

Pupillometry

dokumentacja

v1.1.3

Spis Treści

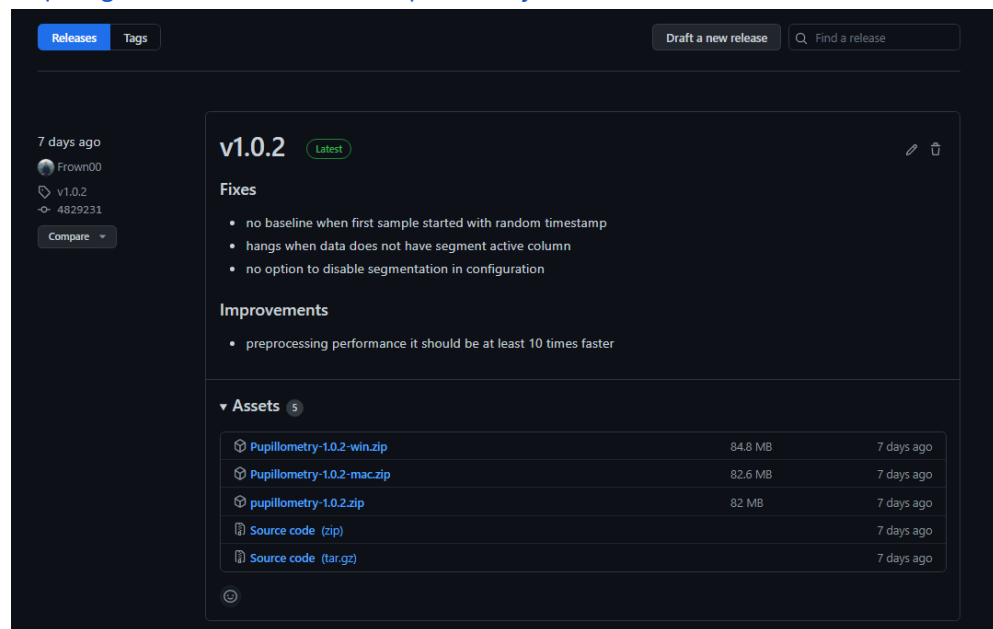
1.	Wprowadzenie.....	3
1.1.	Instalacja	3
1.2.	Tworzenie badania	5
1.3.	Tworzenie grupy.....	6
1.4.	Dodawanie nowych uczestników	8
1.5.	Analiza.....	9
2.	Przetwarzanie	14
2.1.	Parsowanie	14
2.2.	Segmentacja.....	14
2.3.	Wybór oka	14
2.4.	Odrzucanie błędnych pomiarów	14
2.5.	Podstawowe wyliczenia	17
2.6.	Zwiększenie jakości oszacowania	18
2.7.	Baseline.....	19
2.8.	Wyliczenie miar.....	20
3.	Wizualizacja	23
3.1.	Legenda	23
3.2.	Opis działania i możliwości	23
3.3.	Zapis do PNG.....	24
4.	Konfiguracja.....	25
4.1.	Zakładka General	26
4.2.	Zakładka Markers / Filters	28
4.3.	Zakładka Estimation Improvement	29
5.	System.....	30
5.1.	Interfejs	30
5.2.	Wspierane systemy operacyjne.....	38
5.3.	Zużycie RAMu.....	38
5.4.	Zapis danych	38
6.	Słownik.....	39

1. Wprowadzenie

1.1. Instalacja

Pobieramy zarchiwizowaną aplikację ze strony z wszystkimi wersjami w zależności od używanego systemu

<https://github.com/Frown00/Pupillometry/releases>



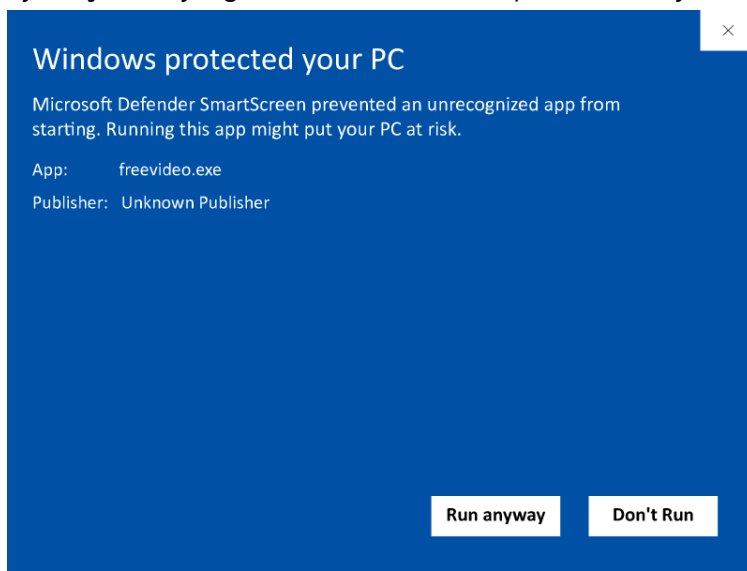
Oprogramowanie było tworzone z myślą działania na **windowsie** i na tym też systemie zostało przetestowane i stąd w dalszej części instrukcji będzie zaprezentowana aplikacja z jego użyciem.

Mając pobrany plik zip wypakowujemy go

Name	Date modified	Type	Size
locales	2022-05-23 00:50	File folder	
resources	2022-05-23 00:51	File folder	
swiftshader	2022-05-23 00:50	File folder	
chrome_100_percent.pak	2022-05-23 00:50	PAK File	139 KB
chrome_200_percent.pak	2022-05-23 00:50	PAK File	203 KB
d3dcompiler_47.dll	2022-05-23 00:50	Application extens...	4,419 KB
ffmpeg.dll	2022-05-23 00:50	Application extens...	2,628 KB
icudtl.dat	2022-05-23 00:50	DAT File	9,978 KB
libEGL.dll	2022-05-23 00:50	Application extens...	431 KB
libGLESv2.dll	2022-05-23 00:50	Application extens...	7,834 KB
LICENSE.electron.txt	2022-05-23 00:50	Text Document	2 KB
LICENSES.chromium.html	2022-05-23 00:50	Chrome HTML Do...	5,331 KB
Pupillometry.exe	2022-05-23 00:51	Application	136,344 KB
resources.pak	2022-05-23 00:50	PAK File	5,011 KB
snapshot_blob.bin	2022-05-23 00:50	BIN File	49 KB
v8_context_snapshot.bin	2022-05-23 00:50	BIN File	161 KB
vk_swiftshader.dll	2022-05-23 00:50	Application extens...	4,408 KB
vk_swiftshader_icd.json	2022-05-23 00:50	JSON File	1 KB
vulkan-1.dll	2022-05-23 00:50	Application extens...	715 KB

Bez żadnej dalszej instalacji powinna być możliwość uruchomienia pliku .exe

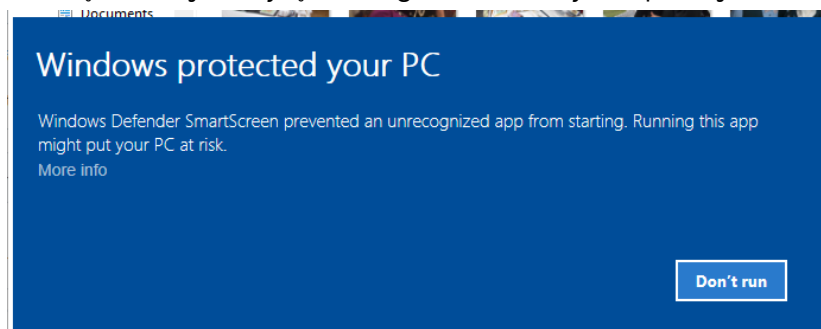
W przypadku systemu windows może pojawić się ostrzeżenie o zapobiegnięciu uruchomienia nierozpoznawalnej aplikacji. Jest to spowodowane brakiem certyfikacji, która wymaga opłaty. W takiej sytuacji należy zignorować i uruchomić pomimo wszystko.



Przykład ze strony

<https://codesigningstore.com/what-is-an-unknown-publisher-warning>

Blokada może nastąpić również ze strony Windows Defendera, wtedy rozwiązaniem jest wyłączenie go na czas użycia aplikacji.



<https://i.stack.imgur.com/WfWwww.png>

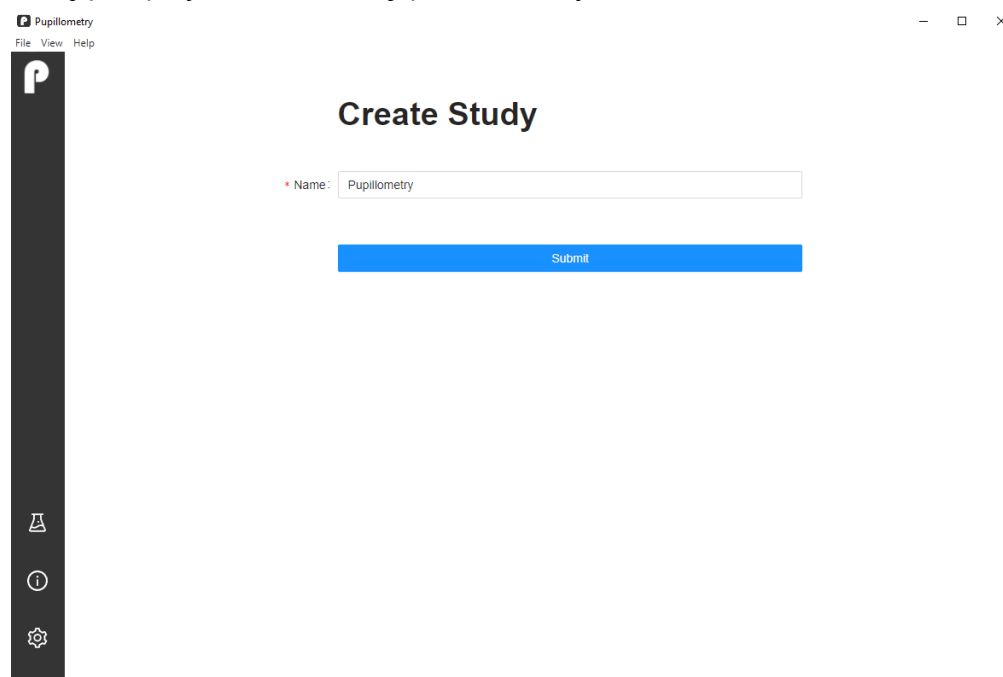
Po uruchomieniu aplikacji powinien pojawić się widok startowy



