Politechnika Warszawska

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI
I TECHNIK INFORMACYJNYCH

Instytut Informatyki

Studia Podyplomowe
Big Data - przetwarzanie i analiza dużych zbiorów danych

PRACA KOŃCOWA

Kamil Gontarz

Zaprojektowanie i wykonanie systemu do składowania, przetwarzania oraz analizy danych o aktywności użytkowników strony internetowej.

Opiekun pracy
mgr Patryk Pilarski

Warszawa, 2022

Spis treści

1. Kontekst biznesowy **4**

2. Dostępne dane **6**

2.1 Struktura **6**

2.3 Statystyki **6**

2.3.1 Zdarzenia w czasie. **6**

2.3.2 Zdarzenia per Cookie. **7**

2.3.3 Zdarzenia per referer. **7**

2.3.4 Zdarzenia per url. **8**

2.3.5 Zdarzenia per user agent. **9**

2.3.5 Zdarzenia per adres IP. **10**

2.3.6 Podsumowanie **10**

2.4 Generator **10**

3. Rozwiązanie koncepcyjne problemu biznsowego **13**

4. Model danych **14**

5. Opis modułow **15**

5.1 Ogólny schemat rozwiązania 15

5.2 Preprocessing 15

5.3 Processing 15

5.4 Storage 15

5.5 Wizualizacja 15

6. Napotkane problemy oraz ich rozwiązanie **16**

7. Możliwe drogi rozwoju systemu **17**

8. Wnioski **18**

9. Bibliografia **19**

1. Kontekst biznesowy

Klientem jest informacyjny portal internetowy, którego głównym źródłem dochodu są reklamy pokazywane użytkownikom. Do tej pory główny reklamodawca rozliczał się z portalem na zasadzie ryczałtu, ustalonej kwoty przelewanej na konto klienta w miesięcznych interwałach. W ostatnim czasie odstąpił od takiego modelu finansowania swoich kampanii reklamowych na rzecz ustalonej kwoty za każde 1000 odsłon stron zawierającyh materiały reklamowe. Przy takim sposobie rozliczania klient stracił znaczną część swojego głównego źródła dochodu. **Głównym zadaniem jest zdefiniowanie co wpływa na poziom ruchu na stronie oraz jakie zadania należy wykonać aby zwiększyć liczbę odsłon**. Jak się okazało klient nie dysponuje żadnym dedykowanym do tego typu zadań działem analitycznym ani działem wyspecjalizowanym działem technicznym. Techniczne kwestie związane z serwowaniem treści zostały oddelegowane do zewnętrznego podmiotu, który nie oferuje usług w zakresie doradztwa analitycznego.

Po konsultacjach z klientem oprócz głównego celu zdefiniowano również cel dodatkowy jakim jest przygotowanie testowego środowiska dla przyszłego działu analitycznego którego zadaniem będzie utrzymanie/zwiększenie efektywności dochodowej protalu. Środowisko te ma pozwalać na:

- przechowywanie surowych danych (obecnie dane ze skryptów na stronie nie są przechowywane a jedynie agregowane ilościowo w kubełkach godzinnych co nie pozwala na inną niż ilościową analizę historycznych danych)
- przetwarzanie danych w celu tworzenia cyklicznych, automatycznie powstających raportów
- prezentację danych w formie tabel, wykresów oraz tablic agregujących różne wyniki (dashboard)
- wykonywanie na surowych danych doraźnych, niestandardowych danych

Z założenia środowisko ma być testowe(aby w pierwszym okresie nie poświecać czasu na uprodukcyjnianie rozwiązania badawczego) ale użyte technologie powinny być:

