Создание системы дистанционного бесконтактного сканирования и идентификации психофизиологического состояния человека

1. Постановка задачи

В настоящее время борьба с терроризмом является приоритетным направлением в научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработках всех ведущих в мире стран. Одним из наиболее действенных средств в этой борьбе является применение биометрических идентификационных технологий. Началась реализация международных и ряда национальных биометрических паспортных проектов, основанных на биометрической идентификации личности с помощью отпечатков пальцев. Президентом РФ В.В.Путиным в октябре 2004 года образована межведомственная рабочая группа, усилия которой направлены на создание биометрической системы заграничных паспортов в соответствии с решением стран «большой восьмерки». Правительство США затратило более 5 млрд. долларов только в 2004 году на развертывание на территории США системы идентификации личности US-VISIT. В начале 2005 года Российское правительство утвердило дорогостоящую концепцию создания государственной системы изготовления, оформления и контроля паспортно-визовых документов нового поколения. Однако, отдельно взятая система идентификации личности, несмотря на огромные затраты, не может обеспечить уверенную защиту от террористической угрозы. Решением, которое может обеспечить реальную защиту государств и граждан от террористической угрозы, является создание автоматической системы идентификации состояния человека, дополняющей систему идентификации личности.

Система идентификации личности неэффективна против лиц, не имеющих криминального прошлого, и лиц, информация о которых отсутствует в биометрических базах данных. При этом такие лица, особенно молодежь, достаточно часто используются для совершения террористических актов суицидального характера. Для выявления таких лиц необходимо установить не личность, а намерение совершить преступление.

Современная наука утверждает, что идентификация психологического состояния человека возможна и реально осуществима. Наиболее известной и исследованной областью идентификации состояния человека является детекция лжи. Традиционная детекция лжи основана на регистрации изменения физиологических параметров человека, непосредственно связанных с волнением и ложью, с помощью специальных

электродов, сенсоров, закрепляемых на теле человека. Естественно, что такое тестирование невозможно при проведении массовых идентификаций граждан, например, при паспортном контроле. Единственным приемлемым способом идентификации психологического состояния человека при проведении массового тестирования, не нарушающим права личности законопослушных граждан, является дистанционное сканирование, осуществляемое с помощью телевизионных систем.

Целью данной работы является разработка технологии и создание системы дистанционного и бесконтактного выявления агрессивных и потенциально опасных людей, ориентированных на совершение криминальных действий и террористических актов, основанной на стандартных и общедоступных телевизионных средствах.

1.1. Краткий обзор состояния проблемы (сравнение с отечественным и зарубежным уровнем).

Сканирование, анализ и идентификация психофизиологического состояния человека является одним из приоритетных направлений в разработке систем безопасности.

Задача анализа состояния человека является столь же древней, сколько существует человечество, причем в течение каждого исторического периода она решается с применением самых современных технических средств, доступных в данный момент времени.

В настоящее время известно несколько направлений в науке и технике, посвященных анализу психофизиологического состояния человека. За последние несколько лет по этой тематике получено десятки российских и международных патентов и проведено большое количество разработок и исследований.

Традиционная детекция лжи

Наиболее известной системой анализа психофизиологического состояния человека является многоканальный детектор лжи (www.poligraf.sp.ru), осуществляющий непрерывный и одновременный контроль за следующими физиологическими параметрами человека: частотой сердечных сокращений; периодом дыхания; кожно-гальванической реакцией; артериальным давлением и тремором.

Традиционный детектор лжи (полиграф) успешно применяется для определения уровня стресса и детекции лжи, однако данная технология является контактной и требует значительного времени для проведения тестирования одного человека. Стандартное время тестирования человека на полиграфе составляет от 2 до 5 часов, что существенно ограничивает применение.

Электроэнцефалографический метод

Традиционный полиграф был разработан в США в 30-х годах 20-го века. Примерно в это же время была получена первая электроэнцефалограмма, 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 анализа состояния человека достигнуты командой Др. Фарвелла (www.brainwavescience.com) в исследование реакции ЭЭГ на информационное воздействие через определенное время (300 мс), так называемая технология P300 или Brain Fingerprinting. Результаты исследований были запатентованы в США US 5406956, US 5467777, US 5363858 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.

Электроэнцефалографический метод также является контактным, т.е. требует установки и закрепления электродов на голове испытуемого человека. Естественно, с помощью контактных методов возможно исследование только ограниченного круга лиц, которые готовы пройти тестирование. Контактные методы анализа состояния оказываются непригодными для массовых применений, когда требуется выявлять агрессивных и криминально настроенных людей среди большого количества людей, в условиях ограниченного времени и скрытого наблюдения.

