

Procedura oceny jakości dla klasyfikacji pojazdów

Opis procedury weryfikacji jakości dla systemu realizującego detekcję i klasyfikację pojazdów przy pomocy pętli indukcyjnych lub innych detektorów (kamery, lidary, czujniki kwarcowe, czujniki magnetyczne).

- Wersja: 1.0.0
- Autorzy:
 - Cezary Dołęga / Neurosoft
 - Monika Wasilewska / PWR

Spis treści

- 1. Podstawy
 - 1.1. Pole detekcji
 - 1.2. Linia detekcji
 - 1.3. Znacznik czasu
 - 1.4. Kategoria pojazdu
 - 1.5. Struktura ruchu
- 2. Jakość
 - 2.1. Definicja
 - 2.2. Poziom ufności
 - 2.3. Przedział ufności
 - 2.4. Minimalne wielkości próby
 - 2.5. Macierz konfuzji
 - 2.6. Współczynnik E1x
 - 2.7. Współczynnik E2i
 - 2.8. Wymagania
- 3. Test
 - 3.1. Warunki
 - 3.2. Próba testowa
 - 3.3. Zapis wideo
 - 3.4. Dane źródłowe
 - 3.5. Przebieg testu
 - 3.5.1. Krok 1
 - 3.5.2. Krok 2
 - 3.5.3. Krok 3
 - 3.6. Wydłużenie próby
 - 3.7. Przekazanie danych
- 4. Ocena
 - 4.1. Wymagania
 - 4.2. Dane przetworzone
 - 4.3. Wyniki
 - 4.4. Raport
- 5. Wnioski
 - 5.1. Weryfikacja formalna

- [5.2. Weryfikacja merytoryczna](#)
- [5.3. Akceptacja testu](#)
- [5.4. Powtórzenie testu](#)

1. Podstawy

1.1. Pole detekcji

Pole detekcji to miejsce na drodze, gdzie następuje detekcja i klasyfikacja pojazdu. Z założenia pole detekcji obejmuje pełny przekrój drogi, czyli wszystkie pasy ruchu, na których zamontowano testowane urządzenia wraz z pasem awaryjnym (jeżeli występuje). System powinien być tak skonstruowany, by zapewnić detekcję wszystkich pojazdów poruszających się w danym kierunku.

W lokalizacjach, w których istnieje pas awaryjny pole detekcji może zawierać także tenże pas – pojazdy poruszające się częściowo lub całkowicie po pasie awaryjnym powinny być zaliczone jako pojazdy przejeżdżające po pasie wolnym chyba, że konstrukcja systemu przewiduje oddzielny odczyt (ew. wykluczenie) dla pasa awaryjnego.

1.2. Linia detekcji

Umowa linia w polu detekcji, definiowana oddzielnie dla każdego pasa ruchu, wyznaczająca moment detekcji pojazdu. Ustala się, że sygnatura czasowa dowiązana do danego przejazdu pojazdu oznacza moment, w którym przód pojazdu przekroczył (najechał) na linię detekcji.

Linia detekcji może być wyznaczona dowolnie jednak powinna znajdować się w obrębie przestrzeni, w której zainstalowane są sensory. W przypadku detektorów pętlowych jest to najczęściej krawędź najazdowa pierwszej pętli.

1.3. Znacznik czasu

Każdy pomiar (przejazd pojazdu) zaopatrzony jest w [znacznik czasu](#), który opisuje dokładny, umowny czas wykonania pomiaru – czyli najechania na linię detekcji. Istotne jest, aby w trakcie testu system wyznaczał znacznik czasu w tej samej pozycji dla każdego z pojazdów.

