ISO 15007:2020 - **Silniční vozidla – Měření řidičova vizuálního chování ve vztahu k dopravně informačním a řídicím systémům ve vozidle**

Application Area: In-vehicle system (IVS), Human-Machine Interfacing

Publication Year, Number of Pages: Published 2020, 51 pages

Extract Creation Year: 2020

Standard Topic Group: Ergonomie uživatelských rozhraní systémů automobilů

Standard Topic: Psychofyziologické měření řidiče při testech HMI automobilů za pomoci systému sledování pohybu očí (Eye-Tracking).

Topic Description: Soubor měřicích postupů a způsobů vyhodnocení naměřených dat. Doporučení na základě dobré praxe.

Introduction, Explanation of Starting Points
Popis metod a technických prostředků, příklady, odkazy na odbornou literaturu.
Description of Architecture, Hierarchies, Roles, and Object Relationships
Description of Process / Function / Method of Use
Doporučený postup plánování a měření experimentu, dále vyhodnocení a interpretace dat.
Description of Interfaces / APIs / System Structure
Protocol / Algorithm / Computation Definition
Definition of Data Representation / Physical Meaning
Definition of Constants / Ranges / Restrictions

Introduction

Popisovaný dokument ISO 15007 poskytuje metodickou podporu pro hodnocení a kvantifikaci vizuálního chování (a pozornosti) řidiče při používání informačních a řídicích systémů vozidla, a to na různých úrovních automatizace jízdy.

Definuje klíčové termíny a parametry používané při analýze upoutání zraku řidiče. Lze ho použít jak v reálných podmínkách zkoušek na zkušebních úsecích, tak v laboratorních podmínkách simulačních testů. Předmětem zkoumání je vizuální chování, jakým řidiči reagují na podněty/úkoly během experimentů za reálných nebo simulovaných podmínek. Vychází se z předpokladu, že efektivní zpracování vizuální informace je klíčový faktor pro správné provedení daného úkolu.

Přílohy jsou obsahově důležitou částí dokumentu a dohromady tvoří jeho valnou část. Obsahově vycházejí z kostry, kterou přehledově (ale někdy stroze) vytvořila předchozí, hlavní část standardu. Většinou detailně, prakticky a na reálných příkladech popisují experimentální práci v oblasti měření vizuálního chování řidičů.

Tento dokument nahrazuje předchozí standardy ISO 15007-1:2014 a ISO/TS 15007-2:2014, které byly technicky zrevidovány a sloučeny do jednoho dokumentu a které se tímto dokumentem zrušují.

Note: The Extract presents only selected clauses and subclauses of the source standard, while keeping their original numbering.

Application

Norma je určena pro vývojáře a výrobce vozidel, zkušebny, realizátory výzkumných a vývojových úkolů v oblastech ergonomie pracoviště řidiče a HMI v silniční dopravě.

1. Scope

Popisovaná norma zavádí klíčové termíny, parametry použitelné k analýze vizuálního chování řidiče. Předkládá směrnice a minimální požadavky na měřicí vybavení a způsoby zpracování naměřených dat. Řeší především:

- plánování evaluačních zkoušek,
- specifikace měřicích zařízení,
- validaci, analýzu, interpretaci měřicích metrik.

Standard se naopak nezabývá posuzováním únavy a vyčerpání řidiče, které lze těmito metodami také vyhodnocovat.

2. Related Documents (Selection)

Popis zacházení se zdroji infračerveného světla se odvolává na bezpečnostní standardy „IEC 60825-1, Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements“ a „IEC 62471, Photobiological safety of lamps and lamp systems“.

3. Terms and Definitions

Kapitola obsahuje 13 tzv. základních termínů (kapitola 3.1 v popisovaném dokumentu) především z oblasti klasifikace zrakových aktivit oka a 16 tzv. termínů metriky (kapitola 3.2 v popisovaném dokumentu), tedy z oblasti jejich měření.

