RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **240488**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **420037**

(22) Data zgłoszenia: **29.12.2016**

(51) Int.Cl.
G01G 19/03 (2006.01)
G08G 1/017 (2006.01)
G01G 23/01 (2006.01)

(54) **Sposób i układ do automatycznej kalibracji systemów Weigh-In-Motion (WIM)**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
02.07.2018 BUP 14/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
11.04.2022 WUP 15/22

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
PIOTR BURNOS, Kraków, PL
JANUSZ GAJDA, Kraków, PL
RYSZARD SROKA, Sędziszów Małopolski, PL

PL 240488 B1

Opis wynalazku

Dziedzina

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do automatycznej kalibracji systemów Weigh-In-Motion (WIM).

Stan techniki

Ze zgłoszenia patentowego nr US 2009/0151421 A1 znane jest automatyczne przekazywanie wyników ważenia pochodzących z systemu WIM oraz wyników ważenia tego samego pojazdu pochodzących z wagi statycznej do systemu sterującego, który po zgromadzeniu odpowiedniej liczby danych wypracowuje nowe wartości współczynników kalibracji. Sposób kalibracji polega na zestawieniu wyników ważenia z kalibrowanego systemu WIM z wynikami ważenia tego samego pojazdu na wadze statycznej, po czym następuje automatyczne przesyłanie danych z wagi statycznej do systemu WIM. Jednak pojazd zważony w systemie WIM musi być ręcznie lub automatycznie skierowany na statyczne stanowisko ważące, zatrzymany, zważony (określenie masy całkowitej oraz nacisku poszczególnych osi), a wyniki ważenia muszą być przekazane automatycznie lub ręcznie, w rozwiązaniu alternatywnym, do systemu WIM.

Systemy WIM są wykorzystywane do dynamicznego ważenia pojazdów samochodowych. Zamontowane w nawierzchni pasa ruchu mierzą dynamiczny nacisk wywierany przez koła każdej osi przejeżdżającego pojazdu. Na tej podstawie wg znanego algorytmu są wyznaczane oceny nacisku statycznego każdej osi oraz ocena masy całkowitej pojazdu. Znaną cechą charakterystyczną tego rozwiązania jest brak ograniczenia prędkości ważonego pojazdu, innego niż ten wynikający z przepisów ruchu drogowego.

Ze względu na dużą wartość błędów wyznaczenia w ten sposób wartości nacisku statycznego oraz masy całkowitej, systemy WIM nie mogą być stosowane bezpośrednio do eliminacji przeciążonych pojazdów z ruchu. To zadanie spełniają systemy ważenia statycznego wykorzystujące wagi platformowe, wagi wolnoprzejazdowe oraz wagi statyczne podkładane pod koła ważonego pojazdu. Taka metoda kontroli pojazdów nie jest efektywna gdyż wymaga wyłączenia z ruchu każdego kontrolowanego pojazdu na co najmniej kilkadziesiąt minut. Systemy WIM mogłyby zapewnić znacznie większą efektywność kontroli masy pojazdów samochodowych (ważony jest każdy pojazd przejeżdżający przez stanowisko WIM), ale podstawowym warunkiem jest zwiększenie ich dokładności. Jednym ze sposobów osiągnięcia tego celu jest częsta kalibracja systemu WIM, prowadzona w panujących aktualnie warunkach jego pracy (temperatura, wiatr, opady atmosferyczne). Ze względu na zmienność tych warunków praktycznie oznacza to konieczność ciągłej kalibracji systemów WIM.

