

**УКРАЇНА****(19) UA****(11) 115018****(13) C2****(51) МПК****G01C 3/08** (2006.01)**G01C 11/36** (2006.01)**G06T 7/73** (2017.01)

**МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ**

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2017 02915	(72) Винахідник(и): Бедюх Олександр Радійович (UA), Чжоу Хуіюй (CN)
(22) Дата подання заявки: 28.03.2017	(73) Власник(и): КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА, вул. Володимирська, 60, м. Київ, 01601 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 28.08.2017	(74) Представник: Комар Надія Петрівна
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.07.2017, Бюл.№ 13	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2602729 C2, 20.11.2016 WO 2015122658, 20.08.2015 JP 2014106901 A, 09.06.2014 DE 19800354 A1, 16.07.1998 WO 2015176933 A1, 26.11.2015 EP 2833096 A1, 04.02.2015 JPH 11153406 A, 08.06.1999
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 28.08.2017, Бюл.№ 16	

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНІ ДО ОБ'ЄКТА (ВАРІАНТИ) ТА АВТОМОБІЛЬНИЙ ПАСИВНИЙ ОПТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ**(57) Реферат:**

Спосіб вимірювання відстані до об'єкта для використання в автомобільному пасивному оптичному пристрою. Спосіб полягає в створенні бази даних об'єктів, які часто зустрічаються в полі зору спостерігача або об'єктива камери, при русі автомобіля і характерних деталей цих об'єктів, які мають відомі розміри по ширині або по висоті; вимірюванні розмірів контрольного об'єкта і відстані від нього до детектора зображень; фіксуванні зображення об'єкта разом із зображенням контрольного об'єкта; порівнянні зображення об'єкта з зображеннями з бази даних; вимірюванні на зображенні розмірів характерної деталі об'єкта і розмірів контрольного об'єкта; обчисленні відстані до об'єкта. Наведений другий варіант способу, який полягає в вимірюванні відстані від детектора зображень до полотна дороги; фіксуванні зображення ділянки полотна дороги з її характерними елементами разом із зображенням контрольного об'єкта; вимірюванні на зображенні розмірів характерних елементів полотна дорожнього покриття; фіксування зображення об'єкта разом із зображенням характерних елементів полотна дороги; вимірюванні на зображенні розмірів елементів полотна по умовній горизонтальній лінії, що проходить по нижньому краю об'єкта; обчислення відстані до об'єкта. За допомогою пасивного оптичного пристрою, який використовує зазначені вище способи, забезпечується висока точність визначення відстані до об'єкта.

UA 115018 C2

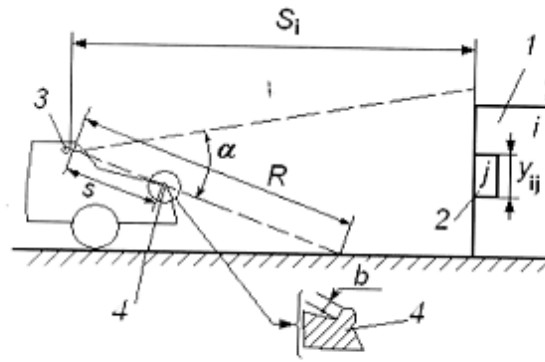


Fig. 1

Винахід належить до пасивних оптичних способів і засобів вимірювання відстані до віддалених об'єктів і призначений для підвищення точності визначення відстаней переважно під час руху автомобіля.

Відомі різні оптичні системи, способи, засоби і пристрої для вимірювання відстаней до об'єктів, які можна розділити на системи активного і пасивного типу.

Активні оптичні способи і пристрої [описані, наприклад, в патенті Японії JP2013124968, дата публікації 24.06.2013, в патентах Російської федерації RU2605628, дата публікації 27.12.2016 і RU2577079, дата публікації 10.03.2016, в заявці на винахід США 20160377719, дата публікації 29.12.2016] використовують явище відбиття світла і вимір часу проходження відбитого сигналу від об'єктів. Недоліком даних рішень є необхідність використовувати додаткове обладнання, що робить дорожчим конструкцію, і не завжди можливо в умовах вже змонтованих систем відеоспостереження.

У пасивних оптичних системах відомі кілька методів отримання інформації про відстань до об'єкту.

