

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202292163 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2022.10.19

(22) Дата подачи заявки  
2021.02.16

(51) Int. Cl. G06F 3/0482 (2013.01)  
G06F 3/01 (2006.01)  
G06F 3/0362 (2013.01)  
G06F 3/0487 (2013.01)  
H04R 1/10 (2006.01)

(54) СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ЖЕСТОВ

(31) 20200205; 20200912

(32) 2020.02.17; 2020.08.18

(33) NO

(86) PCT/EP2021/053735

(87) WO 2021/165242 2021.08.26

(71) Заявитель:  
TK&X ХОЛДИНГ АС (NO)

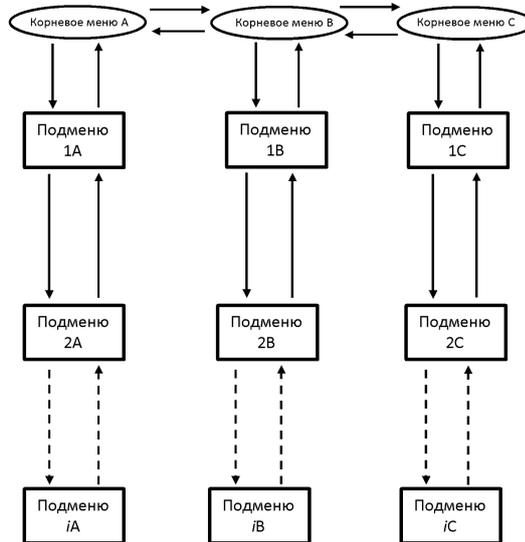
(72) Изобретатель:

Аустад Том (NO), Зварт Ханс (NL)

(74) Представитель:

Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,  
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)

(57) Изобретение раскрывает систему обнаружения жестов, содержащую линейный емкостной ползунковый датчик, выполненный с возможностью обнаруживать, когда палец находится вблизи сенсорной поверхности или касается ее, или поднят, или движется от сенсорной поверхности, и обнаруживать направление движений пальца по сенсорной поверхности, и, когда палец поднимается от сенсорной поверхности, комбинация движений пальцев по сенсорной поверхности интерпретируется системой обнаружения жестов как обнаруживаемый жест.



A1

202292163

202292163

A1

PCT/EP2021/053735

## СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ЖЕСТОВ

### ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к системе обнаружения жестов, содержащей по меньшей мере сенсорную поверхность, способную определять направление движения пальца, перемещающегося по сенсорной поверхности.

### УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Система обнаружения жестов согласно настоящему изобретению является системой общего назначения. Связь между соответствующими жестами и определенной командой или активацией определенной функции и т.д. зависит от функциональности системы, к которой подключена система обнаружения жестов.

Настоящее описание системы обнаружения жестов относится к оправе очков слухового аппарата, при этом оправка очков содержит встроенные микрофоны и компьютерную систему типа «система на чипе» (System On a Chip, SOC), управляющую цифровым сигнальным процессором (Digital Signal Processor, DSP) и т.д. Ссылка на систему оправы очков слухового аппарата является просто примером сложной системы, к которой может быть успешно подключена система обнаружения жестов согласно настоящему изобретению.

Оправку очков слухового аппарата могут использовать люди с частичной потерей слуха, но не обязательно имеющие дополнительные проблемы со зрением. В таких случаях оправка очков является просто опорной конструкцией, которая может упростить, например, формирование диаграммы направленности микрофонов, встроенных в оправку очков. Наушники, вставляемые в уши человека, могут иметь беспроводную связь с системой оправы очков. Формирование диаграммы направленности может, например, быть выполнено с возможностью реагировать на конкретные жесты, обнаруженные подключенной системой обнаружения жестов согласно настоящему изобретению.

Если у человека есть дополнительные проблемы со зрением, оправа очков может поддерживать адаптированные очки, уменьшающие проблемы с чтением и т.д. Кроме того, оправа очков может содержать встроенную видеокамеру, настраиваемую для обнаружения различных объектов, таких как мусорные баки и т.д., и система может предоставлять звуковое сообщение для пользователя оправы очков в виде голосового сообщения, передаваемого по беспроводной сети в наушники-вкладыши, вставляемые в соответствующие уши пользователя оправы очков.

Современные компьютерные системы представляют собой мощные машины, которые могут быть конфигурированы с множеством различных программных приложений, помогающих людям выполнять различные задачи. Связь человека с машиной в большинстве случаев полагается, например, на сенсорные поверхности и/или устройства-мыши, взаимодействующие с графическими объектами на дисплее, как это известно из предшествующего уровня техники.

В последние годы значительно возросло использование сенсорных поверхностей в качестве устройств ввода для компьютеров и других электронных вычислительных устройств. Чаще всего это добавление сенсорной поверхности к поверхности дисплея. Таким образом, например, может быть достигнута комбинация отображаемых символов и прикосновения. Примеры сенсорных поверхностей включают в себя сенсорные панели и дисплеи с сенсорным экраном на компьютерах и смартфонах и т.д. Такие поверхности широко используются для просмотра и редактирования электронных документов путем манипулирования курсором в электронном документе, представленном на дисплее, а также для выбора между различными реализованными функциями (прикладные программы и т.д.). Пример раскрыт в публикации WO 2016/148875 A2.

Другой альтернативной областью интересов в известном уровне техники является взаимодействие человека и машины на основе машинного зрения. Например, в патенте US 9104242 B2 описан способ распознавания жестов ладони, включающий в себя этап получения множества изображений во время упорядоченной последовательности видеок кадров с отметками времени, этап получения множества изображений в форме ладони из множества изображений, этап извлечения множества признаков,

описывающих жест открытой или закрытой ладони, из каждого из множества изображений в форме ладони, этап вычисления вектора максимального различия признаков, образованного максимальным различием каждого из множества признаков, и этап определения, на основе вектора максимального различия, признаков того, что может быть обнаружен жест открытой или закрытой ладони.

Другой альтернативной областью, представляющей интерес в известном уровне техники, является распознавание голоса, используемое при взаимодействии человека с машиной. Например, патент US 10347246 B2 раскрывает способ и устройство для выполнения запрошенного пользователем действия с использованием распознавания голоса. Способ включает в себя отображение экрана выполнения пользовательской функции, подтверждение функции, которая должна быть выполнена в соответствии с голосовым вводом, отображение голосовой команды, соответствующей подтвержденной функции, на экране выполнения пользовательской функции, распознавание голосового ввода пользователя, в то время как запрос на выполнение распознавания голоса постоянно поступает, и выполнение функции, связанной с введенной голосовой командой, когда распознанный голосовой ввод представляет собой по меньшей мере одну из отображаемых голосовых команд.

JP 6514599 B2 раскрывает оправу очков, поддерживающую направленные микрофоны, которые расположены на передней стороне оправы очков. Всенаправленные микрофоны расположены на соответствующих левой и правой дужках очков. Громкоговорители также предусмотрены на соответствующих левой и правой дужках очков. Чувствительный к прикосновениям датчик на левой дужке очков выполнен с возможностью управления активацией направленных микрофонов путем прикосновения к датчику, и звуковой сигнал передается на громкоговорители.

Любая система связи человек-машина должна обеспечивать двунаправленный канал связи. Система или машина должны иметь возможность передавать сообщения оператору, используя систему связи человек-машина, например, в виде инструкций или информации.

Пример предоставления графической информации человеку, носящему оправу очков, проиллюстрирован, например, в патенте США US 8177361B2, в котором раскрыта очковая линза, имеющая первую и вторую поверхности, при этом по меньшей мере первая поверхность очковой линзы имеет зону основной части и по меньшей мере одну призматическую зону. Зона основной части первой поверхности вместе с противоположащей второй поверхностью очковой линзы образует основную часть очковой линзы, которая предназначена для обеспечения зрения по меньшей мере на заранее определенном расстоянии. Призматическая зона первой поверхности вместе с противоположащей второй поверхностью очковой линзы образует призматическую часть, которая сконструирована и устроена таким образом, что оптическое изображение дисплея формируется на заданном виртуальном расстоянии перед глазами пользователя очков.

Эти примеры систем взаимодействия человека и машины имеют некоторые очевидные недостатки по отношению, например, к оправе очков системы слухового аппарата, которую также могут использовать люди с ослабленным зрением. Например, добавление препятствий в виде графического отображения в поле зрения глаза человека с ослабленным зрением, вероятно, не лучшая идея. Даже если у человека есть адаптированные очки, до некоторой степени смягчающие ухудшение зрения, очки могут быть приспособлены, например, для вождения автомобиля или приспособлены для чтения. То же самое может быть в случае с оптическим трехмерным обнаружением жестов. Человеку с ослабленным зрением необходимо выучить, например, определенное движение или вращение руки, которое может быть трудно увидеть, и, если движение выучено, человек должен видеть, что правильное движение (движения), представляющее конкретный жест, выполняется, если система обнаружения жестов не может распознать жест. Далее, использование оптического обнаружения движений руки не является незаметной операцией, и может помешать человеку, например, с частичной потерей слуха, использовать слуховой аппарат оптимальным образом в общественных местах. Например, некоторые жесты, такие как поднятие пальца вверх, не могут быть использованы.

