

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Даже при простейшей реализации, предложенное решение ограничивает необходимый объем проверок. Оно может быть адаптировано под алгоритмы различной сложности и условия декомпозиции. Таким образом, предложенное решение позволяет контролировать и адаптировать под текущую ситуацию, поток исполняемых инструкций на уровне одного каната, минимизировать количество выполнений лишних проверок, определять и контролировать ход выполнения сложных алгоритмов на SIMD-машине и в частности на CUDA, обеспечивая полезной нагрузкой большее количество ПЭ и снижая степень расхождение потоков.

Литература

1. *Dietz, H. G., Young B. D.* MIMD Interpretation on a GPU. Kentucky, 2009.
2. NVIDIA CUDA compute unified device architecture programming guide version 2.0. Santa Clara, 2008.
3. *Воеводин, В. В.* Массивный параллелизм и декомпозиция алгоритмов // Журнал Вычислительной Математики и Математической Физики. Т. 35. С. 988 – 996, 1995.
4. *Sanders, P.* Efficient Emulation of MIMD Behavior on SIMD Machines. Karlsruhe, Germany, 1996.
5. NVIDIA's Next Generation CUDA Compute Architecture: Fermi. Santa Clara, 2009.
6. NVIDIA's Next Generation CUDA Compute Architecture: Kepler GK110. Santa Clara, 2012.

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСА ИНФОРМАТИВНЫХ ДЕРМАТОГЛИФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ЗАДАЧАХ БИОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В. А. Куликович

В последнее время цифровая обработка изображений находит все большее применение в различных областях биомедицины. В медицине изучаются и используются для диагностики различных заболеваний отклонения в пальцевой дерматоглифике. Визуальная обработка дерматоглифических отпечатков весьма трудоемкая, часто бывает необъективной и уменьшает достоверность результатов. Автоматизация этого процесса, применение методов цифровой обработки изображений и дискриминантного анализа способно существенно повысить скорость и эффективность проведения диагностики.

Дерматоглифика – это наука, изучающая рисунки кожи. Наиболее характерные рисунки кожи человека находятся на подушечках пальцев, хотя можно найти рисунки кожи на всех фалангах пальцев, на ладонях и на ногах. Современная наука не имеет общепринятой теории о происхо-

ждении рисунков кожи человека. Есть версия, что папиллярный рисунок кожи образовался в процессе эволюции на руках у приматов, для того, чтобы увеличить трение в процессе лазанья по деревьям.

Выделяют три основных типа папиллярных узоров на подушечках пальцев: арка (arch), петля (loop) и завиток (whorl). Возможно наличие на одном пальце двух или трех названных типов рисунка, в этом случае говорят о композиции нескольких типов (сложный узор). Достаточно подробная классификация отпечатков есть в работах Гальтона (1892), Генри (1900), в современном представлении – Мальтона (2003) [1]. В более расширенной классификации каждый из трех типов узоров могут значительно отличаться друг от друг.

Тип папиллярного узора арка представлен чаще всего в двух вариациях: простая арка и треугольная арка. Такой тип узора встречается довольно редко и составляет 5–10 % от общего количества всех отпечатков пальцев (Рис.1, а–b). Тип папиллярного узора петля является более сложным; выделяют следующие типы: левая петля, правая петля, двойная петля. Это наиболее распространенный тип узора, встречающийся у людей (60–65 %) (Рис.1, с–d). Встречается и другая классификация: ульнарная петля (открыта в сторону ладони) и радиальная петля (открыта в сторону большого пальца). Тип узора завиток является наиболее сложным и встречается в 30 % случаев (Рис.1, e).

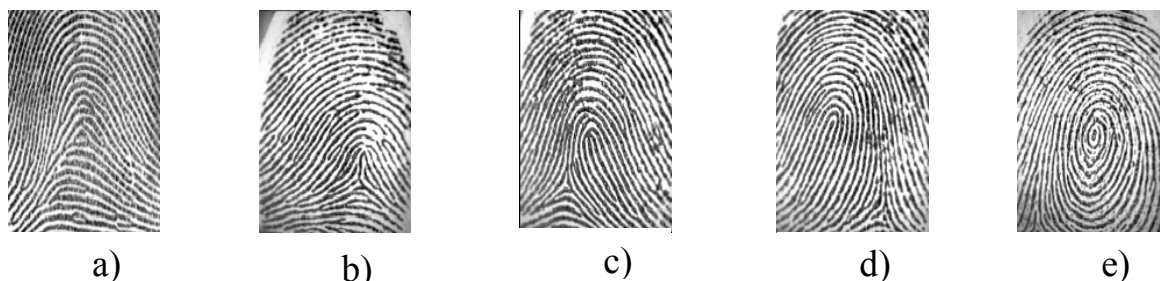


Рис.1. Типы папиллярных узоров

Тип, ориентация и локализация папиллярных узоров с возрастом не меняются.

Выделяют следующие глобальные признаки дерматоглифического отпечатка. Ядро (центр) – характерная центральная область отпечатка. Дельта (трирадиус) – точка, в которой линии расходятся по трем направлениям, точка схождения трех разнонаправленных потоков. При типе узора арка дельта отсутствует, при типе узора петля имеется одна дельта, при типе узора завиток имеется две дельты, в сложном типе узора присутствует не менее двух дельт. Гребневой счет – это характеристика, которая обозначает частоту (количество, плотность) линий между ядром и дельтой.

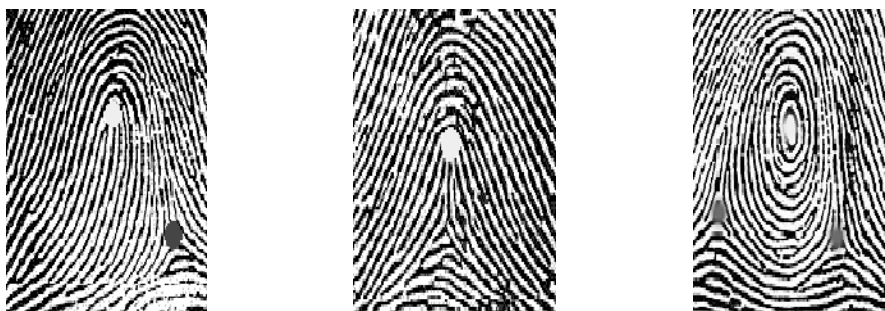


Рис. 2. Глобальные характеристики отпечатка: ядро и дельта

Гребневой счет определяется в различных вариациях: для каждого пальца в отдельности; суммарно для пяти пальцев каждой руки; суммарно для всех пальцев. Общая сумма гребневых счетов обеих рук называется общим гребневым счетом (TRC – total ridge count). Выявлена следующая закономерность: чем больше на пальцах дуг, тем меньше показатель общего гребневого счета. Гребневой счет варьируется у разных людей и на разных пальцах от 0 до 300 (на 10 пальцах).

Анализ дерматоглифического отпечатка начинается в первую очередь с определения КПД – комплекса дерматоглифических параметров. КПД является генетически детерминированным, именно поэтому в настоящее время весьма актуальной является проблема биометрического анализа дерматоглифических отпечатков с целью диагностики и прогнозирования наследственных заболеваний, а также с целью выявления предрасположенности к их развитию.

Результаты исследований дерматоглифических показателей среди больных с наследственной предрасположенностью показали, что наиболее достаточными и информативными характеристиками будут являться типы папиллярных узоров на всех пальцах в совокупности, их высота, ориентация, симметричность, форма потока линий в поле узора, гребневой счет, гребневая ширина. На основе этих показателей вычисляются следующие признаки: дельтовый индекс, или индекс Волоцкого (общее число дельт на всех пальцах); качественные дактилоскопические индексы: индекс Фуругаты (отношение числа завитков к общему числу петель), индекс Данкмейера (отношение числа арок к числу завитков), индекс Полла (отношение числа арок к числу петель), индекс Гайпеля (отношение числа завитков на первых трех пальцах одной из рук к половине числа завитков на двух оставшихся пальцах этой же руки) [2,3,4]. Индексы Фуругаты, Данкмейера и Полла отражают степень сложности узора. Индекс Гайпеля, называемый также радиально–ульнарным индексом, характеризует распределение сложности дерматоглифического узора в радиально–ульнарном направлении: он тем больше, чем более сложен

узор на первых трех пальцах и чем менее сложен на четвертом и пятом пальцах.

Автоматизация процесса сканирования отпечатков и выделения их характеристик позволяют объективно измерять и оценивать КДП, что в свою очередь дает возможность объективного биометрического анализа и диагностики. [5,6]. На этапе компьютерной обработки дерматоглифического отпечатка выделяют следующие стандартные процедуры: сканирование отпечатка; нормализация яркости; удаление шумов; бинаризация; утончение [7]. Следующим этапом является вычисление перечисленных выше дерматоглифических параметров; далее следует принятие решения о предрасположенности к тому или иному заболеванию. Важной особенностью данной модели должна быть независимость от множества вариаций отпечатков. Отпечаток одного и того же пальца может значительно искажаться по различным причинам (различные области сканирования; ориентация пальца; деформация кожи; сила прижатия; влажные/жировые следы).

Таким образом, выделен комплекс дерматоглифических параметров, необходимых и достаточных для биометрического анализа отпечатков пальцев. Данные параметры являются информативными и стабильными биологическими маркерами и могут служить в качестве медицинских показателей предрасположенности к наследственным заболеваниям в сочетании с другими средствами диагностики. Эффективные методы цифровой обработки изображений позволяют с высокой степенью точности определить данные параметры, а с помощью методов дискриминантного анализа мы можем диагностировать предрасположенность к тому или иному наследственному заболеванию.

Литература

1. *Maltoni D., Maio D., Jain A. K., Prabhakar S.* Handbook of Fingerprint Recognition / Springer-Verlag, 2003.
2. *Богданов Н.Н. и др.* Хрестоматия по дерматоглифике / Самиздат, 2006.
3. *Вильчинская Л.П.* Особенности пальцевой дерматоглифики больных с нарушениями мозгового кровообращения // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2005. № 1 (9). С. 52–55.
4. *Лаврухин О.И., Мельников И.Ю.* Дерматоглифические характеристики у больных сахарным диабетом // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 2013. № 2. С. 136–138.
5. *Хрулев А. А.* Биотехническая система автоматизированных дерматоглифических исследований наследственной предрасположенности к шизофрении : Автореф. дис. ... к.т.н. Москва, 2007.
6. *Бурлай Е. В.* Биотехническая система дерматоглифических исследований ладони : Автореф. дис. ... к.т.н. Москва, 2009.
7. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений / Москва, 2005.