



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



**UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS**

**“MODELADO MATEMÁTICO, BASADO EN CADENAS DE
MARKOV, PARA SERVICIOS DE VIDEO EN VIVO
SOPORTADOS POR REDES HÍBRIDAS P2P-CDN”**

Autores:

Muñoz Ruíz Ulises	Ortiz Islas José Manuel

Asesores:

Torrez Cruz Noé	Villordo Jiménez Iclia
Rivero Ángeles Mario Eduardo	

Resumen Parcial 1

Marzo 2023

Contenido

1.- Análisis de la cadena de Markov	3
2.- Análisis de la adecuación del esquema DU	7
3.- Análisis de las expresiones del modelo	8

1.- Análisis de la cadena de Markov

Objetivo: Verificar la cadena de Markov planteada para servicios de video en vivo

Descripción:

Como primer punto se realiza la simulación, por implementación, de la cadena de Markov para los servicios de video bajo demanda que se propone en el artículo “A Window-Based, Server-Assisted P2P Network for VoD Services with QoE Guarantees”. Con la finalidad de tener bases fundamentales que permitan verificar el funcionamiento de esa cadena y conocer la lógica que se debe seguir para obtener resultados similares, respecto a poblaciones de *peers* y tasas de subida y bajada. Una vez que se obtuvo la población de *peers* promedio para la cadena de servicios de video bajo demanda, se procederá a realizar el cambio en la programación e implementar en el IDE MATLAB la cadena de servicios de video en vivo.

Resultados:

Para realizar la simulación por implementación de la cadena para servicios de video bajo demanda el algoritmo se basó en el diagrama de la Figura 1, para abstraer los eventos posibles que ocasionan un cambio en el estado de la cadena. De igual manera, se puede conocer la tasa a la cual ocurren dichos eventos y el resultado que se debe reflejar en el estado de la cadena.

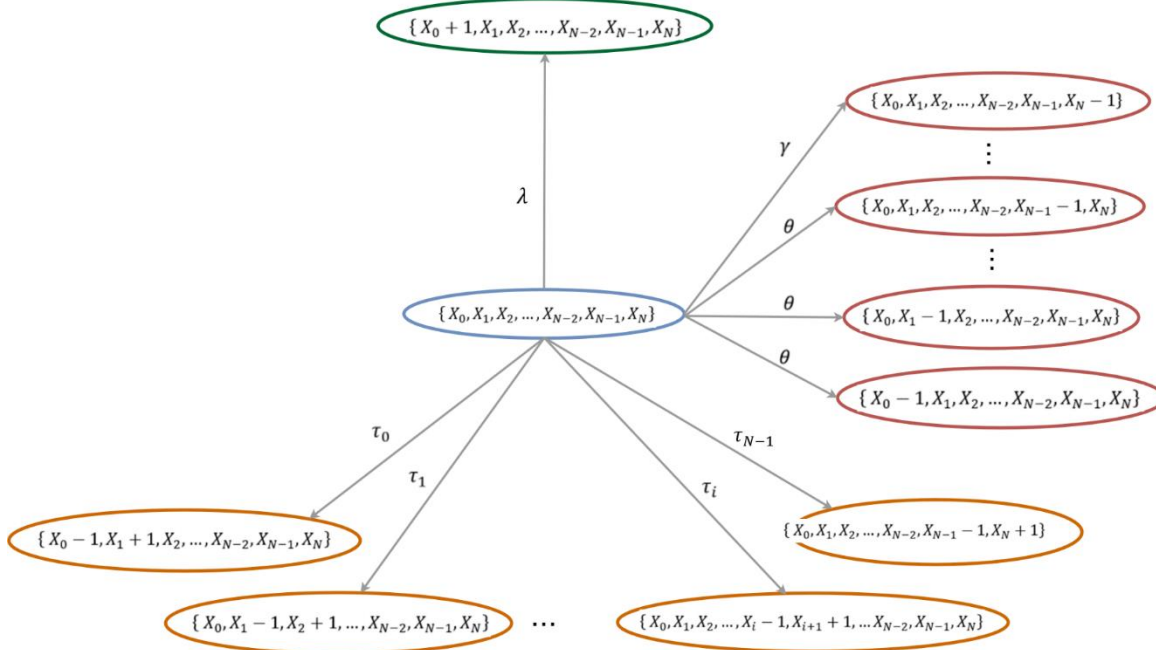


Figura 1. Cadena para transmisión de video bajo demanda

Después de realizar la implementación, se obtuvo la siguiente gráfica de las poblaciones de peers en el sistema dados parámetros de tasa de abandono, número de ventanas, tasa de arribos, etc. fijos.

