



EyeTracker

a

Tobii Studio

Manuál

Verze 1.5

(interní pracovní verze plně k dispozici účastníkům školení ET a zaměstnancům PedF OU)

Ing. Libor Jedlička

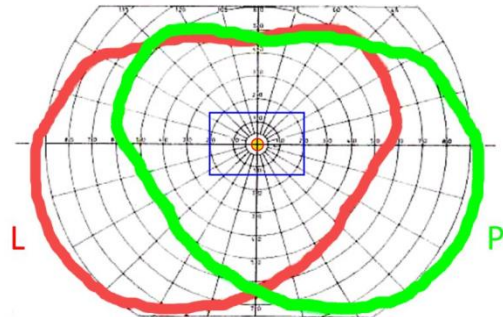
Obsah

1	Teorie.....	3
1.1	Žlutá skvrna	3
1.2	EyeTracker TX 300 a přesnost	4
1.3	Konfigurace OU	5
2	Instalace.....	6
2.1	Instalace a opětovná instalace Tobii Studio	6
2.2	Aktivace a deaktivace licence	7
3	Projekty v Tobii Studiu.....	7
3.1	Tvorba projektu	8
3.2	Otevření existujícího projektu	8
3.3	Import projektu	8
3.4	Smazání projektu.....	8
4	Tvorba, design a práce s jednotlivými testy	8
4.1	Design & Record	9
4.1.1	Typy médií a důležitá upozornění	9
4.1.2	Setup.....	10
4.1.3	Recording.....	11
4.2	Replay	11
4.2.1	Logy, segmenty a scény	12
4.2.2	Export Movie	13
4.2.3	Definice fixací	13
4.2.4	Definice Heat Map.....	13
4.2.5	Definice Clusters.....	14
4.2.6	Použité filtry - převzato z Tobii Studio manuálu - překlad	15
4.3	Visualizations.....	20
4.4	Areas of Interest.....	21
4.5	Statistics.....	22
4.6	Data export.....	23
4.6.1	Možnosti exportu dat	24

1 Teorie

Eye Tracker je zařízení, které do elektronické podoby převádí nasnímaná data prezentující konkrétní zaměření pohledu daného zkoumaného subjektu. V souvislosti s tímto se objevují výrazy jako zorný úhel a zorné pole.

Zorný úhel se obvykle vyjadřuje jako úhel od osy pro nejzazší efektivně pozorovaný bod v daném směru, běžně se však zorným úhlem také myslí úhel mezi dvěma krajními body rozsahu pozorování, čímž se dostáváme spíše k pojmu zorné pole.



Zorné pole je prostor, který je oko schopno zachytit. V podstatě se dá říci, že se obě hodnoty rovnají, i když to takto nevypadá. Zorné pole jednoho oka dosahuje mírně za 90° od osy hlavy a v opačném směru okolo 50° ve vodorovné ose. Celkově tedy vidíme jedním okem více než 140° rozsahu a obě oči dohromady jsou schopny pojmout obraz v úhlu okolo 208° záběru ve vodorovné ose. Vidíme tedy i kousek dozadu (viz obrázek binokulární a monokulární zorná pole pro bílé světlo - zdroj http://digiarena.e15.cz/ohniskova-vzdalenost-lidskeho-oka_6).

Teoreticky se dá říct, že průnik zorných polí obou očí je zorné pole, které vidíme a co je mimo, to je periferní vidění. Prakticky však periferní vidění začíná už od úhlu 8° a více vodorovně a 6° a více svisle (běžně se uvádí 10° - černé kolečko uprostřed modrého obdélníku). Para vidění je v rozsahu 2-10° a



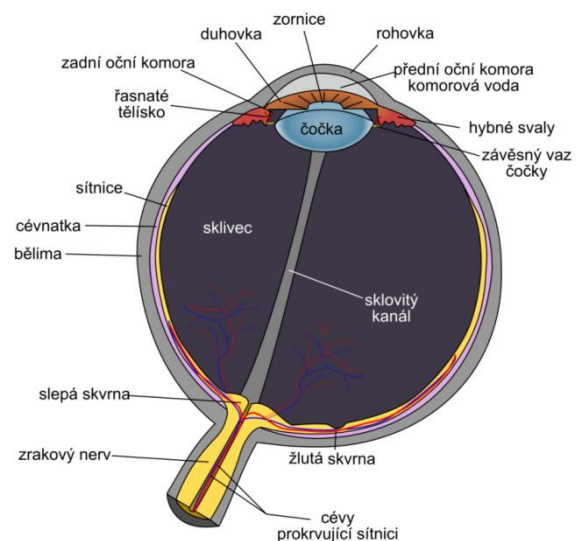
skutečný obraz a zároveň zorný úhel oka je do 2° (přesněji 1,5° červeno-žluté kolečko). Modrý obdélník znázorňuje zorné pole fotoaparátu s podobnou ohniskovou vzdáleností čočky jako má lidské oko.

Skutečný obraz tedy vypadá jako na obrázku s černým pozadím. Zbylý obraz a jeho ostrost obstarává mozek, oko však zaměřuje pouze bod v úhlu do 2° (viz obrázek - zdroj http://digiarena.e15.cz/ohniskova-vzdalenost-lidskeho-oka_6)

1.1 Žlutá skvrna

Úzký úhel vidění má za následek žlutá skvrna na sítnici, kde se nachází největší množství světlocitlivých prvků (tyčinky a čípky), které jsou schopny zachytit obraz.

Tyčinek je asi 130 mil. a starají se o černobílé vidění, čípků je přibližně 7 mil. a jejich funkce je snímání barev (viz obrázek - zdroj https://cs.wikipedia.org/wiki/Lidské_oko)



1.2 EyeTracker TX 300 a přesnost

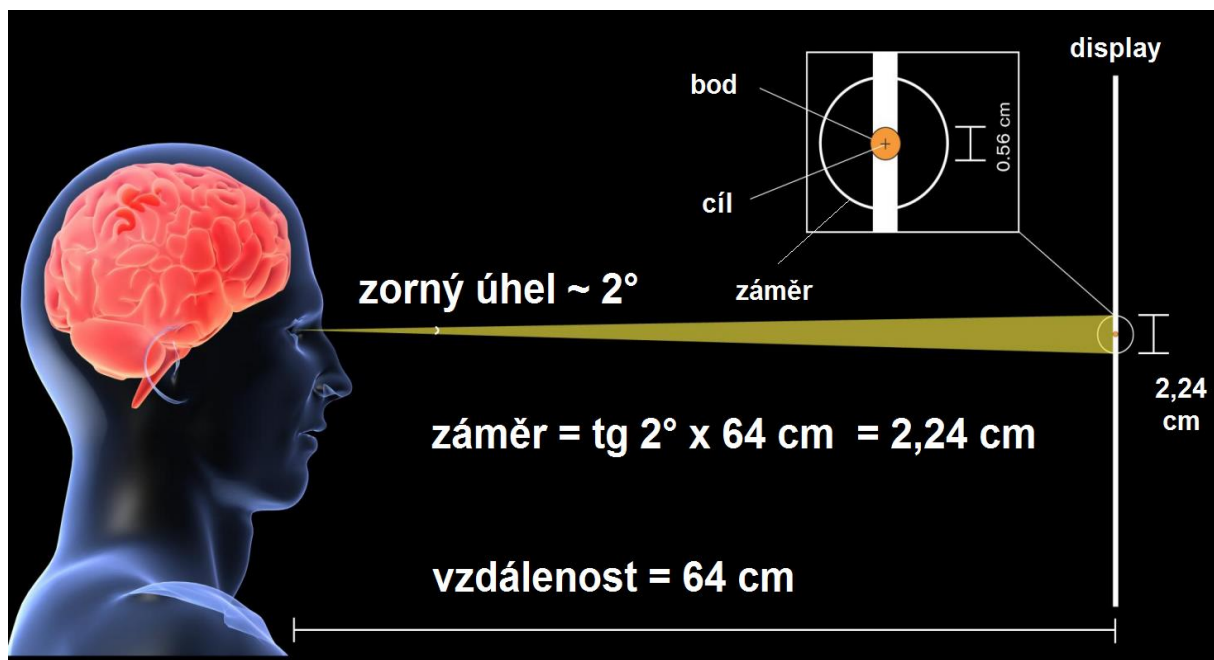
Na základě předešlé teorie počtu čípků a tyčinek v lidském oku je tedy vyšší úspěšnost přesného zaměření oka na černobílý objekt oproti barevnému.

Pro zaměření oka se využívá tzv. kalibrace (nastavení kalibrace se provádí buď při zadávání participantů, nejlépe však až před samotným testováním, které ale obvykle ihned následuje).

Ideální kalibrační body jsou tedy v černobílé kombinaci a v co největším množství. Na Eye Trackeru tedy využíváme nastavení 9-ti bílých bodů na černém poli, každý bod velikosti cca 1,5 cm s černou tečkou ve svém středu (viz 4.1.2 Setup)

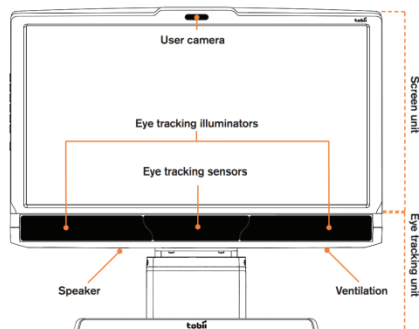
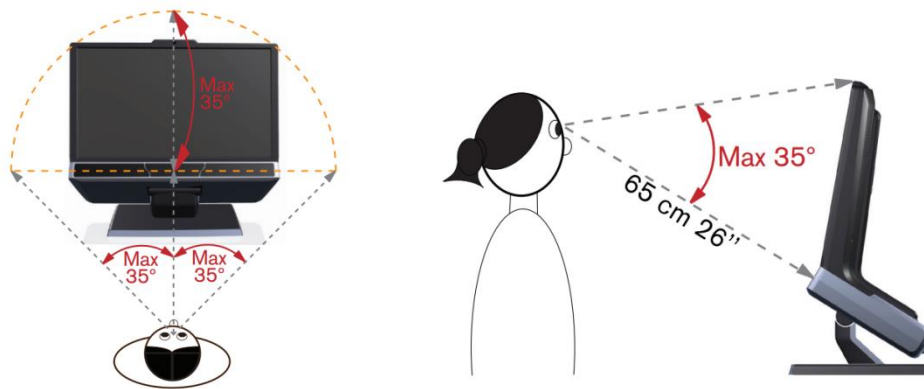
Přesnost přístroje EyeTracker TX 300 musí být tedy lepší ($0,5^\circ$), než je přesnost lidského oka (2°). Jelikož EyeTracker v základním modu obsahuje integrovaný monitor a z daných norem pro práci s počítačem jsou doporučeny pozorovací úhly a vzdálenosti, byla výrobcem stanovena ideální vzdálenost od monitoru cca 64 cm (viz obrázek - zdroj prezentace dr. Reutera, Ostrava srpen 2013 - upraveno do češtiny).

