

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 040151

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.26

(21) Номер заявки
202000100

(22) Дата подачи заявки
2020.02.03

(51) Int. Cl. B60W 40/09 (2012.01)
G07C 5/08 (2006.01)

(54) СПОСОБ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАЧЕСТВ И НАВЫКОВ ВОДИТЕЛЯ
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

(43) 2021.08.31

(96) 2020/ЕА/0003 (ВУ) 2020.02.03

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ" (ВУ)

(56) US-A1-20190152489
US-A1-201900049267
US-B1-9135803
US-A1-20080243558

(72) Изобретатель:
Дубовский Владимир Андреевич,
Савченко Владимир Владимирович,
Борискевич Анатолий Антонович
(ВУ)

(57) Изобретение относится к транспортным системам. Способ оценки профессиональных качеств и навыков водителя транспортного средства заключается в том, что задают ряд дорожно-транспортных ситуаций и возможные сценарии их развития, каждому из которых ставят в соответствие определенные профессиональные качества и навыки водителя, в процессе управления водителем транспортным средством для каждого возможного сценария развития заданных дорожно-транспортных ситуаций получают последовательность данных, характеризующих эталонную динамику изменения параметров дорожно-транспортной ситуации, с использованием полученных данных осуществляют обучение нейронной сети определению уровня профессиональных качеств и навыков водителя, для оценки которых при управлении водителем транспортным средством на входы обученной нейронной сети подают последовательность данных о текущей дорожно-транспортной ситуации, в случае реализации водителем определенного сценария на выходах обученной нейронной сети получают значения уровней соответствующих профессиональных качеств и навыков водителя.

040151

B1

040151

B1

Изобретение относится к транспортным системам и может быть использовано для обеспечения безопасности функционирования дорожного транспорта.

Известен способ помощи водителю транспортного средства для повышения безопасности вождения, заключающийся в том, что в реальном времени получают данные о физиологическом состоянии водителя, параметрах работы систем транспортного средства, интенсивности дорожного трафика и метеоусловиях на пути движения транспортного средства, на основании полученных данных последовательно определяют уровень стресса или сонливости водителя, поведение водителя и способ воздействия на водителя в случаях, когда поведение водителя и/или дорожные условия являются потенциально опасными, после чего с помощью информационно-развлекательной или навигационной системы реализуют определенный способ воздействия на водителя, например в виде успокаивающей музыки, предложения остановиться и отдохнуть и других подобного рода воздействий [1]. Недостатками известного способа являются отсутствие дифференциации дорожно-транспортных ситуаций, их распознавания и прогнозирования поведения водителя, а также невозможность определения текущего уровня профессиональных качеств и навыков водителя, что снижает безопасность функционирования транспортных систем.

Известен способ оценки навыков вождения водителя транспортного средства [2], заключающийся в том, что в реальном времени получают данные о состоянии транспортного средства в виде потока параметров, описывающих его текущее местоположение, направление, скорость и ускорение движения, состояние его систем и органов управления, полученные данные анализируют с целью выявления элементарных событий, которые происходят по ходу движения транспортного средства и сопровождаются характерными значениями определенных параметров состояния транспортного средства, например, таких событий, как достижение максимального и минимального значений ускорений вдоль продольной и поперечной осей транспортного средства или смена их знака, в хронологическом порядке формируют цепочку событий, последнюю сопоставляют с типовыми цепочками событий, из которых состоят основные маневры при вождении, например смена полосы движения, поворот, обгон и другие маневры, и формируют последовательность маневров, осуществляемых транспортным средством, после чего оценивают навыки водителя выполнять определенные маневры путем сравнения текущих их параметров с параметрами шаблонов маневров, находящихся в библиотеке маневров.