Еще одной общей проблемой систем обнаружения жестов является количество различных жестов, которые можно различать и ассоциировать с различными командами или действиями в подключенной машине или компьютерной системе.

Поэтому необходима улучшенная система обнаружения жестов.

### ЦЕЛЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В частности, можно рассматривать как цель настоящего изобретения создание системы обнаружения жестов, содержащей по меньшей мере линейный емкостной ползунковый датчик, обеспечивающий обнаружение движения пальца, перемещающегося по сенсорной поверхности.

Еще одной целью настоящего изобретения является обеспечение альтернативы предшествующему уровню техники.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Таким образом, предполагается достижение вышеописанной цели и нескольких других целей в первом аспекте изобретения путем предоставления системы обнаружения жестов, содержащей по меньшей мере один линейный емкостной ползунковый датчик, при этом поверхность датчика по меньшей мере одного линейного емкостного ползункового датчика является интегрируемой на внешней поверхности управляемого компьютером устройства, причем емкостной ползунковый датчик выполнен с возможностью обнаруживать движения пальца, перемещающегося в продольном направлении по сенсорной поверхности от первого конца поверхности датчика до второго конца, расположенного напротив первого конца,

- при этом система обнаружения жестов выполнена с возможностью интерпретации различных обнаруженных шаблонов движения пальцев по сенсорной поверхности как различных жестов,

- при этом интерпретация соответствующей одной из соответствующих комбинаций движений пальцев выполняется, когда линейный емкостной ползунковый датчик обнаруживает, что палец поднят на первом конце или на втором конце сенсорной

поверхности после того, как по меньшей мере одно движение пальца по сенсорной поверхности было обнаружено в любом направлении между первым краем и вторым краем.

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Система обнаружения жестов согласно настоящему изобретению далее будет описана более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи. Чертежи иллюстрируют примеры осуществления настоящего изобретения и не должны рассматриваться как ограничивающие другие возможные варианты осуществления, подпадающие под объем прилагаемой формулы изобретения. Кроме того, каждый из соответствующих примеров осуществления может быть объединен с любым из других примеров осуществления.

Фиг. 1 представляет пример слуховой системы.

Фиг. 2 представляет вид спереди примера, показанного на фиг. 1.

Фиг. 3 представляет дополнительные детали примера, показанного на фиг. 2.

Фиг. 4 представляет пример диаграммы направленности микрофонов.

Фиг. 5 представляет другой пример диаграммы направленности.

Фиг. 6 представляет другой пример диаграммы направленности.

Фиг. 7a представляет пример осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 7b представляет пример осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 8 представляет пример аппаратной конфигурации, частью которой может быть настоящее изобретение.

### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Хотя настоящее изобретение описано в связи с указанными вариантами осуществления, его не следует рассматривать как ограниченное настоящими примерами. Объем настоящего изобретения определяется прилагаемой формулой изобретения. В контексте формулы изобретения термины «содержащий» или «содержит» не исключают другие возможные элементы или этапы. Кроме того, упоминание ссылок в единственном числе не должно толковаться как исключающее множественное число. Использование

ссылочного обозначения в формуле изобретения в отношении элементов, указанных на чертежах, также не должно толковаться как ограничивающее объем изобретения. Кроме того, отдельные признаки, упомянутые в различных пунктах формулы изобретения, могут комбинироваться, и упоминание этих признаков в различных пунктах формулы изобретения не исключает того, что сочетание признаков возможно и целесообразно.

Настоящее изобретение направлено на систему обнаружения жестов общего назначения, которая может быть подключена ко многим типам систем. В приведенном ниже описании система слухового аппарата, содержащая оправу очков, используется просто как пример сложной системы, к которой может быть успешно подключена система обнаружения жестов согласно настоящему изобретению.

Одним из аспектов настоящего изобретения является создание системы обнаружения жестов, которая не требует визуального взаимодействия со стороны пользователя системы. Что касается описанной выше оправы очков, этот аспект позволяет интегрировать сенсорную поверхность в дужку оправы очков, которую пользователь может активировать, коснувшись поверхности датчика пальцем.

Современная технология интегральных схем обеспечивает повышенную плотность и функциональность на небольших пластинах соответствующих схем, что позволяет интегрировать датчики и встроенную компьютерную систему, содержащую по меньшей мере одну SOC (систему на чипе) и по меньшей мере один DSP (цифровой сигнальный процессор), например, в оправе очков слухового аппарата. Многие системы SOC поддерживаются операционной системой LINUX, а также доступны драйверы устройств LINUX, поддерживающие различные типы датчиков и схем DSP.

Пример цели такой системы обнаружения жестов состоит в том, чтобы управлять и/или изменять функциональные возможности прикладных программ, работающих в системе оправы очков или, в более общем смысле, в устройстве, управляемом компьютером. Например, формирование диаграммы направленности может быть выполнено во встроенном DSP под управлением программы, работающей во встроенной системе SOC, и может быть сконфигурировано так, чтобы оно происходило в направлении, в котором направлена передняя часть оправы очков, т.е. которое

соответствует направлению наблюдения, или в других направлениях, определенных, например, путем обнаружения жестов определенных команд и т.д. Определенные входные сигналы жестов могут использоваться для изменения, например, направления лепестка диаграммы направленности относительно направления наблюдения, или, например, ширина лепестка диаграммы направленности может быть отрегулирована так, чтобы быть больше или меньше и т.д.

Датчики других типов, например, гироскопический датчик, датчик измерения расстояния и т.д., могут быть встроены в оправу очков, и выходные сигналы таких датчиков могут быть частью цикла принятия решений, на осуществление которого система SOC может конфигурироваться, всякий раз, когда, например, необходимо формирование диаграммы направленности микрофона. Ввод управления жестами может изменить, например, цикл принятия решения и/или то, как функционируют соответствующие датчики. Например, направление компаса встроенного гироскопического датчика на ноль градусов может быть установлено как направление, на которое указывает передняя часть оправы очков, когда пользователь оправы очков делает ввод определенного жеста.

Если у человека с частичной потерей слуха имеются дополнительные проблемы со зрением, оправка очков может содержать встроенную видеокамеру, которая может быть выполнена с возможностью улучшения зрительного восприятия пользователем оправы очков. Встроенная видеосистема может быть выполнена с возможностью обнаружения контуров обычных объектов, например, мусорного бака на улице, приближающегося автомобиля, поющей птицы и т.д., а система SOC может быть выполнена с возможностью передачи звуковых голосовых сообщений, указывающих на соответствующие объекты, пользователю оправы очков через вставные наушники-вкладыши в ушные каналы пользователя оправы очков. Эта возможность распознавания различных объектов также может быть использована в некоторых сценариях формирования диаграммы направленности, например, для идентификации птицы по пению птицы и определения направления на птицу. Входной сигнал управления жестами может использоваться, например, для формирования диаграммы направленности в направлении птицы в

сторону от направления взгляда или для уменьшения или увеличения поля зрения видеокамеры и т.д.

Однако формирование диаграммы направленности также зависит от типа слухового сценария, частью которого является человек с частичной потерей слуха. Например, разговор может вестись между человеком с частичной потерей слуха и еще одним человеком, для чего может потребоваться узкий лепесток диаграммы направленности.

Другой тип сценария слушания может возникать, когда человек с частичной потерей слуха участвует в конференции, например, с несколькими другими людьми, что может потребовать более широкого лепестка диаграммы направленности.

Следовательно, может потребоваться более одного пространственного лепестка диаграммы направленности, который может быть активирован вводом жеста пользователем оправы очков. Кроме того, система оправы очков может быть выполнена с различными лепестками диаграммы направленности, отражающими определенные потребности различных сценариев, как показано выше. С помощью обнаружения жестов ввода можно изменить или выбрать конкретный сценарий, обеспечивающий определенные лепестки диаграммы направленности микрофона.

Другой сценарий может возникать, когда вы сидите в поезде и разговариваете с кем-то, кто сидит перед вами. Формирование диаграммы направленности в соответствии с настоящим изобретением может быть точным, что обеспечивает хороший звуковой контакт с человеком, находящимся перед вами. У такой узкой диаграммы направленности есть и обратная сторона. Если вам нужно наклониться, например, чтобы найти какие-то бумаги, найти билет и т.д., это действие может занять некоторое время. В течение этого интервала времени ваша узкая диаграмма направленности будет направлена вниз к полу, и звуковой контакт может быть потерян.

Таким образом, формирование диаграммы направленности микрофона может зависеть от движений головы с оправой очков согласно настоящему изобретению. Для обнаружения таких движений можно использовать встроенный гироскопический датчик, а система может быть адаптирована для модификации диаграммы направленности

микрофона для покрытия как человека, сидящего впереди, так и наклона к полу, если такое движение обнаружено. Когда обнаруживается, что голова движется вверх, первоначальный лепесток диаграммы направленности может снова активироваться. Узкий лепесток диаграммы направленности микрофона эффективен при разговоре с одним человеком, но требует некоторой устойчивости головы человека, зависящей от лепестка диаграммы направленности микрофона. Ввод жеста от человека, теряющего слышимый контакт с человеком из-за движений головы, может создать лепесток диаграммы направленности микрофона, который учитывает показания гироскопического датчика, определяющего степень смещения от первоначально рассчитанного лепестка диаграммы направленности микрофона. Когда человек перемещает голову назад в исходное положение, ввод жеста может восстановить лепесток диаграммы направленности микрофона до его первоначально рассчитанной формы.

