

UAI - DASH

Stanisław Kwiatkowski, Kamil Stachowicz, Bartosz Ziemba

06.2023

Spis treści

1	Wstęp	2
2	Strategie algorytmów adaptacji	2
2.1	Strategia BOLA	2
2.2	Strategia Throughput	3
2.3	Strategia ABMA	3
2.4	Strategia QoE	4
3	Badanie wydajności systemu	4
4	Podsumowanie	5

1 Wstęp

Ćwiczenie ma na celu zbadanie efektywności i wydajności działania algorytmów adaptacji w systemie DASH. DASH jest techniką strumieniowania, która umożliwia adaptację strumieni multimedialnych do aktualnych warunków sieciowych. Algorytmy adaptacji są kluczowym elementem DASH, które pomagają w utrzymaniu płynności odtwarzania w różnych warunkach sieciowych, poprzez dynamiczną zmianę przepływności strumieni wideo.

W ramach tych ćwiczeń przetestujemy przepływność naszego połączenia internetowego, zbadamy efektywność działania różnych algorytmów adaptacji (takich jak BOLA, Throughput, ABMA), a także zbadamy wydajność systemu pod obciążeniem generowanym przez wiele jednoczesnych połączeń użytkowników. Do przeprowadzenia tych ćwiczeń użyjemy odtwarzacza ZAZI DASH PLAYER oraz narzędzia Spirent Test Center Layer 4-7 do generowania żądań strumieniowania treści.

Te ćwiczenia pomogą studentom zrozumieć praktyczne aspekty działania algorytmów adaptacji w systemie DASH oraz wpływ obciążenia sieci na wydajność systemu. Wyniki tych ćwiczeń będą zaprezentowane w formie raportu, który będzie zawierał obrazki ekranu, metryki związane ze strumieniowaniem wideo oraz wnioski z obserwacji.

2 Strategie algorytmów adaptacji

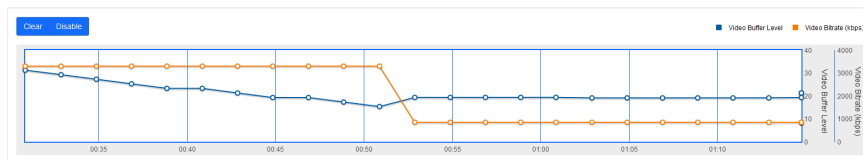
Po ustawieniu limitu przesyłu danych na połowę wartości pomiędzy sąsiednimi reprezentacjami wideo ($((2139 + (3297 - 2139/2))/2 = 1359 \text{ kbps})$) i ustawieniu wyboru reprezentacji wideo na tryb automatyczny, przetestowaliśmy kolejne strategie zarządzania zmienianiem reprezentacji.

2.1 Strategia BOLA

Strategia zmiany reprezentacji wideo w przesyśle obrazu BOLA (Bitstream-Based On-Demand Layer Switching) monitoruje aktualną wielkość bufora i decyduje, kiedy i na jaką warstwę jakości przełączyć się, aby utrzymać optymalne doświadczenie użytkownika.

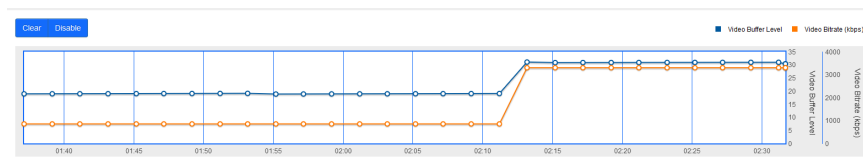
Na początku odtwarzania bufor jest wypełniany danymi niskiej jakości, aby szybko rozpocząć odtwarzanie. Następnie, gdy bufor zostaje wypełniony na odpowiednim poziomie, algorytm decyduje o przełączeniu na wyższą warstwę jakości, co prowadzi do lepszej jakości obrazu. Jeśli bufor zaczyna się opróżniać, algorytm może zdecydować się na przełączenie na niższą warstwę, aby uniknąć buforowania, zacięć obrazu i utraty płynności.