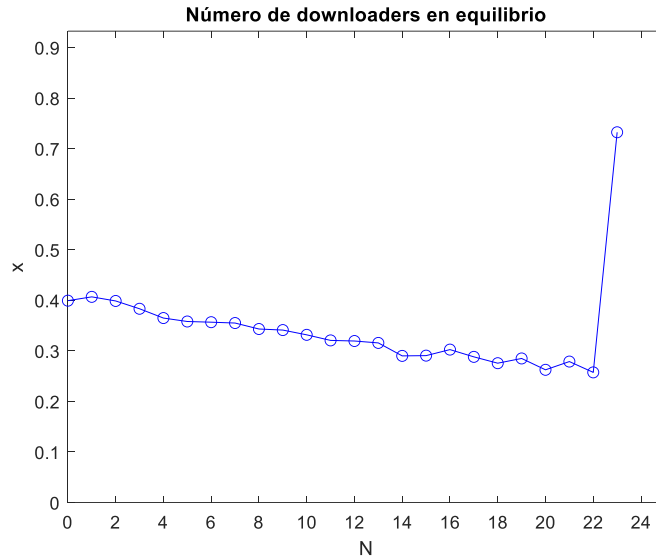


Figura 2. Poblaciones de peers promedio en un sistema con $N=24$

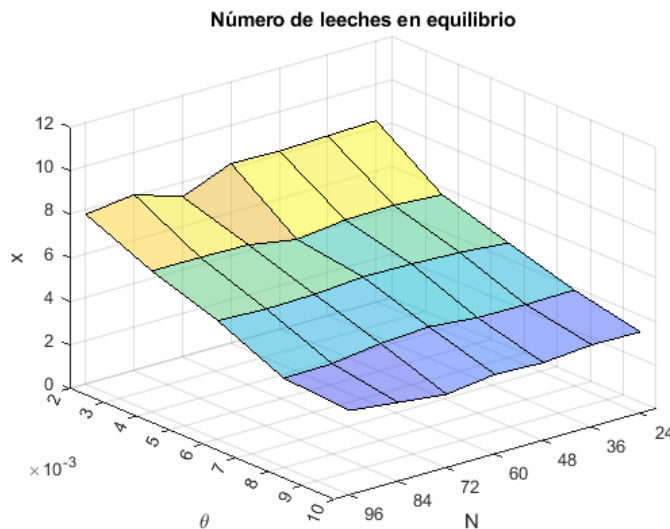


Figura 3. Poblaciones de peers promedio para un sistema con diferentes valores para tasa de abandono(θ) y N variable

En las gráficas anteriores, la X representa la población de peers por cada una de las ventanas (N) y la variable θ la tasa promedio de la desconexión de los usuarios, una vez teniendo los resultados anteriores procedemos a la simulación de la cadena de los servicios de video en vivo.

