**Universidad del Cauca**

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**

**Programas de Maestría y Doctorado en Ingeniería Telemática**

**Seminario de Investigación**

**MODELADO DE TRÁFICO GENERADO POR EL SERVICIO DE VIDEO EN LINEA EN REDES MOVILES LTE CON CALIDAD DE SERVICIO**

**Héctor Fabio Bermúdez Orozco**

Estudiante de Doctorado

5 de Junio de 2015

1. **Análisis Sistemático.**

Las revisiones o análisis sistemáticas y, en especial, los meta-análisis son un tipo de investigación científica que tiene como propósito integrar de forma objetiva y sistemática los resultados de los estudios empíricos sobre un determinado problema de investigación, con objeto de determinar el “estado del arte” en ese campo de estudio [1]. Es un medio que permite identificar, evaluar e interpretar todas las investigaciones relevantes disponibles a una pregunta de investigación en particular, o área temática [2].

En [3] se define como una metodología de investigación, desarrollada para recoger y evaluar las evidencias disponibles pertenecientes a un tópico determinado.

¿Por qué realizar una Revisión Sistemática?

• Permite Resumir información existente sobre un tema de investigación.

• Permite identificar vacíos existentes en las investigaciones actuales.

• Permite identificar información de mayor relevancia que otras revisiones tradicionales ya que es eficiente para realizar investigaciones exhaustivas.

• Provee un marco teórico para iniciar nuevas investigaciones y sus resultados son de gran valor científico.

• Apoya la generación de nuevas hipótesis

Para alcanzar este objetivo, la realización de un análisis sistemático requiere desarrollar una serie de fases similares a las de cualquier investigación empírica: [1], [2], [3]

1. Planeación de la revisión.

2. Ejecución de la revisión.

3. Reporte de la revisión.

* 1. **Planeación de la revisión**

Para la ejecución de esta fase se deben de desarrollar las siguientes actividades:

***Formulación de la pregunta.***

Para definir esta pregunta de investigación se tiene que tener bien claro los objetivos de la investigación. Es necesario definir el problema, en donde se aclare el objeto de la revisión sistemática, es decir, definir brevemente el contexto de la investigación.

Para el caso de la presente propuesta doctoral el contexto de la revisión sistemática se enfoca en el modelado de tráfico generado por el servicio de video en redes móviles LTE con parámetros de Calidad de Servicio QoS y Calidad de la Experiencia QoE.

1. Definición de la pregunta de investigación.

Corresponde a la pregunta de investigación que deberá ser resuelta por la revisión sistemática. Si la revisión sistemática es demasiado amplia, las preguntas se tendrán que dividir en preguntas secundarias.

Para la presente propuesta doctoral se han planteado las siguientes preguntas de investigación, que se resolverán con la revisión sistemática:

* Cuáles son los estudios de modelos de tráfico para diferentes servicios en redes de telecomunicaciones?
* Hay modelos de tráfico de diferentes servicios en redes inalámbricas?
* Existen modelos de tráfico en redes LTE?
* Existen modelos de tráfico para el servicio de video en redes de teleco?
* Existen modelos de tráfico para el servicio de video en vivo?
* Cuales experiencias de tecnologías aplican el servicio de Video en vivo?
* Existen modelos de tráfico que incluyan parámetros de Calidad de servicio?
* Cómo se define la calidad de servicio en redes inalámbricas?
* Cuáles son los parámetros de QoS que influyen en el servicio de Video en vivo?
* Qué implicaciones adicionales se deben de tener en cuenta para asegurar QoS en un servicio de video en vivo en una red LTE?
* Cómo se define QoS en redes LTE?

1. Palabras Claves

Corresponde a la lista de términos principales que componen la pregunta de investigación, estos términos serán de utilidad durante la ejecución de la Revisión.

Se definen las siguientes palabras claves: Modelos de tráfico, Video en Vivo, redes inalámbricas, redes LTE, Video, calidad del servicio, calidad de la experiencia.

1. Población.

Corresponde al grupo de población que será observada por en la intervención de la Revisión Sistemática.

1. Diseño Experimental

Se enfoca hacia el meta- análisis que será conducido con la información recogida de la Revisión Sistemática, es decir, a lo que se enfocará el análisis de los datos recogidos. Ejemplo: Publicaciones por año, porcentaje de estudios encontrados por país, etc.

***Elección de Recursos***

El objetivo de éste ítem es seleccionar las fuentes en donde buscar los estudios primarios.

1. Definir cadena de Búsqueda.

Se estructuran cadenas de búsqueda con las palabras claves, con el fin, de obtener la mayor cantidad de estudios relevantes. Estas cadenas de búsqueda serán las que se ejecutarán en los motores de búsqueda de la Web, recursos electrónicos de la biblioteca etc.

Se han definido las siguientes cadenas de búsqueda, que permitirán dar solución a las preguntas de investigación planteadas inicialmente y que se resolverán con la revisión sistemática.

* ¿Cuáles son los estudios tráfico para diferentes servicios en redes de telecomunicaciones?
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (OPTICAL NETWORKS) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRED NETWORKS) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
* ¿Estudios de tráfico para el servicio de video en redes de telecomunicaciones?
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (LAN NETWORKS) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) ) AND (VIDEO).
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (OPTICAL NETWORKS) AND(VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
* ¿Estudios de tráfico de diferentes servicios en redes inalámbricas?
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (WiFi) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (WiMax) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (cellular NETWORKS) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) ).
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (LTE) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
* ¿Estudios de tráfico del servicio de Video en redes inalámbricas?
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (WiFi) AND (VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (WimAX) AND (VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (CELULLAR) AND (VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (LTE) AND (VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
* ¿Estudios sobre servicios de Video EN VIVO en redes inalámbricas?
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (WiFi) AND (LIVE VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (WiMax) AND (LIVE VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (CELLULAR) AND (LIVE VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
  + TITLE-ABS-KEY(TRAFFIC MODELS) AND (WIRELESS NETWORKS) AND (LTE) AND (LIVE VIDEO) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )

Adicionalmente y siguiendo una recomendación dada en la anterior relatoría se incluyó el concepto de Content Delevery Network CDN para amplir un poco más el espectro de búsqueda de la temática de interés. Para lo anterior se construyeron las siguientes cadenas de búsqueda:

* TITLE-ABS-KEY(CDN) AND (WIRELESS) AND (VIDEO) AND ( LIMIT-TO(PUBYEAR,2015) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2014) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2010) ) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )
* TITLE-ABS-KEY(CDN) AND (WIRELESS) AND (VIDEO) AND (LTE) AND ( LIMIT-TO(PUBYEAR,2015) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2014) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2010) ) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI" ) )

1. Lista de Recursos

Se selecciona la lista de recursos iniciales en los cuales se ejecutará la revisión sistemática. Entre las cuales se tienen: ScienceDirect, IEEE Xplorer, ACM, etc. y buscadores alternativos: Google Scholar, CiteSeer.

1. Selección de Estudios

A partir de los recursos definidos, se describe el proceso y criterio para la selección de estudios primarios, los cuales se basan en los siguientes parámetros:

* Criterios de inclusión- exclusión por título.
* Criterios de inclusión- exclusión en función de las palabras clave.
* Criterios de inclusión- exclusión en función del resumen.
* Criterios de inclusión- exclusión en función de las conclusiones del estudio.

1. Revisión del protocolo

Para la ejecución de la revisión del protocolo, se contó con una segunda opinión del cotutor de la propuesta de investigación, para lo cuales se realizaron reuniones periódicas con dicha persona y con el apoyo del tutor de la presente propuesta.

* 1. **Ejecución de la revisión**

Esta fase de la revisión sistemática está compuesta de las siguientes etapas:

1. Ejecución de la selección.

En esta sección se registra el proceso de selección de estudios iniciales o primarios, se reportan los estudios obtenidos y los resultados de su evaluación, se realizan las siguientes actividades:

* 1. Seleccionar estudios iniciales.

Se ejecutan las búsquedas planeadas y se seleccionan los estudios que coincidan con los tipos de estudios predefinidos para la búsqueda durante el criterio de inclusión y el criterio de exclusión.

* 1. Evaluar la calidad de los estudios.

Se debe evaluar la calidad del estudio, el rigor, credibilidad y la relevancia de los estudios primarios. En esta etapa se encuentra la revisión sistemática de la propuesta presentada.

* 1. Extraer todos los datos primarios.

Después de realizar la evaluación de cada uno de los estudios primarios, de los estudios seleccionados se extraer los datos que son relevantes de cada uno de ellos.

1. Análisis de los resultados.

Esta actividad permite analizar los hallazgos encontrados en los diferentes estudios mediante lo definido en el diseño experimental de la fase de Planificación.

* 1. **Reporte de la Revisión**

Tercera y última fase en la que se resume y analizan los resultados utilizando métodos estadísticos, las actividades que se contemplan son:

* Cálculo estadístico.
* Presentación de resultados.

Al momento solo se ha desarrollado de la revisión sistemática hasta la fase 2 (ejecución de la revisión), específicamente la etapa de evaluación de la calidad de los estudios.

1. **Resultados Previos del Estado del Arte**

A continuación se presentan de forma gráfica los resultados previos obtenidos con las cadenas de búsqueda y que responden a cada una de las preguntas de investigación de la revisión sistemática.

1. ¿Cuáles son los estudios tráfico para diferentes servicios en redes de telecomunicaciones?

Se encuentra que existen 16919 trabajos en donde se relacionan estudios de tráfico, de los cuales se tienen que el 71% (12001) son en redes inalámbricas, 24% (4148) en redes ópticas y 5%(770) en redes cableadas. Los datos anteriores se muestran en la figura 1.

Figura 1. Estudios de tráfico en diferentes redes de telecomunicaciones

1. ¿Estudios de tráfico para el servicio de video en redes de telecomunicaciones?

Se encuentra que existen 12001 trabajos en donde se relacionan estudios de tráfico para redes inalámbricas, de los cuales 1637 son del servicio de video. Los datos anteriores se muestran en la figura 2 en donde se observa la distribución a lo largo de un periodo de observación entre los años 2000 al 2015.

Figura 2. Estudios de tráfico para redes inalámbricas.

De los 4148 trabajos encontrados en donde se relacionan estudios de tráfico para redes ópticas, se encuentra que 593 corresponden al servicio de video. Los datos anteriores se muestran en la figura 3 en donde se observa la distribución a lo largo de un periodo de observación entre los años 2000 al 2015.

Figura 3. Estudios de tráfico para redes óptica.

De los 770 trabajos encontrados en donde se relacionan estudios de tráfico para redes cableadas, se encuentra que 350 corresponden al servicio de video. Los datos anteriores se muestran en la figura 4 en donde se observa la distribución a lo largo de un periodo de observación entre los años 2000 al 2015.

Figura 4. