

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **042868**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.03.30**

(51) Int. Cl. **G05D 1/02 (2020.01)**

(21) Номер заявки  
**202192953**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.06.15**

---

(54) **МОНИТОРИНГ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

---

(31) **19180435.0**

(32) **2019.06.17**

(33) **EP**

(43) **2022.03.28**

(86) **PCT/EP2020/066467**

(87) **WO 2020/254237 2020.12.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**САНДИК МАЙНИНГ ЭНД  
КОНСТРАКШН ОЙ (FI)**

(56) **US-A1-2018165524**

Rolf Reimar Kohlmeyer: "MODELLING AND CONTROL OF AN ARTICULATED UNDERGROUND MINING VEHICLE", 1 November 2011 (2011-11-01), XP055651065, Retrieved from the Internet: URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/23b8/48c749e5c22f3807eb38efe7c995371655aa.pdf> [retrieved on 2019-12-10] paragraphs [04.1], [04.2]

(72) Изобретатель:  
**Пуура Юсси, Вон Эссен Томи (FI)**

(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) Согласно примерному аспекту настоящего изобретения предлагается способ мониторинга сочлененного транспортного средства, включающий в себя: получение первых данных измерения, получаемых с помощью первого сканера, подключенного к первой части сочлененного транспортного средства, получение вторых данных измерения, получаемых с помощью второго сканера, подключенного ко второй части сочлененного транспортного средства, при этом вторая часть шарнирно соединена с первой частью, определение ориентации первой части на основе первых данных измерения и ориентации второй части на основе вторых данных измерения и определение углового значения между первой частью и второй частью на основе ориентации первой части и ориентации второй части.

---

**B1**

**042868**

**042868**

**B1**

### **Область техники**

Настоящее изобретение относится к мониторингу автономных транспортных средств и, в частности, к мониторингу сочлененных транспортных средств, таких как сочлененные шахтные транспортные средства.

### **Уровень техники**

Подземные рабочие участки, такие как шахты для разработки твердых пород или мягких пород, обычно содержат множество рабочих зон, предназначенных для доступа различных типов мобильных рабочих машин, именуемых здесь шахтными транспортными средствами. Подземное шахтное транспортное средство может быть беспилотным, например, дистанционно управляемым из диспетчерской, или пилотируемым шахтным транспортным средством, т.е. управляемым оператором, сидящим в кабине шахтного транспортного средства. Шахтные транспортные средства, работающие на подземных рабочих участках, могут работать автономно, т.е. быть автоматизированными или полуавтоматическими шахтными транспортными средствами, которые в нормальном рабочем режиме работают независимо без внешнего управления, но могут быть взяты под внешний контроль в определенных рабочих зонах или условиях, например, во время состояния чрезвычайных ситуаций.

Системы управления отслеживают путь автономного шахтного транспортного средства на основе входных данных датчика и выдают команды рулевого управления для следования по желаемому маршруту. В сочлененных автономных шахтных транспортных средствах скорость вращения колеса, позиция относительно окружающей среды и угол сочленения, т.е. угол поворота шарнира по продольной оси шахтного транспортного средства, измеряются с помощью множества датчиков. Датчики увеличивают стоимость устройства и усложняют систему, а модернизация механических датчиков может быть затруднена.

### **Сущность изобретения**

Изобретение определяется признаками независимых пунктов формулы изобретения. Некоторые конкретные варианты осуществления определены в зависимых пунктах формулы изобретения.

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предлагается устройство, содержащее средство, выполненное с возможностью выполнения: получения первых данных измерения, получаемых с помощью первого сканера, подключенного к первой части сочлененного транспортного средства, получения вторых данных измерения, получаемых с помощью второго сканера, подключенного ко второй части сочлененного транспортного средства, при этом вторая часть шарнирно соединена с первой частью, определения ориентации первой части на основе первых данных измерения и ориентации второй части на основе вторых данных измерения и определения значения угла между первой частью и второй частью на основе ориентации первой части и ориентации второй части. Согласно варианту осуществления, средство содержит по меньшей мере один процессор; и по меньшей мере одно запоминающее устройство, включающее в себя компьютерный программный код, при этом по меньшей мере одно запоминающее устройство и компьютерный программный код сконфигурированы так, чтобы с помощью по меньшей мере одного процессора обеспечить рабочие характеристики устройства.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения предлагается способ мониторинга сочлененного транспортного средства, включающий в себя: получение первых данных измерения, получаемых с помощью первого сканера, подключенного к первой части сочлененного транспортного средства, получение вторых данных измерения, получаемых с помощью второго сканера, подключенного ко второй части сочлененного транспортного средства, при этом вторая часть шарнирно соединена с первой частью, определение ориентации первой части на основе первых данных измерения и ориентации второй части на основе вторых данных измерения и определение значения угла между первой частью и второй частью на основе ориентации первой части и ориентации второй части.

Согласно третьему аспекту предлагается устройство, содержащее по меньшей мере одно ядро обработки, по меньшей мере одну память, включая код компьютерной программы, при этом по меньшей мере одна память и код компьютерной программы сконфигурированы для того, чтобы, с помощью по меньшей мере одного ядра обработки, побудить устройство по меньшей мере: принимать первые данные измерения, полученные с помощью первого сканера, подключенного к первой части сочлененного транспортного средства, принимать вторые данные измерения, полученные с помощью второго сканера, подключенного ко второй части сочлененного транспортного средства, при этом вторая часть шарнирно соединена с первой частью, определять ориентацию первой части на основе первых данных измерения и ориентацию второй части на основе вторых данных измерения и определять значение угла между первой частью и второй частью на основе ориентации первой части и ориентации второй части.