Найбільш поширеними є способи і пристрої, які використовують метод триангуляції або стереозору, коли проводиться суміщення зображення об'єкта щонайменше з двох точок спостереження (див., наприклад, книгу "Multiple View Geometry in Computer Vision" by Richard Hartley and Andrew Zisserman, Cambridge University Press, March 2004, або опис далекоміра з Європейського патенту EP102300054, дата публікації 28.12.2011). У цьому випадку необхідно використовувати або реального спостерігача, який міг би поєднувати зображення, або використовувати систему щонайменше з двох еталонних проекційних камер і спеціальні обчислення. Недоліком таких систем є обмеження в діапазонах вибору відстаней і необхідність великого обсягу обчислень, що ускладнює їх використання в режимі реального часу.

Відомі пасивні оптичні системи для вимірювання відстані до об'єкта по розмиттю зображення при заданому русі відеодетектора або при регулюванні фокусу відеодетектора [див., наприклад, статтю: Loktev AA, Loktev DA, "Method of Determining the Distance to the Object by Analyzing its Image Blur", Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering, 2015-ro, No. 6, pp. 140-151 (inRussian)], а також при використанні мультифокусних камер [див., наприклад, опис патенту Японії JP2013205516, дата публікації 07.10.2013]. Недоліками відомих систем є обмеження в діапазонах вибору відстаней, необхідність у великому обсязі обчислень, і недостатня точність вимірювання відстаней.

Відомий пасивний спосіб для визначення відстаней між об'єктами, описаний в заявці на винахід Кореї WO/2015/122658, дата публікації 20.08.2015, згідно з яким, відстань між початковою і кінцевою точками обчислюється за допомогою порівняння відеозображень, отриманих від відеокамери, і відеозображень з заздалегідь створеної бази даних. Проводиться вилучення та аналіз характеристик відеозображень об'єктів, переданих користувачеві, порівняння характеристик об'єктів з базою даних, і вибір найбільш схожих образів в базі даних. Недоліком такого технічного рішення є жорстка прив'язка до району, в якому така база даних відеозображень була створена.

Відомі пасивні оптичні способи визначення відстаней за допомогою фіксації об'єкта, до якого вимірюється відстань, на відеокадр одночасно із зображенням деталі на об'єкті або виділеного об'єкта, розміри яких заздалегідь відомі. Наприклад, згідно з патентом Російської Федерації RU2470376, дата публікації 20.12.2012, на шляху руху транспортного засобу (ТЗ) розміщують відеокамеру, при появі ТЗ в зоні контролю фіксують відеокадр із зображенням пластини з державним реєстраційним знаком (ГРЗ) на ТЗ. Проводять розпізнавання символів ГРЗ, за якими визначають тип пластини ГРЗ. Вимірюють координати точок (вершин) кутів зображення пластини ГРЗ в системі координат відеокадру, визначають геометричні розміри зображення пластини ГРЗ на відеокадрі в пікселях. У заявленій групі винаходів вимірюється відстань до певної точки ТС, а саме до центру пластини ГРЗ, незалежно від висоти установки відеокамери над автодорогою. Застосування групи винаходів дозволяє підвищити ймовірність ідентифікації ТЗ при виявленні порушення швидкісного режиму. Недоліком такого способу є необхідність точної прив'язки камери до її розташування, необхідність попереднього вимірювання параметрів взаємного розташування відеокамери і об'єкта в площині дороги, що обмежує застосування відомого технічного рішення тільки обраною ділянкою дороги.

Найбільш близьким за технічною суттю до заявленої системи є спосіб визначення відстані за допомогою камери описаний в патенті Російської Федерації RU2602729, дата публікації 20.11.2016. Згідно з першим варіантом відомого способу, визначення відстані за допомогою камери включає наступні кроки: отримують принаймні один відеокадр і калібрувальні характеристики камери, далі виділяють і вводять розміри принаймні одного об'єкта, відстань до якого необхідно виміряти, потім визначають відстань до принаймні одного виділеного об'єкту на

підставі калібрувальних характеристик камери. Недоліком такого способу є необхідність обов'язкового калібрування камери по виділеному об'єкту, що або звужує можливості вимірювань тільки зоною вибраного виділеного об'єкта, або призводить до необхідності постійно вибирати нові виділені об'єкти для калібрування камери і вимірювати відстань до них,

5 що ускладнює використання методу в режимі реального часу.

