

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037197**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.02.18

(51) Int. Cl. **G01S 17/06** (2006.01)
G01S 17/58 (2006.01)

(21) Номер заявки
201792272

(22) Дата подачи заявки
2016.08.17

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА И СИСТЕМА БЫСТРОЙ ПРОВЕРКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

(31) **201510886306.6**

(56) CN-A-105445745
CN-U-205427190
CN-U-203288083
CN-A-103370600
CN-A-103884288
EP-A3-0636900

(32) **2015.12.04**

(33) **CN**

(43) **2018.04.30**

(86) **PCT/CN2016/095680**

(87) **WO 2017/092405 2017.06.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НЮКТЕК КОМПАНИ ЛИМИТЕД
(CN)

(72) Изобретатель:
Ту Цзюньцзе, Сюй Яньвэй, Юй
Вейфэн, Ван Юнмин (CN)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатъев
А.В. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к способу и устройству для контроля состояния движущегося объекта и к системе для быстрой проверки транспортного средства. Указанные способ и устройство для контроля состояния движущегося объекта предназначены для позиционирования движущегося объекта и измерения его скорости с помощью лазерного сканера. Устройство содержит лазерный сканер, выполненный с возможностью контроля по меньшей мере одного входящего в зону контроля движущегося объекта путем испускания лазерных пучков под разными углами с заданной частотой сканирования на указанный по меньшей мере один движущийся объект, и блок обработки, выполненный с возможностью определения и вывода, для каждого движущегося объекта, относительного положения движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру в каждый момент времени. Предложенное устройство может заметно повысить точность измерения малой скорости движущихся объектов, а лазерный сканер легко установить, и он имеет низкую стоимость.

037197 B1

037197 B1

Область техники

Предложенное изобретение относится, главным образом, к технологии контроля состояния движущегося объекта, и в особенности к способу и устройству для контроля состояния движущегося объекта с помощью лазерного сканера, а также к системе для быстрой проверки транспортного средства, которая содержит указанное устройство.

Предпосылки изобретения

В настоящее время для контроля состояния (например, скорости) движущегося объекта (например транспортного средства) обычно используют датчики скорости (например, радиолокаторы) для измерения скорости. Однако радиолокатор имеет весьма ограниченное применение, поскольку он может быть неточным при измерении малой скорости (например, меньше 5 километров в час). Кроме того, использование радиолокатора для измерения скорости связано со значительными затратами на производство, установку, проверку и калибровку при недостаточной экономичности и удобстве обслуживания.

Кроме того, в области быстрой проверки транспортного средства с использованием радиационного сканирования, для контроля состояния подлежащего проверке транспортного средства в канале обычно устанавливают множество фотозлектрических переключателей или световую завесу, а также наземные сенсорные обмотки для проверки перемещения подлежащего проверке транспортного средства. Однако, так как измерение положения и скорости подлежащего проверке транспортного средства с использованием фотозлектрических переключателей или световой завесы может быть неточным, часто происходят ошибки в синхронизации испускания пучков излучения, что подвергает опасности водителя транспортного средства.

Сущность изобретения

В свете вышеуказанного представленное изобретение предлагает способ и устройство для контроля состояния движущегося объекта с помощью лазерного сканера и систему для быстрой проверки транспортного средства, которая содержит указанное устройство.

Дополнительные аспекты и преимущества представленного изобретения частично изложены в следующем далее описании и частично станут ясны из описания или могут быть изучены при практическом применении представленного изобретения.

В одном аспекте представленного изобретения предложено устройство для контроля состояния движущегося объекта, содержащее лазерный сканер, выполненный с возможностью контроля по меньшей мере одного движущегося объекта, входящего в зону контроля, путем испускания пучков лазерных лучей под разными углами на указанный по меньшей мере один движущийся объект с заданной частотой сканирования, и блок обработки, выполненный с возможностью определения, для каждого движущегося объекта, по меньшей мере одной фиксированной точки на движущемся объекте, получения первого расстояния между указанной по меньшей мере одной фиксированной точкой движущегося объекта и местом испускания лазерных пучков и угла испускания соответствующего лазерного пучка, все из которых определяются лазерным сканером в каждый момент времени, и с возможностью определения и вывода относительного положения движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру в каждый момент времени, в соответствии с первым расстоянием и углом испускания соответствующего пучка лазерных лучей.

В варианте выполнения блок обработки также выполнен с возможностью вывода, для каждого движущегося объекта и в соответствии с полученным относительным положением движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру, текущего относительного положения движущегося объекта относительно лазерного сканера с различными интервалами времени или с различными интервалами пройденного движущимся объектом расстояния.

В другом варианте выполнения при движении движущегося объекта в направлении к лазерному сканеру, чем меньше относительное расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером, тем меньше интервал времени или интервал пройденного расстояния.

В еще одном варианте выполнения блок обработки также выполнен с возможностью определения и вывода, для каждого движущегося объекта, скорости движения движущегося объекта в соответствии с первым расстоянием и углом испускания соответствующего лазерного пучка.

В еще одном варианте выполнения указанная по меньшей мере одна фиксированная точка содержит множество фиксированных точек, и определение скорости движения движущегося объекта в соответствии с первым расстоянием и углом испускания соответствующего лазерного пучка включает получение второго расстояния движущегося объекта в момент времени в соответствии с первыми расстояниями между фиксированными точками движущегося объекта и местом испускания лазерных пучков в один и тот же момент времени, и определение скорости движения движущегося объекта в соответствии со вторыми расстояниями движущегося объекта в моменты времени.

В еще одном другом варианте выполнения блок обработки выполнен с возможностью усреднения первых расстояний для получения второго расстояния.

В еще одном другом варианте выполнения блок обработки также выполнен с возможностью определения, для каждого движущегося объекта, направления движения движущегося объекта в текущий момент времени. В еще одном другом варианте выполнения блок обработки выполнен с возможностью

определения направления движения движущегося объекта в текущий момент времени в соответствии с различными относительными положениями движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру в текущий момент времени и в предыдущий момент времени.

В другом аспекте представленного изобретения предложен способ контроля состояния движущегося объекта с помощью лазерного сканера, включающий контроль по меньшей мере одного движущегося объекта, входящего в зону контроля, путем испускания лазерным сканером лазерных пучков под разными углами на по меньшей мере один движущийся объект с заранее установленной частотой сканирования, и для каждого движущегося объекта определение по меньшей мере одной фиксированной точки на движущемся объекте, получение первого расстояния между указанной по меньшей мере одной фиксированной точкой движущегося объекта и местом испускания лазерных пучков и угла испускания соответствующего лазерного пучка, все из которых определяются лазерным сканером в каждый момент времени, и определение и вывод относительного положения движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру в каждый момент времени в соответствии с первым расстоянием и углом испускания соответствующего лазерного пучка.

В варианте выполнения способ также включает, для каждого движущегося объекта и в соответствии с полученным относительным положением движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру, определение и вывод текущего относительного положения движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру с различными интервалами времени или с различными интервалами пройденного движущимся объектом расстояния.

В другом варианте выполнения способ также включает, для каждого движущегося объекта, определение и вывод скорости движения движущегося объекта в соответствии с первым расстоянием и углом испускания соответствующего лазерного пучка.