* Aby przejść do tego widoku z każdego miejsca w aplikacji lub odświeżyć jej stan należy **kliknąć w logo**

1.2. Tworzenie badania

Klikając w przycisk **New Study** przechodzimy do formularza tworzenia badań

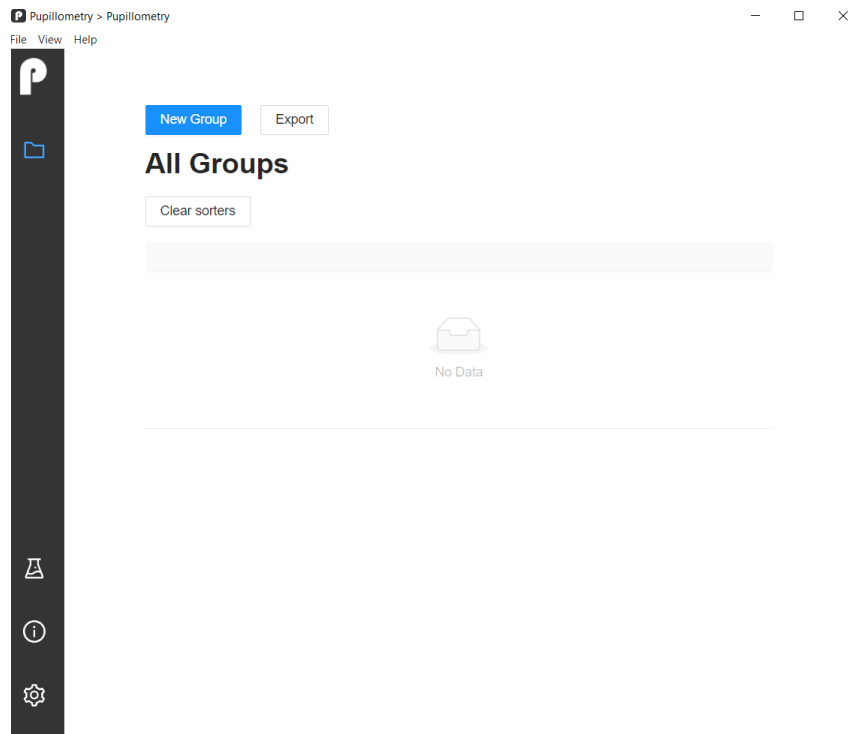


W polu **Name** podajemy nazwę naszego badania.

Musi być ona *unikalna*

i składać się co najmniej z 2 znaków

Wykonujemy akcje klikając przycisk **Submit** (*lub enter*) i powinien ukazać się poniższy widok.



Jest to widok nowo utworzonego badania, w którym mamy dostęp do wszystkich przynależących do niego grup badanych uczestników.

Dostęp do tego widoku mamy poprzez **kliknięcie w ikonę teczki** (podświetlonej w powyższym widoku na niebiesko)

1.3. Tworzenie grupy

Klikając w przycisk **New Group** przechodzimy do formularza tworzenia grup

The screenshot shows the 'Create Group' form in the Pupilometry application. The title bar and menu bar are the same as in the previous screenshot. The sidebar is also the same. The main content area has the heading 'Create Group'. Below it are four form fields: 'Name' with the value 'G1', 'Category' with a radio button selected for 'Dependant', 'Config' with a dropdown menu set to 'Recommended', and 'Source Files' with a dashed border and a folder icon. Below the 'Source Files' field, there are two file names: '003_P3.csv' and '037_P37.csv'. At the bottom of the form is a blue 'Submit' button.

Parametry

- **Name**

nazwa/identyfikator grupy

- co najmniej 2 znaki
- unikalna w obrębie badania

- **Category**

określa czy uczestnicy w grupie byli zależnie czy niezależnie badani

- wpływa tylko na nazwę podczas eksportu miar, a nie na sam przebieg wyliczania miar, statystyk

- **Config**

wybór jednej z ustalonych konfiguracji

- dwie wbudowane
 - Recommended - zalecana na bazie przejrzanych badań, mimo to sugerowane jest przetestowanie i stworzenie własnego
 - Just testing - podstawowa do eksperymentowania (wyłączony resampling w celu przyspieszenia)

- **Source Files**

dane uczestników w formacie ustalonym w wybranej konfiguracji

- wymagany format: csv
- dostęp do przykładowych pomiarów są w folderze z wypakowanymi plikami

`/resources/assets/examples`

Po wybraniu parametrów klikamy przycisk Submit i czekamy aż aplikacja przetworzy dane.

Co może **potrwać sporo czasu** w zależności od wybranej liczby uczestników, wielkości danych, wybranej konfiguracji oraz posiadanego procesora.

W przypadku konfiguracji *recommended* ok. **1 min** na uczestnika (**60MB**)

** Progres przy ekranie ładowania aktualizuje się po każdym przetworzonym uczestniku*

Po ukończonym zadaniu powinien pokazać się poniższy widok.

Pupilometry > Pupilometry > G1

File View Help

Add Respondent

Overview

Name: G1
Category: Dependant

All Respondents

Select segment

Valid: 2
Invalid: 0

Clear sorters

Name	Validity	Correlation	Missing	Difference	Min	Max	Mean	Std	Action
003_P3	Valid	0.87	19.04%	0.3	3.35	4.99	3.963	0.194	Delete
037_P37	Valid	0.81	15.28%	0.13	2.735	4.53	3.2879	0.2692	Delete

< 1 >

Jest to widok nowo utworzonej grupy, w którym mamy dostęp do wszystkich przynależących do niej badanych uczestników.

Dostęp do tego widoku mamy poprzez **kliknięcie w ikonę dwóch osób** (podświetlonej w powyższym widoku na niebiesko)


1.4. Dodawanie nowych uczestników

Klikając w przycisk **Add Respondent** przechodzimy do formularza dodawania nowych uczestników do istniejącej grupy

Add Respondents

* Config: Recommended

* Source Files:



Click or drag file to this area to upload
Support for a single or bulk upload.

Submit

Działanie analogiczne jak przy tworzeniu nowej grupy.

1.5. Analiza

Z widoku grupy mamy dostęp do wykresów przetworzonych danych oraz ogólnych statystyk zależnych od wybranego segmentu, które możemy sortować poprzez kliknięcie w nazwę kolumny. Domyślnie jest wybrany pierwszy segment, ale możemy go zmienić poprzez wybranie jeden z opcji z rozwijanego menu (*Select segment*)

Natomiast, aby wyświetlić wykres i szersze statystyki dotyczące danego respondenta należy kliknąć na jego nazwę.

The screenshot shows the Pupilometry software interface. At the top, there's a breadcrumb trail: "Pupilometry > Pupilometry > G1". Below it, a menu bar contains "File", "View", and "Help". A dark sidebar on the left has icons for a folder, a person, a chart, an information icon, and a settings icon. The main content area has a blue "Add Respondent" button at the top. Below it is the "Overview" section, which shows "Name: G1" and "Category: Dependant". The "All Respondents" section features a "Select segment" dropdown menu. Below the dropdown, it shows "Valid: 2" and "Invalid: 0". There is a "Clear sorters" button. A table lists respondents with columns: Name, Validity, Correlation, Missing, Difference, Min, Max, Mean, Std, and Action. Two respondents are listed: "003_P3" and "037_P37", both with "Valid" status. Each row has a "Delete" button. At the bottom right, there are navigation buttons: "< 1 >".

Pupilometry > Pupilometry > G1

File View Help

Add Respondent

Overview

Name: G1
Category: Dependant

All Respondents

Select segment

Valid 2
Invalid 0

Clear sorters

Name	Validity	Correlation	Missing	Difference	Min	Max	Mean	Std	Action
003_P3	Valid	0.87	19.04%	0.3	3.35	4.99	3.963	0.194	Delete
037_P37	Valid	0.81	15.28%	0.13	2.735	4.53	3.2879	0.2692	Delete

< 1 >

Po wybraniu respondenta **P3** powinien wyświetlić się panel z wykresami.
 Wykres zależny od wyboru miary (pasek pod nazwą użytej konfiguracji)
 oraz segmentu/zadania (pasek nad przyciskiem save as PNG)



Poprzez przycisk **Mark as Invalid** można dokonać zmiany poprawności danego segmentu

Poprzez przycisk **Save as PNG** (*Generate PNG*) zapisujemy wykres jako plik png z 3-krotnie przeskalowaną rozdzielczością (standardowa rozdzielczość ustalana w konfiguracji)

Pod wykresem są statystyki na temat wybranego segmentu i miary.



