Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 20. Cadena de Markov de un sistema de transmisión de video en vivo

En la Figura 20, se observan los sucesos que generan una transición en el estado de la cadena y el resultado de esta.

En el centro de la Figura 20, se observa al vector , que representa al estado de la cadena de Markov para servicios de video en vivo. Este vector contiene las poblaciones de *peers* en cada una de las ventanas contenidas en la hiperventana de un archivo de video (desde la ventana hasta la ventana ).

Este vector ilustra un estado general de la cadena de Markov, es decir, la cadena se encuentra en este estado en cualquier instante de la transmisión de video en vivo. Cada una de las poblaciones , contenidas en este vector estado, tiene un valor aleatorio.

En el sistema a modelar para el proyecto se considera que los sucesos son discretos, es decir, ocurre un único evento a la vez (conexión de un usuario, transferencia de un *peer* a la ventana superior inmediata, transferencia de un *peer* a la ventana inferior inmediata o desconexión de un *peer* antes de terminar la transmisión).

A continuación, se describen los sucesos que producen un cambio en alguna población de *peers* perteneciente a una ventana del archivo de video y por ende el estado de la cadena de Markov transita.

Conexión de un nuevo usuario al sistema (sección A): Una vez que inicia la transmisión de video en vivo, diversos usuarios se pueden conectar a la transmisión para visualizar la distribución de contenido en tiempo real. Dicha conexión se realiza a tasa , que representa la tasa de conexión de un usuario en general del sistema.

En este proyecto se supone que el usuario se debe conectar a la ventana 0 de la hiperventana para comenzar a descargar el video, crear *buffer* y así evitar congelamientos en la descarga del contenido.

Al conectarse un usuario al sistema, el estado general de la cadena de Markov transita del estado al estado .

Transferencia de un *peer* a la ventana inmediata superior (sección C): Cualquier población de *peers* correspondiente a una ventana contenida en se modifica al generarse la transferencia de un *peer* a la ventana superior inmediata, esta transferencia ocurre a tasa , es decir, una vez que un usuario termina de descargar la ventana y comienza a descargar la ventana , abandona la población a tasa y se agrega a la población en la ventana .

Debido a la naturaleza de los videos en vivo y la definición de hiperventana que se introdujo para el desarrollo de este proyecto, un *peer* que está descargando la ventana , al finalizar la descarga de esta, no puede ser transferido a una ventana superior inmediata; porque no hay disponible otra ventana para descargar. Es decir, la población de *peers* que se encuentra descargando la ventana actual deben esperan a que se produzca otra ventana del video y esta entre a la hiperventana para poder descargarla.

Una vez que la nueva ventana es producida e ingresa a la hiperventana, de manera automática la población ahora es la población . Y, por lo tanto, pueden ser trasferidos a la ventana superior inmediata y comenzar la descarga de la ventana actual nuevamente.

El suceso de transferencia a la ventana superior inmediata provoca una transición en el estado de la cadena de Markov como se describe a continuación:

: Representa la tasa promedio de transferencia de la ventana . Y se define con la siguiente expresión:

Es la tasa de descarga general de un usuario dentro del sistema.

Representa a los recursos de descarga efectivos en penuria para la ventana , es decir, cuando la tasa de descarga es mayor que la tasa de subida el sistema entra en penuria y debe obtener recursos de la red *CDN*. Esta expresión depende del esquema de asignación de recursos, por ejemplo, el esquema de distribución uniforme que se retomará con más detalle en la siguiente sección.

Transferencia de un *peer* a la ventana inmediata inferior (sección D):Cualquier población de *peers* correspondiente a una ventana contenida en se modifica al generarse la transferencia de un *peer* a la ventana inferior inmediata a tasa , es decir, cuando un usuario por diversas razones (fallas en sus servicios, fallas en sus dispositivos, etc.) deja de descargar el video en vivo a la misma tasa que se está capturando el evento en tiempo real y produciendo una nueva ventana del video, por lo tanto el *peer* se atrasa en la descarga del video y pasa de la ventana (abandona la población ) a la ventana (se adiere a la población ).

Por la naturaleza de los videos en vivo y la definición de hiperventana, un *peer* que está descargando la ventana si interrumpe su proceso de descarga, no puede ser transferido a una ventana inferior inmediata; porque esto provoca que salga de la hiperventana y por lo tanto abandone el sistema. Este caso en particular representa un factor para generar la desconexión de un usuario en la ventana, por ello, su efecto en el estado de la cadena de Markov se hace en conjunto a la desconexión de un usuario en la ventana 0, que se describirá más adelante.

El suceso de transferencia a la ventana inferior inmediata provoca una transición en el estado de la cadena de Markov como se describe a continuación:

Desconexión de un *peer* antes de terminar la transmisión (sección B): Por causas diversas (fallas de conexión, fallas en sus servicios, fallas en sus dispositivos, desinterés en el contenido, etc.) un *peer* que está visualizando la transmisión de video en vivo puede desconectarse.

Entonces, cualquier población de *peers* de la cadena cambia cuando se genera la desconexión de un *peer* a tasa , antes de que finalice la transmisión en vivo. representa la tasa promedio de desconexión de la población que se encuentra descargando ventana . Es el resultado de multiplicar la población de la ventana por (tasa de desconexión de un *peer* conectado al sistema en general).

Este suceso provoca una transición en el estado de la cadena de Markov como se describe a continuación:

Lo anterior quiere decir que un *peer* que formaba parte de la población por alguna razón abandono el sistema antes de finalizar la transmisión en vivo, por lo tanto, la población de la ventana se decrementa en 1.

Los *peers* conectados a la ventana son más susceptibles a desconectarse del sistema, en caso de interrumpir su proceso de descarga, se generó una nueva ventana del video, por una mala conexión a internet, problemas con el hardware, no tener óptimas *QoE ó* QoS. Por lo tanto, se considera a como la tasa de desconexión de los *peers* pertenecientes a la población y se define como:

Donde:

: Representa la tasa de desconexión general de un usuario dentro del sistema

: Representa la tasa a la cuál es producido el archivo de video.

Una vez diseñada la cadena de Markov y definidos los sucesos que generan un cambio en su estado, se diagramo la solución matemática a implementar para simular la ocurrencia de los sucesos y la transición de estado en la cadena.

Una vez diseñada la cadena de Markov y definidos los sucesos que generan un cambio en su estado, se diagramo la solución matemática a implementar para simular la ocurrencia de los sucesos y la transición de estado en la cadena.

Desconexión de un *peer de la población X0* (sección E): este caso se encarga únicamente de las desconexiones de los *peers* que se encuentran en la población X0 y ocurren a tasa .