На фиг.1 показана типичная конфигурация системы слухового аппарата, содержащего оправу 10 очков. Оправа 10 очков показана со снятой внешней крышкой дужки очков. Внутри дужки очков расположена программируемая электроника, такая как схема DSP, интерфейс связи Bluetooth, контроллер, такой как чип SOC (система на чипе) и т.д. Батареи и другая необходимая логика/электроника также встроены в дужку очков и, возможно, внутри передней части оправы очков, удерживающей очки. Схема DSP, встроенная в оправу очков, может быть встроена в обе дужки очков, то есть в левую и правую оправу очков, таким образом, можно использовать две схемы DSP. В таких случаях одна из двух схем DSP обычно выполняется как ведущее устройство, а другая схема DSP выполняется как ведомое устройство, т.е. управляется ведущим устройством. Ведущее устройство DSP осуществляет беспроводную связь с наушниками 46 (или наушниками-вкладышами), которые могут быть вставлены в ушные каналы человека. Входы управления жестами могут изменить, например, работу соответствующих схем DSP.

Например, система обнаружения жестов может быть встроена в каждую из двух дужек очков в оправе очков.

Мобильный телефон 47 также может быть частью системы слухового аппарата в соответствии с настоящим изобретением. На фиг.1 проиллюстрирована прикладная программа в мобильном телефоне, которая действует как эквалайзер, передающий заданные пользователем настройки эквалайзера в систему внутри оправы 10 очков, при этом, например, схема SOC дает команду или перепрограммирует схему DSP для использования запрошенного изменения частоты аудиосигналов, подаваемых по беспроводной связи на наушники 46. Однако использование мобильного телефона требует, чтобы у пользователя не было серьезных проблем со зрением. Еще одна проблема может возникнуть, если пользователь забудет или потеряет свой мобильный телефон.

Система управления жестами согласно настоящему изобретению может решить такие проблемы.

На фиг.2 показана передняя сторона 12 оправы 10 очков. В верхней части передней стороны 12 очков установлены четыре цифровых всенаправленных микрофона 13a, 13b, 13c, 13d, обращенных вперед относительно лицевой стороны оправы очков. Микрофоны могут быть выполнены в виде микрофонной решетки поперечного излучения. Кроме того, имеется видеокамера 15, встроенная в переднюю часть оправы очков, расположенная непосредственно над переносицей. В каждом углу передней части оправы очков рядом с местом на передней части 12 очков, где дужки 19, 19a очков соединены с передней частью 12 оправы 10 очков, имеется микроволновый преобразователь 11 в одном углу и микроволновый микрофон 14 в противоположном местоположении. Микроволны, излучаемые микроволновым преобразователем 11, могут отражаться, например, человеческим лицом и приниматься микроволновым микрофоном 14. Измеряя промежуток времени, прошедший от излучения до обнаружения микроволн, можно рассчитать расстояние, например, до человеческого лица, на которое смотрит пользователь очков, и это может использоваться, например, в алгоритмах формирования диаграммы направленности. Такие измерения расстояния могут быть инициированы обнаруженным жестом.

На фиг. 3 показан пример конфигурации дужки 19 оправы 10 очков. В примере на фиг.3 установлены шесть всенаправленных микрофонов 13e, 13f, 13g, 13h, 13i, 13j, которые могут быть расположены в виде микрофонной решетки поперечного излучения. Кроме того, имеется микроволновый преобразователь 11a и микроволновый микрофон 14a, которые можно использовать для измерения расстояний до объектов или людей, приближающихся или находящихся в непосредственной близости от пользователя оправы очков. Помимо того, что оно является частью формирования диаграммы направленности шести микрофонов 13e, 13f, 13g, 13h, 13i, 13j, измерение расстояния также может быть частью приложения для подачи звукового сигнала социальной дистанции, встроенного в оправу очков.

На фиг.3 также показана область 18 поверхности дужки очков, которая содержит сенсорную поверхность 18 для обнаружения жестов, позволяющую пользователю оправы очков в соответствии с настоящим изобретением взаимодействовать со сконфигурированной системой оправы очков, просто касаясь и перемещая палец по сенсорной поверхности 18. Аспект настоящего изобретения заключается в обеспечении возможности обнаружения жестов без какой-либо необходимости изменять направление взгляда пользователя оправы очков, содержащей систему обнаружения жестов согласно настоящему изобретению.

Сенсорная поверхность 18 обнаружения жестов выполнена с возможностью обнаружения того, что палец касается поверхности или находится близко к поверхности, и для обнаружения направления движения пальца по поверхности датчика. Со ссылкой на фиг. 7b, если палец перемещается из местоположения, примыкающего к первому краю 18a сенсорной поверхности 18, в местоположение, примыкающее ко второму краю 18b сенсорной поверхности 18, это можно определить, например, как движение вперед по сенсорной поверхности 18, в то время как движение от второго края 18b к первому краю 18a можно определить как движение пальца назад по сенсорной поверхности 18.

Движение пальца вперед, например, движение кончика пальца от первого края 18a, может закончиться, когда палец поднят и когда палец находится рядом со вторым краем 18b. Это движение обнаруживается как конкретный обнаруживаемый жест. Если

движение назад заканчивается тем, что палец поднят, когда он находится рядом со вторым краем 18b, это второй конкретный обнаруживаемый жест. Если движение вперед, заканчивающееся на втором краю 18b, продолжается движением назад без поднятия пальца, когда движение пальца меняет направление, то это третий конкретный обнаруживаемый жест. Если движение назад заканчивается движением вперед без поднятия пальца при изменении направления движения пальца, это четвертый конкретный обнаруживаемый жест, и т.д.

В примере варианта осуществления настоящего изобретения датчик 18 представляет собой емкостной датчик ползункового типа. Тогда не нужно, чтобы палец, например, физически прикасался к сенсорной поверхности. Изменения емкости являются основой для таких датчиков, что внутренне можно квалифицировать как сравнение уровня сигнала датчика с определенным пороговым уровнем. Это позволяет сенсорной поверхности находиться, например, за внешней поверхностью дужки 19, 19а очков и все-таки обнаруживать присутствие пальца. Архитектура ползунка линейного емкостного датчика ползункового типа позволяет обнаруживать движение по сенсорной поверхности либо путем прикосновения и перемещения пальца непосредственно над сенсорной поверхностью или за внешней стенкой управляемого компьютером устройства.

Ширина сенсорной поверхности 18 может быть адаптирована к ширине кончика пальца.

Таким образом, общая концепция обнаружения жестов в соответствии с настоящим изобретением состоит в том, чтобы обеспечить обнаружение направлений движения пальца по меньшей мере на одной сенсорной поверхности и в то же время иметь возможность определять, поднят палец или нет при перемещении.

В рассмотренном выше примере оправы очков могут быть две сенсорной поверхности 18, одна в дужке 19 очков, а другая в другой дужке 19а очков оправы 10 очков.

Первая сенсорная поверхность первой дужки 19 очков и вторая сенсорная поверхность второй дужки 19а очков могут быть выполнены с возможностью либо работать независимо, либо интерпретироваться в зависимости друг от друга.

Направление движения пальца может быть определено, как подробно описано выше, т.е. как движение вперед и движение назад. Конкретное упоминание первого края 18а и второго края 18b сенсорной поверхности 18 не исключает возможности того, что движение вперед происходит от второго края 18b к первому краю 18а, а движение назад происходит от первого края 18а ко второму краю 18b.

Если две сенсорные поверхности сконфигурированы для независимой работы, каждая сенсорная поверхность на каждой дужке очков может быть сконфигурирована для интерпретации только движения вперед, движения вперед И назад, или только назад, или движения назад И вперед. Заглавное «И» означает логическую операцию И, т.е. соответствующие движения производятся без отрыва пальца между соответствующим изменением направления движений. Таким образом, различие между движением только вперед и вперед И назад заключается в том, обнаруживается ли поднятие пальца или нет при изменении направления движения пальца. Эта простая схема различает четыре разных жеста. Каждая соответствующая сенсорная поверхность 18 может быть расположена на первой дужке 19 очков, а другая сенсорная поверхность 18 может быть расположена на второй дужке 19а оправы 10 очков. Если другая сенсорная поверхность на другой дужке выполнена с возможностью работы независимо от первой сенсорной поверхности, система обнаружения жестов может различать восемь различных жестов, определяемых тем, какая из двух сенсорных поверхностей обнаруживает движения пальцев.

То, как работают соответствующие сенсорные поверхности, независимо или в комбинации, можно выбрать с помощью пункта меню, доступного для одной из сенсорных поверхностей, интерпретирующей заданный жест, предписывающего системе жестов интерпретировать комбинации жестов, обнаруженных на обеих сенсорных поверхностях. По умолчанию интерпретация может быть индивидуальной.

