

Od redakcji

Poniższy artykuł został przez Autorów przedstawiony w formie referatu w czasie XVII Konferencji „Problemy rekonstrukcji wypadków drogowych”. Autorzy z przyczyn niezależnych nie dostarczyli tekstu przed oddaniem do druku numeru specjalnego, dlatego publikowany tekst stanowi niejako uzupełnienie tego numeru.



**Michał
Krzemiński**



**Kamil
Konczerewicz**

Defekty translacji danych w raportach powypadkowych Bosch CDR – występowanie, rozpoznawanie, metody niwelowania skutków

Streszczenie

Oprogramowanie Bosch CDR jest produktem, który wspiera szeroką gamę marek i modeli pojazdów, umożliwiając odczyt danych powypadkowych. Ze względu na szeroki zakres uzyskiwanych danych pochodzących z wielu źródeł, w wytwarzanych raportach z danymi powypadkowymi pojawiają się czasem usterki translacji lub prezentacji danych. Artykuł stanowi przegląd znanych defektów translacji, opisuje warunki ich występowania oraz proponuje metody przeciwdziałania ich skutkom.

Słowa kluczowe

Bosch CDR, EDR, dane wypadkowe, błędy.

Otrzymano 14 lutego 2022 r., zatwierdzono do druku 3 marca 2022 r.

1. Wstęp

Od kilkunastu lat samochody osobowe wyposażane są w wypadkowe rejestratory danych – EDR. Jednym z najpopularniejszych systemów do odczytu danych z EDR jest system CDR (Crash Data Retrieval) firmy Bosch. Jego popularność wiąże się z największą liczbą producentów, którzy przystąpili do pewnego rodzaju „konsorcjum”, skupiającego możliwość odczytu wielu marek i modeli pojazdów w jednym oprogramowaniu. Istnieją również rozwiązania sektorowe, dotyczące konkretnych marek (np. system GIT dla Hyundai/KIA) czy alternatywne (AXES ADW), jednak popularność systemu Bosch CDR powoduje, iż za jego pomocą wykonywane jest najwięcej badań pojazdów poruszających się po drogach. Oprogra-

mowanie do odczytu danych wypadkowych rozwijane jest od 2010 roku. Początkowo był to produkt firmy Vetronix Corporation, który został przejęty przez Bosch Automotive Service Solutions Inc. Obecnie Bosch CDR wspiera około 50 marek pojazdów i wyparł niektóre rozwiązania fabryczne takie jak Mitsubishi MUT czy Toyota ROT. Cykl aktualizacji oprogramowania wynosi około 3 miesiące, z ewentualnymi uaktualnieniami (łatkami, ang. *Patch*) wydawanymi w ramach doraźnych potrzeb. Jedną z największych zalet systemu Bosch CDR jest fakt, iż na podstawie wzajemnych umów między producentami pojazdów a firmą Bosch, jest on uznawany za narzędzie autoryzowane.

2. Proces translacji danych i jego wpływ na otrzymywane wyniki

W technice obrazowania danych EDR translacją nazywamy proces przetworzenia danych surowych, pobranych z pamięci rejestratora (ryc. 1), na postać czytelną dla eksperta, z przypisaniem odpowiednich znaków i jednostek fizycznych na podstawie klucza dostarczonego przez producenta pojazdu. Konieczność zastosowania takiego procesu wynika ze sposobu zapisu danych w pamięci nieulotnej rejestratora, a następnie ich reprezentacji w protokole transmisji danych pomiędzy rejestratorem a systemem pobierającym dane.