AOI – oblast zájmu *(area of interest)* – předem definovaná oblast ve vizuální scéně, kterou zkoumaný subjekt může vidět a která je cíleně měřena za pomoci eye trackingu (též se používá zkratka ROI – region of interest)

sledování pohledu *(eye tracking)* – obecné označení metod/systémů, které dokáží určit a zaznamenávat aktuální zaměření pohledu oka subjektu, viz. kapitola 5 (běžně se používá anglický pojem na místo překladu)

EVT – validační úloha pro eye tracker *(eye tracker validation task)* – soubor postupů pro validaci výsledků měřených systémy eyetrackingu, viz Příloha C **interval vzorkování** *(sample interval)* – časový interval, ve kterém probíhá dané měření

mrknutí *(blink)* – krátký časový úsek, kdy je oko zavřeno očním víčkem

fixace *(fixation)* – zaměření očí/pohledu v daném časovém úseku tak, aby se obraz zaměřeného objektu dostal na foveu (tj. místo nejostřejšího vidění na sítnici)

sakády *(saccade)* – krátké pohyby očí mezi fixacemi pohledu uvnitř AOI nebo mezi AOI

sledovaný interval *(sample interval)* – časový interval, ve kterém probíhá dané měření

délka sledování *(scan duration)* – časový interval sestávající ze dvou nebo více pohledů, které jsou spojeny v nepřetržitý soubor fixací na cíl v zorném poli

vizuální zátěž *(visual demand)* – stupeň zrakové aktivity nutné pro získání informace z určitého objektu k provedení daného úkolu

doba setrvání *(dwell time)* – součet časů po sobě jdoucích jednotlivých fixací zraku na cíl a jeho odpoutání v rámci jednoho pohledu

doba pohledu *(glance duration)* – doba od okamžiku, kdy se zaměření pohledu přesune na cíl (např. vnitřní zrcátko), do okamžiku, kdy se od něj odvrátí

PEORT – procento pohledu mimo cestu *(percentage of eyes off road time;)* – procento času, při kterém je, za jistých sledovaných podmínek, okolností, úkolu či pod-úkolu (tedy ve sledovaném intervalu), pohled řidiče mimo scénu/cestu před vozidlem

TEORT – celková doba pohledu mimo cestu *(total eyes off road time)* – celková doba (suma dílčích naměřených časů ve sledovaném intervalu), při které je detekován pohled řidiče mimo scénu/cestu před vozidlem

Další termíny a zkratky z oboru ITS jsou obsaženy ve slovníku ITS terminology.

Plánování testů a jejich vyhodnocování

Kapitola je dělena až do čtvrté úrovně a podrobně popisuje přípravu testů, včetně požadavků na dílčí úkony.

4.1 Výběr subjektů

4.2 Testovací postup

Tato část zahrnuje podkapitoly, kde jsou spíše než doporučení deskriptivní parametry, které by měl test obsahovat.

4.2.1 Obecné poznámky.

4.2.2 Specifikace trati, provozu.

4.2.3 Specifikace vozidla.

4.2.4 Charakteristika testovaných zařízení (TICS).

4.2.5 Výběr odpovídajících subjektů.

4.2.6 Tréning subjektů (míra seznámení se se zařízením musí být jednotná, nebo alespoň dobře popsaná u každého subjektu).

4.2.7 Vyloučení některých dat (musí být jasně definováno, za jakých podmínek byl test řádně dokončen, data nedokončených testů se vylučují).

4.3 Kroky pro získávání dat a jejich zpracování

Tato podkapitola shrnuje jednotlivé kroky, tak jak s nimi pracuje a později detailně rozebírá popisovaný dokument (ilustrovány jsou diagramem Figure 3 v popisovaném dokumentu). Jsou to:

- Nastavení experimentu a kalibrace zařízení.
- Hlavní experiment (nahrávání dat).
- Redukce/analýza dat.
- Anotace událostí.