Согласно четвертому аспекту предлагается компьютерная программа, компьютерный программный продукт или (нематериальный) машиночитаемый носитель, содержащий компьютерный программный код, который при исполнении в устройстве обработки данных заставляет устройство выполнить способ или его вариант. Согласно варианту осуществления любого из аспектов значение угла или значение угла после дополнительной обработки применяется как значение угла поворота сочлененного транспортного средства.

Согласно варианту осуществления любого из аспектов значение угла или значение угла после до-

полнительной обработки предоставляется в качестве входных данных по меньшей мере одному контроллеру для транспортного средства в автономном режиме вождения, при этом по меньшей мере один контроллер выполнен с возможностью выполнять по меньшей мере одно из оценки хода движения транспортного средства, определения или обновления пути для транспортного средства во время движения и генерации сигналов управления для изменения соотношения между ориентацией первой части и ориентацией второй части.

Дополнительные варианты осуществления любого из аспектов раскрыты в зависимых пунктах формулы изобретения и проиллюстрированы ниже. Следует понимать, что варианты осуществления могут применяться с любым из аспектов и в различных комбинациях.

#### **Краткое описание фигур**

На фиг. 1 показан пример рабочего участка.

На фиг. 2 показан пример автономного транспортного средства в соответствии с некоторыми вариантами осуществления.

На фиг. 3 показан способ согласно по меньшей мере некоторым вариантам осуществления.

На фиг. 4 показан примерный вид сверху сочлененного транспортного средства.

На фиг. 5 показан пример устройства, способного поддерживать по меньшей мере некоторые варианты осуществления настоящего изобретения.

#### **Варианты осуществления**

Термин "шахтное транспортное средство" в данном документе в общем относится к мобильным транспортным средствам, подходящим для использования при эксплуатации различных видов рабочих участков для проведения горных работ и/или строительных земляных работ, таким как грузовики, самосвалы, фургоны, мобильные буровые или дробильные установки, мобильные машины для арматурных работ, ковшовые погрузчики или другие виды мобильных рабочих транспортных средств, которые могут использоваться в различных типах рабочих участков наземных и/или подземных выработок. Следовательно, термин шахтное транспортное средство никоим образом не ограничивается транспортными средствами только для шахт, но шахтное транспортное средство может быть мобильной рабочей машиной, используемой на участках разработки выемки. Термин автономно работающее (или автономное) шахтное транспортное средство в данном документе относится к автоматизированным или полуавтоматическим шахтным транспортным средствам, которые в своем автономном режиме работы или движения могут работать/двигаться независимо, не требуя постоянного пользовательского управления, но которые могут находиться под внешним управлением во время состояний чрезвычайных ситуаций, например. На фиг. 1 показан упрощенный пример шахты 1, в данном примере подземной шахты, содержащей сеть 2 подземных туннелей. Множество мобильных объектов, таких как люди или пешеходы 3 и/или шахтные транспортные средства 4, 5, 6, 7, могут находиться в различных областях или рабочих зонах рабочего участка 1 или перемещаться между ними. По меньшей мере, некоторые из транспортных средств 4-7 могут быть сочлененными транспортными средствами, содержащими по меньшей мере две секции или части, соединенные по меньшей мере одним шарниром. Рабочий участок 1 содержит систему связи, такую как система беспроводного доступа, в состав которой входит беспроводная локальная сеть (Wireless Local Area Network, WLAN), содержащая множество узлов 8 беспроводного доступа. Узлы 8 доступа могут связываться с блоками беспроводной связи, входящими в состав шахтных транспортных средств или переносимыми пешеходами, и с дополнительными устройствами связи (не показаны), такими как сетевое устройство (устройства), выполненными с возможностью облегчать связь с системой 9 управления, которая может находиться на месте проведения работ (под землей или над землей) и/или быть удаленной посредством промежуточных сетей. Например, сервер системы 9 может быть выполнен с возможностью управлять по меньшей мере некоторыми операциями на рабочем участке, такими как предоставление пользовательского интерфейса (User Interface, UI) для оператора для удаленного мониторинга и, при необходимости, управлять автоматическими операциями работы шахтных транспортных средств и/или назначать рабочие задачи для парка транспортных средств и обновлять и/или контролировать выполнение и статус задач.

Система 9 может быть подключена к дополнительной сети(-ям) и системе(-ам), такой как система управления рабочим участком, облачная служба, промежуточная сеть связи, такая как Интернет, и так далее. Система может содержать или быть подключена к дополнительному устройству(-ам) или блоку(-ам) управления, таким как портативный пользовательский блок, блок транспортного средства, устройство/система управления рабочим участком, устройство/система дистанционного управления и/или мониторинга, устройство/система анализа данных, сенсорная система/устройство и так далее.