W zakładce **Sample** mamy dostęp do informacji dotyczących badanych próbek

VALID Respondent: 003_P3 Segment: Quiz (Text) task3

Metrics Sample Extra

Raw	Rate [Hz]	Missing [%]	Difference [mm]
1,824	1,000	18.53	0.45
Valid	Duration [s]	Left [%]	Correlation
1,486	12.38	36.18	0.82
		Right [%]	
		33.05	

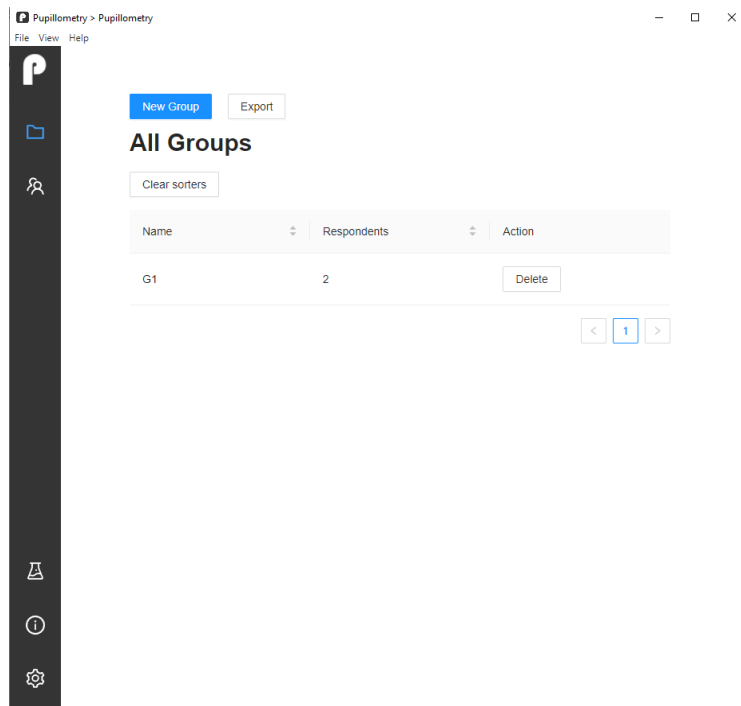
W zakładce **Extra** mamy dostęp do statystyk o obu oczach oraz średnią, odchylenie we wszystkich segmentach

VALID Respondent: 003_P3 Segment: Quiz (Text) task3

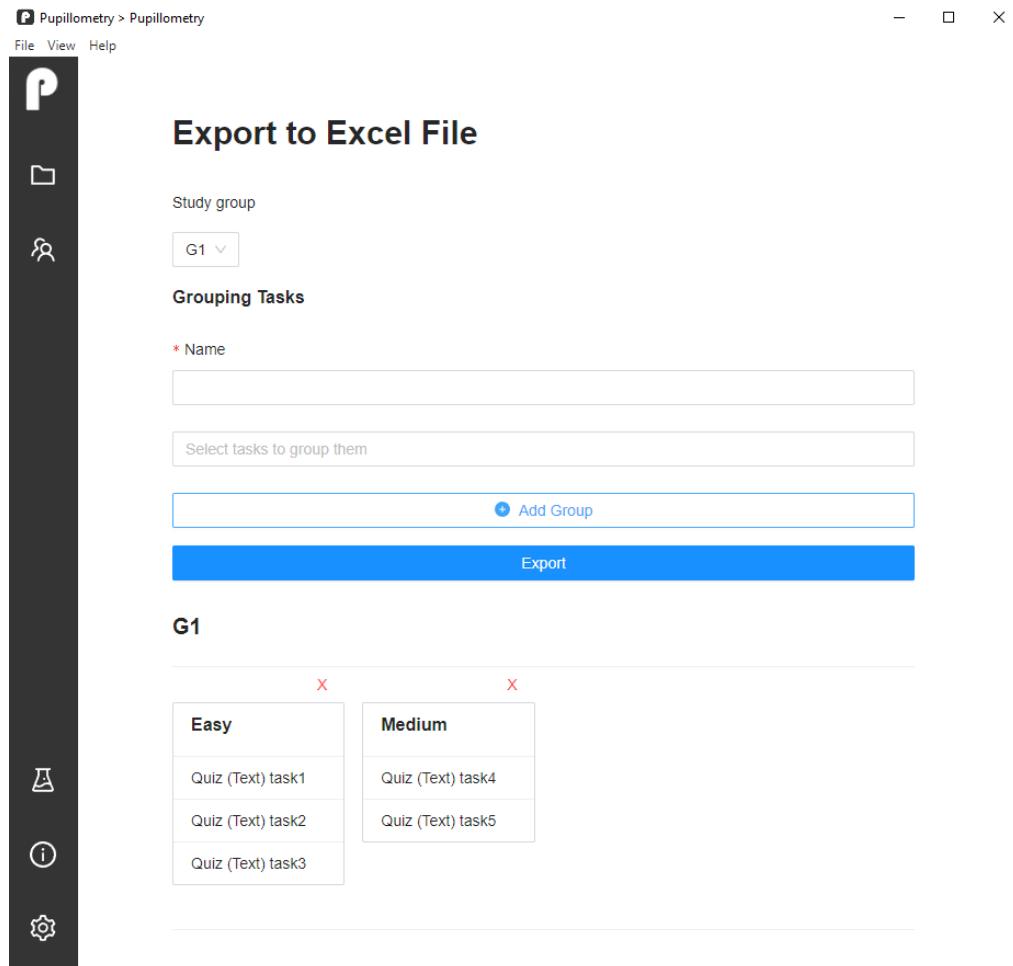
Metrics Sample Extra

Mean Grand	Left mean	Min	Right mean	Min
4.1560	4.04	3.64	4.52	4.09
Std Grand	Std	Max	Std	Max
0.1930	0.18	4.47	0.20	5.00

Powyższy sposób jest przydatny do sprawdzenia czy dane aby na pewno są poprawne, podejrzeniu wykresu czy wykluczeniu z analizy. Jednak do dalszych badań konieczny jest eksport do excel'a.



Poprzez kliknięcie przycisku **Export** przejdziemy do formularza grupującego zadania/segmenty




Zadania grupujemy poprzez:

1. Wybór grupy (**Study group**), dla której będziemy tworzyć grupy zadań,
2. Nadanie nazwy grupie zadań wybór opcji z rozwijanego menu (**Select tasks to group them**)
3. Naciśnięcie przycisku **Add Group**, który doda grupę zadań do listy i wyświetli ją poniżej.

* Jeśli zajdzie pomyłka należy usunąć grupę poprzez kliknięcie czerwonego krzyżyka

Po utworzeniu grup zadań i eksporcie powinien otworzyć się folder z wygenerowanym plikiem <nazwa_grupy>-metrics-<czas_utworzenia>.xlsx

Name	Date modified	Type	Size
 G1-metics-1653869317038.xlsx	2022-05-30 02:08	Microsoft Excel W...	37 KB

W pliku mamy dostęp do opisu wszystkich metryk wraz z nazwą grupy, tym czy jest niezależna bądź zależna oraz ilością uczestników

A		B	C
1	Group Name:	G1	
2	Is Dependent:	TRUE	
3	Respondents:		2
4			
5			
6	METRICS		
7	Name	Formula	Description
8	Pupil01	MEAN(mean(i))	Mean of pupil means (prefer smoothed value)
9	Pupil02	MIN(mean(i))	Min of all pupil means (prefer smoothed value)
10	Pupil03	MAX(mean(i))	Max of all pupil means (prefer smoothed value)
11	Pupil04	MEAN(mean(i) - baseline)	Mean of corrected pupil means (prefer smoothed value)
12	Pupil05	MIN(mean(i) - baseline)	Min of all corrected pupil means (prefer smoothed value)
13	Pupil06	MAX(mean(i) - baseline)	Max of all corrected pupil means (prefer smoothed value)
14	Pupil07	MEAN(mean(i) / baseline)	Mean of corrected pupil means (prefer smoothed value)
15	Pupil08	MIN(mean(i) / baseline)	Min of all corrected pupil means (prefer smoothed value)
16	Pupil09	MAX(mean(i) / baseline)	Max of all corrected pupil means (prefer smoothed value)
17	Pupil10	MEAN(mean(i) - mean(grand)) / std(grand)	Mean of Z-Score, grand is value from all trial (prefer smoothed value)
18	Pupil11	MIN(mean(i) - mean(grand)) / std(grand)	Min of Z-Score, grand is value from all trial (prefer smoothed value)
19	Pupil12	MAX(mean(i) - mean(grand)) / std(grand)	Max of Z-Score, grand is value from all trial (prefer smoothed value)
20	Pupil13	MEAN((mean(i) - mean(grand)) / std(grand) * 100)	Mean of relative values expressed in % (prefer smoothed value)
21	Pupil14	MIN((mean(i) - mean(grand)) / std(grand) * 100)	Min of relative values expressed in % (prefer smoothed value)
22	Pupil15	MAX((mean(i) - mean(grand)) / std(grand) * 100)	Max of relative values expressed in % (prefer smoothed value)
23	Pupil16	MEAN((mean(i) - baseline) / baseline * 100)	Mean of pupil (scaled) expressed in % (prefer smoothed value)
24	Pupil17	MIN((mean(i) - baseline) / baseline * 100)	Min of pupil (scaled) expressed in % (prefer smoothed value)
25	Pupil18	MAX((mean(i) - baseline) / baseline * 100)	Max of pupil (scaled) expressed in % (prefer smoothed value)
26	Pupil19	MEAN((mean(i) - mean(grand)) / std(grand) * 100)	Mean of relative values expressed in % (prefer smoothed value)
27	Pupil20	MIN((mean(i) - mean(grand)) / std(grand) * 100)	Min of relative values expressed in % (prefer smoothed value)
28	Pupil21	MAX((mean(i) - mean(grand)) / std(grand) * 100)	Max of relative values expressed in % (prefer smoothed value)
29	Pupil22	MEAN((mean(i) - baseline) / baseline * 100)	Mean of pupil (scaled) expressed in % (prefer smoothed value)
30	Pupil23	MIN((mean(i) - baseline) / baseline * 100)	Min of pupil (scaled) expressed in % (prefer smoothed value)
31	Pupil24	MAX((mean(i) - baseline) / baseline * 100)	Max of pupil (scaled) expressed in % (prefer smoothed value)
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			

Dla każdej metryki jest poświęcony osobny arkusz ze statystykami z uwzględnieniem grupowania zadań

C		D	E	F	G	H	I	J	K	A	B
Easy										1	
task1 Quiz (Text)	task2 Quiz (Text)	task3 B	Avg	Med	Avg/B	Med/B	Avg-B	Med-B		2	Tasks
Pupil01	Pupil01	Pupil01	Pupil01	Pupil01	Pupil01	Pupil01	Pupil01	Pupil01		3	Respondent
3725	4.23062	4.2855	4.25034	4.23779	4.23062	0.99705	0.99536	-0.01255	-0.01972	4	003_P3
3663	3.37691	3.44705	3.3841	3.39675	3.37691	1.00374	0.99788	0.01265	-0.00719	5	037_P37
										6	
										7	
										8	

Jeśli jakiś pomiar jest niepoprawny to zamiast liczby będzie etykieta **INVALID**

2. Przetwarzanie

(src/main/pupillary/Pupillometry.ts)

2.1. Parsowanie

Pierwszym etapem jest mapowanie danych w celu ujednolicenia.

jest w formie:

```
{  
  leftPupil: number  
  rightPupil: number  
  timestamp: number  
  segmentActive: string  
}
```

2.2. Segmentacja

Proces segmentacji polega na podzieleniu wszystkich pomiarów na mniejsze zbiory w celu uproszczenia analizy.