В еще одном варианте выполнения указанная по меньшей мере одна фиксированная точка содержит множество фиксированных точек, и определение скорости движения движущегося объекта в соответствии с первым расстоянием и углом испускания соответствующего лазерного пучка включает получение второго расстояния движущегося объекта в момент времени в соответствии с первыми расстояниями между фиксированными точками движущегося объекта и местом испускания лазерных пучков в один и тот же момент времени, и определение скорости движения движущегося объекта в соответствии со вторыми расстояниями движущегося объекта в моменты времени.

В еще одном варианте выполнения способ также включает, для каждого движущегося объекта, определение направления движения движущегося объекта в текущий момент времени.

В еще одном аспекте представленного изобретения предложена система для быстрой проверки транспортного средства, содержащая радиационный формирователь изображений, содержащий источник излучения, выполненный с возможностью испускания лучей радиации для обнаружения подлежащего проверке транспортного средства, детектор, выполненный с возможностью обнаружения лучей радиации, прошедших через подлежащее проверке транспортное средство и/или рассеянных лучей радиации, устройство обработки изображений, выполненное с возможностью представления изображений в соответствии с принятыми детектором сигналами лучей радиации, устройство для контроля состояния движущегося объекта, выполненное как указано выше, и управляющее устройство, выполненное с возможностью управления радиационным формирователем изображений для испускания лучей радиации на подлежащее проверке транспортное средство в соответствии с выходной информацией от устройства для контроля состояния движущегося объекта.

Благодаря определению местоположения или измерению скорости движущегося объекта с помощью лазерного сканера устройство и способ для контроля состояния движущегося объекта, предложенные в представленном изобретении, могут существенно улучшить точность измерения малой скорости движущегося объекта по сравнению с измерением датчиком скорости, таким, как радиолокатор. Более того, лазерный сканер легко установить, и он имеет низкую стоимость. В дополнение, лазерный сканер также может легко обнаруживать неправильное состояние движущегося объекта (такое как перемещение назад или остановка в канале проверки) для быстрого обслуживания движущегося объекта. Кроме того, благодаря использованию устройства для контроля движущегося объекта, система для быстрой проверки транспортного средства в соответствии с представленным изобретением может улучшить точность определения синхронизации испускания лучей радиации, с эффективным устранением опасности для водителя, связанной с ошибочным определением передней части подлежащего проверке транспортного средства.

Краткое описание чертежей

Упомянутые выше и другие особенности и преимущества представленного изобретения станут очевидны из примерных вариантов выполнения, подробно описанных со ссылками на приложенные чертежи.

Фиг. 1 изображает блок-схему, иллюстрирующую устройство для контроля движущегося объекта с использованием лазерного сканера согласно примерному варианту выполнения.

Фиг. 2 схематически изображает область контроля лазерного сканера согласно примеру.

Фиг. 3 схематически изображает лазерный пучок согласно примеру.

Фиг. 4 схематически иллюстрирует способ определения местоположения движущегося объекта согласно примеру.

Фиг. 5 изображает блок-схему, иллюстрирующую способ контроля состояния движущегося объекта, основанный на лазерном сканировании согласно примеру варианта выполнения.

Фиг. 6 изображает блок-схему, иллюстрирующую способ контроля состояния движущегося объекта, основанный на лазерном сканировании согласно примеру варианта выполнения.

Фиг. 7 изображает блок-схему, иллюстрирующую систему быстрой проверки транспортного средства согласно примеру варианта выполнения.

Подробное описание

В дальнейшем примерные варианты выполнения описаны более полно со ссылками на сопутствующие чертежи. Однако примерные варианты выполнения могут быть осуществлены различными способами и не должны быть поняты как ограниченные изложенными здесь вариантами выполнения. Напротив, эти варианты выполнения предназначены сделать представленное изобретение более законченным и полным и полнее донести концепцию примерных вариантов выполнения тем, кто имеет квалификацию в этой области. Во всех сопутствующих чертежах подобные символы обозначают подобные или одинаковые конструкции, поэтому многословные описания будут опущены.

Описанные особенности, конструкция и описанные характеристики могут быть объединены в одном или нескольких вариантах выполнения любым подходящим путем. В следующем ниже описании представлены многие конкретные подробности для того, чтобы создать возможность полного понимания вариантов выполнения представленного изобретения. Однако специалистам должно быть понятно, что техническое решение представленного варианта выполнения может быть реализовано без одного или нескольких конкретных деталей или может быть реализовано с другими способами, компонентами или материалами и тому подобно. В некоторых случаях известные конструкции, материалы или операции не иллюстрированы подробно во избежание внесения неясности представленного изобретения.

Фиг. 1 изображает блок-схему, иллюстрирующую устройство для контроля движущегося объекта с использованием лазерного сканирования, согласно примерному варианту выполнения. Как изображено на фиг. 1, устройство 10 для контроля движущегося объекта содержит лазерный сканер 110 и блок 120 обработки.

В одном варианте выполнения лазерный сканер 110 выполнен с возможностью контроля по меньшей мере одного входящего в контрольную зону движущегося объекта путем испускания лазерных пучков под различными углами на указанный по меньшей мере один движущийся объект с заданной частотой сканирования.

Фиг. 2 схематически изображает контрольную зону лазерного сканера согласно примеру. Как изображено на фиг. 2, лазерный сканер 110 может быть установлен с использованием двух вариантов. Например, для первого варианта, как изображено для лазерного сканера 111, лазерный сканер может быть расположен в верхней части канала проверки, при этом сечение сканирования перпендикулярно низу канала проверки. Для второго подхода, как изображено, например, для сканера 111', лазерный сканер может быть расположен сбоку канала проверки, при этом сечение сканирования образует острый угол или тупой угол с низом канала проверки. Лазерный сканер 111 или 111' может осуществлять контроль по меньшей мере одного движущегося объекта с заранее установленной частотой сканирования, например, 100 Гц (то есть сканирование 100 раз в секунду) и одновременно испускать лазерные пучки под различными углами в каждом цикле сканирования. Лазерные пучки образуют сечение сканирования, покрывающее область (область контроля лазерного сканера 111 или 111') с начальной точкой А. Область контроля лазерного сканера может быть очень широкой, обычно покрывая непрерывно контролируруемую область длиной около 80 м или даже больше в направлении вперед и назад.

В некоторых вариантах выполнения, так как при контроле движущегося объекта с помощью лазерного сканера 110 лазерный сканер 110 может покрыть очень широкую область контроля, для избегания хранения массы ненужных результатов контроля, по существу до того, как движущийся объект пройдет под лазерным сканером, данные контроля движущегося объекта не обрабатывают до тех пор, пока последний не достигнет заданного положения (соответствующего положению лазерного сканера). Таким образом, движущийся объект будет считаться вошедшим в область контроля начиная с заданного положения. На практике, например, заданное положение может быть равным, например, 25 м от места установки лазерного сканера. Однако представленное изобретение не ограничено этим. Далее описаны требования к минимальному расстоянию между двумя соседними движущимися объектами, соответствующие двум упомянутым выше вариантам установки лазерных сканеров.