Рабочий участок 1 может дополнительно содержать различные другие типы устройств 10 для работы в шахте, подключаемых к системе 9 управления, например, посредством узла 8 доступа, который подробно не проиллюстрирован на фиг. 1. Примеры таких дополнительных устройств 10 для работ в шахте включают в себя различные устройства для электропитания, вентиляции, анализа состояния воздуха, безопасности, связи и другие устройства автоматизации. Например, рабочий участок может содержать систему управления проходом, содержащую блоки 11 управления проходом (Passage Control Units, PCU), разделяющие рабочие зоны, некоторые из которых могут быть настроены для автономно работающих

шахтных транспортных средств. Система управления проходом и связанные с ней PCU могут быть выполнены с возможностью разрешать или предотвращать движение одного или более шахтных транспортных средств и/или пешеходов между зонами.

На фиг. 2 показано шахтное транспортное средство 20, в этом примере погрузчик или погрузочно-тяговое транспортное средство (Load And Haul, LHD), содержащее ковш 26. Шахтное транспортное средство 20 может быть сочлененным транспортным средством, содержащим (по меньшей мере) две секции или части 22, 24, соединенные шарниром 28. Эти части 22, 24 могут быть корпусными частями или корпусами сочлененного транспортного средства 20. Обе корпусные части могут содержать две или более шины. Транспортное средство может содержать автоматическую систему рулевого управления, управляющую рулевым управлением транспортного средства на основе изменения угла сочленения между частями и/или управления ориентацией шины. Однако следует понимать, что раскрытые здесь признаки могут применяться в различных других типах сочлененных шахтных транспортных средств.

Шахтное транспортное средство 20 содержит по меньшей мере один блок 30 управления, выполненный с возможностью управлять, по меньшей мере, некоторыми функциями и/или исполнительными механизмами шахтного транспортного средства.

Блок 30 управления может содержать один или более вычислительных блоков/процессоров, исполняющих компьютерный программный код, хранящийся в памяти. Блок управления может быть подключен к одному или более другим блокам управления системы управления шахтного транспортного средства, в некоторых вариантах осуществления с помощью шины сети контроллеров (Controller Area Network, CAN). Блок управления может содержать или быть связан с пользовательским интерфейсом с устройством отображения, а также с интерфейсом ввода оператора для приема команд оператора и информации в блок управления.

В некоторых вариантах осуществления блок 30 управления выполнен с возможностью управлять, по меньшей мере, операциями, связанными с автономным вождением, и в шахтном транспортном средстве может быть один или более других блоков управления для управления другими операциями. Следует понимать, что блок 30 управления может быть выполнен с возможностью выполнять, по меньшей мере, некоторые из проиллюстрированных ниже функций, или для выполнения этих функций может применяться множество блоков управления или контроллеров. Могут быть дополнительные операционные модули или функции, выполняемые блоком(-ами) управления, например, функция автоматического режима вождения, по меньшей мере один блок/модуль/функция позиционирования и/или функция обнаружения препятствий. Шахтное транспортное средство 20 может быть беспилотным. Таким образом, пользовательский интерфейс может быть удален от транспортного средства, и оператор может дистанционно управлять транспортным средством в туннеле, или в диспетчерской в районе шахты, или даже на большом расстоянии от шахты посредством сети (сетей) связи. Блок управления за пределами шахтного транспортного средства 20, например в системе 9 управления, может быть выполнен с возможностью выполнять некоторые из проиллюстрированных ниже функций.

Шахтное транспортное средство 20 содержит два или более сканирующих блока, или сканеров 40a, 40b, выполненных с возможностью выполнять сканирование окружающей среды, где находится шахтное транспортное средство. По меньшей мере один (первый) сканер 40a может быть расположен в/на первой части 22 и по меньшей мере один сканер 40b на второй части 24. Сканеры могут быть выполнены с возможностью мониторинга окружающей среды относительно их соответствующей части. Например, сканер 40a может быть расположен для предоставления данных сканирования в продольном направлении и/или боковом направлении по отношению к транспортному средству.

В варианте осуществления сканер(-ы) могут быть двухмерными сканерами, выполненными с возможностью осуществлять мониторинг, например, стен туннеля на желаемой высоте. Блок 30 управления может сравнивать оперативные отсканированные данные профиля туннеля с эталонными данными профиля, хранящимися в модели окружающей среды, и позиционировать шахтное транспортное средство на основе поиска совпадения в модели окружающей среды для позиционирования шахтного транспортного средства и/или корректного позиционирования с помощью счисления пути.

В некоторых вариантах осуществления применяются 3D-сканеры, и в этом случае создаются данные 3D-сканирования или данные облака точек, которые могут применяться для определения местоположения шахтного транспортного средства. Данные облака точек, сгенерированные на основе сканирования, могут применяться для создания и обновления модели окружающей среды, такой как модель подземного туннеля, которая может применяться для позиционирования шахтного транспортного средства на рабочем участке. В некоторых вариантах осуществления результаты сканирования применяются для определения позиции и ориентации шахтного транспортного средства и одного или более дополнительных его элементов, таких как сканер 40a, 40b или ковш 26.

В некоторых вариантах осуществления сканер(-ы) 40a, 40b являются лазерными сканерами. В одном варианте осуществления сканеры выполнены с возможностью определять данные трехмерного сканирования на основе измерений времени прохождения туда и обратно лазерных импульсов, излучаемых на изучаемую поверхность или объект. Этот тип способа дистанционного зондирования также известен как система обнаружения и измерения дальности с помощью света (Light Detection And Ranging, LiDAR).