В основу винаходу поставлено задачу шляхом зміни складу і послідовності дій, а також зміною складу і взаємного розташування частин створити спосіб вимірювання відстані до об'єкта (варіанти) та автомобільний пасивний оптичний пристрій для його реалізації, які дають можливість вимірювати відстань в режимі реального часу без прив'язки до певної місцевості з

10 підвищеною точністю вимірювання.

Ця задача вирішена тим, що згідно з першим варіантом здійснення винаходу, спосіб вимірювання відстані включає в себе наступні кроки:

(а) створюють в обчислювальному пристрої базу даних множини n об'єктів які часто зустрічаються в полі зору спостерігача або об'єктива камери при русі автомобіля з номерами i

15 від 1 до n і множини m характерних деталей цих об'єктів з номерами j від 1 до m , які мають відомі розміри по ширині x_{ij} або по висоті y_{ij} ;

(б) вимірюють реальну ширину a , реальну висоту b і відстань s від детектора зображень розташованого в салоні автомобіля до щонайменше одного контрольного об'єкта, розташованого на кузові автомобіля або який є частиною кузова автомобіля, і заносять ці дані в

20 базу даних обчислювального пристрою;

(в) фіксують зображення об'єкта, відстань S_i до якого вимірюється, разом із зображенням щонайменше одного контрольного об'єкта ширина a , висота b і відстань s до якого від детектора зображень відомі і занесені в базу даних обчислювального пристрою;

(г) проводять порівняльний аналіз зображення об'єкта із зображеннями об'єктів з бази даних обчислювального пристрою і виділяють на об'єкті щонайменше одну характерну деталь, розмір

25 по ширині x_{ij} або по висоті y_{ij} якої є в базі даних;

(д) вимірюють на зображенні ширину x_0 або висоту y_0 щонайменше однієї характерної деталі об'єкта з бази даних, яка має відомі розміри по довжині x_{ij} або по висоті y_{ij} , і ширину a_0 або висоту b_0 контрольного об'єкта;

(е) проводять обчислення відстані S_i до об'єкта за формулою

$$S_i = s \cdot (a_0 / x_0) - (x_{ij} / a)$$

або

$$S_i = s \cdot (b_0 / y_0) - (y_{ij} / b).$$

Об'єктами для бази даних, які часто зустрічаються в полі зору спостерігача або об'єктива камери при русі автомобіля, можуть бути автотранспортні засоби, дорожні знаки, елементи розмітки на дорогах, технічні будівлі, житлові будинки, люди, тварини та інші об'єкти. Такі об'єкти повинні мати характерні деталі, розміри яких змінюються несуттєво від об'єкта до об'єкта. Наприклад, такими деталями можуть бути габарити вантажних контейнерів контейнеровозів або фур для вантажних перевезень, розміри пластин з державними реєстраційними знаками, розміри дорожніх знаків, висота вікон багатоповерхових будинків, ріст

40 дорослих людей, діаметри і висоти стовпів для дорожнього освітлення і т.п. Контрольним об'єктом з відомими розмірами і відстанню від нього до детектора зображень, може бути будь-який конструктивний або декоративний елемент, наприклад, капота автомобіля, розміри якого можна виміряти. Такий контрольний об'єкт повинен постійно перебувати в полі зору детектора

45 зображень і з'являтися на кадрі при фіксації зображень об'єктів, відстань до яких вимірюється. Виділення характерних деталей на об'єкті, відстань до якого вимірюється, вимір розмірів цих деталей і розмірів контрольного об'єкта на зображенні, і, за цими даними, обчислення відстані до об'єкта може проводитися обчислювальним пристроєм в режимі реального часу.