Для первого варианта установки сначала предполагается, что сканер 111 установлен, например, на высоте 5,2 м и все движущиеся объекты имеют одинаковую высоту, например, 4,8 м. Когда движущийся объект подходит на расстояние 25 м от лазерного сканера, движущийся объект считается вошедшим в область контроля. Для того, чтобы осуществить контроль более одного движущегося объекта в области контроля в одно и то же время, следует заключить, что минимальное расстояние между двумя соседними движущимися объектами в области контроля составляет 2 м.

Для второго варианта установки аналогично допускается, что лазерный сканер 111' установлен, на-

пример, на высоте 5,2 м и движущиеся объекты имеют одинаковую высоту, например, 4,8 м. В дополнение предполагается, что центральная ось сечения лазерного сканирования имеет расстояние около 3 м (этот параметр определяет угол между сечением лазерного сканирования и землей) от места установки лазерного сканера 111'. Когда движущийся объект приближается на расстояние 25 м от лазерного сканера, движущийся объект уже считается вошедшим в область контроля. Для контроля более чем одного движущегося объекта в области контроля в одно и то же время следует заключить, что минимальное расстояние между соседними движущимися объектами в пределах области контроля составляло 2,5 м.

При использовании лазерного сканера в качестве устройства для контроля состояния движущегося объекта (например позиционирования, измерения скорости и тому подобного) он легко устанавливается и имеет невысокую стоимость. В практическом применении нет необходимости точно следовать углам наклона датчика, требуемым правилами установки. Углы наклона установки не влияют на требуемую точность и алгоритм. В дополнение, лазерный сканер позволяет точно измерить низкую скорость движущегося объекта, например, 5 км/ч.

Блок 120 обработки выполнен с возможностью определения, для каждого движущегося объекта в области контроля, по меньшей мере одной фиксированной точки на движущемся объекте и определения расстояния между указанной по меньшей мере одной фиксированной точкой движущегося объекта и местом испускания лазерных пучков (то есть местом установки лазерного сканера 110) и угла испускания соответствующего лазерного пучка, все из которых определяются сканером 110 в каждый момент времени.

Сначала фиксированная точка может быть выбрана как точка для обнаружения и возврата различных данных сканером 110, например точка движущегося объекта со значительными изменениями (например точка на переднем крае или на задней части объекта) или точка на определенной высоте объекта. Однако представленное изобретение не ограничено в этом отношении.

Обычно при сканировании движущегося объекта лазерным сканером 110 последний испускает лазерные пучки под различными углами в один и тот же момент времени. Когда какой-либо лазерный пучок отражается объектом, может быть определено и отображено расстояние между отражающей точкой и местом испускания лазерного пучка и угол лазерного пучка. Фиг. 3 упрощенно изображает лазерный пучок, соответствующий примеру. Как изображено на фиг. 3, сканер 110 может определять и отображать расстояние d между местом испускания каждого лазерного пучка под некоторым углом и местом отражения лазерного пучка (точка А на переднем крае передней части, как изображено на фиг. 3) и соответствующий угол θ испускания.

Для упомянутого выше движущегося объекта блок 120 обработки также выполнен с возможностью определения и вывода относительного положения движущегося объекта относительно лазерного сканера в каждый момент времени, в соответствии с расстоянием между указанной по меньшей мере одной фиксированной точкой движущегося объекта и местом испускания каждого лазерного пучка и углом испускания соответствующего лазерного пучка, которые определены сканером 110 и приняты блоком 120 обработки.

Фиг. 4 упрощенно изображает способ определения положения движущегося объекта в соответствии с примером. В качестве примера, как изображено на фиг. 4, некоторую фиксированную точку А на переднем крае движущегося объекта 100 выбирают в качестве точки для определения и отображения данных лазерным сканером 110. Как изображено на фиг. 4, когда область измерения пуста, то есть в области контроля нет объектов, соответствующий угол γ точки, ближайшей к лазерному сканеру 110 (такой, как Точка В на фиг. 4), находят и запоминают. Когда движущийся объект 100 окажется в Положении 1, соответствующем расстоянию $S1$ между точкой, в которой лазерный сканер 110 обнаружил и отобразил переменные данные (то есть фиксированной точкой А, как изображено на фиг. 4), и текущим местом испускания лазерного пучка и углом α лазерного пучка, которые определены лазерным сканером 110, может быть определено относительное расстояние $L1$ для Положения 1 относительно лазерного сканера 110 следующим образом:

$$L1 = S1 \times \cos \alpha \quad (1)$$

или

$$L1 = S1 \times \sin(\gamma - \alpha) \quad (2)$$

Когда движущийся объект 100 перемещается вдоль указанного стрелкой направления в Положение 2, соответствующее расстоянию $S2$ между точкой, в которой лазерный сканер 110 определяет и отображает переменные данные (то есть фиксированной точкой А, как указано на фиг. 4), и текущим местом испускания лазерного пучка и углом β лазерного пучка, которые определены лазерным сканером 110 для другого момента времени, может быть определено относительное расстояние $L2$ для Положения 2 относительно лазерного сканера 110 следующим образом:

$$L2 = S2 \times \cos \beta \quad (3)$$

Альтернативно, относительное расстояние $L2$ между Положением 2 и лазерным сканером 110 может быть вычислено из пройденного движущимся объектом расстояния $S3$ между Положением 1 и По-

ложением 2.

Сначала может быть вычислен угол θ между $S1$ и $S2$ с помощью углов α и β двух лазерных пучков. Затем $S3$ может быть рассчитано с помощью закона косинусов.

$$S3 = \sqrt{S1^2 + S2^2 - 2 \times S1 \times S2 \times \cos \theta} \quad (4)$$

После этого, $L2$ может быть вычислено из $L1$, которое выводится из формулы (1): $L2 = L1 - S3$.

Далее, в некоторых вариантах выполнения для уменьшения количества обрабатываемых блоком 120 данных и улучшения эффективности обработки и в то же самое время для того, чтобы сфокусироваться на контроле важной области контроля и повысить точность измерения, область контроля может быть разделена на подобласти, и для различных подобластей могут быть использованы различные интервалы пройденных расстояний или интервалы времени для определения и вывода данных о положении движущегося объекта. Таким образом, блок 120 обработки может сначала определить, в какой подобласти расположен движущийся объект относительно положения лазерного сканера, определить, какой интервал пройденного расстояния или интервал времени следует использовать для измерения и вывода данных о положении движущегося объекта. В варианте выполнения, когда движущийся объект движется по направлению к лазерному сканеру, чем меньше относительное расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером, тем меньше могут быть интервалы времени или интервалы пройденного расстояния. Например, как изображено на фиг. 2, область контроля может быть разделена на четыре подобласти. В этом случае, когда движущийся объект перемещается в Область 3, которая из четырех подобластей является ближайшей к лазерному сканеру, положения движущегося объекта могут быть измерены и выведены наиболее часто, то есть положение движущегося объекта может быть измерено и выведено через каждый минимальный интервал пройденного расстояния или минимальный интервал времени. Конкретное деление области и выбор частоты вывода данных может быть определено в зависимости от практического применения и не ограничивается представленным изображением.