Znana jest metoda autokalibracji systemów WIM. Polega ona na automatycznym wykrywaniu przejazdu przez kalibrowane stanowisko WIM pojazdów należących do wybranej klasy. Pojazdy te powinny spełniać następujące wymagania: powinny posiadać cechy umożliwiające ich automatyczną i pewną detekcję na stanowisku WIM, nacisk ich wybranej osi powinien być znany i słabo skorelowany z masą całkowitą pojazdu, pojazdy te powinny posiadać znaczny udział wśród wszystkich pojazdów poruszających się po obszarze, na którym znajduje się system WIM. Pojazdy spełniające te wymagania są nazywane pojazdami referencyjnymi i pełnią rolę „wzorców" nacisku osi. Do wad tego rozwiązania należy: występująca niepewność nacisku statycznego wybranej osi, pełniącego rolę wzorca, relatywnie mała częstotliwość z jaką pojazdy referencyjne przejeżdżają przez kalibrowane stanowisko WIM oraz możliwość niepoprawnej detekcji takiego pojazdu.

Istota

Sposób automatycznej kalibracji systemu Weigh-In-Motion WIM wykorzystujący referencyjny system WIM według wynalazku posiada następujące etapy

a) ważenia, za pomocą wagi do pomiaru masy pojazdu, każdego pojazdu ciężarowego przejeżdżającego przez referencyjny system WIM i uzyskiwania pierwszego (referencyjnego) wyniku ważenia pojazdu,
b) zapamiętywania identyfikatora pojazdu w pamięci identyfikatorów pojazdów,
c) przekazywanie referencyjnego wyniku ważenia pojazdu oraz jego identyfikatora do co najmniej jednego kalibrowanego systemu WIM,
d) w przypadku wykrycia tego samego pojazdu w którymkolwiek z kalibrowanych systemów WIM następuje ponowne jego ważenie pojazdu za pomocą wagi do pomiaru masy pojazdu i uzyskiwanie drugiego wyniku ważenia tego samego pojazdu,

e) wyznaczenie przez jednostkę przetwarzającą na podstawie pierwszego (referencyjnego) i drugiego wyniku ważenia, wartości współczynnika kalibracji dla kalibrowanego systemu WIM, w którym wykryto obecność określonego pojazdu,
f) korygowanie współczynnika kalibracji kalibrowanego systemu WIM po zgromadzeniu dostatecznej liczby par wyników ważenia (pierwszy i drugi wynik).

Korzystnie, identyfikatorem pojazdu jest numer rejestracyjny pojazdu.

Korzystnie, podczas ważenia w etapie a) wyznaczane są wartości nacisku statycznego poszczególnych osi pojazdu referencyjnego.

Układ automatycznej kalibracji systemu Weigh-In-Motion WIM zawierający referencyjny system WIM według wynalazku zawiera referencyjny system WIM, który zawiera wagi do pomiaru masy pojazdu referencyjnego połączone z pierwszym układem jednoznacznej identyfikacji pojazdów, które połączone są z pamięcią identyfikatorów pojazdów. Referencyjny system WIM połączony jest za pomocą połączenia bezprzewodowego z co najmniej jednym kalibrowanym systemem WIM zawierającym wagi do pomiaru masy pojazdu połączone z drugim układem jednoznacznej identyfikacji pojazdów, które połączone są z jednostką przetwarzającą.

Korzystne skutki

Sposób kalibracji według wynalazku nie wymaga statycznego ważenia pojazdów wykorzystywanych w procesie kalibracji i nie wykorzystuje również pojazdów referencyjnych, które na danym terenie mogą występować z małą częstotliwością. Rolę wagi referencyjnej pełni jeden z systemów WIM umieszczonych na danym obszarze sieci drogowej. Ten jeden system jest kalibrowany i utrzymywany w bardzo dobrym stanie metrologicznym przy zastosowaniu innych, znanych dotychczas sposobów kalibracji.

Na referencyjnej wadze WIM są ważone wszystkie przejeżdżające pojazdy, które poruszają się po trasie wynikającej z celu podróży. Rozpoznawane są również ich numery rejestracyjne (ewentualnie klasa pojazdu, liczba osi, odległości pomiędzy osiami i inne charakterystyki pojazdu). Żaden pojazd nie jest więc zatrzymywany (jak w przypadku referencyjnego ważenia statycznego) ani kierowany na inną trasę, co w efekcie pozwala zaoszczędzić czas.

Jeżeli taki pojazd zważony na referencyjnym WIM napotka na swojej trasie inny system WIM będący przedmiotem kalibracji, to jest również ważony na nim i jest rozpoznawany jego numer rejestracyjny. Z porównania dwóch wyników ważenia (z referencyjnego systemu WIM i z systemu kalibrowanego) wyznaczany jest współczynnik kalibracji. Zgromadzenie dostatecznie dużej liczby takich par wyników ważenia (z obu systemów) umożliwia skorygowanie kalibrowanego systemu WIM.

Jeden system WIM znajdujący się na danym obszarze i wytypowany jako system referencyjny umożliwia kalibrację wielu innych systemów WIM znajdujących się w okolicy (np. w promieniu 100 km od systemu referencyjnego).

Rozwiązanie będące przedmiotem wynalazku nie wymaga obsługi personelu, budowania stanowiska ważenia statycznego, zakupu wagi statycznej, zakupu lub budowy pojazdu oprzyrządowanego. Jest więc rozwiązaniem zdecydowanie mniej kosztownym i mniej czasochłonnym. Warunkiem stosowania jest duże natężenie ruchu występujące na drogach na obszarze objętym takim działaniem, jednak bez wymagania aby były to pojazdy określonej klasy (takie wymaganie jest formułowane w przypadku autokalibracji systemu WIM).

Figury

Przedmiot wynalazku w przykładach wykonania jest przedstawiony na rysunku, na którym

Fig. 1 przedstawia systemy WIM zlokalizowane na określonym obszarze, kalibrowane opisaną metodą,

Fig. 2 schemat układu automatycznej kalibracji systemu Weigh-In-Motion WIM według wynalazku,

Fig. 3 schemat fragmentu układu automatycznej kalibracji systemu Weigh-In-Motion WIM według wynalazku.

Przykłady realizacji

P r z y k ł a d 1

Przedmiotem wynalazku jest sposób rozwiązania problemu ciągłej kalibracji systemów WIM bazujący na coraz intensywniej rozwijającej się infrastrukturze Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS). Może być on stosowany na ograniczonym obszarze (np. o promieniu 100 km), na którym jest zlokalizowanych co najmniej kilka systemów WIM (Fig. 1). Wszystkie są wyposażone w układ jednoznacznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych, jednoznacznej detekcji na podstawie transponderów stosowanych przy poborze opłat za korzystanie z dróg (np. w systemie Viatoll) lub poprzez detekcję urządzeń mobilnych (telefony, laptopy, tablety itp.) znajdujących się wewnątrz pojazdu, bądź innych

systemów pozwalających na jednoznaczną identyfikację pojazdu w wielu punktach sieci drogowej. Jeden z tych systemów pełni rolę systemu wzorcowego (referencyjnego). Oznacza to, że jest on okresowo (z dużą częstotliwością) kalibrowany jedną ze stosowanych obecnie metod kalibracji (np. metodą pojazdów wstępnie zważonych lub metodą pojazdów wybieranych z ruchu i ważonych statycznie po ich przejechaniu przez kalibrowane stanowisko) oraz regularnie podejmowane są zabiegi mające na celu utrzymanie go w dobrym stanie technicznym. W efekcie niepewność ważenia w tym systemie jest mała i znana. System ten jest wyposażony w układ jednoznacznej identyfikacji pojazdów.

Sposób kalibracji będący przedmiotem wynalazku jest realizowany wg następującego schematu. Każdy pojazd przejeżdżający przez system referencyjny 1 jest ważony za pomocą wagi 1a do pomiaru masy pojazdu (wyznaczane są wartości nacisku statycznego każdej jego osi stanowiące pierwszy (referencyjny) wynik ważenia pojazdu). Równocześnie rejestrowana jest godzina przejazdu, rozpoznawany jest numer rejestracyjny pojazdu oraz mierzone są inne charakterystyki pojazdu jak np. klasa pojazdu (np. wykrywanie czy pojazd jest cysterną do przewożenia ładunków płynnych), liczba osi, ich wzajemne odległości, obecność przyczepy, prędkość przejazdu. Wszystkie dane pomiarowe rejestrowane są w pamięci 1c identyfikatorów pojazdów umieszczonej w referencyjnym systemie WIM 1, po czym łączem bezprzewodowym 3 są transmitowane do wszystkich kalibrowanych systemów WIM 2 znajdujących się na wyróżnionym obszarze i są zapamiętywane w ich pamięci. Analogiczna procedura jest realizowana w każdym kalibrowanym systemie WIM 2. W przypadku wykrycia tego samego pojazdu w którymkolwiek z pozostałych kalibrowanych systemów WIM następuje jego ponowne ważenie za pomocą wagi 2a do pomiaru masy pojazdu i uzyskiwanie drugiego wyniku ważenia tego samego pojazdu. Również te wyniki pomiarowe o takiej samej strukturze są zapamiętywane. W zbiorze wyników pomiarowych zapisanych w pamięci każdego kalibrowanego systemu WIM 2 za pomocą jednostki przetwarzającej 2c poszukiwane są pary wyników pomiarowych odpowiadające temu samemu pojazdowi (identyfikacja następuje poprzez numer rejestracyjny). Porównanie wyniku ważenia uzyskanego na referencyjnym systemie WIM z wynikiem ważenia tego samego pojazdu uzyskanym na kalibrowanym systemie WIM jest podstawą wyznaczenia wartości współczynnika kalibracyjnego dla tego systemu WIM 2. Zgromadzenie dostatecznie dużej liczby takich par wyników ważenia w każdym spośród kalibrowanych systemów WIM 2 jest podstawą skorygowania ich współczynników kalibracji. Proces jest realizowany w sposób ciągły.

P r z y k ł a d 2

Układ automatycznej kalibracji systemu Weigh-In-Motion WIM zawierający referencyjny system WIM 1 zawiera wagi 1a do pomiaru masy pojazdu przejeżdżającego przez referencyjny system 1. Wagi te określają masę pojazdu. Wagi 1a połączone są z pierwszym układem 1b jednoznacznej identyfikacji pojazdów. Układ 1b jednoznacznej identyfikacji pojazdów zawiera elementy do pobierania danych dotyczących numeru rejestracyjnego pojazdu. Układ 1b jednoznacznej identyfikacji pojazdów połączony jest z pamięcią 1c identyfikatorów pojazdów, w której zgromadzone są numery rejestracyjne pojazdów oraz inne charakterystyki pojazdów jak np. klasa pojazdu (np. czy pojazd jest cysterną do przewożenia ładunków płynnych), liczba osi, ich wzajemne odległości, obecność przyczepy, prędkość przejazdu, czas przejazdu.

Referencyjny system WIM 1 połączony jest za pomocą połączenia bezprzewodowego 3 z co najmniej jednym kalibrowanym systemem WIM 2 zawierającym wagi 2a do pomiaru masy pojazdu. Wagi 2a połączone są z drugim układem 2b jednoznacznej identyfikacji pojazdów, który połączony jest z jednostką przetwarzającą 2c. W jednostce przetwarzającej 2c dokonuje się porównania wyniku ważenia uzyskanego na referencyjnym systemie WIM 1 z wynikiem ważenia tego samego pojazdu uzyskanym na kalibrowanym systemie WIM 2. Stanowi to podstawę wyznaczenia wartości współczynnika kalibracyjnego dla tego systemu WIM 2 w jednostce przetwarzającej.

Lista oznaczeń odsyłających

1	–	referencyjny system WIM
1a	–	wagi do pomiaru masy pojazdu referencyjnego
1b	–	pierwszy układ jednoznacznej identyfikacji pojazdów
1c	–	pamięć identyfikatorów pojazdów
2	–	kalibrowany system WIM
2a	–	wagi do pomiaru masy pojazdu
2b	–	drugi układ jednoznacznej identyfikacji pojazd
2c	–	jednostka przetwarzająca

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób automatycznej kalibracji systemu Weigh-In-Motion WIM wykorzystujący referencyjny system WIM, **znamienny tym**, że posiada następujące etapy
   a) ważenia, za pomocą wagi (1a) do pomiaru masy pojazdu, każdego pojazdu ciężarowego przejeżdżającego przez referencyjny system WIM (1) i uzyskiwania pierwszego referencyjnego wyniku ważenia pojazdu,
   b) zapamiętywania identyfikatora pojazdu i czasu przejazdu w pamięci (1c) identyfikatorów pojazdów,
   c) przekazywanie referencyjnego wyniku ważenia pojazdu oraz jego identyfikatora do co najmniej jednego kalibrowanego systemu WIM (2),
   d) w przypadku wykrycia tego samego pojazdu w którymkolwiek z kalibrowanych systemów WIM (2) następuje ponowne ważenie pojazdu za pomocą wagi (2a) do pomiaru masy pojazdu i uzyskiwanie drugiego wyniku ważenia dla tego samego pojazdu;
   e) wyznaczenie przez jednostkę przetwarzającą (2c) na podstawie pierwszego i drugiego wyniku ważenia, wartości współczynnika kalibracji dla kalibrowanego systemu WIM (2), w którym wykryto obecność pojazdu zważonego uprzednio w referencyjnym systemie WIM,
   f) korygowanie współczynnika kalibracji kalibrowanego systemu WIM (2).
2. Sposób automatycznej kalibracji według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że identyfikatorem pojazdu jest numer rejestracyjny pojazdu.
3. Sposób automatycznej kalibracji według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że podczas ważenia w etapie a) wyznaczane są referencyjne wartości nacisku statycznego poszczególnych osi pojazdu.
4. Układ automatycznej kalibracji systemu Weigh-In-Motion WIM zawierający referencyjny system WIM (1), **znamienny tym**, że
   referencyjny system WIM (1) zawiera wagi (1a) do pomiaru masy pojazdu referencyjnego połączone z pierwszym układem (1b) jednoznacznej identyfikacji pojazdów, które połączone są z pamięcią (1c) identyfikatorów pojazdów,
   referencyjny system WIM (1) połączony jest za pomocą połączenia bezprzewodowego (3) z co najmniej jednym kalibrowanym systemem WIM (2) zawierającym wagi (2a) do pomiaru masy pojazdu połączone z drugim układem (2b) jednoznacznej identyfikacji pojazdów, które połączone są z jednostką przetwarzającą (2c).

Rysunki

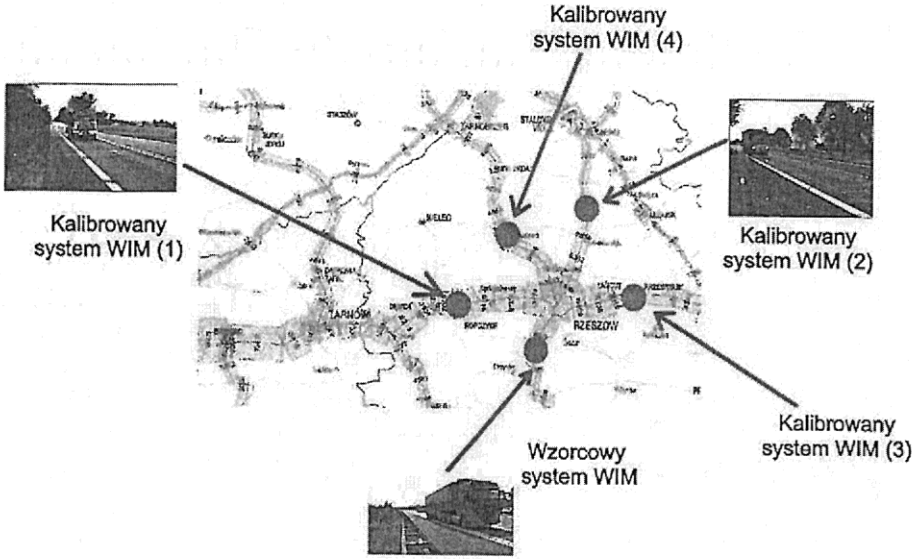

Fig. 1

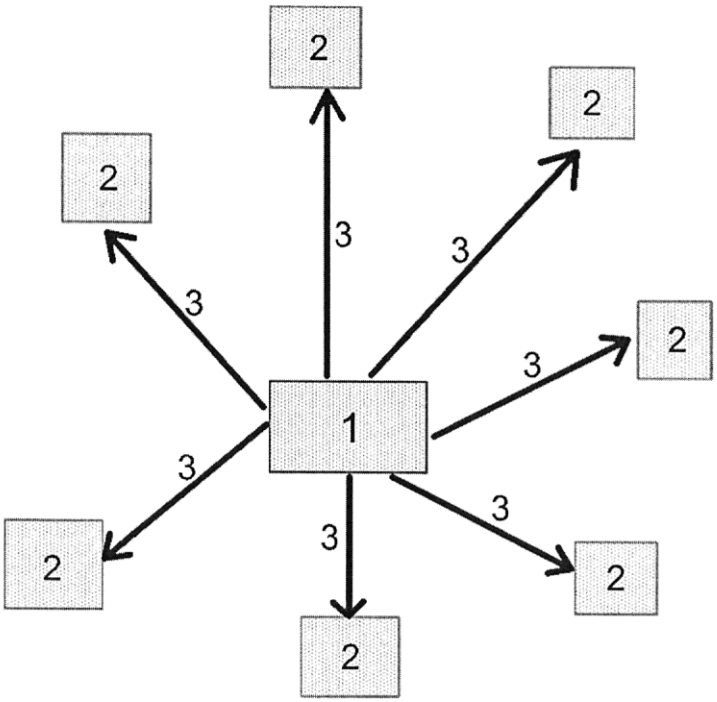

Fig. 2

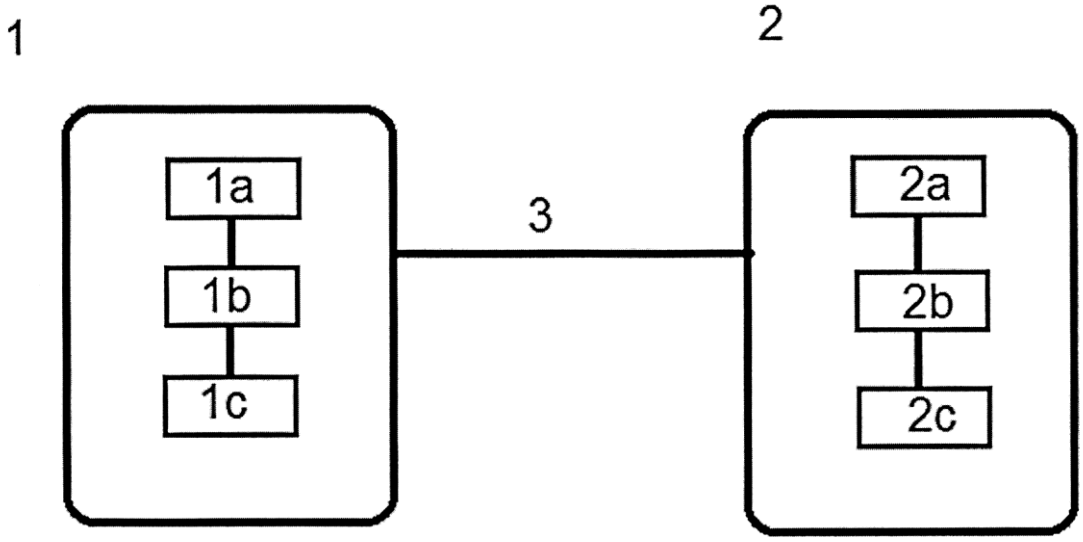

Fig. 3