(Z uwagi na implementację również zmniejsza zapotrzebowanie na RAM)

2.3. Wybór oka

Jeśli zostanie wybrany pomiar z obu oczu ten proces zostanie pominięty.

W przypadku wyboru np. lewego, wtedy pomiary prawego będą odbiciem pomiarów z lewego oka, dzięki czemu w dalszych procesach można uznać, że liczymy z obu i nie trzeba uwzględniać tego wyboru.

2.4. Odrzucanie błędnych pomiarów

Poniższe procesy zostały nazwane markerami, bo oznaczają dane, które zostają pominięte w procesie obliczania miar

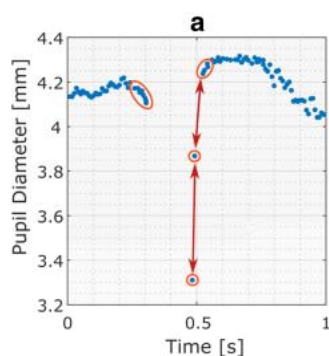
2.4.1. Eye Tracker

W przypadku danych pochodzących z iMotions, błędne pomiary średnicy źrenicy są oznaczone wartością **-1** i te zostają oznaczone do pominięcia

2.4.2. Poza wyznaczonym zakresem

W zależności od ustawionych parametrów min i max zostają oznaczone te pomiary, które nie wchodzą w wyznaczony zakres dopuszczalnej średnicy źrenicy

2.4.3. Prędkość rozszerzania się



Metoda badania prędkości zmian pomiarów na bazie, której oceniane są błędne pomiary i oznaczane do pominięcia.

Całość zbiega do wykonania kilku kroków

(1) Kalkulacja prędkości rozszerzania się dla każdego pomiaru

$$d'[i] = \max \left(\left| \frac{d[i] - d[i-1]}{t[i] - t[i-1]} \right|, \left| \frac{d[i+1] - d[i]}{t[i+1] - t[i]} \right| \right)$$

gdzie

$d[i]$ to pojedynczy pomiar średnicy źrenicy

$t[i]$ to timestamp pojedynczego pomiaru

(2) Obliczenie średniego odchylenia bezwzględnego

$$MAD = \text{median}(|d'[i] - \text{median}(d')|)$$

(3) Obliczenie progu

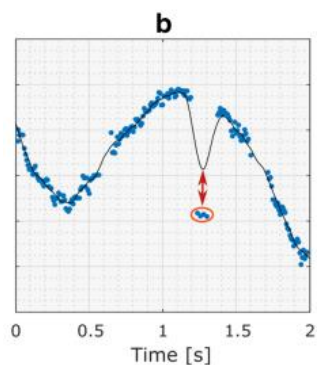
$$\text{Threshold} = \text{median}(d') + n * MAD$$

(4) Oznaczenie do pominięcia tych pomiarów, których prędkość przekracza dozwolony próg

Zagadnienie jest szerzej opisane w poniższym artykule naukowym (podpunkt *Step 2: Filtering the raw data*)

<https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/s13428-018-1075-y.pdf>

2.4.4. Odchylenie od linii trendu



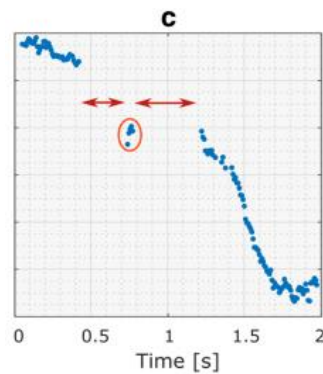
Pewne eye-trackery, szczególnie te z wysoką częstotliwością próbkowania mogą wyprodukować małe grupki danych, które po spojrzeniu na wykres widzieć, że są niewłaściwe, bo mocno odbiegają od linii trendu. Przez to, że jest ich wiele są one odporne na poprzedni

marker, dlatego do ich wychwycenia potrzebna jest osobna metoda. Polega ona na tymczasowym podwyższeniu próbkowania do (1000 Hz), wygładzeniu, a następnie na tych wygenerowanych danych zastosowaniu markera z poprzedniego podpunktu

Zagadnienie jest szerzej opisane w poniższym artykule naukowym (podpunkt *Step 2: Filtering the raw data*)

<https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/s13428-018-1075-y.pdf>

2.4.5. Próbkki wyizolowane czasowo



Zagadnienie jest szerzej opisane w poniższym artykule naukowym (podpunkt *Step 2: Filtering the raw data*)

<https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/s13428-018-1075-y.pdf>

2.5. Podstawowe wyliczenia

2.5.1. Średnia źrenic

Wyliczenie średniej dla każdego pomiaru z obu źrenic.

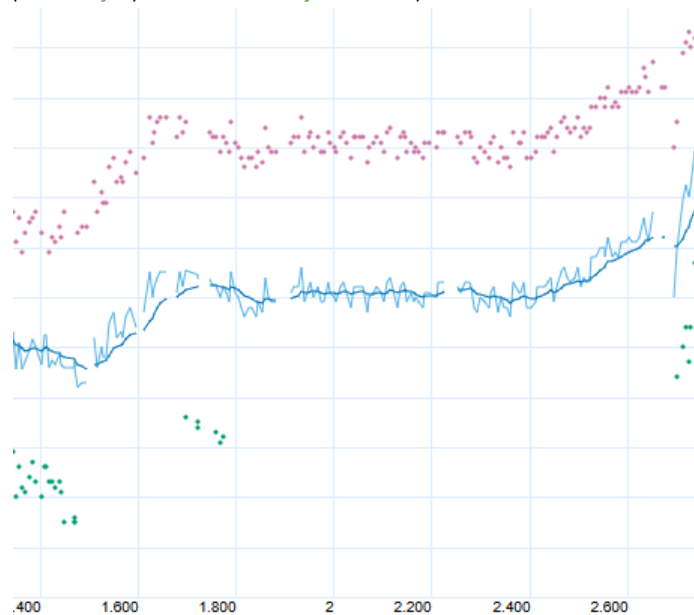
W przypadku, gdy brak poprawnego jednego z dwóch pomiarów jest dodawana lub odejmowana ostatnia różnica, gdy oba pomiary były poprawne, do średniej pomiaru.

Bez nanoszenia poprawki do średniej pomiaru, w przypadku gdy wystąpił brak pomiaru którejś ze źrenic linia trendu poszybowałaby do góry lub nagle spadła.

Poniższy wycinek wykresu obrazuje przypadek, w którym bez poprawki wykres liniowy (niebieski) odbiegałby od prawidłowego uśrednienia.

Kropki symbolizują pojedyncze pomiary

(fioletowy - prawa źr., zielony - lewa źr.)



2.5.2. Stan pomiarów

Obliczane zostaje:

- minimum,
- maksimum,
- średnia
- odchylenie standardowe
- liczba prawidłowych pomiarów

dla całego segmentu

2.5.3. Korelacja

y

-1, 1), gdzie 1 to idealna korelacja.

-
dczyt tylko z

jednego oka

2.5.4. Różnica źrenic

innym podziale procentowym

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Anisocoria>
- https://journals.lww.com/co-ophthalmology/Abstract/2016/11000/An_approach_to_anisocoria.4.aspx

2.6. Zwiększenie jakości oszacowania

2.6.1. Resampling

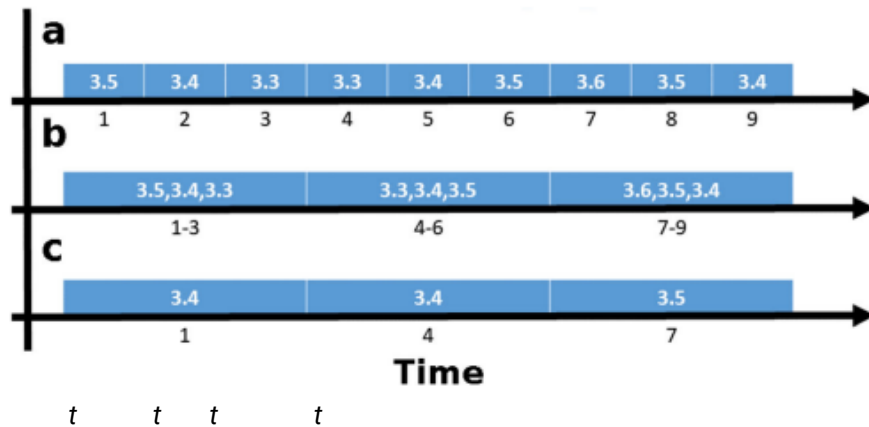
W momencie przetwarzania pojedynczego segmentu obliczana jest przybliżona częstotliwość próbkowania. Jest to liczba wszystkich próbek podzielona przez czas trwania eksperymentu wyrażony w sekundach.

Na podstawie wyliczonej częstotliwości próbkowania oraz oczekiwanej (konfiguracja) zapada decyzja czy dane mają być upsamplowane czy downsamplowane.

W przypadku **upsamplingu** produkujemy dane poprzez **interpolację liniową** poprawnych pomiarów.

A **downsampling** redukujemy dane **metodą koszy**

Więcej informacji: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30710333/>



2.6.2. Wygładzenie

Dane mogą zostać wygładzone. Do tego celu według wytycznych do przetwarzania danych pupilometrycznych zostaje użyty low-pass-filter z domyślnie sugerowaną częstotliwością odcięcia (cut-off frequency) równą 4 Hz.