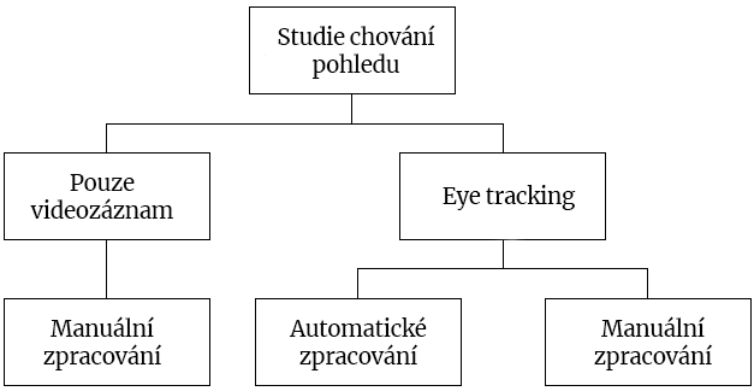
4.4 Podmínky experimentu (1), úloha (2), podúloha (3), pod-podúloha (4) a jejich vztahy

Tato podkapitola víceméně pouze determinuje význam výše uvedených pojmů ve stejně pojmenovaných podkapitolách (1-4). To ilustruje obrázek Figure 4 v popisovaném dokumentu.

5 Zařízení eye trackingu

5.1 Obecné informace

Tato podkapitola ukazuje strukturu experimentální činnosti a roli jednotlivých jejích částí – viz Obrázek 1 (Figure 5 v popisovaném dokumentu).



Obrázek 1 – Základní technické uspořádání/struktura

5.2 Zařízení eye tracking

Uvádí rozdělení eye trackingu do tří hlavních skupin; ***náhlavní, distanční a systémy založené pouze na užití kamer.*** V podkapitolách dále popisuje jejich vlastnosti, výhody a nevýhody.

5.3 Nastavení a verifikace kalibrace zařízení eye trackingu

Kapitola rozvádí v názvu uvedená témata. Odvolává se na jednotlivé přílohy – na Přílohu C, kde je rozebrána *validační úloha (EVT)*, dále na Přílohu B, která detailně řeší kalibraci systému.

Zvláštní podkapitola (5.3.4) je věnována specifiku získávání dat (a jejich manuálnímu zpracování) ze systému eye trackingu založeném pouze na vidokamerách.

5.4 Nastavení a kontrola záznamu

Stručná kapitola srovnává specifika manuálního a automatizovaného zpracování záznamu, přičemž pro konkrétní detaily odkazuje uživatele na Přílohu C.

Další podkapitoly 5.5 Dodatečná zařízení a 5.6 Instalace jsou vágní.

6 Redukce dat

6.1 Obecné

Redukce dat je ve smyslu popisovaného dokumentu analýza hrubých časových řad o řidičově aktuálním zaměření očí/pohledu. Rozděluje možnosti při redukci dat na manuální, zpracovanou poloautomaticky, nebo automaticky (strojově).

V podkapitole 6.2 Vzorkovací interval a dalších podkapitolách se představují různé typy manuální redukce:

- 6.3 Manuální redukce hodnotiteli/analytiky dat,
- 6.4 Manuální redukce hodnotiteli/analytiky dat, a to ze systémů používajících pouze kamery,
- 6.5 Manuální redukce hodnotiteli/analytiky dat, a to ze systémů eye trackingu.

Tyto podkapitoly se při detailnějším popisu odvolávají na Přílohu A a D.

Poslední podkapitoly 6.6 a 6.7 obsahují ilustrační příklad anotačních záznamů v rozsahu 5 tabulek (Table 1– 5 v popisovaném dokumentu)

7 Redukce dat za použití strojové analýzy pohledů ze systému eye trackingu

7.1 Obecné

Tato kapitola je spíše ilustrační, protože strojová realizace analýz/redukce dat je závislá na použitém softwaru, ale i hardwaru, na kterém byla data získána.

V principu se zabývá především požadovanou kvalitou dat (čl. 7.2), která se zajišťuje předcházením chyb při nastavení zařízení (čl. 7.2.1), problémy při detekci AOI (čl. 7.2.2), dále pak verifikaci kvality výstupů manuální kontrolou (čl. 7.2.3), což je předmětem Přílohy E. Posledním tématem kapitoly 7 je problematika výpadku dat při měření (čl 7.3), což je předmětem Přílohy G.

