

Технология распознавания лиц: тайная история

Шестьдесят лет назад Вуди Бледсо (Woody Bledsoe) — сын земледельца — изобрёл технологию идентификации лиц. Но свидетельство о его причастности к открытию практически исчезло.

Редакция Нетологии подготовила адаптированный перевод [статьи Wired](#) об этой неизвестной широкому кругу истории, о наработках Бледсо и его команды, которые используются в современной технологии распознавания лиц.

Около тридцати лет Вуди Бледсо был профессором Техасского университета в Остине и работал над развитием автоматизированных рассуждений и искусственного интеллекта. По воспоминаниям Ланса, сына Бледсо, профессор был восторженным учёным-оптимистом, который ещё в конце 1950 годов мечтал создать компьютер, наделённый человеческими возможностями и способный доказывать сложные математические теоремы, поддерживать разговор и прилично играть в пинг-понг.

Но в начале карьеры Бледсо увлечённо искал возможность научить машины распознавать лица — недооценённую тогда, но потенциально мощную человеческую способность. Это были первые исследования по идентификации лиц (1960 года), и работа профессора привлекла интерес спецслужб США. Главные инвесторы Вуди, скорее всего, были подставными компаниями ЦРУ.

Распознавание лиц: благо и ящик Пандоры

Сегодня функция распознавания лиц используется для обеспечения безопасности в телефонах, ноутбуках, паспортах и платёжных приложениях. Ожидается, что эта технология кардинально изменит рынок таргетированной рекламы и ускорит диагностику определённых заболеваний. В то же время технология идентификации лиц превращается в инструмент государственного давления и корпоративной слежки.

Так, при помощи этой технологии в Китае правительство отслеживает представителей уйгурского этнического меньшинства, сотни тысяч которых поместили в лагеря для политических заключённых. А в США, по данным The Washington Post, Иммиграционная и таможенная полиция и ФБР проводит цифровой розыск: ищет подозреваемых в государственных базах данных водительских удостоверений — иногда без предварительного обращения в суд.

В 2019 году расследование Financial Times показало, что исследователи из Microsoft и Стэнфордского университета собрали и выложили в открытый доступ большое количество пакетов данных с изображениями людей без ведома или согласия сфотографированных. Впоследствии эти данные были уничтожены, но исследователи техстартапов и одной китайской военной академии успели их заполучить.

В 1995 году по неизвестным причинам Вуди попросил сына уничтожить архив исследований. Но большая часть бумаг сохранилась, и тысячи страниц его работ теперь хранятся в Центре американской истории Бриско в Техасском университете. Среди прочего сохранились десятки фотографий людей, и некоторые лица помечены странными математическими записями, как будто поражённые неким «геометрическим» кожным заболеванием. На этих портретах можно разглядеть историю зарождения технологии, которая в ближайшие десятилетия будет активно развиваться и проникнет во многие сферы деятельности человека.

Как всё начиналось. Метод кортежей

Вудро Вильсон (Вуди) Бледсо родился в 1921 году в многодетной семье земледельца-издольщика из Оклахомы. Был десятым ребёнком в семье и сколько себя помнил всегда помогал отцу по хозяйству. Обладал математическим складом ума. Окончил среднюю школу. Три месяца проучился в Университете Оклахомы, после чего Вуди призвали в армию в канун Второй мировой войны.

После войны Вуди изучал математику в Университете Юты, а затем уехал в Беркли для получения степени доктора наук. Закончив аспирантуру, Вуди занимался исследованиями в области ядерного оружия в правительственной корпорации Sandia в Нью-Мексико — вместе с такими светилами, как Станислав Улам (Stanislaw Ulam), который участвовал в создании водородной бомбы.

В Sandia Вуди сделал первые шаги в компьютерном мире, приверженность к которому пронесёт через всю жизнь. Сначала писал код для проектов по ядерному оружию. А позднее Вуди заинтересовался автоматическим распознаванием паттернов, особенно машинным чтением — процессом обучения системы распознавать немаркированные изображения написанных символов.

Учёные начали с проецирования напечатанного символа — скажем, буквы Q — на прямоугольную сетку из клеток наподобие разлинованного листа бумаги. Каждой клетке-ячейке присваивался двоичный номер в зависимости от наличия или отсутствия в ней части символа: 0 — для пустой клетки, 1 — для заполненной. Затем ячейки случайным образом группировались в упорядоченные пары, как наборы координат. Теоретически группы могли включать любое количество ячеек, отсюда и название метода. Далее при помощи нескольких математических действий система присваивала сетке символа уникальное значение. А при столкновении с новым символом сетка этого символа сравнивалась с другими в базе данных до тех пор, пока не находилось ближайшее совпадение. Суть метода состояла в том, что он позволял распознавать множество вариантов одного и того же знака: большинство Q, как правило, получали довольно схожие результаты по сравнению с другими Q. Лучше всего процесс работал с любым шаблоном, а не только с текстом. По словам Роберта С. Бойера (Robert S. Boyer), математика и давнего друга Вуди, метод кортежей помог определить область распознавания шаблонов. Это был один из первых шагов к вопросу: «Как запрограммировать машину делать то, что делают люди?».

Исследования в компании Panoramic Research Incorporated

В 1960 году Вуди — вместе с Ибеном Браунингом и ещё одним коллегой из Sandia — основал компанию Panoramic Research Incorporated (Panoramic). Сначала они располагались в небольшом помещении в Пало-Альто, который ещё не был известен как сердце Кремниевой долины. В то время большинство компьютеров — массивных устройств, которые хранили данные на перфокартах или магнитных лентах, — размещались в офисах крупных компаний и правительственных лабораториях. Компания Вуди не могла себе позволить купить компьютер, поэтому учёные арендовали вычислительное время на такой машине у своих соседей, часто поздно вечером, когда оно было дешевле.

По словам Нельса Уинклесса (Nels Winkless), писателя и консультанта, который участвовал в нескольких проектах Panoramic, а позже стал одним из основателей журнала Personal Computing, «их задача заключалась в том, чтобы делать то, что другие люди находят слишком глупым».

Изобретения некоторых исследователей Panoramic получили широкую известность. Например, Хелен Чан Вульф (Helen Chan Wolf), пионер в программировании роботов, работала над созданием робота Шейки (Shakey the Robot). По мнению Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике, это «первый в мире робот, воплощающий в себе искусственный интеллект».

Panoramic тщетно пыталась найти финансирование. Вуди сделал всё возможное для презентации технологии распознавания символов, в том числе представив изобретение Обществу справедливого страхования жизни и журналу McCall's. Но контракт так и не заключили.

Если в бумагах Вуди Бледсо когда и были упоминания о ЦРУ, то, скорее всего, они были уничтожены в 1995 году. Но фрагменты сохранившихся материалов явно свидетельствуют о том, что в

течение многих лет компания Вуди работала с подставными компаниями ЦРУ. Нельс Уинклесс, который приятельствовал с командой Panoramic, говорит, что компания, скорее всего, была создана благодаря финансированию агентства. «Никто никогда не говорил мне об этом прямо, — вспоминает Уинклесс, — но так оно и было».

Согласно данным сайта the Black Vault, который занимается запросами по Закону о свободном доступе к информации, компания Panoramic Research Incorporated входила в число 80 организаций, работавших над проектом MK-Ultra. Это печально известная программа ЦРУ по «контролю разума», где применялись психологические пытки без согласия людей. Через подставной исследовательский фонд the Medical Sciences Research Foundation компании Panoramic поручили заниматься подпроектами по изучению бактериальных и грибковых токсинов и «дистанционному управлению деятельностью отдельных видов животных».

Дэвид Х. Прайс (David H. Price), антрополог из Университета Сен-Мартина, считал, что Вуди и его коллеги также получали деньги от Общества по изучению экологии человека. От имени этого общества ЦРУ предоставляло гранты учёным, чьи работы могли улучшить методы допроса, которые использовались агентством, или выступить в качестве прикрытия для таких исследований.

Но проведение самых значимых исследований компании Panoramic обеспечила другая фиктивная компания — the King-Hurley Research Group (King-Hurley). Согласно серии исков, поданных в 1970 годах, ЦРУ использовало эту исследовательскую группу для закупки самолётов и вертолётов для секретных военно-воздушных сил агентства, известных как Air America. Некоторое время King-Hurley также финансировала психофармакологические исследования в Стэнфорде.

В начале 1963 года King-Hurley принимала разного рода презентации идей только от Вуди Бледсо. Он предложил провести «исследование для определения целесообразности создания упрощённой машины для распознавания лиц». Опираясь на их с Браунингом работу по методу кортежей, Вуди хотел научить систему

распознавать 10 лиц. То есть он планировал использовать базу данных из 10 фотографий разных людей и узнать, сможет ли машина идентифицировать новые фотографии каждого из них. «Вскоре можно будет увеличить число людей до тысяч», — писал Вуди. В течение месяца King-Hurley выдал ему разрешение на старт работ.

Первые эксперименты в области распознавания лиц

Сегодня идентификация десяти людей может показаться довольно скромной целью, но в 1963 году она была невероятно амбициозной. Скачок от распознавания написанных символов к распознаванию лиц был гигантским. Хотя бы потому что не было ни стандартного метода оцифровки фотографий, ни существующей базы цифровых изображений, на которую можно было бы опираться. Современные исследователи могут обучать свои алгоритмы на миллионах селфи в свободном доступе, а Panoramis пришлось бы строить базу данных с нуля.

Была проблема и посерьёзнее: трёхмерные лица людей в отличие от двухмерных знаков не статичны. Изображения одного и того же человека могут различаться по повороту головы, интенсивности освещения и ракурсу, а также в зависимости от возраста, причёски и настроения — на одной фотографии человек может выглядеть беззаботным, на другой — встревоженным.

И вряд ли можно было бы с уверенностью утверждать, что их компьютеры справятся с этой задачей. Одной из основных машин была CDC 1604 со 192 КБ оперативной памяти — примерно в 21 000 раз меньше, чем у обычного современного смартфона.

С самого начала Вуди полностью осознавал эти сложности, поэтому выбрал подход «разделяй и властвуй»: разбил исследования на части и поручил их разным сотрудникам.

Работа над оцифровкой изображений проходила следующим образом. Исследователь снимал чёрно-белые фотографии

участников проекта на 16-миллиметровую плёнку. Затем использовал сканирующее устройство, которое разработал Браунинг, чтобы преобразовать каждый снимок в десятки тысяч точек данных. Каждая точка должна была иметь значение интенсивности света в диапазоне от 0 (самая тёмная) до 3 (самая светлая) — в определённом месте на снимке. Получалось слишком много точек для единовременной обработки компьютером, поэтому исследователь написал программу NUBLOB, которая нарезала изображение на образцы случайного размера и вычисляла для каждого уникальное значение — наподобие тех, что присваивались по методу кортежей.

Над наклоном головы работали Вуди, Хелен Чан Вульф и ещё один исследователь. Сначала учёные нарисовали серию пронумерованных маленьких крестиков на левой стороне лица участника эксперимента — от вершины лба до подбородка. Затем сделали два портрета, на одном из которых человек смотрел вперёд, а на другом — повернулся на 45 градусов.

Проанализировав местоположение крестиков на этих двух изображениях, экстраполировали данные на снимок лица с поворотом на 15 или 30 градусов. Загружали в компьютер чёрно-белую картинку размеченного лица, а на выходе получали автоматически крутящийся портрет — страшноватый, точечный и удивительно точный.

Рост волос, выражения лица и признаки старения — этот тройной вызов представлял собой «колоссальный источник изменчивости», — написал Вуди в марте 1964 года в отчёте о проделанной работе для King-Hurley. Поставленная задача «выходит за рамки текущего состояния области распознавания образов и современных компьютерных технологий». При этом Вуди рекомендовал финансировать больше исследований, чтобы попытаться найти «совершенно новый подход» к решению проблемы распознавания лиц.

«Человеко-машинный» подход к распознаванию лиц

В течение следующего года Вуди пришёл к выводу, что наиболее многообещающий подход к автоматизированному распознаванию лиц — тот, который сужает область до взаимосвязей между главными элементами: глазами, ушами, носом, бровями, губами.

Система, которую он предложил, была похожа на метод французского криминолога Альфонса Бертильона, который он создал в 1879 году. Бертильон описывал людей на основе 11 физических измерений, включая длину левой ноги и длину от локтя до конца среднего пальца. Идея состояла в том, что если провести достаточно измерений, то каждый человек станет уникальным. Метод был трудоёмким, но работал: при помощи него в 1897 году, задолго до широкого распространения дактилоскопирования, французские жандармы идентифицировали серийного убийцу Жозефа Ваше.

На протяжении 1965 года RapoGraphic пробовала создать полностью автоматизированную систему Бертильона для идентификации лиц. Команда пыталась разработать программу, которая могла бы определять носы, губы и другое при помощи светлых и тёмных участков на фотографии. Но их постигла неудача.

К проекту Вуди привлёк своего сына Грегори и его друга — им дали 122 фотографии, на которых было изображено около 50 человек. Ребята сделали 22 измерения каждого лица, включая длину уха и ширину рта. Затем Вульф написала программу для обработки данных.

Их следующим шагом, в конце 1965 года, было создание более масштабной версии того же эксперимента, чтобы сделать «человека» более эффективным в их системе «человек-машина». На деньги King-Hurley они приобрели планшет RAND — устройство стоимостью 18 000 долларов, которое выглядело как планшетный сканер изображений, а работало как iPad. При помощи стилуса исследователь рисовал на планшете и на выходе получал компьютерное изображение относительно высокого разрешения.

Через планшет RAND провели новую партию фотографий, подчёркивая стилусом ключевые элементы лица. Этот процесс хотя и был сложным, но проходил гораздо быстрее, чем раньше: данные ввели примерно для 2 000 снимков, включая как минимум два изображения каждого лица. В час обрабатывали порядка 40 снимков.

Даже при такой, более крупной выборке команда Вуди с трудом преодолевала обычные препятствия.

При попытке сопоставить фотографию Вуди 1945 года с фотографией 1965 года система сбивалась с толку. Она не видела большого сходства между молодым человеком с широкой улыбкой и густыми тёмными волосами и человеком более старшего возраста с мрачным выражением лица и поредевшей шевелюрой.



Технология распознавания лиц: тайная история

Фото Вуди Бледсо из исследования 1965 года. Фотограф: Dan Winters

Как будто десятилетия создали другого человека, — и в каком-то смысле это так и было. К этому моменту Вуди устал искать новые контракты для Panoramis и оказался «в нелепом положении, когда то ли слишком много работы, то ли её недостаточно». Он постоянно представлял новые идеи своим спонсорам, некоторые из которых сегодня считаются сомнительными с этической точки зрения.

В марте 1965 года — за 50 лет до того, как Китай начал использовать совпадение паттернов лица для идентификации этнических уйгуров в провинции Синьцзян — Вуди предложил Управлению перспективных исследовательских проектов (Advanced Research Projects Agency — ARPA) при Министерстве обороны США поддержать Panoramis в изучении использования черт лица для определения расового происхождения человека. «Существует очень большое количество антропологических измерений людей со всего мира, которые принадлежат к различным расовым и экологическим группам», — писал Вуди. «Это обширное и ценное хранилище данных, которое было собрано с большим трудом и крупными затратами, но не использовано должным образом». Согласилась ли ARPA финансировать этот проект, остаётся неизвестным.

Вуди вкладывал в Panoramis тысячи долларов из собственных средств без гарантии их возврата. А тем временем его друзья из Техасского университета в Остине уговаривали его устроиться в университет, привлекая стабильной зарплатой. И в январе 1966 года Вуди покинул Panoramis. Вскоре после этого компания закрылась.

Как будто десятилетия создали другого человека, — и в каком-то смысле это так и было. К этому моменту Вуди устал искать новые контракты для Panoramis и оказался «в нелепом положении, когда то ли слишком много работы, то ли её недостаточно». Он постоянно

представлял новые идеи своим спонсорам, некоторые из которых сегодня считаются сомнительными с этической точки зрения.

В марте 1965 года — за 50 лет до того, как Китай начал использовать совпадение паттернов лица для идентификации этнических уйгуров в провинции Синьцзян — Вуди предложил Управлению перспективных исследовательских проектов (Advanced Research Projects Agency — ARPA) при Министерстве обороны США поддержать Panoramic в изучении использования черт лица для определения расового происхождения человека. «Существует очень большое количество антропологических измерений людей со всего мира, которые принадлежат к различным расовым и экологическим группам», — писал Вуди. «Это обширное и ценное хранилище данных, которое было собрано с большим трудом и крупными затратами, но не использовано должным образом». Согласилась ли ARPA финансировать этот проект, остаётся неизвестным.

Вуди вкладывал в Panoramic тысячи долларов из собственных средств без гарантии их возврата. А тем временем его друзья из Техасского университета в Остине уговаривали его устроиться в университет, привлекая стабильной зарплатой. И в январе 1966 года Вуди покинул Panoramic. Вскоре после этого компания закрылась.

Самый успешный эксперимент Вуди Бледсо по распознаванию лиц

В 1967 году Вуди взялся за последнее задание, связанное с распознаванием паттернов лица. Целью эксперимента было помочь правоохранительным органам быстро просеивать базы данных арестованных в поисках совпадений.

Как и прежде, финансирование проекта, судя по всему, поступило от правительства США. В документе 1967 года, рассекреченном ЦРУ в 2005 году, упоминается «внешний контракт» на систему распознавания лиц, что позволило бы в сто раз сократить время поиска.

Основным партнёром Вуди по проекту был Питер Харт (Peter Hart), инженер-исследователь Лаборатории прикладной физики Стэнфордского научно-исследовательского института. (Сейчас известный как SRI International. Институт отделился от Стэнфордского университета в 1970 году из-за разногласий в кампусе по поводу сильной зависимости института от военного финансирования.)

Вуди и Харт начали с базы данных из порядка 800 снимков — по два снимка «400 взрослых мужчин европеоидной расы».

Сфотографированные различались по возрасту и повороту головы. При помощи планшета RAND учёные зафиксировали 46 координат для каждой фотографии, в том числе пять значений для каждого уха, семь — для носа и четыре — для каждой брови. На базе предыдущего опыта Вуди по нормализации вариаций изображений применили математическое уравнение, чтобы «повернуть» головы в анфас. Затем, для учёта разницы в масштабах, увеличили или уменьшили каждое изображение до стандартного размера, где опорной метрикой было расстояние между зрачками.

Вуди и Харт предложили машине один из двух коротких путей. При первом, известном как групповое совпадение, система разделяла лицо на черты — левая бровь, правое ухо и так далее — и сравнивала относительные расстояния между ними.

Второй подход основывался на байесовской теории принятия решений, где машина использовала 22 измерения, чтобы сделать общее обоснованное предположение.

По итогам обе программы справились с задачей примерно одинаково хорошо. А также оказались лучше соперников-людей. Когда Вуди и Харт попросили трёх человек сопоставить подгруппы из 100 лиц, даже самому быстрому из них понадобилось шесть часов. Компьютер CDC 3800 выполнил аналогичное задание примерно за три минуты, добившись стократного сокращения времени. Люди лучше справлялись с поворотами головы и плохим

качеством фотосъёмки, но компьютер «значительно превосходил» в плане определения возрастных изменений.

В 1970 году, через два года после окончания сотрудничества с Хартом, робототехник по имени Майкл Касслер сообщил Вуди, что Леон Хармон (Leon Harmon) из Bell Labs планирует провести исследование по распознаванию лиц. «Меня возмущает, что это исследование второго рода будет опубликовано и окажется в итоге лучшей системой „человек–машина“», — ответил Вуди. «Мне кажется, что при условии усердной работы Леон будет отставать от нас где-то на 10 лет к 1975 году». Должно быть, Вуди был разочарован, когда несколько лет спустя исследование Хармона попало на обложку журнала Scientific American, — в то время как его собственная, более продвинутая работа хранилась в запасниках.