В. Минкин, д.м.н. Н. Николаенко

«Имеющий глаза, чтобы видеть, и уши, чтобы слышать, может убедиться, что ни один смертный не может сохранить тайны. Если его губы молчат, то он говорит кончиками своих пальцев; признаки лжи сочатся из каждой поры его кожи».

З. Фрейд

Теоретические предпосылки и технические средства идентификации состояния человека

Развитие биометрических систем идентификации личности позволяет реализовать на практике глобальные биометрические паспортные системы, как один из важных компонентов в борьбе с международным терроризмом. Однако, последние события показывают, что международные террористы стали чаще использовать для своих целей лиц без криминального прошлого, идентификация личности которых не дает требуемого эффекта. Для выявления таких террористов техническими средствами необходимо, чтобы биометрическая система дополнительно определяла уровень эмоционального состояния человека и величину наиболее значимых эмоциональных параметров, таких как уровень агрессии, стресса, страха или лжи. Детекторы лжи являются наиболее известным средством контроля психофизиологического состояния человека и имеющийся в данной области опыт должен быть использован для построения биометрических систем следующего поколения. Решение задачи определения психофизиологического состояния человека требует понимания не только физических принципов работы электронных компонентов, но и определенных разделов психологии и физиологии человека. Российская разработка технологии ВиброИзображения позволяет с помощью современных фоточувствительных приборов (ФППЗ и КМОП) визуализировать мельчайшие вибрации человеческого тела, найти взаимосвязь между картиной вибраций и интегральным психоэмоциональным состоянием человека, то что обычно называется аурой. Естественно, что фоточувствительные параметры системы ВиброИзображения (разрешающая способность, чувствительность, уровень шума, быстродействие) имеют существенное значение для адекватной оценки состояния человека, однако, понимание сути процессов, происходящих в человеческом организме, является не менее важным и менее изученным. именно этим вопросам посвящена данная статья.

Исследование поддержано грантом РФФИ № 04-06-80041.

Традиционные методы детекции лжи

Существует большое количество определений лжи. Ниже приводятся два из них, показывающие различия в понимании этого термина авторами по принципу вербальности.

Ложь – это действие, которым один человек вводит другого в заблуждение, делая это умышленно, без предварительного уведомления о своих целях и без отчетливо выраженной со стороны жертвы просьбы не раскрывать правды [1].

Ложь – феномен общения, состоящий в намеренном искажении действительного положения вещей; чаще всего выражается в содержании речевых сообщений, немедленная проверка коих затруднительна или невозможна. Представляет собой осознанный продукт речевой деятельности, имеющий своей целью ввести реципиентов (слушателей) в заблуждение [2].

Обследование на детекторе лжи представляет собой сложную многокомпонентную методику, в основе которой лежит феномен тесной взаимосвязи между эмоциональными, душевными переживаниями человека и функционированием его мозговых систем. Эта взаимосвязь была эмпирически открыта еще в глубокой древности и широко использовалась при проведении различного рода судебных разбирательств (примеры - колдуны в Африке, преступник боится разоблачения т.е. испытывает страх - психическое состояние, который вызывает появление специфического запаха тела - результат деятельности определенных потовых и других желез, рис у китайцев, древнеримские врачи - измена). И действительно, в принципе, любой человек может по различным внешним признакам, например покраснению или побледнению лица, жестикуляции, характеру речи и т.п. определить в каком эмоциональном состоянии (спокоен - возбужден, испуган - разгневан, радостен - печален и т.д.) находится его собеседник, особенно, если последний не пытается это состояние контролировать. Однако, в большинстве случаев определить состояние человека только по внешним признакам бывает весьма затруднительно, тем более, если это состояние возникает и протекает в очень коротком временном интервале – несколько секунд. Это происходит потому, что большинство из нас достаточно легко могут контролировать свое поведение – улыбаться, когда испуган или напряжен, следить за своей речью, мимикой и жестами, и таким образом внешне казаться спокойным. Однако, если наряду с наблюдением за внешними признаками, попытаться с помощью детектора лжи (или детекции лжи - ДЛ) контролировать скрытые, неподдающиеся сознательному волевому контролю, некоторые физиологические реакции (к ним относятся т.н. вегетативные реакции, т.е. реакции, отражающие работу внутренних органов нашего жизнеобеспечения), то можно отчетливо наблюдать как точно, дифференцировано и, практически мгновенно, они отражают даже незначительные изменения в эмоциональном состоянии обследуемого лица [3].

Традиционно полиграфы (ДЛ) широко используются в США www.polygraph.org На данном сайте American Polygraph Association можно получить достаточно информации о традиционных методах и аппаратуре по детекции лжи.

В РФ также существует ряд компаний, профессионально занимающихся традиционными методами детекции лжи (www.poligraf.sp.ru).

Электроэнцефалографический метод

Традиционный полиграф был разработан в США в 30-ых годах 20-го века. Примерно в это же время была получена первая электроэнцефалограмма [4], и разработан электроэнцефалографический (ЭЭГ) метод исследования активности головного мозга. Последнее десятилетие многие математические методы ЭЭГ анализа обрели повышенную информативность, благодаря бурному развитию визуализационных технологий.

Наибольшие успехи и известность в применение ЭЭГ для детекции лжи достигнуты командой Др. Фарвелла (www.brainwavescience.com) в исследование реакции ЭЭГ на информационное воздействие через определенное время (300 мс), так называемая технология P300. Результаты исследований были запатентованы в США и относительно широко применяются на практике.

Технология Brain Fingerprinting функционально незначительно отличается от традиционных методов детекции лжи и позволяет еще несколько уменьшить вероятность ошибки за счет повышения информационной чувствительности. Само название технологии Brain Fingerprinting подчеркивает отношение к процессам функционирования мозга, утверждая что любое событие, запечатленное в мозге, оставляет там такой неизгладимый след, как отпечаток пальца.

Голосовые технологии

Связь лжи и голоса очевидна и на первый взгляд, так как для того, чтобы сказать ложь или правду, человеку необходимо сказать что-нибудь. При этом связь функции лжи и вербальной деятельности мозга более глубинна и недостаточно изучена.

Механизм человеческой речи гораздо сложнее, чем это кажется на первый взгляд. Много небольших мускулов должны работать одновременно в определенном порядке, чтобы произвести наполненные смыслом звуки, трансформируемые в слова. При этом мозг пристально наблюдает за всем, что произносится, и сам постоянно создаёт и регулирует всё, что мы говорим. Воздух из лёгких, проходя через голосовые связки, формирует основные элементы голоса, а затем губы, зубы и язык формируют остальную часть произносимых слов. Все процессы, протекающие в мозгу во время разговора, отражаются в непрерывном речевом потоке. Кажется, что вербальный процесс не зависит от внешней среды, но стоит

только как-нибудь воздействовать на говорящего, например, ущипнуть его, как интонация его речи немедленно изменится.

Наиболее известным автономным голосовым детектором лжи является изделие Truster (www.911.co.kr), которое имеет несомненное преимущество по сравнению с традиционным полиграфом и другими контактными технологиями детекции лжи. Голосовая технология бесконтактна и позволяет анализировать состояние человека, даже когда он об этом не догадывается. Известно, что человек изменяет свое эмоциональное состояние, когда знает что за ним ведется наблюдение. Следовательно, если он хочет скрыть свои эмоции, то он постарается сделать это. Человек, который опутан проводами, волнуется, даже если он не совершал ничего предосудительного, и это так же затрудняет исследования. Бесконтактные системы имеют преимущество и в том случае, если испытуемый знает, что он находится под контролем, так как через некоторое время после начала тестирования, находясь в свободной обстановке, человек легче адаптируется к ситуации и вероятность истинных реакций существенно повышается.

Голосовые технологии могут мгновенно показывать когда человек говорит правду, а когда ложь, причем анализ может осуществлять как отдельное устройство, так и персональный компьютер (http://www.nemesysco.com/), однако вероятности ошибок первого и второго рода достаточно высоки. Возможно это связано со сложностью процесса настройки, большой изменчивостью голоса и необходимостью контроля нескольких некореллируемых параметров функционального состояния человека для адекватного определения реакции.

Лицевые технологии

Один из наиболее известных психологов нашего времени Др. Пол Экман [1] посветил около 50 лет своей научной деятельности изучению отражения психофизиологического и эмоционального состояния человека по лицевой мимике (www.paulekman.com) и является в настоящее время самым крупным специалистом в области психологии обмана.

В его работах проводится анализ взаимосвязи лицевой мимики и эмоций на основе своих данных и результатах других исследований, причем подчеркивается сложность проблемы и неоднозначность простых суждений. Экман утверждает, что люди, прошедшие обучение и подготовку по его методике, начинают гораздо лучше улавливать ложь, причем особое внимание Экман уделяет асимметричности мимики.

Условно можно считать теорию Экмана неавтоматизированным вариантом технологии ВиброИзображения, однако экспертно-визуальный контроль лица существенно ограничивает

возможности наблюдения незначительных проявлений реакции автономной нервной системы.

Технология ВиброИзображения

Технология ВиброИзображения позволяет визуализировать перемещение как отдельных точек тела человека относительно друг друга, так и частей тела человека в пространстве с помощью обычной телевизионной камеры и специального программного обеспечения (www.elsys.ru).

В настоящее время производятся различные тестирования по взаимосвязи между параметрами ВиброИзображения и психофизиологическим состоянием человека (RU 2187904).

Вид получаемого ВиброИзображения может существенно изменяться в зависимости от различных настроек и фильтрации, аналогично получению обычного изображения объекта, которое может существенно изменяться например в видимом, ИК и УФ диапазоне, или в зависимости от времени выдержки. Изменение параметров ВиброИзображения при фиксированных настройках свидетельствует об изменении функционального состояния самого человека, аналогично традиционным параметрам, измеряемым детектором лжи, таким как частота дыхания, частота пульса, изменение артериального давления или электрического сопротивления кожи.

То, что всем без исключения функциям организма свойственна низкочастотная флуктуационная динамика известно уже давно. Разработано несколько фундаментальных теорий, напрямую не связанных с рассматриваемым нами вопросом (ДЛ), однако имеющих непосредственное отношение к общим характеристикам процессов, протекающих в человеческом организме, а значит непосредственно связанных и с любой частной функцией жизнедеятельности человека, в том числе с функцией лжи.

Взаимосвязь ВиброИзображения с психофизиологическим состоянием человека подтверждается научными теориями, разработанными в последнее время:

1. Теория самоорганизованной критичности.
2. Теория фрактальной динамики.
3. Функциональной асимметрией головного мозга.

Самоорганизованная критичность

Универсальная теория фликер-шума, предложенная в 1987 году Полом Баком и получившая интенсивное развитие в последующие годы, носит название теории самоорганизованной критичности [5]. Успех этой теории во многом связан с тем, что ее

авторы поставили перед собой цель найти объяснение природы флуктуации со спектром типа $1/f^b$ в любых сложных интерактивных системах, под которыми понимаются неравновесные системы, состоящие из большого числа взаимодействующих между собой нелинейных элементов.

Очевидно, что к этому классу систем относятся все объекты, изучаемые биологией, и прежде всего человек.

Анализ фрактальной динамики

В последние 20 лет ученные всего мира все чаще используют новые геометрические понятия. Одним из таких понятий, изменившим традиционные представления в геометрии, стало понятие фрактала. Оно было введено в обращение в 1975 году французским математиком Мандельбротом. Основным свойством фракталов является самоподобие. Если при образование фрактала включить алгоритм случайности, то возникают случайные фракталы или мультифракталы. Проф. Р. И. Полонников (СПИИРАН, РФ) использует анализ фрактальной динамики (АФД) для оперативного анализа ЭЭГ на основе своих предположений о структуре процесса электрической активности мозга [4]. Эта структура объединяет три главных компонента: регулярный фрактал, фрактальные флуктуации и биоритмы. Второй важной идеей АФД является предпочтение информационным, а не энергетическим характеристикам анализа. Третей идеей метода является использование пространственно временных и пространственно частотных характеристик анализа.

Изложенные принципы достаточно близко перекликаются с анализом ВиброИзображения, только при анализе ВиброИзображения используется механические, а не электрические свойства объекта.

Функциональная асимметрия головного мозга

Исследование функции лжи с помощью результатов, полученных на основе исследований функциональной асимметрии мозга, может представлять интерес в случае, если удастся доказать, что одно из полушарий преимущественно отвечает за эту функцию. Многолетние исследования, проведенные в Лаборатории Функциональной Асимметрии Мозга Человека ИЭФБ РАН, СПб, РФ предполагают, что ведущую роль в формировании лжи играет левое полушарие, а правое полушарие мозга, наоборот, выдает ложь [6].

Левое полушарие специализировано на обработке дискретных элементов, в частности, на узнавании и порождении фонем (знаков-символов), категоризации информации, грамматическом оформлении высказываний; правое полушарие перерабатывает иконические знаки, в основе которых лежит континуальность, например, специализировано на

восприятии и порождении целостного музыкального образа, интонации, мимики, рисунка; на опознании и запоминании лиц, эмоциональных экспрессий, узнавания предметных шумов, различении мужских и женских голосов. Таким образом, левое полушарие обеспечивает вербальную коммуникацию, а правое – невербальные формы коммуникации.

Межполушарное взаимодействие происходит: а) по типу комплементарности, когда оба полушария мозга дополняют друг друга в процессе осуществления той или иной функции; б) по типу суперпозиции, когда в процессе осуществления функции оба полушария допускают искажения, противоположные по знаку, которые нейтрализуются в результате межполушарного взаимодействия.

В речемыслительной деятельности комплементарность проявляется в том, что каждое полушарие формирует свои принципы организации речи: 1. правое полушарие формирует целостность смыслового содержания, обеспечивает эмпирическое и образное (метафорическое) мышление, создает ассоциации на основе наглядно-чувственных представлений о предмете; левое полушарие обеспечивает теоретическое мышление, грамматическое оформление высказывания и характеристику свойств предметов. 2. формирование структуры лексикона человека происходит за счет суммации разных слоев лексики: правое полушарие опирается на образное отображение предметного мира, левое – на слова-концепты.

Развитие современной науки и техники показывает техническую осуществимость определения эмоционального состояния человека техническими средствами. Первые испытания системы ВиброИзображения подтверждают принципиальную возможность бесконтактной детекции эмоционального состояния человека, что является чрезвычайно актуальным в настоящее время, и может вывести биометрические системы на новый уровень безопасности.

Литература:

1. Ekman P. Telling lies: clues to deceit in the marketplace, marriage, and politics. Third edition with two new chapters, W.W. Norton, 2002.
2. Словарь психолога - практика / Сост. С.Ю. Головин. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Мн.: АСТ, 2001. - 976 с. - (Библиотека практической психологии).
3. Тезисы доклада В.В.Коровина, Генерального представителя Центра детекции лжи в Москве, на 4-й международной научно-практической конференции ГУВД Краснодарского края “Теория и практика применения полиграфа в правоохранительной деятельности”, г.Сочи, октябрь 2000 г.
4. Е.Л. Вассерман, Н.К. Карташев, Р.И. Полонников "Фрактальная динамика электрической активности мозга." Санкт-Петербург, Наука, 2004 г.
5. Bak P., Tang C., Wiesenfeld K., Self-organized criticality: an explanation of 1/f noise. Phys. Rev. Lett., 1987. Vol. 59, N4, p.381-384.
6. В.Л.Деглин "Лекции о функциональной асимметрии мозга человека", Ассоциация Психиатров Украины", 1996 г.