Na tuto vzdálenost je lidské oko schopno zaměřit bod do velikosti 2,24 cm (viz výpočet v obrázku).



Přesnost snímání přístroje EyeTracker je výrobcem uváděna jako $0,5^\circ$ což odpovídá bodu o velikosti 0,56 cm na vzdálenost 64 cm při doporučeném úhlovém nastavení.

Doporučené úhlové nastavení přístroje výrobcem je přibližně 35° od svislé osy středu monitoru na obě strany a 35° mezi horní a dolní částí monitoru (viz obrázky - zdroj Tobii Studio manuál). K přístroji je dodáván digitální úhloměr kalibrovatelný podle desky stolu na které přístroj stojí. Prakticky však jsou tyto úhly orientační a měřeními bylo zjištěno, že ideální nastavení je možné díky předkalibrační obrazovce, kdy je zobrazeno konkrétní snímání konkrétního participanta s tolerancemi vzdáleností od přístroje v prostoru.



Samotný přístroj v základním nastavení vypadá následovně (viz obrázek - zdroj Tobii Studio manuál - schéma jednotky ET).

ET obsahuje kameru snímající účastníka se testu, monitor pro zobrazení testu, infra přisvěcovače, senzory pro snímání oka, reproduktor (pouze jeden, což může při zvukovém testu svádět pohyb očí – lze však nahradit stereo, či vyšší sestavou).

Přístroj zaznamenává tzv. gaze patterns – postupné pohyby očí při sledování textu, obrazu, videa apod. Pohyb je zaznamenáván jako fixace oka (kolečka) a sakády (spojnice mezi nimi).

Vzhledem ke výše zmíněnému, kdy nevidíme celý obraz, ale jen část a mozek dopočítává zbytek a skládá nám kompletní obraz se dá říci, že např. v textu vidíme ostře jen několik písmen, někdy ani celé slovo po dobu průměrně 200-250ms a pokračujeme dále po sakádě trvající přibližně 20-40ms na další fixaci. Během sakád oko nezachytává žádné informace. Obvykle tedy zafixujeme 4-6 objektů za 1s času. Této hodnotě pak přizpůsobujeme filtraci dat, viz dále.

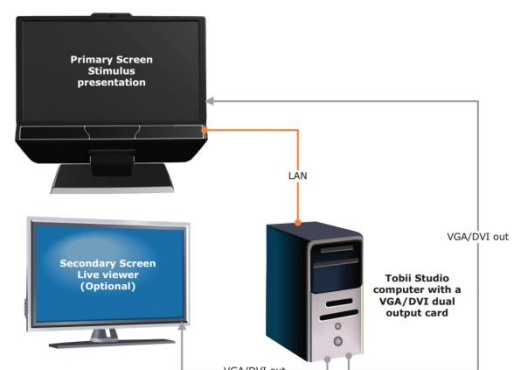
Díky záznamu jednotlivých fixací a dokreslených sakád mezi nimi nám přístroj zobrazí postupné sledování dané scény, z kterého lze dále provádět závěry.

Přístroj umožňuje tři základní typy zobrazení. Klasické zobrazení fixace/sakáda, zobrazení pomocí tepelné mapy a nebo pomocí klastrů (dále v sekci vizualizace).

1.3 Konfigurace OU

Konfigurace TX 300 v použití na OU Ostrava je následující:

ET TX 300 s primárním monitorem pro prezentaci a kamerou pro snímání účastníka, sekundární monitor pro vyhodnocování a tvorbu testů a řídicí počítač pro ovládání software (viz obrázek - zdroj Tobii Studio manuál).



Konfigurace může být variabilní např. v kombinaci pouze jednoho monitoru, nebo dvou monitorů a externí kamery, externího nahrávacího zařízení, dvou řídicích počítačů, zobrazení prezentace na stěnu či plátno apod.



Ke standardní konfiguraci ET TX 300 je k dispozici v Laboratoři ET (PedF OU, budova na ulici Fráni Šrámka 3, místnost 406) možné připojení externího přístroje Edlab s možností připojení dalších čidel a rozšíření testování od snímání pohybu očí na další děje probíhající při testování (viz obrázek - zdroj web stránky Edlab).

Přístroj Edlab umožňuje připojení čidel v online režimu a vyhodnocení real-time dat.

2 Instalace

Software pro vyhodnocení nasbíraných dat Tobii Studio lze instalovat jak na operační systém **Windows XP, Windows 7, Windows 8, 8.1 a 10 ve verzi 32- a 64-bitů** ve verzi 3.2.x.

Pro instalace se využívá "recording" verze software a „non recording“ domácí verze, které jsou naprosto shodné, liší se jen vloženým licenčním kódem, který určí jaké funkce software nabídne. Hlavní rozdíl je v tom, že domácí verze neumožňuje sběr dat. Další rozdíl by mohla obsahovat samotná verze software, obvykle se však jedná pouze o úpravu zdrojového kódu, aby byl funkční v jiné verzi operačního systému. **Pokusem však bylo zjištěno, že je vhodné použít stejnou verzi software pro domácí využití jako je verze na hlavním počítači.**

Licence pro recording verzi je doživotní a není dostupná pro jiný počítač, než pro PC v Laboratoři ET.

Licence pro non-recording verze software jsou momentálně určeny pro výzkumníky a zaměstnance PedF OU s platností na 1 rok. Přelomové datum není určeno datem instalace a vložením kódu, ale je pevně dáno. V současnosti však není tato verze dostupná.

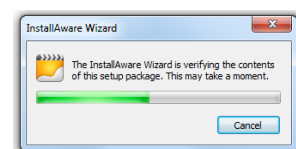
Běžně zájemci mohou dostat software bez dané licence a lze se bez aktivace software s ním po jeho instalaci seznámit v plné domácí verzi na 30 dní. Tato varianta nahrazuje běžnou licenční politiku software označovanou jako TRIAL.

Samotný instalační soubor má velikost cca 180 MB a lze o něj požádat, na Internetu není běžně dostupný.


Instalaci lze provést dle následujícího návodu.

2.1 Instalace a opětovná instalace Tobii Studio

Instalace se spustí kliknutím na soubor **Tobii_Studio_Installer_xxx.exe** a následují se kroky na obrazovce.



Instalaci lze provést na kterýkoliv disk po potvrzení souhlasu s licenčními podmínkami. Instalaci nelze provádět na Flash disky, ani data pro software nelze spouštět následně z nich.

Po nainstalování se na ploše se vytvoří ikona Tobii Studia 

Pokud došlo během užívání Tobii Studia k nějakému problému se spuštěním programu. Stačí instalaci znovu pustit a dojde nejprve k odinstalování programu a následně instalaci pustit znova a program se opětovně nainstaluje.

Vytvořené projekty z minula v programu nadále budou. Stejně tak případné segmenty, oblasti zájmu a další...

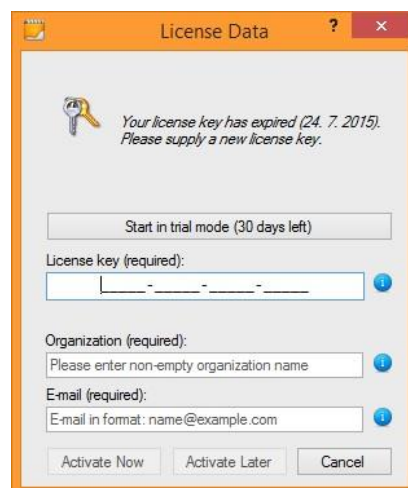
2.2 Aktivace a deaktivace licence

Pro aktivaci software je nutno software spustit a v úvodním dialogu zvolit **licenční klíč**, organizaci a vlastní e-mail, pak tlačítko „Activate now“.

Program lze spustit i jako trial 30 denní verzi na zkoušku funkčnosti.

Případná deaktivace produktu (obvykle není nutná) se provádí v samotném programu v menu Help.

Případná **změna** aktivačních údajů se provádí po **deaktivaci licence** a novém spuštění programu.



Licenční klíč viz. 2. Instalace si lze vyžádat u Ing. Libora Jedličky

Do části Organization je vhodné doplnit - OU Ostrava

Do části E-mail - e-mailovou adresu na OU

Pro 30-ti denní zkušební verzi volíme tlačítko „Start in trial mode (30 days left)“.

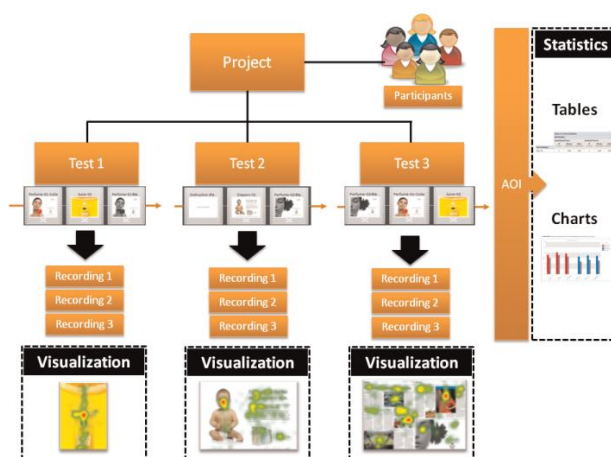
3 Projekty v Tobii Studiu

Systém tvorby projektu v Tobii Studiu je naznačen na obrázku vedle.

Pro jeden projekt existuje skupina testovaných subjektů (participantů). Není nutno provádět pokaždé novou kalibraci. Obvykle však testy nenásledují po sobě, ale s časovým odstupem.

Jeden projekt může obsahovat několik na sobě nezávislých testů. Vhodné pro několik typů obdobných měření. Testy lze kdykoli smazat, nebo přidat nové, pokračovat v již rozjetých.

Z jednotlivých testů lze provádět statistiky a výstupy dat.



3.1 Tvorba projektu

Projekt se vytváří na úvodní obrazovce Tobii Studia tlačítkem



Projekt je nutno pojmenovat, může obsahovat bližší popis a autora a je vhodné zvolit tlačítkem „Browse“ jeho umístění na disku. **Doporučený je poměrně větší prostor na disku**, jelikož samotné testy sice nebývají velké, v řádech desítek MB, ale výstupní data z EyeTrackeru díky video záznamu jsou již v řádech stovek MB.

Videa lze kdykoliv odstranit a jednotlivé funkce testu jsou zachovány.

3.2 Otevření existujícího projektu

Všechny již existující projekty jsou zobrazeny v úvodní obrazovce, stačí si vybrat a tlačítkem „open“ otevřít zvolený projekt.