8 Analýza dat a jejich prezentace

8.1 Obecně

Definuje důležité oblasti pohledu. Jsou to silniční scéna vepředu, další oblasti zájmu spojené s řízením vozidla (silniční scéna po stranách, zrcátka, rychloměr apod.), dotčené sdělovače, kontrolní prvky, a další oblasti zájmu, které nejsou přímo spojené s řízením vozidla (billboardy, nebe apod.).

8.2 Interpretace zjištění z analýzy měření pohledů

Uvádí 10 příkladů obecně užívaných metrik. Jsou to: počet pohledů (na danou oblast), celkový čas strávený pohledem (na danou oblast), střední doba pohledu (na danou oblast), míra počtu pohledů (na danou oblast vůči jiné definované

oblasti), procento celkového času stráveného pozorováním dané oblasti, maximální doba trvání pohledu (na danou oblast), pravděpodobnost lokace pohledu (vůči vzájemně se vylučujícím oblastem), pravděpodobnost hodnoty propojení (relativní počet přechodů mezi dvěma zájmovými oblastmi, přičemž čím větší toto číslo vyjadřující jejich vzájemný vztah je, tím vyšší je nutnost sdílet vizuální pozornost právě mezi těmito lokacemi), TEORT(total eyes off road time – celkový čas pohledu strávený mimo vozovku), PEORT (percentage of eyes off road time – procento času pohledu strávené mimo vozovku) a procento času strávené vizuálními přechody.

8.3 Interpretace metriky mnohočetných pohledů

Popisuje na třech příkladech možnosti, jakým způsobem interpretovat mnohočetné pohledy (nad rámec výše popsaných metrik).

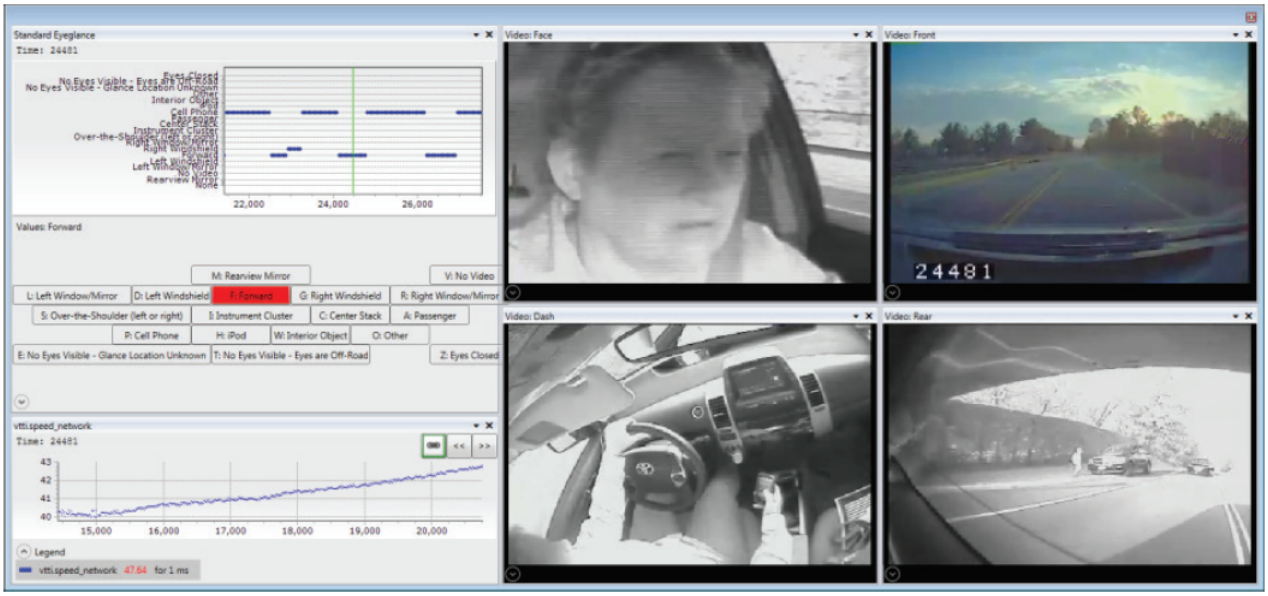
Příloha A (normativní) – Postupy pro manuální redukci/analýzu dat

