

## VI. ОБУЧАЮЩИЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

---

### **Применение новой сетевой информационной технологии распределенного интеллектуального консилиума для составления субъективного портрета\***

В. И. Протасов<sup>1</sup>, П. Д. Рабинович<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Московский авиационный институт*

<sup>2</sup> *ГОО «Педагогическая академия»*

Текст об РФФИ перенесли в сноску.

Описана и исследована новая информационная технология распределенного составления субъективного портрета (фоторобота) группой свидетелей и одиночным свидетелем. Образ лица, вспоминаемого свидетелями, описываются набором величин, однозначно определяющих трехмерное изображение лица. С использованием технологии интеллектуального консилиума свидетели скрещивают эти образы, вводят небольшие изменения (мутации) до тех пор, пока популяция образов не сойдется к единому образу, наиболее похожему на вспоминаемый. Показано, что полученный таким образом субъективный портрет обладает высоким качеством.

### **Введение**

Развитие информационно-коммуникационных технологий привело к принципиально новым решениям сложных, трудно формализуемых задач. К таким задачам относятся, например, принятие решений коллективом

---

\* Работа выполнена благодаря поддержке РФФИ (№ 08-07-00447-а) «Разработка и исследование методов оценки достоверности результатов восстановления объемных фотороботов на основе общедоступных установок виртуальной реальности».

экспертов в условиях, когда интеллектуальных ресурсов отдельного индивида недостаточно для их полного и точного решения. Использование методов коллективной работы в компьютерных сетях для формирования адекватных ответов на усиливающиеся террористические угрозы также является актуальным. Одной из наиболее сложных задач в современной криминалистике является задача составления субъективного портрета какого-либо человека, увиденного и запомненного с разной степенью точности одним или несколькими свидетелями.

Согласно теории отражения, мысленный образ предмета формируется в сознании под воздействием самого предмета. Человеческий мозг обладает способностью воспринимать внешнюю информацию о предметах через органы чувств (в нашем случае предмет — это некий человек, его внешний облик, а орган восприятия — глаза), и длительное время удерживать в памяти представление о нем.

Мысленный образ субъективен потому, что зависит от индивидуальных особенностей воспринимающего лица (общий уровень развития, профессиональная подготовка, состояние зрения и т. п.) общего эмоционального состояния, а также от внешних условий восприятия (расстояние, освещение, метеорологические условия, время воздействия и пр.).

В связи с тем, что мысленный образ может забываться, и он имеет место только в сознании ограниченного числа лиц (свидетели, очевидцы, или потерпевшие), необходимо как можно быстрее закрепить его с помощью других средств и методов — «актуализировать» в материальной форме» [1]. Существующие методы составления субъективного портрета с использованием компьютерных технологий или с помощью полицейских художников не всегда дают удовлетворительные результаты.

Имеющиеся системы создания субъективных портретов основаны, как правило, на плоских изображениях и не дают полного представления о лице, находящемся в розыске. Процесс создания субъективных портретов становится значительно эффективнее, если опознавателю предоставляется возможность рассмотрения восстанавливаемого лица с любого ракурса, не ограниченного положениями «анфас» и «профиль». Применение коллективных методов принятия решения к созданию фотороботов должно еще в большей степени приблизить субъективный портрет к оригинальному изображению опознаваемого. На данный момент разработано и апробировано большое количество методов коллективного творчества и принятия решений. С появлением компьютерных сетей происходит интенсификация этого направления.

## 1. Описание метода

Новая технология составления субъективного портрета коллективом свидетелей основывается на нетрадиционном применении генетических алгоритмов. Технология эволюционного морфинга человеческого лица осно-

вываается на применении метода интеллектуального консилиума [2], суть которого состоит в замене автоматического вычисления функции отбора и автоматического выполнения скрещиваний и мутаций, применяющихся в генетических алгоритмах, на реализацию этих действий человеком или группой людей.