Czas podawany powinien być w formacie zgodnym z normą [ISO 8601](#) wg wzorca:

```
YYYY-MM-DDThh:mm:ss.nnnZ
```

gdzie:

- `YYYY` - rok
- `MM` - miesiąc
- `DD` - dzień
- `hh` - godzina
- `mm` - minuta
- `ss` - sekunda
- `nnn` - milisekunda

Znacznik czasu wyrażony powinien być w [uniwersalnym czasie skoordynowanym](#) (UTC) przez co jest niezależny od strefy czasowej, w której pracuje urządzenie pomiarowe. Do każdego pomiaru powinna być także dodana strefa czasowa jego wykonania (np. w formacie Linux: "Europe/Warsaw").

1.4. Kategoria pojazdu

Na potrzeby niniejszego dokumentu przyjęto, że ocenie podlega określenie kategorii pojazdu wg jednej z definicji TLS-2012 [\[1\]](#):

- **TLS 8+1** - gdzie kategorie oznaczane są następująco:

- 0 - błąd (urządzenie nie mogło dostarczyć poprawnej kategorii dla danego pojazdu)
- 2 - osobowy z przyczepą (także dostawczy z przyczepą)
- 3 - ciężarowy (jednoczęściowy, także sam ciągnik siodłowy)
- 5 - autobus, także autobus z przyczepą
- 6 - inny, różny od pozostałych
- 7 - osobowy
- 8 - ciężarowy z przyczepą
- 9 - ciągnik siodłowy z naczepą
- 10 - motocykl
- 11 - dostawczy
- TLS 2+0 - gdzie kategorie oznaczane są następująco:
 - 0 - błąd (urządzenie nie mogło dostarczyć poprawnej kategorii dla danego pojazdu)
 - 32 - osobowy lub podobny
 - 33 - ciężarowy lub podobny

Niniejsza procedura może być zastosowana również dla innych definicji (COST-323, FHWA-13 itp.).

1.5. Struktura ruchu

Na potrzeby oceny jakości niezbędne jest określenie jaki jest standardowy udział poszczególnych kategorii pojazdów w ruchu.

Przykładowo, w publikacji TLS-2012 [1] dla ruchu autostradowego przyjęto:

Kategoria TLS 8+1	% udziału w ruchu
10	0.7%
7	75%
11	6%
2	1%
3	5%
8	5%
9	7%
5	0.3%

2. Jakość

2.1. Definicja

...

2.2. Poziom ufności

...

2.3. Przedział ufności

Testowane parametry (poziom detekcji, poziom identyfikacji, poziom klasyfikacji, skuteczność rozpoznawania marki) to wyrażone procentowo prawdopodobieństwa p .

W celu weryfikacji wymagań zdefiniowanych wcześniej należy:

- Przyjąć określony **poziom ufności** π_0 dla oceny – najczęściej:

$$\pi_0 = 1 - \alpha = 95\%$$

- Obliczyć oszacowanie (estymatę) \hat{p} danego testowanego parametru.
- Obliczyć dolną wartość \hat{p}_L symetrycznego przedziału ufności wyliczoną metodą Wilsona [2]:

$$\hat{p}_L = \max \left\{ 0, \frac{2N\hat{p} + z^2 - \left[z\sqrt{z^2 - (1/N) + 4N\hat{p}(1 - \hat{p}) + (4\hat{p} - 2) + 1} \right]}{2 \cdot (N + z^2)} \right\},$$

– gdzie wartość $z \approx 1.6448536$ wynika z przyjętego poziomu ufności, a rzeczywista wartość testowanego parametru p jest z prawdopodobieństwem 95% wyższa od wartości \hat{p}_L ; ze względu na to, że wymagane jest $\hat{p}_L \leq p$ za wartość α w wyliczaniu z brana jest podwojona wartość zakładanego poziomu ufności, czyli w tym wypadku 90%.

- Sprawdzić, czy wartość \hat{p}_L jest większa od wartości progowej podanej w punkcie wymaganiach.

2.4. Minimalne wielkości próby

Na podstawie [3] wiadomo, że przy ocenie wskazanego współczynnika jakościowego, dla wybranego poziomu ufności, w trakcie testu muszą być uwzględnione co najmniej następujące ilości pojazdów:

Jakość p	Dopuszczalny błąd	Liczba pojazdów poziom ufności 95%	Liczba pojazdów poziom ufności 99%
80%	20%	62	107
85%	15%	88	151
90%	10%	139	239
95%	5%	292	505
97%	3%	497	859
98%	2%	753	1301
99%	1%	1522	2628

2.5. Macierz konfuzji

...

2.6. Współczynnik $E1_x$

...

2.7. Współczynnik $E2_i$

...

2.8. Wymagania

...

3. Test

3.1. Warunki

...

3.2. Próba testowa

...

3.3. Zapis wideo

...

3.4. Dane źródłowe

Wymaga się, aby w trakcie testu zbierane były dane źródłowe generowane przez testowany system. Dla każdego zarejestrowanego przejazdu pojazdu dane te powinny zawierać:

- Metadane
 - (1) znacznik czasu,
 - (2) unikatowy identyfikator miejsca wykonania pomiaru,
 - (3) klasę pojazdu,
- Zdjęcie
 - (4) zdjęcie całego pola detekcji – cały kard z kamery ze znacznikiem czasu,

3.5. Przebieg testu

3.5.1. Krok 1

...

3.5.2. Krok 2

...

3.5.3. Krok 3

...

3.6. Wydłużenie próby

...

3.7. Przekazanie danych

4. Ocena

4.1. Wymagania

...

4.2. Dane przetworzone

...

4.3. Wyniki

...

4.4. Raport

...

5. Wnioski

5.1. Weryfikacja formalna

Weryfikacja formalna realizowana jest przez Zamawiającego po otrzymaniu raportu, i polega na:

- (1) Weryfikacji kompletności danych (video + dane źródłowe),
- (2) Weryfikacji zgodności danych z procedurą – ocena wyboru prób,
- (3) Weryfikacji terminów przekazania danych.

Jeżeli na etapie weryfikacji formalnej Zamawiający odkryje nieścisłości powinny one zostać wyjaśnione przez Wykonawcę w formie pisemnej. Ostatecznie Zamawiający informuje Wykonawcę, że przedstawione materiały zostały zaakceptowane / odrzucone z powodów formalnych.

5.2. Weryfikacja merytoryczna

Weryfikacja merytoryczna polega na ocenie przez Zamawiającego materiałów dostarczonych przez Wykonawcę w zakresie:

- (1) kompletności detekcji pojazdów – na podstawie video i dostarczonych danych surowych + tabelarycznych,
- (2) poprawności oceny atrybutów poszczególnych przejazdów pojazdów,
- (3) poprawności oceny wyliczonych miar jakości,
- (4) zgodności wyznaczonych miar jakości z założonymi wymaganiami.

Zamawiający może zwrócić się do Wykonawcy o wyjaśnienie ew. uzupełnienie lub korektę dostarczonych danych przetworzonych.

5.3. Akceptacja testu

Zamawiający akceptuje test na podstawie wyników weryfikacji formalnej oraz weryfikacji merytorycznej – akceptacja oznacza, że Wykonawca spełnił wszystkie kryteria formalne i merytoryczne zawarte w wymaganiach. Akceptacja wymagana jest w formie pisemnej.

5.4. Powtórzenie testu

Jeżeli z powodów formalnych bądź merytorycznych test nie został zaakceptowany Wykonawca ma prawo do ponownego, jednokrotnego powtórzenia testu. Ponowne przeprowadzenie testu powinno być uzgodnione w Zamawiającym.

Odesłania

[1] BAST: Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen, Ausgabe 2012 (TLS-2012), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach, 2012. (URL: <https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v5-tls/tls-streckenstationen.html>).

Zmiany

wer. 1.0.0

2024-10-21

- inicjacja dokumentu