Голосовые технологии

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, как интонация его речи немедленно изменится.

Технологии анализа голоса применяются для определения состояния человека, причем анализ может осуществлять как отдельное устройство, так и персональный компьютер (http://www.nemesysco.com/), при этом вероятности ошибок первого и второго рода достаточно высоки. Это связано со сложностью процесса настройки, большой изменчивостью голоса и необходимостью контроля нескольких некореллируемых параметров функционального состояния человека для адекватного определения реакции.

Голосовые технологии бесконтактны, что является огромным преимуществом, однако, для анализа состояния человека требуется, чтобы он обязательно говорил, а лучше, отвечал на задаваемые вопросы. Такая постановка тестирования существенно ограничивает возможности применения данного метода, потому что если агрессивный человек или террорист молчит, он не перестает быть преступником или террористом, и система должна иметь возможность выявить такого человека до того, как он совершит преступление.

Тепловизионные технологии

Давно известно, что изменение психофизиологического состояния человека выражается в изменении цвета лица человека (покраснение или бледность). Изменение цвета кожи связано с изменением кровообращения в результате непроизвольной психосоматической реакции человека на какое-то волнующее его воздействие. Изменение циркуляции крови приводит к изменению температурного рельефа кожи, что может быть зарегистрировано тепловизионной камерой, имеющей достаточную разрешающую способность и высокую температурную чувствительность (не менее 0,1 К). Данный динамический тепловизионный принцип регистрации и анализа психофизиологического состояния человека был разработан Dr. Anber в 1995 году (US 5771261). Существует также ряд более поздних российских патентов по данной тепловизионной технологии, посвященных в основном более узким вариантам применения указанного способа (RU2214163, RU2233558).

Тепловизионная технология контроля психофизиологического состояния человека безусловно имеет целый ряд преимуществ по сравнению со всеми выше перечисленными технологиями, она позволяет дистанционно, скрыто и бесконтактно контролировать изменение состояния человека, что очень важно, например при беседе

или детекции лжи.

Однако данная технология имеет и свои существенные недостатки. Первым недостатком является то, что тепловизионный контроль позволяет уверенно регистрировать только динамические процессы. Если человек находился в спокойном состоянии, а затем, услышав вопрос, стал агрессивным, то это приведет к изменению кровотока лица и может быть зарегистрировано, как изменение тепловизионной картины и изменение психофизиологического состояния. Если же человек уже находится в агрессивном состоянии, то его практически невозможно выделить среди других людей по тепловизионной картинке, т.к. в обычном состоянии тепловизионная картина лица определяется анатомическими особенностями каждого конкретного человека. Таким образом уверенное выявление агрессивного человека в толпе или на паспортном контроле с помощью тепловизионной системы представляется маловероятным.

Следующим недостатком тепловизионной технологии является высокая стоимость тепловизионных систем требуемого спектрального диапазона (8-14 мкм), которая хоть и снижается за последние 10 лет (с 200.000 до 50.000 USD), но всегда будет в десятки и сотни раз превышать стоимость стандартных телевизионных систем видимого спектрального диапазона.

Эти и некоторые другие недостатки препятствуют использованию тепловизионных систем для анализа психофизиологического состояния человека. Не случайно компания IBM, потратившая минимум 3 года на разработку такой системы, прекратила работу в данном направлении в 2002 году, несмотря на то что выявление террористов в США в тот год было особенно актуально.

1.2. Обоснование предлагаемого пути решения задачи

Многопрофильное предприятие "Элсис" занимается разработкой, изготовлением и поставкой биометрических систем с момента основания предприятия в 1992 году. Основателями и учредителями "Элсис" являются физические лица – ведущие специалисты ЦНИИ "Электрон", имеющие огромный опыт в разработке отечественных фотоприемных устройств и телевизионных систем.