3.3 Import projektu

Projekt lze importovat ze souboru, který byl dříve exportován v recording i non-recording verzi programu, ale někdy bývá problém se změnou jednotlivých adresářů na různých počítačích při přenosu dat, proto je **vhodnější využít tlačítko „Link Project to Library“**.

Projekt nemůže být umístěn na CD, DVD, Flash disku a jiném médiu, vždy musí být nejprve zkopírován na pevný disk, do adresáře, kde s ním chceme pracovat, až následně lze provádět importy, nebo propojení databáze.

Link Project to Library načítá soubor typu „database.db3“. Pokud v Tobii studiu projekt neexistuje, z uvedeného souboru se vytvoří. Pokud již existuje, aktualizuje se.

3.4 Smazání projektu

Projekt lze kdykoliv smazat. Projekt lze smazat z Tobii Studia a zůstane na disku, nebo jej lze smazat z Tobii Studia a zároveň i z disku.

Druhou variantu lze využít, pokud by docházelo k nějakým chybám při importu existujícího projektu.

Smazání projektu z Tobii Studia a disku včetně se provádí červeným křížkem za názvem projektu v jeho výběru na úvodní obrazovce.

Smazání projektu z Tobii Studia a jeho ponechání na disku PC se provádí pravým tlačítkem myši na názvu příslušného projektu a volbou „remove from library“.

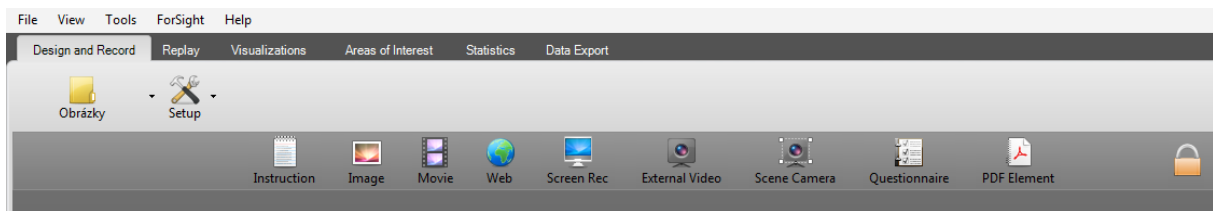
4 Tvorba, design a práce s jednotlivými testy

Menu projektu je rozděleno do 6-ti základních částí.



4.1 Design & Record

Základní obrazovka pro tvorbu testů.



Žlutá složka „Obrázky“ je název aktuálního testu. Zde je možno pomocí add, delete, nebo rename testy přidávat, mazat a přejmenovávat.

Nástroje „Setup“ slouží pro vytvoření participantů a nastavení systému (dále v části statistiky).

Existující test je nutno nejprve odemknout ikonou zámku v pravé horní části, jinak nejsou možné úpravy testu.

Test se může skládat z částí informace (Instruction), obrázků (Image), videí (Movie), web stránek – i offline (Web), snímání obrazovky (Screen Rec), externího vstupu (External video), snímání okolí HD kamerou (Scene Camera), dotazníku (Questionnaire) a PDF souborů (PDF Element).

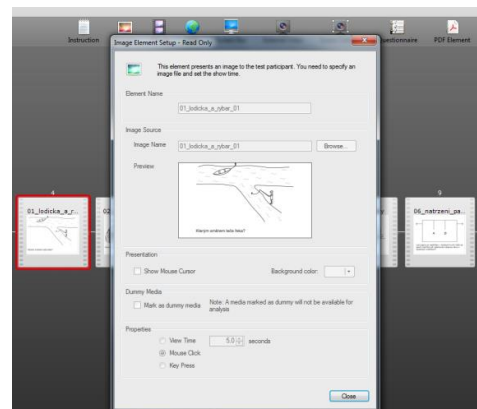
Jednotlivé položky se do testu přiřadí chycením levým tlačítkem myši a tažením dolů do středu obrazovky. Následně se objeví jejich vlastnosti potřebné pro tvorbu vstupu.

4.1.1 Typy médií a důležitá upozornění

Pro **informační popis** se využívá holý text napsaný v okně. Volitelná je velikost, tvar a barva písma na podkladu. Samotný popis se do statistik nedostává, pokud nezaškrtneme volbu „enable for visualizations“, avšak nasnímané fixace a sakády viditelné jsou při přehrávání. Přechod na další objekt je možný po určitém čase, kliknutím myši, nebo stiskem zvolené klávesy, vždy jedna z těchto možností.

Image je **obrázek**, nebo grafický objekt ve formátu *.bmp, *.jpg, *.gif, *.tif, *.png a pod. Lze jej označit jako „dummy“ a pak je nedostupný pro analýzu obdobně jako výše zmíněné "enable for visualizations"

Obrázek může mít maximální velikost 1920x1080 pixelů, jinak přesahuje obrazovku. Při menším rozlišení je možno doplnit okolí o jednobarevný podklad, který, ale v aktuální verzi není zobrazen v replay a vizualizations sekci, což někdy působí rušivě. Ideální je tedy výše zmíněná velikost obrázku. Ostatní ovládání je stejné jako v předchozím případě.



Vkládáním obrázků různých velikostí byla objevena chyba programu Tobii Studio, kdy si tento zapamatuje původní vložený obrázek i přesto, že je na stejné místo uložen nový se stejným názvem, jen jinou velikostí. Program se tváří, jako že obrázek vyměnil, ale zapamatuje si oba dva, případně i více a v sekci visualizations pak může docházet k matení uživatele, neboť tam vidí všechny vložené

verze obrázku a test probíhal pouze na jedné z nich a ostatní neobsahují žádná data. Vhodné je tedy tvořit si test nanečisto a až bude dobře nastaven, přejít do druhého čistého a data vložit jednou a původní test pak smazat, nebo při výměně obsahu objektu nejprve tento smazat a vytvořit znova.

Movie je prvek **video** ve formátu *.avi, *.wmv, nebo *.asf formátu vytvořeného kodekem Microsoft Video 1, nebo TechSmith Screen Capture Codec. Ostatní formáty, nebo tyto formáty tvořené jiným kodekem nefungují správně, nebo vůbec. Kodek TechSmith ke stažení na Internetu.

Rovněž, pokud je v PC nainstalováno více kodeků pro přehrávání videí, nemusí program Tobii Studio fungovat správně, především v oblasti přehrávání videí, záznamu, nebo exportu videí. Z počítače pak musí být kodeky odinstalovány v ovládacích panelech – přidat odebrat programy a musí být doinstalován kodek TSCC. Prakticky se však osvědčilo doinstalovat do PC balík kodeků o velikosti cca 35 MB volně dostupný a označený jako **K-Lite Codec Pack** (dostupný např. zde: <http://www.stahuj.centrum.cz/multimedia/kodeky/klitecodecpack/>). Díky tomuto kodeku lze videa přehrávat ve zvoleném přehrávači pokud tomu tak nebylo předtím možno a hlavně lze rychle prohlížet i videa z webkamery snímající účastníka uložené v adresáři Usercams každého testu.

Standardně je vhodné použít základní kodek Microsoft Video 1, který zabírá nejméně místa při ukládání dat na disku a měl by být přehratelný v každém operačním systému bez zvláštních nároků.

Web je část pro vložení **web stránky** zobrazené v Internet Exploreru aktuální verze. Stránku lze vložit jako přímý odkaz na web, nebo jako na disku uloženou web stránku (off-line), pak je ale nutné, aby se nejlépe nacházela v adresáři, kde je tvořen projekt (adresář volený na začátku – create new project) pro lepší přenositelnost dat.

Web stránky mohou být pak zobrazeny s okraji, nebo jako full screen. Doba zobrazení je omezena časem.

Screen Rec je prvek, který je schopen zobrazit data z plochy obrazovky externího software, nebo vlastního na ploše obrazovky.

External video je prvek sloužící pro nahrávku obrazu z externího zdroje dat (hry, software atd.), nebo externího zařízení jako TV, videorekordér apod. Nutná je externí videokarta (střížna apod.) Tento prvek funguje samostatně.

Scene camera je klasická HD web kamera použitá programem Tobii Studio. Slouží k zachycení obrazu na který je namířena.

Dotazník je předurčen k tvorbě otázek a možných odpovědí pro využití statistik.

PDF Element funguje obdobně jako web stránka, kdy se sledujeme co participant dělá při čtení *.pdf dokumentu během testu.

4.1.2 Setup

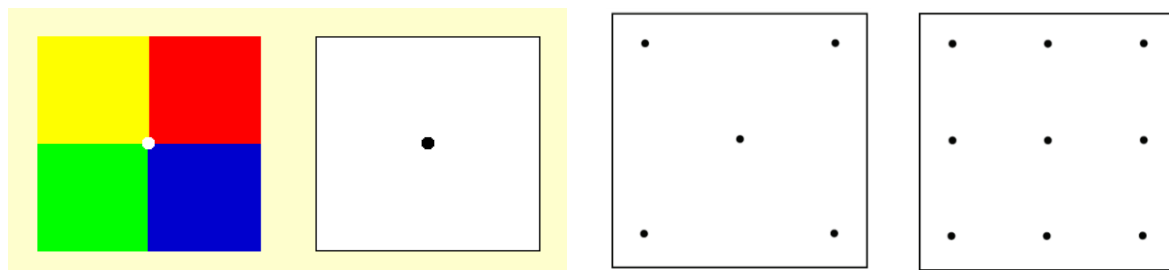
Volba Manage participants slouží k vytvoření participantů a případně i jejich variabilit.

Participant slouží k rozlišení jednotlivých osob dle jména a dalších variabilit jako např. pomocná dělení muži/ženy, věk, skupina a pod.

Kalibrace slouží k nastavení jednotlivých participantů, ideálně těsně před testem, možno však kalibrovat dopředu. Nastavení kalibrace je předmětem obsluhy zařízení a nelze jí testovat v non-recording verzi.

Settings – důležitá část pro vyhodnocení dat. Nejdůležitější záložka je fixation filters, kde je možno měnit nastavení přístroje a zpracování pořízených dat (vice v sekci statistiky).

Kalibraci lze provádět na různě barevných podkladech s různě barevným bodem, z teorie a počtu tyčinek v oku je však nejvhodnější barva černá a bílá. Černé, nebo bílé pozadí a v opačné barvě kalibrační bod.



Počet kalibračních bodů je minimálně 2 a maximálně 9. Kalibraci je možno provádět automaticky, nebo ručně, oprava špatně nasnímaného bodu je možná ihned po provedení kalibrace.

Kalibraci i snímání docela vadí vlasy v obličejové části, dlouhé a nabarvené řasy, nezvykle velké zorničky. Brýle a kontaktní čočky obvykle uberou 10% z celkově nasnímaných dat.

4.1.3 Recording

Kalibraci participanta a nahrávku testu lze provádět pouze na nahrávací verzi programu s připojeným EyeTrackerem.

