

ЮЗНИНГ ГЕОМЕТРИК БЕЛГИЛАРИ АСОСИДА ШАХСНИ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ҚИЛИШ АЛГОРИТМЛАРИ

ЧОТҚМЮБ

*Ахборот технологиялари кафедраси
катта ўқитувчиси **Парпиева А.Ж.***

Ҳозирги кунда тасвирлар билан боғлиқ бўлган масалаларнинг долзарб ҳаётий муаммолар қаторида турганлиги ҳеч кимга сир эмас. Тасвирларда дастлабки қайта ишлов бериш ва объектни таниб олиш алгоритмлари асосида замонавий интеллектуал тизимлар яратилмоқда. Бундай тизимлар сирасига шахсни биометрик технологиялар асосида идентификация қилиш тизимларини ҳам киритиш мумкин. Биометрик технологияларга асосланган шахсни идентификация қилувчи интеллектуал тизимлар дунё бозорида энг талабгор тизимлар ҳисобланади.

Ушбу мақолада шахсни юз тасвири асосида таниб олишда қўлланиладиган антропометрик нуқталар таҳлили, белгилар фазосини шакллантириш усули, белгиларнинг информативлик даражаларини аниқлаш усуллари ҳамда юзнинг геометрик кўрсаткичлари асосида шахсни таниб олиш алгоритмлари келтирилган.

Юзнинг антропометрик нуқталарини таҳлил қилиш. криминалистиканинг 70 йилдан ортиқ фаолияти ва тажрибалари асосида фотопортретларни экспертизадан ўтказиш усуллари ва одам ташқи қиёфаларини тавсифловчи криминалистик услублари ишлаб чиқилган [1-4]. Бу ишларда одамни юз тасвири бўйича таниб олиш жараёнида қўлланиладиган антропометрик нуқталар (1а-расм) ва улар асосида таниб олиш усулари ҳақида маълумотлар келтирилган. Фотопортретларни криминалистик текширишда фақат нуқталар орасидаги масофалар текширилади деган фикр, албатта хато бўлади. Юз тасвирини криминалистик идентификация қилиш жараёнида қўшимча равишда юзнинг бошқа элементларини ҳам таҳлил қилинади. Масалан, юз ва юз элементларининг

шакли, катталиклари (нисбий), жойлашиши, ранги (агар солиштирилаётган расмлар рангли бўлса), шунингдек, юздаги ажинлар, доғлар ҳам солиштирилади.

Юқорида айтиб ўтилган криминалистик нуқталарнинг барчасини автоматик излаб топиш жуда қийин масала ҳисобланади. Лекин, автоматлаштирилган тизимда автоматик равишда излаб топиш қийин бўлган антропометрик нуқталарни эксперт (оператор) аниқлаб бериши мумкин. Чунки, беркилиб қолган (масалан, соч билан) ёки яхши кўринмай қолган нуқталарни кўз билан чамалаб аниқлаш мумкин бўлади.

Албатта, шахсни юз тасвири бўйича криминалистик таниб олиш усули энг яхши усуллардан бири ҳисобланади. Лекин, ундаги иш жараёнларини тўлиқ автоматлаштириш анчайин мураккаб иш ҳисобланади. Унда талаб этилган юздаги антропометрик нуқталарни катта аниқлик билан автоматик равишда излаб топиш алгоритмлари ҳали яратилмаган.

Шахсни юз тасвири бўйича идентификация қилиш тизимларида энг кўп қўлланиладиган антропометрик кўрсаткичлар (нуқталар орасидаги масофалар) қуйида келтирилган (1б-расм):

- қорачиқлар орасидаги масофа;
- кўз қорачиғи марказидан бурун марказигача;
- кўз қорачиғи марказидан оғиз марказигача;
- кўз қорачиғи марказидан чакаккача;
- кўз қорачиғи марказидан қошгача;
- кўзнинг ички бурчагидан юз марказигача;
- кўзнинг ички бурчагидан оғиз марказигача;
- кўзлар горизонтал чизиғидан жағ учигача;
- қошдан бурун учигача;
- оғиз марказидан буруннинг қуйи нуқтасигача;
- оғиз марказидан жағ учигача;
- кўзлар жойлашган чизиқ бўйича юз кенглиги;

- бурун қуйи қисми жойлашган чизик бўйича юз кенглиги;
- оғиз жойлашган чизик бўйича юз кенглиги.