- łatwo skalowalne - klient zakłada w przyszłości wzrost generowanego ruchu
- powszechnie używane w środowisku - co zapewnia dostęp do specjalistow znających daną technologię oraz potwierdza jej przydatność i możliwość zastosowania w realnych przypadkach
- w miare możliwości open source z rozwiniętą społecznością wokół technologii - podejście to nie generuje kosztów licencyjnych a jednocześnie pozwala na znalezienie rozwiązań wielu problemów w ogólnodostępnych tematycznych forach internetowych
- modułowe - system podzielony na kilka mniejszych modułów jest łatwiejszy w zrozumieniu, utrzymaniu, rozwijaniu czy znajdowaniu błędów
- integrowalne z wieloma rozwiazaniami - brak potrzeby manualnej integracji przy każdorazowej zmianie/dodaniu rozwiązania znacząco przyspiesze rozwój oraz zmniejsza ilość potencjalncyh błędów

- zastępowalne - dzięki identycznym lub podobnym interfejsom w następnych fazach projektu będzie można zastąpić wybrane rozwiązanie innym o bardziej porządanych parametrach czy cechach bez przebudowywania dużej części systemu.

Klient zdaje sobie sprawę, że w pierwszym kroku analizy mogą nie przynieść oczekiwanych efektów jednocześnie jest świadomy tego, że aby przedsiębiorstwo mogło pracować w oparciu o dane należy zaszczepić w nim kulturę pracy z tymi danymi, a do tego niezbędne jest odpowiednie środowisko techniczne.

Dodatkowe wymaganie pochodzi z konsultacji klienta z wewnętrznym działem prawnym. Adres IP jest jedną z informacji przysyłanych przez skrypty umieszczone na stronie portalu. Adres ten w pewnych przypadkach może być uznawany za daną osobową.[1] Dane osobowe muszą być specjalnie przechowywane co zwiększa potencjalne koszty oraz komplikuje system. W związku z tym podjęto decyzję o anonimizowaniu adresu IP w przechowywanych permanentnie danych.

[1] https://archiwum.giodo.gov.pl/pl/319/2258

2. Dostępne dane

Jak było wspomniane w poprzednim rozdziale surowe dane ze skryptów monitorujących ruch na portalu nie są nigdzie przechowywane. Jednak są one doskonałą bazą wykonania niezbędnych w realizacji celu analiz. Z danych agregowanych godzinowych (przekazanych przez obecną firmę obsługującą portal od strony technicznej serwowania treści) na temat aktywności użytkowników portalu można wywnioskować, że maksymalne zaobserwowane obciążenie godzinowe wynosi około 1 000 000 odsłon co daje średnią około 300 odsłon/sekundę. Na razie nie da się stwierdzić na ile maksymalne wartości sekundowe będą większe od wyliczonych średnich.

2.1 Struktura

Poniżej przedstawiono listę dostępnych danych ze skryptów wraz z ich typem oraz przykładowymi wartościami:

- time: timestamp(UTC) - 1654002960
- cookieID: String - 426657233775674784687905101944228963337
- userAgent: String - “Mozilla/5.0 (X11; Linux i686; rv:1.9.7.20) Gecko/2430-08-14 01:01:49 Firefox/13.0”
- url: String - “example.com/category/main/tags?testVersion=a”
- referer: String - “google.com”
- ip: String - “60.21.16.140”

Poza kolumną time która jest typu timestamp reszta to kolumny tekstowe częściowo ustrukturyzowane