Шахтное транспортное средство 20 или его блок 30 управления могут выполнять функцию сопоставления облака точек для сопоставления рабочих (отсканированных) данных облака точек (сканируемых сканером(-ами)) с данными облака точек модели окружающей среды, т.е. опорными данными облака точек. Позиция и направление сканирующего устройства и/или другой интересующей точки транспортного средства, такой как (передний край) ковша 26, могут быть определены в системе координат шахты на основе обнаруженных совпадений между рабочими данными облака точек и опорными облачными данными. Например, могут быть применены, по меньшей мере, некоторые из признаков, проиллюстрированных в международной заявке WO2015106799, раскрывающей систему для сканирования окрестностей шахтного транспортного средства для получения данных с целью определения позиции и ориентации шахтного транспортного средства. План движения или план маршрута может определять маршрут, по которому предстоит двигаться шахтное транспортное средство 20, и может использоваться в качестве входных данных для автоматического управления шахтным транспортным средством. План может быть создан в автономном режиме и за пределами участка, например, в офисе, или на борту шахтного транспортного средства, например, с помощью обучающего вождения. План может определять начальную точку, конечную точку и набор точек маршрута для автоматического вождения. Такой план может быть отправлен через проводное или беспроводное соединение на шахтное транспортное средство или иным образом загружен в шахтное транспортное средство в память шахтного транспортного средства для доступа со стороны блока 30 управления. В другом варианте осуществления точки маршрута не определены заранее, а шахтное транспортное средство определяет траекторию и рулевое управление, чтобы избежать препятствий во время автономного движения к пункту назначения. Далее предлагаются дополнительные усовершенствования для операций сочлененного транспортного средства, в частности для автономного вождения, дополнительно проиллюстрированного ниже. На фиг. 3 показан способ мониторинга сочлененного транспортного средства в соответствии с некоторыми вариантами осуществления. Способ может выполняться сочлененным транспортным средством и его устройством управления, такими как шахтное транспортное средство 4-7, 20 и его блок 30 управления.

Способ может включать в себя получение 310 первых данных (первого набора данных) измерения, получаемых с помощью первого сканера, связанного с первой частью сочлененного шахтного транспортного средства, такой как (корпусная) часть 22 шахтного транспортного средства 20. Получают 320 вторые данные (второй набор данных) измерения, получаемых с помощью второго сканера, связанного со второй частью сочлененной шахтной машины, такой как (корпусная) часть 24. Вторая часть соединена с первой частью, например шарниром, как у шахтного транспортного средства 20.

Ориентацию первой части определяют 330 на основе первых данных измерения, и ориентацию второй части - на основе вторых данных измерения. В некоторых вариантах осуществления первые и вторые (отсканированные) данные (наборы данных) измерений независимо сопоставляются с моделью окружающей среды, и позиция и ориентация вычисляются для корпусных частей на основе сопоставлений относительно окружающей среды, таких как стены туннеля подземной шахты. В одном варианте осуществления из абсолютных позиций и ориентации корпусов (определенных по отношению к окружающей среде) вычисляются их относительные позиции. Значение угла между первой частью и второй частью определяют 340 на основе ориентации первой части и ориентации второй части.

Упомянутое значение угла или значение угла после дополнительной обработки может применяться в качестве значения угла поворота или угла несущей части сочлененного шахтного транспортного средства. Со ссылкой на фиг. 4 значение угла может указывать угол  $\alpha$  между ориентацией первой части 22 и ориентацией второй части 24. В примерном варианте осуществления значение углового смещения (указывающее смещение второй части от первой части в горизонтальной плоскости) определяется на основе заданных ориентаций. Значение угла поворота может быть вычислено на основе значения углового смещения. Контроллер может быть выполнен с возможностью содержать модуль калибровки, который калибрует значение угла (или угол поворота), выполняя функцию усреднения с устранением смещения по набору последовательных результатов измерений.

Упомянутое значение угла или значение угла после дальнейшей обработки может быть использовано в качестве входных данных по меньшей мере для одного контроллера шахтного транспортного средства для управления автоматическим или полуавтоматическим движением. Например, входные данные, представляющие значение угла, могут предоставляться или генерироваться контроллером 20, по меньшей мере, когда транспортное средство находится в автономном режиме вождения. Контроллер может быть выполнен с возможностью выполнять одно или более из следующих действий:

оценивать продвижение шахтного транспортного средства. Например, контроллер может оценивать, как транспортное средство будет двигаться с текущим углом поворота руля, и выполнять дальнейшую обработку, например, для предотвращения столкновений на основе этой оценки;

определять или обновлять путь для шахтного транспортного средства во время движения. Например, модуль планирования пути может быть выполнен с возможностью обновлять путь транспортного средства на основе обновленного продвижения транспортного средства, например, чтобы избежать слишком крутых поворотов;

генерировать управляющие сигналы для изменения соотношения между ориентацией первой части

и ориентацией второй части. Например, когда обнаруживается, что текущий угол поворота смещен относительно текущего определенного целевого угла поворота, необходимого для того, чтобы транспортное средство оставалось на заранее сохраненной или динамически сгенерированной целевой траектории, контроллер может генерировать управляющий сигнал для исполнительного механизма(-ов) рулевого управления транспортного средства для корректировки ориентации в соответствии с целевым углом поворота.

Раскрытые признаки позволяют избежать особого расположения датчиков для определения угла сочленения. Это способствует упрощению общей системы автоматического вождения и позволяет избежать воздействия таких датчиков на механическую конструкцию корпуса. Также упрощается дооснащение шахтного транспортного средства автоматической системой вождения.