01 02 00 00 00 20 46 DE	70 25 7F 30 E7 8A A8 07 Fbp%.0q ''.
38 C0 AD 47 76 31 60 82	36 CF 1F 6E 06 E2 73 AD	8A-Gv1` 6I.n.äs-
53 8A 7A 77 0E 92 45 4B	D2 79 38 64 13 4D 6A 0C	S zw.'EKÖy8d.Mj.
0E 8E D4 FC BB BA 79 BC	16 A8 C2 C9 A4 13 CC 09	. Öü»²ym.'ÄE².I.
1F 7F 7C 68 19 CD F2 AF	0E 48 03 1A C7 97 B6 68	.. h.îö~.H..Ç ¶h
A7 14 A9 71 AA 42 F5 1F	3D 8F 23 5D 1C 1E 9A 37	S.@q²BÖ.=.#].. 7
AB C1 F1 72 E1 4B 95 A5	77 4F 38 66 AB 74 F6 AD	<<ÄñráK ¶w08f«tö-
B9 E6 5D 83 4D 42 FD F8	CC 34 CA 24 06 19 EB 6B	'æ] MBýeI4E\$...ëk
E6 C7 39 9E 70 5B FF FF	A6 D5 EF 5D 46 33 34 20	æÇ9 p[ýý Öi]F34
45 43 45 20 30 36 2E 35	30 2E 30 33 20 46 30 32	ECE 06.50.03 F02
53 30 31 48 30 31 52 30	31 54 30 31 03 0A 00 00	S01H01R01T01....
00 00 58 15 59 11 58 15	59 11 00 00 00 00 60 15	..X.Y.X.Y.....`.

Ryc. 1. Dane surowe zapisane w pamięci rejestratora.

Należy zauważyć w tym miejscu, iż dane szesnastkowe prezentowane w sekcji kontrolnej raportu CDR (ryc. 2) nie są danymi surowymi, ponieważ są one częściowo przetworzone przez protokół odczytu, a tym samym sposób ich kodowania może różnić się od faktycznego obrazu w pamięci rejestratora. Ich przydatność w procesie weryfikacji translacji jest jednak ograniczona. Służą one raczej do celów wykrywania błędów samego wydruku czy ewentualnie prób fałszerstw części opisowej raportu CDR w przypadku braku dostępu do oryginalnego pliku CDRx.

Hexadecimal Data

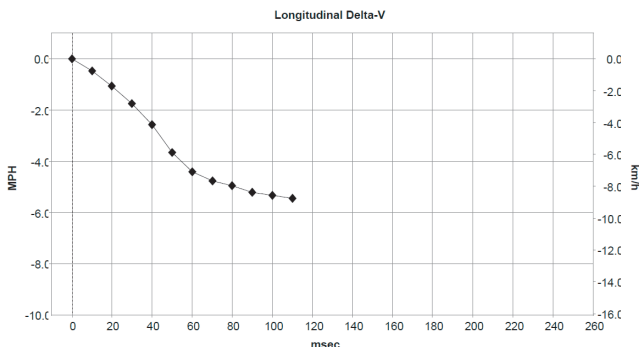
Data that the vehicle manufacturer has specified for data retrieval is shown in the hexadecimal data section of the CDR report. The hexadecimal data section of the CDR report may contain data that is not translated by the CDR program. The control module contains additional data that is not retrievable by the CDR system.

PIDs	PID	Data
	00	AE 60 00 01
	01	00
	03	30 35 33 31 31 30 30 30 32 30 30 30 30 32 30 30 30 30 31 38 30 30 30 31 38 30 30 30 31 39 30 30 30 31 39
	05	01
	06	03
	07	30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30
	0A	01
	0B	00
	20	80 00 00 01
	21	04 9F
	40	C0 00 E0 01
	41	54 57
	42	4C 42 12 23 02

Ryc. 2. Dane referencyjne – sekcja kontrolna raportu Bosch CDR.

Warunkiem dokonania prawidłowej translacji przez oprogramowanie jest dostarczenie odpowiedniego algorytmu translacji przez producenta pojazdu, a następnie jego poprawne zaimplementowanie w programie Bosch CDR.

Przykładem translacji jest zapis danych z czujników przyspieszenia. Typowo dane przyjmują wartości od 0 do 255, czyli w pełnym zakresie wartości 8-bitowej wartości przechowywanej w pamięci rejestratora, podczas gdy w zależności od zastosowanego czujnika zakres jego pracy może obejmować wartości np. od -240 g do +240 g. Zatem aby zakodować taką wartość na jednym bajcie danych wymagane jest przede wszystkim zdefiniowanie sposobu, w jaki kodowane będą liczby ujemne jak również jaka jest rozdzielczość przechowywanych danych. Niezwykle istotna jest również konwencja znaku rejestrowanej wartości. O ile w rozważaniach rekonstrukcyjnych przyjęło się, iż impuls zderzenia działający od przodu pojazdu ku jego tyłowi będzie skutkował powstaniem przyspieszeń w osi wzdłużnej o znaku ujemnym, tak praktyczna analiza zapisów w pamięci rejestratorów wskazuje, iż w istocie jest to często wartość dodatnia, a zamiana znaku następuje w procesie odpowiednio zdefiniowanego algorytmu translacji.