Tato příloha na 5 stranách podává podrobný popis manuální analýzy dat hodnotiteli, včetně doporučení dobré praxe a upozornění na možné problémy. Jedná se o jednu z nejdůležitějších metodických částí dokumentu. (Shrnutí podkapitoly **A.1 Úvod.**)

A.2 Postup

A.2.1 Software pro redukci/analýzu video dat

V této podkapitole jsou shrnuty obecné vlastnosti a funkce softwaru, který je k takové analýze používán. Je uveden spolu s modelovým příkladem záznamu na Obrázku 2 (Figure A.1 v popisovaném dokumentu)



Obrázek 2 – Software pro redukci/analýzu naměřených dat vizuálního chování řidiče

A.2.2 Manuální kódování pohledů z video dat

V této podkapitole jsou podrobně popsány způsoby manuálního kódování (analýzy) dat o pohledech subjektu na definované oblasti zájmu (AOI) hodnotiteli. Dokument poskytuje návod pro následující dva způsoby kódování pohledů zkoumaného subjektu:

- Hodnocení fixací jednu po druhé
- Hodnocení dle setrvání pohledu na daném AOI

Další dvě podkapitoly obsahují poměrně rozsáhlý soubor důležitých bodů, které je třeba brát v úvahu při manuální analýze, a vhodných opatření (doporučení vycházejících z praxe), které obsahově odpovídají jejich názvů (**A.2.2 Zajištění kvality** a **A.2.4 Jak vytvořit videomateriál pro ukázkový standard/šablonu**).

Příloha B (normativní) – Ověření správnosti kalibrace a ověření přesnosti zařízení eye trackeru před započetím nahrávání dat za pomoci verifikace kalibrace

Tato příloha na 5 stranách detailně popisuje postup kalibrace daného systému sledování pohledu (eye tracker) pro dané podmínky, daný experiment a často pro každý jednotlivý testovaný subjekt.

B.1 Úvod

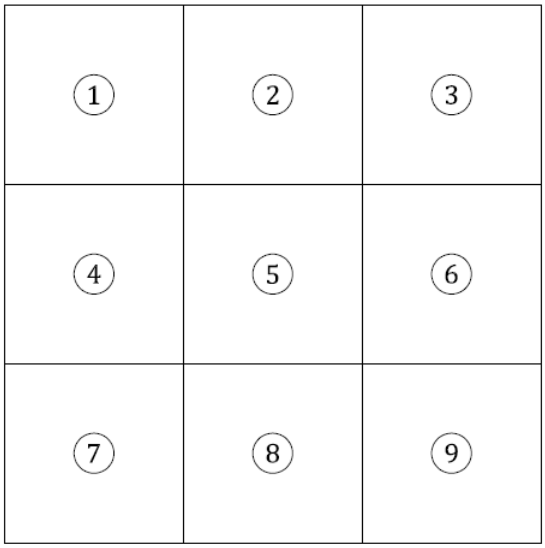
V této podkapitole jsou řešeny problémové parametry, kterým je nutné při ověřování kalibrace věnovat pozornost.

B.2 Metoda instruovaných pohledů na přirozené oblasti zájmu (AOI)

Zde je popsán způsob kalibrace, při kterém je subjekt v určitou chvíli vyzván prohlížet si určitou přirozeně ohraničenou oblast (např. zpětné zrcátko). Úspěšnost kalibrace se pak vypočítá za pomoci v textu uvedené rovnice.

B.3. Metoda pohledu na referenční mřížku

Zde je popsána metoda kalibrace obdobná jako předchozí s tím, že se subjektu předkládá předdefinovaný obrazec, tzv. referenční mřížka (šablona) je na Obrázku 3, (Figure B.1 v popisovaném dokumentu).