В некоторых вариантах осуществления сканеры 40a, 40b выполнены с возможностью генерировать данные трехмерного облака точек. Ориентация первой части и/или ориентация второй части может быть определена 330 на основе данных трехмерного облака точек и трехмерной модели окружающей среды, такой как модель туннеля. Таким образом, отсканированные наборы данных трехмерного облака точек сканеров могут быть сопоставлены с моделью окружающей среды, и ориентация (и позиция) может быть определена для частей на основе соответствующих сопоставленных наборов отсканированных данных.

Трехмерная модель окружающей среды может быть сгенерирована или обновлена на основе данных сканирования по меньшей мере от одного из сканеров. Согласно варианту осуществления шахтное транспортное средство 20, снабженное сканерами, служит в качестве мобильного геодезического устройства. Транспортное средство может выполнять съемку окружающей среды непрерывно при выполнении целевых обычных операций транспортного средства. Например, окрестности могут сканироваться, когда транспортное средство останавливается в пункте разгрузки. Также может быть определено, что сканирование выполняется по меньшей мере один раз каждый раз, когда транспортное средство не движется. Благодаря этой процедуре, шахту можно обследовать многократно и параллельно с обычным производственным процессом без каких-либо дополнительных ресурсов. Таким образом, 3D-модель рабочего участка может быть точной и постоянно обновляться.

В некоторых вариантах осуществления позицию и/или ориентацию первой части и/или точки второй части определяют 330 на основе идентификации опорного объекта в первой части и/или второй части в результате обработки первых и/или вторых данных измерений, таких как отсканированные данные трехмерного облака точек. Такой опорный объект может быть любой подходящей точкой или субчастью (связанной частью) транспортного средства, которая может быть обнаружена в данных измерения на основе заранее сохраненных данных характеристик опорного объекта, таких как данные модели облака точек. После обнаружения опорного объекта определяется ориентация и/или позиция опорного объекта. Позиция и/или ориентация связанной части определяется на основе определенной ориентации и/или позиции эталонного объекта. Например, ковш или его субчасть может быть определена как опорный объект.

В варианте осуществления ориентация первого сканера 40a и/или второго сканера 40b определяется на основе первых и/или вторых данных измерения. Затем ориентация первой части и/или второй части может быть определена 330 на основе определенной ориентации первого сканера и/или второго сканера и их отношения к соответствующим частям 22, 24 транспортного средства. Отдельные (и специфичные) алгоритмы могут выполняться для первой части и второй части, а также для обработки связанных первых и вторых данных измерения.

Существуют различные дополнительные функции, которые могут выполняться на основе данных измерения и результирующей позиции и/или ориентации части (частей), некоторые из которых дополнительно проиллюстрированы ниже. Заранее сохраненные данные о геометрии, которые также могут называться данными модели, первой части могут быть сопоставлены с определенной позицией и ориентацией первой части, и/или данные о геометрии второй части могут быть сопоставлены с позицией и ориентацией второй части. В некоторых вариантах осуществления данные о геометрии содержат данные облака точек объектов стрелы. Таким образом, часть(-и) могут быть смоделированы в их текущих пространственных расположениях, и различная дополнительная обработка может быть выполнена дополнительно на основе модели окружающей среды.

В некоторых вариантах осуществления файл облака точек корпусной части транспортного средства отображается на текущее пространственное расположение (позицию и ориентацию) этой части. Это может быть выполнено путем сопоставления облака точек с соответствующей матрицей преобразования (соответствующей части) и позиционирования облака точек упомянутой части в корректном начальном пространственном расположении на основе матрицы преобразования. Таким образом, пространство, необходимое для корпусов, можно расположить непосредственно в корректной позиции и ориентации с учетом обнаруженных стен и других препятствий.

Управление для предотвращения столкновений может выполняться на основе смоделированной первой и/или второй части, т.е. данных о геометрии первой и/или второй части, сопоставленных с определенной позицией и ориентацией первой и/или второй части. Сканер(-ы) 40a, 40b может предоставить данные сканирования препятствий, которые можно сравнить со смоделированными пространственными

расположениями первого и/или второго объекта (или позициями объекта(-ов). Если обнаружено, что транспортное средство 20 (часть транспортного средства) находится (или будет находиться) слишком близко к препятствию, например, может быть определено пороговое значение безопасного расстояния, скорректированный путь и/или действие рулевого управления. Управляющий сигнал, связанный с корректирующим действием, может быть затем отправлен на исполнительные механизмы рулевого управления, вызывающие изменение угла поворота и угла между первой частью и второй частью.

Первый прогноз позиции и/или ориентации первой части может быть определен на основе первых данных измерения. Точно так же второй прогноз позиции и/или ориентации второй части может быть определен на основе вторых данных измерения. Прогнозы могут применяться для различных целей, таких как управление для предотвращения столкновений, проиллюстрированное выше. В варианте осуществления прогнозы применяются для компенсации разницы во времени вычислений между вычислениями для первой части и второй части.

Следует принимать во внимание, что различные дополнительные признаки могут дополнять или различать, по меньшей мере, некоторые из проиллюстрированных выше вариантов осуществления. Например, может быть дополнительное взаимодействие с пользователем и/или функция автоматизации, дополнительно облегчающая оператору мониторинг и/или управление состоянием шахтного транспортного средства и его автономными действиями вождения. Например, состояние транспортного средства, включая определенную ориентацию первой части и второй части, может отображаться в пользовательском интерфейсе (User Interface, UI) транспортного средства и/или удаленного устройства.