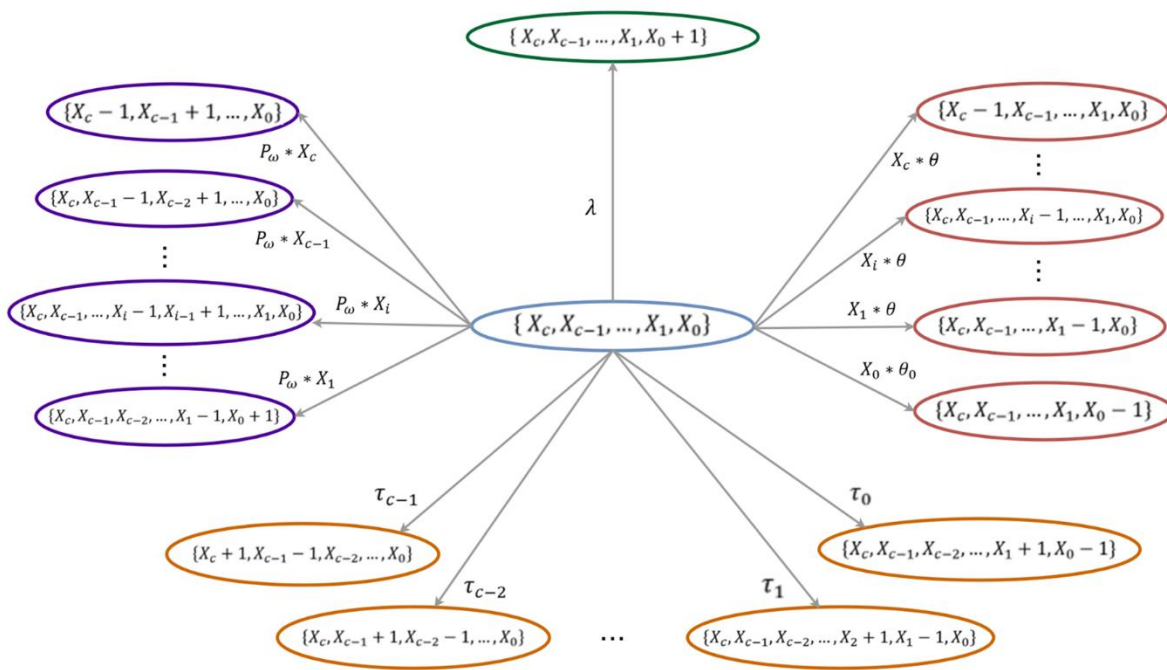


Figura 4. Cadena de Markov para transmisión de video en vivo

En la figura 4 se ilustran los estados y/o transiciones de la cadena de Markov para la transmisión de video en vivo y en la Tabla 1 se describen cada uno de sus parámetros.

Variable	Descripción
λ	tasa promedio de arribo de los usuarios
θ	tasa promedio de desconexión de los usuarios
τ	tasa promedio de transferencia de un peer a la ventana inmediata superior
P_ω	tasa de generación del video
C_ω	tasa promedio de descarga de un usuario
μ_ω	tasa de recursos de subida que proporciona un peer
X_i	población de peers en la ventana i

Tabla 1. Variables que se utilizan para obtener los parámetros de la simulación

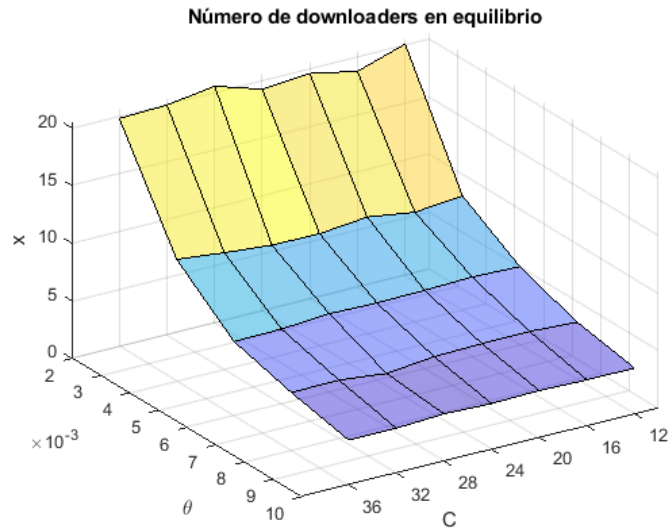


Figura 5. Poblaciones de peers promedio para un sistema con diferentes valores para tasa de abandono(θ) y C variable

En la Figura 5 se ilustra la población de *peers* promedio por ventana, denotadas con la letra X , si la comparamos con la Figura 3 se puede notar un aumento en cuanto al número de *peers* por cada una de las ventanas del video. De igual forma, se puede observar que el número de ventanas decreció, debido a que para los sistemas de video en vivo, el número de ventanas contenidas dentro de la hiperventana es menor que el número de ventanas que tiene un video bajo demanda.

2.- Análisis de la adecuación del esquema DU

Objetivo: Verificar si el esquema DU es aplicable a servicios de video en vivo

Descripción:

Implementar el esquema DU en la cadena de Markov para ver si es aplicable a los servicios de video en vivo y que los recursos se distribuyan de manera adecuada para que los *peers* situados en las distintas ventanas de la hiperventana continúen el proceso de descarga sin problemas.

Resultados:

Se implementa el esquema DU (Distribución Uniforme) en la cadena para los servicios de video bajo demanda y al mismo tiempo se utiliza el mismo esquema de asignación de recursos para la transmisión en vivo con lo cual se tienen las mismas gráficas de la sección 1 ya que desde que se realiza la simulación de la cadena se añade el esquema DU, que es el encargado de asignar los recursos y generar la tasa τ_i que genera una transición a la ventana superior. Por otro lado, se obtuvo una nueva gráfica en la cual uno de los parámetros que definen la cadena es variado y observar los cambios que genera respecto a la gráfica original.