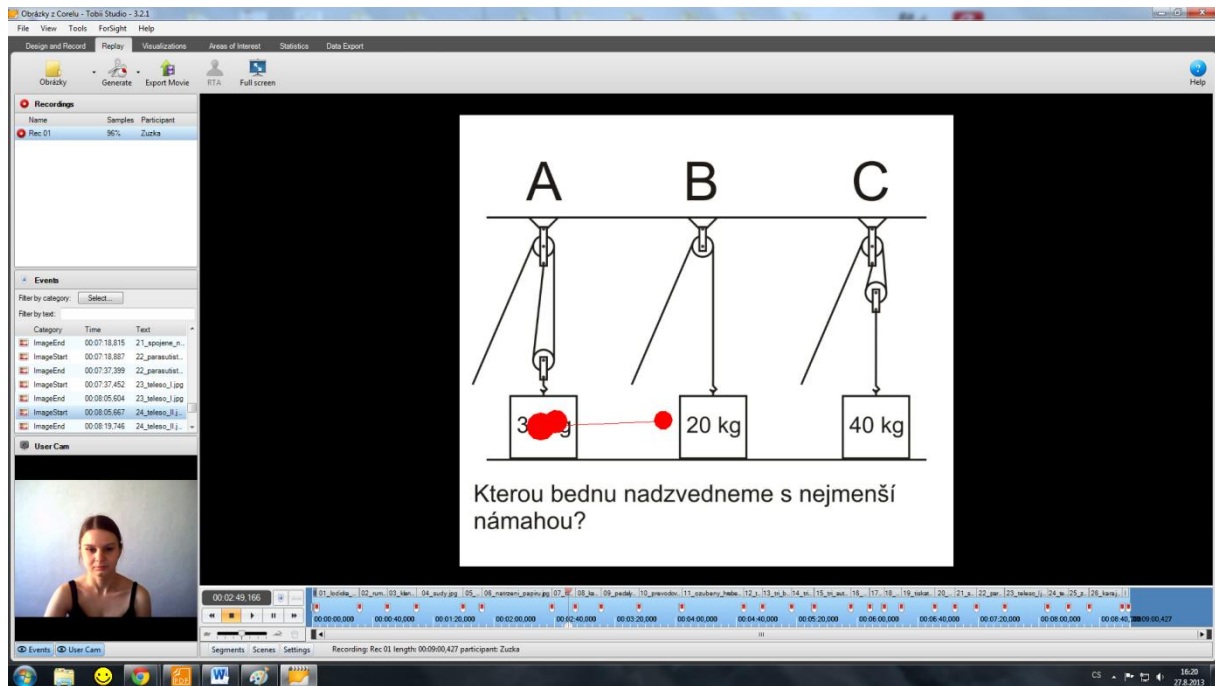
Přesné umístění participanta je dáno (viz výše), pokusy však bylo zjištěno, že některé podmínky nemusí být dodrženy striktně a výsledky úspěšnosti sledování očí jsou vyšší (přesné nastavení úhlů, osvětlení), některé parametry je nutno dodržet (vzdálenost a pokud možno omezení přílišných pohybů hlavy) a díky některým, nelze provést ani kalibraci (nemoci oka, dlouhé řasy...).



Samotný výsledek úspěšného snímání je zobrazen po provedení testu v části replay v procentech úspěšnosti. Lze dosáhnout i 100% úspěšnosti, použitelná úspěšnost je od 75% výše. Pokud se však během testu vyžaduje zavření očí, psaní si poznámek a pod. pak procenta úspěšnosti toto neberou v potaz a může být dostatečné i nižší procento dat, nebo lze do testu mezivložit další prázdné snímky pro vyřazení těchto okamžiků ze statistik.

4.2 Replay

Zde je obrazovka rozdělena do částí – nahrávky participantů, jednotlivé části testu, uživatelská kamera, video testu a ovládání videa testu.



Ovládání videonahrávky se nachází v levé dolní části obrazovky.

V části events lze volit jednotlivé části rozdělené podle začátku a konce záznamu dle jednotlivých vložených položek při tvorbě testu. Events lze filtrovat klikem pravým tlačítkem myši v oblasti events a následným výběrem volby zobrazení.

User cam jsou největší data v celkovém záznamu a lze je kdykoliv odstranit. Nachází se na nich video záznam účastníka během provádění testu.

Oblast recordings obsahuje jednotlivé záznamy účastníků a jejich provedených testů s procentuální úspěšností nasnímaných dat během záznamu.

Středová část obsahuje video záznam jednotlivého testu včetně vykreslení gaze plotů (červené body) pohybů očí během fixací a sakád (rychlých očních pohybů přivádějících zdroje zájmu do zorného pole).

Chycením posuvné lišty v dolní části obrazovky lze změnit velikost časové osy záznamu pro přesnější výběr jednotlivých segmentů. Posunem lišty pod ovládacím videem lze měnit rychlost přehrávání záznamu.

4.2.1 Logy, segmenty a scény

Na časové ose jsou vloženy jednotlivé objekty s počátečním a konečným logem automaticky. Pravým tlačítkem lze vkládat logy nové. V záložce design and record lze v menu setup – coding scheme vytvořit nové množiny pro ručně vkládané logy.

Segmenty jsou úseky na časové ose určené především pro export videa. Segmenty lze tvořit automaticky z horního menu generate – segments, nebo tažením pravého tlačítka myši po časové ose videa. Segmenty mohou obsahovat pip okno s user kamerou a zvukovou stopu volitelně, záznam EyeTrackingu standardně.

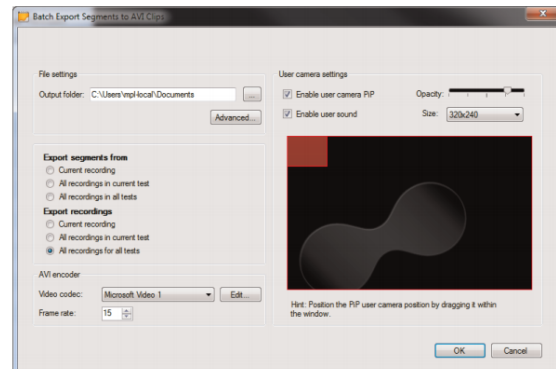
Scény jsou časové úseky včetně pořízených dat určené pro další analýzu v menu visualizations a areas of interest. Pokud však scéna přechází přes dva a více vložených objektů, podkladový obraz se nemění (chyba ve verzi, nebo použita nevhodná grafická karta). Scény je pak vhodné využít pouze pro jednotlivé objekty, které však již svůj časový úsek mají a pak scény pozbývají smysl. Jediné využití mají jako časová část objektu menší než celkový čas na daný objekt.

Scény lze editovat tažením myši a volbami pod pravým tlačítkem myši na dané scéně.

4.2.2 Export Movie

Exportovat video lze jako celý záznam z testování pro jednotlivé/všechny participanty a nebo lze exportovat jednotlivé segmenty pro daného participanta, či všechny participanty.

Exportovaný formát je video *.avi v kodeku Microsoft Video 1, nebo TechSmith Screen Capture Codecs.



Zvolit lze opět výstupy pip (picture in picture) a zvukový, včetně složky, kam budou videa exportovány.

4.2.3 Definice fixací

Během testu jsou pořizována data ve formátu raw každých 3-4 ms, což přibližně odpovídá 300 Hz za 1s času. Zaznamenány by tedy měly být všechny fixace i sakády včetně mikropohybů oka. Laboratorní přístroje však využívají vyšších frekvencí, obvykle nad 1000 Hz. Všechny data mají časový otisk a koordináty v ose x a y.

Velké množství raw dat je omezeno fixačními filtry. Fixační filtry jsou zodpovědné za veškeré výpočty fixací dat, například počty fixací, trvání fixací, umístění fixací apod. Tyto data pak tvoří gaze ploty, heat mapy a clustery. Identifikace fixací je matematický a statistický proces, který popisuje pohyb očí.

Přesnost a flexibilita algoritmů je omezena faktorem, že neexistuje žádná přesná definice pro začátek a konec fixace a tím i pro proces identifikace. Proto je nejlepší identifikací procesu ověření performa testu, kde lze porovnat fixační filtrování dat s pozorovatelovým subjektivním dojmem o trvání fixací.

V Tobii Studiu existuje několik filtrů fixací. Při jejich použití může, ale docházet ke zkreslení dat. Nepřesnější údaje, ale také nejpočetnější jsou dosahovány v čistých raw datech. Konkrétní definice dostupných filtrů jsou k dispozici v manuálu Tobii_UserManual_TobiiStudioxxx.pdf od strany 50 po stranu 56. Manuál je dostupný na webu tobii.com. Základní přehled je na konci tohoto dokumentu.

Dalším ovlivňujícím faktorem může být volba zaměření na jedno z očí, případně na obě v průměru, kdy na výpočet průměru postačují data alespoň z jednoho oka, a nebo striktního průměru, kdy musí být k dispozici data z obou očí.

4.2.4 Definice Heat Map

Heat mapa se počítá na základě raw dat, nebo zvoleného filtru. V obou případech se skládá z časového razítka a pozice x,y.

Raw data se skládají z fixací a malých pohybů očí (malých mezi fixací), takže taková heat mapa bude obsahovat více šumu a zabere větší plochu a vyšší barevnou hodnotu. Mapa je tedy založena na rychlosti vzorkování tedy 3,3 až 33ms. Hodnoty trvání fixace pro každou položku jsou pak konstantní.

Pokud se použije filtr, závisí výsledek na počtu zobrazených bodů raw dat ve skupině a délce jejich trvání. Dále záleží na funkci accumulate (postupně se přidávají fixace) nebo funkci sliding window (cca 1s aktuálního času a aktuálních fixací). Výsledně by, ale vznikly spíše pixelizované zhluky než kolečka s teplejším středem a ochlazením do ztracena.

Navíc je možno nastavit radius pixelizace kolečka od 1px po 999px, ale opticky to začíná být spíše flek od 100px výš, základní nastavení je 50px.

Hladký průběh změny barvy je dán rozdělením hodnot kolem fixačního bodu pomocí aproximace Gaussovy křivky ve 2D zpracování obrazu - Cubic Hermiteův spline polynom (CSPLINE).

Filtrem je tedy spousta dat ořezána oproti raw, stejně jako je to vidět u gaze plotů a počet fixací se nahrazuje délkou trvání pomyslné středové fixace shluku a u raw dat je to přesně, ale zase radius heat mapy je dán 50px defaultně (to o obou). Pokud bychom šli na 1px tak by to určilo přesný střed fixace, ale samotný přístroj na danou vzdálenost má přesnost 0,56cm, takže i 10px je málo. Rozumná velikost pixelů na pokrytí daných 5,5mm je cca 25px, jenže tam zase jde o "ochlazení do ztracena", které tím ochlazením překryje velikost kolečka přesnosti, ale samotné ochlazení zase ubere skutečné teplotě, která by sama o sobě měla překrýt přesnost přístroje :)

Ve výsledku je asi nakonec nejrozumnější použít velikost pixelu na 50px, kde střed jakžtakž trefí přesnost přístroje a okraje do ztracena jsou prostě do ztracena.

