

Методы распознавания лиц

Лекция N 8 курса
“Современные задачи
теоретической информатики”

Юрий Лифшиц
yura@logic.pdmi.ras.ru

Лаборатория мат. логики ПОМИ РАН

ИТМО, осень 2005

План лекции

- ① Особенности распознавания лиц
- ② Метод сопоставления графов
- ③ Собственные лица
- ④ Задача

- 1 Особенности распознавания лиц
- 2 Метод сопоставления графов
- 3 Собственные лица
- 4 Задача

Применения распознавания лиц

Какие применения вы знаете?

Применения распознавания лиц

Какие применения вы знаете?

- Взаимодействие компьютер-человек

Применения распознавания лиц

Какие применения вы знаете?

- Взаимодействие компьютер-человек
- Виртуальная реальность, компьютерные игры

Применения распознавания лиц

Какие применения вы знаете?

- Взаимодействие компьютер-человек
- Виртуальная реальность, компьютерные игры
- Водительские права, паспорта

Применения распознавания лиц

Какие применения вы знаете?

- Взаимодействие компьютер-человек
- Виртуальная реальность, компьютерные игры
- Водительские права, паспорта
- Контроль над иммиграцией

Применения распознавания лиц

Какие применения вы знаете?

- Взаимодействие компьютер-человек
- Виртуальная реальность, компьютерные игры
- Водительские права, паспорта
- Контроль над иммиграцией
- Персонализация бытовых устройств

Применения распознавания лиц

Какие применения вы знаете?

- Взаимодействие компьютер-человек
- Виртуальная реальность, компьютерные игры
- Водительские права, паспорта
- Контроль над иммиграцией
- Персонализация бытовых устройств
- Шифрование данных

Применения распознавания лиц

Какие применения вы знаете?

- Взаимодействие компьютер-человек
- Виртуальная реальность, компьютерные игры
- Водительские права, паспорта
- Контроль над иммиграцией
- Персонализация бытовых устройств
- Шифрование данных
- Электронная коммерция

Применения распознавания лиц

Какие применения вы знаете?

- Взаимодействие компьютер-человек
- Виртуальная реальность, компьютерные игры
- Водительские права, паспорта
- Контроль над иммиграцией
- Персонализация бытовых устройств
- Шифрование данных
- Электронная коммерция
- Криминалистика

Специфические особенности

Объект = массив пикселей

Избыточность такого представления

Поиск специфических представлений изображений

Внешние факторы: свет, поза, эмоции

Специфические особенности

Объект = массив пикселей

Избыточность такого представления

Поиск специфических представлений изображений

Внешние факторы: свет, поза, эмоции

Научная основа:

Цифровая обработка сигналов

Общие методы распознавания образов

Абстрактная постановка

Типичные данные

Тренировочная коллекция:

По 10 фотографий для 40 людей при разных условиях

Абстрактная постановка

Типичные данные

Тренировочная коллекция:

По 10 фотографий для 40 людей при разных условиях

Вход:

Новое изображение = массив пикселей

100×100 , 256 оттенков серого

Абстрактная постановка

Типичные данные

Тренировочная коллекция:

По 10 фотографий для 40 людей при разных условиях

Вход:

Новое изображение = массив пикселей

100×100 , 256 оттенков серого

Возможные ответы:

Не лицо

Лицо, но не из коллекции

Лицо N 8 из коллекции

Этапы распознавания лиц

Стандартные шаги алгоритма:

- Выделение лиц из общего изображения
- Предварительные вычисления (нормализация)
- Выделение характеристик
- Применение классификатора

Дальнейшие вариации

Родственные задачи:

Распознавание по серии фотографий

Комбинирование разных биометрик

Распознавание эмоций

Дальнейшие вариации

Родственные задачи:

- Распознавание по серии фотографий
- Комбинирование разных биометрик
- Распознавание эмоций

Дальние родственники:

- Анимация лиц
- Экстраполяция по возрасту

План лекции

- 1 Особенности распознавания лиц
- 2 Метод сопоставления графов**
- 3 Собственные лица
- 4 Задача

Операция свертки

$$S(y) = \int G(x - y)f(x)d^2x$$

$$S(y) = \int G(x - y)f(x)d^2x$$

Дискретные аналогии:

взвешенная сумма

метод конечных элементов

40 фильтров Габора

$$G_i = \frac{k_i^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_i^2 x^2}{2\sigma^2}\right) [\exp(ik_i x) - \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right)]$$

40 фильтров Габора

$$G_i = \frac{k_i^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_i^2 x^2}{2\sigma^2}\right) [\exp(ik_i x) - \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right)]$$

$$k_i = (k_\nu \cos \phi_\mu, k_\nu \sin \phi_\mu); \quad k_\nu = 2^{-\frac{\nu+2}{2}}, \quad \phi_\mu = \mu \frac{\pi}{8}$$