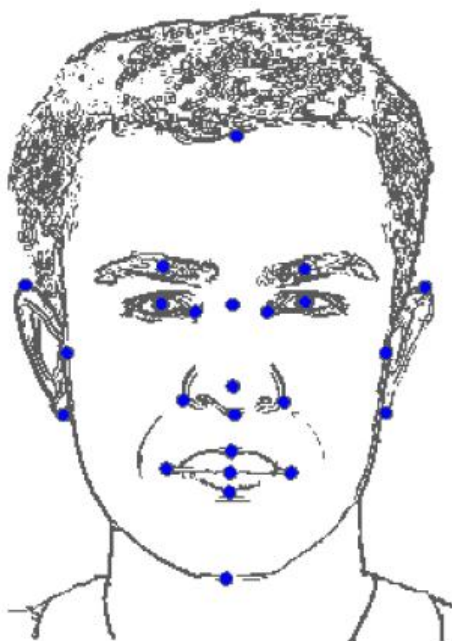
Қорачиклар орасидаги масофа энг муҳим ўлчов сифатида қаралади. Уларнинг ўрни аниқ топилгандан сўнг, қолган элементларнинг жойлашуви ёки улар орасидаги масофаларни ҳам топиш осон кечади.

Кўзнинг ички бурчаклари ҳам идентификация учун муҳим ҳисобланади. Уларнинг жойлашуви ва шакли вақт ўтиши билан камроқ ўзгаради. Бунга яна қўшимча қилиб шуни айтиш мумкинки, кўзларнинг ички бурчаклари турли ранглар билан бўялиш эҳтимоли кам (масалан, аёлларнинг косметика воситалари билан бўяниши, юзга турли маскалар чизиш ва ҳ.к.).

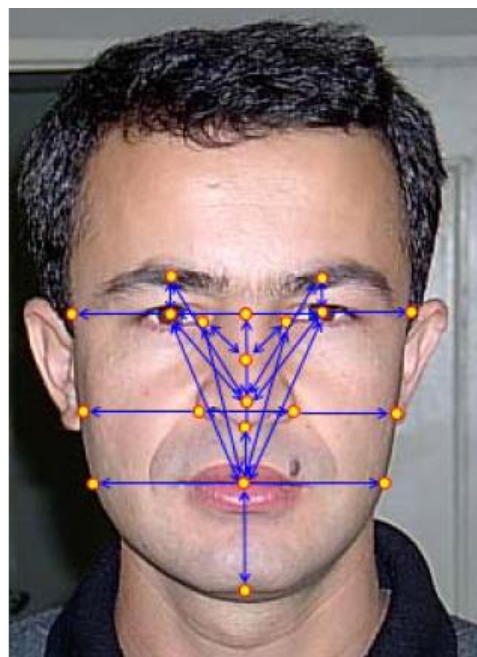
Буруннинг қуйи қисми кўпинча яхши топилади. Лекин, бурун учини топиш қийин кечади. Бурун кенглиги ҳам муҳим нисбат ҳисоблансада, уни аниқлаш анча мушкул. Буруннинг қуйи қисми жойлашган горизонтал чизик бўйича олинган юз кенглиги ҳам яхши натижа беради. Аммо, соқолли эркак киши юзида уни аниқлаш мушкул.

Оғиз марказидан бурун остигача бўлган масофа ҳам идентификацияда қўлланилади. Аммо, юздаги турли мимик ўзгаришлар оғиз марказининг ноаниқ топилишига сабаб бўлиши мумкин. Юқори лабнинг марказий нуқтасини ўзгармас нуқта сифатида олиш мумкин. Чунки, мимик ўзгаришларда у деярли ўзгармайди. Оғиз марказида ётувчи горизонтал чизик бўйича олинган юз кенглиги ҳам идентификация учун қўлланилади ва уни аниқроқ топиш мумкин. Аммо, юзда соқол бўлса, уни топиш мушкул.

Хозирги кунгача тасвирда юз ва юз элементларини автоматик излаб топишнинг усул ва алгоритмлари ишлаб чиқилган [5-8].



а)



б)

а) б) 1-расм. Идентификация нукталари: а- криминалистик экспертизада қўлланиладиган нукталар; б - автоматлашган таниб олиш тизимларида энг кўп қўлланиладиган нукталар орасидаги масофалар.