С начала 90-х годов на предприятии был разработан ряд новых биометрических технологий, защищенных патентами предприятия Элсис (см. Квалификационную Карту), применяемых как для идентификации личности человека, так и для идентификации состояния человека контактными и бесконтактными телевизионными системами. Несмотря на кажущееся существенное различие между контактными

дактилоскопическими технологиями и бесконтактными методами получения информации о человеке с помощью телевизионных камер, между этими технологиями существует непосредственная связь. Для понимания этой связи необходимо дать некоторые пояснения разработанной и успешно применяемой дактилоскопической технологии при которой отпечаток пальца получается в проходящем через палец свете (RU2031625). Существенным отличием данной дактилоскопической технологии от аналогов является то, что временная составляющая дактилоскопического телевизионного сигнала несет информацию о процессах жизнедеятельности организма человека (пульс, кровенаполнение сосудов и т.д.) т.е. характеризует психофизиологическое состояние человека. При этом пространственная составляющая телевизионного сигнала представляет собой классическое дактилоскопическое изображение. Обнаруженный эффект различных пульсаций в близкорасположенных точках пальца был назван объемным пульсом (RU2199943), т.к. позволяет в реальном времени и в трехмерных координатах регистрировать прохождение пульсовой волны внутри тела человека. Полученная информация позволила перейти от контактной дактилоскопии к бесконтактному телевизионному считыванию накопленных вибраций любой части тела, т.е. привела к разработке технологии виброизображения (RU2187904). Виброизображение – изображение, получаемое при обработке видеосигнала и отражающее параметры вибрации и перемещения объекта. Частотная составляющая виброизображения информативно характеризует психофизиологическое состояние человека, что было опробовано и подтверждено при разработке системы и технологии бесконтактной детекции лжи – ВиброЛожь.

Детекция лжи осуществляется по анализу виброизображения в режиме реального времени. Известно, что когда человек говорит неправду (вербальная ложь) или ведет себя неадекватно ситуации (невербальная ложь), то изменяется его поведение и мимика (www.paulekman.com). При этом, естественно, изменяются и микровибрации человека, а значит изменяется и виброизображение.

Проведенные исследования виброизображения человека объединяют различные направления науки и включают в себя медико-биологические знания, психологию, электронику и биометрию.

Технически виброизображение человека представляет собой наложенные друг на друга два процесса вибрации или перемещения в относительной и абсолютной системах координат. Первая составляющая определяется микроперемещением точек тела человека друг относительно друга. Вторая составляющая связана с

макроперемещением тела человека, прежде всего головы. В основе каждой технической составляющей виброизображения лежат свои психосоматические механизмы, что делает получаемое виброизображение человека уникально информативным для характеристики психофизиологического состояния.

Настройка параметров программно-аппаратного комплекса (время накопления, интервал дискретизации, частота опроса, фильтрация и минимизация шума) позволяет получать картину виброизображения, которая оказывается удивительно похожей на тепловизионное изображение. Однако в этом нет ничего удивительного, т.к. первая составляющая виброизображения, как и термоизображение, определяется одними и теми же психофизиологическими процессами в человеческом организме.

Таким образом с помощью стандартной телевизионной техники и технологии виброизображения можно получать изображения, по психофизиологической информативности не уступающие тепловизионному. Однако выше были описаны недостатки тепловизионной оценки психофизиологических параметров, связанные с необходимостью регистрации динамического воздействия и невозможность регистрации статических психофизиологических состояний.

Для устранения недостатков тепловизионного психофизиологического анализа следует использовать анализ второй составляющей виброизображения. Макроперемещение (вторая составляющая) виброизображения определяется двумя основными процессами – работой вестибулярного аппарата и активностью мозга. Оба эти психосоматические процесса характеризуют именно статический уровень психофизиологических параметров человека и применяются для определения агрессивности и/или заторможенности человека и для выявления наркоманов, алкоголиков, психически неуравновешенных и агрессивных людей.

Таким образом виброизображение, полученное на основе математической обработки стандартного телевизионного изображения, оказывается достаточно информативным для анализа психофизиологического состояния человека и выявления агрессивных личностей, а разработка реально действующей системы дистанционного и бесконтактного сканирования на основе телевизионного сигнала является технически выполнимой задачей. Предприятие "Элсис" является разработчиком и патентообладателем данной технологии и обладает всеми необходимыми ресурсами для решения данной задачи. Наличие у Элсис американской заявки на патент N 10/450,897, патентная защита и результаты отчета о международном поиске, проведенного по PCT/RU01/00545, говорят о возможности создания предприятием

Элсис патентно чистой по РФ и другим странам технологии и системы дистанционного бесконтактного сканирования и идентификации психофизиологического состояния человека.

Такая технология и система может быть использована в любой стране мира без получения патентных лицензий. Более того, предоставление лицензий на данную технологию для других компаний, работающих в области безопасности, может представлять значительную коммерческую выгоду.