В дополнение, блок 120 обработки также выполнен с возможностью определения и вывода, для движущегося объекта, скорости движущегося объекта в соответствии с расстоянием между указанной по меньшей мере одной фиксированной точкой на движущемся объекте и местом испускания лазерных пучков и углов испускания соответствующих лазерных пучков, которые определяются сканером 110 и принимаются блоком 120 обработки.

Например, обращаясь снова к фиг. 4, как обсуждено выше, после того, как определены относительные расстояния $L1$ и $L2$ Положения 1 и Положения 2 движущегося объекта 100 и лазерного сканера или определено пройденное расстояние $S3$ между $L1$ и $L2$, можно рассчитать скорость v движущегося объекта 100, опираясь на следующую формулу:

$$v = \frac{S3}{T} = \frac{L1-L2}{T1-T2} = \frac{\Delta L}{\Delta T} \quad (5)$$

где $T1$ и $T2$ обозначают соответственно моменты времени, когда движущийся объект 100 достигает Положения 1 и Положения 2. Моменты времени могут быть получены, например, из формулы для расчета времени, которая встроена в программу блока 120 обработки. Например, момент времени, когда получено первое расстояние $S1$, обозначен как $T1$, и момент времени, когда достигнуто второе расстояние $S2$, обозначен как $T2$. На выбор, моменты времени также могут быть получены соответственно моментам времени, содержащимся в данных, выдаваемых лазерным сканером 110.

В некоторых вариантах выполнения может быть выбрано больше одной фиксированной точки, например более одной точки для получения изменяющихся данных (например, точки на разных высотах движущегося объекта или множество особых точек на движущемся объекте). Тогда, после вычисления упомянутых выше пройденных расстояний с помощью фиксированных точек, полученные значения расстояний можно обработать, например усреднить. Скорость движущегося объекта может быть рассчитана с использованием полученного среднего значения пройденного расстояния. Это может повысить точность измерения скорости путем измерения более одной фиксированной точки.

Дополнительно, скорость движущегося объекта можно определить и вывести с помощью деления на подобласти. То есть скорость движущегося объекта можно определить и вывести с различными интервалами пройденного расстояния или интервалами времени, в зависимости от относительного положения движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру.

Блок 120 обработки также может быть выполнен с возможностью определения текущего направления движения для каждого движущегося объекта. Например, блок 120 обработки может определить направление движения движущегося объекта в текущий момент времени в соответствии с различными значениями положений движущегося объекта относительно лазерного сканера 110 в текущий момент времени и в предыдущий момент времени. Сначала, для примера, блок 120 обработки может определить, движется ли движущийся объект в текущий момент времени в направлении к лазерному сканеру 110 или движется в направлении от лазерного сканера 110 с помощью значений углов в данных, выдаваемых лазерным сканером 110. Когда движущийся объект движется в направлении к лазерному сканеру 110, то расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в текущий момент времени меньше, чем расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в предыдущий момент времени, и

можно считать, что движущийся объект движется вперед, в противном случае, когда расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в текущий момент времени больше, чем расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в предыдущий момент времени, можно считать, что движущийся объект движется назад, или, если расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в текущий момент времени равно расстоянию между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в предыдущий момент времени, можно считать, что движущийся объект прекратил движение. Когда движущийся объект движется от лазерного сканера 110, то расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в текущий момент времени больше, чем расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в предыдущий момент времени, это может означать, что движущийся объект движется вперед, в противном случае, если расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в текущий момент времени меньше, чем расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в предыдущий момент, это может означать, что движущийся объект движется назад.

В дополнение, блок 120 обработки также может быть выполнен с возможностью непосредственно определять направление движения с помощью разницы между двумя углами лазерных пучков, отраженных в два момента времени. Например, при движении в направлении к лазерному сканеру 110 угол лазерного пучка становится все меньше и меньше, а при движении от лазерного сканера 110, угол лазерного пучка становится больше и больше.

Опираясь на определение скорости движения движущегося объекта, можно легко обнаружить, не находится ли движущийся объект в неправильном состоянии, таком как движение назад, или остановка в канале проверки, так что движущийся объект может быть быстро обслужен.

При позиционировании или измерении скорости движущегося объекта с помощью лазерного сканера предложенное устройство для контроля состояния движущегося объекта может существенно улучшить точность измерений малых скоростей объекта по сравнению с измерением скорости датчиком, таким как радиолокатор. Кроме того, лазерный сканер легко установить, и он имеет низкую стоимость. Дополнительно, лазерный сканер также может легко обнаружить неправильное состояние движущегося объекта (например движение назад или остановку в канале проверки) для быстрого обслуживания движущегося объекта.

Фиг. 5 изображает блок-схему, иллюстрирующую способ контроля состояния движущегося объекта с помощью лазерного сканера, соответствующий примерному варианту исполнения. Как изображено на фиг. 5, способ 20 включает следующие этапы.

На этапе S210 контролируют по меньшей мере один входящий в область контроля движущийся объект, и лазерный сканер начинает испускать большое количество лазерных пучков под различными углами на по меньшей мере один движущийся объект с установленной частотой сканирования.

Фиг. 2 упрощенно изображает область контроля, соответствующую примеру. Как изображено на фиг. 2, лазерный сканер может быть установлен в двух вариантах. Для первого варианта, например, как показано для лазера 111, лазерный сканер может быть расположен на верху канала проверки с сечением сканирования, перпендикулярным нижней части канала проверки. Для второго варианта, как показано, например, для лазерного сканера 111', лазерный сканер может быть расположен сбоку канала проверки, при этом сечение сканирования образует острый угол или тупой угол с нижней частью канала проверки. Лазерный сканер 111 или 111' может контролировать по меньшей мере один движущийся объект с заранее установленной частотой сканирования, например, 100 Гц (то есть 100 циклов сканирования в секунду) и одновременно испускать лазерные пучки под различными углами. Лазерные пучки составляют сечение сканирования, покрывающее область (область контроля сканера 111 или 111') с начальной точкой А. Область контроля лазерного сканера может быть очень широкой, обычно покрывающей область непрерывного контроля около 80 м или даже больше в направлениях вперед и назад.

В некоторых вариантах выполнения, так как при контроле движущегося объекта с помощью лазерного сканера лазерный сканер может покрыть очень широкую область контроля, для избегания хранения массы ненужных результатов контроля, по существу до того, как движущийся объект пройдет под лазерным сканером, данные контроля движущегося объекта не обрабатывают до тех пор, пока последний не достигнет заданного положения (соответствующего положению лазерного сканера). Таким образом, движущийся объект будет считаться вошедшим в область контроля начиная с заданного положения. На практике, например, заданное положение может быть равным, например, 25 м от места установки лазерного сканера. Однако, представленное изобретение не ограничено этим. Далее будут описаны требования к минимальному расстоянию между двумя соседними движущимися объектами, соответствующие двум упомянутым выше вариантам установки лазерных сканеров.

Для первого варианта установки сначала предполагается, что сканер 111 установлен, например, на высоте 5,2 м и все движущиеся объекты имеют одинаковую высоту, например, 4,8. Когда движущийся объект подходит на расстояние 25 м от лазерного сканера, движущийся объект считается вошедшим в область контроля. Для того, чтобы осуществить контроль более одного движущегося объекта в области контроля в одно и то же время, следует заключить, что минимальное расстояние между двумя соседними движущимися объектами в области контроля составляет 2 м.