Na załączonych wycinkach ekranu widać, że gdy pojemność bufora zaczyna się zmniejszać i w dalszej perspektywie dąży do zera, algorytm decyduje się na zmianę reprezentacji na niższą.



Rysunek 1: Obniżenie reprezentacji przesyłania obrazu

Analogicznie, w przypadku stabilnego zapelnienia bufora przez dłuższy czas, algorytm zdecydował podnieść reprezentację wideo na wyższą. Jest to algorytm, który nie jest najbardziej optymalny, ale dzięki operowaniu wprost na wielkości bufora, zabezpiecza przed ewentualną stratą płynności.

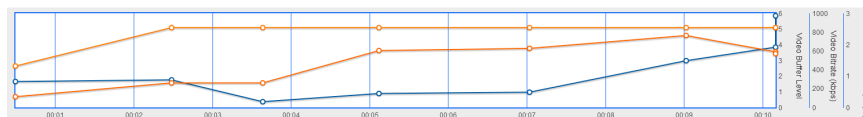


Rysunek 2: Podniesienie reprezentacji przesyłania obrazu

2.2 Strategia Throughput

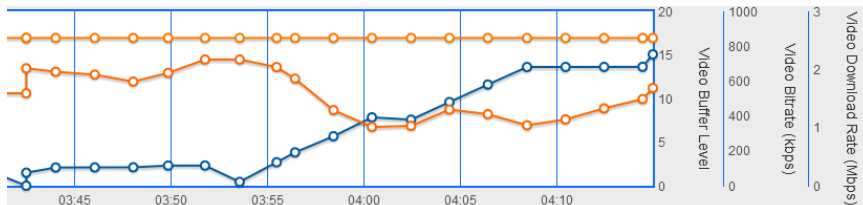
W strategii "Throughput" algorytm monitoruje bieżącą przepustowość sieci, czyli ilość danych, które mogą być przesłane przez sieć w określonym czasie. Na podstawie tych pomiarów algorytm podejmuje decyzję o optymalnej warstwie jakości wideo do przesyłania.

Na początku odtwarzania wideo, kiedy nie ma jeszcze żadnych danych w buforze odtwarzania, algorytm może rozpocząć transmisję na najniższej warstwie jakości. Następnie, w miarę pobierania danych i gromadzenia ich w buforze, algorytm monitoruje przepustowość sieci i na tej podstawie podejmuje decyzję o zwiększeniu lub zmniejszeniu jakości wideo. Nie istotne są inne parametry. Na załączonym zrzucie ekranu widać, jak pomimo bardzo niskiego bufora, algorytm zdecydował się na podniesienie reprezentacji, ponieważ prędkość przesyłania throughput była wysoka.



Rysunek 3: Niestabilne zachowanie algorytmu

Na tym obrazku widać, że mimo iż bufor osiągnął 0 a film na chwile się zatrzymał, algorytm brał pod uwagę wyłącznie parametr throughput, który był w tamtym momencie wysoki i dlatego zmiana reprezentacji nie nastąpiła.

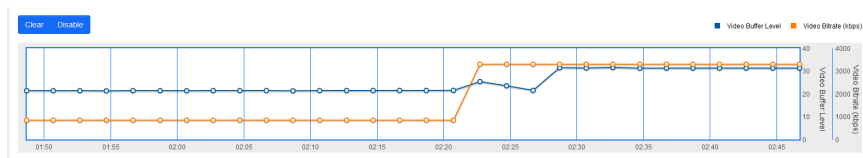


Rysunek 4: Wartość bufora osiągnęła 0

Jeśli przepustowość sieci jest wysoka, algorytm może zdecydować się na transmisję wyższej jakości wideo, co oznacza lepszą ostrość i szczegółowość obrazu. Jeśli jednak przepustowość sieci jest niska, aby uniknąć buforowania i zacinków, algorytm może przełączyć się na niższą jakość wideo, która wymaga mniejszej ilości danych. W skrócie ta strategia przypomina chodzenie patrząc się daleko do przodu - mimo, że na horyzoncie nic nie ma (przesył sieciowy jest na odpowiednim poziomie), to w nietypowych przypadkach możemy zderzyć się z czymś co jest blisko (nagle opróżnienie bufora)