Юз элементлари бўйича геометрик кўрсаткичларни ҳисоблаш ва белгилар фазосини шакллантириш. Юз белгилари орасидаги масофалар бўйича олинган нисбатлар турли одамларда турлича бўлади. Шунга асосланиб, турли одам юзларини фарқлаш мумкин. Демак, биз идентификация кўрсаткичлари сифатида юзнинг геометрик нисбатларини олишимиз мумкин. Топилган юз белгилари (нукталар) орасидаги масофаларнинг нисбатлари бўйича кўрсаткичларни аниқлаб оламиз. Бунинг учун аввало юзнинг идентификация нукталари орасидаги масофалар аниқланиши лозим. Масофаларни ўлчашнинг турли усуллари бор. Бу ишда нукталар орасидаги масофани ўлчаш учун Евклид масофасидан фойдаланилди. Биринчи нуктани $P(x,y)$ ва иккинчи нуктани $Q(u,v)$ деб олсак, улар орасидаги Евклид масофаси қуйидагича аниқланади:

$$d(P,Q) = \sqrt{(x - u)^2 + (y - v)^2} \quad (1)$$

Юзда топилган қошлар, кўзлар, бурун ва оғиз бўйича олинган масофалар (битта одам мисолида) 1-жадвалда берилган.

Юз белгиларининг номи бўйича олинган масофалар	Белгилаб олиш	Масофа қиймати
Кўз қорачиқлари марказлари орасидаги масофа	LER	40
Чап кўз қорачиғи марказидан бурунгача масофа	LEN	31
Ўнг кўз қорачиғи марказидан бурунгача масофа	REN	31
Чап кўз қорачиғи марказидан оғизгача масофа	LEM	46
Ўнг кўз қорачиғи марказидан оғизгача масофа	REM	46
Бурундан оғизгача масофа	DMN	18
Чап қош ва чап кўз қорачиғи орасидаги масофа	LBE	10
Ўнг қош ва ўнг кўз қорачиғи орасидаги масофа	RBE	10
Чап қош марказидан бурунгача масофа	LBN	39
Ўнг қош марказидан бурунгача масофа	RBN	39

Кўрсаткич сифатида тўғридан-тўғри масофаларни олиш хато бўлади. Чунки, тасвирда юз ўлчамлари ва тасвирлар ўртасидаги вақт оралиғи ҳам турлича бўлиши мумкин. Шунинг учун уларнинг нисбатлари бўйича кўрсаткичларни аниқлаймиз. Жадвалда кўрсатилган масофалар бўйича ўнлаб ($10 \cdot 9 = 90$) нисбатлар (кўрсаткичлар)ни олиш мумкин. Лекин, ҳамма кўрсаткичларни олиш шарт эмас. Кўрсаткичлар сони ҳаддан зиёд кўп бўлса ҳам алгоритм яхши натижа бермаслиги ҳам мумкин. Биз Қуйидаги асосий кўрсаткичларни оламиз:

- LEN/LER ;
- $LEN/LER + REN/LER$; 2 ;
- LEM/LER ;
- $LEM/LER + REM/LER$; 2 ;
- REN/LER ;
- REM/LER ;
- LBN/LER ;
- RBN/LER ;
- $(LBN/LER + RBN/LER)/2$;
- $((LBE + RBE)/2)/LER$;
- DMN/LER .

Таниб олиш мақсадида текширилаётган иккита суратни топилган кўз қорачиғи нуқталари бўйича бир хил масштабга келтириб олинса мақсадга мувофиқ бўлади. Аслида, белгилар орасидаги нисбатлар олинганда масштабнинг аҳамияти йўқ. Лекин, тасвирнинг ҳажми кичикроқ бўлиб, унда топилган нуқталар камида битта пикселга адашган бўлса ҳам, ундаги нисбатлар фарқи анча катта бўлиб кетади. Тажрибаларда кўз қорачиқлари орасидаги масофа 40 та пикселни ташкил қилганда энг яхши натижага эришилгани аниқланган [9]. Белгиларнинг информативлик даражаларини

аниқлаш. Аниқланган белгилар фазосида информатив белгилар фазосини ажратиб олиш тимсолларни аниқлаш масалаларида муҳим аҳамиятга эга. Объектни характерловчи белгилар сони жуда кўп бўлган ҳолатларда алгоритм тезлигини ва ишончлилигини ошириш мақсадида кўпинча белгилар сонини камайитириш талаб этилади. Лекин, белгилар фазосини ҳаддан зиёд қисқартириш ҳам яхши натижа бермаслиги мумкин.