Для второго варианта установки аналогично допускается, что лазерный сканер 111' установлен, например, на высоте 5,2 м и движущиеся объекты имеют одинаковую высоту, например, 4,8 м. В дополнение предполагается, что центральная ось сечения лазерного сканирования имеет расстояние около 3 м (этот параметр определяет угол между сечением лазерного сканирования и землей) от места установки лазерного сканера 111'. Когда движущийся объект приближается на расстояние 25 м от лазерного сканера, движущийся объект уже считается вошедшим в область контроля. Для контроля более чем одного движущегося объекта в области контроля в одно и то же время, следует заключить, что минимальное расстояние между соседними движущимися объектами в пределах области контроля составляло 2,5 м.

При использовании лазерного сканера в качестве устройства для контроля состояния движущегося объекта (например позиционирования, измерения скорости и тому подобного) он легко устанавливается и имеет невысокую стоимость. В практическом применении нет необходимости точно следовать углам наклона датчика, требуемым правилами установки. Углы наклона установки не влияют на требуемую точность и алгоритм. В дополнение, лазерный сканер позволяет точно измерить низкую скорость движущегося объекта, например 5 км/ч.

На этапе S220 определяют, для каждого движущегося объекта в области контроля, по меньшей мере одну фиксированную точку на движущемся объекте и определяют расстояние между указанной по меньшей мере одной фиксированной точкой движущегося объекта и местом испускания лазерных пучков (то есть местом установки лазерного сканера) и угла испускания соответствующего лазерного пучка, все из которых определяются лазерным сканером в каждый момент времени.

Сначала фиксированная точка может быть выбрана как точка для обнаружения и возврата различных данных лазерным сканером, например точка движущегося объекта со значительными изменениями (например, точка на переднем крае или на задней части объекта) или точка на определенной высоте объекта. Однако представленное изобретение не ограничено в этом отношении.

Обычно при сканировании движущегося объекта лазерным сканером последний испускает лазерные пучки под различными углами в один и тот же момент времени. Когда какой-либо лазерный пучок отражается объектом, может быть определено и отображено расстояние между отражающей точкой и местом испускания лазерного пучка и угол лазерного пучка. Фиг. 3 упрощенно изображает лазерный пучок, соответствующий примеру. Как изображено на фиг. 3, сканер 110 может определять и отображать расстояние d между местом испускания каждого лазерного пучка под некоторым углом и местом отражения лазерного пучка (точка А на переднем крае передней части, как показано на фиг. 3) и соответствующий угол θ испускания.

На этапе S230 определяют и выводят в качестве выходного сигнала относительное положение движущегося объекта относительно лазерного сканера в каждый момент времени в соответствии с расстоянием между указанной по меньшей мере одной фиксированной точкой движущегося объекта и местом испускания каждого лазерного пучка и углом испускания соответствующего лазерного пучка, которые определены лазерным сканером.

Фиг. 4 упрощенно иллюстрирует способ определения положения движущегося объекта в соответствии с примером. В качестве примера, как изображено на фиг. 4, некоторую фиксированную точку А на переднем крае движущегося объекта 100 выбирают в качестве точки для определения и отображения данных лазерным сканером 110. Как изображено на фиг. 4, когда область измерения пуста, то есть в области контроля нет объектов, соответствующий угол γ точки, ближайшей к лазерному сканеру 110 (такой, как Точка В на фиг. 4) находят и запоминают. Когда движущийся объект 100 окажется в Положении 1, соответствующем расстоянию $S1$ между точкой, в которой лазерный сканер 110 обнаружил и отобразил переменные данные (то есть фиксированной точкой А, как изображено на фиг. 4) и текущим местом испускания лазерного пучка и углом α лазерного пучка, которые определены лазерным сканером 110, может быть определено относительное расстояние $L1$ для Положения 1 относительно лазерного сканера 110 следующим образом:

$$L1 = S1 \times \cos \alpha \quad (1)$$

или

$$L1 = S1 \times \sin(\gamma - \alpha) \quad (2)$$

Когда движущийся объект 100 перемещается вдоль указанного стрелкой направления в Положение 2, соответствующее расстоянию $S2$ между точкой, в которой лазерный сканер 110 определяет и отображает переменные данные (то есть фиксированной точкой А, как указано на фиг. 4), и текущим местом испускания лазерного пучка и угла β лазерного пучка, которые определены лазерным сканером 110 для другого момента времени, может быть определено относительное расстояние $L2$ для Положения 2 относительно лазерного сканера 110 следующим образом:

$$L2 = S2 \times \cos \beta \quad (3)$$

На выбор, Положение 2 может быть вычислено из пройденного движущимся объектом расстояния $S3$ между Положением 1 и Положением 2. Сначала может быть вычислен угол θ между $S1$ и $S2$ с помощью углов α и β двух лазерных пучков. Затем $S3$ может быть рассчитано с помощью закона косинусов.

$$S3 = \sqrt{S1^2 + S2^2 - 2 \times S1 \times S2 \times \cos \theta} \quad (4)$$

После этого L2 может быть вычислено из L1, которое выводится из формулы (1): $L2 = L1 - S3$.

В некоторых вариантах выполнения для уменьшения количества обрабатываемых блоком 120 данных и улучшения эффективности обработки и, в то же самое время, для того, чтобы сфокусироваться на контроле важной области контроля и повысить точность измерения область контроля может быть разделена на подобласти и для различных подобластей могут быть использованы различные интервалы пройденных расстояний или интервалы времени для определения и вывода данных о положениях движущегося объекта. Таким образом, сначала можно определить, в какой подобласти расположен движущийся объект относительно положения лазерного сканера, определить, какой интервал пройденного расстояния или интервал времени следует использовать для измерения и вывода данных о положении движущегося объекта. В варианте выполнения, когда движущийся объект движется по направлению к лазерному сканеру, чем меньше относительное расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером, тем меньше могут быть интервалы времени или интервалы пройденного расстояния. Например, как изображено на фиг. 2, область контроля может быть разделена на четыре подобласти. В этом случае, когда движущийся объект перемещается в Область 3, которая является из четырех подобластей ближайшей к лазерному сканеру, положения движущегося объекта могут быть измерены и выведены наиболее часто, то есть положение движущегося объекта может быть измерено и выведено через каждый минимальный интервал пройденного расстояния или минимальный интервал времени. Конкретное деление области и выбор частоты вывода данных может быть определено в зависимости от практического применения и не ограничивается представленным изобретением.

В дополнение к определению положения движущегося объекта также можно в любой момент времени определить текущее направление движения каждого движущегося объекта. Например, можно определить направление движения движущегося объекта в текущий момент времени в соответствии с различными значениями положений движущегося объекта относительно лазерного сканера в текущий момент времени и в предыдущий момент времени. Сначала, для примера, можно определить, двигается ли движущийся объект в текущий момент в направлении к лазерному сканеру или двигается в направлении от лазерного сканера, с помощью значений углов в данных, выдаваемых лазерным сканером. Когда движущийся объект движется в направлении к лазерному сканеру, то расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером 110 в текущий момент времени меньше, чем расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером в предыдущий момент времени, и можно считать, что движущийся объект движется вперед, в противном случае, когда расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером в текущий момент времени больше, чем расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером в предыдущий момент времени, можно считать, что движущийся объект движется назад, или, если расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером в текущий момент времени равно расстоянию между движущимся объектом и сканером в предыдущий момент времени, можно считать, что движущийся объект прекратил движение. Когда движущийся объект движется от лазерного сканера, то расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером в текущий момент времени больше, чем расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером в предыдущий момент времени, это может означать, что движущийся объект движется вперед, в противном случае, если расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером в текущий момент времени меньше, чем расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером в предыдущий момент, это может означать, что движущийся объект движется назад.

В дополнение также можно непосредственно определить направление движения с помощью разницы между двумя углами лазерных пучков, отраженных в два момента времени. Например, при движении в направлении к лазерному сканеру угол лазерного пучка становится все меньше и меньше, а при движении от лазерного сканера угол лазерного пучка становится больше и больше.

Опираясь на определение скорости движения движущегося объекта, можно легко обнаружить, не находится ли движущийся объект в неправильном состоянии, таком как движение назад, или остановка в канале проверки, так что движущийся объект может быть быстро обслужен.

На этапе S240 для движущегося объекта определяют и выводят скорость движущегося объекта в соответствии с расстоянием между указанной по меньшей мере одной фиксированной точкой на движущемся объекте и местом испускания лазерных пучков и углом испускания соответствующего лазерного пучка, которые определяются лазерным сканером.

Например, обращаясь снова к фиг. 4, как обсуждено выше, после того, как определены относительные расстояния L1 и L2 Положения 1 и Положения 2 движущегося объекта 100 и лазерного сканера или определено пройденное расстояние S3 между L1 и L2, можно рассчитать скорость v движущегося объекта 100, опираясь на следующую формулу:

$$v = \frac{S3}{T} = \frac{L1-L2}{T1-T2} = \frac{\Delta L}{\Delta T} \quad (5)$$

где T1 и T2 обозначают соответственно моменты времени, когда движущийся объект 100 достигает Положения 1 и Положения 2. Моменты времени могут быть получены лазерным сканером.

В некоторых вариантах выполнения может быть выбрано больше одной фиксированной точки, например, более одной точки для получения изменяющихся данных (например точки на разных высотах движущегося объекта или множество особых точек со значительным изменением на движущемся объекте). Тогда, после вычисления упомянутых выше пройденных расстояний с помощью фиксированных точек, полученные значения расстояний можно обработать, например усреднить. Скорость движущегося объекта может быть рассчитана с использованием полученного среднего значения пройденного расстояния. Это может повысить точность измерения скорости путем измерения более одной фиксированной точки.

Фиг. 6 изображает блок-схему способа контроля состояния движущегося объекта с помощью лазерного сканера согласно другому примерному варианту выполнения. Как изображено на фиг. 6, способ 30 включает следующие этапы.

На этапе S310 область контроля контролируют лазерным сканером.

Область контроля может быть, например, максимальной зоной, покрытой сечением сканирования упомянутого выше лазерного сканера. На выбор, область контроля может быть предварительно оптимизирована для устранения накопления необязательных данных контроля.

В дополнение, контроль может быть выполнен с помощью лазерного сканера или наземных сенсорных обмоток, световых завес и тому подобного.

На этапе S320 определяют, вошел ли движущийся объект в упомянутую область контроля. Если движущийся объект вошел в упомянутую выше область контроля, выполняют этап S330, в противном случае процесс возвращается к этапу S310.

На этапе S330 движущийся объект проходит контроль в соответствии с выходными данными лазерного сканера.

На этапе S340 определяют, находится ли движущийся объект в положении неправильного движения. Если движущийся объект находится в положении правильного движения, выполняют этап S360, в противном случае выполняют этап S350.

Неправильное положение движения движущегося объекта может включать, например, движущийся объект, едущий назад или остановившийся в канале проверки. Конкретный способ обнаружения неправильного состояния движения был описан выше и здесь повторен не будет.

На этапе S350 выдается и пересылается сообщение о неправильности.

На этапе S360 положение и скорость движущегося объекта могут быть периодически определены и выданы.

Способ определения положения и скорости движущегося объекта был обсужден выше и не будет здесь повторяться. Период может быть фиксированным. По выбору, для разных подобластей могут быть установлены разные интервалы пройденного расстояния или скорости, как обсуждено выше.

На этапе S370 определяют, покинул ли движущийся объект область контроля. Если движущийся объект покинул область контроля положения, то контроль положения движущегося объекта закончен, в противном случае процесс возвращается к этапу S330.

Например, может быть определено, покинул ли движущийся объект область контроля положения по данным задней части движущегося объекта, которые переданы лазерным сканером. На выбор, определение может быть произведено с помощью наземных сенсорных обмоток и световых завес, которые не ограничивают данное изобретение.

Благодаря определению местоположения или измерению скорости движущегося объекта с помощью лазерного сканера способ и устройство для контроля состояния движущегося объекта, предложенные представленным изобретением, могут существенно улучшить точность измерения малой скорости движущегося объекта по сравнению с измерением датчиком скорости, таким, как радиолокатор. Более того, лазерный сканер легко установить, и он имеет низкую стоимость. В дополнение, лазерный сканер также может легко обнаруживать неправильное состояние движущегося объекта (такое как перемещение назад или остановка в канале проверки) для быстрого обслуживания движущегося объекта.

Фиг. 7 изображает блок-схему, иллюстрирующую систему для быстрой проверки транспортного средства, согласно примерному варианту выполнения. Как изображено на фиг. 7, система 40 для быстрой проверки транспортного средства содержит радиационный формирователь 410 изображений, устройство 10 для контроля движущегося объекта и управляющее устройство 420.

В варианте выполнения, радиационный формирователь 410 изображений содержит источник 4110 излучений, выполненный с возможностью испускания лучей радиации для обнаружения подлежащего проверке транспортного средства, детектор 4120, выполненный с возможностью обнаружения лучей радиации, прошедших через подлежащее проверке транспортное средство и/или рассеянных лучей радиации, и устройство 4130 обработки изображений, выполненное с возможностью представления изображений в соответствии с принятыми детектором 4120 сигналами лучей радиации.

Устройство 10 для контроля движущегося объекта, которое обсуждено выше, выполнено с возможностью контроля состояния движения подлежащего проверке транспортного средства в системе 40 для быстрой проверки транспортного средства, например, для определения ненормального состояния подлежащего проверке транспортного средства (например, движения назад или остановки в канале проверки),

определения положения подлежащего проверке транспортного средства, определения скорости движения подлежащего проверке транспортного средства и так далее. Подробное описание устройства 10 было рассмотрено выше и не будет здесь повторяться.

Управляющее устройство 420 выполнено с возможностью управления радиационным формирователем 410 изображения для испускания лучей радиации на подлежащее проверке транспортное средство, в соответствии с выходным сигналом устройства 10 для контроля движущегося объекта. Например, управляющее устройство 420 может определять местоположение кабины водителя проверяемого транспортного средства с помощью устройства 10, определять, покинула ли кабина водителя место испускания пучка лучей радиации, и начинать испускать лучи радиации на проверяемое транспортное средство после того, как оно определит, что кабина водителя покинула место испускания пучка. По выбору, управляющее устройство 420 может также определять синхронизацию испускания пучка, соответствующую информации о положении, информации о скорости, выдаваемой устройством 10 для контроля движущегося объекта вместе с информацией о длине и информацией о модели подлежащего проверке транспортного средства.

