

$$y_{\bar{t}\bar{t}} + \left((h_i^2 / 6) y_{\bar{t}\bar{t}\bar{x}} \right)_{\hat{x}} + (\tau_n \tau_{n+1} / 4) A y_{\bar{t}\bar{t}} + ((\tau_{n+1} - \tau_n) / 3) A y_{\bar{t}} + A y = \varphi, \quad (17)$$

и можно уточнить априорную оценку (15):

$$\|y_{t,n}\|_R + \|y_n^{(0.5)}\|_A \leq \sqrt{2} \left(\|y_t(0)\|_R + \|y_0^{(0.5)}\|_A \right) + \sum_{k=1}^n \tau_{k+1} \|\varphi_k\|. \quad (18)$$

Учитывая погрешность аппроксимации и оценку устойчивости (18), легко убедиться, что предложенная разностная схема сходится к точному решению исходной дифференциальной задачи со вторым порядком: $O(\hbar^2 + (\tau^*)^2)$.

Замечание 3. Выбирая σ_1^* , σ_2^* согласно (16), можно аппроксимировать дифференциальное уравнение (1) разностной схемой, записанной в не дивергентном виде: $y_{\bar{t}\bar{t}} + ((h_{i+1} - h_i) / 3) y_{\bar{t}\bar{t}\bar{x}} = y_{\bar{x}\bar{x}}^{(\sigma_1^*, \sigma_2^*)} + \varphi$. Если пространственная сетка выбирается равномерной, то схема второго порядка точности для дифференциальной задачи (1)–(3) имеет вид: $y_{\bar{t}\bar{t}} = y_{\bar{x}\bar{x}}^{(\sigma_1^*, \sigma_2^*)} + \varphi$.

Литература

1. Самарский А. А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1989. 616 с.
2. Самарский А. А., Вабищевич П. Н., Матус П. П. Разностные схемы с операторными множителями. Минск, 1998. 442 с.
3. Matus P., Zyuzina E. Three-level difference schemes on non-uniform in time grids // Comput. Meth. Appl. Math. 2001. № 3. P 265–284.
4. Самарский А. А., Вабищевич П. Н., Матус П. П. Разностные схемы повышенного порядка точности на неравномерных сетках // Дифференц. уравнения. 1996. № 2. С. 265–274.
5. Matus P., Mazhukin V., Mozolevsky I. Stability of finite difference schemes on non-uniform spatial-time grids // Proc. of the Numerical Analysis and Applications Conference. Rouse, Bulgaria, 2000.

СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ «OCULUS»

Е. В. Коблов

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение получают биометрические системы идентификации человека [1]. Их достоинство состоит в том, что они позволяют автоматизировать многие процессы, которые раньше производились вручную, такие как поиск подозреваемого в базе

данных по имеющейся фотографии или отпечаткам пальцев, осуществление паспортного контроля, контроля доступа и т.п. Однако, как правило, при проектировании новой системы исследователи выбирают алгоритмы на свой страх и риск, поскольку их количество стремительно растет, а четкого представления о тех факторах, которые влияют на их работоспособность, не существует.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Пусть требуется создать базовую систему распознавания, которая позволяет создавать сценарии, соответствующие различным технологиям распознавания лиц. Тогда для этого необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать архитектуру системы, которая обеспечивает легкую встраиваемость различных алгоритмов предобработки [2], поиска и распознавания лиц

2. Выработать стандарты входных и выходных данных алгоритмов выполняемых на каждом этапе выполнения сценария с целью обеспечения их взаимозаменяемости.

3. Разработать и встроить в систему технологию тестирования производительности и точности работы сценариев распознавания.

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

В основе работы системы лежит сценарий распознавания. Сценарий распознавания представляет собой последовательность алгоритмов A_1, A_2, \dots, A_n , решающих определенные классы задач K_1, K_2, \dots, K_m . Выполнение всей последовательности соответствует некоторой технологии распознавания T_k . Входы и выходы алгоритмов, решающих задачу K_i стандартизированы, что позволяет легко заменять одни алгоритм другим.