Данный способ позволяет оценить навыки водителя выполнять определенные маневры на основе регистрации лишь параметров текущего состояния транспортного средства без учета параметров текущей дорожно-транспортной ситуации, которая может существенно влиять на поведение водителя, а именно параметров, описывающих расположение и динамику других окружающих на управляемое им транспортное средство, что снижает достоверность оценки навыков вождения. Кроме того, данный способ не позволяет оценить профессионально важные качества водителя, такие как "своевременность реагирования на объекты внешней среды", "восприятие скорости и расстояния", "распределение внимания" и др., для оценки которых требуется регистрация параметров текущей дорожно-транспортной ситуации, описывающих состояние внешней среды, что ограничивает функциональные возможности известного способа. Также следует отметить, что в данном способе для оценки навыков вождения используются лишь небольшое число характерных значений (экстремальных, нулевых и др.) параметров состояния транспортного средства, что снижает точность полученной оценки.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является способ обработки информации при управлении транспортным средством в автоматизированном режиме [3]. Данный способ заключается в том, что в процессе управления водителем транспортным средством в реальном времени получают данные о состоянии транспортного средства в виде параметров, описывающих его текущее положение на дороге, скорость и направление движения и данные о состоянии окружающей его среды в виде параметров, описывающих расположение полос движения и препятствий на дороге, текущее положение, скорость и направление движения других транспортных средств, на основе полученной информации определяют типовые дорожно-транспортные ситуации и возможные варианты поведения в них транспортного средства, обучают нейронную сеть устанавливать соответствие между определенными дорожно-транспортными ситуациями и возможными вариантами поведения в них транспортного средства, например, смена полосы движения, обгон, торможение и т.д., в процессе управления транспортным средством в автоматизированном режиме на входы обученной нейронной сети подают параметры текущей дорожно-транспортной ситуации и на ее выходе получают список возможных вариантов поведения в ней транспортного средства, сообщают о возможных вариантах поведения транспортного средства водителю и предлагают ему выбрать вариант для реализации, после чего система автоматизированного вождения реализует выбранный водителем вариант поведения транспортного средства, а в случае, если водитель не сделал выбора, система автоматизированного вождения реализует вариант, который она оценивает как наиболее подходящий.

Данный способ позволяет в процессе управления транспортным средством в автоматизированном режиме оценить текущую дорожно-транспортную ситуацию с точки зрения выбора наиболее подходящих вариантов ее развития, предложить полученную оценку водителю для принятия решения о реализации одного из них и реализовать либо выбранный водителем вариант, либо тот вариант, который она считает наиболее подходящим, в случае, если водитель не сделал своего выбора.

Недостатком известного способа является невозможность определения текущего уровня профессиональных качеств и навыков водителя при управлении им транспортным средством, что ограничивает функциональные возможности способа и снижает безопасность функционирования транспортных систем из-за отсутствия информации о текущем уровне профессионально важных качеств и навыков водителя.

Задачами предлагаемого изобретения являются расширение функциональных возможностей способа и повышение безопасности функционирования транспортных систем путем осуществления количественной оценки текущего уровня профессионально важных качеств и навыков водителей транспортных средств в процессе их трудовой деятельности.