Obrázek 3 – Referenční mřížka

Vizuální úhel mezi dvěma body je opět vyjádřen rovnicí a orientační přepočet je v tabulce (Table B.1 popisovaného dokumentu).

Příloha C (normativní) – Eye tracker – validační úloha (Eye tracker validation task – EVT)

Tato příloha na 5 stranách detailně popisuje tzv. validační úlohu pro systém sledování pohledu (eye tracker), kterou je třeba provádět před započetím každé sady daného experimentu. Důvodem je, že podmínky (zejména světelné) v různých laboratořích jsou různé, souvisí s prostředím vozidla/simulátoru a testovaných situací a zařízení. Stejně tak se liší jednotlivé skupiny testovaných subjektů.

C.1 Úvod

Tato podkapitola rozebírá důvody nutnosti tohoto kalibračního měření a definuje tři základní veličiny, které se mají sledovat (střední doba pohledu, celková doba pohledu, četnost pohledů).

C.2 Postup

Tato podkapitola podrobně specifikuje experiment provedený na zástupci budoucí testované skupiny. Experiment sleduje pohledy do třech typických oblastí zájmu řidiče a používá k tomu definovaný vzorec dvou tónů, jakožto jednoduše rozlišitelných zvukových stimulů, k zaměření pohledu zkoumaného subjektu na danou oblast zájmu. Celá procedura průběhu této úlohy je znázorněna komplexní tabulkou (Table C.1 v popisovaném dokumentu). Dále je zde řešena vizuální rozlišitelnost cílů za pomocí prostorových úhlů a šablony, která je subjektu v různých vzdálenostech předkládána (Figure C.1 v popisovaném dokumentu). K přepočtu úhlu a vzdálenosti orientačně slouží přiložená tabulka (Table C.2 v popisovaném dokumentu).

Další podkapitoly pak řeší další požadavky na přípravu a průběh testu (C. 3 - výběr subjektu, C.4 - poučení subjektu před a během testu, C.5 - cvičné testy, C.6 - metrika testu).

Příloha D (normativní) – Verifikace 5 % dat – ověření spolehlivosti po pořízení záznamu a před statistickou analýzou

V této příloze je rozebrána problematika ověřování výsledků strojového ohodnocení dat za pomoci dodatečné manuální kontroly části vzorku. Předkládá dva možné přístupy:

- Přístup A – Výběr náhodného vzorku čítajícího 5 % ze 100 % záznamu.
- Přístup B – Výběr náhodných vzorků o celkové velikosti 50 % z původního záznamu, vyhodnocuje se poté pouze 10 % hodnot z tohoto výběru.

Neodpovídá-li Cohenovo kappa (spočítané podle Přílohy E) minimálnímu požadavku na shodu, je strojové hodnocení nespolehlivé a musí být provedeno manuální vyhodnocení podle Přílohy A**.**

Příloha E (normativní) – Cohenovo kappa pro jeden měřený subjekt

Tato příloha ukazuje proceduru ověřování shody vyhodnocených dat dvěma nezávislými hodnotiteli (hodnotitel A a B) při r na modelovém, typickém příkl je popsán pseudo-rovnicí a vyho

		Hodnotitel A			
		Pohled na vozovku	Pohled na zpětné zrcátko	Pohled na displej	Celkem
Hodnotitel B	Pohled na vozovku	530	50	20	600
	Pohled na zpětné zrcátko	110	140	50	300
	Pohled na displej	10	60	30	100
	Celkem	650	250	100	1 000