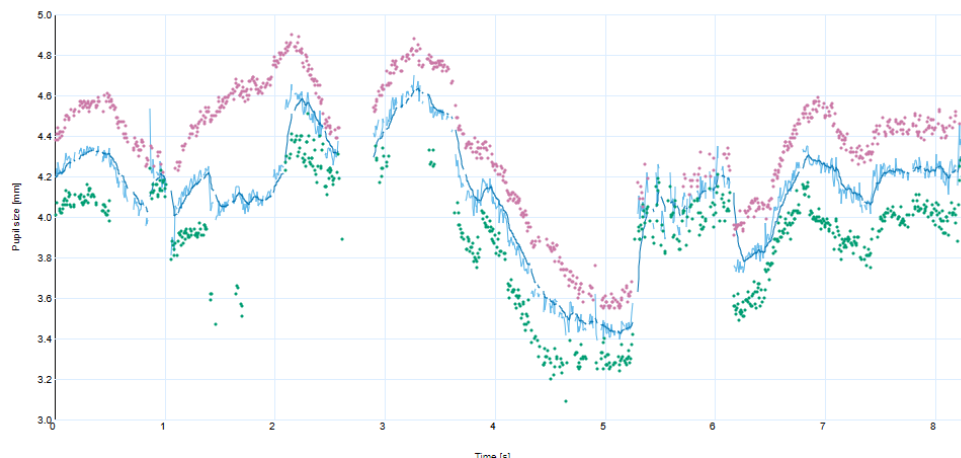
Wytyczne

<https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/s13428-018-1075-y.pdf>

Źródło na jakie się powołują

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19635092/>

W przypadku testowania możemy zaobserwować działanie.



2.7. Baseline

Etap wyliczania bazowego rozmiaru średnicy źrenicy dla danego uczestnika. Poniżej opcje, wykonuje się jedna w zależności od konfiguracji.

2.7.1. Na bazie wybranego segmentu

W zależności od ustawionego parametru w konfiguracji wybierany jest dany segment na bazie, którego liczona jest średnia ze wszystkich próbek i przypisana jako baseline uczestnika

2.7.2. Wyluczanie z początku

W każdym segmencie zostaje obliczona średnia z początku i przypisana do całego segmentu.

Długość okresu liczenia *baseline*u zależna od parametru podanego w konfiguracji.

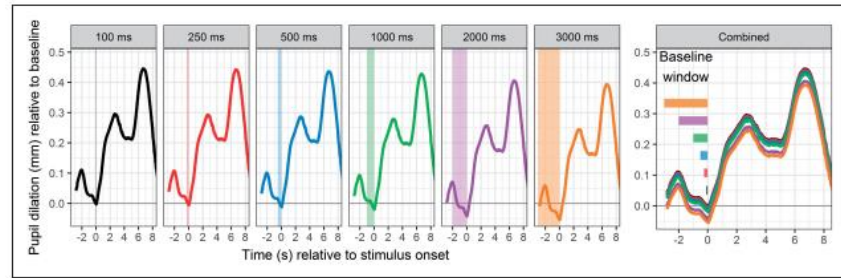


Figure 4. Different baseline intervals end at the onset of the stimulus and extend backwards by variable durations (highlighted in each panel by a shaded vertical area). Comparison of the resulting baseline-corrected data is shown on the far-right panel, revealing negligible differences across baseline durations.

Źródło: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30261825/>

2.8. Wyliczenie miar

W tym etapie wyliczone zostają miary dla nieskorygowanych oraz skorygowanych przez baseline danych

2.8.1. Średnia

Wszystkie wzory:

$$MEAN(mean) = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$MEAN(mean_{-baseline}) = \frac{\sum (x_i - baseline)}{n}$$

$$MEAN(mean_{/baseline}) = \frac{\sum (x_i / baseline)}{n}$$

$$MIN(mean) = \min \{x_1, \dots, x_k\}$$

$$MIN(mean_{-baseline}) = \min \{x_1 - baseline, \dots, x_k - baseline\}$$

$$MIN(mean_{/baseline}) = \min \left\{ \frac{x_1}{baseline}, \dots, \frac{x_k}{baseline} \right\}$$

$$MAX(mean) = \max \{x_1, \dots, x_k\}$$

$$MAX(mean_{-baseline}) = \max \{x_1 - baseline, \dots, x_k - baseline\}$$

$$MAX(mean_{/baseline}) = \max \left\{ \frac{x_1}{baseline}, \dots, \frac{x_k}{baseline} \right\}$$

gdzie:

x_i	pojedynczy pomiar średnicy źrenicy obu oczu
n	suma prawidłowych pomiarów pomiarów
$baseline$	bazowy rozmiar średnicy źrenicy

2.8.2. Z-score

Wszystkie wzory:

$$Zscore = \Sigma \frac{x_i - mean_{grand}}{std_{grand}}$$

$$Zscore_{-baseline} = \Sigma \frac{x_i - baseline - mean_{grand}}{std_{grand}}$$

$$Zscore_{/baseline} = \Sigma \frac{\frac{x_i}{baseline} - mean_{grand}}{std_{grand}}$$

$$MEAN(Zscore) = \frac{Zscore}{n}$$

$$MIN(Zscore) = \min \{ Zscore_1, \dots, Zscore_k \}$$

$$MAX(Zscore) = \max \{ Zscore_1, \dots, Zscore_k \}$$

$$MEAN(Zscore_{-baseline}) = \frac{Zscore_{-baseline}}{n}$$

$$MIN(Zscore_{-baseline}) = \min \{ Zscore_{-baseline_1}, \dots, Zscore_{-baseline_k} \}$$

$$MAX(Zscore_{-baseline}) = \max \{ Zscore_{-baseline_1}, \dots, Zscore_{-baseline_k} \}$$

$$MEAN(Zscore_{/baseline}) = \frac{Zscore_{/baseline}}{n}$$

$$MIN(Zscore_{/baseline}) = \min \{ Zscore_{/baseline_1}, \dots, Zscore_{/baseline_k} \}$$

$$MAX(Zscore_{/baseline}) = \max \{ Zscore_{/baseline_1}, \dots, Zscore_{/baseline_k} \}$$

gdzie:

x_i	pojedynczy pomiar średnicy źrenicy obu oczu
$mean_{grand}$	średnia ze wszystkich prawidłowych próbek (wszystkie segmenty)
std_{grand}	odchylenie standardowe ze wszystkich prawidłowych próbek (wszystkie segmenty)
n	suma prawidłowych pomiarów pomiarów

2.8.3. Relatywna [%]

$$relative = \Sigma \frac{x_i - mean_{grand}}{mean_{grand}} \cdot 100$$

$$MEAN(relative) = \frac{relative}{n}$$

$$MIN(relative) = \min \{ relative_1, \dots, relative_k \}$$

$$MAX(relative) = \max \{ relative_1, \dots, relative_k \}$$

gdzie:

x_i	pojedynczy pomiar średnicy źrenicy obu oczu
$mean_{grand}$	średnia ze wszystkich prawidłowych próbek (wszystkie segmenty)
n	suma prawidłowych pomiarów pomiarów

2.8.4. PCPD / ERPD [%]

$$erpd = \Sigma \frac{x_i - baseline}{baseline} \cdot 100$$

$$MEAN(erpd) = \frac{erpd}{n}$$

$$MIN(erpd) = \min \{ erpd_1, \dots, erpd_k \}$$

$$MAX(erpd) = \max \{ erpd_1, \dots, erpd_k \}$$

gdzie:

x_i	pojedynczy pomiar średnicy źrenicy obu oczu
$baseline$	bazowy rozmiar średnicy źrenicy
n	suma prawidłowych pomiarów pomiarów

2.8.5. Ocena poprawności

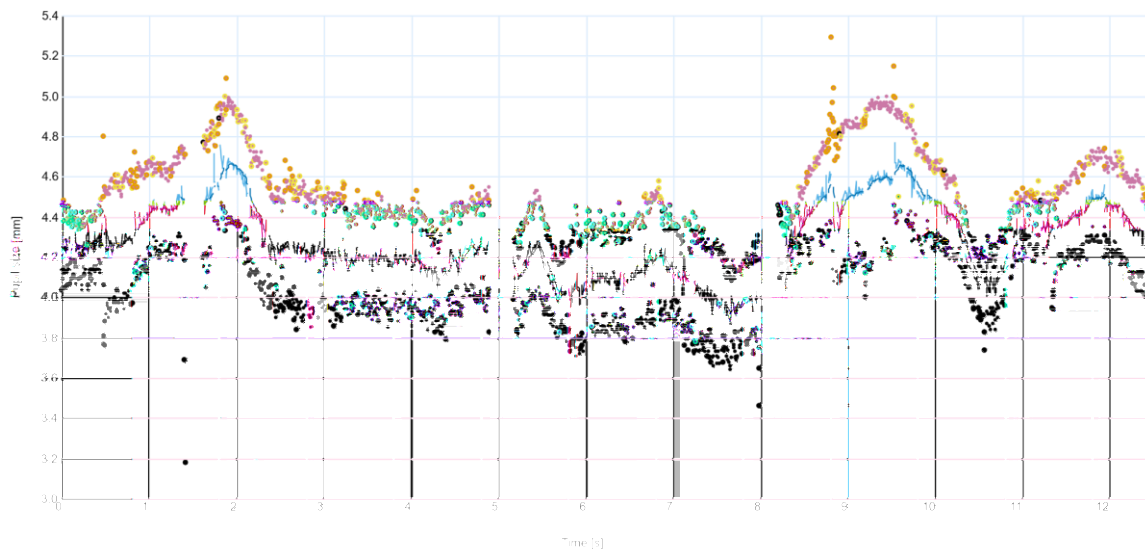
Na koniec sprawdzana jest poprawność każdego segmentu zależnie od ustawionych parametrów w ustawieniach.

