

## Równoważenie obciążenia przez alokację shardów

### Model rzeczywistości

Dany jest zbiór  $N$  identycznych węzłów obliczeniowych chmury baz danych. Dany jest zbiór  $F$  fragmentów danych (ang. shards) baz danych. Liczba fragmentów danych jest większa, a w ogólności dużo większa od liczby węzłów chmury:  $F \gg N$ .

Zmienny w czasie strumień zadań dostępu do danych składowanych w chmurze jest sumą podstrumieni zadań adresowanych do pojedynczych fragmentów danych. Zmienne w czasie obciążenie, związane z dostępem do fragmentów danych, jest modelowane za pomocą wektorów obciążenia  $\overline{W}_i$ , gdzie  $i \in \{1; F\}$ . Poszczególne składowe tych wektorów przyjmują nieujemne i całkowite wartości liczbowe, reprezentujące obciążenie danego fragmentu danych w kolejnych przedziałach czasu o stałej długości równej  $\Delta t$ . Wartość pojedynczej składowej jest liczbą zadań dostępu do danego fragmentu danych, obsługiwanych w danym przedziale czasu. Czas obsługi pojedynczego zadania może obejmować wiele jednostek czasu. Wszystkie wektory obciążenia mają ten sam rozmiar. Suma przedziałów czasu składających się na wektor obciążenia, odpowiada wybranemu okresowi powtarzalności przebiegu obciążenia (doba, tydzień, itp.).

Każde zadanie dostępu do danych jest jednoznacznie przypisane do dokładnie jednego fragmentu zawierającego adresowane dane. Jest to efektem braku replikacji danych lub replikacji, dla której mechanizm wyboru repliki nie uwzględnia równoważenia obciążenia, ale np. dostępność, spójność repliki lub minimalizację czasu opóźnienia ze względu na odległość do danej repliki.

Węzły obliczeniowe chmury są scharakteryzowane przez moc obliczeniową  $P$  równą dla wszystkich węzłów. Wartość  $P$  określa maksymalną liczbę współbieżnie przetwarzanych zadań nie powodującą opóźnień w czasie obsługi tych zadań. Sumaryczne obciążenie pojedynczego węzła jest modelowane przez wektor  $WS_j$ , który jest sumą wektorów obciążeń wszystkich fragmentów danych składowanych na tym węźle. Obciążenie węzła  $j$  w danym przedziale czasu  $\Delta t_i$  równoległą obsługą zadań w liczbie większej niż  $P$ , tj.  $WS_j[i] > P$ , skutkuje przeciążeniem danego węzła i w konsekwencji opóźnieniem w realizacji zadań, poprzez przesunięcie ich wykonania na kolejny przedział czasu. Model nie rozróżnia opóźnianych, od nieopóźnianych zadań. Sumaryczne opóźnienie  $D[i,j]$  na danym węźle  $j$  w przedziale czasu  $\Delta t_i$  jest równe liczbie równolegle obsługiwanych zadań w tej jednostce czasu, umniejszonej o liczbę zadań wykonywanych bez opóźnienia, tj.  $D[i,j] = WS_j[i] - P$ . Obciążenie związane z opóźnieniem w danym przedziale czasu jest przenoszone na kolejną jednostkę czasu.

### Definicja problemu badawczego.

Weryfikacja użyteczności polityki alokacji danych równoważącej przeszłe obciążenia, w porównaniu z równoważeniem poprzez replikację.

Dla danego zbioru wektorów obciążeń wszystkich fragmentów danych składowanych w chmurze wykonaj odpowiednią alokację fragmentów danych dla równoważenia obciążenia węzłów chmury, w celu minimalizacji opóźnień będących efektem przeciążenia węzłów. Z formalnego punktu widzenia problem ten sprowadza się do podziału zbioru wszystkich wektorów na  $N$  podzbiorów w taki sposób, że zminimalizować sumaryczne opóźnienie w całej chmurze.

### Algorytm alokacji

1. Wyznacz sumaryczny wektor obciążenia dla całej chmury  $WTS = \sum W_i$ .
2. Wyznacz względne obciążenie przypadające na jeden węzeł chmury, czyli wektor  $NWTS = 1/N * WTS$ .
3. Umieść wszystkie wektory obciążenia  $\overline{W}_i$  fragmentów danych na liście  $LW$  posortowanej ze względu na malejący moduł. Porządek listy ma zapewnić odpowiednią kolejność alokacji fragmentów danych.
4. Dla każdego węzła utwórz pusty podzbiór fragmentów danych  $FS_j$  i pusty wektor obciążenia węzła  $WS_j$ . Wszystkie węzły zaznacz jako aktywne.
5. Przetwarzaj kolejno elementy  $lw_i$  listy  $LW$ .
  - a. Dodaj fragment danych  $F_i$ , do tego aktywnego podzbioru  $FS_j$ , dla którego dodanie wektora  $W_i$  do wektora  $WS_j$  zmaksymalizuje wartość:  $\Delta(NWTS, WS_j) - \Delta(NWTS, WS_j + W_i)$ .
  - b. Zmodyfikuj wektor  $WS_j = WS_j + W_i$ .
  - c. Jeżeli po tej modyfikacji moduł wektora obciążenia  $WS_j$  będzie większy niż moduł wektora  $NWTS$ , to zaznacz ten węzeł jako nieaktywny.