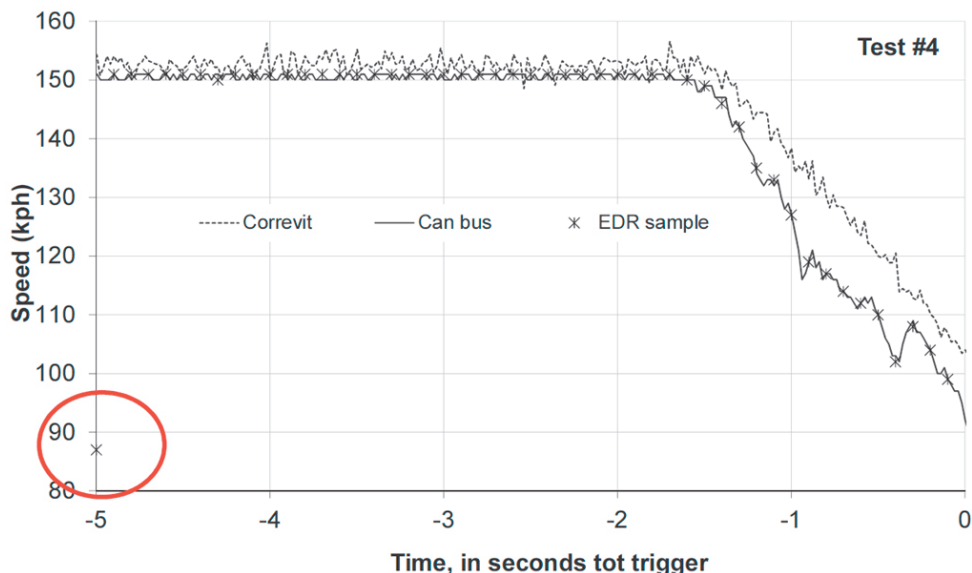


```

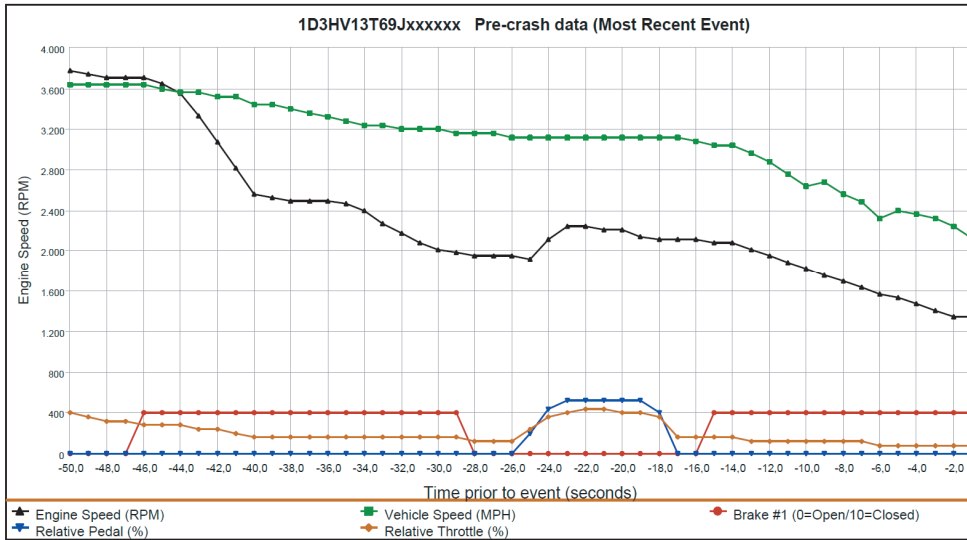
4B 4B 50 51 50 5A 5A 5A | `iN6<<FFKKPQPZZZ
14 14 14 14 14 14 14 14 | \ZfiswR....[....
14 14 14 12 16 1A 1D 21 | .....!
28 28 28 28 2A 36 3F 1A | &&'(((((((((*6?.
35 39 3D 3F 42 48 4E 52 | ...."&,159=?BHNR
1A 12 14 23 2F 34 39 3D | VZÚGF<--...#/49=
15 00 0B 05 05 05 01 01 | @DCCCZZ.....
07 14 0B 5B 14 01 01 01 | .....[....
7A 77 74 79 7E 81 81 7F | ...&DXlzzwty~...
63 67 62 52 45 40 3F 3E | }}}.2HV_cgbRE@?>
68 69 66 61 61 61 61 61 | ::R(@W^dhifaaaaa
    
```