Решение задачи достигается в способе оценки профессиональных качеств и навыков водителя транспортного средства, заключающемся в том, что задают ряд дорожно-транспортных ситуаций, например, в виде массива параметров, описывающих наличие полос движения на дороге относительно управляемого транспортного средства, текущее положение управляемого транспортного средства относительно других транспортных средств и пешеходов на дороге, динамику управляемого транспортного средства и окружающих его транспортных средств, метеоусловия и другие значимые для безопасности дорожного движения факторы, и возможные сценарии их развития, каждому из которых ставят в соответствие определенные профессиональные качества и навыки водителя, например навыки удержания полосы движения, требуемой скорости и требуемой дистанции до впереди идущего транспортного средства, навыки смены полосы движения, своевременного реагирования на неожиданно появляющиеся на дороге объекты и другие профессионально важные навыки и качества, в процессе управления водителем транспортным средством для каждого возможного сценария развития заданных дорожно-транспортных ситуаций получают как минимум одну последовательность данных, характеризующих эталонную динамику изменения параметров дорожно-транспортной ситуации в интервале времени от начала до окончания сценария, и задают допустимые области отклонений реальных параметров от эталонных, с использованием полученных данных осуществляют обучение нейронной сети распознаванию заданных дорожно-транспортных ситуаций и реализуемых водителем сценариев их изменения, а также определению уровня профессиональных качеств и навыков водителя на основании отклонений реальных параметров изменения дорожно-транспортных ситуаций от эталонных в соответствующих сценариях, для оценки профессиональных качеств и навыков водителя при управлении им транспортным средством на входы обученной нейронной сети в реальном времени подают последовательность данных о текущей дорожно-транспортной ситуации, с помощью обученной нейронной сети последовательно распознают заданные дорожно-транспортные ситуации и реализуемые водителем сценарии их развития, при этом в случае реализации водителем недопустимого сценария или выхода реальных параметров реализуемого сценария из допустимой области водителю выдают соответствующее сообщение, а в случае реализации водителем определенного сценария по его завершении на выходах обученной нейронной сети получают значения уровней соответствующих профессиональных качеств и навыков водителя, после чего результаты оценки профессиональных качеств и навыков водителя в хронологическом порядке добавляют в базу данных о его профессиональном уровне.

Отличительными признаками заявляемого способа являются: задают возможные сценарии развития предварительно заданного ряда дорожно-транспортных ситуаций, каждому из которых ставят в соответствие определенные профессиональные качества и навыки водителя, например навыки удержания полосы движения, требуемой скорости и требуемой дистанции до впереди идущего транспортного средства, навыки смены полосы движения, своевременного реагирования на неожиданно появляющиеся на дороге объекты и другие профессионально важные навыки и качества, в процессе управления водителем транспортным средством для каждого возможного сценария развития заданных дорожно-транспортных ситуаций получают как минимум одну последовательность данных, характеризующих эталонную динамику изменения параметров дорожно-транспортных ситуаций в интервале времени от начала до окончания сценария, и задают допустимые области отклонений реальных параметров от эталонных, с использованием полученных данных осуществляют обучение нейронной сети распознаванию реализуемых водителем сценариев изменения идентифицированных дорожно-транспортных ситуаций и определению уровня профессиональных качеств и навыков водителя на основании отклонений реальных параметров изменения дорожно-транспортных ситуаций от эталонных в соответствующих сценариях, для оценки профессиональных качеств и навыков водителя при управлении им транспортным средством с помощью обученной нейронной сети последовательно распознают заданные дорожно-транспортные ситуации и реализуемые водителем сценарии их развития, при этом в случае реализации водителем недопустимого сценария или выхода реальных параметров реализуемого сценария из допустимой области водителю выдают соответствующее сообщение, а в случае реализации водителем определенного сценария по его завершении на выходах обученной нейронной сети получают значения уровней соответствующих профессиональных качеств и навыков водителя, после чего результаты оценки профессиональных качеств и навыков водителя в хронологическом порядке добавляют в базу данных о его профессиональном уровне.

Совокупность указанных отличительных признаков позволяет количественно оценивать текущий уровень профессионально важных качеств и навыков водителей транспортных средств непосредственно в процессе их трудовой деятельности, что обеспечивает расширение функциональных возможностей

способа и повышение безопасности функционирования транспортных систем.

Для решения задач распознавания дорожно-транспортных ситуаций, реализуемых водителем сценариев их развития и определения уровня профессиональных качеств и навыков водителя могут быть использованы отдельные нейронные сети.

На чертеже приведен вариант дорожно-транспортной ситуации.