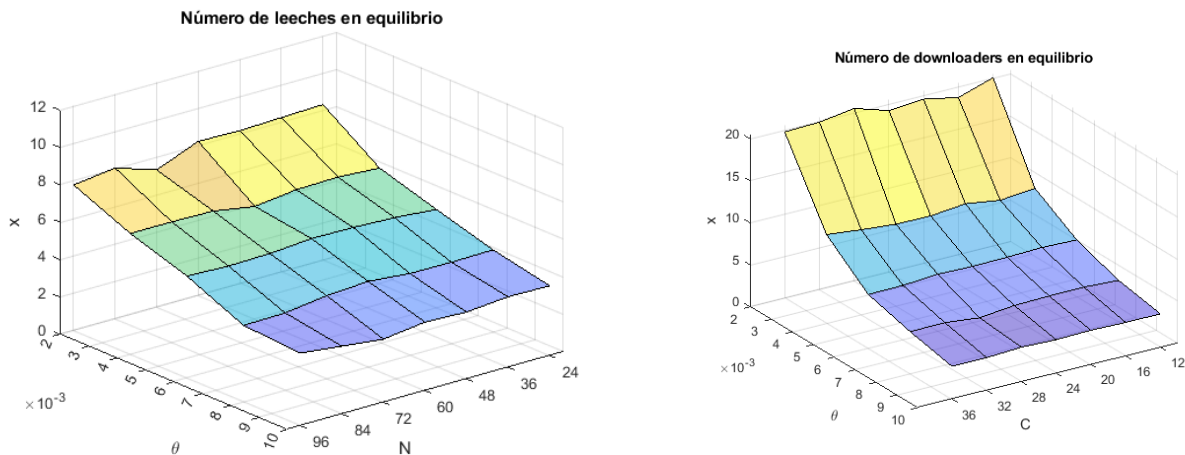


Figura 6. Comparación de VoD y live streaming usando DU

Como se puede observar en la Figura 6, el esquema de asignación DU funciona de manera similar para los servicios de video bajo demanda y para los servicios de video en vivo. Es decir, para los servicios de video en vivo se obtiene un comportamiento análogo a los servicios de video bajo demanda, que han sido verificados y publicados en “A Window-Based, Server-Assisted P2P Network for VoD Services with QoE Guarantees”.

Las gráficas comparadas muestran las poblaciones promedio de *peers* que se encuentran descargando un video. Se puede observar que, en ambas gráficas, dichas poblaciones se mantienen estables sin importar el número de ventanas que componga al video o hiperventana, para servicios bajo demanda y en vivo, respectivamente. El único parámetro

que modifica las poblaciones sustancialmente es el de la tasa de abandono, es decir, que tan rápido abandonan los usuarios el sistema, por lo tanto, en ambos sistemas las poblaciones decrecen a razón de que la tasa de abandono aumenta.

Esto indica, que los recursos asignados mediante el esquema de asignación de recursos DU, son asignados adecuadamente para que las poblaciones de *peers* se mantengan estables en el proceso de descarga del video.

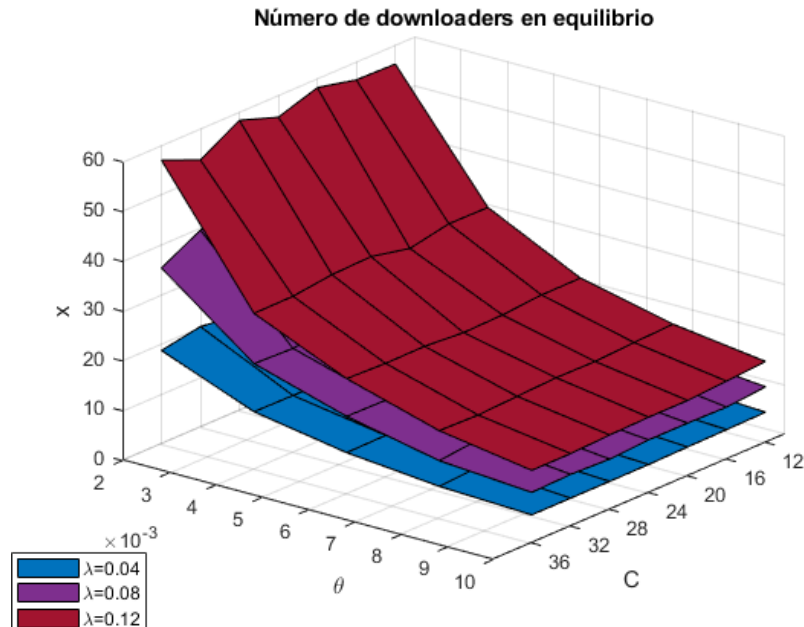


Figura 7. Población de peers con diferentes tasas de arribo (λ) de nuevos usuarios