Rys. 3. Wykres wartości zmiany prędkości (ΔV) wraz z odpowiadającym mu zapisem w pamięci rejestratora.

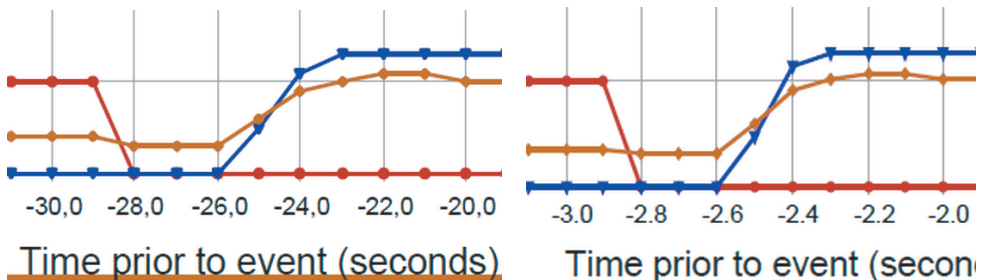
Ze względu na skomplikowaną naturę procesu prowadzącego do implementacji algorytmów translacyjnych, dostawca oprogramowania dopuścił, iż błędy translacji mogą występować w końcowych protokołach odczytu danych EDR. Zostało to odzwierciedlone w autoryzowanym materiale szkoleniowym dla Analityków Systemu EDR i zilustrowane na przykładzie defektów translacji prędkości przedwypadkowej dla pojazdów marki Dodge (ryc. 4–6).



Ryc. 4. Błąd translacji – niepoprawnie ustawiony wskaźnik początku bufora kołowego. Próbkę, która znalazła się na początku wykresu (zakreślona na czerwono) powinna znajdować się na jego końcu.



Ryc. 5. Błąd translacji – niepoprawnie wyskalowana jednostka na osi czasu. W rzeczywistości bufor powinien zawierać 5 sekund rejestracji z krokiem co 0,1 sekundy.



Ryc. 6. Porównanie translacji danych w oprogramowaniu w wersji 3.3 (po lewej) i 16.0 (po prawej).

3. Studium przypadków

Poniżej przedstawione zostaną znane Autorom defekty translacji wraz z ich aktualnym statusem oraz środkami zaradczymi.

3.1. Błędne zliczanie cykli zapłonu w samochodach Mercedes

Problem zidentyfikowano jako dotyczący pojazdów wyprodukowanych w latach 2018–2022 w wersji raportu **09001_Daimler001_r004**¹. Problem manifestuje się nieprawdopodobnymi wzrostami wartości cykli zapłonu pomiędzy cyklem zde-

¹ Sygnatura widoczna w protokole pod częścią ograniczenia (*Data Limitations*).

zenia a cyklem odczytu. Kilku-kilkunastokrotne załączenie zapłonu powoduje zwiększenie się wyświetlanego licznika o wartości rzędu kilku tysięcy cykli.

Ignition Cycle, Crash (cycle)	4,136
Ignition Cycle, Download (cycle)	9,863

Ryc. 7. Przykładowy przyrost wartości licznika cykli zapłonu po ok. 30-krotnym wyłączeniu i włączeniu pojazdu.