Если две сенсорные поверхности сконфигурированы для интерпретации соответствующих жестов, обнаруженных на каждой соответствующей сенсорной поверхности, как комбинированных жестов, то возможны следующие комбинации:

Датчик 1	Датчик 2
Вперед	Нет движения
Назад	Нет движения
Вперед И назад	Нет движения
Назад И вперед	Нет движения
Нет движения	Вперед
Нет движения	Назад
Нет движения	Вперед И назад
Нет движения	Назад И вперед
Вперед	Вперед
Вперед	Назад
Назад	Назад
Назад	Вперед

Эта схема обеспечивает до 12 различных обнаруживаемых жестов.

Также можно добавить шаблон движения, который требует движения, состоящего из движений пальцев вперед И назад И вперед, или назад И вперед И назад. Это может добавить дополнительные 8 обнаруживаемых шаблонов движения, состоящих из следующего:

Датчик 1	Датчик 2
Вперед И назад И вперед	Нет движения
Назад И вперед И назад	Нет движения
Нет движения	Вперед И назад И вперед
Нет движения	Назад И вперед И назад
Вперед И назад И	Вперед
Вперед И назад И	Назад
Назад И вперед И	Вперед

Назад И вперед И

Назад

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения, акселерометр может быть частью системы обнаружения жестов согласно настоящему изобретению. Акселерометр может быть выполнен с возможностью обнаружения постукиваний пальцем по дужке оправы 10 очков. Следовательно, каждый из возможных жестов, определенных выше, может быть, например, квалифицирован двумя или тремя постукиваниями. Это удвоит количество различных обнаруживаемых жестов с двадцати до сорока различных жестов. Тогда обнаружение жеста начнется с двух или трех постукиваний по дужке очков, прежде чем сам жест будет применен к сенсорной поверхности 18.

В объем настоящего изобретения входит настройка различных голосовых сообщений, например, в рассмотренном выше примере оправы очков. Компьютерная система SOC может быть сконфигурирована для передачи беспроводных голосовых сообщений пользователю оправы очков через вставные наушники. Таким образом, система обнаружения жестов согласно настоящему изобретению обеспечивает систему двунаправленной связи, в которой конкретный жест может привести к отправке голосового сообщения пользователю, инициировавшему жест.

Эту опцию можно использовать по-разному. Например, как показано на фиг. 7а, система меню для сложной системы может быть реализована в виде списка основных меню, корневого меню А, корневого меню В, корневого меню С (корневые меню в древовидной структуре меню), где список и активация соответствующих команд или действий, например, подменю 1А, находится под управлением сконфигурированной компьютерной системы. Например, когда запускается такая система как описанная выше система оправы очков, голосовое сообщение от настроенной системы SOC может сообщить пользователю переместить палец вперед по сенсорной поверхности, например, на левой дужке очков. Затем начинает работать система меню, и пользователь может перемещаться между корневыми меню повторяющимися движениями вперед, как показано стрелками вниз на фиг. 7а, или, например, из корневого меню А в корневое меню С, как показано на фиг. 7а горизонтальными стрелками. Названия каждого корневого меню могут быть переданы пользователю посредством соответствующего

голосового сообщения. Когда пользователь выбирает одно из корневых меню, например, корневое меню В, после того как система сообщила ему, что пользователь находится в корневом меню В, пользователь может использовать жест Вперед И Назад, например, для подачи сигнала системе, что выбрано корневое меню В. Затем становятся доступными подменю, и пользователь может выполнять дальнейшие движения вперед для перемещения между подменю, например, из подменю 1В в подменю iВ. Если пользователь перемещается слишком далеко вниз по дереву меню, пользователь может, например, использовать движение назад для перемещения вверх по дереву меню. Это также относится к перемещениям между соответствующими корневыми меню.

Для различных подменю могут потребоваться более сложные жесты, подобные приведенным выше, для запуска определенной команды или действия. Так или иначе, голосовые сообщения от системы могут информировать пользователя о том, какие жесты необходимо использовать. Использование акселерометра и шаблонов постукиваний может, например, сбросить выбранную команду и т.д. Постукивание также можно использовать для добавления значения параметра, используемого, например, при формировании лепестка диаграммы направленности. Такие операции также могут быть переданы пользователю посредством голосовых сообщений.

Следовательно, когда предварительно записанные голосовые сообщения являются частью системы взаимодействия человека с машиной, включающей систему обнаружения жестов в соответствии с настоящим изобретением, количество обнаруживаемых различных жестов может быть ограниченным числом различных жестов. В примере, показанном на фиг. 7а, только определенное движение вперед и поднятие пальца, движение назад и поднятие пальца, а также движение вперед И движение назад (без поднятия пальца между соответствующими движениями вперед и назад) являются необходимыми жестами. Ниже приведены некоторые примеры обнаружения жестов, которые можно использовать в оправе очков, являющейся частью системы слухового аппарата.

Видеокамера 15 может быть встроена в переднюю сторону 12 оправы 10 очков согласно настоящему изобретению. На фиг.4 показан вид сбоку микрофонной решетки

20, содержащей видеокамеру 15 в средней части (не показана). Камера видит, например, объект, являющийся источником звука, боковая поверхность 24 которого обращена к камере 15, на расстоянии 23 от микрофонной решетки 20. Расстояние показано как расстояние до плоскости, проходящей перед объектом 24. Измерение расстояния 23 может быть выполнено, например, с помощью микроволнового преобразователя 14 и приемного микроволнового микрофона 11. Промежутки времени между передачей микроволны и приемом микроволны микрофоном можно использовать для расчета расстояния.

Высота объекта 24 определяет наклон боковых линий 22 и 25, которые вместе с плоскостью, представляющей высоту объекта 24, образуют на плоскости треугольник, который представляет конус в трех измерениях, т.е. конус представляет желаемый лепесток диаграммы направленности при прослушивании звука от объекта 24. Как показано на фиг.4, лепесток 26 диаграммы направленности расположен внутри треугольника, как обсуждалось выше. Также показаны некоторые боковые лепестки, которые можно устранить или уменьшить путем правильного выбора параметров алгоритма формирования диаграммы направленности. Если расстояние до источника звука изменяется, например, если пользователь системы оправы очков движется к источнику звука, лепесток диаграммы направленности должен быть шире, чтобы учитывать, например, увеличение высоты источника звука в перспективе. Это может осуществляться под управлением определенного жеста.

На фиг. 5 показан сценарий, типичный для конференции, где участники сидят вокруг стола. Человек В носит оправу 10 очков согласно настоящему изобретению. Видеокамера 15 и система обработки видеоизображения могут обнаружить, что люди С, D, E и F находятся в поле зрения камеры. Человек А также участвует во встрече, но находится вне поля зрения видеокамеры 15. На правой дужке 19 оправы 10 очков, удерживаемой человеком В, имеется микрофонная решетка, как обсуждалось выше. Существует также возможность выполнять измерение расстояния с помощью соответствующих микроволновых устройств 11а и 14а, расположенных на дужке оправы 10 очков. Таким образом, возможно формирование диаграммы направленности на основе

микрофонной решетки, расположенной на дужке 19 очков, обращенной к человеку А. Это можно сделать с обеих сторон оправы очков. Таким образом, оправка очков может быть выполнена с тремя различными лепестками диаграммы направленности, направленными в разные стороны. Выбор количества соответствующих лепестков и другие настройки параметров лепестков можно выполнить с помощью управления жестами.

В примере осуществления настоящего изобретения гироскопическое устройство может быть частью системы оправы очков в соответствии с настоящим изобретением. Когда гироскоп обнаруживает изменение направления головы, как обсуждалось выше, можно изменить ширину лепестка, тем самым расширяя лепесток и включая всех людей В, С, D, E, F и G.

Во всех этих ситуациях пользователю очков может потребоваться ввести различные жесты, представляющие различные изменения, например, диаграммы направленности, направления лепестка диаграммы направленности и т.д.

На фиг. 6 показан пример двух лепестков 27 и 30 диаграммы направленности микрофона, которые направлены в соответствующих направлениях 28 и 31. Лепесток 28 направлен в направлении, имеющем угол  $\alpha$  относительно направления 29 взгляда. Как обсуждалось выше, «нулевой» угол в гироскопическом датчике можно инициализировать с помощью определенного жеста. Направление 31 другого лепестка имеет угол  $\beta$  относительно направления 29 наблюдения. Эти настройки могут быть выполнены с помощью вводов определенных жестов.

В соответствии с аспектом настоящего изобретения, система обнаружения жестов содержит по меньшей мере первую сенсорную поверхность, расположенную на внешней поверхности по меньшей мере одной из двух дужек очков. В сочетании со встроенным акселерометром по меньшей мере в одной из двух дужек очков, множество различных простых жестов могут различаться и обнаруживаться сконфигурированной системой оправы очков и, таким образом, могут быть связаны с различными действиями или деактивациями датчиков, устройств и сконфигурированных функций, а также с модификациями действий или деактивации датчиков и сконфигурированных функций

системы, встроенной в оправу очков. В сочетании с предварительно записанными голосовыми сообщениями количество различных обнаруживаемых жестов может быть ограничено.