Ocenie podlegają 3 kwestie:









- procentowa ilość brakujących pomiarów
 - liczą się te pominięte
- stopień korelacji
 - musi być większy od podanego parametru, aby segment był prawidłowy
- średnia różnica źrenic
 - musi być mniejsza od podanego parametru, aby segment był prawidłowy

3. Wizualizacja

3.1. Legenda



Test wykonany na pliku /resources/assets/examples/003_P3.csv zadanie Quiz(Text) task3
(w opcji eksperymentowania)

-  niewygładzona średnia (w przypadku środowiska testowego)
 -  wygładzona średnia
 -  pomiary z prawego oka
 -  pomiary z lewego oka
 -  oznaczone przez marker "Prędkość rozszerzania się"
 -  oznaczone przez marker "Odchylenie od linii trendu"
 -  oznaczone przez marker "Próbki wyizolowane czasowo"
 -  oznaczone przez marker "Poza wyznaczonym zakresem"
- (na prezentowanym wykresie wyłączone w celu zwiększenia widoczności)

* Kolorem jasnym niebieskim przy wykonaniu przetwarzania w trybie zapisu jest średnia wygładzona bądź nie w zależności od konfiguracji

3.2. Opis działania i możliwości

- Do wygenerowania wykresów wykorzystano bibliotekę *d3.js*
- **Każdy pomiar to punkt na osiach** czasu i rozmiaru średnicy źrenicy, dlatego istotnie na szybkość ładowania wpływa ilość danych, które zawiera uczestni.
- **Zakres osi** generowany jest **automatycznie** w zależności od punktów granicznych do wyświetlenia.
- W przypadku punktu na osi z liczbą niecałkowitą **zakres po przecinku** jest ograniczony do **3**

- **Kółkami** oznaczono pojedyncze **punkty**, te **wykluczone** z przeliczania **okręgiem** w stosownym kolorze zależnym od markera, zaś **linią** wyliczoną i zinterpolowaną liniowo **średnią**
- **Wysokość oraz szerokość wykresu** zależna jest od ustawionej konfiguracji.
Można ją zmienić bez konieczności ponownego przetwarzania
- Z poziomu wizualizacji mamy dostęp do wyboru wykresu w zależności od miary

Mean Minus Baseline Divide By Baseline Z-Score Z-Score -Baseline Z-Score /Baseline Relative PCPD (ERP)

- Poniżej można zmienić segment dla którego wyświetlany jest wykres

Quiz task0 Quiz (Text) task1 Quiz (Text) task2 Quiz (Text) task3 Quiz (Text) task4

- Oraz zmienić layoutu wyświetlania wyboru zadań

Horizontal Vertical

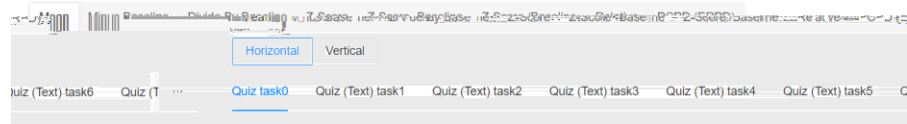
- Po prawej stronie jest rozwijane menu do zmiany uczestnika

007_P7

Overview

Select respondent

Config: Just testing



3.3. Zapis do PNG

Przy każdym wykresie mamy opcje zapisu do pliku png poprzez kliknięcie przycisku **Save as PNG**

Funkcjonalność ma problemy z wydajnością, po kliknięciu należy poczekać kilkanaście sekund bez ekranu ładowania

Po tym czasie pojawi się okienko systemowe z wyborem lokalizacji dla utworzonego pliku, który jest w rozdzielczości 3-krotnie większej niż ustawiona w konfiguracji.

(Skalowanie zamiast konkretnej rozdzielczości wyniku z ograniczeń użytej biblioteki)

Domyślnie nazwa pliku to `<nazwa_uczestnika-<nazwa_segmentu>-<nazwa_miary>.png`

Problemy wynikają z uwagi na fakt, że ta funkcjonalność nie miała wysokiego priorytetu przez to, że użytkownik może sam wykonać zrzut ekranu przy użyciu programu umożliwiającego wykonywanie zrzutów ekranu.

4. Konfiguracja

Istnieje możliwość tworzenia nowych konfiguracji na bazie istniejących.

Domyślnie dostępne są dwie *Recommended* oraz *Just testing*

Recommended - zalecane ustawienia głównie na bazie poniższego artykułu naukowego

<https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/s13428-018-1075-y.pdf>

Just testing - takie same jak recommended z wyłączonym resamplingiem oraz ustawionym wyświetlaniem oznaczonych do pominięcia pomiarów

Select a base config

Create / Edit Config

* Name :

Recommended

General

Markers / Filters

Estimation Improvement

> File

> Chart

> Measurement

> Validity

Submit

Formularz tworzenia nowej konfiguracji

Na samej górze mamy opcję wyboru konfiguracji, na bazie której można utworzyć nową.

Domyślnie ustawiona jest pierwsza z opcji rozwijanego menu (Recommended)

W polu **name** ustawiamy unikalną nazwę dla nowej konfiguracji.

Nazwa *Recommended* jest zakazane i próba utworzenia zakończy się błędem

4.1. Zakładka General

4.1.1. File

Separator

znak separujący dane z pomiarami

Timestamp

nazwa kolumny znacznika czasu pomiaru

Left Pupil

nazwa kolumny lewej źrenicy

Right Pupil

nazwa kolumny prawej źrenicy

Segment Active

nazwa kolumny służącej do podziału na segmenty

4.1.2. Chart

Width [px]

szerokość wyświetlanego wykresu

Height [px]

wysokość wyświetlanego wykresu

Show Eye Plot

czy pokazywać pomiary z obu oczu

Show Mean Plot

czy pokazywać średnią na wykresie

Show Smooth Plot

czy pokazywać wygładzoną średnią na wykresie

Show rejected

które odrzucone (oznaczone) pomiary pokazać

- *invalid* - nie mieszczące się w zakresie
- *outliers* - oznaczone przez inne markery
- *missing* - brakujące, oznaczone przez iMotions jako -1

4.1.3. Measurement

Eye

wybór oka lub obu do dalszego przetwarzania

Baseline

wybór sposobu liczenia baseline

- *from Start* - wybranie pomiarów z początku każdego segmentu i średnia służy jako baseline
- *selected segment* - średnia z wybranego segmentu jako baseline (*dla każdego segmentu taka sama*)

Baseline Param

Parametr dla baselinu zależny od wyboru sposobu liczenia

- jeśli *from Start* to parametr jest liczba milisekund okresu, który posłuży do przeliczenia baselinu
- jeśli *selected segment* to parametr jest nazwą segmentu

Segmentation

Typ segmentacji

- no - brak segmentacji, całość jako jeden segment
- scene - podział na sceny (segmenty) zależne od kolumny Segment Active
- time windows - podział na sceny zależne od okien czasowych

Time windows

Okna czasowe z racji mniejszego priorytetu wprowadzane jako jeden łańcuch znaków. Każde okno rozdzielone przez średnik.

<nazwa1>,<start>,<koniec>;<nazwa2>,<start>,<end>

np.

Okno 1, 0, 1000; Okno 2, 1000, 2000

Test your samples



4.1.4. Validity

Parametry do automatycznego ocenian

Missing [%]

Dopuszczalna procentowa wartość brakujących (również pominiętych) pomiarów obu źrenic

Correlation

Minimalna wymagana korelacja obu źrenic

Difference [mm]

Dopuszczalna różnica obu źrenic

4.2. Zakładka Markers / Filters

4.2.1. Out of range

Min [mm]

minimalny dopuszczalny rozmiar źrenicy

Max [mm]

maksymalny dopuszczalny rozmiar źrenicy

4.2.2. Dilation Speed

Use

Opcja włączanie/wyłączanie markera

Gap minimum duration [ms]

minimalna przerwa od poprzedniego i następnego poprawnego pomiaru

Gap maximum duration [ms]

maksymalna przerwa od poprzedniego i następnego poprawnego pomiaru

Gap backward padding [ms]

jeśli pomiar mieści się w zakresie przerwy to jaki okres czasu przed tym pomiarem ma zostać oznaczony do pominięcia

Gap forward padding [ms]

jeśli pomiar mieści się w zakresie przerwy to jaki okres czasu po tym pomiarze ma zostać oznaczony do pominięcia

4.2.3. Trendline Deviation

Use

Opcja włączanie/wyłączanie markera

Passes

Ilość wykonania markera (jedno po drugim)

Cutoff frequency [Hz]

częstotliwość graniczna low-pass-filter

Threshold Multiplier

Mnożnik progu do oceny pomiaru

Gap minimum duration [ms]

minimalna przerwa od poprzedniego i następnego poprawnego pomiaru

Gap maximum duration [ms]

maksymalna przerwa od poprzedniego i następnego poprawnego pomiaru

Gap backward padding [ms]

jeśli pomiar mieści się w zakresie przerwy to jaki okres czasu przed tym pomiarem ma zostać oznaczony do pominięcia

Gap forward padding [ms]

jeśli pomiar mieści się w zakresie przerwy to jaki okres czasu po tym pomiarze ma zostać oznaczony do pominięcia

4.2.4. Temporally Isolated Samples

Use

Opcja włączanie/wyłączanie markera

Min Isolation Gap

Minimalna przerwa do uznania wyizolowania próbek

Max Island Size

Maksymalny okres czasu grupki próbek, które mogą uznać za wyizolowane czasowo

4.3. Zakładka Estimation Improvement

4.3.1. Resampling

Use

Opcja włączanie/wyłączanie resamplingu

Rate [Hz]

Oczekiwana częstotliwość próbkowania

Acceptable Gap

Akceptowalna przerwa do interpolacji liniowej, inaczej luka w wykresie

4.3.2. Smoothing

Use

Opcja włączanie/wyłączanie wygładzania

Cutoff Frequency [Hz]