Na chwilę obecną problem nie został jeszcze rozwiązany i nie istnieje znana metoda przeliczenia cykli zapłonu na prawidłowe wartości. Częściową metodą zaradczą umożliwiającą stwierdzenie, iż odczytywany pojazd objęty jest powyższym defektem, jest dwukrotne wykonanie odczytu pamięci EDR. Drugi odczyt winien być wykonany po wyłączeniu zapłonu i odczekaniu, aż pojazd przejdzie w stan uśpienia (zgaśnięcie wskaźników) i następnie ponownym uruchomieniu zapłonu.

3.2. Odwrócenie polaryzacji kąta skrętu w samochodach Skoda (koncern Volkswagen AG).

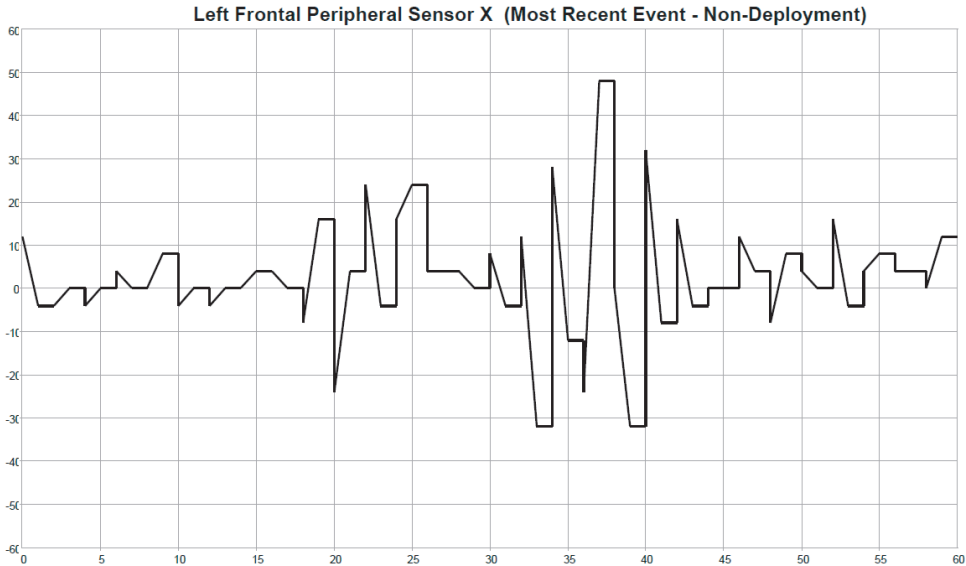
Defekt objawia się odwróceniem kierunku skrętu koła kierownicy w stosunku do wartości deklarowanych w części wstępnej raportu (*Data Limitations*), w której podano, że wartość dodatnia oznacza skręt w lewo. Problem występuje w wersji danych **12001_VWGDefault_r002** i może dotyczyć większej ilości modeli na platformie VW MQB/MQBEvo. Autor miał do czynienia z dwoma potwierdzonymi przypadkami (Skoda Superb oraz Skoda Octavia). Aktualnie (1 kwartał 2022 r.) usterka nie została jeszcze usunięta, a metodą zaradczą jest manualna zmiana znaku dla kąta skrętu w zarejestrowanych wartościach *Pre crash*.

Data Sign Convention:		Steering Input (deg)
		2
		0
Data Element Name	Positive Sign Notation Indicates	-18
Longitudinal Acceleration	Forward	-56
Delta-V, Longitudinal	Forward	-72
Maximum Delta-V, Longitudinal	Forward	-78
Lateral Acceleration	Left to Right	-84
Delta-V, Lateral	Left to Right	-86
Maximum Delta-V, Lateral	Left to Right	-100
Normal Acceleration	Downward	-140
Vehicle Roll Angle	Left to Right Rotation	-140
Steering Input	Left Turn	-154

Ryc. 8. Konwencja zapisu danych podana w *Data Limitations* (po lewej) oraz kąt skrętu zapisany w danych przedwypadkowych po skręcie w prawo.

3.3. Nakładanie wartości przyspieszenia na wykresach dla pojazdów Jeep Compass z 2018 roku

Defekt manifestuje się nietypowym wyglądem wykresu przyspieszeń – oprogramowanie próbuje umieścić dwie próbki przyspieszenia w jednej chwili czasu. Dane prezentowane w formie tabelarycznej są prawidłowe, zatem istnieje możliwość sporządzenia prawidłowych wykresów na podstawie serii danych np. w programie Microsoft Excel. Usterka na chwilę obecną nie została rozwiązana.



