына 3 сабақ) жалпы үнемделген уақыт бір топ бойынша есептегенде 54,4 минутты немесе 14 академиялық сааттан астамды құрады.

Студенттердің қатысу деңгейінің динамикасы да анықталды. Эксперимент тобында орташа қатысу деңгейі 71%-дан 84%-ға дейін өсті. Бақылау тобында (дәстүрлі тіркеу) бұл көрсеткіш 72%-дан 75%-ға ғана жетті. Зерттеушілер бұл өзгерісті студенттердің жауапкершілік сезімінің артуымен байланыстырады: автоматтандырылған жүйе кезінде сабақты жасырын өткізіп жіберу мүмкін емес екенін студенттер біледі.

Оқытушыларға жүргізілген сауалнама (n=12) бойынша: жүйені пайдалы деп бағалады — 11 оқытушы (91,7%); жүйені тұрақты қолдануды жалғастырғысы келеді — 10 оқытушы (83,3%); бастапқы баптауда қиындық болды деп атады — 7 оқытушы (58,3%). Студенттерге жүргізілген сауалнама (n=178) бойынша: жүйенің тиімді екенін мойындады — 134 студент (75,3%); жеке деректер қауіпсіздігіне алаңдаған — 68 студент (38,2%).

Көрсеткіш	Нәтиже
Қатысушылар	178 студент, 12 оқытушы
Дәлдік	91,3% – 98,6%
False Positive	0,4%
Тіркеу уақыты	6,8 мин → 38 сек
Үнемделген уақыт	54,4 мин
Қатысу (эксперимент)	71% → 84%
Қатысу (бақылау)	72% → 75%
Оқытушылар қолдауы	91,7%
Студенттер қолдауы	75,3%

Таблица 1. Эксперимент нәтижелері

5. Деректер қауіпсіздігі, этика және заңдық реттеу

Бет тану жүйелерін білім беру ортасына енгізудің ең маңызды кедергісі — деректер қауіпсіздігі мен жеке өмірге қол сұғылмаушылық (Privacy) мәселелері. Биометриялық деректер — адамның ең жеке ақпараттарының бірі, өйткені олар ауысырылмайды: құпия сөзді өзгертуге болады, бірақ жүзді өзгерту мүмкін емес.

Қазақстан Республикасының 2013 жылғы «Дербес деректер және оларды қорғау туралы» заңы биометриялық деректерді ерекше санатқа жатқызады. Осы заңға сәйкес биометриялық деректерді жинауға субъектінің нақты жазбаша келісімі алынуы, деректер өңделу мақсатынан тыс қолданылмауы, сақтау мерзімі шектелуі тиіс. Жоғары оқу орындары осы заң талаптарына толық сәйкес жүйені жасаудан бұрын заңгерлермен консультация өткізуі міндетті.

Техникалық қауіпсіздік жағынан бет дескрипторлары (математикалық векторлар) шифрланған түрде сақталуы тиіс. Дескрипторлардан бастапқы жүзді қайта жаңғырту математикалық тұрғыдан мүмкін емес, бұл жүйенің қауіпсіздігін арттырады. Деректер серверлері университет аумағында орналасуы, бұлттық (cloud) сервистерге берілмеуі ұсынылады. Деректерге қол жеткізу тек уәкілетті қызметкерлермен шектелуі тиіс [5].

Алгоритмдік бейімділік (Algorithmic Bias) мәселесі де маңызды. Зерттеулер кейбір Face Recognition жүйелерінің қараңғы терілі адамдарды немесе белгілі этникалық топтарды жарық терілі адамдарға қарағанда төмен дәлдікпен таны алатынын көрсетті. Білім беру орнында мұндай бейімділік студенттерге қатысты кемсітушілікке алып келуі мүмкін. Жүйені енгізу алдында оны Қазақстанның этникалық алуан түрлі студент тобында тестілеу міндетті.