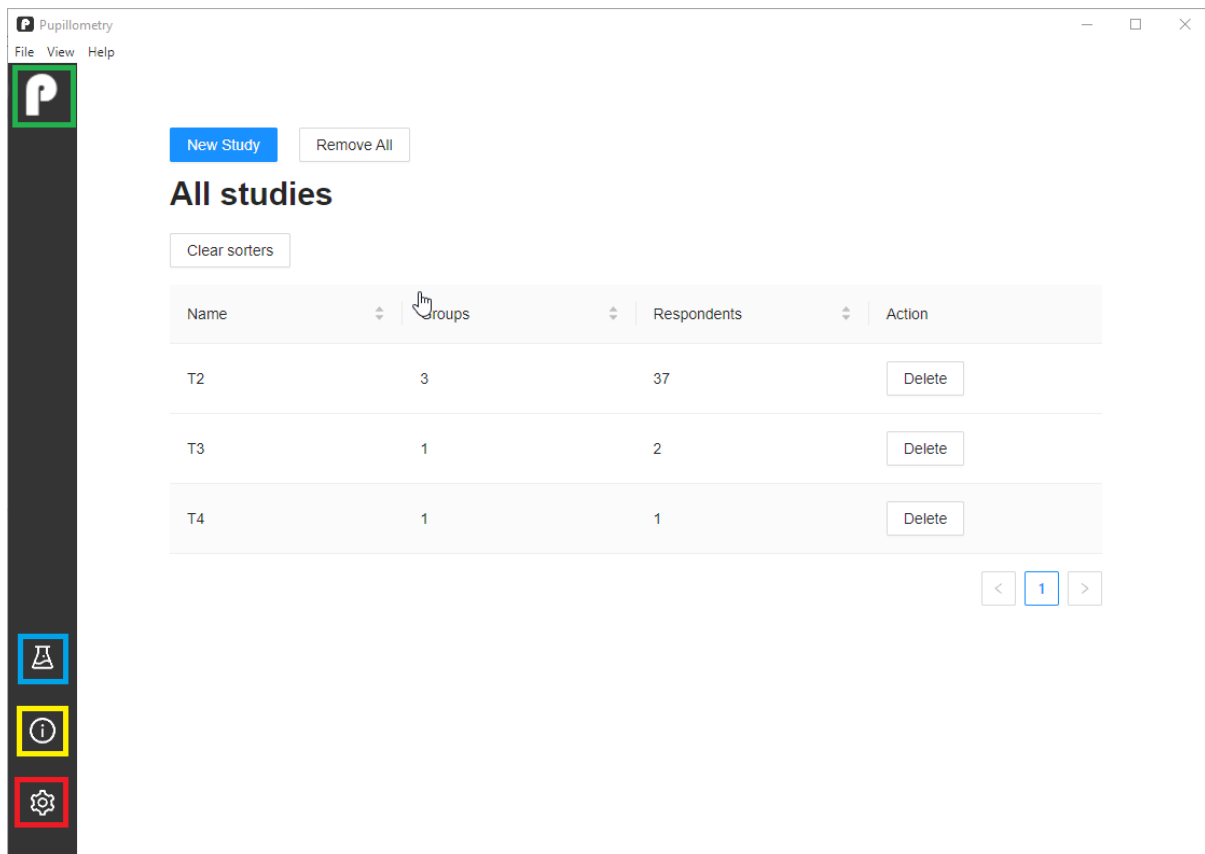
częstotliwość graniczna low-pass-filter

5. System

5.1. Interfejs

5.1.1. Widok wszystkich badań

Inaczej widok główny, z którego mamy dostęp do wszystkich innych widoków



Każde obramowanie oznacza przycisk nawigacji, który skieruje nas do osobnego widoku:

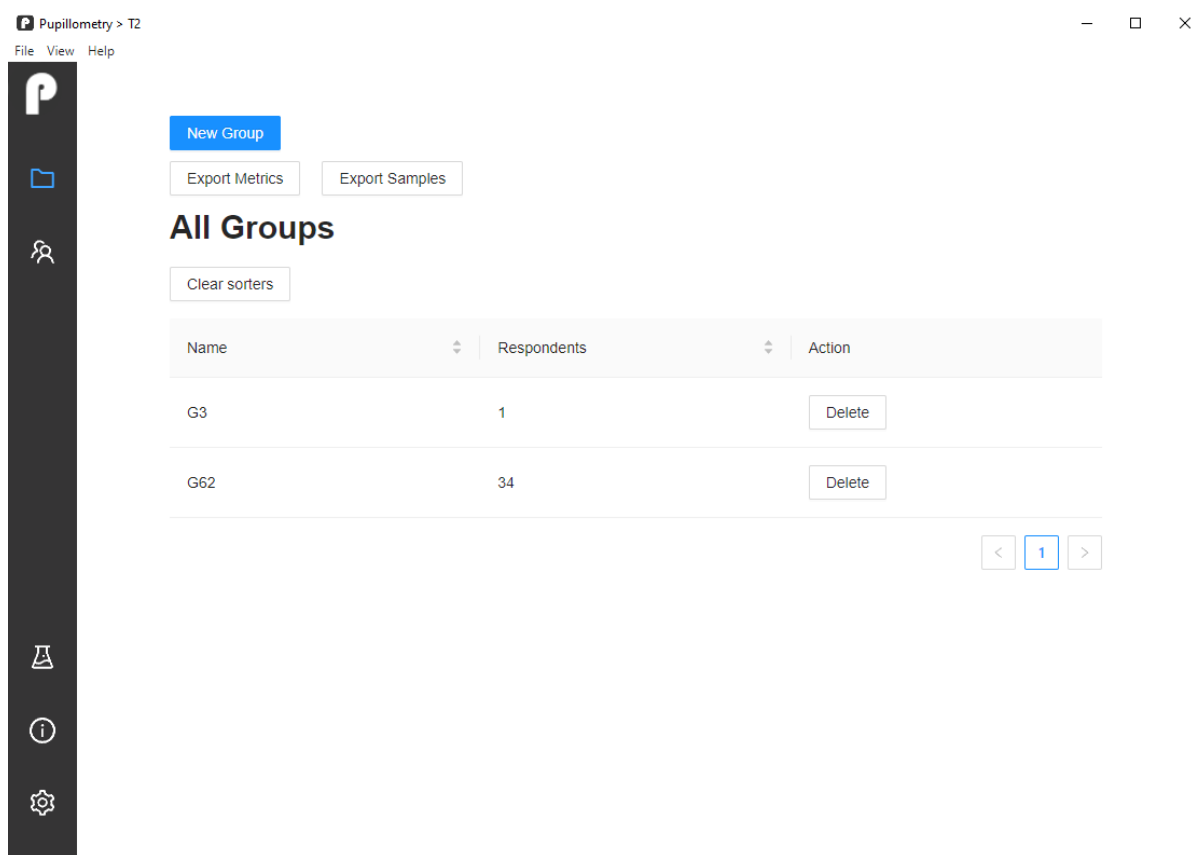
Zielone	-	widoku wszystkich badań (odświeżenie)
Niebieskie	-	widok testowania
Żółte	-	widok z informacjami o oprogramowaniu
Czerwone	-	widok konfiguracji

- Kliknięcie w nazwę pojedynczego badania przenosi do *widoku badania* z wszystkim utworzonymi w nim grupami
- Przycisk **New Study** przenosi do formularza tworzenia nowego badania
- Przycisk **Remove All** usuwa całą pamięć aplikacji wraz z utworzonymi plikami (*o ile nie zostały przeniesione do innej lokalizacji*)

5.1.2. Widok pojedynczego badania

Po przejściu do *widoku badania* pojawią się dwie dodatkowe opcje w pasku nawigacji. Ikona teczki oraz dwóch osób.

Kliknięcie na jedną z nich przeniesie do ostatnio zapamiętanej opcji.



Aktualnie wybrany widok podświetlony jest na niebiesko

Z tej pozycji można:

- przejść do widoku pojedynczej grupy poprzez kliknięcie nazwy grupy z wyświetlonej listy.
- Możemy również sortować grupy po wybranej kolumnie
- Przyciskiem **Clear sorters** czyścimy wybrane sortowania
- Przyciskiem **Delete** usunąć grupę oraz wyczyścić przechowywane z nią związane dane
- Przyciskiem **New Group** przejść do formularza tworzenia nowej grupy
- Przyciskiem **Eksport Metrics** przenieść się do *widoku grupowania segmentów oraz eksportowania metryk*
- Przyciskiem **Export Samples** zapisać w pliku excel uproszczone i wyczyszczone pomiary z kolumnami [TIMESTAMP, PUPIL, SEGMENT]. Gdzie kolejno oznaczają one pomiarowy punkt czasowy, średnią średnicę źrenic i nazwę segmentu (zadania)
 - opcja na specjalne potrzeby dalszego przetwarzania (*zalecany eksport uczestników **pojedynczo** z powodu braku optymalizacji*)

