



Қазақстан Республикасы  
Ұлттық инженерлік академиясының

# **ХАБАРШЫСЫ**

---

## **ВЕСТНИК**

Национальной инженерной академии  
Республики Казахстан

№ 2 (68)

Алматы  
2018

## СОДЕРЖАНИЕ

### КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

|   |    |
|---|----|
| Астанинский экономический форум Global Challenges Summit 2018 ..... | 5  |
| Жумагулов Б.Т. Инженеры для альтернативной экономики .....          | 12 |

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

|   |    |
|---|----|
| Джомартова Ш.А., Исимов Н.Т., Байрбекова Г.С., Зиятбекова Г.З., Абдразак Ж. Идентификация личности на основе 2D- и 3D-изображений ..... | 16 |
| Базанова И.А., Орынбет М.М. Математические методы расчета защитных сооружений с заданным уровнем надежности .....                       | 21 |
| Бельгибаев Б.А., Умаров А.А., Сарман Е.Б. Исследование температурного режима мини-теплицы для условий Казахстана .....                  | 27 |

### МЕТАЛЛУРГИЯ

|  |    |
|--|----|
| Битимбаев М.Ж., Кузьмин С.Л., Фионин Е.А. Экономическое обоснование применения контейнерной технологии транспортирования горной массы .....  | 34 |
| Кокаева Г.А., Әділқанова М.Ә., Абдулина С.А., Саурбаева Б.С. Влияние добавки известняка на феррито- и силикатообразование при обжиге некондиционных сульфидных цинковых концентратов ..... | 39 |
| Осеров Т.Б., Гусейнова Г.Д. О кинетике флотационного процесса .....  | 45 |

### МЕХАНИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Искаков Ж., Қуатова М., Калыбаева А.А., Маханова Г. Состояние исследований резонансных колебаний роторных машин ..... | 50 |
|---|----|

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| <b>НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ</b> ..... | 55 |
|--------------------------------------|----|

### ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

|  |    |
|--|----|
| Козловский А. Л. Синтез и направленная модификация Ni/Cu дендритов ..... | 58 |
|--|----|

### ЭНЕРГЕТИКА

|   |    |
|---|----|
| Генбач А. А., Бондарцев Д. Ю. Экспериментальные установки для исследования интегральных характеристик в пористых структурах ..... | 64 |
|---|----|

---

---

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 519.673

**Ш. А. ДЖОМАРТОВА<sup>1</sup>, Н. Т. ИСИМОВ<sup>2</sup>, Г. С. БАЙРБЕКОВА<sup>2</sup>,  
Г. З. ЗИЯТБЕКОВА<sup>2</sup>, Ж. АБДРАЗАК<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби

<sup>2</sup>Институт информационных и вычислительных технологий

<sup>3</sup>Университет «Туран»

### ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЧНОСТИ НА ОСНОВЕ 2D- И 3D-ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Статья посвящена разработке алгоритмов идентификации личности. В качестве информативных признаков предложены двухмерные и трехмерные характеристики лица человека, учитывающие площадь и объем. Для учета таких явлений, как сдвиг портрета, разный масштаб фотографий и наклон идентифицируемого лица, разработан сложный алгоритм идентификации. На модельной задаче показана эффективность предложенного алгоритма идентификации.*

**Ключевые слова:** защита информации, двухмерное и трехмерное изображение, идентификация.

*Бұл мақала жеке тұлғаны сәйкестендіру алгоритмдерін әзірлеуге арналған. Ақпараттық сипаттама ретінде тұлғаның бет-әлпетінің екі өлшемді және үш өлшемді сипаттамалары оның аумағы мен көлемін ескере отырып ұсынылады. Портреттің орын ауыстыруы, суреттердің әртүрлі масштабы және сәйкестендірілетін тұлғаның қозғалысы сияқты құбылыстарды есепке алу үшін кешенді сәйкестендіру алгоритмі жасалды. Ұсынылған сәйкестендіру алгоритмінің тиімділігі үлгі мәселесінде көрсетілген.*

**Кілттік сөздер:** ақпаратты қорғау, екі өлшемді және үш өлшемді бейне, сәйкестендіру.

*The work is devoted to the development of personal identification algorithms. Two-dimensional and three-dimensional characteristics of the person's face, taking into account the area and volume, are considered as informative features. To account for such phenomena as portrait shift, different scale of photos and incline of the face being identified a complex identification algorithm was developed. The efficiency of the proposed identification algorithm is shown on the model problem.*