На фиг.8 показан пример осуществления системы оправы очков, содержащей функциональные цифровые схемы и функциональные блоки, встроенные внутрь оправы очков, как показано на фиг.1.

Например, цифровые микрофоны 13 могут быть типа TDK ICS-41251, которые могут быть подключены к процессору 45 звуковых сигналов, например, типа Analog Devices ADAU1787, которые могут принимать аудиовход от 8 цифровых микрофонов. Как обсуждалось выше, в оправе очков может быть два устройства DSP, по одному в каждой дужке очков, и в примере осуществления шесть микрофонов, встроенных в одну дужку очков, будут подключены к DSP 45, встроенному в ту же дужку. Кроме того, два из четырех микрофонов, встроенных в переднюю часть оправы очков, будут управляться тем же DSP 45. Другая дужка очков будет управлять шестью микрофонами в другой дужке очков, а также двумя оставшимися микрофонами из четырех микрофонов в передней части оправы очков. Информацию о микрофоне TDK ICS41251 можно найти по адресу <https://www.invensense.com/products/digital/ics-41351/>.

ADAU1787 имеет возможности формирования диаграммы направленности, которые описаны в ссылке <https://www.analog.com/en/products/adau1787.html#product-overview>.

Analog Devices предоставляет также пользовательскую прикладную программу, облегчающую формирование диаграммы направленности через графический пользовательский интерфейс. Такой графический пользовательский интерфейс также доступен в виде прикладной программы, которую можно установить в мобильный телефон 47.

Кроме того, ADAU1787 представляет собой полностью программируемое DSP-устройство, которое обеспечивает поддержку различных выбираемых пользователем опций, определенных в пользовательском профиле и/или различных режимах слухового аппарата, как обсуждалось выше.

Контроллер 32, управляющий соответствующими цифровыми функциональными системными блоками, может быть схемой типа, называемого SOC (система на чипе), которая представляет собой интегральную схему, содержащую все функциональные компоненты компьютера. Использование SOC 32 значительно упрощает разработку программного обеспечения, конфигурирующего операционные аспекты системы оправы очков, взаимодействующей с системой обнаружения жестов согласно настоящему изобретению.

На фиг. 8 также показано, что система может содержать акселерометр 41. Функция акселерометра 41 заключается, например, в обнаружении прикосновения пальца к оправе очков. Известно, что такое прикосновение будет генерировать шум, улавливаемый микрофонами, и система будет генерировать резкий шум в системе. В соответствии с примером осуществления настоящего изобретения, обнаружение прикосновения акселерометром может привести к кратковременному отключению микрофонов или любой другой подходящей электронной части системы. В некоторых примерах осуществления оправы очков может быть снабжена несколькими нажимными кнопками 41. Активация таких кнопок 41 приведет к кратковременному отключению звука, не позволяющему шуму от действия кнопки достичь наушников-вкладышей 46.

Пример осуществления, показанный на фиг. 8, содержит по меньшей мере один датчик 18 обнаружения жестов, который может относиться к емкостному типу датчика. Можно использовать датчик, часто называемый линейным ползунковым детектором. Можно сослаться на фиг. 4 в публикации <https://www.fujitsu.com/downloads/MICRO/fme/articles/fujitsu-whitepaper-capacitive-touch-sensors.pdf>, где показана реализация емкостного сенсорного слайдера с интерполяцией.

Как сказано выше, акселерометр будет отключать аудиопоток всякий раз, когда палец касается оправы очков. Когда прикосновение является частью жеста выбора меню, отключение звука прекращается, когда палец поднимается с сенсорной поверхности.

Система, показанная на фиг.8, может также содержать гироскоп 40. Существует несколько известных гироскопов, которые можно использовать в примерах осуществления настоящего изобретения.

В примере осуществления настоящего изобретения система 32 SOC выполнена с возможностью идентификации направления взгляда по компасу, заданному гироскопом 40. Далее система 32 SOC выполнена с возможностью указания аудио DSP 45 выполнить формирование диаграммы направленности в направлении вперед от оправы 10 очков. Таким образом, диаграмма направленности направлена в том направлении, в котором смотрит пользователь оправы 10 очков.

Система беспроводной связи оправы 10 очков может, например, соответствовать стандарту Bluetooth. На фиг.8 антенна 33 Bluetooth связана с SOC 32 через секцию 34 ВЧ-фильтра.

В рамках настоящего изобретения могут использоваться другие стандарты связи.

В объем настоящего изобретения также входит использование стандарта связи, содержащего адреса устройств, т. е. беспроводной сигнал от оправы 10 очков может содержать конкретный первый адрес для наушника внутри правого уха и второй конкретный адрес для наушника в левом ухе. Затем различная информация может быть отправлена в соответствующие разные уши. Например, если микроволновые устройства 14а, 11а на одной из дужек очков обнаруживают приближающийся объект с правой стороны, SOC 32 может быть настроена на отправку предупреждения в наушник, расположенный внутри правого уха пользователя оправы очков.

Возможный механизм адресации может также останавливать беспроводную связь между двумя оправками 10 очков, которую используют два человека, стоящие близко друг к другу. Это может остановить смешивание, например, обнаружения жестов и соответствующих отправленных голосовых сообщений.

В соответствии с примером осуществления настоящего изобретения система обнаружения жестов может содержать по меньшей мере один линейный емкостной ползунковый датчик, при этом сенсорная поверхность этого по меньшей мере одного линейного емкостного ползункового датчика интегрируется с внешней поверхностью управляемого компьютером устройства, при этом емкостный ползунковый датчик выполнен с возможностью обнаружения движений пальца, перемещающегося в

продольном направлении по сенсорной поверхности от одного конца сенсорной поверхности ко второму концу, противоположному первому концу,

при этом система обнаружения жестов выполнена с возможностью интерпретации различных обнаруженных шаблонов движений пальца по сенсорной поверхности как различных жестов,

причем интерпретация соответствующей одной из соответствующих комбинаций движений пальцев выполняется, когда линейный емкостной ползунковый датчик обнаруживает, что палец поднят на первом конце или на втором конце сенсорной поверхности после того, как по меньшей мере одно движение пальца по сенсорной поверхности было обнаружено в любом направлении между первым краем и вторым краем.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, вариант осуществления может содержать акселерометр, который может быть частью системы обнаружения жестов. Заданное количество постукиваний, зарегистрированных акселерометром, может быть использовано для квалификации обнаруженного движения пальца на поверхности датчика линейного емкостного ползунка.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, заданное количество постукиваний, зарегистрированных акселерометром, может сбросить команду, выполняемую в компьютерной системе в результате обнаруженного жеста.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, заданное количество постукиваний, зарегистрированных акселерометром, может инициализировать параметр команды, выполняемой в результате обнаруженного жеста.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, система обнаружения жестов может содержать по меньшей мере два независимых линейных емкостных ползунковых датчика.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, система обнаружения жестов может быть выполнена с возможностью интерпретации движений пальцев, обнаруженных каждым соответствующим линейным емкостным ползунковым датчиком, независимо друг от друга.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, система обнаружения жестов может быть выполнена с возможностью интерпретации движений пальцев, обнаруженных каждым из соответствующих линейных емкостных ползунковых датчиков, как комбинации соответствующих обнаруженных движений пальцев.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, первый жест может быть задан перемещением пальца от первого края сенсорной поверхности ко второму краю, при этом обнаруживается, что палец поднят, когда он находится рядом со вторым краем.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, второй жест может быть задан перемещением пальца от второго края сенсорной поверхности к первому краю, при этом обнаруживается, что палец поднят, когда он находится рядом с первым краем.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, третий жест может быть задан перемещением пальца от первого края сенсорной поверхности ко второму краю и перемещением пальца назад от второго края к первому краю, при этом обнаруживается, что палец поднят, когда обнаруживается, что палец вернулся в исходное местоположение на поверхности датчика рядом с первым краем.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, четвертый жест может быть задан перемещением пальца от второго края сенсорной поверхности к первому краю и перемещением пальца назад от первого края ко второму краю, при этом обнаруживается, что палец поднят, когда обнаруживается, что палец вернулся в местоположение на поверхности датчика рядом со вторым краем.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, система обнаружения жестов может быть конфигурирована с голосовыми сообщениями, указывающими, какой жест обнаружен.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, система обнаружения жестов может быть выполнена с возможностью идентификации жестов, связанных с командами навигации по дереву меню, указывающему действия, реализованные в управляемом компьютером устройстве.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, первый заданный жест может быть предназначен для навигации вверх по дереву меню, второй заданный жест может быть предназначен для навигации вниз по дереву меню, а третий заданный жест может быть предназначен для выбора элемента меню в дереве меню.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, ширина сенсорной поверхности может быть адаптирована к размеру кончика пальца.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, компьютерное устройство может быть встроено в оправу очков и по меньшей мере один линейный емкостной ползунковый датчик может быть встроен в одну из дужек очков.