Navíc existuje možnost nastavení zobrazení mapy pomocí funkce:

- count - přidávají se a sčítají fixace na stejném místě

- absolute duration - přidává se trvání fixace a sčítá

- relative duration - doba trvání fixace je rozdělena nejprve podle zobrazení času média a pak přidána

4.2.5 Definice Clusters

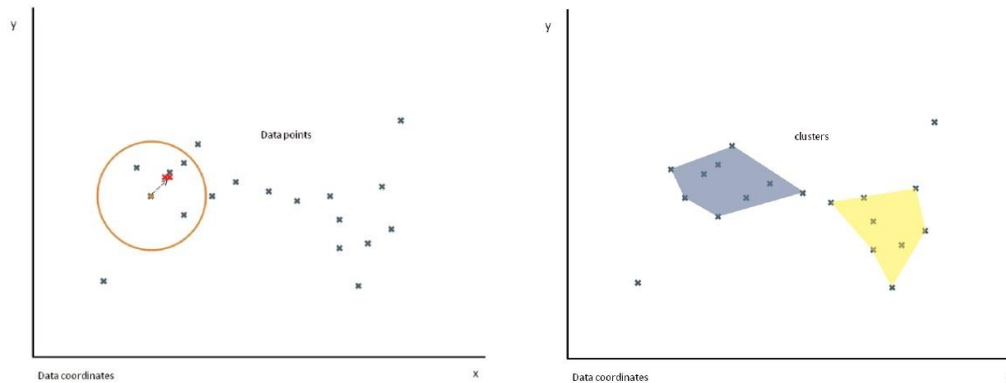
Clustery jsou vypočítávány jako jednoduché shlukovací algoritmy počítající vzdálenost mezi libovolnými dvěma body v datech a přiřazující je ke stejnému clusteru, pokud tato vzdálenost je pod určitou předem stanovenou prahovou hodnotou (algoritmy jsou známe jako vzdálenostní clusterové algoritmy).

Algoritmus pro výpočet clusteru vizualizace Tobii Studia je založen na robustním clusteringovém algoritmu, který navrhl Santella & DeCarlo (2004) pro analýzu dat pohybu očí. V podstatě, algoritmus clusteru se snaží najít prostorové vzory v distribuci dat pohledem. Činí tak nejprve kolem hustších bodů pohybů očí, dokud jsou body shromažďovány kolem dané hodnoty, a poté po určitém počtu iterací, kdy vzdálenosti mezi hodnotami jsou větší, než je prahová hodnota vzdálenosti, přiřadí každému pohledu bod nacházející se kolem stejné hodnoty do stejného clusteru.

Tento postup je shrnut v následujícím algoritmu, kde σ představuje prahovou vzdáleností (nebo prostorové měřítko). (viz obrázek)

$$\text{Spatial Kernel } (x_i, y_i) = \exp\left(-\frac{x_i^2 + y_i^2}{\sigma_s^2}\right)$$

Docela dobře je to viditelné na následujících obrázcích (zdroj Tobii Studio manuál), kde je zvolen určitý práh a ten se odměří od každého bodu a kde se poloměr prahu překrývá s ostatními poloměry, tam vzniká cluster a kde to překrytí není tak časté a přitom je tam poměrně velký shluk pohledů (fixací) tam vznikne druhý cluster.



Další výhodou metody je, že vzhledem k velikosti stanovení prahu jsou výsledky předem předvídatelné. Velké shluky fixací vytvoří cluster. Vzdálené shluky budou reprezentovány jako malé shluky, nebo úplně vymazány pokud žádný další bod nebude ve vzdálenosti délky zvoleného prahu. Pokud vzniknou dva clustery a dále se rozšiřují tak, že jejich vzájemná vzdálenost se zmenší než je délka práhu, obvykle se spojí v jeden cluster.

4.2.6 Použité filtry - převzato z Tobii Studio manuálu - překlad

4.2.6.1 I-VT filtr

Základní myšlenka při použití I-VT filtru je klasifikovat pohyby očí na základě rychlosti směrových posunů oka. Rychlost se nejčastěji uvádí vizualizací stupňů za sekundu ($^{\circ} / s$). Je-li rychlost pohybu očí pod určitou prahovou hodnotu, vzorky jsou klasifikovány jako součást fixace.

Tobii I-VT filtr je vyvinut pro práci na stacionárních očních trackerech. Vzhledem k tomu filtr I-VT vyžaduje přesné zjištění 3D polohy očí a může dojít k selhání správné klasifikace dat sledování očí z nahrávek s předchozími verzemi Tobii Studia, kde byly použity řady Tobii X očních trackerů (samostatný očí tracker bez vestavěného monitoru – promítání projektorem na zeď).

Fixace z filtru I-VT se rovněž nepodaří správně klasifikovat z dat sledování očí zaznamenaných Tobii brýlemi, i když fixace filtru I-VT mohou být povoleny ve výchozím nastavení při analýze snímků. Uživatelé Tobii brýlí by měli než I-VT fixace filtru použít spíše Raw filtr dat.

Výchozí hodnoty I-VT parametrů fixace filtru byly nastaveny tak, aby poskytovaly přesné klasifikace fixace pro nejběžnější případy sledování očí, např. web stránky, průzkumy trhu a standardní studie pro čtení. Nicméně, v závislosti na typu oka může být prováděna úprava tak, aby lépe vyhovoval zejména dané studii, aby byly zobrazeny jemnější fixace dat, nebo kompenzace vysokých hladin hluku.

4.2.6.2 Gap fill-in (interpolace) – základ I-VT filtru

Účelem Gap fill-in funkce je vyplnit údaje, kde chybí platná data. Například, aby se preventivně zabránilo fixaci, kde několik vzorků chybí a nebyla vykládána jako dva samostatné záznamy. K takové ztrátě platných dat může dojít v důsledku dočasných odrazů v očích, nebo brýlích účastníka. V těchto

případech je ztráta dat obvykle omezena na krátkou dobu, obvykle méně než 50 ms. Data mohou být také ztracena z jiných oprávněných důvodů, jako například mrknutí, nebo odvrácení se od sledované plochy. Tyto datové ztráty pak mohou mít za následek nedostatky v údajích delší než 100 ms. Ztráta dat v těchto případech může být naprosto v pořádku, pokud účastníci nic nevidí, nebo když často mrkají, nebo odvrátili zrak.

Uživatel Tobii Studia může ovládat limit velikosti rozdílů z údajů, které by měly být vyplněny nastavením parametru "Maximální délka mezery (Max gap length)". Výchozí hodnota "Max. délka mezery" je 75 ms. Podle Komogortseva et. al 2010, je minimální doba mrknutí 75 ms.

Data jsou vyplněna v mezeře dat pomocí lineární interpolace. Datové body se přidávají po přímce mezi sousední platné datové body. Interpolace se provádí pro každé oko zvlášť.

Komogortsev et. Al. 2010. Standardizace automatizovaných analýz okohybných fixací a sakádické chování. IEEE Přenosy biomedicínského inženýrství, sv. 57 (11), str. 2635-2645.

4.2.6.3 Eye selection

Výběr oka/očí. Standardní nastavení je průměr z obou očí, tzn. pokud jdou data alespoň z jednoho oka, nejlépe z obou, pak lze data analyzovat. Lze vybrat přísný průměr – musí být data z obou očí, levé, nebo pravé oko.

4.2.6.4 Redukce šumu – klouzavý průměr – moving average

Všechny měřicí systémy, včetně očních trackerů se setkávají se šumem. Šum může pocházet z nedostatků v nastavení systému, stejně jako z vlivů a rušení z prostředí, ve kterém probíhá měření. V očním sledování, kde jsou fixace pohybů očí zájmem měření a vznikají další drobné pohyby očí, jako je třes, a mikrosakády (Yarbus 1967), může také být viděn šum. V nejzákladnější podobě, I-VT filtry vypočítávají rychlosti vynásobením změny v poloze mezi dvěma po sobě následujícími body vzorků se vzorkovací frekvencí. Pokud je vzorkovací frekvence nízká, oko bude mít čas udělat dost velké posuny směrem mezi dvěma vzorky, což je pro tracker oka jednodušší rozlišovat mezi skutečnými očními pohyby a šumem. Čím vyšší je vzorkovací frekvence, tím menší pohyb očí bude mezi dvěma po sobě jdoucími vzorky při dané rychlosti očí. Šum bude tedy mít větší dopad na vysokofrekvenční systém, i když jde o stejnou vzdálenost jako v nízko frekvenčním systému.

Redukce šumu (klouzavý průměr), funkce je symetrický klouzavý průměr filtru. Ten produkuje výstupní data tvořená aritmetickou střední hodnotou počtu datových bodů ze vstupních dat. Čísla vstupních datových bodů jsou použita k výrobě každého výstupního bodu, jež jsou řízeny parametrem velikosti okna. Každému vytvořenému výstupnímu datovému bodu je dáno časové razítko datového bodu vstupu, který byl ve středu okna: vstupní medián (parametr velikost okna musí být liché číslo). Velikost okna je dynamicky upravována tak, aby se okno nikdy nerozprostíralo mimo platné datové řady.

Výchozí hodnota parametru velikosti okna jsou 3 vzorky, což je nejnižší možná hodnota, která má vliv na data. Pomocí aplikace VelocityChart se zkoumají účinky na snížení hluku při použití a nastavení parametrů ve funkci redukce šumu.

Yarbus L. 1967. Pohyby očí a vidění. Přeloženo z ruského vydání (Moskva, 1965), Basil Haigh. Lorrin A. Riggs, Překlad Ed. Plénum, New York, 1967. Xiv + 222 s.

4.2.6.5 Redukce šumu – klouzavý medián – moving median

Statisticky, funkce klouzavého mediánu je funkce optimální pro obnovu pohybu očních dat v oku při sledování datové řady v případě, že výkyvy jsou normálně rozděleny, jako je například šum kolem fixace. Nicméně, při normálním rozdělení zde není místo na vysokou pravděpodobnost velké odchylky, které se vyskytují během sakád. To vysvětluje, proč nevzniká výrazné rozhraní mezi fixací a sakádou ba dochází k vyhlazení ve výstupních datech. V případě odchylek se předpokládá, že Laplaceova distribuce, klouzavého mediánu je statisticky optimální. Pro dané odchylky, Laplaceova distribuce klade vyšší pravděpodobnost na náhody, jako jsou sakády než je tomu v normální distribuci. To vysvětluje, proč klouzavý medián funkce redukce šumu toleruje sakády lépe než funkce klouzavého průměru snížení šumu a proč medián odrušovacího filtru redukuje lépe amplitudu sakády rychlosti.