Хотя варианты осуществления были проиллюстрированы выше в связи с шахтными транспортными средствами, следует понимать, что раскрытые в настоящее время признаки могут применяться также в связи с другими типами сочлененных транспортных средств, включая различные типы сочлененных грузовых машин, тягачей, уплотнителей, экскаваторов и машин для сноса, например.

Электронное устройство, содержащее электронные схемы, может быть устройством для реализации, по меньшей мере, некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения, таких как операции, проиллюстрированные в связи с фиг. 3. Устройство может входить в состав по меньшей мере одного вычислительного устройства, подключенного к системе управления шахтного транспортного средства, такого как транспортное средство 20, или интегрированного в неё. Такая система управления может быть интеллектуальной бортовой системой управления, управляющей работой различных подсистем транспортного средства, таких как гидравлическая система, двигатель, система трансмиссии и так далее. Такие системы управления часто бывают распределенными и включают в себя множество независимых модулей, соединенных, например, системой шин узлов сети контроллеров (Controller Area Network, CAN). В некоторых вариантах осуществления устройство представляет собой дополнительное оборудование к шахтному транспортному средству. На фиг. 5 показан пример устройства, способного поддерживать по меньшей мере некоторые варианты осуществления настоящего изобретения. Проиллюстрировано устройство 50, которое может содержать или реализовывать блок 20 управления, показанный выше. Устройство может быть сконфигурировано для выполнения, по меньшей мере, некоторых вариантов осуществления, относящихся к определению отношения ориентации между частями транспортного средства. В состав устройства 50 входит процессор 51, который может содержать, например, одноядерный или многоядерный процессор, при этом одноядерный процессор содержит одно ядро обработки, а многоядерный процессор содержит более одного ядра обработки. Процессор 51 может содержать более одного процессора. Процессор может содержать по меньшей мере одну специализированную интегральную схему (Application-Specific Integrated Circuit, ASIC). Процессор может содержать по меньшей мере одну программируемую пользователем вентильную матрицу (Field-Programmable Gate Array, FPGA). Процессор может быть средством для выполнения этапов способа в устройстве. Процессор может быть выполнен с возможностью, по меньшей мере, частично, с помощью компьютерных команд, выполнять действия.

Устройство 50 может содержать память 52. Память может содержать оперативную память и/или постоянную память. Память может быть, по меньшей мере, частично, доступной для процессора 51. Память может, по меньшей мере, частично, входить в состав процессора 51. Память может быть, по меньшей мере, частично, внешней по отношению к устройству 50, но доступной для устройства. Память 52 может быть средством для хранения информации и параметров 54, влияющих на работу устройства, таких как модель окружающей среды и параметры, управляющие, по меньшей мере, некоторыми из операций, проиллюстрированных выше. Память может содержать компьютерный программный код 53, включая компьютерные команды, которые процессор настроен выполнять. Когда компьютерные команды, сконфигурированные для того, чтобы побудить процессор выполнять определенные действия, хранятся в памяти, а устройство в целом выполнено с возможностью работать под управлением процессора с использованием компьютерных команд из памяти, процессор и/или его по меньшей мере одно ядро обработки можно рассматривать как настроенное для выполнения указанных определенных действий.

Устройство 50 может содержать блок 55 связи, содержащий передатчик и/или приемник. Передатчик и приемник могут быть выполнены с возможностью передавать и принимать, соответственно, информацию в соответствии по меньшей мере с одним сотовым или не сотовым стандартом. Передатчик и/или приемник могут быть выполнены с возможностью работать в соответствии со стандартом глобаль-

ной системы мобильной связи (Global System For Mobile Communication, GSM), широкополосного множественного доступа с кодовым разделением каналов (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA), долгосрочного развития (Long Term Evolution, LTE), новой технологии радиодоступа 3GPP (New Radio Access Technology, N-RAT), IS-95, беспроводной локальной сети (Wireless Local Area Network, WLAN) и/или Ethernet, например. Устройство 50 может содержать приемопередатчик ближней зоны связи NFC. Приемопередатчик NFC может поддерживать по крайней мере одну технологию NFC, такую как NFC, Bluetooth, Wibree или аналогичные технологии.

Устройство 50 может содержать пользовательский интерфейс UI или быть подключено к нему. UI может содержать по меньшей мере одно из следующего: дисплей 56, динамик, устройство 57 ввода, такое как клавиатура, джойстик, сенсорный экран и микрофон. Пользователь может управлять устройством и транспортным средством посредством пользовательского интерфейса, например, для управления транспортным средством и использования его инструментов, изменения отображаемых изображений, управления действиями по загрузке/разгрузке и так далее. Устройство 50 может дополнительно содержать и/или быть подключено к дополнительным блокам, устройствам и системам, таким как одно или более сенсорных устройств 58, таких как сканер(-ы) 40a, 40b, или другие сенсорные устройства, воспринимающие окружающую среду устройства 50 или свойства транспортного средства, например вращение колеса.

