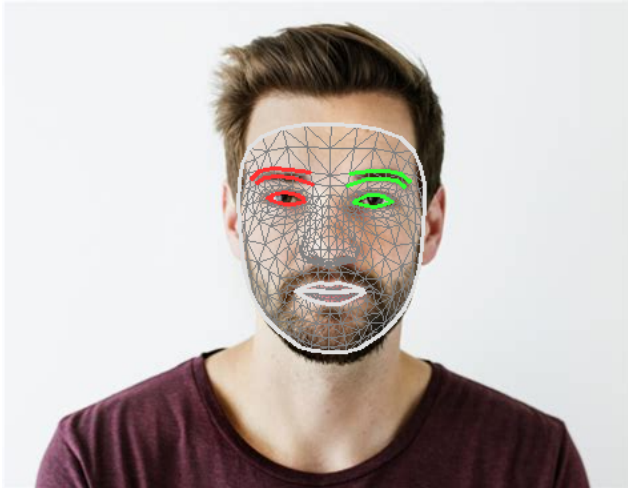
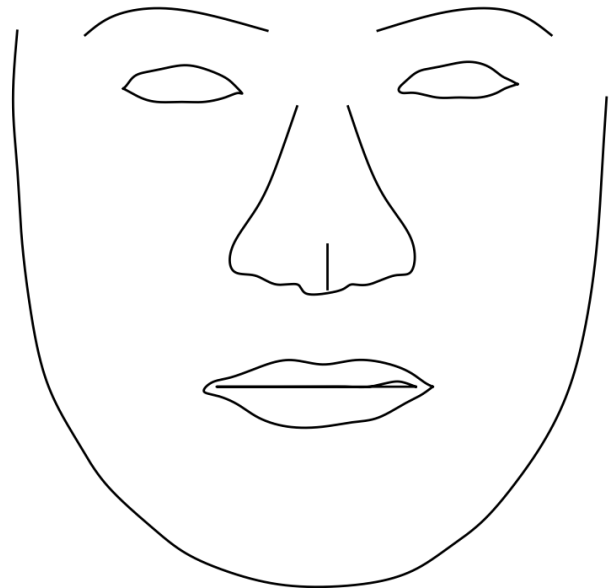


1 Элементы лица

Для обнаружения и выделения частей лица, таких как подбородок, рот, нос, глаза и брови, использовалось решение от Google: библиотека *mediapipe*. Она позволяет найти точки элементов лица (Рис. 1a), которые впоследствии достаются и записываются в последовательные пути (Рис. 1b).



(a) Facemesh



(b) Элементы лица

Рис. 1: Процесс рисования элементов лица

2 Основные черты лица

Далее при помощи преобразования Габора производится выделение основных черт лица (Рис. 2). Параметры можно изменять при помощи ползунков для просмотра результатов фильтра в реальном времени. Полученные части проходят процесс скелетонизации (при помощи функции *cv2.ximgproc.thinning*), а затем методом *cv2.getContours* точки упорядочиваются для дальнейшей передачи роботу.

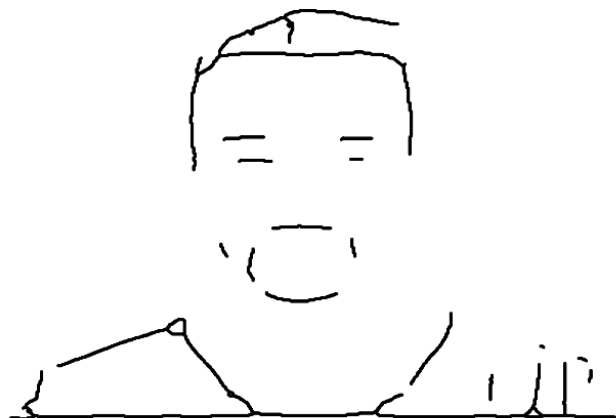


Рис. 2: Основные черты

3 Обработка изображения

Следующим этапом является обработка изображения. В качестве предобработки изображений для последующего более точного применения фильтров поиска границ, используются два подхода. Первый подход призван удалять тени с лица (Рис. 3а), например, для дальнейшего отделения затененной части лица от волос. Процедура стандартна: перевод изображения в ЧБ формат, использование *Gaussian blur*, а затем *division normalization*. Второй подход призван повысить яркость и четкость изображения (Рис. 3б). Она трансформирует яркость изображения до заданного значения равномерно (линейным преобразованием)



(а) Результат этапа удаления теней

(б) Результат этапа установки яркости

Рис. 3: Процесс обработки изображения

4 Мелкие детали

Для нахождения мелких (но важных) деталей используется метод нахождения границ *Canny edge detection*, параметры которого вынесены в ползунки, позволяющие добиться результатов, подходящих человеку, который послал фото. Для того, чтобы не засорять лицо ненужными деталями, производится удаление лишних деталей. Далее находятся пути для каждого из мазков при помощи метода *cv2.getContour*. Результат представлен на рисунке 4.



Рис. 4: Мелкие детали

5 Итоговое изображение

Объединяя данные этапы, получается картинка, по которой можно узнать человека. Примеры можно увидеть на рисунках 5



(a) Леонардо Ди Каприо



(b) Киану Ривз



(c) Лионель Месси



(d) Капитан Джек Воробей

Рис. 5: Некоторые результаты