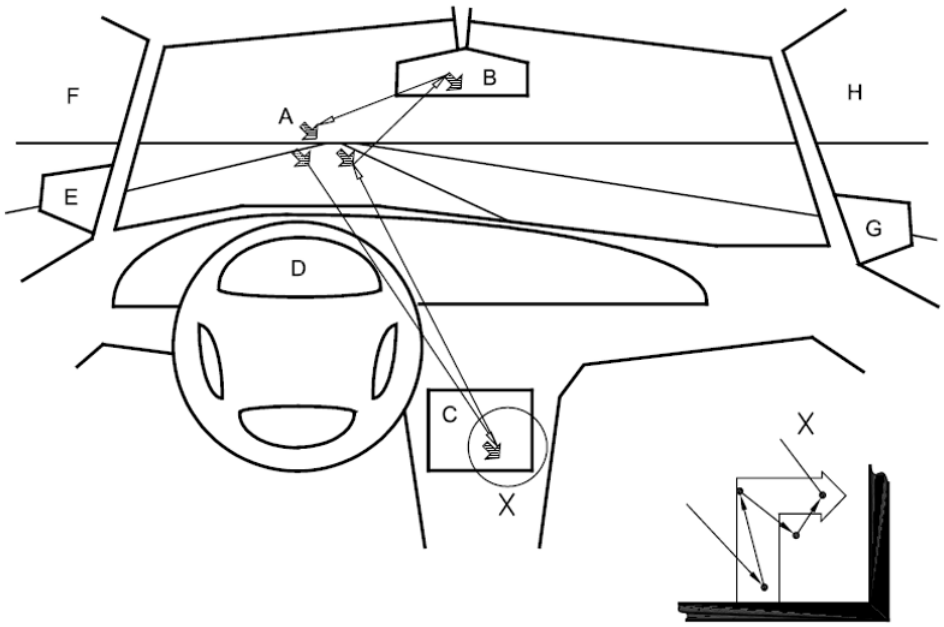
Obrázek 4 – Tabulka četností shod (tmavě šedé oblasti) a neshod (světle šedé oblasti) mezi hodnotiteli A a B pro množinu dat jednoho měřeného subjektu

Dvě další podkapitoly této přílohy rozebírají možná řešení **Chybějících hodnot** ve vyhodnoceném vzorku a **Minimální kritéria pro prohlášení shody** mezi výsledkem obou hodnotitelů.

Příloha F (informativní) - Podpůrné materiály k vysvětlení termínů a definic

F.1 Vizuální chování ve vozidle

Podkapitola obsahuje schéma předdefinovaných cílů upoutání zraku řidiče ve vozidle. Z pohybu oka řidiče po jednotlivých cílech lze získat a vypočítat mnoho různých parametrů. Z těchto hodnot lze posléze odvodit upoutání zraku řidiče. Sledování předdefinovaných cílů zrakem řidiče spočívá v sadě po sobě jdoucích fixací pohledu a očních kmitů, viz Obrázek 5 (Figure F.1 Původního dokumentu).