Для обеспечения быстрой встраиваемости новых алгоритмов без recompilation всей системы используется плагиновая архитектура. Для того, чтобы обучение работе с системой заняло минимальное время, в нее встроено интуитивно понятный графический интерфейс. Кроме того, для моделирования различных технологий распознавания, используемых в различных предметных областях, реализован банк алгоритмов предобработки, поиска и распознавания лиц. Схематически, архитектуру системы можно представить так:

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

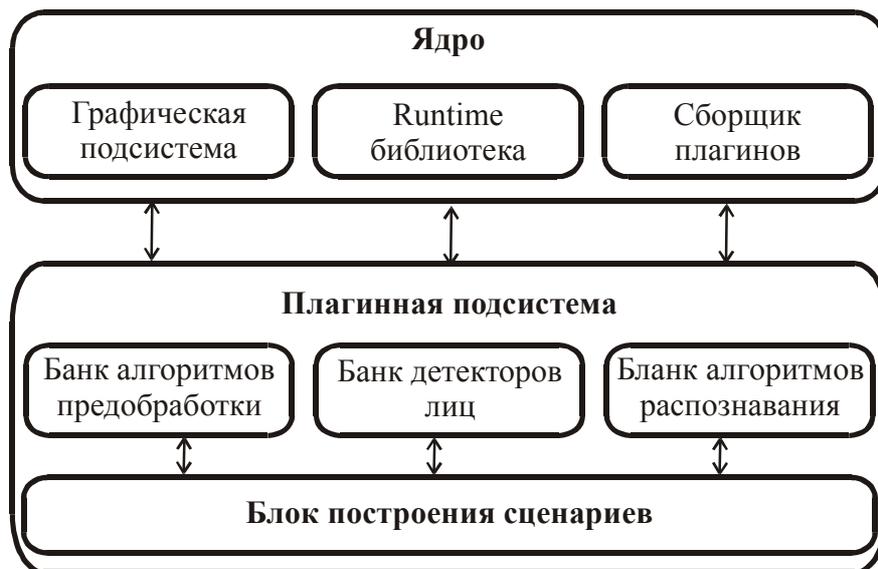


Рис 1. Архитектура системы «OCULUS»

В ядро системы входят три основные подсистемы:

- Графическая подсистема
- Runtime библиотека
- Сборщик плагинов

На данный момент в банке алгоритмов имеется более 40 различных алгоритмов предобработки, около 10 различных метрик, детектор и распознаватель лиц.

СЦЕНАРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ

Структура сценария распознавания для большинства имеющихся технологий распознавания лиц имеет вид представленный на рисунке 2.

На вход алгоритму предобработки подается изображение и выходом также является изображение (рисунок 3).

На вход алгоритму поиска лиц подается изображение, а выходом являются координаты глаз, либо некоторого другого набора антропометрических точек (до 20 точек) (рисунок 4).