Описываемая в настоящей работе технология гибридного сетевого человеко-машинного интеллекта, основанная на методе интеллектуального консилиума, впервые была исследована на задаче коллективного конструирования фоторобота. Для координации коллективной работы экспертов использовались правила взаимодействия, основанные на генетических алгоритмах.

Существенным преимуществом данного метода, по сравнению с известным методом мозгового штурма, является независимость качества результатов работы от психологических факторов, мешающих совместной работе. В качестве координатора выступают специальные правила взаимодействия, направляющие к цели проекта коллективную работу экспертов. При этом эффективно используются знания и умения экспертов.

Этот метод можно определить следующим образом. Интеллектуальный консилиум — это способ организации коллективной работы людей, работающих совместно над единым проектом с заранее заданной целью по правилам, основанным на принципах классического генетического алгоритма. Эти правила сформулированы в виде инструкций по организации работы экспертов проекта и их взаимодействия. Можно сказать, что интеллектуальный консилиум — это способ организации интерфейса включения человека в качестве естественного интеллектуального агента в информационную среду.

Правила взаимодействия между интеллектуальными агентами таковы:

- сформулированы цели проекта;
- определяется состав экспертов и способ их взаимодействия;
- задается каркас проекта;
- осуществляется генерация первого приближения;
- проводится обмен вариантами решений;
- осуществляется проверка критерия окончания работы;
- из полученных решений составляются новые решения (скрещивание);
- в новые решения вносятся изменения (мутация);
- осуществляется переход на п. 5<sup>III</sup>.

В соответствии с этими правилами разрабатываются инструкции для проведения коллективной работы. При этом учитываются особенности

конкретной творческой задачи и квалификация интеллектуальных агентов. Эксперименты по практическому применению данного метода показали его применимость в различных областях интеллектуальной деятельности. Было показано, что во всех случаях использования метода процессы коллегиального решения сходятся достаточно быстро. Был сделан вывод о том, что качество решения зависит от уровня компетентности и полноты знаний экспертов.

Для случая составления субъективного портрета группой свидетелей аналогичные результаты были получены группой шотландских исследователей [3]. Они предложили и исследовали технологию эволюционного морфинга, в значительной степени повторяющую технологию интеллектуального консилиума. Технология составления субъективных портретов методом эволюционного морфинга по шотландской технологии в настоящее время используется английской полицией.

Основным отличием от нашей технологии является то, что группа свидетелей работает с использованием метода эволюционного морфинга поодиночке, а затем вычисляется усредненный портрет. В нашем же методе наряду с эволюционным морфингом применяется метод интеллектуального консилиума. Контрольные эксперименты показали преимущество нашего метода.

Для повышения точности и достоверности восстанавливаемых субъективных портретов было принято решение разработать комплекс аппаратных и программных средств с использованием современных компьютерных и информационно-коммуникационных технологий. Проведены предварительные исследования по выбору этих компонентов. В их состав вошли современный графический редактор 3D-лиц, технологии стереоскопической визуализации и метод принятия решений в виде интеллектуального консилиума.

В качестве инструмента для составления объемных фотороботов применена программа FaceGenModeller [4]. Эта программа используется разработчиками компьютерных игр, киностудиями, университетами и компаниями, продающими программное обеспечение по распознаванию лиц и по визуализации лица в хирургии. Такое широкое применение обусловлено интеграцией передовых разработок в области моделирования 3D-лиц.

Модель головы в программе представляется полигонами с использованием технологии непрерывного морфинга, позволяющего плавно изменять форму различных частей лица.

Интерфейс программы достаточно прост. Манипулирование моделью головы производится при помощи компьютерной мыши и клавиатуры. Модель можно рассматривать в различных ракурсах, приближая и отодвигая ее. Вначале формируются основные признаки, такие как раса, пол,

возраст восстанавливаемого лица. Затем с помощью функции Generate, задающей разные лица, находят наиболее похожее на восстанавливаемое. После того, как в первом приближении сформировано лицо, вносятся локальные изменения в его форму и размеры.