Згідно з другим варіантом, спосіб вимірювання відстані включає в себе наступні кроки:

(а) на рівній прямолінійній ділянці дороги вимірюють і заносять в базу даних обчислювального пристрою відстань R від детектора зображень розташованого в салоні автомобіля до полотна дороги по прямій лінії, що з'єднує центр об'єктива детектора, верхню точку контрольного об'єкта на капоті автомобіля і полотно дороги;

(б) фіксують зображення ділянки полотна дороги разом з характерними елементами полотна і/або з нанесеними на полотно дороги елементами дорожньої розмітки, розміри яких і/або відстані між якими по горизонталі залишаються незмінними на значних по довжині ділянках дороги, разом із зображенням щонайменше одного контрольного об'єкта ширина a , і відстань s до якого від детектора зображень відомі і занесені в базу даних обчислювального пристрою;

(в) вимірюють на зафіксованому зображенні ширину L_0 характерного елементу полотна дорожнього покриття і/або ширину L_0 елемента дорожньої розмітки та/або відстань L_0 між елементами дорожньої розмітки по умовній горизонтальній лінії, що проходить по верхньому краю зображення контрольного об'єкта і ширину a_0 контрольного об'єкта;

5 (г) при появі в полі зору детектора зображень об'єкта, відстань S до якого вимірюється, фіксують його зображення, разом із зображенням характерних елементів полотна дороги і/або нанесених на полотно дороги елементів дорожньої розмітки;

(д) вимірюють на зафіксованому зображенні об'єкта, відстань до якого вимірюється, ширину L_1 характерного елементу полотна дорожнього покриття і/або ширину L_1 елемента дорожньої розмітки і/або відстань L_1 по горизонталі між елементами дорожньої розмітки по умовній горизонтальній лінії, що проходить по нижньому краю об'єкта;

(е) проводять обчислення відстані S до об'єкта за формулою

$$S=R(L_0/L_1).$$

15 У другому варіанті вимірювання відстані до об'єкта враховується той факт, що реальна ширина полотна дороги або елементів розмітки дорожнього покриття, наприклад, розмітки розмежувальних смуг, не змінюється на значних по довжині ділянках дороги.

Спосіб за обома варіантами може бути реалізований автомобільним пасивним оптичним пристроєм для вимірювання відстані до об'єкта, який містить:

20 (а) обчислювальний пристрій з базою даних множини n об'єктів які часто зустрічаються в полі зору спостерігача або об'єктива камери при русі автомобіля з номерами i від 1 до n і множини m характерних деталей цих об'єктів з номерами y від 1 до m , які мають відомі розміри по довжині x_{ij} або по висоті y_{ij} ;

(б) щонайменше один детектор зображень, розташований переважно у верхній передній частині салону за переднім склом автомобіля;

25 (в) щонайменше один контрольний об'єкт який або є елементом кузова автомобіля або розташований на кузові автомобіля довжина a , висота b і відстань s до якого від детектора зображень відомі.

Використання двох і більшого числа детекторів зображень дозволить проводити вимірювання відстаней кожним з цих детекторів як для різних об'єктів, так і для одного і того ж об'єкта. В останньому випадку підвищується точність визначення відстані.

Використання декількох контрольних об'єктів, також може підвищити точність вимірювання відстані до об'єкта або дозволить проводити одночасні вимірювання відстаней до різних об'єктів в разі використання декількох детекторів зображень.

35 Далі суть винаходу пояснюється детальним описом з посиланнями на креслення, де зображені на:

фіг. 1 - ділянка дороги, на якій показані: об'єкт 1 під номером i ($1 \leq i \leq n$) з бази даних множини n об'єктів які часто зустрічаються в полі зору спостерігача або об'єктива камери при русі автомобіля, відстань S_i до якого вимірюється, характерна деталь 2 цього об'єкта під номером j ($1 \leq j \leq m$) з множини m характерних деталей об'єктів, яка мають відомі реальні розміри по висоті y_{ij} передня частина автомобіля з встановленим детектором зображень 3, розташованим у верхній передній частині кузова за переднім склом автомобіля; контрольний об'єкт 4, з реальною шириною a , висотою b , що знаходиться на відстані s від детектора зображень 3;

45 фіг. 2 - схематичне зображення 5, на якому показані: об'єкт 1 під номером i ($1 \leq i \leq n$) з бази даних множини n об'єктів, відстань S_i до якого вимірюється, характерна деталь 3 цього об'єкта під номером j ($1 \leq j \leq m$) з множини m характерних деталей об'єктів з шириною x_0 або висотою y_0 на зображенні 5, контрольний об'єкт 4 з шириною a_0 і висотою b_0 на зображенні 5;