Ryc. 9. Zafalszowanie wykresu przyspieszeń w wyniku zapisania dwóch próbek w jednej chwili czasu.

3.4. Podmiana 10. znaku numeru VIN w pojazdach Maserati

Błąd stwierdzony w wersji raportu **16003_Maserati_r002** objawia się podmiianą znaku symbolizującego rok produkcji, znajdującego się na 10. pozycji ciągu znaków numeru identyfikującego nadwozie (VIN). Dokładny zakres występowania usterki nie jest znany, zatem zalecić należy ostrożność podczas analizy protokołów wykonanych w innych pojazdach grupy FCA (obecnie Stellantis), które posiadają w zakresie danych pole o nazwie „VIN at event” (VIN w czasie zdarzenia). Problem może być spowodowany specyficzną architekturą pojazdu i na chwilę obecną nie jest usunięty. W przypadku zgodności części seryjnej numeru VIN (ostatnie 6 znaków) zaleca się dodatkowe udokumentowanie (np. fotograficzne) oznaczeń VIN naniesionych na nadwoziu badanego pojazdu, celem uniknięcia wątpliwości, z jakiego pojazdu dokonano odczytu. W przypadku dokonywania odczytu z mo-

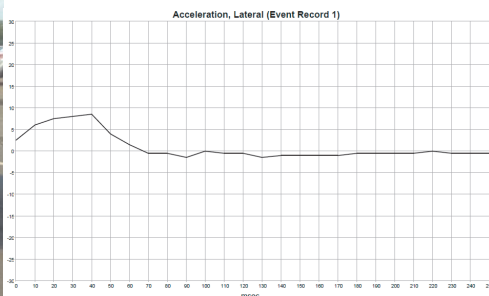
dułu wymontowanego z pojazdu przydatne może być sfotografowanie go przed demontażem, oczywiście po wcześniejszym zdemontowaniu osłaniających go elementów wnętrza pojazdu, a następnie wykonanie dodatkowej fotografii, na której uwidoczniła będzie etykieta modułu na tle pola numerowego VIN. Ewentualnie w przypadku trudności z dostępem do pola z numerem VIN, można sfotografować etykietę modułu z nalepką kontrolną numeru rejestracyjnego².

VIN, Original	ZAM57RTSXH1247336
VIN at Event, Last 8 Digits	L1247336

Ryc. 10. Różnice w 10. znaku numeru VIN w polach „VIN, original” oraz „VIN at Event”.

3.5. Odwrócona polaryzacja przyspieszenia w osi poprzecznej w pojazdach Volvo

Defekt dotyczy odwrócenia polaryzacji bocznej, składowej przyspieszenia w pojazdach Volvo wyprodukowanych w latach 2018–2022. Zgodnie z tabelą podaną w ograniczeniach (*Data Limitations*) impulsowi działającemu w osi poprzecznej od strony lewej do prawej (patrząc w kierunku jazdy) winien towarzyszyć dodatni znak zarejestrowanej składowej poprzecznej. Autor miał do czynienia co najmniej z trzema odczytami, w których dla takich kierunków rejestrowany był znak ujemny, co prowadziło do rozbieżności pomiędzy strefą uszkodzeń pojazdu a protokołem. Remedium jest manualne odwrócenie znaku, a następnie wyliczenie kąta działania siły niszczącej (PDOF) na bazie takich danych. Aktualnie usterka nie jest skorygowana, a warto podkreślić, że w przypadku Volvo aktualizacje pojawiają się z dużym opóźnieniem.



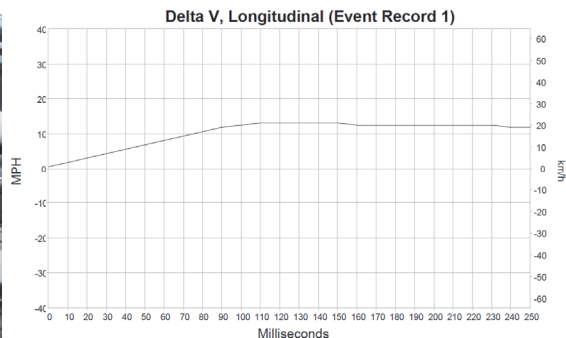
² Nalepka kontrolna przestanie obowiązywać 4 września 2022 r.