Исследовалась возможность улучшения качества составления субъективного портрета при использовании простейших технологий получения стереоизображений — пульфрих и шейкинг-стерео. Эффект Пульфриха основан на оптической иллюзии, использующей тот факт, что мозг распознает темные оптические раздражители позже, чем светлые. Если при этом один глаз рассматривает вращающийся в определенном направлении объект через затемненное стекло, а другой — через обычное, то возникает псевдостереоэффект. В нашем случае пульфрих-эффект возникает, когда свидетели наблюдают распознаваемые головы на экране монитора при их постоянном медленном вращении. В технологии шейкинг стереоэффект возникает при колебании изображения относительно центра экрана монитора с определенной частотой. Отличием этой технологии от пульфрих-стерео является возможность работы без непрерывного вращения, но во втором случае наблюдатели могут видеть объект во всех ракурсах. Для проверки эффективности и работоспособности комплекса инструментальных средств были проведены качественные эксперименты по составлению субъективного портрета группой студентов.

## 2. Экспериментальная часть

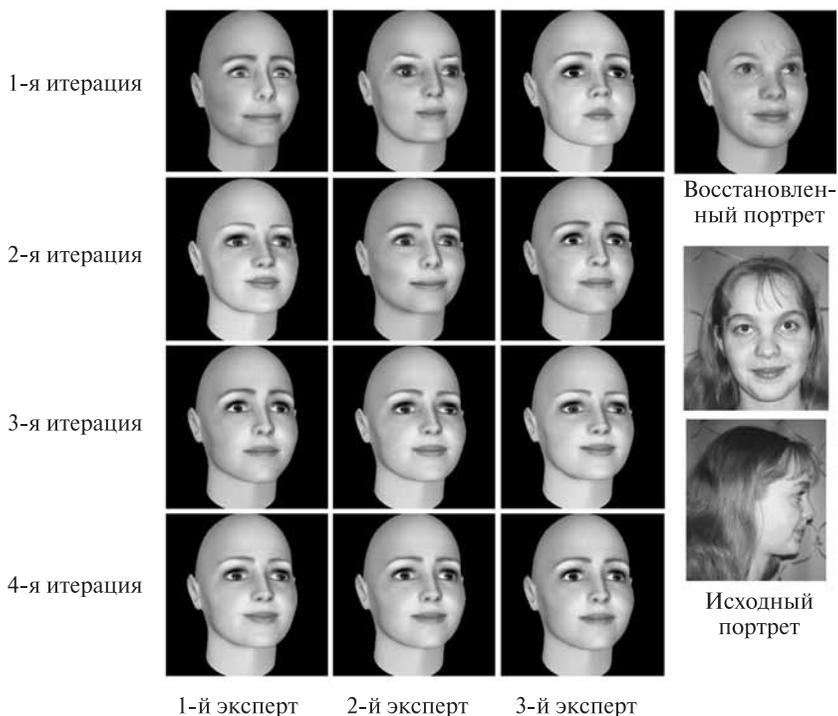
Для проверки применимости метода эволюционного морфинга, основанного на генетических алгоритмах, было проведено три серии экспериментов. В первой серии принимало участие три эксперта, во второй — четыре, в третьей — один.

Эксперименты по составлению субъективного 3D-портрета проводились в компьютерной сети. Каждый эксперт работал на отдельном компьютере и прошел тренинг по моделированию лица в программе FaceGen Modeller и использованию пульфрих и шейкинг-технологий. На каждом компьютере-клиенте были созданы две папки с названиями «Задания» и «Решения». Координировал работу экспертов администратор, который работал на компьютере-сервере и имел доступ к компьютерам-клиентам экспертов. В начале каждого эксперимента всем экспертам на непродолжительное время предъявлялось для запоминания конкретное лицо незнакомого им ранее человека. Эксперты, используя возможности графического редактора, составляли независимо друг от друга первые варианты 3D-лица, которые помещали в папку «Решения». Администратор распределял варианты в папки «Задания» экспертам таким образом, чтобы каждый получил

два различных чужих варианта. На второй итерации каждый эксперт, скрещивая два полученных варианта и проводя мутацию скрещенного варианта, формировал новый вариант субъективного портрета. Третья и последующие итерации проводились аналогично. Администратор определял момент окончания итераций, когда варианты становились похожими друг на друга, либо по окончанию допустимого времени эксперимента. Во втором случае решением консилиума считались наиболее часто повторяющиеся варианты.