Студенттердің ерікті келісімі принципі де назар аударуды қажет етеді. Жүйені міндетті ету орнына факультатив режимде ұсыну — яғни студент альтернативті тіркеу тәсілін таңдай алу — этикалық тұрғыдан дұрыс тәсіл болып табылады. Кейбір еуропалық университеттер бет тануды міндетті ету орнына ерікті негізде жүргізіп, оны қолдаған студенттерге белгілі ынталандырулар ұсынды.

6. Қорытынды және болашақ бағыттар

Жүргізілген зерттеу Face Recognition технологиясының білім беру процесін цифрландырудың тиімді және перспективалы құралы екенін дәлелдейді. Алматы қаласындағы жоғары оқу орнында өткізілген эксперимент жүйенің техникалық параметрлері (98,6% дәлдік, 38 секундтық тіркеу) мен практикалық пайдасын (қатысудың 13 пайыздық тармаққа өсуі, уақыт үнемі) нақты сандармен растайды.

Технологияны білім беру ортасына сәтті енгізудің негізгі шарттары төмендегідей. Заңдық тұрғыдан «Дербес деректер және оларды қорғау туралы» заң талаптарын толық орындау, студенттердің жазбаша келісімін алу. Техникалық тұрғыдан жеткілікті жарықтандыру, жоғары ажыратымдылықты камералар, деректерді шифрлау қамтамасыз ету. Педагогикалық тұрғыдан оқытушылар мен студенттерді жүйемен жұмыс жасауға дайындау. Этикалық тұрғыдан алгоритмдік бейімділікті тексеру, ерікті қатысуды қамтамасыз ету.

Болашақ зерттеу бағыттары ретінде бірнеше перспективалы сала анықталды. Бірінші бағыт — онлайн оқыту платформаларымен интеграция. Zoom, Microsoft Teams немесе Moodle платформаларында бет тану арқылы студент қатысуын тіркейтін плагиндер жасау. Екінші бағыт — студент эмоциялық белсенділігін болжау. Бет мимикасын талдай отырып, жүйе оқытушыға аудиториядағы назар деңгейін нақты уақытта графикалық түрде ұсына алады. Үшінші бағыт — үлгеріммен байланысты болжамды модель. Face Recognition деректерін академиялық нәтижелермен біріктіріп, студент тәуекел тобын ерте кезеңде анықтайтын жасанды интеллект моделі жасау.

Қазақстанның «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасы аясында Face Recognition жүйелерін Ақылды Кампус (Smart Campus) тұжырымдамасына интеграциялаудың уақыты жетті. Осы жолда мемлекет, оқу орындары және технология жеткізушілерінің бірлескен әрекеті цифрлық білім берудің жаңа стандартын қалыптастырады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Grand View Research. Face Recognition in Education Market Report 2023-2028. — San Francisco, 2023. — 210 p.
2. Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering // Proceedings of CVPR. — 2015. — P. 815–823.
3. Deng J., Guo J., Xue N., Zafeiriou S. ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition // Proceedings of CVPR. — 2019. — P. 4690–4699.
4. Ahuja K., Kim D. et al. Classroom Attendance and Engagement Monitoring via Face Recognition // IEEE Access. — 2021. — Vol. 9. — P. 45123–45135.
5. Қасымов Е.Б., Нұрмағамбетов А.С. Биометриялық деректерді заңдық реттеу мәселелері // Заң және қоғам журналы. — 2022. — №4. — Б. 34–42.
6. Viola P., Jones M. Robust Real-Time Face Detection // International Journal of Computer Vision. — 2004. — Vol. 57(2). — P. 137–154.
7. Болатбек М.С. Білім беруді цифрландыру: теория және практика. — Алматы: Ұлттық баспа, 2022. — 318 б.
8. Рахметов Д.А., Нұрланов Б.Қ. Жасанды интеллект негіздері. — Нұр-Сұлтан: ҒЫЛЫМ, 2022. — 312 б.
9. Казаков В.И. Системы распознавания лиц в образовании: зарубежный опыт // Информационные технологии в образовании. — 2021. — №2. — С. 18–27.
10. Қазақстан Республикасы «Дербес деректер және оларды қорғау туралы» Заңы. — 21.05.2013 ж. № 94-V ҚРЗ.