Funkce redukce šumu je symetrický klouzavý medián filtru. Ta vytváří výstupní data výpočtem střední hodnoty z řady po sobě jdoucích datových bodů z datové řady vstupu. Počet vstupních datových bodů používá k výrobě každého výstupního datového bodu, který je řízen parametr velikosti okna. Každý vytvořený výstupní datový bod je vzhledem k časovému razítku vstupních dat bodem, který byl ve středu okna: střední bod vstupního okna (parametr velikost okna musí být liché číslo). V případě, že okno není zcela naplněné datovými vstupními body, nebudou vytvořeny žádné výstupní data. Okno může být malé z datových bodů vzhledem k tomu, že se táhne okno mimo datové řady s platného pohledu, nebo malé frakce dat bodů v okně chybí. Typicky, okno se táhne mimo platné datové řady na začátku a na konci mrknutí, nebo na začátku a na konci záznamu. Ke ztrátě malých frakcí dat může dojít v důsledku přechodných odrazů, okluzí, atd., a lze to částečně vyřešit pomocí vyplňování funkcí Gap fill-in (interpolace) - výchozí nastavení pro I-VT.

4.2.6.6 Velocity calculator

Funkce Velocity kalkulátor přiřadí úhlovou rychlost (vizuální stupně/sekunda), aby pohled zachytil datový bod. Úhlová rychlost se týká úhlové rychlosti očí a je relativní při vnímání oka na podněty vzhledem k oční bulvě. Kalkulační rychlost je povinná ve fixační filtru I-VT a pracuje na úhlové rychlosti. Funkce Velocity kalkulátor odhaduje úhlové rychlosti očí "pro každý datový bod vydělením úhlových rozdílů mezi předchozím a následným datovým bodem s časovým intervalem mezi nimi. Časový interval se nastavuje parametrem. Velocity kalkulátor bude fungovat pouze u výstupních dat a to v případě, že celé okno obsahuje vstupní data. To znamená, že mezery ve vstupních datech (jako jsou ty způsobené mrkáním) budou mít za následek větší mezery ve výstupních datech. Velikost mezery výstupu bude stejná jako vstupní mezera plus počet datových bodů, které převezme z okna.

Výchozí hodnota délky parametru je 20 ms.

4.2.6.7 I-VT Classifier

I-VT fixace klasifikátor aplikuje úhlový práh rychlosti na každý datový bod. Prahová hodnota je uvedena ve stupních / sekundu a upraví nastavení parametru práhu rychlosti v dialogovém okně filtru fixace. Datové body s úhlovou rychlostí pod prahovou hodnotou jsou klasifikovány "fixací" a datové body výše, jsou klasifikovány jako "sakády". Prah má výchozí rychlost hodnoty 30 stupňů/sekunda. Výchozí hodnota byla vybrána na základě Tobii interního testování, jakož i přezkoumává očím sledováním dle literatury, např. Rayner, K. et. al. (2007), Over et al. (2007) and Komogortsev et. Al (2010).

Komogortsev et. Al. 2010. Standardization of Automated Analyses of Oculomotor Fixation and Saccadic behaviors. IEEETransactions on Biomedical Engineering, vol. 57 (11), pp. 2635-2645.

Rayner K., Li X., Williams C.C., Cave K.R., Well A.D., 2007 Pohyby očí během úloh zpracování informací: Individuální rozdíly a kulturní vlivy. Vision Research, sv. 47 (21), str. 2714-2726.

Over E.A.B., Hooge I.T.C., Vlaskamp B.N.S. a Erkelens C.J., 2007. Coarse-to-fine eye movement strategy in visual search.. Vision Research, sv. 47 (17), str. 2272-2280.

4.2.6.8 Merge adjacent fixations

Účelem funkce Sloučení sousedních fixací je sloučit fixace, které byly nesprávně rozděleny na více záznamů. Šum a jiné poruchy mohou způsobit, že I-VT klasifikátor nesprávně zařadí datové body, které by měly patřit k fixaci jako ty, které nejsou součástí. Tím vznikne rozdělení fixací na více záznamů, které jsou umístěny blízko u sebe. Sloučení se sousední fixací pomocí funkce lze nastavit na sloučení těchto více fixací do jedné fixace.

Funkce Sloučení sousedních fixací má dva mezní parametry:

- Maximální doba mezi fixací definuje maximální časový interval mezi samostatnými záznamy, které by měly být sloučeny. Výchozí hodnota maximální doby mezi fixací je 75 ms, což je méně času, než účastníci budou muset provést při fixaci a pak znovu na plochu předcházející fixace. Salojärvi et. Al. (2005).
- Maximální úhel mezi fixací definuje maximální úhel pohledu z očí mezi jednotlivými záznamy, které by měly být sloučeny. Výchozí hodnota maximálního úhlu mezi fixacemi je 0,5 stupňů, což je pro kompenzaci běžných hladin šumů zatímco se neztratí příliš mnoho jemných dat fixací. Navíc hodnota 0,5 stupňů umožňuje provést filtraci.

Salojärvi J., Puolamäki K., Simola J., Kovanen L., Kojo I., and Kaski S. 2005. Inferring relevance from eye movements: Feature extraction. Technical Report. Publications in Computer and Information Science, Espoo, Finland. PASCAL EU Network of Excellence challenge.

Komogortsev et. Al. 2010. Standardization of Automated Analyses of Oculomotor Fixation and Saccadic Behaviors. IEEETransactions on Biomedical Engineering, vol. 57 (11), pp. 2635-2645.

Yarbus L. 1967. Eye Movements and Vision. Translated from the Russian edition (Moscow, 1965) by Basil Haigh. Lorin A. Riggs, Translation Ed. Plenum, New York, 1967. xiv + 222 pp.

4.2.6.9 Discard short fixations

Účelem funkce Smazání krátkodobé fixace je odstranit nesprávně klasifikované fixace, které mají příliš krátkou dobu trvání, aby se staly skutečné fixace. Obvykle fixace, které mozek potřebuje, aby se začal tvořit vizuální vstup a chvíli před tím, než má dostatek dat, aby byl schopen fixaci zpracovat (pokud je sbírána v tomto vizuálním vstupu), nemůže být nekonečně krátký. Funkce Smazání krátkých fixací může být nastavena na odstranění těchto nesprávně klasifikovaných fixací. Smazání krátkých fixací lze také použít ke snížení časového rozlišení fixačních údajů.

Salojärvi J., Puolamäki K., Simola J., Kovanen L., Kojo I., and Kaski S. 2005. Inferring relevance from eye movements: Feature extraction. Technical Report. Publications in Computer and Information Science, Espoo, Finland. PASCAL EU Network of Excellence challenge.

Komogortsev et. Al. 2010. Standardization of Automated Analyses of Oculomotor Fixation and Saccadic Behaviors. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 57 (11), pp. 2635-2645.

4.2.6.10 Tobii Fixation Filter Tobii

Fixační Filtr je implementace klasického algoritmu navrženého Olssonem (2007) a je v současné době používán jako výchozí fixační algoritmus pro Tobii Studio. Algoritmus se chová obdobně jako I-VT filtr, který detekuje rychlé změny v pohledu bodu pomocí posuvné metody průměrování.

Za předpokladu, že se oči pohybují mezi dvěma různými fixacemi, následující rozdíly jsou:

- Je-li segment signálu konstantní, nebo pomalu se měnící okolo střední hodnoty v důsledku unášení, vytváří se jako jedna fixace.
- Dojde-li k náhlé změně v umístění fixací, oči se přestěhovaly do jiné fixační polohy.

Algoritmus je navržen tak, že vždy, když zjistí změnu v průměru, je schopen skupinu dat umístit do samostatných fixací. Když se tak stane, můžeme odhadnout prostorové polohy jednotlivých fixací na základě informací obsažených v jeho časovém horizontu.

Před fixací je algoritmu aplikován na data, systém prochází data nahrávání a identifikuje části s chybějícími údaji. Filtr pak interpoluje chybějící data pro oddíly, které mají délku pod 100 ms (6-7 datových bodů při 60 Hz) a rozbije data nahrávání nastavením do podskupin. Pokud jsou sekce větší než 100 ms. Následující kroky jsou pak aplikovány na každou podmnožinu dat nezávisle.

Nejprve se funkce [dif] vypočítá jako rozdíl vektoru dvou datových bodů oken nacházejících se před a po proudu pohledu dat. Každé okno má pevný počet [r] pohledů datových bodů a rozdíl se vypočte s použitím průměrné X a Y souřadnice těchto bodů. Pokud funkce dif byla vypočtena pro všechny datové body v záznamu, pak zjišťujeme špičkové hodnoty, tj. D hodnoty, které jsou větší než obě jeho hodnoty dvou nejbližších sousedů. Dále se prochází seznam vrcholů ještě jednou a odstraňují se všechny vrcholy, které jsou menší, než je nejvyšší vrchol v okně o poloměru r. Vrcholy jsou potom přidány do seznamu s podmínkou, že jsou přinejmenším stejně velké jako uživatelsky definovaný práh - [h] Velocity Threshold.

Skutečnost, že prahová hodnota je stanovena vzhledem k velikosti okna r znamená, že algoritmus se chová jako u I-VT filtru. Ve skutečnosti je však velikost okna pevně nastavena na 5 datových bodů, což pak má stejný účinek, jako by byl dif vydělen 5 a práh byl $h \times 5$ (například, v případě, že rychlost mezní hodnoty se nastaví na 35 pixelů, bude ekvivalentní nastavení prahové hodnoty pro $(35 / (16,6 \times 5)) = 0.42$ pixels/ms, pro 60 Hz očí tracker).

Seznam vrcholů se pak zpracovává do záznamů, kde jsou počáteční a koncové body fixace stanovených dvou po sobě jdoucích vrcholů. Prostorové polohy fixací se vypočítávají jako medián nefiltrovaných datových bodů v tomto intervalu. Po umístění každé fixace bylo stanoveno, že data fixací prochází z posledních opakování. První Euklidovská metrika provádí mezi všemi fixacemi výpočty a v případě, že vzdálenost mezi dvěma po sobě následujícími záznamy klesne pod uživatelem definované prahové hodnoty [d] - vzdálenostní práh, dvě fixace jsou sloučeny do jediné fixace. Tento postup se opakuje tak dlouho, dokud nejsou body fixací blíže k sobě, než je prahová hodnota. Proces identifikace fixace je pak tedy kompletní.

Časové razítko fixace je převzato z prvního vzorku obsaženého ve fixacích a doba se měří od uplynutí doby mezi prvním a posledním vzorkem obsaženými ve fixacích.