В соответствии с примером осуществления, раскрытым выше, линейный емкостной ползунковый датчик может быть встроен во внешнюю поверхность стенки управляемого компьютером устройства.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система обнаружения жестов, содержащая по меньшей мере один линейный емкостной ползунковый датчик, сенсорная поверхность которого интегрируема с внешней поверхностью управляемого компьютером устройства, при этом емкостный ползунковый датчик выполнен с возможностью обнаружения движений пальца, перемещающегося вдоль датчика в продольном направлении по сенсорной поверхности от первого конца сенсорной поверхности до второго конца, противоположного первому концу,

при этом система обнаружения жестов выполнена с возможностью интерпретации различных обнаруженных шаблонов движения пальцев по сенсорной поверхности как различных жестов,

при этом интерпретация соответствующей одной из соответствующих комбинаций движений пальцев выполняется, когда линейный емкостной ползунковый датчик обнаруживает, что палец поднят на первом конце или втором конце сенсорной поверхности после обнаружения по меньшей мере одного движения пальца по сенсорной поверхности в любом направлении между первым краем и вторым краем.

2. Система по п.1, в которой акселерометр является частью системы обнаружения жестов, при этом заданное количество постукиваний, зарегистрированных акселерометром, используется для квалификации обнаруженного движения пальца на поверхности линейного емкостного ползункового датчика.

3. Система по п.2, в которой заданное количество постукиваний, зарегистрированных акселерометром, сбрасывает команду, выполняемую в компьютерной системе в результате обнаруженного жеста.

4. Система по п.2, в которой заданное количество постукиваний, зарегистрированных акселерометром, инициализирует параметр команды, выполняемой в результате обнаруженного жеста.

5. Система по п.1, которая содержит по меньшей мере два независимых линейных емкостных ползунковых датчика.

6. Система по п.5, которая выполнена с возможностью интерпретации движений пальцев, обнаруженных каждым соответствующим линейным емкостным ползунковым датчиком, независимо друг от друга.

7. Система по п.5, в которой система обнаружения жестов выполнена с возможностью интерпретации движений пальцев, обнаруженных каждым соответствующим линейным емкостным ползунковым датчиком, как комбинацию соответствующих обнаруженных движений пальцев.

8. Система по п.1, в которой первый жест определяется движением пальца от первого края сенсорной поверхности ко второму краю, при этом обнаруживается, что палец поднят, когда он находится рядом со вторым краем.

9. Система по п.1, в которой второй жест определяется движением пальца от второго края сенсорной поверхности к первому краю, при этом обнаруживается, что палец поднят, когда он находится рядом с первым краем.

10. Система по п.1, в которой третий жест определяется движением пальца от первого края сенсорной поверхности ко второму краю, причем палец перемещается назад от второго края к первому краю, при этом обнаруживается, что палец поднят, когда обнаруживается, что палец вернулся в положение на сенсорной поверхности рядом с первым краем.

11. Система по п.1, в которой четвертый жест определяется движением пальца от второго края сенсорной поверхности к первому краю, причем палец перемещается назад от первого края ко второму краю, при этом обнаруживается, что палец поднят, когда обнаруживается, что палец вернулся в положение на сенсорной поверхности рядом со вторым краем.

12. Система по п.1, которая конфигурирована с голосовыми сообщениями, указывающими, какой жест обнаружен.

13. Система по п.1, которая выполнена с возможностью идентификации жестов, связанных с командами навигации по дереву меню, указывающему действия, реализованные в управляемом компьютером устройстве.

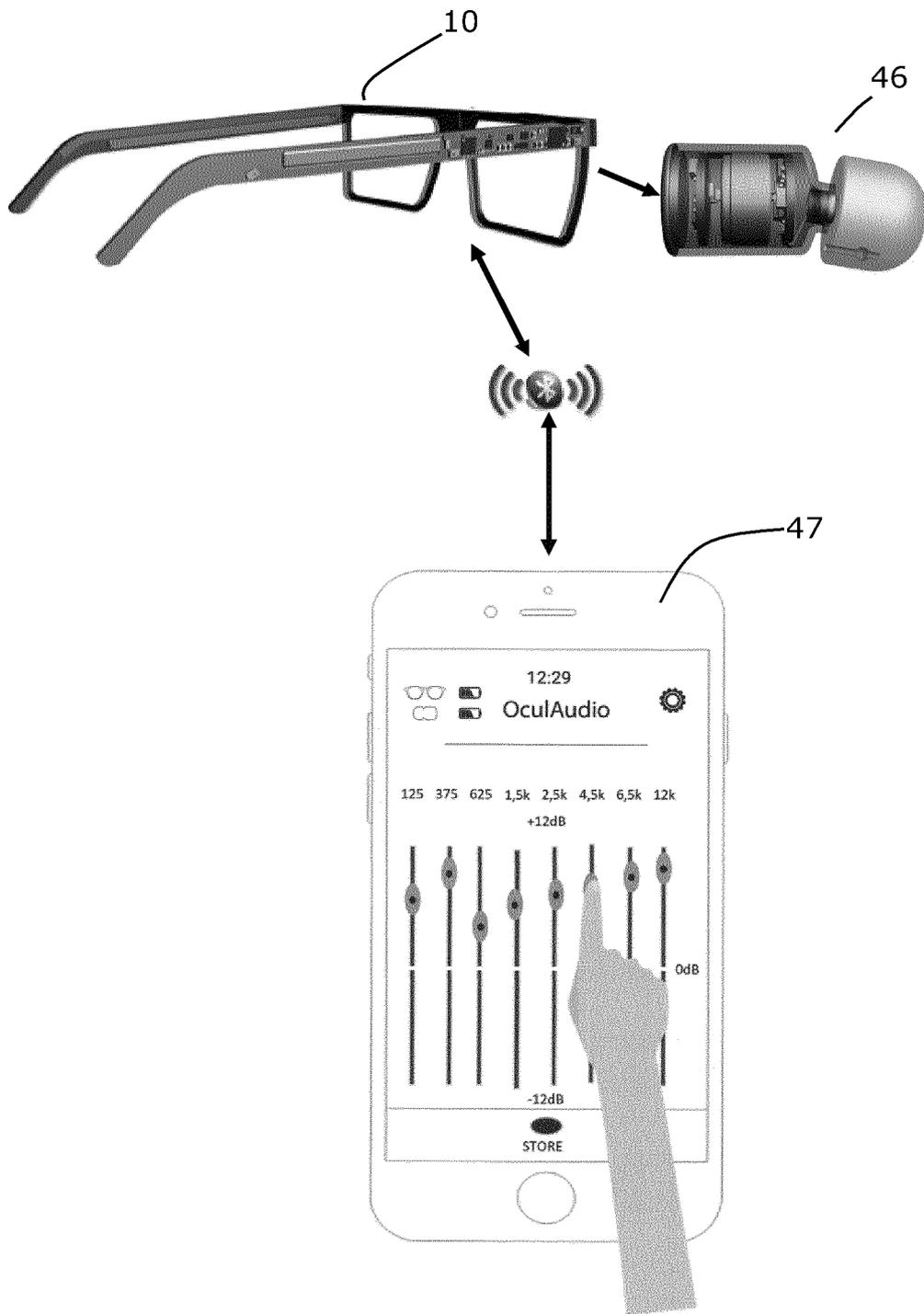
14. Система по п.13, в которой первый заданный жест предназначен для навигации вверх по дереву меню, второй заданный жест предназначен для навигации вниз по дереву меню, а третий заданный жест предназначен для выбора элемента меню в дереве меню.

15. Система по п.1, в которой ширина сенсорной поверхности адаптирована к размеру пальца.