На чертеже обозначены: 1 - транспортное средство, управляемое водителем, качества и навыки которого оцениваются (далее именуется как управляемое транспортное средство); 2, 3 и 4 - транспортные средства, идущие впереди, слева и справа относительно управляемого транспортного средства соответственно; D_1 , D_2 и D_3 - дистанции от управляемого транспортного средства до транспортных средств, идущих впереди, слева и справа от него соответственно; d_L и d_R - расстояния от управляемого транспортного средства до левой и правой полос движения соответственно; пунктирные линии обозначают разметку полос движения; стрелка указывает направление движения транспортных средств на дороге.

Суть предложенного способа заключается в следующем.

Предварительно задают ряд дорожно-транспортных ситуаций (один из вариантов приведен на чертеже), например, в виде векторов параметров, описывающих наличие полос движения на дороге относительно управляемого транспортного средства, относительное расположение и динамику (линейные и угловые скорости и ускорения) управляемого и других транспортных средств, метеоусловия и другие значимые для безопасности дорожного движения факторы в окружающем управляемое транспортное средство пространстве. При этом задают диапазоны возможных значений параметров векторов дорожно-транспортных ситуаций, а размеры окружающего управляемое транспортное средство пространства устанавливают в соответствии с рабочими диапазонами его внешних сенсорных систем (систем технического зрения). Вектор, описывающий дорожно-транспортную ситуацию, приведенную на чертеже, может быть представлен, например, в следующем виде:

$$S = \|L_L, L_R, D_1, D_2, D_3, d_L, d_R, V_0, V_1, V_2, V_3\|^T,$$

где L_L и L_R - наличие полос движения слева и справа относительно управляемого транспортного средства;

D_1 , D_2 и D_3 - дистанции от управляемого транспортного средства до впереди, слева и справа от него идущих транспортных средств соответственно;

d_L и d_R - расстояния от управляемого транспортного средства до левой и правой полос движения соответственно;

V_0 , V_1 , V_2 и V_3 - скорости управляемого транспортного средства и транспортных средств, идущих впереди, слева и справа от него соответственно.

Задают также возможные сценарии развития заданных дорожно-транспортных ситуаций, например движение за впереди идущим транспортным средством, его обгон, смена полосы движения в ту или иную сторону, разворот или парковка. Каждому заданному сценарию ставят в соответствие определенные профессионально важные для водителей качества (способности) и навыки. Например, сценарию, заключающемуся в движении за впереди идущим транспортным средством, ставят в соответствие такие профессиональные качества как способность воспринимать скорость и расстояние, способность своевременно реагировать на неожиданно возникающие препятствия, а также навык удержания полосы движения, а сценарию, заключающемуся в смене полосы движения, ставят в соответствие способность распределять внимание и навык смены полосы движения в целом. Возможные сценарии задают, например, в виде последовательности вышеуказанных векторов S , описывающих дорожно-транспортные ситуации.

Для каждого заданного сценария в процессе управления транспортным средством с помощью высококвалифицированного водителя получают как минимум одну эталонную последовательность дорожно-транспортных ситуаций в интервале времени от начала до окончания сценария. При этом задают области допустимых отклонений реальных параметров дорожно-транспортных ситуаций от эталонных.

С использованием заданных и полученных данных обучают нейронную сеть распознаванию текущих дорожно-транспортных ситуаций и реализуемых водителем сценариев их развития, а также определению уровня профессиональных качеств и навыков водителя на основании отклонений реальных значений параметров в последовательности дорожно-транспортных ситуаций от эталонных в соответствующих сценариях.

Для оценки профессиональных качеств и навыков водителя при управлении им транспортным средством на входы обученной нейронной сети в реальном времени подают значения параметров текущих дорожно-транспортных ситуаций. При этом обученная нейронная сеть последовательно распознает заданные дорожно-транспортные ситуации и реализуемые водителем сценарии их развития. После реализации водителем одного из заданных сценариев на определенных выходах обученной нейронной сети формируется результат оценки соответствующих профессиональных качеств и навыков водителя. После этого результаты оценки профессиональных качеств и навыков водителя в хронологическом порядке добавляют в базу данных о его профессиональном уровне.