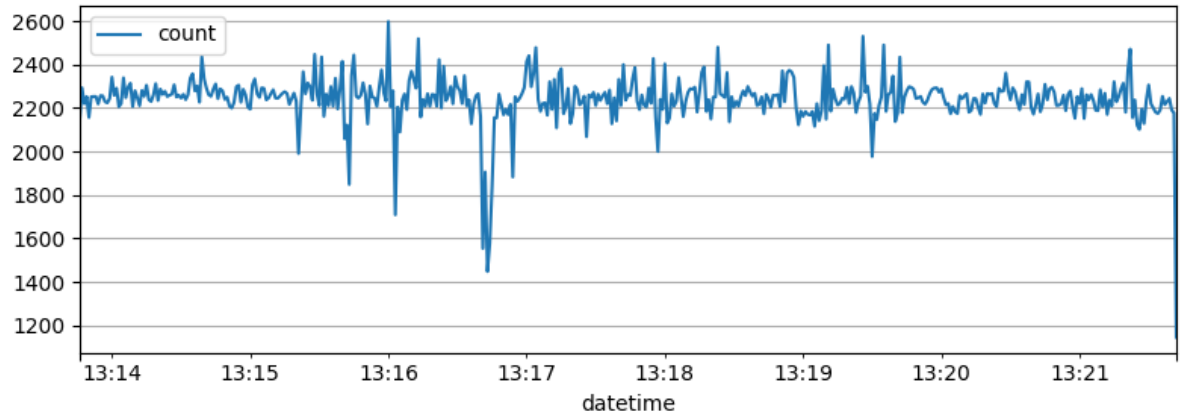
2.3 Statystyki

Podsumowanie na podstawie około jednego miliona testowych rekordów.

2.3.1 Zdarzenia w czasie.

Opis wykresu:

- oś y - liczba zdarzeń
- oś x - kolejne sekundy

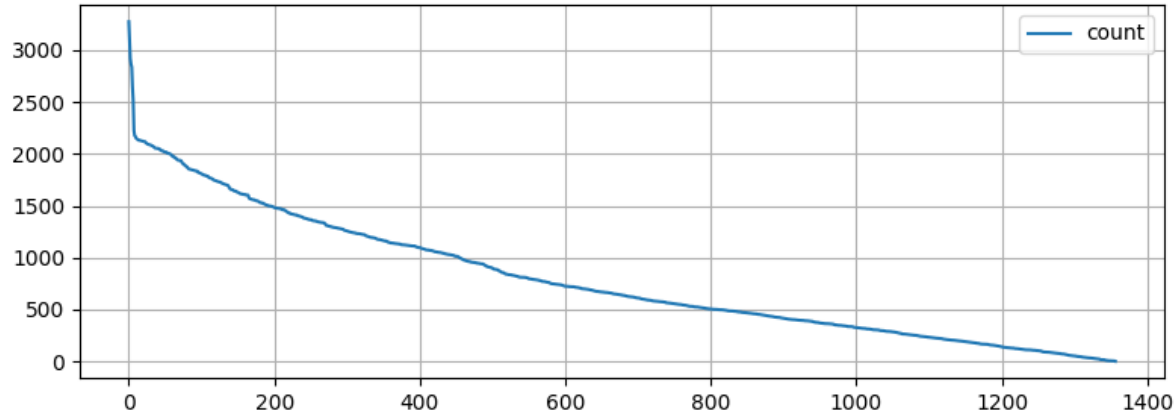


Rysunek 1: Liczba zdarzeń w czasie.

2.3.2 Zdarzenia per Cookie.

Opis wykresu:

- oś y - liczba zdarzeń
- oś x - kolejne cookiesy, posortowane od najbardziej aktywnego