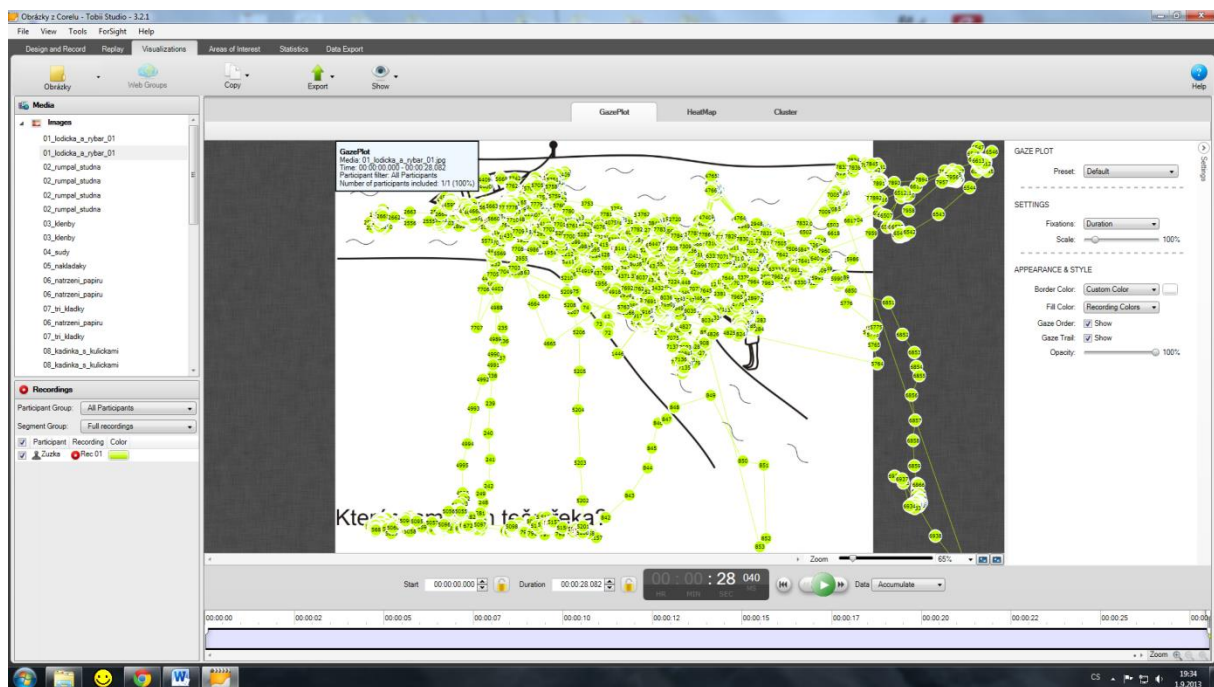
Tobii Fixační Filtr je ovlivněn vzorkovací frekvencí trackeru a rozlišením obrazu, výsledek se vypočítá v pixelech. Například nastavení 35 pixelů odpovídá $35 / (16,6 \times 5) = 0.42 \text{ pixels/ms}$ prahu na trackeru s 60 Hz frekvencí snímání očí, zatímco na trackeru 300 Hz, oční práh bude $35 / (3,3 \times 5) = 2.12 \text{ pixels/ms}$.

Vzhledem k počátečním chybějícím údajům interpolace, nejsou-li významné změny v postavení datových bodů před a po 100 ms chybějících údajů, zůstanou fixace beze změny, tj. jedna fixace. Nicméně, v případě, že po sobě jdoucí chybějící pohledové body dohromady tvoří více než 100 ms (6-7 datových bodů při 60 Hz), z chybějících údajů, fixace je rozdělena na dvě samostatné fixace, bez ohledu na jejich umístění.

P. Olsson. 2007. Real-time and offline filters for eye tracking. Msc thesis, KTH Royal Institute of Technology, April 2007.

4.3 Visualizations

Nahrána data zvolených participantů jsou pomocí vybraných vizualizací zobrazena na této obrazovce. Jedná se o efektivní nástroj pro více participantní analýzu dat při zvoleném filtru a daných skupinách. Vizualizace tedy pomáhají ilustrovat vaše výsledky z analýzy dat, grafů, prezentací apod.



Základní obrazovka je rozdělena na 4 hlavní části. Výběr média (levá horní), výběr participanta/ů (levá dolní), základní obrazovka uprostřed s výběrem voleb GazePlot (body jednotlivých fixací), HeatMap (mapa fixací převedená do teplotní mapy) a Cluster (mnohoúhelníky znázorňující průnikovou oblast zájmu), doplňující parametry (pravá strana).

Cluster nezobrazuje data v RAW režimu a při použití Clear View fixation filter jsou data poměrně ořezána.

Základní menu se skládá z pěti částí. První z nich je název testu se stejnými funkcemi jako v předešlých obrazovkách.

Web groups je tlačítko dostupné pouze, pokud analyzované médium je web stránka. Pak lze stránky seskupovat dle url adresy, velikosti, id, jména, nebo ručně.

Copy umožňuje sejmout obrazovku obrázku aktuálního média do schránky.

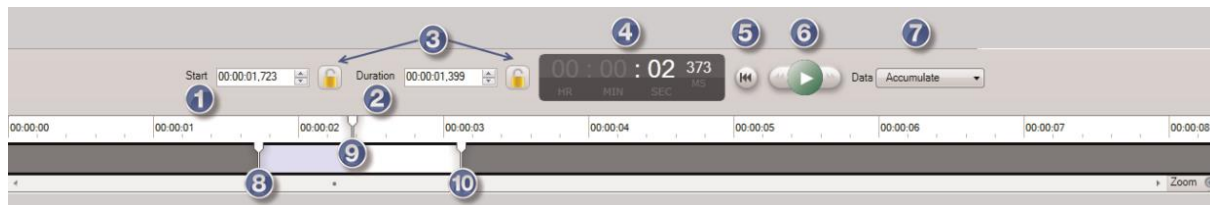
Export videa je velmi obdobný jako v menu Replay, s tím, že lze v menu Export a v kombinaci záložka GazePlot, HeatMap a Cluster volit, které video bude exportováno. Při volbě RAW data má video přiměřeně větší datovou velikost.

Zajímavá funkce je export cluster to AOI (oblasti zájmu). Funkci vyvoláme pravým tlačítkem v oblasti zobrazení dat mimo případné clustery a odkliknutím této volby. Clustery jsou pak viditelné v GazePlotech i HeatMapě. Jejich průhlednost jde nastavit ve volbě Show nahoře. Případná úprava, nebo odstranění tvaru clusteru je možná v následujícím menu Areas of Interest.

Každá zvolená záložka – GazePlot, HeatMap, Cluster má na pravé straně další intuitivní volby nastavení.

Další zajímavá funkce může být volba BeeSwarm, která je v záložce GazePlot na pravé straně ve volbě Preset. Zobrazeny jsou pak aktuální místa pohledu namísto všech, pouze ale při funkci play.

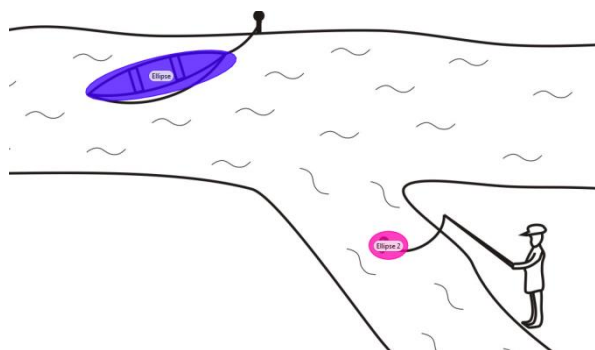
Třetí zajímavá funkce může být vybrání jen části záznamu pro přehrávání, v liště pod časovou lištou záznamy. V takovémto případě i export videa je pouze ze zvolené části záznamu.



Nejprve je nutno zvolit start (1) a konec (2) úseku videa kliknutím a podržením šipek u volby času před zámky (3). Zamknout rozsah a tlačítkem play (6) je možno přehrát zvolený úsek. Případně tažením myši bez dalšího nastavování (viz obrázek - zdroj Tobii Studio manuál).

4.4 Areas of Interest

Oblasti zájmu jsou útvary vytvořené za účelem analýzy obrázku, videa, web stránky apod. Jednotlivé

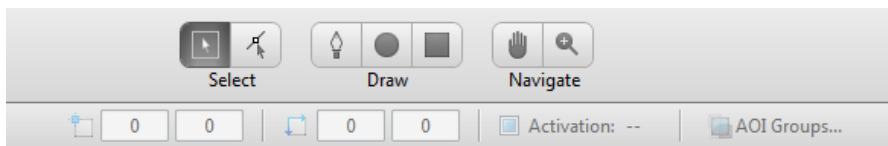


útvary jsou v čase měnitelné, mohou měnit tvar i umístění, případně se mohou vyskytovat jen určité okamžiky.

Jejich tvar může být pravidelný (obdélník, čtverec, kolečko, elipsa), nebo mohou být vyrobeny ručně podle potřeby (mnohouhelník).

Mohou být seskupovány a pojmenovávány. Aktivní jen v určitou chvíli (pro videa). Body jsou

společné pro všechny participanty.



Vytváření bodů je možné pomocí nástrojů Draw (tužka-mnohouhelník), přesouvání pomocí nástrojů Navigate a změna a výběr pomocí Select.

Aktivace zaškrtnutím políčka Activation pro obrázky, u videí výběrem na časové ose. Mezi vložená média se automaticky i vkládají Scenes vytvořené v menu Replay, pokud jsou.

AOI (Areas of Interest) jsou důležitá z hlediska dalšího vyhodnocení dat. Jestliže nejsou data vytvořena, nejde v následném menu Statistics přidat médium a analyzovat jej.

Odstranit AOI lze pravým tlačítkem myši na daném objektu a volbou delete - smazat.

AOI lze jednoduše vytvořit z předešlé Visualizations v záložce Cluster kliknutím do plochy obrazce a volbou Export clusters to AOIs. Následně mohou být upravena dle potřeby v záložce AOI.