50 фіг. 3 - вигляд зверху ділянки дороги з елементами 6 дорожньої розмітки, на якому показані: передня частина автомобіля з встановленим детектором зображень 3, контрольний об'єкт 4 якій є елементом капоту автомобіля довжина a , і відстань s до якого від детектора зображень 3 відомі;

фіг. 4 - схематичне зображення 7, на якому показані: ділянка дороги з елементами 6 дорожньої розмітки, контрольний об'єкт 4 якій є елементом капоту автомобіля, об'єкт 2, відстань до якого вимірюється.

55 Наступний опис представляє найкращі варіанти втілення винаходу. Цей опис зроблено з метою ілюстрації основних принципів винаходу і його не слід розуміти як вичерпний для всіх варіантів втілення винаходу. Обсяг прав винаходу найповніше визначається посиланням на прикладену формулу винаходу.

Згідно з першим варіантом, спосіб вимірювання відстані включає в себе наступні кроки (див. фігури 1 і 2):

(а) створюють в обчислювальному пристрої базу даних множини n об'єктів 1 які часто зустрічаються в полі зору спостерігача або об'єктива камери при русі автомобіля з номерами i від 1 до n і множини m характерних деталей 2 цих об'єктів з номерами j від 1 до m , які мають відомі розміри по ширині x_{ij} або по висоті y_{ij} ;

5 (б) вимірюють реальну ширину a , реальну висоту b і відстань s від детектора зображень 3 розташованого в салоні автомобіля до щонайменше одного контрольного об'єкта 4, розташованого на кузові автомобіля або який є частиною кузова автомобіля, і заносять ці дані в базу даних обчислювального пристрою;

10 (в) фіксують зображення 5 об'єкта 1 під номером ($1 \leq i \leq n$), відстань S_i до якого вимірюється (див. фігури 1 і 2), разом із зображенням щонайменше одного контрольного об'єкта 4 ширина a , висота b і відстань s до якого від детектора зображень 3 відомі і занесені в базу даних обчислювального пристрою;

15 (г) проводять порівняльний аналіз зображення об'єкта 1 із зображеннями об'єктів 1 з бази даних обчислювального пристрою і виділяють на об'єкті 1 щонайменше одну характерну деталь 2, розмір по ширині x_{ij} або по висоті y_{ij} якої є в базі даних;

(д) вимірюють на зображенні 5 ширину x_0 або висоту y_0 щонайменше однієї характерної деталі 2 об'єкта 1 з бази даних, яка має відомі розміри по довжині x_{ij} або по висоті y_{ij} , і ширину a_0 або висоту b_0 контрольного об'єкта 4;

(е) проводять обчислення відстані S_i до об'єкта 1 за формулою

20
$$S_i = s \cdot (a_0/x_0) - (x_{ij}/a)$$

або

$$S_i = s \cdot (b_0/y_0) - (y_{ij}/b).$$

Обчислювальним пристроєм (який не показаний на фігурах 1-4), в пам'ять якого заносять базу даних множини n об'єктів 1 і множини m характерних деталей 2 цих об'єктів, які мають відомі розміри по ширині або по висоті, може бути бортовий комп'ютер автомобіля або переносний обчислювальний пристрій (ноутбук, нетбук, мобільний телефон), який може приймати інформацію з щонайменше одного детектора зображень 3.

Детектором зображень 3 можуть бути відеокамери, відеореєстратори, камери як бортового, так і переносних обчислювальних пристроїв.

30 Кількість детекторів зображень 3 може бути більше одного з тим, щоб або забезпечити фіксацію зображень в різних напрямках і кутах спостережень за об'єктами 1, наприклад, в передній і задній півсферах, або забезпечити фіксацію зображення одного і того ж об'єкта 1 декількома детекторами зображень 3, з метою підвищення точності визначення відстані до об'єкта 1. Останнє забезпечується за рахунок використання відомого методу - усереднення результатів багаторазових незалежних вимірювань.

Контрольними об'єктами 4, які бажано заздалегідь вибрати на поверхні кузова автомобіля, можуть бути будь-які конструктивні або декоративні деталі кузова, розміри яких можна виміряти, наприклад, довжина кромки передньої частини капота автомобіля (див. Фіг. 3).

40 Кількість контрольних об'єктів 4 може бути більше одного з тим, щоб або використовувати їх при роботі декількох детекторів зображень 3, при цьому кожен детектор зображень 3 може використовуватися разом з одним певним контрольним об'єктом 4, або при роботі одного детектора 3 з декількома контрольними об'єктами 4, що дозволяє отримати кілька незалежних результатів вимірювань і, відповідно, підвищити точність вимірювання відстані до об'єкта 1.

45 Порівняльний аналіз зафіксованого зображення (наприклад, зображення 5, див. фіг. 2, або зображення 7, див. фіг. 4) об'єкта 1 з зображеннями об'єктів 1 з бази даних обчислювального пристрою, а також вимірювання розмірів характерних деталей 2 і розмірів контрольних об'єктів 4 на зафіксованих зображеннях (див. фіг. 2 і фіг. 3), можна проводити за допомогою відомих методів аналізу, обробки і порівняння зображень, наприклад, по характерних змінах кольору і контрастності зображень.

50 Вимірювання всіх реальних розмірів контрольних об'єктів 4, обраних на поверхні кузова автомобіля, а також відстаней від них до детекторів зображень 3, бажано провести заздалегідь за допомогою будь-якого відомого методу або пристрою, наприклад, за допомогою вимірювальної рулетки, і потім занести отримані результати в обчислювальний пристрій.

55 Обчислення результатів вимірювань за отриманими даними проводиться на процесорі обчислювального пристрою.

Згідно з другим варіантом, спосіб вимірювання відстані включає в себе наступні кроки (див. фігури 3 і 4):

(а) на рівній прямолінійній ділянці дороги вимірюють і заносять в базу даних обчислювального пристрою відстань Y (див. фіг. 3) від детектора зображень 3 розташованого в

салоні автомобіля до полотна дороги по прямій лінії, що з'єднує центр об'єктива детектора 3, верхню точку контрольного об'єкта 4 на капоті автомобіля і полотно дороги;

(б) фіксують зображення ділянки полотна дороги разом з характерними елементами полотна і/або з нанесеними на полотно дороги елементами дорожньої розмітки 6 (див. фіг. 4), розміри яких і/або відстані між якими по горизонталі (наприклад, відстань L на фіг. 3) залишаються незмінними на значних по довжині ділянках дороги, разом із зображенням щонайменше одного контрольного об'єкта 4 ширина a , і відстань s до якого від детектора зображень 3 відомі і занесені в базу даних обчислювального пристрою;

(в) вимірюють на зафіксованому зображенні 7 ширину L_0 характерного елемента полотна дорожнього покриття і/або ширину L_0 елемента дорожньої розмітки 6 і/або відстань L_0 між елементами дорожньої розмітки 6 (як показано на фіг. 4) по умовній горизонтальній лінії, що проходить по верхньому краю зображення контрольного об'єкта 4 і ширину a_0 контрольного об'єкта 4;

(г) при появі в полі зору детектора зображень 3 об'єкта 1, відстань S до якого вимірюється, фіксують його зображення 7, разом із зображенням характерних елементів полотна дороги і/або нанесених на полотно дороги елементів дорожньої розмітки 6 і 8 (як показано на фіг. 4);

(д) вимірюють на зафіксованому зображенні 7 об'єкта 1, відстань до якого вимірюється, ширину L_1 характерного елемента полотна дорожнього покриття і/або ширину L_1 елемента дорожньої розмітки і/або відстань L_1 по горизонталі між елементами дорожньої розмітки 8 по умовній горизонтальній лінії, що проходить по нижньому краю об'єкта (цей варіант показаний на фіг. 4);

(е) проводять обчислення відстані S до об'єкта 1 за формулою

$$S=R(L_0/L_1).$$

Вимірювання відстані R від детектора зображень 3 до полотна дороги по прямій лінії, що з'єднує центр об'єктива детектора 3, верхню точку контрольного об'єкта 4 на капоті автомобіля і полотно дороги, а також всіх реальних розмірів контрольних об'єктів 4, обраних на поверхні кузова автомобіля, а також відстаней від них до детекторів зображень 3, бажано провести заздалегідь за допомогою будь-якого відомого методу або пристрою, наприклад, за допомогою вимірювальної рулетки, і потім занести отримані результати в обчислювальний пристрій.

Вимірювання на зафіксованому зображенні 7 ширини L_0 характерного елемента полотна дорожнього покриття і/або ширини L_0 елемента дорожньої розмітки 6 і/або відстані L_0 між елементами дорожньої розмітки 6 (як показано на фіг. 4) по умовній горизонтальній лінії, що проходить по верхньому краю зображення контрольного об'єкта і ширину a_0 контрольного об'єкта, а також ширини L_1 характерного елемента полотна дорожнього покриття і/або ширини L_1 елемента дорожньої розмітки і/або відстані L_1 по горизонталі між елементами дорожньої розмітки 8 по умовній горизонтальній лінії, що проходить по нижньому краю об'єкта (цей варіант показаний на фіг. 4) проводять відомими методами вимірювань розмірів на зображеннях, наприклад, по характерних змінах кольору і/або контрастності на зображенні.

Всі вимірювання розмірів на зображеннях і по ним обчислення результатів вимірювань відстаней до об'єктів проводяться в процесорі обчислювального пристрою.

Спосіб за обома варіантами може бути реалізований автомобільним пасивним оптичним пристроєм для вимірювання відстані до об'єкта, який містить (див. фігури 1 і 3):

(а) обчислювальний пристрій (не показаний на фігурах) з базою даних множини n об'єктів 1 які часто зустрічаються в полі зору спостерігача або об'єктива камери при русі автомобіля з номерами і від 1 до n і множини m характерних деталей 2 цих об'єктів з номерами y від 1 до m , які мають відомі розміри по довжині x_{ij} або по висоті y_{ij}

(б) щонайменше один детектор зображень 3, розташований переважно у верхній передній частині салону за переднім склом автомобіля;

(в) щонайменше однієї контрольний об'єкт 4 або який є елементом кузова автомобіля або розташований на кузові автомобіля довжина a , висота b і відстань s до якого від детектора зображень 3 відомі.

Всі зазначені в описі кроки по реалізації способів вимірювання відстані або можуть проводитися заздалегідь, або досить прості з тим, щоб їх можна було використовувати в режимі реального часу.

Точність вимірювання відстаней за першим варіантом способу залежить від точності визначення відомих розмірів характерних деталей об'єктів і точності вимірювання розмірів контрольних об'єктів, а за другим варіантом способу від точності вимірювання розмірів на зображеннях і точності вимірювання розмірів контрольних об'єктів. Таким чином, можна забезпечити досить високу точність визначення відстані, особливо в порівнянні з відомими пасивними оптичними методами вимірювання відстаней.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб вимірювання відстані до об'єкта для використання в автомобільному пасивному оптичному пристрої, який включає:

(а) створення в обчислювальному пристрої бази даних множини n об'єктів, які часто зустрічаються в полі зору спостерігача або об'єктива камери, при русі автомобіля з номерами i від 1 до n , та множини m характерних деталей цих об'єктів з номерами j від 1 до m , які мають відомі розміри по ширині x_{ij} або по висоті y_{ij} ;

(б) вимірювання реальної ширини a , реальної висоти b і відстані s від детектора зображень, розташованого в салоні автомобіля, до щонайменше одного контрольного об'єкта, розташованого на кузові автомобіля або який є частиною кузова автомобіля, і занесення цих даних в базу даних обчислювального пристрою;

(в) фіксацію зображення об'єкта, відстань S_i до якого вимірюють разом із зображенням щонайменше одного контрольного об'єкта шириною a , висотою b , і відстань s до якого від детектора зображень відома, і занесення в базу даних обчислювального пристрою;

(г) порівняння зображення об'єкта із зображеннями об'єктів з бази даних обчислювального пристрою і виділення на об'єкті щонайменше однієї характерної деталі, розмір по ширині x_{ij} або по висоті y_{ij} якої є в базі даних;

(д) вимірювання на зображенні ширини x_0 або висоти y_0 щонайменше однієї характерної деталі об'єкта з бази даних, яка має відомі розміри по довжині x_{ij} або по висоті y_{ij} і ширину a_0 або висоту b_0 контрольного об'єкта;