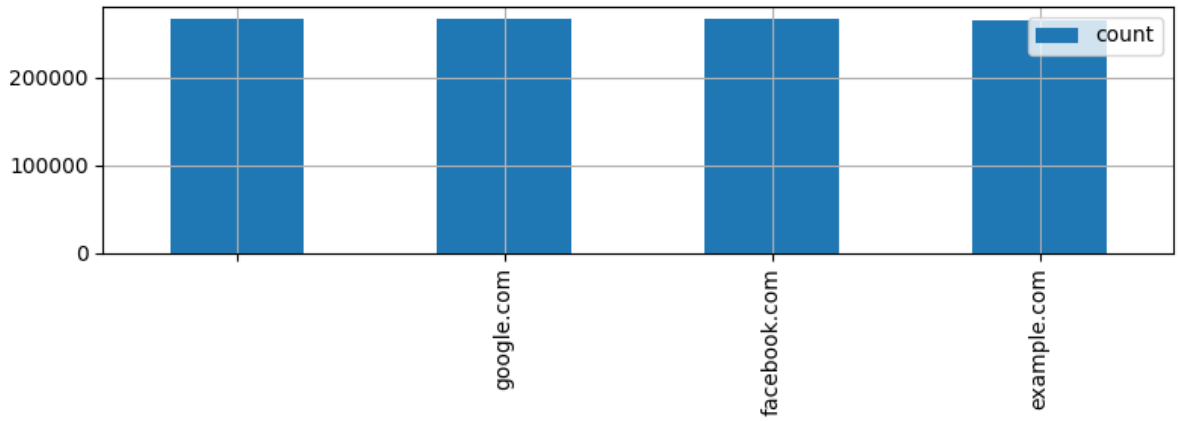


Rysunek 2: Rozkład liczby zdarzeń per cookie.

2.3.3 Zdarzenia per referer.

Opis wykresu:

- oś y - liczba zdarzeń
- oś x - kolejne odsyłacze

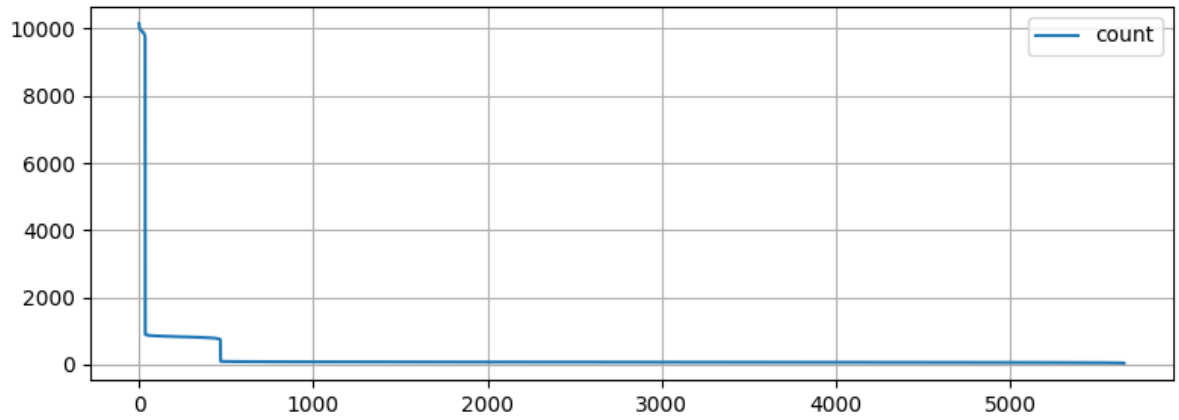


Rysunek 3: Liczba zdarzeń per referer

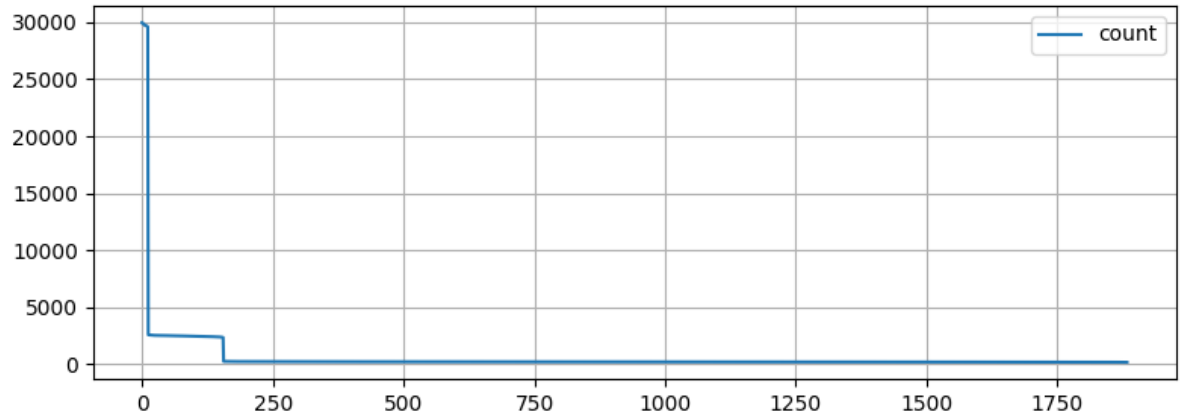
2.3.4 Zdarzenia per url.