2.3 Strategia ABMA

Jest to strategia bazująca na wyliczaniu estymowanego prawdopodobieństwa zatrzymania się wideo, bazując na analizie zajętości bufora i czasach pobierania kolejnych segmentów. Jeśli estymowane prawdopodobieństwo przekroczy prawdopodobieństwo graniczne, następuje obniżenie reprezentacji wideo. Są to nowe algorytmy i często ich wyniki mogą okazywać się zaskakujące, tak jak w przykładzie poniżej. Najwyraźniej prawdopodobieństwo zacięcia się filmu nie przekroczyło wartości granicznej (z jakiegoś powodu mogło np wcale nie wzrosnąć) i mimo wyraźnie kończącego się bufora, nie zdecydowało się na obniżenie reprezentacji aż do jego całkowitego opróżnienia.



Rysunek 5: Bezczyność algorytmu ABMA

Algorytmy bazujące na prawdopodobieństwie są niemiernie interesujące i używane w np analizie danych i marketingu, tak w przypadku usługi, której poprawne wykonanie jest dosyć binarne, bazowanie na przewidywaniach może

okazać się mniej wydajne, niż zaufanie troszkę mniej wydajnemu, ale bezpiecznemu pod względem nieprzerwanej pracy algorytmowi.

2.4 Strategia QoE

Strategia QoE opiera się na świadomym dostosowaniu jakości wideo do bieżących warunków sieciowych, aby zapewnić jak najwyższą jakość oglądania dla użytkownika. Ta strategia zasadniczo polega na zrównoważeniu pomiędzy jakością wideo a płynnością strumieniowania.

Jednym z kluczowych elementów strategii QoE jest monitorowanie metryk, takich jak prędkość pobierania, opóźnienia sieciowe i zajętość bufora. Te informacje są następnie wykorzystywane do dynamicznego dostosowywania jakości wideo. Na przykład, jeśli prędkość pobierania spada, strategia QoE może zdecydować o obniżeniu jakości wideo, aby uniknąć zatrzymania strumieniowania. Jeśli prędkość pobierania wzrasta, strategia może zdecydować o zwiększeniu jakości wideo, aby zapewnić jak najwyższe doświadczenie dla użytkownika.



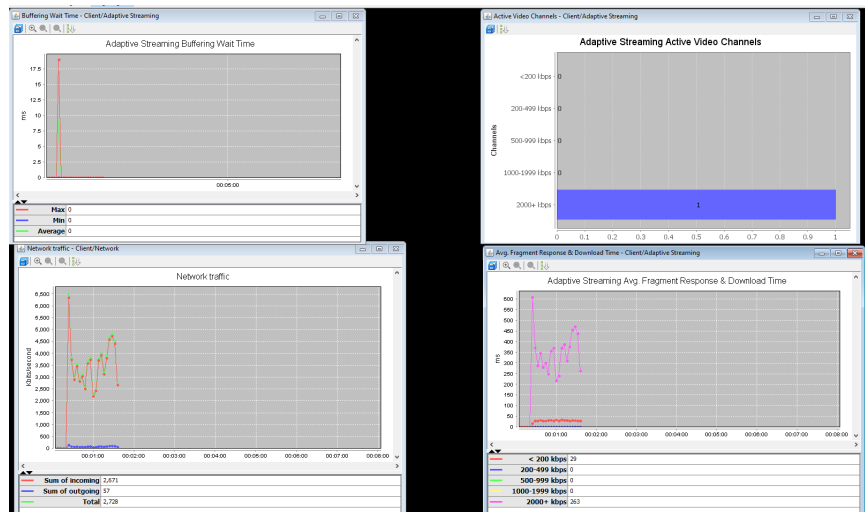
Rysunek 6: Niestabilne zachowanie algorytmu

Niestabilność owego algorytmu może wynikać z specyficznego działania strategii QoE. Jeżeli strategia jest bardzo reaktywna, mogą wystąpić częste zmiany bitrate w reakcji na nawet niewielkie zmiany w warunkach sieciowych. Takie zachowanie może prowadzić do niestabilnego doświadczenia dla użytkownika, z częstymi zmianami jakości wideo.

3 Badanie wydajności systemu

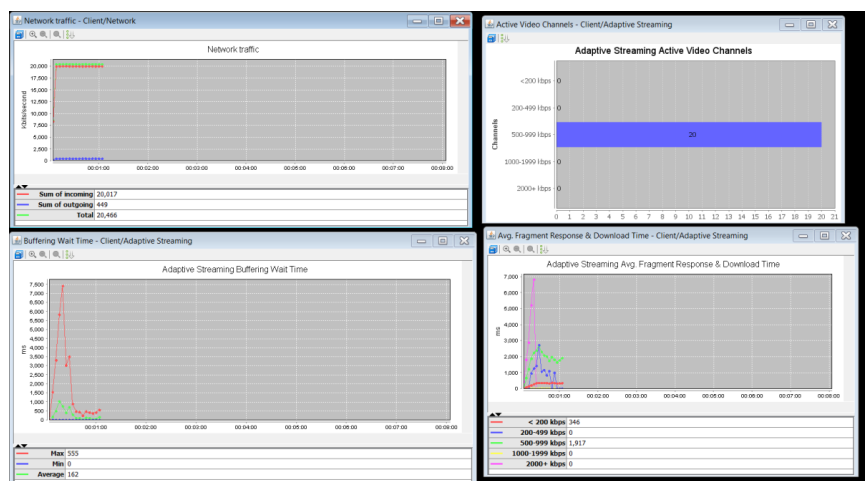
By zbadać wydajność systemu za symulowaliśmy ruch generowany przez wielu użytkowników korzystających z usługi strimingu video. W tym celu ustawiliśmy ograniczenie przepływności łącza serwera do 20 [Mbit/s] oraz wykorzystaliśmy odpowiednio skonfigurowane narzędzie Avalance Comander, które wysłało do serwera zapytanie o udzielenie dostępu do usługi i "ogląda" film, tym samym zajmując jego zasoby. Następnie sami utworzyliśmy własne połączenie testowe i obserwowaliśmy działanie odtwarzacza wideo.

Przeprowadzając kilka testów z różnymi wartościami ograniczenia przepływności oraz różną ilością "botów" generujących ruch na serwerze, widzimy jak obniża się nam jakość przesyłanego obrazu gdy zbliżamy się do granicy przepływności na serwerze.



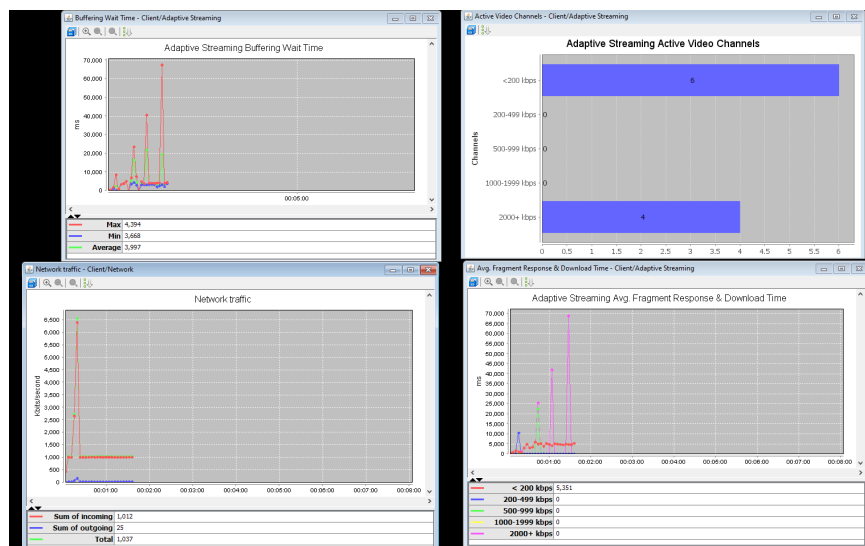
Rysunek 7: Statystyki testu dla jednego połączenia

Jak widać dla jednego połączenia serwer nie miał problemów z zapewnieniem klientowi najlepszej możliwej jakości usługi.



Rysunek 8: Statystyki testu dla 20 połączeń

Jednakże, kiedy zwiększyliśmy liczbę kanałów do 20, zaczęliśmy zauważać pierwsze problemy. Analizując statystyki, zauważyliśmy znaczący wzrost w czasie buforowania oraz spadek średniej prędkości odpowiedzi i pobierania. Ponadto, obciążenie kanałów wideo stało się bardziej intensywne, co miało negatywny wpływ na jakość streamowania. Oznacza to, że ograniczenie pasma do 20 Mbit/s jest wystarczające dla obsługi pojedynczego połączenia, ale już dla 10 połączeń zaczyna być to niewystarczające. To pokazuje, jak ważne jest skalowanie zasobów serwera i sieci wraz ze wzrostem liczby użytkowników.



Rysunek 9: Statystyki testu dla 10 połączeń i ograniczenia przepływności do 1Mbit/s

Jako ciekawostkę możemy pokazać test z 10 kanałami i jeszcze większym ograniczeniu przepływności, jak widać serwer zdecydował się na ograniczenie dostępności usługi, ponieważ 6 z 10 kanałów miało bardzo wolną prędkość połączenia. Natomiast reszta dostała pełną jakość wideo.

4 Podsumowanie

Ćwiczenia laboratoryjne związane z Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH) przeprowadzone w ramach tych zadań dostarczają cennych wglądów dotyczących pracy algorytmów adaptacyjnych oraz wydajności systemów

strumieniowania wideo. Wykorzystanie aplikacji takich jak ZAZI DASH PLAYER i Spirent Test Center Layer 4-7 umożliwiło dogłębne zbadanie tych aspektów.

Zadanie 3 skupiało się na badaniu efektywności działania algorytmów adaptacji, takich jak BOLA, Throughput i ABMA. Analiza działania tych algorytmów podczas odtwarzania materiału wideo pozwoliła na zrozumienie, w jaki sposób mogą one wpływać na płynność strumieniowania w warunkach różnej przepustowości sieci.

Zadanie 4 zaś pozwoliło na zbadanie wydajności systemu w przypadku generowania połączeń od wielu użytkowników. To ćwiczenie dało nam możliwość zobaczenia, jak system radzi sobie pod obciążeniem i jak technologia DASH może być efektywnie wykorzystana do optymalizacji jakości odtwarzania, nawet gdy dostępne zasoby sieci są ograniczone.

Zarówno efektywność algorytmów adaptacji, jak i wydajność systemu mają kluczowe znaczenie dla zapewnienia wysokiej jakości strumieniowania wideo. Ćwiczenia te oferują praktyczne doświadczenie i wiedzę, która może być nieoceniona dla przyszłych inżynierów i badaczy w dziedzinie strumieniowania multimediów. Zrozumienie i umiejętność stosowania tych technologii są kluczowe dla zapewnienia płynnego i satysfakcjonującego doświadczenia użytkowników, niezależnie od warunków sieciowych.