En la gráfica de la Figura 7 se puede ver nuevamente que el desempeño del esquema DU se mantiene, ya que sin importar el valor de la tasa de arribo a la transmisión las poblaciones de *peers* se mantienen en equilibrio, el único cambio que se genera es que estas poblaciones se encuentran escaladas, es decir, si se duplica o triplica la tasa de arribo, las poblaciones de usuarios tienden a duplicarse o triplicarse, según sea el caso. Esto es debido a que la tasa a la que arriban los usuarios aumenta (se conectan más usuarios).

3.- Análisis de las expresiones del modelo

Objetivo: Determinar las expresiones de abundancia y penuria considerando el esquema DU

Descripción:

Basado en el esquema de asignación de recursos de distribución uniforme (DU), se deben establecer las expresiones para asignar los recursos a los usuarios que se encuentran descargando el video en vivo, dicha asignación depende directamente de la condición en la que se encuentra el sistema (abundancia o penuria).

Resultados:

La condición de abundancia ocurre cuando los recursos de subida, proporcionados por los *peers* y servidores, son mayores que la máxima descarga que pueden tener los usuarios conectados al sistema. Es decir, la tasa de subida ofrecida supera la tasa de descarga máxima.

La condición de penuria, por el contrario, ocurre cuando los recursos de subida proporcionados por los *peers* y los servidores no alcanzan la tasa máxima de descarga y por lo tanto los usuarios deben descargar el video bajo esta condición. En este caso, la tasa de subida es menor a la tasa de descarga requerida.

A continuación, se establecen las expresiones bajo ambas condiciones:

Abundancia:

$$C_{\omega} * X_i < X_i \left(\sum_{k=i+1}^c \frac{\mu_{\omega} X_k(t)}{\sum_{j=0}^{k-1} X_j(t)} + \frac{\mu_s}{\sum_{j=0}^{c-1} X_j(t)} \right)$$

Que puede ser denotada como:

$$C_{\omega} * X_i < \tau_i$$

Donde:

$C_{\omega} * X_i$: Representa la tasa máxima de descarga de un usuario en la ventana i

τ_i : Representa los recursos de subida proporcionados por *peers* y servidores

En este caso, a pesar de que en el sistema existen recursos suficientes y se puede decir que excedentes, los *peers* se deben limitar a descargar a la tasa máxima ($C_{\omega} * X_i$).

Penuria

$$C_{\omega} * X_i > \tau_i$$

Tanto en la condición de abundancia como de penuria, se busca que los recursos proporcionados por los *peers*:

$$\sum_{k=i+1}^c \frac{\mu_{\omega} X_k(t)}{\sum_{j=0}^{k-1} X_j(t)}$$

Se asignen primero y después se tome una parte de los servidores (en caso de ser necesaria).

Dentro de penuria los recursos dentro del sistema, proporcionados por *peers* y servidores son menores a la tasa de descarga máxima, es decir, dentro del sistema no existen más recursos de donde se pueda atender a los usuarios para descargar el archivo de video y por lo tanto los *downloaders* se limitan a descargar el video a tasa τ_i .

Conclusiones:

Con las pruebas realizadas de la simulación de la cadena de Markov tanto para video bajo demanda y live streaming se tiene un buen punto a favor ya que si la simulación de video bajo demanda funciona de acuerdo con los artículos que se tomaron como referencia, para live streaming hay un comportamiento similar pero con un numero mayor de usuarios visualizando el contenido haciendo una analogía en la vida real se tienen mas personas viendo la transmisión de un partido que esta ocurriendo en dicho momento que personas visualizando una serie en Netflix. Para el esquema de asignación de recursos como las poblaciones de peers en cada una de las ventanas se logran mantener con el mismo numero de usuarios mientras ocurre la transmisión nos da como resultado que el esquema de distribución uniforme esta basteciendo de manera equitativa a todos los usuarios dentro de la transmisión. Para el análisis de las expresiones en las que puede caer el sistema se están poniendo en practica para ver si son favorables a los resultados obtenidos.