4.5 Statistics

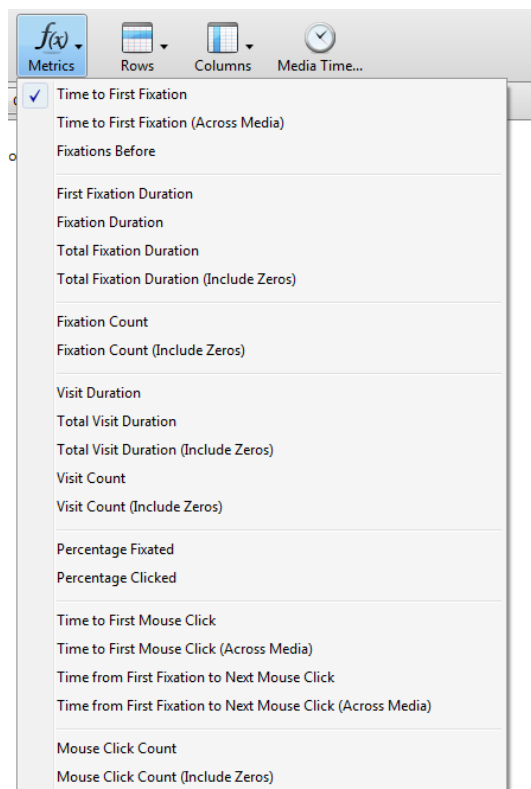
Každé zvolené médium obsahuje až několik AOI a daný počet participantů, kteří se testu účastnili. Změny AOI jsou společné pro všechny participanty. Výběr participantů je volitelný.

Základní výběr dat pro analýzy se provádí pod ikonou funkce $f(x)$ výběrem potřebných voleb.

Ostatní tři výběry jsou intuitivní.

Výsledná data zobrazená po spuštění statistiky jsou přímo závislá na volbě a použití fixačního filtru voleného v nastavení Tobii Studia (Design and Record – Setup – Settings – Fixation Filters) a nastavení Eye Selection, případně dalších voleb.

Pokusy bylo zjištěno, že nejpřesnější data vycházejí z volby RAW data, avšak jejich množství je velmi vysoké u předchozích zobrazení. Obvykle se tedy využívají filtry napodobující chování lidského oka (snížení počtu a seskupení fixací do velikostně rostoucích fixací v závislosti na prostoru a čase).



EyeTracker vždy při pořizování záznamu pořizuje RAW data, proto lze dodatečně měnit veškeré nastavení software pro výsledné zobrazení replay až statistics.

Lze zde provádět exporthy tabulek jako *.txt formát, nebo exporthy grafů jako *.png formát. Textový formát je oddělen tabelátory, *.png formát je grafický obrázek. Txt formát lze importovat do MS Excel a dále s ním pracovat.

4.6 Data export

Data z Tobii Studia mohou být také analyzována v jiném software, k tomuto slouží záložka export dat.

Pod první ikonou Select Data Set se vybírá množina dat k exportu. Volby mohou být:

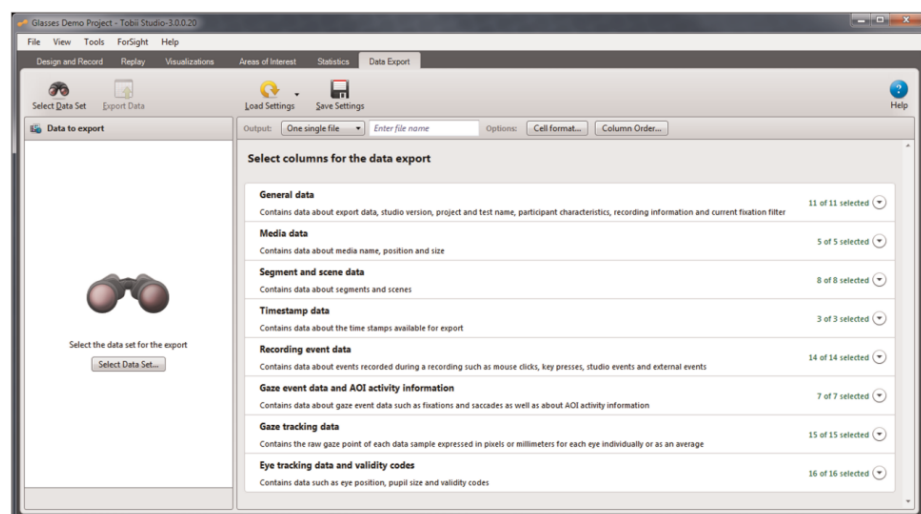
- Full recording
- Segmenty
- Jednotlivá média

Pro volbu Full recording a Segmenty se dále vybírají jen jednotliví účastníci testu, segmenty bylo nutno vytvořit dříve v záložce Replay, viz tento manuál. Pro volbu Select media se vybírají jednotlivé položky vytvořené v záložce Design a nebo Scény vytvořené rovněž v záložce Replay bez výběru participanta.

Další bod je výběr vhodného formátu exportu (středová horní část Output). Zde vybíráme možnost jednoho velkého souboru, nebo jednotlivých souborů. Následně všechny data, nebo pouze fixace. Dále formát dat *.tsv, nebo *.xlsx. Název souboru obsahující, nebo neobsahující název projektu a testu. Následně formát buněk a pořadí sloupců, kde po rozkliknutí lze změnou v prvním sloupci pořadového čísla a potvrzením entrem měnit výsledné pořadí sloupců.

Ve středové části se volí výběr jednotlivých sloupců exportu. Při plném nastavení jsou výsledné soubory poměrně velké, proto je na zvážení výběr jen potřebných sloupců exportu. Všechny volby mají ve sloupci Description popis funkce. Podrobnější popis včetně formátu dat je v základním manuálu na straně 126.

Veškeré navolené **nastavení** lze uložit tlačítkem Save Settings se zvoleným pojmenováním a kdykoliv vyvolat tlačítkem Load Settings.



4.6.1 Možnosti exportu dat

Data jsou dělena do jednotlivých sekcí a lze vybírat jen konkrétní sekce, nebo jednotlivé položky, které nás zajímají a následně je vyexportovat nejčastěji do aplikace MS Excel.

General data

- ExportDate - datum exportu souboru
- StudioVersionRec - verze Tobii Studia
- StudioProjectName - název projektu (může obsahovat více testů)
- StudioTestName - název aktuálního testu
- ParticipantName - jméno účastníka
- RecordingName - název záznamu (pořadový záznam účastníka)
- Variable - variabilní hodnoty spojené s účastníky (muž/žena)
- RecordingDate - datum záznamu
- RecordingDuration - doba trvání záznamu v ms
- RecordingResolution - rozlišení záznamu v px
- FixationFilter - použitý typ fixačního filtru v době exportu

Media data

- MediaName - název videa, obrázku... použitým v testu
- MediaPosX - pozice umístění média vzhledem v ose X k levému hornímu rohu
- MediaPosY - pozice umístění média vzhledem v ose Y k levému hornímu rohu
- MediaWidth - šířka média
- MediaHeight - výška média

Segment and scene data

- SegmentName - jméno segmentu (segmenty pro exporty videa)
- SegmentStart - začátek segmentu v ms
- SegmentEnd - konec segmentu v ms
- SegmentDuration - doba trvání segmentu v ms
- SceneName - jméno scény (scény pro analýzy a vizualizace dat)
- SceneSegmentStart - začátek scény v ms
- SceneSegmentEnd - konec scény v ms
- SceneSegmentDuration - doba trvání scény v ms

Timestamp data

- RecordingTimestamp - časové razítko v ms v aktuálním čase
- LocalTimestamp - lokální čas na PC v daném čase
- ETTimestamp - časové razítko ET

Recording event Data

- MouseEventIndex - pořadové kliknutí myši
- MouseEvent - stisk levého, nebo pravého tlačítka
- MouseEventX (A) - souřadnice myši na ose X v px
- MouseEventY (A) - souřadnice myši na ose Y v px
- MouseEventX (M) - souřadnice myši na ose X v daném mediu v px
- MouseEventY (M) - souřadnice myši na ose Y v daném mediu v px
- KeyPressedEventIndex - pořadový klik na tlačítko klávesnice
- KeyPressedEvent - které tlačítko bylo stlačeno
- StudioEventIndex - pořadová informace
- StudioEvent - např. image start, image end...
- StudioEventData - název/typ média image.JPG
- ExternalEventIndex - pořadová externí informace
- ExternalEvent - informace externího zařízení
- ExternalEventValue - hodnota externího vstupu
- EventMarkerValue - signál synchronizačního portu 1/0

Gaze event Data AOI

- FixationIndex - pořadí fixace
- SaccadeIndex - pořadí sakády
- GazeEventType - fixation / saccade / unclassified
- GazeEventDuration - doba trvání očního pohybu podle typu výše
- FixationPointX - pozice fixace v ose X
- FixationPointY - pozice fixace v ose Y
- AOIHit - fixace uvnitř AOI = 1, mimo = 0

Gaze tracking data

- GazePointIndex - pořadové číslo v záznamu Tobii Studia
- GazePointLeftX (A) - pozice fixace levého oka v ose X v px
- GazePointLeftY (A) - pozice fixace levého oka v ose Y v px
- GazePointRightX (A) - pozice fixace pravého oka v ose X v px
- GazePointRightY (A) - pozice fixace pravého oka v ose Y v px
- GazePointX (A) - průměrná pozice levého a pravého oka v ose X v px
- GazePointY (A) - průměrná pozice levého a pravého oka v ose Y v px
- GazePointX (M) - průměrná pozice levého a pravého oka v ose X na médiu v px
- GazePointY (M) - průměrná pozice levého a pravého oka v ose Y na médiu v px
- GazePointLeftX - pozice fixace levého oka v ose X v mm
- GazePointLeftY - pozice fixace levého oka v ose Y v mm
- GazePointRightX - pozice fixace pravého oka v ose X v mm
- GazePointRightY - pozice fixace pravého oka v ose Y v mm

- StrictAverageGazePX - průměrná pozice fixace pokud jsou obě oči v ose X v mm
- StrictAverageGazePY - průměrná pozice fixace pokud jsou obě oči v ose Y v mm

Eye tracking data

- EyePosLeftX - 3D pozice levého oka v ose X v mm
- EyePosLeftY - 3D pozice levého oka v ose Y v mm
- EyePosLeftZ - 3D pozice levého oka v ose Z v mm
- EyePosRightX - 3D pozice pravého oka v ose X v mm
- EyePosRightY - 3D pozice pravého oka v ose Y v mm
- EyePosRightZ - 3D pozice pravého oka v ose Z v mm
- CamLeftX - nepoužíváno v aktuální verzi
- CamLeftY - nepoužíváno v aktuální verzi
- CamRightX - nepoužíváno v aktuální verzi
- CamRightY - nepoužíváno v aktuální verzi
- DistanceLeft - vzdálenost levého oka od ET v mm
- DistanceRight - vzdálenost pravého oka od ET v mm
- PupilLeft - velikost levé zorničky
- PupilRight - velikost pravé zorničky
- ValidityLeft - korektní identifikace levého oka 0=ideální 4=nenalezeno
- ValidityRight - korektní identifikace pravého oka 0=ideální 4=nenalezeno
- IRMarkerCount - počet detekcí IR značky v aktuálním vzorku
- IRMarkerID - detekce IR značky
- PupilGlassesRight - velikost pravé zorničky k prům. velikosti zorničky při kalibraci v %

px - pixely (body obrazovky)

mm - milimetry