В качестве примера рассмотрена оценка у двух водителей легковых автомобилей навыка удержания полосы движения в сценарии, заключающемся в движении за впереди идущим транспортным средством

на извилистом участке дороги. При прохождении данного участка дороги обоими водителями на входы нейронной сети, обученной классифицировать навыки водителя на четыре категории с оценками "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" и "неудовлетворительно", подавались значения таких параметров текущих дорожно-транспортных ситуаций (см. чертеж), как дистанция D_1 от управляемого транспортного средства до впереди идущего транспортного средства, скорости V_0 и V_1 управляемого и впереди идущего транспортных средств соответственно, расстояния d_L и d_R от управляемого транспортного средства до левой и правой полос движения соответственно. После прохождения указанного участка дороги первый водитель на выходе нейронной сети получил оценку "отлично", а второй - "удовлетворительно", что свидетельствует о более высоком уровне навыка у первого водителя удерживать полосу движения по сравнению со вторым водителем.

Таким образом, предлагаемый способ позволит расширить функциональные возможности известного способа и повысить безопасность функционирования транспортных систем путем осуществления комплексной оценки текущего уровня профессионально важных качеств и навыков водителей транспортных средств непосредственно в процессе их трудовой деятельности.

Источники информации:

- 1) US 2019/0049267A1, МПК: B60W 40/09, 2019 г.
- 2) US 2005/0131597 A1, МПК: G06F 19/00, 2005 г.
- 3) US 2018/0105186 A1, МПК: B60W 40/09, 2018 г.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ оценки профессиональных качеств и навыков водителя транспортного средства, заключающийся в том, что задают ряд дорожно-транспортных ситуаций в виде массива параметров, описывающих наличие полос движения на дороге относительно управляемого транспортного средства, текущее положение управляемого транспортного средства относительно других транспортных средств и пешеходов на дороге, динамику управляемого транспортного средства и окружающих его транспортных средств, метеословия, задают возможные сценарии их развития заданных дорожно-транспортных ситуаций, каждому из которых ставят в соответствие определенные профессиональные качества и навыки водителя, в процессе управления водителем транспортным средством для каждого возможного сценария развития заданных дорожно-транспортных ситуаций получают как минимум одну последовательность данных, характеризующих эталонную динамику изменения параметров дорожно-транспортной ситуации в интервале времени от начала до окончания сценария, и задают допустимые области отклонений реальных параметров от эталонных, с использованием полученных данных осуществляют обучение нейронной сети распознаванию заданных дорожно-транспортных ситуаций и реализуемых водителем сценариев их изменения, а также определению уровня профессиональных качеств и навыков водителя на основании отклонений реальных параметров изменения дорожно-транспортных ситуаций от эталонных в соответствующих сценариях, для оценки профессиональных качеств и навыков водителя при управлении им транспортным средством на входы обученной нейронной сети в реальном времени подают последовательность данных о текущей дорожно-транспортной ситуации, с помощью обученной нейронной сети последовательно распознают заданные дорожно-транспортные ситуации и реализуемые водителем сценарии их развития, при этом в случае реализации водителем недопустимого сценария или выхода реальных параметров реализуемого сценария из допустимой области водителю выдают соответствующее сообщение, а в случае реализации водителем определенного сценария по его завершении на выходах обученной нейронной сети получают значения уровней соответствующих профессиональных качеств и навыков водителя, после чего результаты оценки профессиональных качеств и навыков водителя в хронологическом порядке добавляют в базу данных о его профессиональном уровне.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что для задач распознавания дорожно-транспортных ситуаций, реализуемых водителем сценариев их развития и определения уровня профессиональных качеств и навыков водителя, используют отдельные нейронные сети.