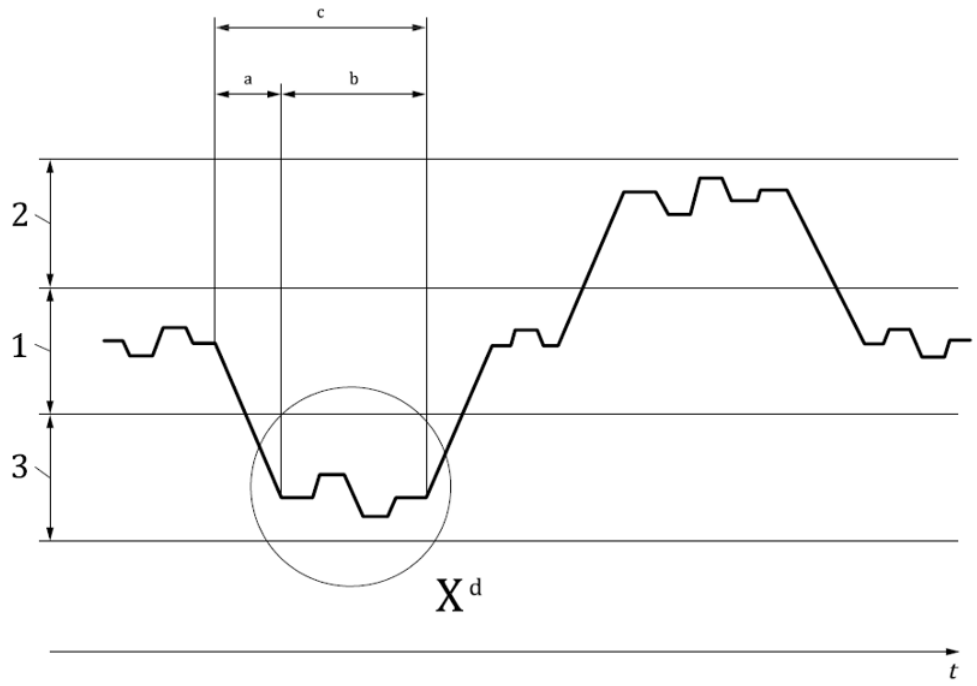
Legenda

A = Pozemní komunikace před vozidlem	D = přístrojová deska (panel)
B = Vnitřní zpětné zrcátko	E = boční zrcátko řidiče
C = displej ITS	F = boční okénko řidiče
= Doba přechodu Doba setrvání	G = boční zrcátko spolujezdce
= Sakády	H = boční okénko spolujezdce
= Fixace pohledu	

Obrázek 5 – Předdefinované oblasti zájmu a ilustrace příkladu fixace pohledu řidiče

F.2 Délka pohledu

Podkapitola vysvětluje detaily některých ve standardu užívaných definic za pomoci rovnic a grafu na Obrázku 6 (Figure F.2 popisovaného dokumentu).



Legenda

1 = Cíl A (např. scéna před vozidlem)

2 = Cíl B (např. zpětné zrcátko)

3 = Cíl C (např. displej)

X^d = detailně popisuje podkapitola F.4

a = Doba přechodu

b = Doba setrvání

c = Doba pohledu

Obrázek 6 – Časová závislost alokace řidičova vizuálního zájmu mezi oblasti zájmu (AOI)

F.3 Trvání odklonu

Obdobná podkapitola jako F.2, která se zaobírá odklonem řidičova pohledu od scény před vozidlem, obsahuje pouze obrázek.

F.4 Doba setrvání

Zde je za pomoci rovnice a grafu (Figure F.4 popisovaného dokumentu) popsána doba setrvání na určité oblasti zájmu za pomoci fixací a sakád.

Příloha G (informativní) – Podpůrné informace pro realizaci a analýzy experimentů vyhodnocujících vizuální chování řidiče

Tato příloha se ve třech podkapitolách zabývá základními parametry metriky posunování kvality měřeních dat.

G.1 Kvalita, validita a validace měřených dat

Hodnocení kvality se opírá stupnici založenou na procentech validních jednotek (políček) záznamu (excelentní je od 95 % výše a neakceptovatelná je méně než 70 %). Jsou zde také uvedena doporučení pro opatření vedoucí ke zlepšení.

G.2 Artefakty

Zde jsou naznačeny některé postupy, jak nakládat s artefakty signálu (nepravé, přimíšené vzorce), které se projevují především při automatizovaném zpracování.

G.3 Mrkání

Tato podkapitola se zabývá klasifikací mrkání oka a jak s ním při experimentech nakládat. Používá základní dělení do tří kategorií (normální <= 300 ms, dlouhé 300–500 ms a zavření víčka indikující mikro spánek >= 500 ms) .

Příloha H (informativní) – Sbírání a analýza dlouhodobých vizuálních dat z reálných jízd na silnicích

Tato příloha poukazuje na některé projekty, které se zabývali tímto tématem a z jejichž výsledků lze při těchto experimentech vycházet.

Příloha I (informativní) – Další vybavení pro záznam

Tato příloha velmi zhruba popisuje další laboratorní vybavení, které se běžně využívá, kromě základních nástrojů popsaných v předchozích kapitolách (kamery, video monitor, zapisovač událostí, head tracker – zařízení pro sledování polohy hlavy).

Bibliografie

Obsahuje 17 položek převážně základní literatury a vědeckých publikaci z oblasti HMI, vizuální a kognitivní zátěže a pozornosti, zejména pak řidičů, a dále dva odkazy na standardy.

© Silmos, s.r.o. 2018 - 2026. *We will help you navigate the field of Transport Telematics and find the right standard.*