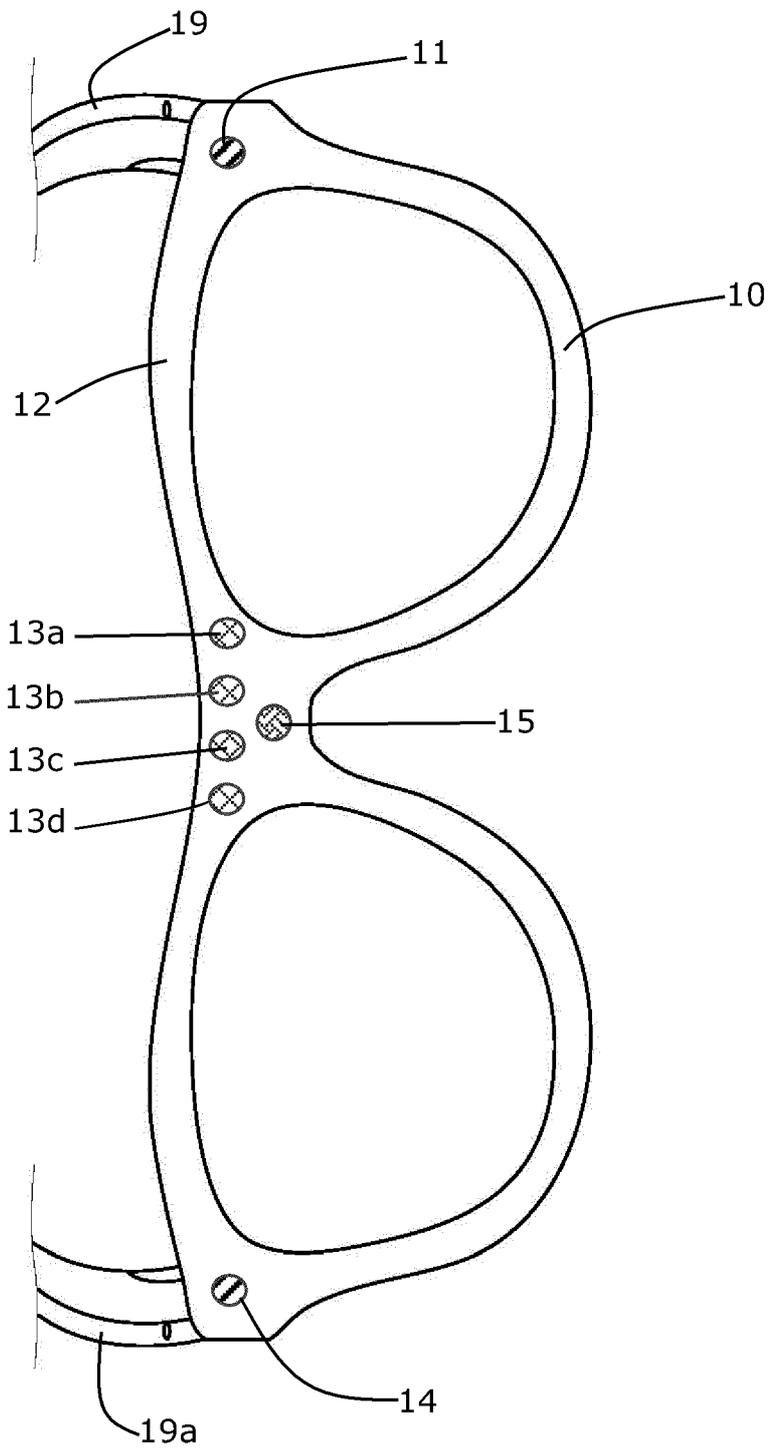
16. Система по п.1, в которой компьютерное устройство интегрировано в оправу очков, и по меньшей мере один линейный емкостной ползунковый датчик интегрирован в одну дужку очков.

17. Система по п.16, в которой линейный емкостной ползунковый датчик встроен во внешнюю стенку управляемого компьютером устройства.