Благодаря использованию устройства для контроля движущегося объекта система для быстрой проверки транспортного средства в соответствии с представленным изобретением может улучшить точность определения синхронизации испускания лучей радиации с эффективным устранением опасности для водителя, связанной с ошибочным определением передней части подлежащего проверке транспортного средства.

Примерные варианты выполнения представленного изобретения были проиллюстрированы и описаны выше. Должно быть понятно, что представленное изобретение не ограничено раскрытыми вариантами выполнения. Напротив, представленное изобретение покрывает все варианты и эквивалентные замены в пределах прилагаемой формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для контроля состояния движущегося объекта, отличающееся тем, что оно содержит лазерный сканер, выполненный с возможностью контроля по меньшей мере одного движущегося объекта, входящего в зону контроля, путем испускания лазерных пучков под разными углами на указанный по меньшей мере один движущийся объект с заданной частотой сканирования, причем зона контроля содержит подобласти, и

блок обработки, выполненный с возможностью определения, для каждого движущегося объекта, по меньшей мере одной фиксированной точки на движущемся объекте, получения первого расстояния между указанной по меньшей мере одной фиксированной точкой движущегося объекта и местом испускания лазерных пучков и угла испускания соответствующего лазерного пучка, которые определяются лазерным сканером в каждый момент времени, и с возможностью определения и вывода относительного положения движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру в каждый момент времени в соответствии с первым расстоянием и углом испускания соответствующего лазерного пучка,

причем блок обработки также выполнен с возможностью вывода, для каждого движущегося объекта и в соответствии с полученным относительным положением движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру, текущего относительного положения движущегося объекта относительно лазерного сканера с различными интервалами времени или с различными интервалами пройденного движущимся объектом расстояния,

при этом определение относительного положения движущегося объекта по отношению к лазерному сканеру включает:

при движении движущегося объекта к первой точке, в которой лазерный сканер определяет фиксированную точку первый раз, определение первого относительного положения L1 по следующей формуле:

$$L1 = S1 \times \sin(\gamma - \alpha),$$

где S1 представляет собой расстояние между указанной первой точкой и текущим местом испускания лазерных пучков лазерного сканера, α - угол испускания лазерным сканером лазерного пучка, γ - угол точки, ближайшей к лазерному сканеру, когда в зоне контроля нет объектов, и

при движении движущегося объекта ко второй точке, в которой лазерный сканер определяет фиксированную точку второй раз, определение второго относительного положения L2 по следующей формуле:

$$S3 = \sqrt{S1^2 + S2^2 - 2 \times S1 \times S2 \times \cos \theta},$$

$$L2 = L1 - S3,$$

где S2 представляет собой расстояние между указанной второй точкой и текущим местом испускания лазерных пучков, θ - угол между S1 и S2,

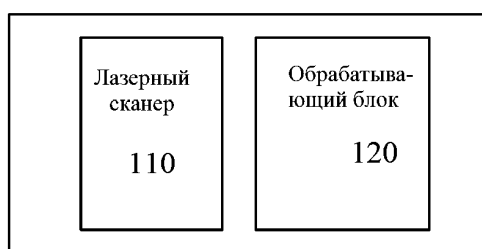
причем при перемещении движущегося объекта в заданную одну из подобластей, чем меньше относительное расстояние между движущимся объектом и лазерным сканером, тем меньше интервал времени

или интервал пройденного расстояния.

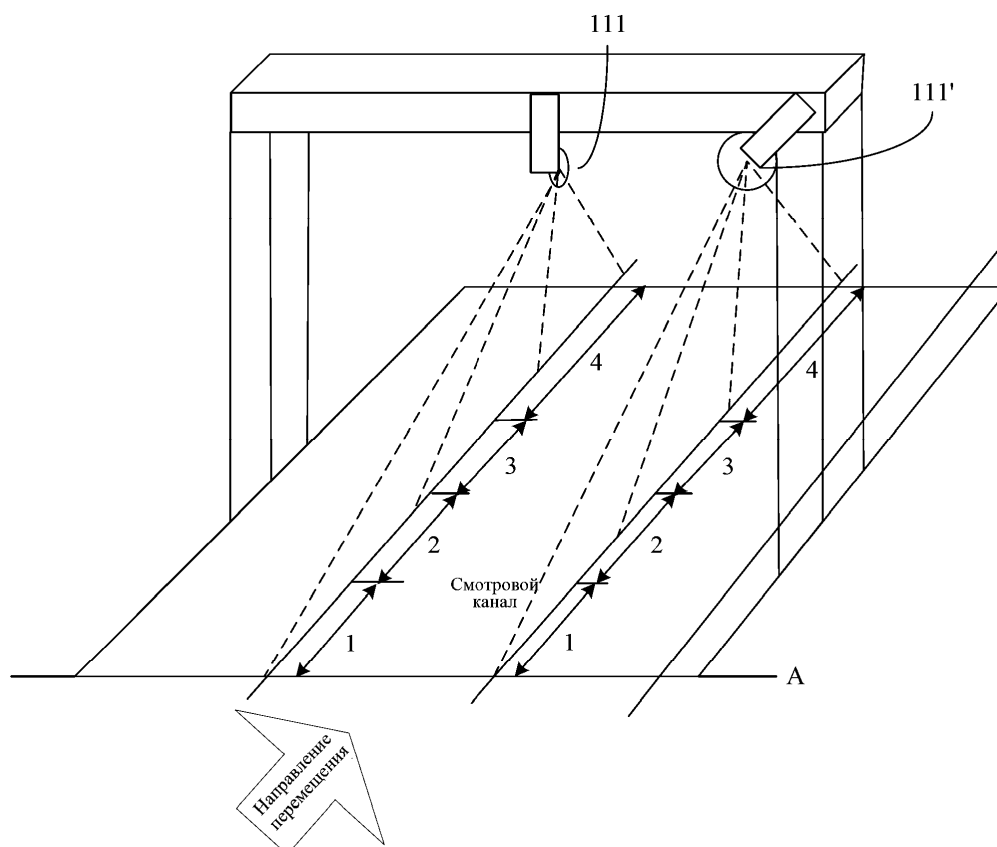
2. Устройство по п.1, в котором блок обработки также выполнен с возможностью определения и вывода, для каждого движущегося объекта, скорости движения движущегося объекта в соответствии с первым расстоянием и углом испускания соответствующего лазерного пучка.

3. Устройство по п.2, в котором указанная по меньшей мере одна фиксированная точка содержит множество фиксированных точек, и при определении скорости движения движущегося объекта в соответствии с первым расстоянием и углом испускания соответствующего лазерного пучка обеспечивается получение второго расстояния движущегося объекта в момент времени в соответствии с первыми расстояниями между фиксированными точками движущегося объекта и местом испускания лазерных пучков в один и тот же момент времени, и определяется скорость движения движущегося объекта в соответствии со вторыми расстояниями движущегося объекта в моменты времени.