Data Element Name	Positive Sign Notation Indicates
Longitudinal Acceleration	Forward
Delta-V, Longitudinal	Forward
Maximum Delta-V, Longitudinal	Forward
Lateral Acceleration	Left to Right
Delta-V, Lateral	Left to Right
Maximum Delta-V, Lateral	Left to Right
Normal Acceleration	Downward
Vehicle Roll Angle	Left to Right Rotation
Steering Input	Left Turn

Ryc. 11. Samochód Volvo – uszkodzenia wskazują jednoznacznie na uderzenie od strony prawej, natomiast zarejestrowane wartości opóźnienia poprzecznego mają – nieprawidłowo – wartość dodatnią, sugerującą zgodnie z tabelą uderzenie od lewej strony.

3.6. Odwrócona polaryzacja zmiany prędkości wzdłużnej w samochodach Nissan/Infiniti

Następny przykład ma charakter podobny do opisanego w poprzednim punkcie defektu translacji dla pojazdów Volvo, jednak dotyczy zmiany prędkości w osi podłużnej. Jest to kolejny przypadek „prostej” zamiany polaryzacji, która powinna doprowadzić do zgodności odczytu EDR z uszkodzeniami pojazdu. Błąd został poprawiony w wersji 21.0, ale z racji długiego czasu jego istnienia (pierwsze raportowane defekty występowały już w 2016 roku), należy mieć na uwadze znaczną liczbę pojazdów, z których odczytano dane z tym błędem. Remedium stanowi ponowne przetworzenie pliku CDRx za pomocą najnowszej, pozbawionej defektu, wersji oprogramowania.



Data Element Name	Positive Sign Notation Indicates
Longitudinal Acceleration	Forward
Delta-V, Longitudinal	Forward
Maximum Delta-V, Longitudinal	Forward
Lateral Acceleration	Left to Right
Delta-V, Lateral	Left to Right
Maximum Delta-V, Lateral	Left to Right
Vehicle Roll Angle	Left to Right Rotation
Steering Input	Left Turn

Ryc. 12. Samochód Infiniti po zderzeniu czołowym – zamiana polaryzacji ΔV dla osi poprzecznej.

3.7. Inne znane defekty

1. Niektóre zakresy numerów VIN pojazdów Mercedes nie są wspierane, mimo deklaracji w wykazie *CDR Supported Vehicles List*. Rozwiązanie tymczasowe to *spoofing*, czyli użycie numeru VIN innego pojazdu, o 1–2 lata młodszego niż badany.
2. W przypadku pojazdów Toyota stosunkowo często występują niezgodności w zainstalowanych wersjach rejestratorów (04EDR, 10EDR, 12EDR itd.) w stosunku do wersji deklarowanej w dokumentacji. W szczególności dotyczy to pojazdów produkowanych w latach 2011–2017. Spowodowane jest to deficytem dostępności elementów po tsunami oraz awarii elektrowni Fukushima, co wymusiło kompletację pojazdów aktualnie dostępnymi stanami magazynowymi (wcześniejsza produkcja). Problemu nie da się w żaden sposób obejść. W skrajnym przypadku analityk zmuszony jest zaakceptować dane z wcześniejszej wersji (np. z ograniczoną liczbą pól w tabeli „Dane Przedwypadkowe” czy brakiem cykli zapłonu).
3. Pokrewnym błędem jest utrata cykli zapłonu dla nowszych wersji rejestratorów Toyota (od 10EDR). W przypadku występowania w zapisie EDR większej liczby danych jedynym dostępnym rozwiązaniem jest zidentyfikowanie zdarzenia na podstawie uszkodzeń pojazdu i uruchomionych zabezpieczeń.
4. W przypadku pojazdów Volvo do wersji Bosch CDR 21.2, występowały braki w zakresie wspieranych modeli jak również braki w towarzyszącej im dokumentacji Bosch, jednak nie były one bezpośrednio związane z translacją. Objęte problemem modele (np. V40) nie dawały się w ogóle odczytać. Jeśli istnieje możliwość, to odczyt z tych pojazdów należy ponowić z użyciem najnowszej wersji oprogramowania.
5. Podobny problem dotyczył pojazdów BMW i manifestował się brakiem możliwości odczytu, pomimo oznaczenia modelu i rocznika jako wspieranego. Problem ten został zlikwidowany w wersji Bosch CDR 21.3.