Opis wykresów:

- oś y - liczba zdarzeń
- oś x - kolejne urle, posortowane od tego z największą liczbą zdarzeń



Rysunek 4: Liczba zdarzeń per url.

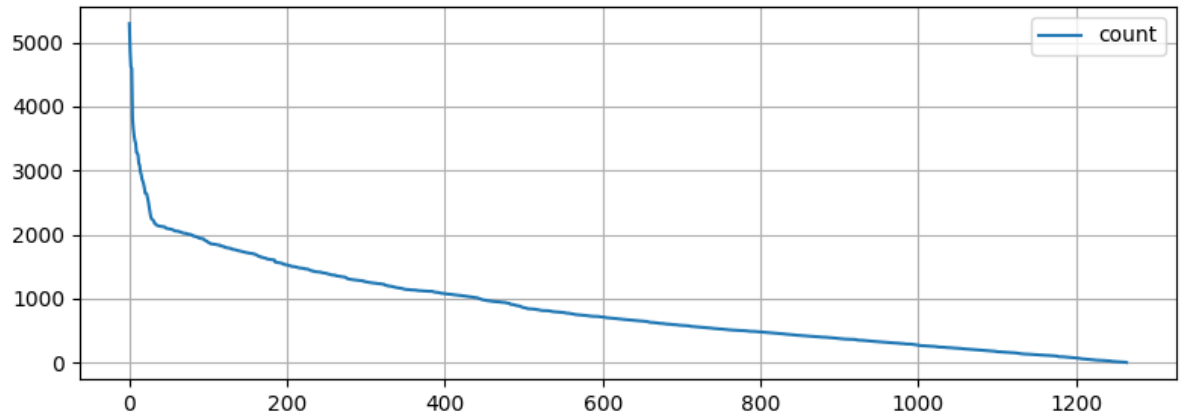


Rysunek 5: Liczba zdarzeń per url bez dodatkowych parametrów.

2.3.5 Zdarzenia per user agent.

Opis wykresu:

- oś y - liczba zdarzeń
- oś x - kolejne user agenty posortowane od najbardziej popularnego w ramach zdarzeń.



Rysunek 6: Liczba zdarzeń per user agent.

2.3.5 Zdarzenia per adres IP.

Odnotowano 1 068 649 unikalnych adresów IP na 1 068 807 zdarzeń. Co oznacza, że w zasadzie przy każdym zdarzeniu wygenerowany został nowy adres IP. To punkt do dalszej analizy, ponieważ jest to wysoce nie prawdopodobne, że IP jest zmieniane co każde zdarzenie

2.3.6 Podsumowanie

Z powyższych testowych statystyk widać, że:

- liczba zdarzeń jest względnie stała w czasie
- cookiesy posiadają różną liczbę odsłon choć o podobnym rzędzie wielkości
- referery podzielone są na 4 kategorie (brak , facebook.com, google.com , wewnetrzny) które są w zasadzie równoliczne.
- liczba urli wynosi niecałe 6 000. Jednak nie usuwano z nich parametrów. Po usunięciu dodatkowych parametrów zostało niecałe 2000 unikalnych urli
- liczba user agentów jest trochę mniejsza liczba cookiesów co oznacza, że tylko niewielka część się powtarza
- liczba adresów IP do zbadania

Do analiz należy dane posegmentować na kilka zbiorów. Przy obecnym rozkładzie statystyk zdarzeń jedynym kandydatem do segmentowania są referery choć są one równoliczne (co może być przypadkiem testowych danych) i mogą być zbyt mało charakterystyczne. Wytypowano pole useragent jako to z którego można wydobyć dodatkowe bardziej ogólne informacje takie jak: typ urządzenia (PC, mobile itp), system operacyjny, rodzaj przeglądarki.

2.4 Generator

Ponieważ nie udało się uzyskać realnych(zanonimizowanych) danych na temat ruchu portali internetowych zdecydowano na stworzenie modułu generującego takie dane w sposób losowy.[2] Do tego zadania użyto biblioteki Faker[3] oraz modułu random[4] wbudowanego w język programowania Python.

W pierwszym kroku generowane są następujace zbiory:

- parametrów do adresów url z przypisanymi parametrami

[2] https://github.com/gonti89/bigDataProject/blob/main/generator/2.0/internet_generator.py
[3] https://faker.readthedocs.io/en/master
[4] https://docs.python.org/3/library/random.html

- refererów
- par cookieID, userAgent (aby zapewnić niezmienialność stałe przypisanie)

Każdy element z wyżej wymienionych zbiorów ma przypisane prawdopodobieństwo losowania, przy czym w obecnym rozwiazaniu parametery oraz referery posiadają różne ale stałe wartości a każdy cookies ma przypisane losowe prawdopodobieństwo.

Poniżej fragmenty kodu odpowiedzialne za przygotowanie powyższych zbiorów

```
def generateUniqueCookie(count=100):
    fake = Faker()
    return [fake.uuid4(cast_to=int) for _ in range(count)]


def generateUserAgent(count=100):
    fake = Faker()
    return [fake.user_agent() for _ in range(count)]


def getCookieUa(elemCount=10):
    cookies = generateUniqueCookie(elemCount)
    ua = generateUserAgent(elemCount)
    activityLevel = [random.random() for _ in range(elemCount)]
    cookie_ua_elements = [(x, y, z) for x, y, z in zip(cookies, ua,
↪   activityLevel)]
    return cookie_ua_elements

.....

urlParamsOptions = OrderedDict([("", 0.8), ("?testVersion=a", 0.10),
↪   ("?testVersion=b", 0.10), ])
refOptions = OrderedDict([("", 0.3), ("facebook.com", 0.10), ("google.com",
↪   0.10), (domain, 0.50)])

urlParams = fake.random_element(elements=urlParamsOptions)
"referer": fake.random_element(elements=refOptions),
```

W drugim kroku generowane są zbiory testowych danych zdarzeń w nieskończonej pętli. Po każdym wylosowaniu cookiesa sprawdzamy czy przypisane do niego prawdopodobieństwo bycia aktywnym jest większe od losowej wartości z przedziału 0-1. Dzięki temu w sposób losowy różnicowany jest rozkład aktywności poszczególnych cookiesów oraz liczba zdarzeń nie jest identyczna dla każdej sekundy. Podczas generowania pojdyńczego zdarzenia sprawdzane jest również czy nie należy wykonać

rotacji cookiesów (na podstawie wejściowego parametru obecnie ustawionego tak aby średnio raz na 5 minut następowała rotacja zbiorów). Do wykonania opisanej rotacji rozszerzono wbudowaną klasę DynamiProvider biblioteki Faker o nową metodą “replace_random_elements”. Takie podejście zapewnia czytelny kod oraz możliwość zmiany logiki zmiany przygotowanej metody bez wpływu na główny kod generatora.

```
class CookieUaProvider(DynamicProvider):
    def __init__(self, provider_name, elements=None, generator=None,
↪   initElemCount=10):
        super().__init__(provider_name, elements, generator)

        if elements is None:
            allElements = getCookieUa(elemCount=initElemCount * 10)
            self.elements = self.random_sample(elements=allElements,
↪   length=initElemCount)

        else:
            assert len(elements) > 0
            allElements = None
            self.elements = elements

        self.allElements = allElements

    def replace_random_elements(self, replaceRate=0.2):
        assert replaceRate < 1
        assert replaceRate > 0

        currentCount = len(self.elements)

        length = int((1 - replaceRate) * currentCount)
        notRemovedElements = self.random_sample(elements=self.elements,
↪   length=length)

        newCount = currentCount - length
        newElements = self.random_sample(elements=self.allElements,
↪   length=newCount)

        self.elements = notRemovedElements + newElements  # elems are
↪   initilized in super class
        print("replacedCookies")
```