**Keywords:** information protection, two-dimensional and three-dimensional image, identification.

Автоматическое распознавание лица для установления личности имеет большое количество приложений в различных областях. Проблемы общественной безопасности, потребность в удаленной аутентификации, развитие человеко-машинных интерфейсов вызывают повышенный интерес к данной технологии. Во многих случаях для достижения приемлемого качества распознавания лиц не требуется дорогостоящее специфическое оборудование: источниками образцов могут служить фотографии или

видеозаписи, сделанные непрофессиональной камерой. Изображение лица является одним из наиболее распространенных и доступных биометрических параметров человека благодаря многочисленным социальным и файлообменным сетям. Этот факт породил новый вид задач, связанных с поиском информации в глобальной сети Интернет на основе биометрических данных.

31 января 2017 г. Президент Республики Казахстан Н. А. Назарбаев обратился к казахстанцам с посланием «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность». В этом обращении отмечена необходимость разработки и принятия программы «Цифровой Казахстан». В связи с этим по поручению Н. А. Назарбаева в целях обеспечения информационной безопасности общества и государства в сфере информатизации и связи, а также защиты неприкосновенности частной жизни граждан при использовании ими информационно-коммуникационных технологий разработана концепция «Киберцит Казахстана». В ней отмечено, что особого внимания требуют вопросы подготовки кадров в вузах Казахстана по информационной безопасности и разработки отечественных средств защиты информации.

Уже несколько десятилетий ведется разработка методов распознавания лиц, тем не менее эта проблема по-прежнему далека от завершения. Из-за переменчивых условий визуализации лиц, связанных с освещением, положением головы по отношению к камере, старением, мимикой и другими факторами, автоматическое распознавание лиц является непростой задачей. Накладывая жесткие ограничения на процесс фотосъемки лиц, при проектировании систем стараются избежать негативного воздействия указанных факторов. Однако наибольший практический интерес представляет задача распознавания лиц на изображениях, полученных в неконтролируемых условиях. Благодаря развитию методов машинного обучения и появлению больших баз фотографий для тренировки систем в последние годы наблюдается значительный прогресс в этой области [1, 2].

В связи с развитием аппаратно-программного обеспечения в последние годы многие разработчики перешли от исследования двумерных изображений лица к трехмерным, что позволило перейти от обработки характерных точек лица к объемным характеристикам [3].

На базе СУБД VisualFoxPro 9 [4] реализована интерфейсная часть, включающая следующие режимы: 1) биологические характеристики; 2) параметры характеристик; 3) исходные базы данных; 4) настройка базы данных; 5) классификация; 6) простая идентификация; 7) сложная идентификация.

На данный момент в качестве биологической характеристики включен «видеообраз лица». В дальнейшем планируется работа со следующими биологическими характеристиками: «термограмма лица», «отпечаток пальца», «геометрия руки», «голос» и др.

Для параметров характеристик введены следующие типы: 1) координата точки; 2) расстояние (число); 3) площадь; 4) объем.

В дальнейшем по мере введения новых биометрических характеристик будут вводиться новые типы.

Для характеристики «видеообраз лица» определен ряд параметров, представляющих собой:

- 1) точку – координаты зрачков глаз, переносицы, кончика носа;
- 2) расстояние – между глазами, между переносицей и кончиком носа, основанием носа;
- 3) периметр – треугольника (зрачки глаз и кончик носа), треугольника (переносица и основание носа);
- 4) площадь – изолинии глазниц, изолинии носа;
- 5) объем – глазниц, носа.

В качестве исходных данных для «видеообраза лица» могут быть использованы портреты в следующих графических форматах: bmp, gif, jpeg, tiff и png, а также объемная 3D-модель, представленная как регулярная матрица высот [5].

В режиме «настройка базы данных» в соответствии с типом параметров вычисляются численные характеристики каждого изображения. Для определения параметров, имеющих тип турраг=3, на основе регулярной матрицы высот строится поверхность лица человека, а для некоторых линий уровня – соответствующая изолиния и вычисляется площадь фигуры, ограниченной этой изолинией.

При идентификации лица вычисляется степень соответствия его каждому из изображений, внесенных в исходную базу данных. При этом реализованы следующие режимы:

- 1) для исключения сдвига координаты всех точек смещаются относительно правого глаза;
- 2) для исключения наклона лица за точку все координаты точек поворачиваются на угол, соответствующий разности ординат левого и правого глаза;
- 3) для исключения возможности рисунков разного масштаба все данные преобразуются пропорционально расстояниям между глазами.