4. Wnioski i zalecane praktyki

Produkty technologii informatycznej (IT), w szczególności przystosowane do współpracy z systemami pokładowymi wielu producentów pojazdów, są złożonymi projektami, podlegającymi cyklowi ciągłych udoskonaleń (*Continuous Improvement Cycle*). Występowanie usterek, polegających zarówno na błędach samych algorytmów jak i błędach „wsadów” danych pochodzących od producentów, jest nieuchronną konsekwencją cyklu produkcyjnego, w który zaangażowane są setki podmiotów i tysiące osób.

Z tego względu krytyczne jest zachowanie tzw. dobrych praktyk, które umożliwią utrzymanie wiarygodności pozyskanych tą drogą dowodów, jak również będą sprzyjać podejmowaniu działań zaradczych, mogących doprowadzić do uzyskania zgodnego z rzeczywistością rezultatu badania, pomimo istniejącego defektu. Należą do nich: każdorazowe, skrupulatne zabezpieczanie binarnej wersji kontenera w postaci pliku CDRx, który sam w sobie posiada zabezpieczenia integralności i weryfikowalności odczytanych danych oraz – jeśli czas i warunki pozwalają – wykonanie 2–3 odczytów referencyjnych, każdorazowo z wyłączeniem zapłonu pomiędzy odczytami, dokonywanie translacji historycznych odczytów za pomocą najnowszej opublikowanej wersji Bosch CDR czy sięganie po alternatywne metody pozyskiwania danych mogących służyć do krzyżowej weryfikacji odczytanych danych (diagnostyka, telematyka, logi aktywności itp.). Nie należy również zapominać o zgłaszaniu zauważonych usterek do swojego kanału dystrybucyjnego, ponieważ mogą one nie zostać zauważone przez innych użytkowników – damy w ten sposób szansę producentowi na ich skorygowanie.

W ocenie Autora opisane powyżej sytuacje nie skutkują podważeniem wiarygodności narzędzia Bosch CDR jako całości – w większości błędy te mogą zostać wychwycone na etapie analizy danych i korelacji ich z uszkodzeniami pojazdu czy sytuacją zastaną na miejscu zdarzenia. Dobre praktyki w zakresie zabezpieczania i analizy danych zabezpieczają przed sformułowaniem niewłaściwych wniosków w toku opiniowania, a co za tym idzie zapewniają adekwatną jakość decyzji procesowych.

Bibliografia

1. Carr, L., Rucoba, R., Barnes, D., Kent, S. et al. (2015). EDR Pulse Component Vector Analysis. *SAE Technical Paper 2015-01-1448*. Doi: 10.4271/2015-01-1448.
2. Ruth, R. (2021). *EDR Update 2021: State of EDR in the U.S.*, Symposium on Traffic Safety, Orlando, Florida. Pobrane z <https://iptm.unf.edu/uploadedFiles/symposium/handouts/Ruth-EDR-Update-2021.pdf> (dostęp: 15.12.2021 r.).
3. Speek, A., van Essen, J. (2019). *Materiały szkoleniowe Analityk EDR*, euDarts.
4. *Bosch CDR Tool Help*. (2021). Bosch Automotive Service Solutions Inc.

* * *

Occurrence, recognition and counteraction to Bosch CDR software translation defects

Abstract

Bosch CDR is a mature product that supports a wide range of makes and models of vehicles for crash data readout. Due to wide coverage of the interpreted data and several data sources integrated within a single software product, it is prone to occasional translation and presentation defects. The article is a review of the known translation defects along with conditions for their manifestation and proposition of methods of counteracting these defects.

Key words

Bosch CDR, EDR, crash data, errors.