3. Rozwiązanie koncepcyjne problemu biznsowego

Jak było wymienione we wstępie głównym zadaniem jest zdefiniowanie co wpływa na poziom ruchu na stronie oraz jakie zadania należy wykonać aby zwiększyć liczbę odsłon. Po wstępnej analizie testowego sampla danych widać, że liczba odsłon jest powiązana z dwoma aspektami:

- liczbą użytkowników (więcej użytkowników więcej odsłon)
- średnią liczbą odsłon wykonanych przez użytkownika.

Można przeformułować powyższe punkty na następujące cele:

- (1) zwiększenie liczby nowych użytkowników korzystających z portalu
- (2) zwiększenie zaangażowania użytkowników już obecnych na portalu

Do próby zrealizaowania powyższych celów podjęto decyzję o przygotowaniu następujących danych:

- % udziału poszczególnych źródeł ruchu (1) - pomoże to odpowiedzieć na pytanie ile % które źródło ruchu generuje użytkowników. To z kolei wskaże klientowi, w które kanały warto inwestować pod względem reklamowym
- segmentacja obecnych użytkowników ze względu na typ używanych urzadzeń (1) - pomoże to odpowiedzieć na pytanie czy są jakieś grupy użytkowników szczególnie zainteresowane treścią portalu lub czy któregoś segmentu popularnego w populacji internautów brakuje na stronie
- rozkład sesji oraz czasu spędzonego na portalu przez obecnych użytkowników (2) - pomoże to odpowiedzieć na pytanie jak użytkownicy korzystają z portalu i czy można w jakiś sposób zachęcić ich do dłuższego kontatku ze stroną
- ranking top 10 stron z największą liczbą odsłon (2) - wskaże to klientowi informację jakie treści generują dużo zdarzeń.

Dane te powinny być dostępne w postaci dashboardu, który będzie się aktualizował w czasie prawie rzeczywistym. Takie podejście pozwoli monitorować obecną sytuację oraz w razie zmian na portalu na bierząco obserwować zmiany.

4. Model danych

Aby przygotować potrzebne podsumowania należy z surowego zestawu danych stworzyć nowy zestaw danych. Po pierwsze należy zanonimizować adres IP. Wybrano opcje usunięcia ostatnio oktetu. Aby nie tracić kompletenie informacji na temat cech poszczególnych IP postanowiono wykonać hash z tego pola, tak aby nowa wartość nie pozwalała na potencjalne użytkowników ale jednocześnie zachowywała różnorodność danych źródłowych. Po drugie postanowiono wzbogacić każde zdarzenie o dodatkowe informacje pochodzące z user agenta: system operacyjny, typ urządzenia, rodzaj przeglądarki. Informacje te pozwolą na wykonanie dodatkowych segmentacji. Po trzecie na podstawie zdarzeń postanowiono zbudować sesje użytkowników. Sesje, czy też inaczej nazywane wizyty, to ciąg odsłon wykonanych przez danego użytkownika na danej domenie nie wiekszą przerwą niż pewien zdefiniowany czas pomiędzy kolejnymi odsłonami. Wg definicji[5] firmy analitycznej google.com przerwa ta jest nie większa niż 30 minut. Po konsultacjach z klientem uznano jednak, że na potrzeby analiz przyjęta zostanie przerwa wynosząca 5 minut.