$\nu = 0..5, \quad \mu = 0..7$

40 фильтров Габора

$$G_i = \frac{k_i^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_i^2 x^2}{2\sigma^2}\right) \left[\exp(ik_i x) - \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right)\right]$$

$$k_i = (k_\nu \cos \phi_\mu, k_\nu \sin \phi_\mu); \quad k_\nu = 2^{-\frac{\nu+2}{2}}, \quad \phi_\mu = \mu \frac{\pi}{8}$$
$$\nu = 0..5, \quad \mu = 0..7$$

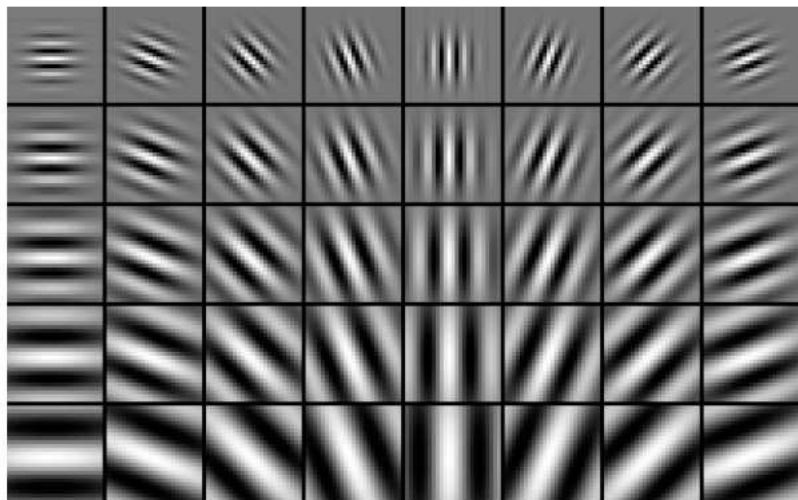
Геометрическая устойчивость:

Масштабирование

Повороты

Контраст

Яркость



Создание “единого портрета”

- 1 Выбираем решетку из контрольных точек

Создание “единого портрета”

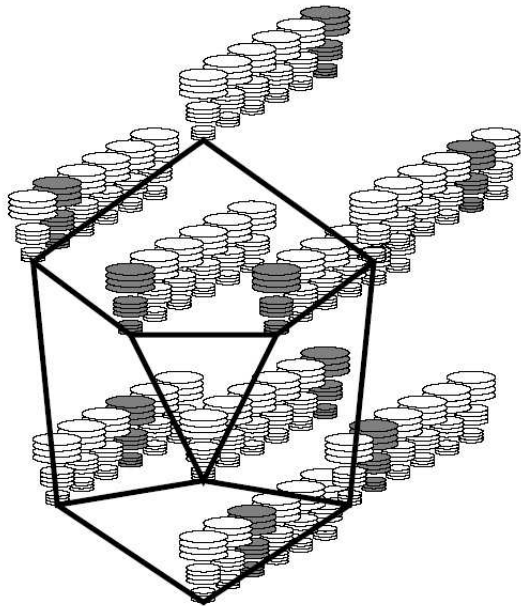
- 1 Выбираем решетку из контрольных точек
- 2 Считаем 40 значений для каждой точки по всей коллекции

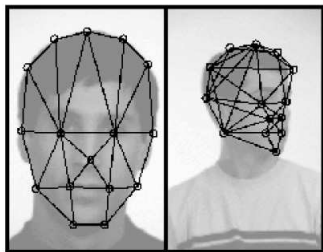
Создание “единого портрета”

- 1 Выбираем решетку из контрольных точек
- 2 Считаем 40 значений для каждой точки по всей коллекции
- 3 Берем средние значения и средние дистанции

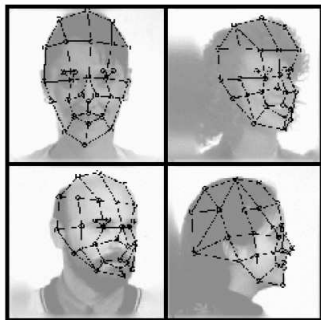
Создание “единого портрета”

- 1 Выбираем решетку из контрольных точек
- 2 Считаем 40 значений для каждой точки по всей коллекции
- 3 Берем средние значения и средние дистанции
- 4 Получили граф с длинами ребер и 40 значениями в каждой вершине





grids for face finding



grids for face recognition

Нахождение контрольных точек

Получили на вход новое лицо. Как найти контрольные точки?

Нахождение контрольных точек

Получили на вход новое лицо. Как найти контрольные точки?

- 1 Параллельно перемещаем большими шагами решетку по лицу, считаем значения в точках сравниваем с эталонным набором значений

Нахождение контрольных точек

Получили на вход новое лицо. Как найти контрольные точки?

- 1 Параллельно перемещаем большими шагами решетку по лицу, считаем значения в точках сравниваем с эталонным набором значений
- 2 Выбираем оптимальное расположение.