Работоспособность алгоритмов идентификации демонстрируется на модельной задаче. Представлены данные на 11 человек построчно в следующей последовательности: сначала идентификатор человека, затем 20 показателей, из которых 4 последних рассчитываются по предыдущим значениям и представляют собой расстояние, периметр, плоскость, объем.

Исходные данные:

1. - Ronal 60,00 95,00 114,00 95,00 87,00 95,00 62,00 71,00 62,00 101,00 62,00 65,00 37,00 105,00 37,00 54,00 108,00 33,00 124,25
2. - Vidal 56,00 97,00 102,00 97,00 80,00 97,00 80,10 62,00 66,00 62,00 94,00 62,00 61,00 43,00 100,00 43,00 46,00 92,00 35,00 118,30
3. - Nitk0 55,00 95,00 110,00 95,00 83,00 94,00 83,00 72,00 65,00 65,00 110,00 65,00 55,00 47,00 108,00 47,00 55,00 110,00 22,00 116,62
4. - Nitk1 29,00 52,00 59,00 52,00 45,00 52,00 45,00 40,00 34,00 36,00 54,00 56,00 32,00 24,00 60,00 24,00 30,00 60,00 12,00 53,17
5. - Nitk2 62,00 112,00 109,00 85,00 84,00 97,00 75,00 79,00 56,00 79,00 87,00 64,00 40,00 70,00 85,00 45,00 54,20 108,41 20,12 118,16
6. - Neyma 45,00 88,00 93,00 88,00 70,00 88,00 70,00 58,00 55,00 58,00 85,00 58,00 45,00 50,00 90,00 39,00 48,00 96,00 30,00 110,67
7. - Bayrj 57,00 90,00 103,00 90,00 80,00 90,00 80,00 62,00 66,00 62,00 92,00 62,00 62,00 43,00 96,00 43,00 46,00 92,00 28,00 105,49

9--1 = 64,12; 9--2 = 109,87; 9--3 = 48,28; 9--4 = 75,11; 9--5 = 205,89; 9--6 = 61,70; 9--7 = 57,75; 9--8 = 37,58; 9--10 = 38,74; 9--11 = 84,91 – похожего для Pele в базе нет.

Мера разности между 10-м лицом (Muler) и другими:

10--1 = 36,88; 10--2 = 81,75; 10--3 = 58,95; 10--4 = 96,19; 10--5 = 214,69; 10--6 = 55,58; 10--7 = 39,33; 10--8 = 49,01; 10--9 = 41,11; 10--11 = 105,96 – похожего для Muler в базе нет.

Мера разности между 11-м лицом (Grizm) и другими:

11--1 = 132,69; 11--2 = 180,92; 11--3 = 81,77; 11--4 = 89,43; 11--5 = 265,24; 11--6 = 112,87; 11--7 = 126,76; 11--8 = 121,48; 11--9 = 90,11; 11--10 = 105,96 – похожего для Grizm в базе нет.

Метод идентификации исключил схожесть 8-го лица на 9-го (расстояние 35.28) и 9-го на 8-го (расстояние 37.58). Разница расстояний показывает, что алгоритм не является симметричным. Метод показал, что на 3-й и 4-й фотографиях один и тот же человек. Алгоритм не мог и не должен был определить схожесть 3-й фотографии на 5-ю фотографию, так как предполагается, что в базе все фотографии нормально ориентированы. Метод способен только ориентировать проверяемую фотографию. Зато при поиске 5-й фотографии после соответствующего поворота он показал, что на 5-й и 3-й фотографии один и тот же человек.

Таким образом, на основе анализа 3D-изображений методами компьютерной графики предложены новые параметры (учитывающие площади и объем) идентификации человека по лицу. Разработаны и программно реализованы алгоритмы их вычислений. Эффективность полученных критериев идентификации лица продемонстрирована на модельной задаче.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту AP05131027 «Разработка биометрических методов и средств защиты информации».

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Колесниченко Н.М., Черняева Н.Н. Инженерная и компьютерная графика. – М.: ИНФРА-Инженерия, 2018. – 236 с.
- 2 Компьютерная геометрия / Голованов Н.Н., Ильютко Д.П., Носовский Г.В., Фоменко А.Т. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 512 с.
- 3 Кухарев Г.А., Каменская Е.И., Матвеев Ю.Н., Щеголева Н.Л. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии. – М.: Политехника, 2013. – 416 с.
- 4 Клепинин В.Б., Агафонова Т.П. Visual FoxPro 9.0 – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 1216 с.
- 5 Джомартова Ш.А., Мазиков Т.Ж., Мазикова А.Т. Автоматизированная система поиска кольцевых структур // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2016. – № 1 (59). – С.59-64.