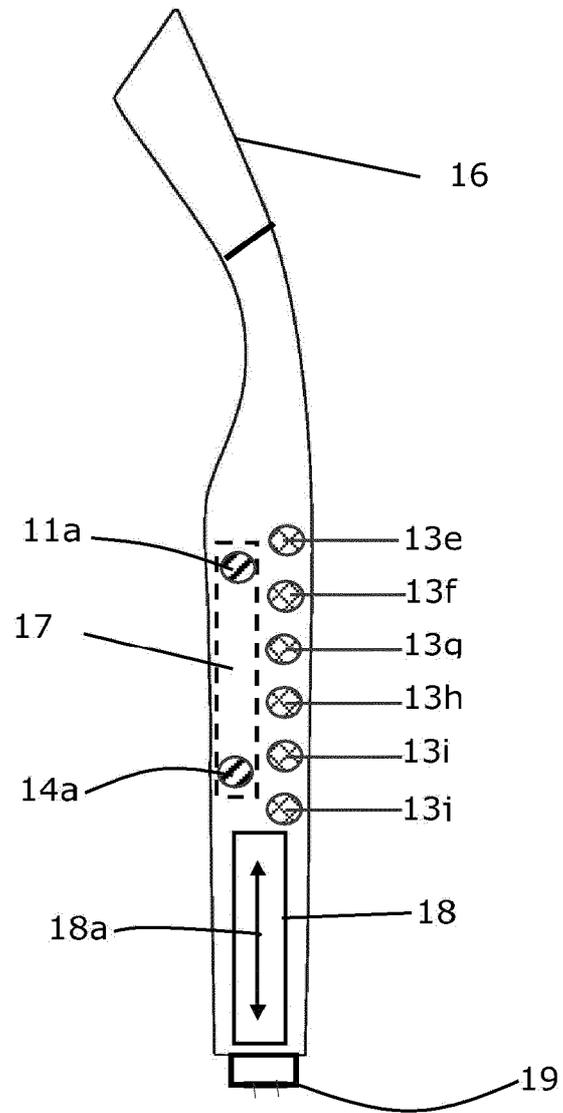
1/8



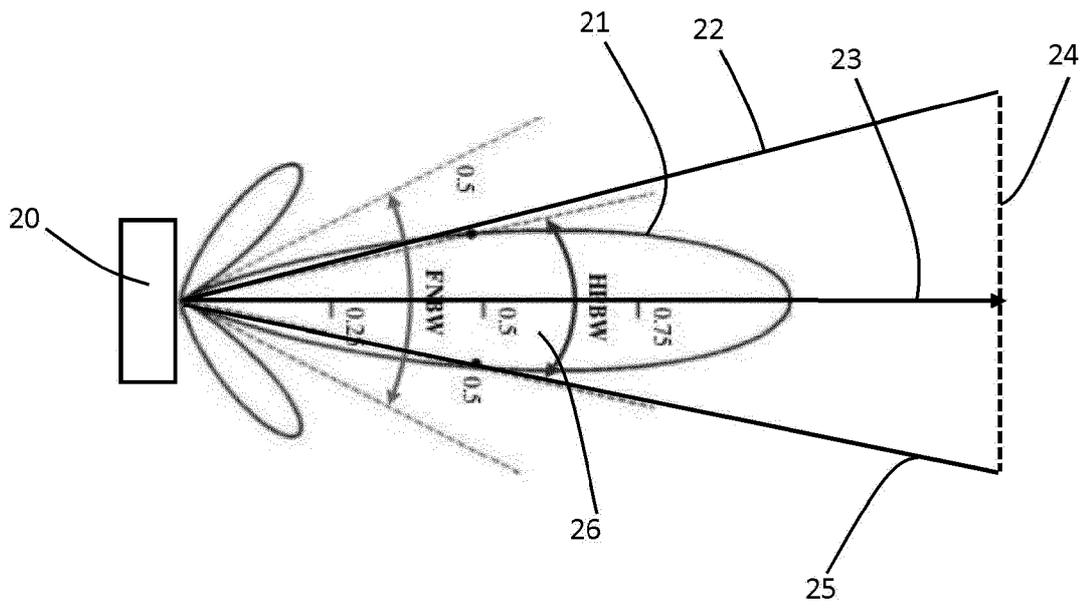
Фиг. 1



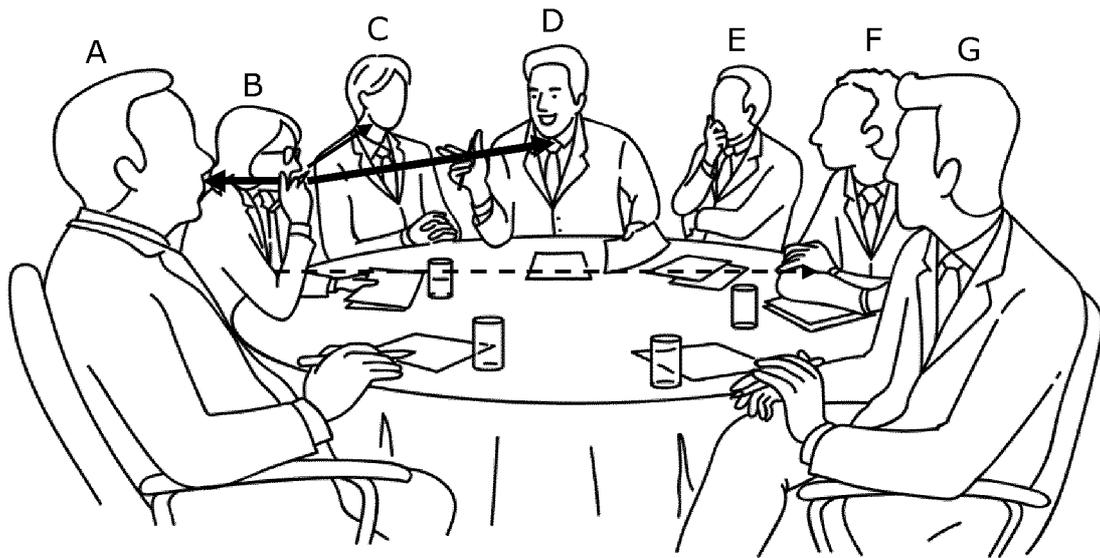
Фиг. 2



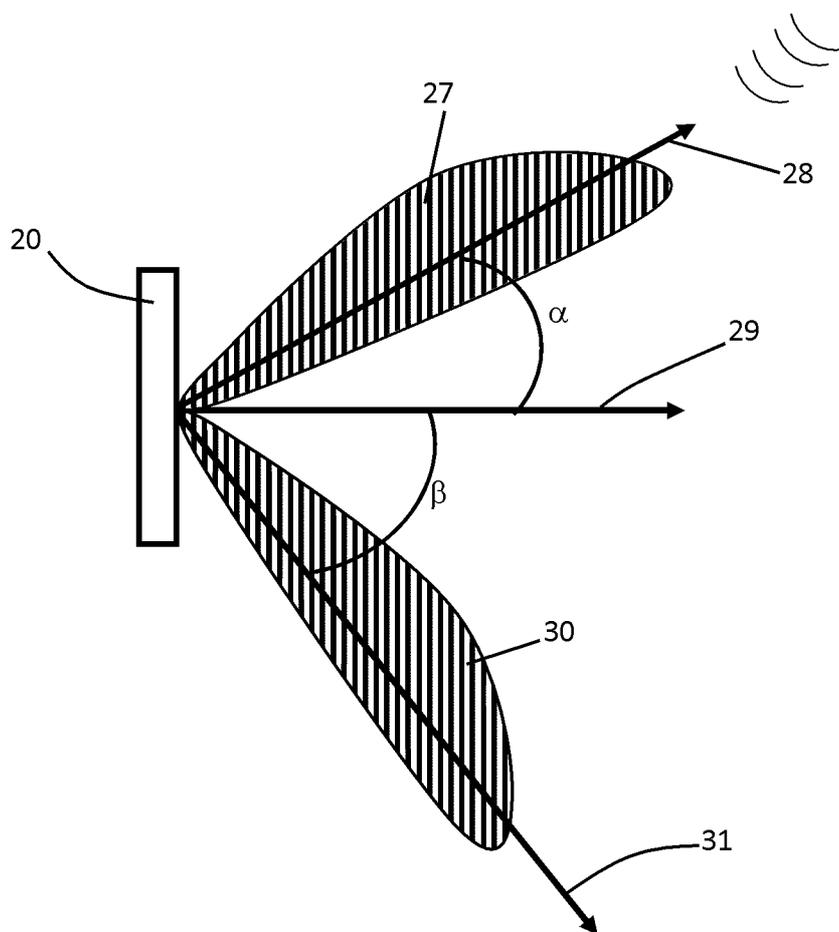
Фиг. 3



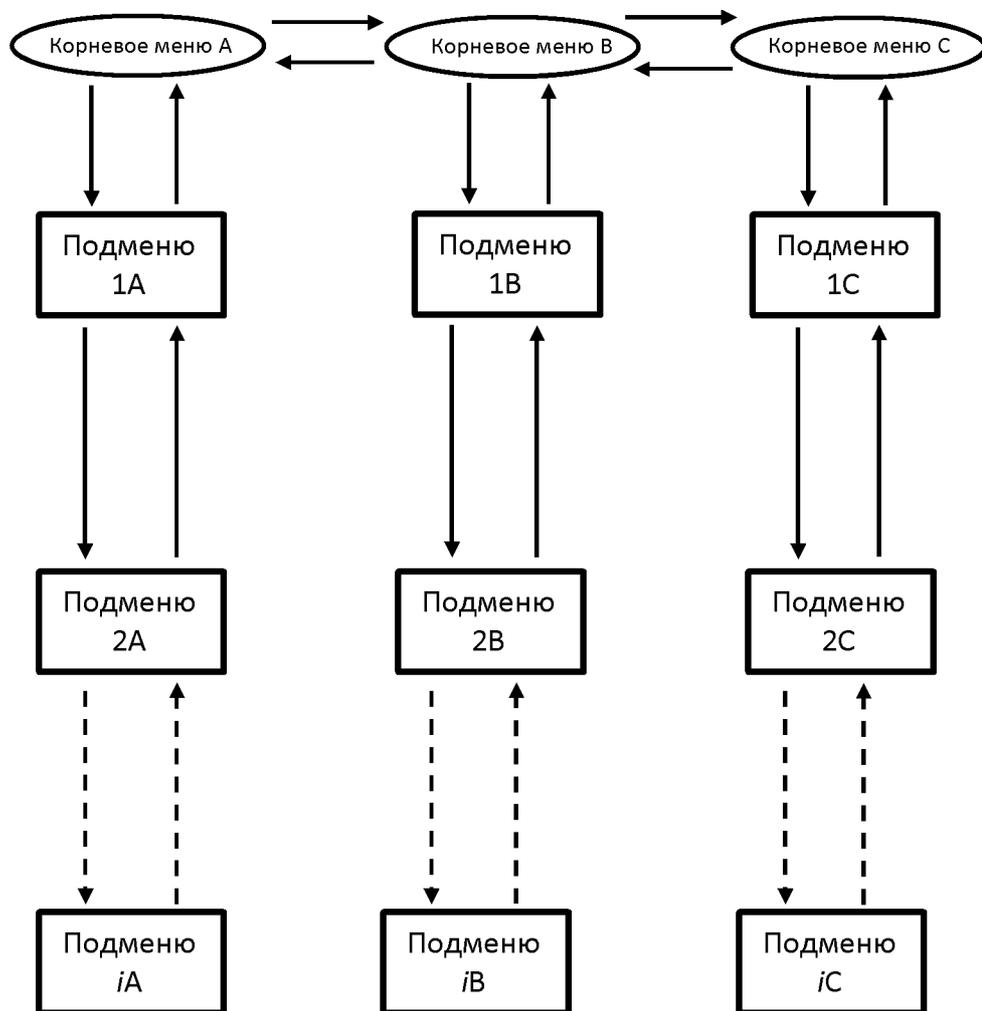
Фиг. 4



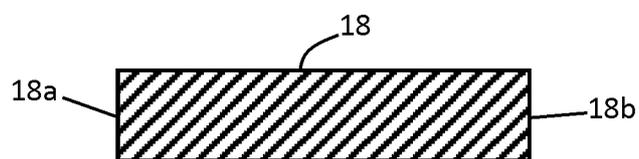
Фиг. 5



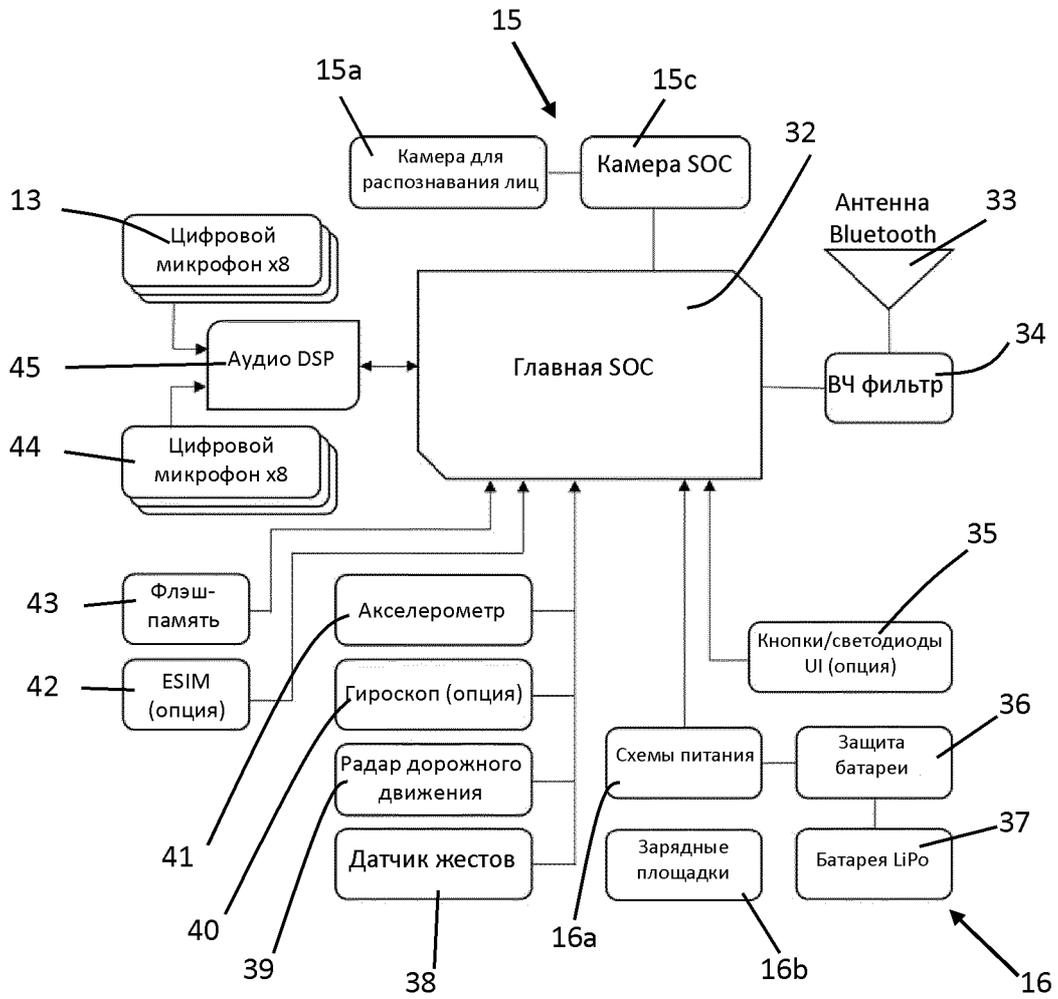
Фиг. 6



Фиг. 7а



Фиг. 7б



Фиг. 8