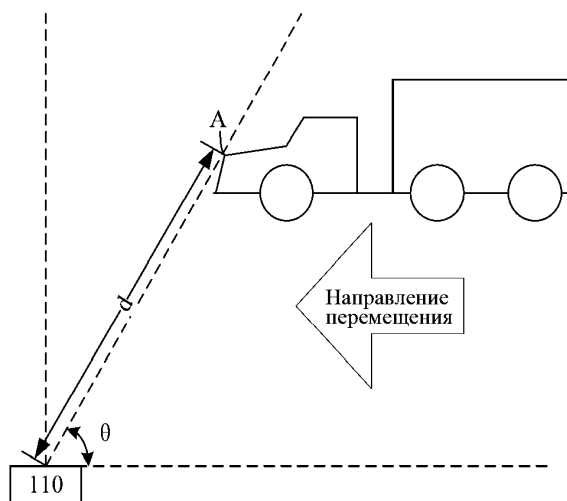
10



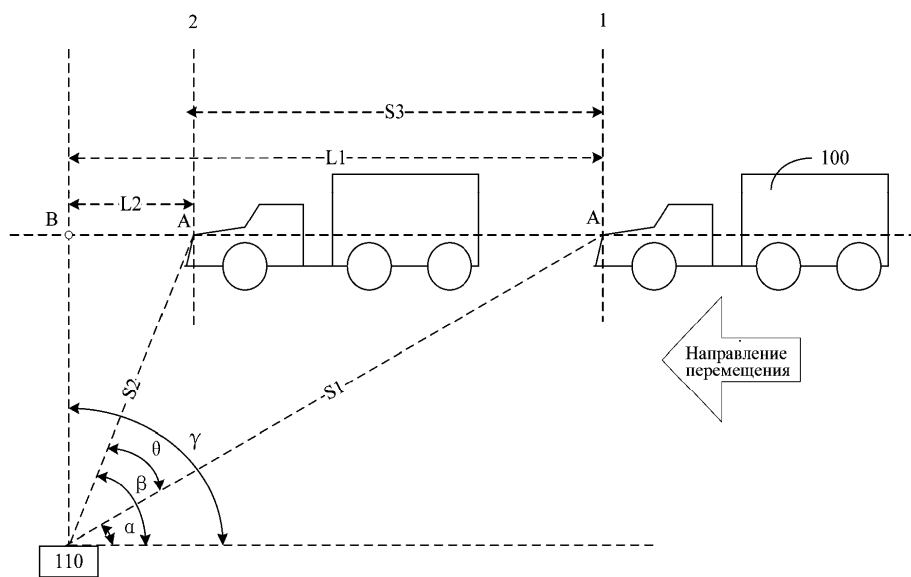
Фиг. 1



Фиг. 2

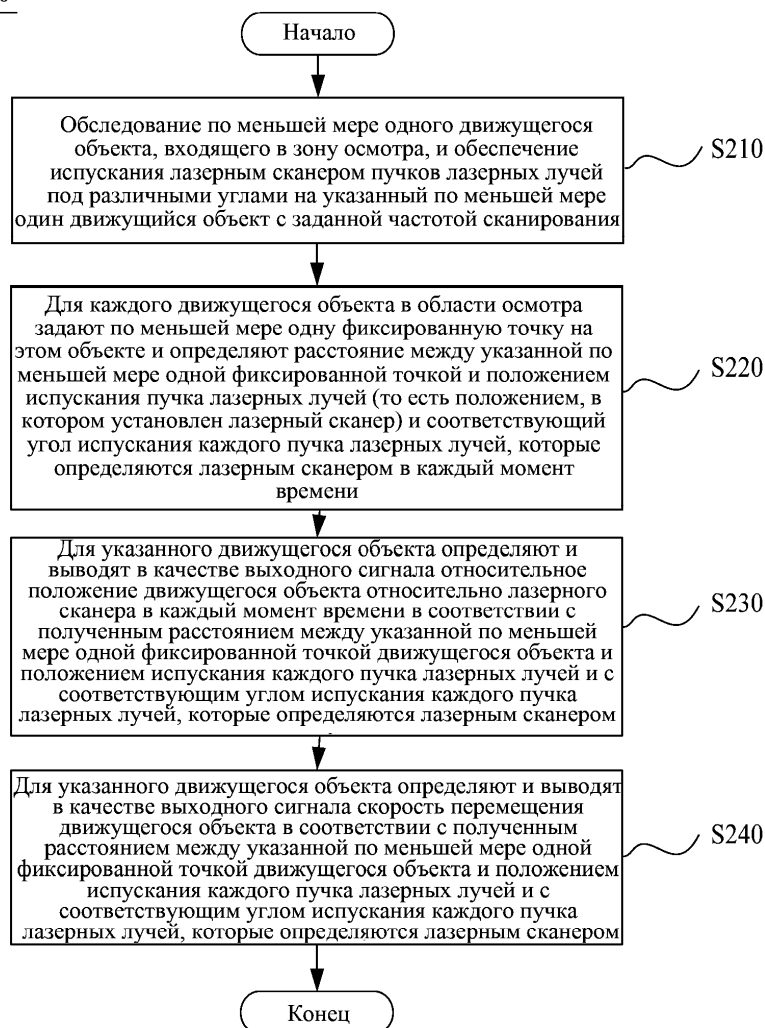


Фиг. 3



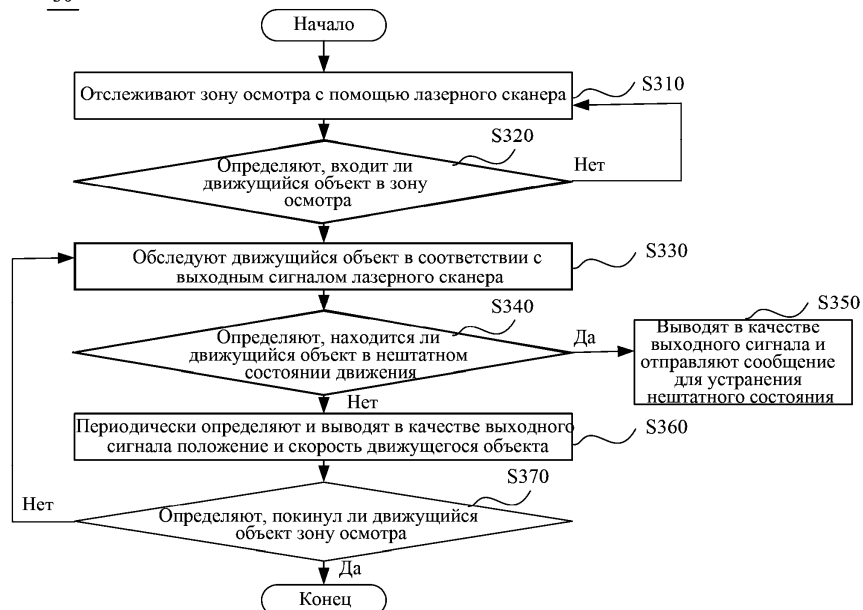
Фиг. 4

20



Фиг. 5

30



Фиг. 6



Фиг. 7