Информатив белгиларни танлаш бўйича кўпгина ишлар қилинган бўлиб, улар турли мақсадларда ва турли усулларда амалга оширилган [10, 11]. Шахсни юз тасвири асосида таниб олиш масаласида ҳам белгиларнинг информативлиги муҳим ўрин тутди. Агар биз юздаги барча белгилар бир хил баҳога эга ва уларнинг барчасини олиш зарур деб олсак, албатта хато бўлади. Ўтказилган тажрибалардан шу нарса маълум бўлдики, белгилар фазосида информатив белгиларнинг коэффициентлари аниқланганда, таниб олиш ишончлилиги ошди. Белгиларнинг информативлик даражаларини аниқлашнинг икки хил усулини кўрамиз. Биринчи усулда белгилар фазосида информатив белгиларни аниқлаш қуйидаги тартибда бажарилди:

1) Бир неча ўнлаб (юздан ортиқ) объектлар (юз тасвирлари) нинг белгилар фазоси қўрилди, яъни:

$$\begin{vmatrix} I_{11} & I_{12} & \dots & I_{1n} \\ I_{21} & I_{22} & \dots & I_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_{m1} & I_{m2} & \dots & I_{mn} \end{vmatrix} \quad (2)$$

бу ерда I - объект (фотосурат),
 m – объектнинг тартиб рақами,
 n – белгининг тартиб рақами.

Демак, белгилар фазоси n та белгидан иборат бўлган m та объектли матрица қўриб олинди.

2) Объектларнинг мос белгилари орасидаги энг катта фарқлар аниқланди:

$$d_n = \max_i |\bar{I}_i - I_{in}| \quad (3)$$

бу ерда ,
$$\bar{I}_i = \sum_{k=1}^m I_{kp}, \quad p = 1, n, \quad i = 1, m. \quad (4)$$

3) Ҳосил бўлган тўплам каттадан кичикка томон тартибланди, яъни:

$$D^{((N))} = \{d_1, \dots, d_{p-1}, d_p, d_{p+1}, \dots, d_n\} \quad (5)$$

Бундай тартибланган белгилар фазосида бошланғич белгилар энг информатив деб қаралади. Агар белгилар сони кўп бўлса, улардан маълум бир миқдорини қолдириб, қолганларини ташлаб юбориш мумкин. Шунингдек, объектни таниб олиш учун унинг белгиларини баҳоланаётганда белгиларнинг тартибига эътибор берилади, яъни биринчи ўриндаги белги учун юқорироқ балл, кейингисига камроқ балл берилади ва ҳоказо. Белгиларнинг информативлигини аниқлашнинг иккинчи усулини кўрамиз. Бунда ҳар бир белги учун информативлик коэффиценти ρ аниқланади:

$$\rho = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m x_i \quad (6)$$

бу ерда
$$\bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i \quad (7)$$

Шу тариқа, олинган юз геометрик белгиларининг информативлик даражалари аниқланди (2-жадвал).

2-жадвал

Белгилар номи	ρ коэффицентлари
REM/LER	11,59
LEM/LER	11,59
(LEM/LER+REM/LER)/2	11,59
RBN/LER	10,5
LBN/LER	10,5
(LBN/LER+RBN/LER)/2	10,5
REN/LER	7,36
LEN/LER	7,36
(LEN/LER+REN/LER)/2	7,05
DMN/LER	7,05
((LBE+RBE)/2)/LER	4,85

Аниқланган юз кўрсаткичлари асосида таниб олиш алгоритмларини кўриш. Юз кўрсаткичлари аниқлангандан сўнг идентификациялаш жараёни, яъни таниб олиш алгоритмлари асосида икки тасвирнинг ўхшашлик коэффицентлари аниқланади. Идентификация йўналишида эса турли алгоритмлар яратилган бўлиб, улар турли мактаб вакиллари томонидан ривожлантирилган [10-14].

Тимсолларни аниқлаш масаласида бир нечта усуллар қўлланилади. Улар асосан қуйидагилардан иборат:

- потенциал функцияларга асосланган усул;
- бўлиниш қоидаcига асосланган усул;
- статистик усул;
- баҳоларни ҳисоблаш усули (овоз бериш);
- алгебраик логикага асосланган усул.

Берилган иккита объектнинг ўхшашлигини текширишда объектларнинг хусусиятлари ўрганилади ва уларни характерловчи белги (признак) лар таҳлил қилинади. Объект белгилари турли ўлчов бирликларида берилиши мумкин. Объектнинг маълум бир белгилари битта векторни ташкил қилади. Масалан, биринчи объектга тегишли белгилар $X=(x_1, x_2, \dots x_n)$ ва иккинчи объектга тегишли белгиларни $Y=(y_1, y_2, \dots y_n)$ кўринишида ифодалаш мумкин. Солиштирилаётган иккита объектнинг мос белгилари ўртасидаги фарқ танланган ε бўсағадан кичик бўлса, бу объектлар битта синфга киритилади ёки улар ўхшаш дейилади. Бу ерда ε автоматик равишда ёки экспериментал танлаб олиниши мумкин. Танланган ε нинг қиймати қанчалик кичик танланса, аниқлик даражаси ошиб боради. Белгилар орасидаги фарқни аниқлаш учун уларнинг айирмасини олиш мумкин, яъни $|x_i - y_i|$. Буни умумий ҳол учун хўйидагича ёзиш мумкин.

$$K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \quad (8)$$

бу ерда L – белгилар сони.