5.1.3. Widok pojedynczej grupy

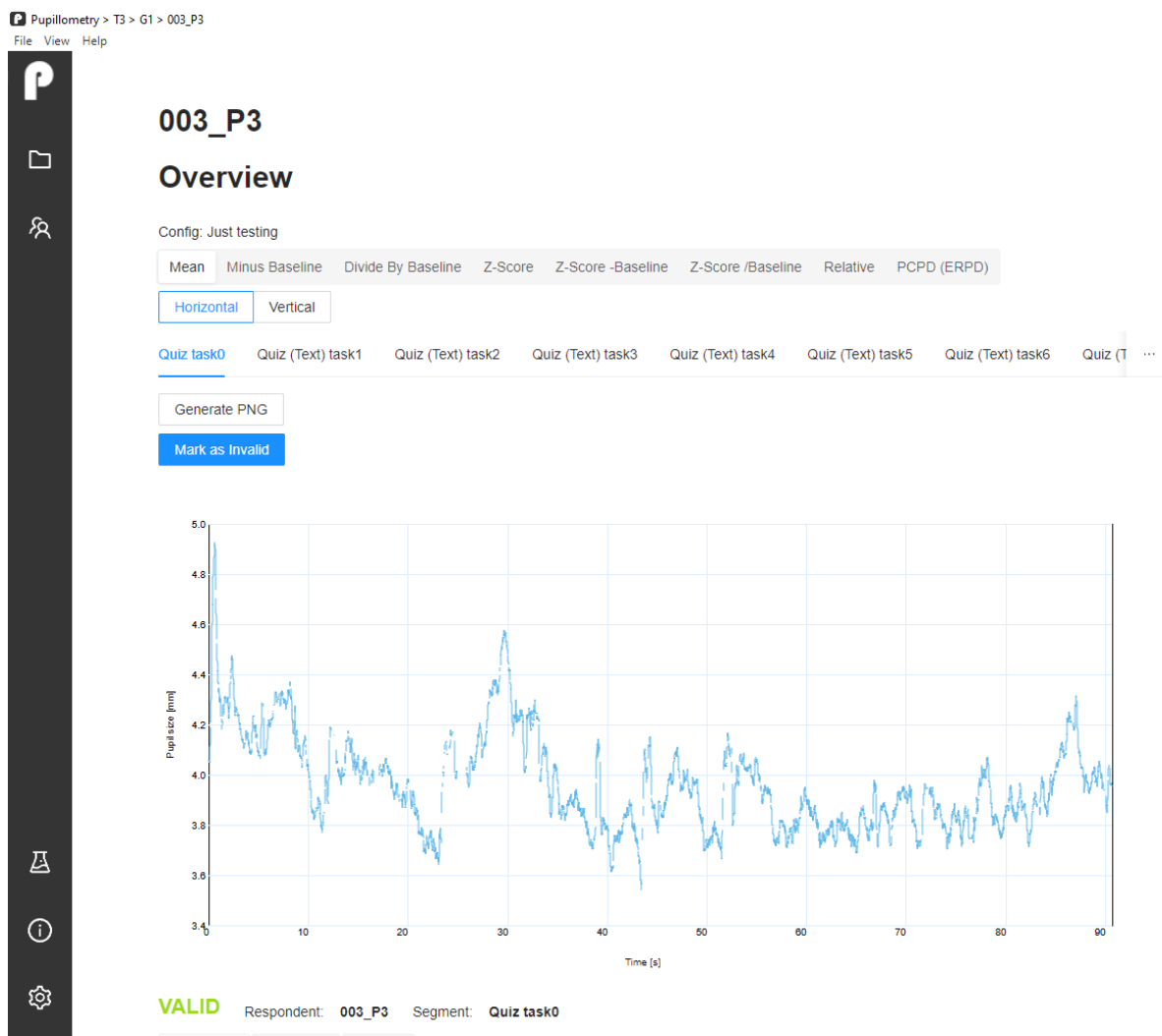
Po wybraniu grupy otworzy się widok ogólny grupy oraz wszystkich do niej przynależących uczestników

Z tej pozycji można:

- Przeglądać część statystyk dla wybranego segmentu (Select segment).
Domyślnie ustawiony na pierwszy z listy.
Nie wyświetla się na początku (Nierozwiązany błąd)
- Dowiedzieć się o liczbie prawidłowych oraz nieprawidłowych uczestników dla wybranego segmentu
- Sortować uczestników po wybranej kolumnie
- Przyciskiem **Add Respondent** przejść do formularza dodania kolejnych uczestników do grupy
- Przyciskiem **Clear sorters** czyścić wybrane sortowania
- Przejść do *widoku uczestnika* poprzez kliknięcie jego nazwy z listy

5.1.4. Widok pojedynczego uczestnika

Po wybraniu uczestnika otworzy się widok do niej przynależących uczestników



Z tej pozycji mamy dostęp do:

- analizy wykresu dla wybranej miary oraz segmentu
- informacje o statystykach
- generowania pliku png za pomocą przycisku **Generate PNG**
- zmiany prawidłowości segmentu (**Mark as Invalid/Valid**)

5.1.5. Widok grupowania segmentów (zadań) i eksportowania metryk

Dostęp do niego mamy z widoku pojedynczego badania

Pupilometry > Zestaw 4

File View Help

Study group

Java ▾

Grouping Tasks

* Name

Easy

Programowanie 1 Przed [Easy] × Code review 1 × Programowanie 1 Po [Easy] ×

+ Add Group

Export

JS

Easy	Hard
Programowanie 1 Przed [Easy]	Programowanie 2 Przed [Hard]
Code review 1	Code review 2
Programowanie 1 Po [Easy]	Programowanie 2 Po [Hard]

Dla każdej grupy uczestników z tej pozycji można utworzyć grupy zadań (Add Group) i wyeksportować metryki.

Jeśli nie zostanie utworzona żadna grupa zadań wyeksportowana będzie całość jako jedna grupa zadań z etykietą *“Entire Study”*

5.1.6. Widok testowania / eksperymentowania

Dostęp do tego widoku jest poprzez kliknięcie ikonki *naczynia laboratoryjnego*



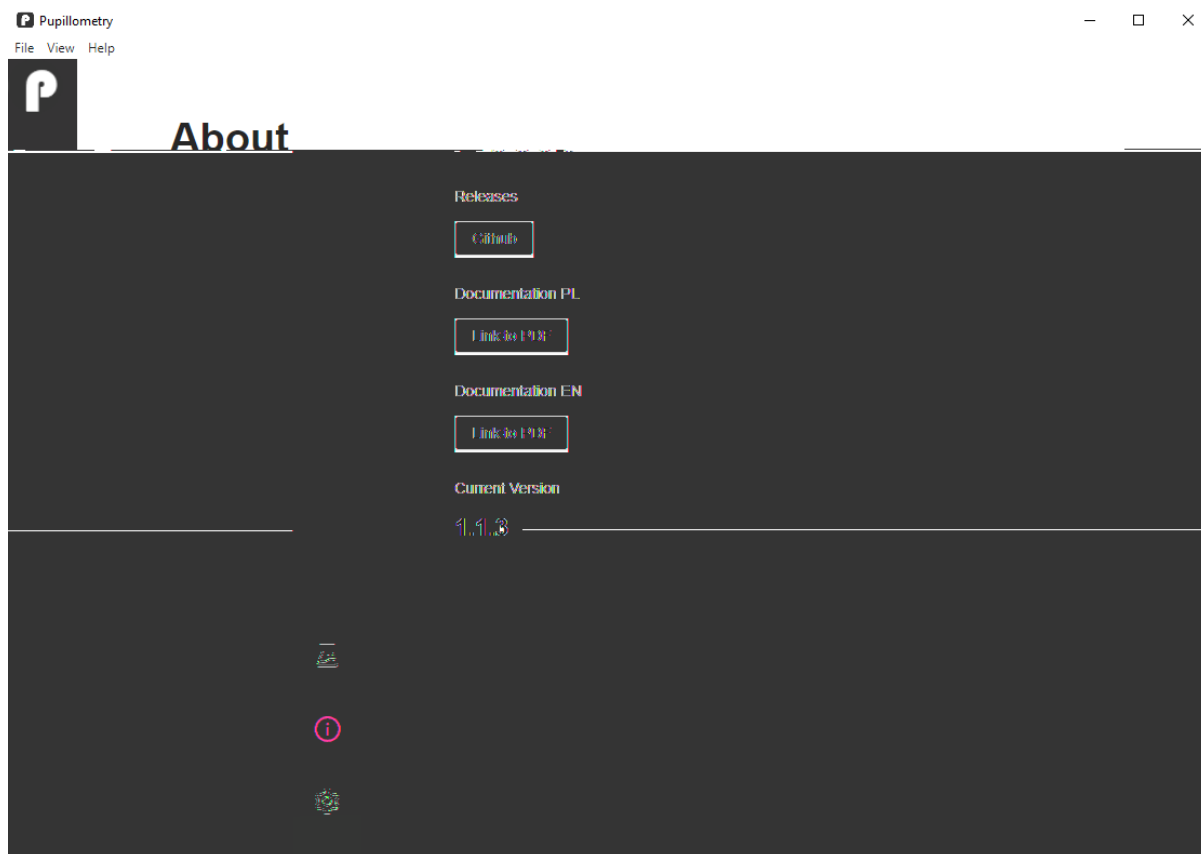
Jest to miejsce do testowania utworzonej wcześniej konfiguracji oraz jej modyfikacji (na czas eksperymentu) w celu odpowiedniego dopasowania.

Widok analogiczny jak w przypadku *widoku pojedynczego uczestnika*. Różnica polega na braku zapisu danych oraz przycisku Change Config, który zmienia część widoku na formularz do dostosowania aktualnej konfiguracji.

*Gdy klikniemy Change Config nazwa przycisku zmieni się na Show Stats

5.1.7. Widok z informacjami o aplikacji

Dostęp do tego widoku jest poprzez kliknięcie ikonki “i w okręgu”



Tutaj mamy informacje o aktualnej wersji oprogramowania oraz linki

rze

`/resources/assets/docs`

ze strony, do której przekierowuje link

5.1.8. Widok konfiguracji

Dostęp do tego widoku jest poprzez kliknięcie ikonki *koła zębatego*

Pupilometry
File View Help

Select a base config

Create / Edit Config

* Name: Recommended

General Markers / Filters Estimation Improvement

- > File
- > Chart
- > Measurement
- > Validity

Submit

W tym miejscu możemy dodawać oraz edytować zestawy opcji konfiguracyjnych.

Dodawanie wykonuje się

- poprzez wybranie bazowego konfigu,
- zmianie nazwy,
- modyfikacji tego co użytkownika interesuje
- przycisk Submit

Edytowanie odbywa się analogicznie, tylko należy ustawić/zostawić nazwę istniejącej już konfiguracji

Nie istnieje możliwość usunięcia pojedynczej konfiguracji

5.2. Wspierane systemy operacyjne

windows
mac oraz **linux**

5.3. Zużycie RAMu

poddane odpowiedniej optymalizacji.

Podczas testów

4GB

5.4. Zapis danych

-store, które przechowuje dane w formacie json w

Z racji na ograniczenia
max 500MB

programu

C:\Users\<user>\AppData\Roaming\Electron\config.json

zipson, zapisane bez

/resource/data/<nazwa_badania>/<nazwa_grupy>/<nazwa_uczestnika>

Są one wymagane do prawidłowego wyświetlania wykresów

6. Słownik

Badanie	- eksperyment związany z pomiarem średnicy źrenicy
Uczestnik	- zbiór pomiarów badanej osoby zebranych z użyciem narzędzia do śledzenia oka
Segment	- część wykonanych pomiarów zakwalifikowana jako osobny byt, w kontekście badania zadanie bądź scena
Częstotliwość próbkowania	- wartość określająca liczbę próbek w sekundzie i wyrażona w hercach [Hz]