8. - Subas 54,00 110,00 100,00 110,00 75,00 110,00 75,00 88,00 61,00 84,00 91,00 84,00 48,00 62,00 104,00 62,00 46,00 92,00 22,00 100,44

9. - Pele 55,00 108,00 104,00 108,00 80,00 108,00 80,00 84,00 60,00 84,00 95,00 84,00 55,00 58,00 104,00 58,00 49,00 98,00 24,00 99,15

10. - Muler 60,00 105,00 112,00 105,00 87,00 105,00 87,00 77,00 70,00 77,00 103,00 77,00 66,00 48,00 107,00 48,00 52,00 104,00 28,00 111,14

11. - Grizm 58,00 92,00 110,00 92,00 85,00 92,00 85,00 72,00 69,00 72,00 100,00 72,00 62,00 62,00 107,00 62,00 52,00 104,00 20,00 97,19

Следует отметить, что Nitk0, Nitk1 и Nitk2 – это фотографии одного и того же человека с тем отличием, что Nitk1 – это уменьшенная копия Nitk0, а Nitk2 – это наклоненная копия фотографии Nitk0.

В этом эксперименте проверяемое лицо исключается из базы и тем самым определяется возможность принятия его ошибочно за другого человека (за исключением человека с индентификатом Nitk).

Ниже приводятся результаты численного расчета.

Мера разности между 1-м лицом (Ronai) и другими:

1--2 = 72,09; 1--3 = 88,59; 1--4 = 131,75; 1--5 = 209,69; 1--6 = 38,50; 1--7 = 38,76; 1--8 = 64,61; 1--9 = 70,66; 1--10 = 38,30; 1--11 = 137,79 – похожего для Ronai в базе нет

Мера разности между 2-м лицом (Vidal) и другими:

2--1 = 61,41; 2--3 = 117,72; 2--4 = 151,28; 2--5 = 217,07; 2--6 = 68,68; 2--7 = 65,91; 2--8 = 100,96; 2--9 = 103,14; 2--10 = 72,32; 2--11 = 160,05 – похожего для Vidal в базе нет.

Мера разности между 3-м лицом (Nitek0) и другими:

3--1 = 90,23; 3--2 = 140,75; 3--4 = 27,82; 3--5 = 230,01; 3--6 = 69,65; 3--7 = 83,08; 3--8 = 65,16; 3--9 = 54,19; 3--10 = 62,36; 3--11 = 86,48 – выбран для 3 схожим 4 с расстоянием 27,82.

Мера разности между 4-м лицом (Nitek1) и другими:

4--1 = 73,20; 4--2 = 98,66; 4--3 = 27,90; 4--5 = 158,82; 4--6 = 69,75; 4--7 = 68,85; 4--8 = 59,99; 4--9 = 45,99; 4--10 = 55,49; 4--11 = 51,60 – выбран для 4 схожим 3 с расстоянием 27,90.

Мера разности между 5-м лицом (Nitek2) и другими (с учетом поворота):

5--1 = 95,11; 5--2 = 145,26; 5--3 = 21,13; 5--4 = 102,36; 5--6 = 79,02; 5--7 = 88,93; 5--8 = 71,52; 5--9 = 74,08; 5--10 = 77,56; 5--11 = 97,60 – выбран для 5 схожим 3 с расстоянием 21,13.

Мера разности между 6-м лицом (Neuma) и другими:

6--1 = 34,22; 6--2 = 71,66; 6--3 = 60,78; 6--4 = 111,61; 6--5 = 183,28; 6--7 = 30,42; 6--8 = 62,56; 6--9 = 60,45; 6--10 = 51,31; 6--11 = 104,19 – похожего для Neuma в базе нет.

Мера разности между 7-м лицом (Baujt) и другими:

7--1 = 37,46; 7--2 = 65,91; 7--3 = 69,48; 7--4 = 105,57; 7--5 = 179,18; 7--6 = 29,15; 7--8 = 53,05; 7--9 = 54,21; 7--10 = 34,79; 7--11 = 112,14 – похожего для Baujt в базе нет.

Мера разности между 8-м лицом (Subas) и другими:

8--1 = 55,04; 8--2 = 100,96; 8--3 = 54,50; 8--4 = 91,98; 8--5 = 174,13; 8--6 = 59,95; 8--7 = 53,05; 8--9 = 35,28; 8--10 = 43,35; 8--11 = 107,47 – похожего для subas в базе нет.

Мера разности между 9-м лицом (Pele) и другими: