

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Южно-Уральский
государственный университет (национальный исследовательский
университет)»

Новый подход к обнаружению интересующих областей изображений отпечатков пальцев

Автор: Ваххаб Хадер Ибас АбдулВаххаб

Руководитель:
проф. Гудков В.Ю.

План

- ▶ Актуальность
- ▶ Практическая значимость
- ▶ Мотивация
- ▶ Методы исследования
- ▶ Проблемы
- ▶ Модель
- ▶ Реализация
- ▶ Схема алгоритма
- ▶ Агентная парадигма, используемая для программной реализации параллельного метода на основе OpenMP
- ▶ Эксперименты
- ▶ Научные статьи, в которых опубликованы основные результаты диссертации

► Актуальность

- Приложения на основе распознавания отпечатков пальцев используются в различных сценариях, например в области судебной экспертизы.
- Технология обработки изображений поддерживает большинство методов, используемых в биометрии.
- Среди всех биометрических методов идентификация по отпечатку пальца - самый старый метод, который успешно используется во многих приложениях.
- Как известно, отпечатки пальцев уникальны.
- Отпечаток пальца состоит из ряда гребней и впадин на поверхности пальца.

► **Практическая значимость**

- Банковская безопасность - безопасность банкоматов, транзакции по картам
- Контроль физического доступа (например, в аэропорту)
- Безопасность информационной системы
- Национальные системы удостоверений личности
- Паспортный контроль (INSPASS)
- Голосование
- Смартфон
- Выявление преступников
- Выявление пропавших без вести детей

➔ **Мотивация**

- ➔ Новые продукты в удобном для пользователя и недорогом методе. Эти проблемы и возможности побудили нас исследовать инновационные методы, которые принесут пользу крупномасштабным системам идентификации по отпечаткам пальцев с точки зрения точности, скорости и безопасности.

➔ **Методы исследования**

- ➔ Наше исследование зависело от используемых методов теории вероятностей, математической статистики, математической морфологии, обработки изображений, математического моделирования, распознавания образов и машинного обучения.

Постановка задачи

Сегментация изображений низкого качества является сложной задачей. Первая проблема - это наличие шума, вызванного пылью и жиром на поверхности сканеров отпечатков пальцев в режиме реального времени. Вторая проблема - ложные следы, которые остались при предыдущем получении изображения. Третья проблема - низкоконтрастные гребни отпечатков пальцев, образующиеся из-за непостоянного контакта, сухой / влажной поверхности пальца. Четвертая проблема - наличие нечеткой границы, если используются признаки в фиксированном размере окна. Наконец, проблема заключается в том, что функции сегментации чувствительны к качеству изображения. Точная сегментация изображений отпечатков пальцев напрямую влияет на эффективность извлечения мелких деталей. Если в интересующий сегментированный отпечаток пальца включено больше фоновых областей, появляется больше ложных функций; Если некоторые участки переднего плана исключены, полезные особенности могут быть упущены.

➔ Проблемы

- ➔ Новые проблемы также возникают вместе с широким внедрением систем распознавания отпечатков пальцев.
- ➔ В процессе распознавания всегда желательны точность распознавания и более короткое время отклика, когда необходимо идентифицировать человека в системе с базой данных, состоящей из миллионов отпечатков пальцев. В некоторых системах размер базы данных постоянно увеличивается.

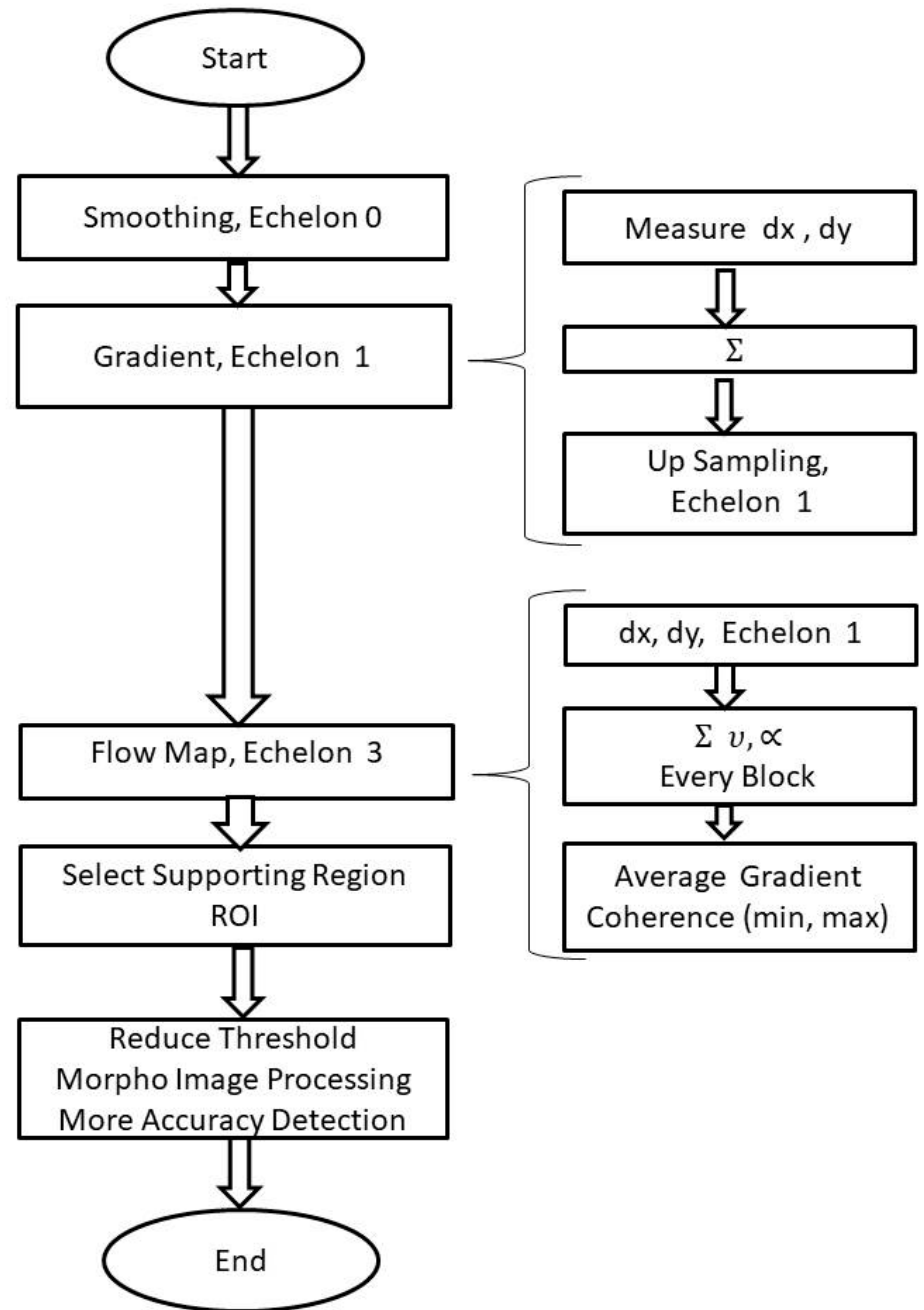
➔ Модель

- ➔ Разработать математическую модель для сглаживания изображений, вычисления градиента, построения потоковой карты и сегментации области интереса.
- ➔ Разработать алгоритмы параллельного нажатия изображений для распознавания жесткости взаимодействий.
- ➔ Разработать метод и алгоритм построения уникального метода кластеризации для распознавания интересующей области.
- ➔ Реализовать разработанные модели, методы и алгоритмы в виде программы на C ++, позволяющей сегментировать изображение отпечатка пальца.
- ➔ Провести вычислительные эксперименты, подтверждающие эффективность предложенных методов.

► Реализация

- Получение изображения отпечатка пальца. Двойное изображение отпечатка пальца с разрешением 500 точек на дюйм, 1000 точек на дюйм, для расчета градиентных и сглаживающих изображений с разрешением 1000 точек на дюйм и измерения различных изображений dx , dy с разрешением 1000 точек на дюйм. Затем вычисление изображения градиента величины и аргумента с разрешением 500 dpi, выбор максимальной согласованности для каждого блока
- Построение и измерение градиента по специальной схеме
- Измерение минимальной и максимальной карты согласованности, затем выбор максимальной согласованности для каждого блока.
- Измерение минимальной и максимальной величины карты потока, затем выбор минимальной величины для каждого блока.
- Сравнение максимальной согласованности и минимальной, используя специальные формальные аспекты, соответствующие человеческому пониманию

ΓCA



Отпечаток пальца (a) 500 dpi and (b) 1000 dpi

$$a(x,y)=(b(x,y)*\tau+b(x+1,y)(1-\tau))*\tau \\ +(b(x,y+1)*\tau+b(x+1,y+1)(1-\tau))*(1-\tau)$$

a, b



Сглаженное изображение 500 dpi

$$\acute{S}=(f(x,y)+f(x+1,y)+f(x,y+1)+f(x+1,y+1))/4$$



(a) разница по оси x и
 (b) разница по оси y,
 изображение 500 dpi

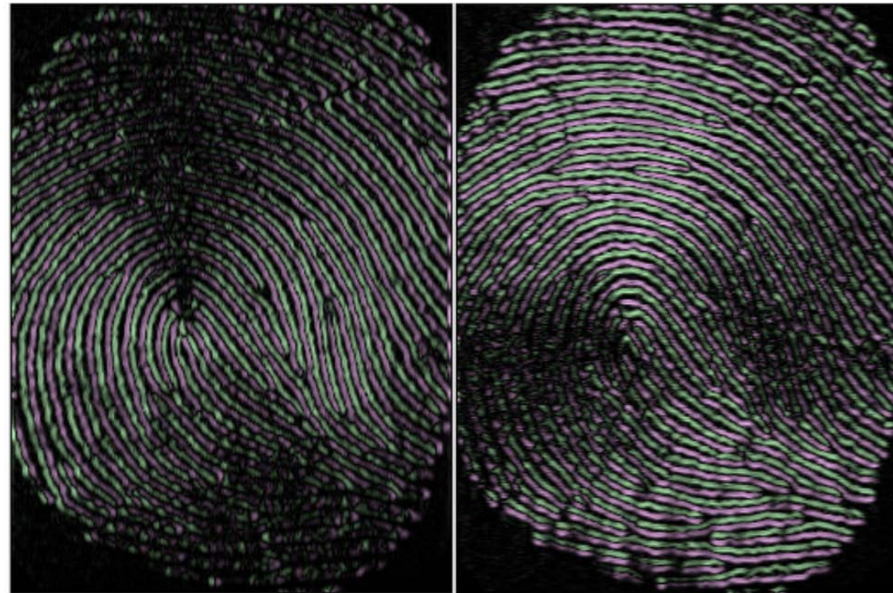
$$dx(x,y)=sh+sb-sf-sd$$

$$dy(x,y)=sb+sd-sf-sh$$

$$dxt\left(\frac{x}{2}, \frac{y}{2}\right) = dx(x,y)$$

$$dyt\left(\frac{x}{2}, \frac{y}{2}\right) = dx(x,y)$$

a, b



(a) Аргументы градиента $\propto (x, y)$,

$$\beta_i = \text{Arctg} \frac{\text{Im } S_i}{\text{Re } S_i},$$

(b) величина градиента $m(x, y)$,

$$m(x,y) = \sqrt{dx_{\uparrow}^2(x,y) + dy_{\uparrow}^2(x,y)},$$

для изображения 500 dpi.

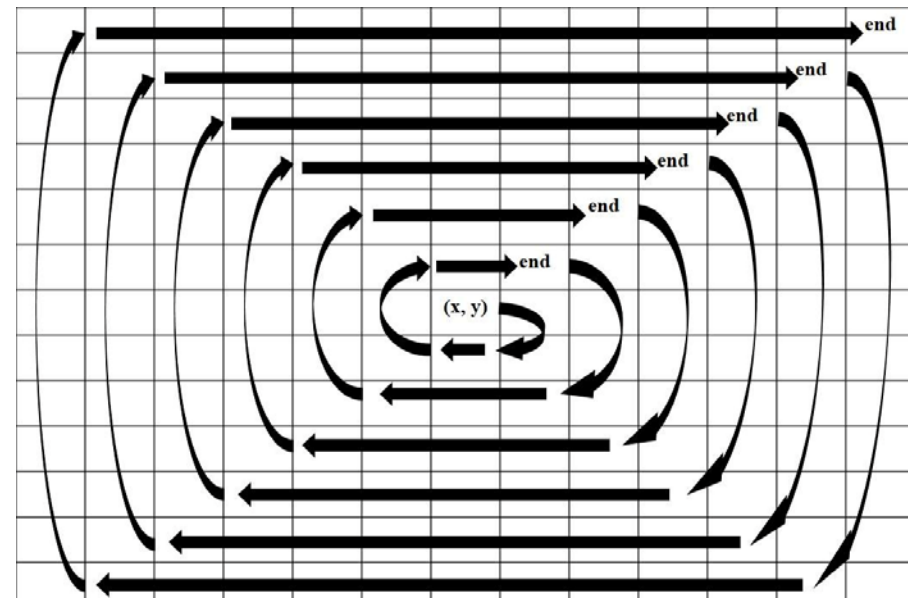
a, b



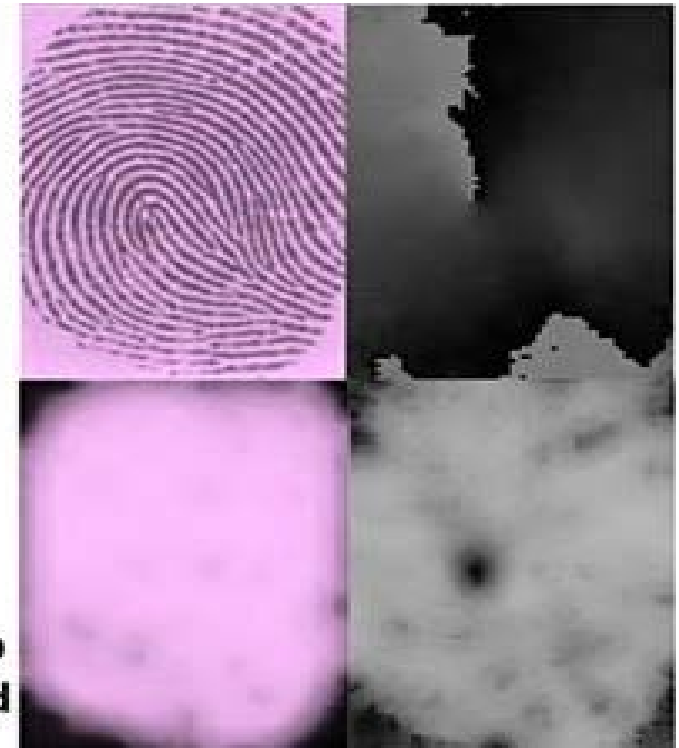
Развиваем кластер, выбираем минимальную согласованность и максимальную согласованность

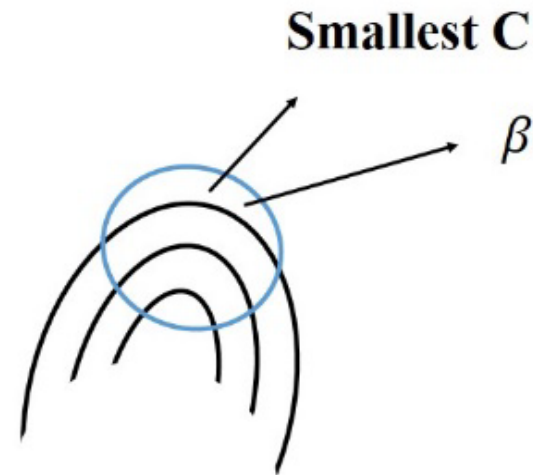
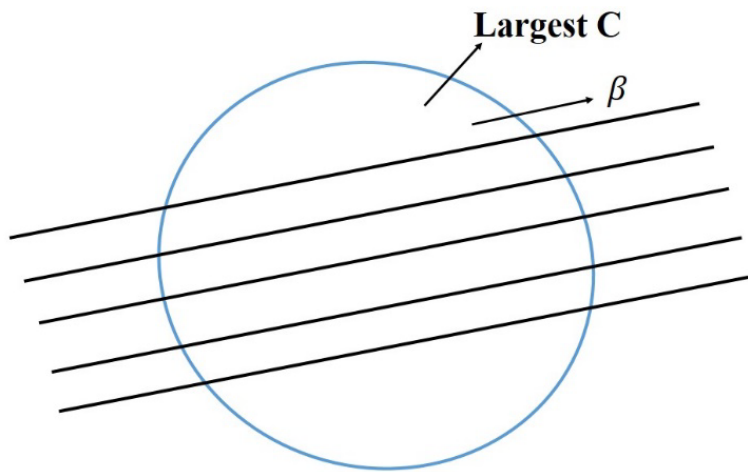
$$C_{\min}(x, y) = \min_i C_i(x, y) ,$$

$$C_{\max}(x, y) = \max_i C_i(x, y) ,$$



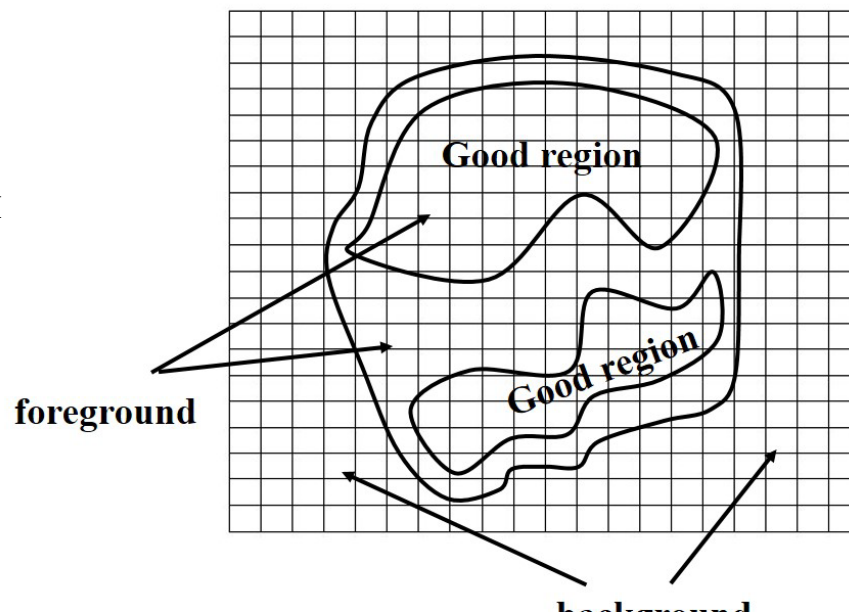
(a) Исходное изображение; (b) Аргумент; (c) нормализованная минимальная величина; (d) Минимальная согласованность.



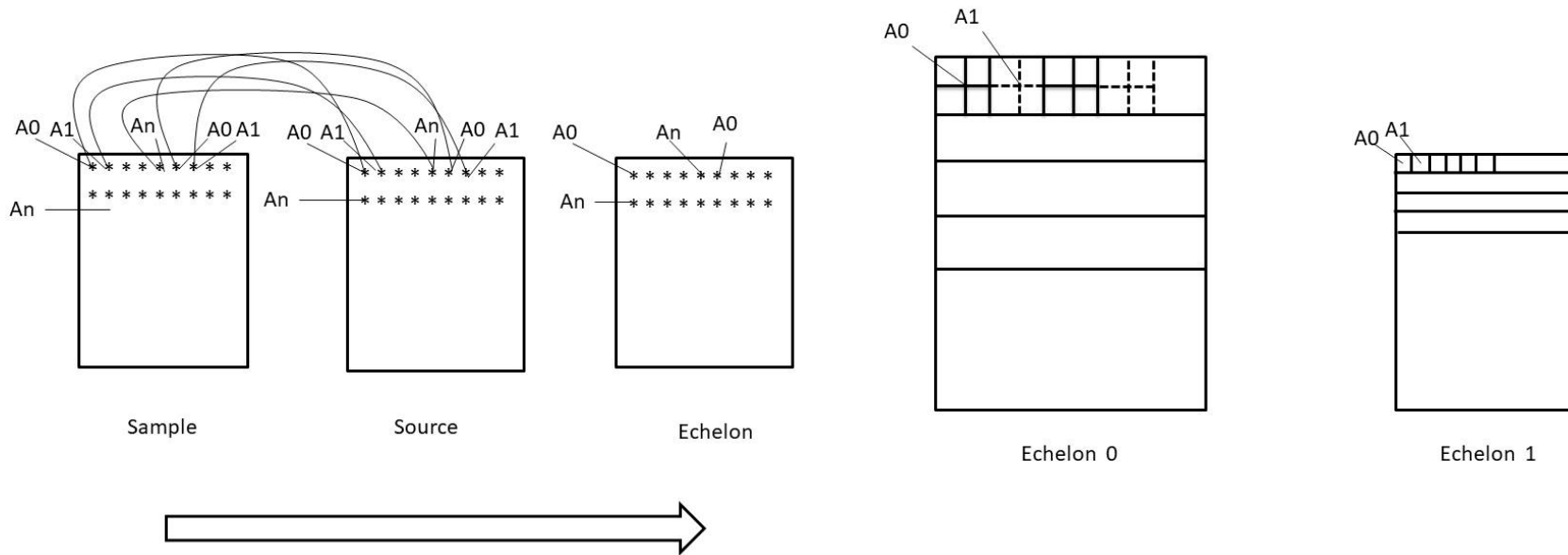


Наш алгоритм обнаруживает наивысшую когерентность, если кластеры находятся в области параллельных гребней, наименьшую когерентность, если кластеры находятся в области сингулярностей, и обнаруживает плохую когерентность в плохих областях.

Фон, передний план с хорошей областью и плохой областью



Агентная парадигма, используемая для программной реализации параллельного метода на основе OpenMP



Различные слои в одном эшелоне

Агентная парадигма в другом эшелоне

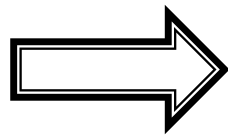
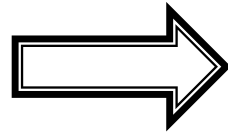
Эксперименты

- ▶ Достоверность полученных в работе научных результатов подтверждена результатами экспериментов на компьютере. Теоретические построения подтверждены экспериментами; проводится по общепринятым методикам. Результаты могут быть использованы в научных исследованиях, области обработки изображений, а также при разработке приложений, которые ставят задачи повторного использования результатов реляционных запросов.

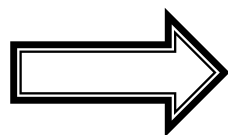
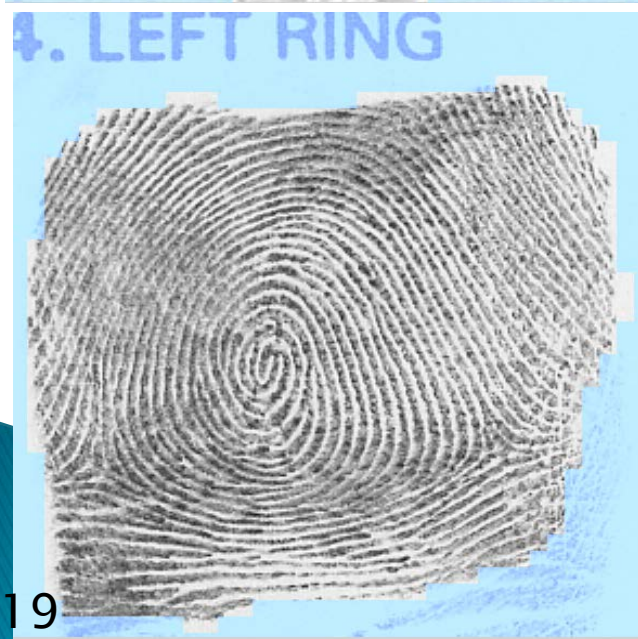
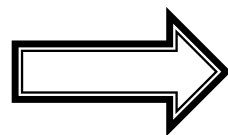
ОПИСАНИЕ НАБОРА ДАННЫХ FVC СО СПИСКОМ ДАТЧИКОВ

FVC	DB	Тип датчика	Размер изображения	Размеры пагча 8, 10, 16		
				8	10	16
2000	DB1	Optical "S.D. Scanner"	300x300	38x38	30x30	19x19
	DB3	Optical "DF-90"	448x478	56x60	45x48	28x30
2002	DB1	Optical "TouchView II"	388x374	49x47	39x38	25x24
	DB2	Optical "FX2000"	296x560	37x70	30x56	19x35
2004	DB1	Optical "V300"	640x480	80x60	64x48	40x30
	DB2	Optical "U.are.U 4000"	328x364	41x46	33x37	21x23

Результаты экспериментов



Результаты
экспериментов



Характеристики вычислительной среды

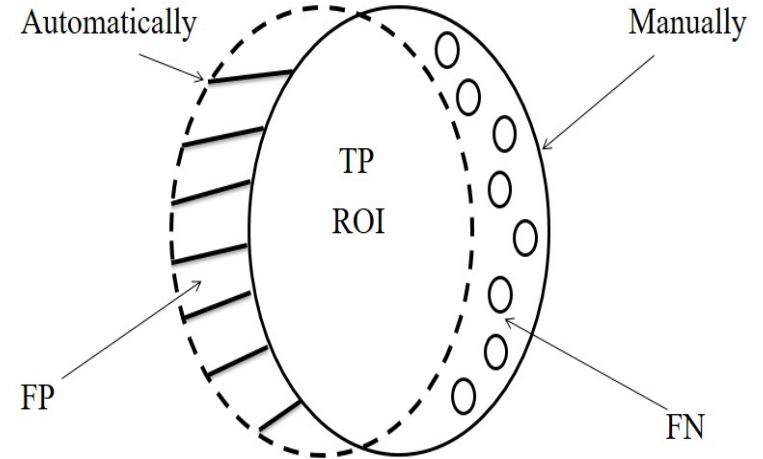
LNet, ANet	Предлагаемый метод
<ul style="list-style-type: none">• OS: Ubuntu 18.04.1 64 bits;• RAM: 2 x 8GB DIMM DDR4 2400 MHz;• CPU: Intel® Core™ i7-8700K CPU @ 3.70GHz;• GPU: NVIDIA® Titan Xp 12 GB.	<ul style="list-style-type: none">• OS: Windows 10 Pro, 64 bits;• Microsoft Visual Studio 2019/ C++;• CPU: Intel® Core™ i7-3632QM CPU @ 2.2GHz.

КОЭФФИЦИЕНТ DICE ДЛЯ ОЦЕНКИ АЛГОРИТМОВ

FVC	DB	NFIQ2	SAFIS	Mind	FJ	LNet	ANet	Предлагаемый метод
2000	DB1	82.48	83.62	93.34	63.74	97.30	97.36	96.11
	DB3	92.61	93.81	80.73	92.68	97.26	97.40	95.84
2002	DB1	92.48	94.16	96.44	94.91	97.37	98.18	97.67
	DB2	89.74	95.89	95.72	93.79	97.37	97.37	97.77
2004	DB1	91.40	84.66	95.68	76.27	97.95	97.88	96.76
	DB2	92.29	89.48	91.19	88.46	96.84	96.97	95.64
AVG		90,16	90,27	92,18	84,97	97,34	97,52	96,63

КОЭФФИЦИЕНТ ПОДОБИЯ ЖАККАРДА

$$J_{ac} = \frac{TP}{TP + FP + FN}$$



КОЭФФИЦИЕНТ ПОДОБИЯ ЖАККАРДА ДЛЯ ОЦЕНЕННЫХ АЛГОРИТМОВ

FVC	DB	NFIQ2	SAFIS	Mind	FJ	LNet	ANet	Предлагае мый метод
2000	DB1	76.46	78.61	89.98	60.51	95.78	95.86	92.66
	DB3	91.80	92.85	74.02	91.32	96.87	96.98	92.40
2002	DB1	93.11	94.39	96.54	95.38	96.66	98.22	95.52
	DB2	87.79	94.82	94.41	92.58	96.66	96.64	95.72
2004	DB1	95.78	91.57	97.76	83.66	98.92	98.89	93.86
	DB2	91.17	87.85	89.38	89.43	96.46	96.60	91.93
AVG		89,35	90,01	90,34	85,48	96,89	97,19	93,68

▶ Платформа

- ▶ OS: Windows 10 Pro, 64 bits;
- ▶ Microsoft Visual Studio 2019/ C++;
- ▶ CPU: Intel® Core™ i7-3632QM CPU @ 2.2GHz.

Выводы

- ▶ Для отпечатков пальцев с различным качеством изображения предлагается надежная сегментация отпечатков пальцев на основе точек интереса. Экспериментальные результаты по сравнению с результатами предыдущих методов подтверждают наш алгоритм. Он имеет лучшую производительность даже для изображений низкого качества за счет уменьшения фона и исключения переднего плана. Кроме того, этот надежный алгоритм сегментации способен эффективно фильтровать ложные граничные детали. В этом исследовании предлагается новый альтернативный метод распознавания интересующей области, он основан на оценке качества каждого блока, оценке первого порога и обнаружении поддерживающих хороших областей, итеративном снижении значения порога до второго порога и расширении областей до области, представляющей интерес. Автоматическая корректировка хороших регионов помогает нам правильно распознавать интересующие области. Показанные результаты кажутся очень правильными. В этой работе представлены многообещающие методы сегментации отпечатков пальцев, которые оказались полезными при анализе с использованием коэффициентов сходства в отношении сравниваемых методов при оценке коэффициента Дайса и сходства Жаккара. Это говорит о том, что наш подход имеет конкурентный потенциал для проблем сегментации биометрических систем на основе отпечатков пальцев. В дополнение к этому, мы хотим изучить, как использовать наше решение для скрытых отпечатков пальцев и обнаружения особенных признаков.

**Основные результаты
диссертации опубликованы
в следующих научных статьях**

► Статьи в журналах из списка ВАК

1. Wahhab H.I., Alanssari A.N. Survey of Primary Methods of Fingerprint Feature Extraction // Bull. South Ural State Univ. Ser. Comput. Technol. Autom. Control Radioelectron. 2018. Vol. 18, № 1. P. 140–147.
2. Alanssari A.N., Wahhab H.I., Behtold O. V. Development of the Subsystem for Fingerprints Image Analysis // Sci. Prospect. 2018. Vol. 9, № 108. P. 100–104.
3. Alanssari A.N., Wahhab H.I. Development of the Identification System by Fingerprints // Bull. South Ural State Univ. Ser. Comput. Technol. Autom. Control Radioelectron. 2018. Vol. 18, № 3. P. 22–30.
4. H. I. Wahhab, A. N. Alanssari, D.S. Rozhina, A.V. Agafonov A FINGERPRINT MATCHING ALGORITHM // Bull. South Ural State Univ. Ser. Comput. Technol. Autom. Control Radioelectron. 2019. Vol. 19, № 4.
5. A.V. Agafonov, D.S. Rozhina, H. I. Wahhab, A. N. Alanssari, ROBUST FINGERPRINT FLOW CHART ALGORITHM // Bull. South Ural State Univ. Ser. Computational Mathematics and Software Engineering. 2019. Vol. 18, № 4.

Статии в Scopus и Web of Science

6. Hany S. Khalifa, H. I. Wahhab, A. N. Alanssari and M. A. O Ahmed Khfagy. Fingerprint Segmentation Approach For Human Identifiacion // Appl. Math. Inf. Sci. 2019. Vol. 13, № 4.
7. Wahhab H.I. Clustering Method of Fingerprint Flow Map and Coherence // 2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2019.
8. Aliaa S. Jubair, Aliaa Jaber Mahna', H. I. Wahhab . Scale Invariant Feature Transform Based Method for Objects Matching // 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). Sochi, 2019.
9. Wahhab H.I. A Novel Method of Fingerprint Segmentation // 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). Sochi, 2019.

Статьи на конференциях, индексируемых в РИНЦ

10. H. I. Wahhab, A. N. Alanssari, V. Gudkov and O.V.B. A novel method for calculating a fingerprint gradient // J. Eng. Appl. Sci. 2019.
11. O.V. Behtold, H.I. Wahhab A. N. Alanssari. IMPROVED TRUST FACTOR-BASED FINGERPRINT LINE DIRECTION METHOD // 10th scientific conference of graduate and doctoral students.Chelyabinsk 2018. P. 120–123.
12. А.Н. Аль-Ансари, Х.И. Ваххаб О.В.Б. ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ // 10th scientific conference of graduate and doctoral students.Chelyabinsk 2018. P. 115–120.
13. A.N. Alanssari, H.K. Kuba H.I.Wahhab. Advantages and Disadvantages of Fingerprint Recognition // 11th scientific conference of graduate and doctoral students.Chelyabinsk 2019.
14. H. K. Kuba, V.J. Gudkov, A. N. Alanssari, O. V. Behtold, H.I.Wahhab . Description Basics of Images of Fingerprint // 11th scientific conference of graduate and doctoral students.Chelyabinsk 2019.
15. О. В. Бехтольд, Х. И. Ваххаб, А. Н. Аль-Ансари, К.К. Хасаниен, Улучшенный метод скелетизации изображения и решение проблемы исчезающих линий стандартных методов // 11th scientific conference of graduate and doctoral students.Chelyabinsk 2019.
16. Куба Х.К., Гудков В.Ю., Аль Анссари А.Н., Бехтольд О.В., Ваххаб Х. И., Лепихова Д.Н. Иерархическое описание дактилоскопических изображений // Интеллектуальные технологии: гуманитарные, социально-правовые и цифровые аспекты: материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Миасс, 6 июня 2019г.).– Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2019.– С. 53–58. ISBN 978-5-7271-1589-3.
17. Гудков В.Ю., Аль Анссари А.Н. , Бехтольд О.В., Ваххаб Х. И. , Лепихова Д.Н. Анализ градиента изображений отпечатков пальцев // Интеллектуальные технологии: гуманитарные, социально-правовые и цифровые аспекты: материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Миасс, 6 июня 2019г.).– Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2019.– С. 14–21. ISBN 978-5-7271-1589-3.

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ

18. Wahhab H.I. Certificate of state registration of program for ЭВМ " Fingerprint Image Segmentation " No. 2019660767 from 13.08.2019.

**Научная специализация,
по которой подготовлена диссертация**

09.06.01 Computer Science and Computer Engineering

05.13.17 theoretical foundations of computer science

Список сданных кандидатских экзаменов

- ▶ Иностранный язык (английский)
- ▶ История и философия науки
- ▶ Специальная дисциплина



Спасибо за Ваше внимание