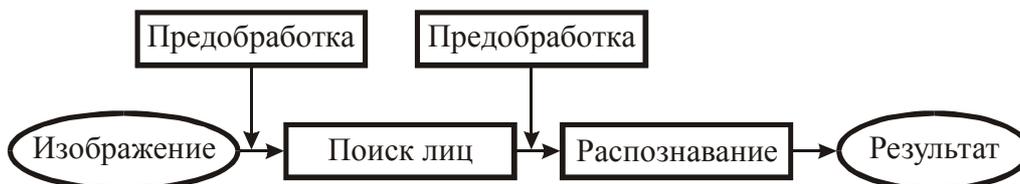


Рис 2. Структура сценария распознавания

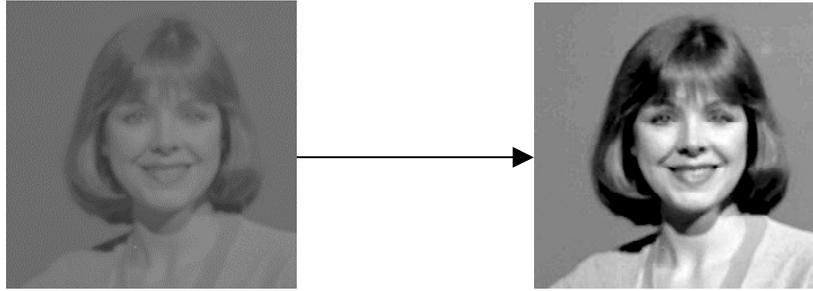


Рис 3. Работа алгоритма предобработки

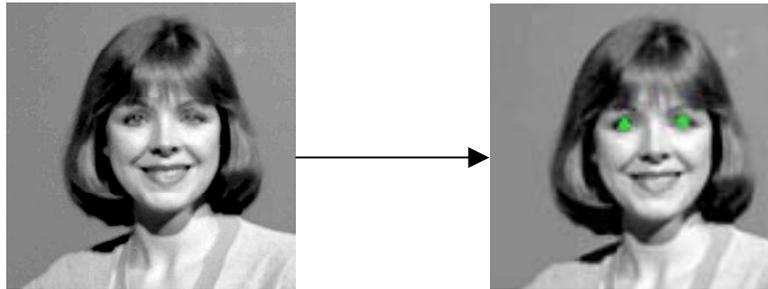


Рис 4. Работа алгоритма поиска лиц

На вход алгоритму распознавания подается найденное лицо, приведенное к некоторому нормализованному виду. На выходе – метка, соответствующая информации о заданном субъекте (рисунок 5).

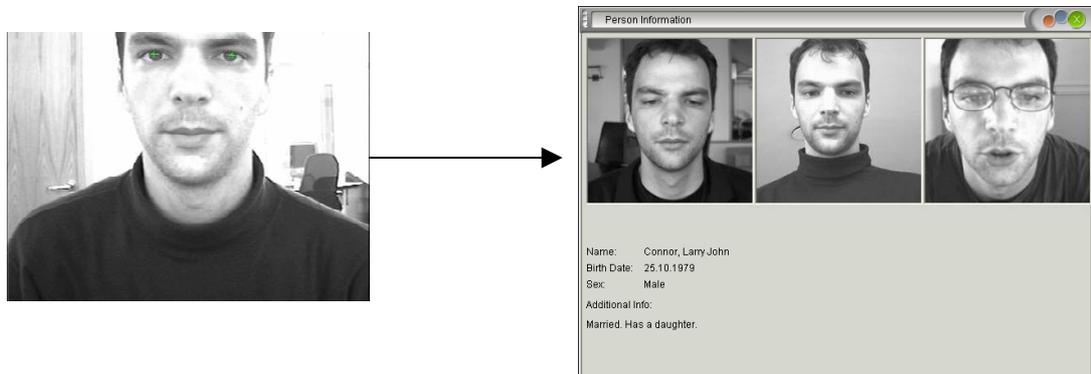


Рис 5. Работа алгоритма распознавания лиц

Алгоритм выполнения сценария распознавания следующий:

1. Сначала к входному изображению применяется один или несколько алгоритмов предобработки, позволяющие либо устранить определенные дефекты изображения, либо выделить на изображении какие-либо определенные признаки.

2. После того, как необходимые фильтры были применены к изображению, оно подается на вход детектору лиц. Детектор возвращает список антропометрических точек лица (например, глаз)

3. Применяем алгоритмы предобработки, для улучшения качества распознавания.

4. Распознаватель лиц, применяет аффинное преобразование, преобразующее лицо на изображении к некоторому стандартному виду – шаблону распознавания, и сравнивает полученный шаблон с шаблонами из базы лиц. Если лицо найдено, то он возвращает ссылку на информации о найденном субъекте.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Эксперименты проводились с использованием восьми различных метрик. На вход подавалось 766 лиц. Метод распознавания: Собственные лица. По результатам исследования получились результаты точности распознавания от 77 до 88 %.

Таблица 1

Результаты распознавания

Метрика	Точность
Кубическая	84,073107
Евклидова	80,678851
Ковариация	79,112272
Корреляция	78,328982
Угол Махаланобиса	87,206266
MahL2	85,639687
MahL1	88,120104
LDA	76,892950

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, создана система распознавания на основе плагинной архитектуры. Данная архитектура позволяет встраивать в систему новые алгоритмы, а также дополнительные сервисные возможности без перекомпиляции всей системы. Система имеет интуитивно понятный графический интерфейс, что делает работу с системой простой и быстрой.

Система позволяет создавать сценарии распознавания, оценивать их производительность путем выполнения сценария в пакетном режиме на некоторой выборке лиц.

Литература

1. Брилюк Д. Распознавание человека по изображению лица. Препринт (<http://neuroface.narod.ru>).
2. Fisher B., Perkins S., Walker A., Wolfart E. HiperMedia Image Processing Reference. UK: 1994. (http://www.cee.hw.ac.uk/hipr/html/hipr_top.html).