Процессор 51, память 52, блок 55 связи и пользовательский интерфейс могут быть соединены между собой электрическими выводами, внутренними по отношению к устройству 50, множеством различных способов. Например, каждое из вышеупомянутых устройств может быть отдельно подключено к главной шине, внутренней по отношению к устройству, чтобы устройства могли обмениваться информацией. Однако для специалиста в данной области техники должно быть очевидно, это только один пример, и в зависимости от варианта осуществления могут быть выбраны различные способы соединения между собой по меньшей мере двух из вышеупомянутых устройств, не выходящие из объема охраны настоящего изобретения. Следует понимать, что раскрытые варианты осуществления изобретения не ограничиваются конкретными структурами, этапами процесса или материалами, раскрытыми в данном документе, но распространяются на их эквиваленты, признаваемые специалистами в соответствующих областях техники. Также следует понимать, что используемая здесь терминология используется только с целью описания конкретных вариантов осуществления и не предназначена для ограничения. Различные описанные признаки, структуры или характеристики могут быть объединены любым подходящим образом в одном или более вариантах осуществления. Хотя вышеприведенные примеры иллюстрируют принципы настоящего изобретения в одном или более конкретных приложениях, для специалистов в данной области техники будет очевидно, что многочисленные модификации в форме, использовании и деталях реализации могут быть выполнены без использования изобретательского вклада и не отступая от принципов и концепций изобретения. Соответственно, не предполагается, что настоящее изобретение ограничено чем либо, кроме пунктов формулы изобретения, изложенной ниже.

Глаголы "содержать" и "включать в себя" используются в этом документе как открытые признаки, которые не исключают и не требуют наличия не перечисленных признаков. Признаки, изложенные в зависимых пунктах формулы изобретения, взаимно свободно комбинируются, если явно не указано иное. Кроме того, следует понимать, что использование формы единственного числа в этом документе не исключает множественности.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для мониторинга сочлененных транспортных средств, содержащее средства, выполненные с возможностью выполнять:

получение (310) первых данных измерения, полученных с помощью первого сканера, подключенного к первой части сочлененного транспортного средства (20);

получение (320) вторых данных измерения, полученных с помощью второго сканера, соединенного со второй частью сочлененного транспортного средства, при этом вторая часть шарнирно соединена с первой частью;

определение (330) ориентации первой части на основе первых данных измерения и ориентации второй части на основе вторых данных измерения;

определение (340) значения угла между первой частью и второй частью на основе ориентации первой части и ориентации второй части; и

применение значения угла или значения угла после дальнейшей обработки в качестве значения угла поворота сочлененного транспортного средства.

2. Устройство по п.1, в котором упомянутые средства дополнительно выполнены с возможностью предоставлять значение угла или значение угла после дополнительной обработки в качестве входных данных для по меньшей мере одного контроллера (30) транспортного средства в автономном режиме вождения, при этом упомянутый по меньшей мере один контроллер выполнен с возможностью выполнять по меньшей мере одно из следующего: оценка продвижения транспортного средства, определение или обновление пути для транспортного средства во время движения и генерация управляющих сигналов

для изменения соотношения между ориентацией первой части и ориентацией второй части.

3. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором сканеры выполнены с возможностью генерировать данные трехмерного облака точек, а упомянутые средства дополнительно выполнены с возможностью выполнять: определение (330) ориентации первой части и/или ориентации второй части на основе данных трехмерного облака точек и трехмерной модели окружающей среды.

4. Устройство по п.3, в котором упомянутые средства дополнительно выполнены с возможностью генерировать и обновлять трехмерную модель окружающей среды на основе данных сканирования по меньшей мере от одного из сканеров.

5. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором средства дополнительно выполнены с возможностью определять позицию и ориентацию первой части и/или второй части на основе обнаружения опорного объекта в первой части и/или второй части в данных трехмерного сканирования.

6. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором упомянутые средства дополнительно выполнены с возможностью выполнять:

- определение ориентации первого сканера на основе первых данных измерения;
- определение ориентации первой части на основе ориентации первого сканера;
- определение ориентации второго сканера на основе вторых данных измерения; и
- определение ориентации второй части на основе ориентации второго сканера.

7. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором упомянутые средства дополнительно выполнены с возможностью осуществлять управление для предотвращения столкновений на основе данных о геометрии первой части, сопоставленных с позицией и ориентацией первой части, и данных о геометрии второй части, сопоставленных с позицией и ориентацией второй части.

8. Устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором упомянутые средства дополнительно выполнены с возможностью:

генерировать первый прогноз позиции и/или ориентации первой части на основе первых данных измерения и второй прогноз позиции и/или ориентации второй части на основе вторых данных измерения; и

применять первый прогноз и второй прогноз для компенсации разницы во времени вычислений между вычислениями для первой части и второй части.

9. Подземное сочлененное транспортное средство (20), содержащее первую корпусную часть (22) и вторую корпусную часть (24), при этом вторая корпусная часть шарнирно соединена с первой корпусной частью, первый сканер (40a) соединен с первой корпусной частью, а второй сканер (40b) соединен со второй корпусной частью, при этом машина содержит устройство по любому из пп.1-8.

10. Подземное сочлененное транспортное средство по п.9, в котором транспортное средство представляет собой одно из следующего: подземное погрузочное устройство, подземное подъемное устройство, подземная буровая машина и подземное устройство непрерывной добычи полезных ископаемых.

11. Способ мониторинга сочлененных транспортных средств, включающий в себя:

получение (310) первых данных измерения, полученных с помощью первого сканера, подключенного к первой части сочлененного транспортного средства (20);

получение (320) вторых данных измерения, полученных с помощью второго сканера, соединенного со второй частью сочлененного транспортного средства, при этом вторая часть шарнирно соединена с первой частью;

определение (330) ориентации первой части на основе первых данных измерения и ориентации второй части на основе вторых данных измерения;

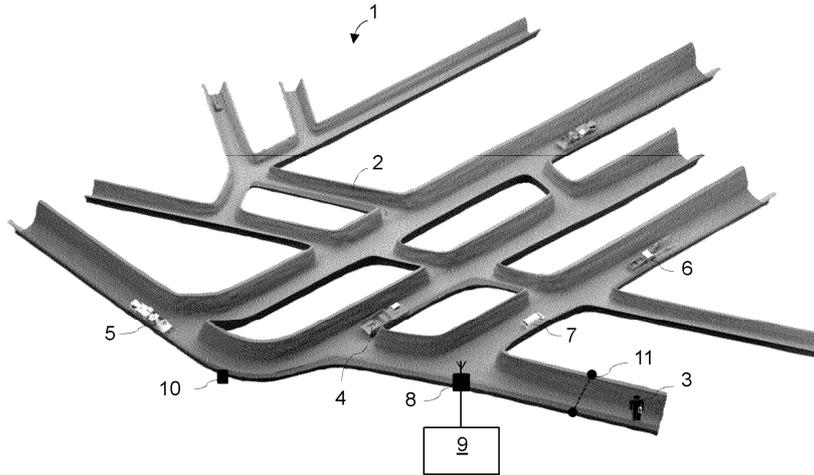
определение (340) значения угла между первой частью и второй частью на основе ориентации первой части и ориентации второй части; и

применение значения угла или значения угла после дальнейшей обработки в качестве значения угла поворота сочлененного транспортного средства.

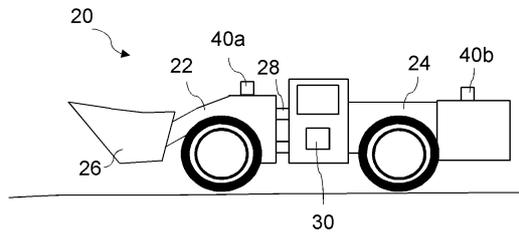
12. Способ по п.11, в котором значение угла или значение угла после дополнительной обработки предоставляется в качестве входных данных для по меньшей мере одного контроллера транспортного средства в автономном режиме вождения, при этом упомянутый по меньшей мере один контроллер выполнен с возможностью выполнять по меньшей мере одно из следующего: оценка продвижения транспортного средства, определение или обновление пути транспортного средства во время движения и генерация управляющих сигналов для изменения соотношения между ориентацией первой части и ориентацией второй части.

13. Способ по п.11 или 12, в котором сканеры генерируют данные трехмерного облака точек, а ориентация первой части и/или ориентация второй части определяется на основе данных трехмерного облака точек и трехмерной модели окружающей среды.

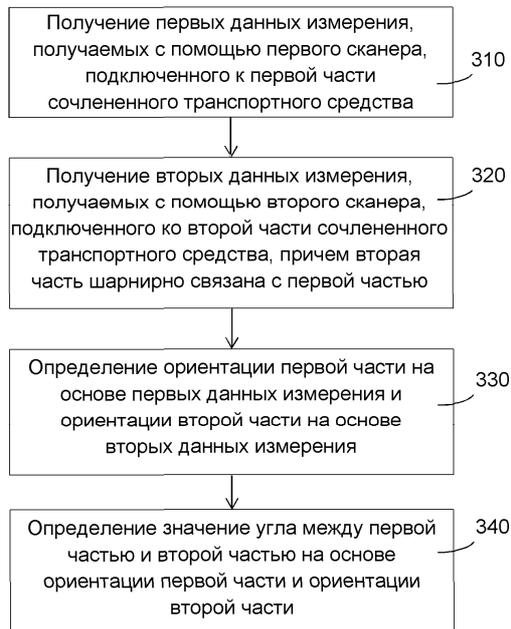
14. Машиночитаемый носитель, содержащий программный код, который при исполнении в устройстве (51) обработки данных обеспечивает выполнения способа по п.12 или 13.



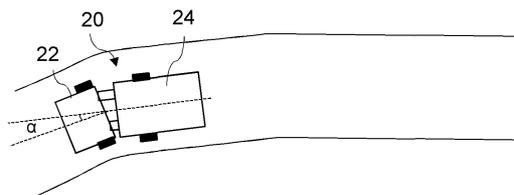
Фиг. 1



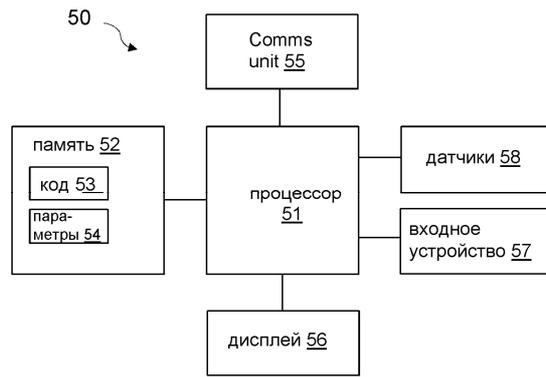
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