Для проверки устойчивости метода к некорректным данным, во второй серии экспериментов одному из экспертов было дано задание намеренно вносить искажения в свой вариант. Результаты коллективной работы сошлись, тем не менее, к единому решению, но для составления исходного портрета экспертам потребовалось большее количество итераций. В третьей серии экспериментов эксперты работали поодиночке.

Результаты экспериментов приведены на рис.1 и 2.



**Рис. 1.** Результаты восстановления субъективного портрета группой экспертов



**Рис. 2.** Результат восстановления субъективного портрета одиночным свидетелем: а) исходный портрет, б) восстановленный

### 3. Обсуждение результатов

Результаты экспериментов показали принципиальную работоспособность метода интеллектуального консилиума для составления субъективного портрета с использованием 3D-морфинга лица группой экспертов и одиночным экспертом. Применение пульфрих и шейкинг-технологий получения стереоизображений позволило сократить количество итераций при практически таком же качестве составления субъективного портрета.

Вторая серия экспериментов показала нечувствительность метода к введению небольшого количества некорректных данных. Анализ работы экспертов позволяет определить свидетеля, дающего ошибочные варианты.

Третья серия экспериментов показала сходимость метода даже при наличии одного свидетеля, который выступал в качестве распознавателя предлагаемых ему вариантов, скрещиваемых и мутируемых компьютером под управлением генетической процедуры.

Результаты составления портрета одиночными экспертами были хуже, чем полученные группой, но лучше, чем результаты, полученные одиночными экспертами на первой итерации. Применение простейших стереотехнологий также сокращало число итераций. Преимущества какой-либо технологии по критериям качества и времени составления субъективного портрета выявлено не было.

Все эксперименты сходились достаточно быстро к консолидированному решению. Обычно процесс эволюционного морфинга сходил за четыре–семь итераций, за исключением второй серии экспериментов, в которых потребовалось девять–одиннадцать итераций. Во всех случаях на заключительной стадии консилиума наблюдалось значительное улучшение

восстанавливаемого портрета по сравнению с первыми итерациями. Здесь следует отметить, что в существующей на сегодняшний день практике пользуются, по существу, результатами только одной итерации.

## Заключение

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- 1) эксперименты показали принципиальную работоспособность метода интеллектуального консилиума в сочетании с эволюционным 3D-морфингом;
- 2) программа FaceGen Modeller может быть использована в качестве основы для создания системы составления субъективного портрета коллективом свидетелей или одиночным свидетелем;
- 3) метод составления субъективного портрета группой свидетелей в виде эволюционного морфинга показал свое преимущество перед обычным методом рисования портрета с использованием этого же графического редактора;
- 4) применение простейших технологий получения стереоизображений позволяет сократить время работы свидетелей.

## Литература

1. *Муравев-Витковский А. В.* Габитоскопия. <http://www.expert.aaanet.ru/rabota/gabito.htm>
2. *Протасов В. И., Потапова З. Е., Клименко С. В., Рабинович П. Д.* Интеллектуальный консилиум — новый метод коллективного творчества. Сборник трудов международной конференции «Диалог 2008». Кипр, Никосия.
3. *Frowd C. D., Hancock P. J.B., & Carson D.* EvoFIT: A Holistic, Evolutionary Facial Identification Technique for Creating Composites. *Association for Computing Machinery Transactions on Applied Psychology*. 1 (1). P. 1–21. 2004.
4. FaceGen Modeller 3.1. <http://www.facegen.com/modeller.htm>