Нахождение контрольных точек

Получили на вход новое лицо. Как найти контрольные точки?

- 1 Параллельно перемещаем большими шагами решетку по лицу, считаем значения в точках сравниваем с эталонным набором значений
- 2 Выбираем оптимальное расположение.
- 3 Выбираем масштаб (делаем оптимальную гомотетию) и делаем маленькие шаги вокруг центра

Нахождение контрольных точек

Получили на вход новое лицо. Как найти контрольные точки?

- 1 Параллельно перемещаем большими шагами решетку по лицу, считаем значения в точках сравниваем с эталонным набором значений
- 2 Выбираем оптимальное расположение.
- 3 Выбираем масштаб (делаем оптимальную гомотетию) и делаем маленькие шаги вокруг центра
- 4 Независимо перемещаем отдельные контрольные точки

Вектром нового изображения будет набор значений фильтров Габора во всех контрольных точках

Вектром нового изображения будет набор значений фильтров Габора во всех контрольных точках

Далее применяются стандартные методы распознавания образов, например, метод k соседей (kNN)

Основные преимущества

- Достаточно одного обучающего лица
- Устойчивость к геометрическим трансформациям
- Устойчивость к освещению и позе

План лекции

- 1 Особенности распознавания лиц
- 2 Метод сопоставления графов
- 3 Собственные лица**
- 4 Задача

Понижение размерности

Пространства:

Все изображения

Все портреты людей

Отправная гипотеза: второе пространство имеет меньшую размерность

Понижение размерности

Пространства:

Все изображения

Все портреты людей

Отправная гипотеза: второе пространство имеет меньшую размерность

Мотивация для понижения размерности:

Понижение размерности

Пространства:

Все изображения

Все портреты людей

Отправная гипотеза: второе пространство имеет меньшую размерность

Мотивация для понижения размерности:

Уменьшение вычислений и памяти

Можно обойтись меньшей тренировочной коллекцией

Отбросить незначащие детали

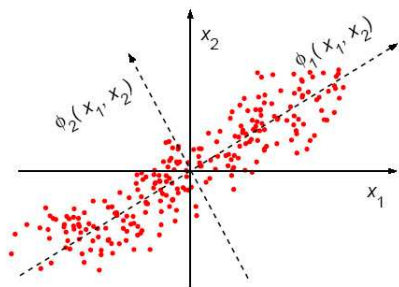
Principal Component Analysis

$$\Lambda = \Phi^T \Sigma \Phi,$$

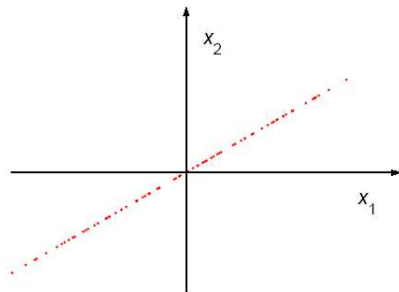
где Λ — диагональная матрица, Φ — ортонормированная, а

$$\Sigma = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i x_i^T \quad -$$

матрица ковариации



(a) PCA basis



(b) PCA reduction to 1D

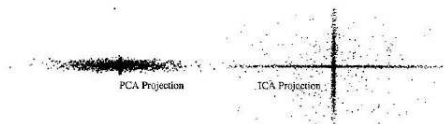
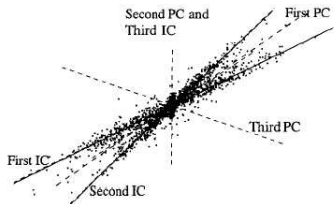




Fig. 2. Eigenfaces (from [36]): average face on the left, followed by 7 top eigenfaces.

План лекции

- 1 Особенности распознавания лиц
- 2 Метод сопоставления графов
- 3 Собственные лица
- 4 Задача**

Как успехи с разрезом графа степени 3 (задача из предыдущей лекции)?

Если не запомните ничего другого:

- Два специфических проблемы: избыточность информации и геометрические деформации

Если не запомните ничего другого:

- Два специфических проблемы: избыточность информации и геометрические деформации
- Рассмотрели два метода: сопоставление графа и собственные лица

Если не запомните ничего другого:

- Два специфических проблемы: избыточность информации и геометрические деформации
- Рассмотрели два метода: сопоставление графа и собственные лица
- Распознавание лиц активно использует методы цифровой обработки сигналов

Если не запомните ничего другого:

- Два специфических проблемы: избыточность информации и геометрические деформации
- Рассмотрели два метода: сопоставление графа и собственные лица
- Распознавание лиц активно использует методы цифровой обработки сигналов

Если не запомните ничего другого:

- Два специфических проблемы: избыточность информации и геометрические деформации
- Рассмотрели два метода: сопоставление графа и собственные лица
- Распознавание лиц активно использует методы цифровой обработки сигналов

Вопросы?