Шунингдек, икки объект мос белгиларининг нисбати асосида идентификациялаш ҳам яхши натижалар беради. Уни Қуйидагича ифодалаш мумкин.

$$K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |(x_i/y_i) - 1| \quad (9)$$

Агар $K < \varepsilon$ бўлса, текширилаётган объектлар битта синфга тегишли бўлади. Белгилар орасидаги ўхшашликни фоиз ҳисобида аниқлаш учун қуйидаги формула қўлланилди.

$$F = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n (1 - c\rho_i \left| \left(\frac{x_i}{y_i} \right) - 1 \right|) \quad (10)$$

бу ерда $c=0,1$,

ёки

$$F = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n (1/(1 + c |1 - (x_i/y_i)|)), \quad (11)$$

бу ерда $c=0,55$.

Ўтказилган тажрибаларда ўхшашлик фоизи $F \geq 95$ бўлганда текширилаётган иккита юз тасвири бир одамга тегишли, акс ҳолда эса текширилаётган юз тасвирлари бошқа-бошқа одамга тегишли эканлиги маълум бўлди.

Шундай қилиб келтирилган маълумотлар ва алгоритмлар шахсни юз тасвири бўйича таниб олиш жараёнинини охириги босқичлари бўлиб ҳисобланади. Юздаги идентификация нуқталари таҳлил қилиниб, уларда энг яхши натижалар берадиган кўрсаткичлар танлаб олинди. Танлаб олинган белгиларнинг информативлик даражалари аниқлангандан сўнг таниб олиш ишончилиги ошди. Таклиф этилган алгоритмлар ва улар асосида яратиладиган дастурий тизим юз тасвирини криминалистик текшириш, киришга рухсат тизимларида, видеоконференцияларда ҳамда турли шахс идентификацияси билан боғлиқ бўлган масалаларда қўлланилиши мумкин.

ФҲЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Снетков В.А., Виниченко И.Ф., Житников В.С. и др. Криминалистическое описание внешности человека. М.: МВД СССР ВНИИ, 1984. -128 с.
2. Зинин А.М., Кирсанова Л.З. Криминалистическая фотопортретная экспертиза. М.: МВД СССР ВНКЦ, 1991. -88с.
3. Полевой Н.С. Криминалистическая кибернетика. М.: МГУ, 1982. - 208с.
4. Стёпин В.С., Савушкин А.В., Зотов А.Б. Криминалистическое отождествление человека по разноракурсным фотопортретам. Метод. реком. М.: ЭКЦ МВД, 1992. -24с.
5. Фазылов Ш.Х., Абдугафаров И.А., Тухтасинов М.Т. Решение задачи распознавания лица// Проблемы информатики и энергетики. 2003. № 3. С. 49-55.
6. Fazilov Sh.Kh., Abdugafarov I.A., Tukhtasinov M.T. Biometric Identification of Computer System Users // WCIS. Third World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. Tashkent, 2004. P.57-61.
7. Тўхтасинов М.Т. Тасвирда одам юзи ва юз белгиларини топиш алгоритмлари //Информатика ва энергетика муаммолари. 2004. № 4. 5-10 - бетлар.
8. Фазылов Ш.Х., Тухтасинов М.Т., Старовойтов В.В., Самаль Д.И., Ригол Г. Локализация фрагментов лица на цветных фотопортретах// Доклады 4-й Международной научной конференции “Обработка информации и управление в чрезвычайных и экстремальных ситуациях”. Минск, 2004. С. 218-223.
9. Самаль Д.И., Старовойтов В.В. Методика автоматизированного распознавания людей по фотопортретам// Цифровая обработка изображений. Минск: Ин-т техн. киберн. НАН Беларуси, 1999. С.81-85.
10. Камилов М.М., Фазылов Ш.Х., Нишанов А.Х. Метод выбора признаков с использованием критерия информативности фишеровского типа// Проблемы информатики и энергетики. 1992. № 2. С. 9-12.
11. Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н., Жуманазаров С.С. О корректности алгоритмов распознавания, основанных на взаимосвязанности между признаками// Проблемы информатики и энергетики. 1997. №1. С.19- 24.
12. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. М.: Мир, 1976. -511с.
13. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. М.: Мир, 1978. - 411с.
14. Журавлев Ю.И., Камилов М.М., Туляганов Ш.Е. Алгоритмы вычисления оценок и их применение. Ташкент: Фан, 1974.