(е) обчислення відстані S_i до об'єкта за формулою:

$$S_i = s \cdot (a_0/x_0) - (x_{ij}/a)$$

або

$$S_i = s \cdot (b_0/y_0) - (y_{ij}/b).$$

2. Спосіб вимірювання відстані до об'єкта, який включає:

(а) на рівній прямолинійній ділянці дороги вимірювання і занесення до бази даних обчислювального пристрою відстані R від детектора зображень, розташованого в салоні автомобіля, до полотна дороги по прямій лінії, що з'єднує центр об'єктива детектора, верхню точку контрольного об'єкта на капоті автомобіля і полотно дороги;

(б) фіксування зображення ділянки полотна дороги разом з характерними елементами полотна i або з нанесеними на полотно дороги елементами дорожньої розмітки, розміри яких i або відстані між якими по горизонталі залишаються незмінними на значних по довжині ділянках дороги, разом із зображенням щонайменше одного контрольного об'єкта ширина a , і відстань s до якого від детектора зображень відома і занесена в базу даних обчислювального пристрою;

(в) вимірювання на зафіксованому зображенні ширини L_0 характерного елемента полотна дорожнього покриття i або ширини L_0 елемента дорожньої розмітки ta або відстані L_0 між елементами дорожньої розмітки по умовній горизонтальній лінії, що проходить по верхньому краю зображення контрольного об'єкта, і ширини a_0 контрольного об'єкта;

(г) при появі в полі зору детектора зображень об'єкта, відстань S до якого вимірюється, фіксування його зображення, разом із зображенням характерних елементів полотна дороги i або нанесених на полотно дороги елементів дорожньої розмітки;

(д) вимірювання на зафіксованому зображенні об'єкта, відстань до якого вимірюється, ширини L_1 характерного елемента полотна дорожнього покриття i або ширини L_1 елемента дорожньої розмітки, i або відстані U по горизонталі між елементами дорожньої розмітки по умовній горизонтальній лінії, що проходить по нижньому краю об'єкта;

(е) обчислювання відстані S до об'єкта за формулою:

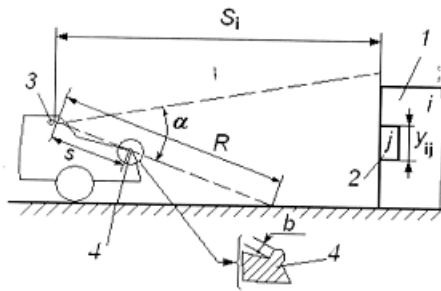
$$S = R(L_0/L_1).$$

3. Автомобільний пасивний оптичний пристрій для вимірювання відстані до об'єкта для здійснення способу за одним із пунктів 1, 2, який містить:

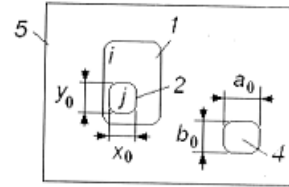
(а) обчислювальний пристрій з базою даних множини n об'єктів, які часто зустрічаються в полі зору спостерігача або об'єктива камери, при русі автомобіля з номерами i від 1 до n , та множини m характерних деталей цих об'єктів з номерами j від 1 до m , які мають відомі розміри по довжині x_{ij} або по висоті y_{ij} ;

(б) щонайменше один детектор зображень, розташований переважно у верхній передній частині салону за переднім склом автомобіля;

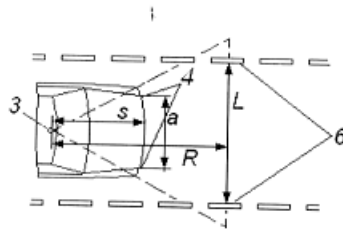
(в) щонайменше один контрольний об'єкт, який або є елементом кузова автомобіля, або розташований на кузові автомобіля довжиною a , висотою b і відстань s до якого від детектора зображень відомі.



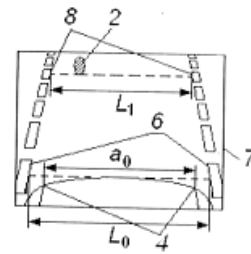
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601