Z surowych danych:

time	cookieID	userAgent	url	referer	ip
INTEGER	STRING	STRING	STRING	STRING	STRING

Zostaną utworzone dwie tabele:

- tabela zdarzeń wzbogacone o nowe dodatkowe informacje

time	cookieID	userAgent	url	referer	ipHash	shortIP	deviceType	os	browser
INTEGER	INTEGER	STRING	STRING	STRING	INTEGER	STRING	STRING	STRING	STRING

- oraz tabela sesji

cookieID	deviceType	os	browser	start	end	duration	uniqueUrlCount
INTEGER	STRING	STRING	STRING	INTEGER	INTEGER	INTEGER	INTEGER

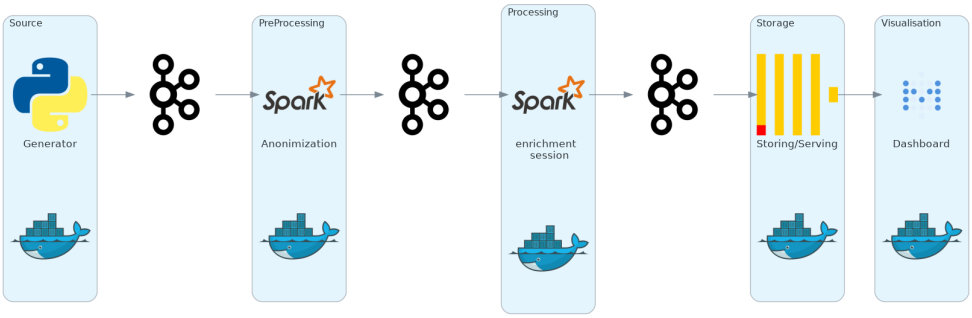
Tabele są niezależne, mimo iż teoretycznie za pomocą pola cookieID możliwe byłoby łączenie.

[5] https://support.google.com/analytics/answer/2731565?hl=en#overview&zippy=%2Cin-this-article

5. Opis modułow

5.1 Ogólny schemat rozwiązania

opis



Rysunek 7: Przepływ danych między modułami.

dalszy opis

5.2 Preprocessing

5.3 Processing

5.4 Storage

5.5 Wizualizacja

6. Napotkane problemy oraz ich rozwiązanie

7. Możliwe drogi rozwoju systemu

8. Wnioski

9. Bibliografia

- https://altinity.com/blog/2020/5/21/clickhouse-kafka-engine-tutorial – virtual columns
- https://hub.docker.com/r/clickhouse/clickhouse-server/ - clickhouse docker
- https://github.com/enqueue/metabase-clickhouse-driver – metabase clickhouse community driver
- https://clickhouse.com/docs/en/integrations/kafka/kafka-table-engine/
- https://www.metabase.com/docs/latest/operations-guide/running-metabase-on-docker.html
- https://www.metabase.com/docs/latest/administration-guide/01-managing-databases.html#database-sync-and-analysis
- https://vincent.doba.fr/posts/20211004_spark_data_description_language_for_defining_spark_schema/
- https://towardsdatascience.com/spark-3-2-session-windowing-feature-for-streaming-data-e404d92e267
- https://pypi.org/project/user-agents/
- https://databricks-prod-cloudfront.cloud.databricks.com/public/4027ec902e239c93eaaa8714f173bcfc/96810098
- https://stackoverflow.com/questions/70991571/stream-data-from-one-kafka-topic-to-another-using-pyspark
- https://stackoverflow.com/questions/2013124/regex-matching-up-to-the-first-occurrence-of-a-character
- https://spark.apache.org/docs/latest/structured-streaming-programming-guide.html#window-operations-on-event-time
- https://github.com/ykursadkaya/pyspark-Docker/blob/master/Dockerfile
- https://stackoverflow.com/questions/37132559/add-jar-files-to-a-spark-job-spark-submit
- https://stackoverflow.com/questions/50217212/how-do-i-write-to-kafka-using-pyspark
- https://faker.readthedocs.io/en/master/
- https://github.com/joke2k/faker
- https://docs.docker.com/develop/develop-images/dockerfile_best-practices/ - multiline env
- https://support.google.com/analytics/answer/2731565?hl=en#overview&zippy=%2Cin-this-article – definition of visits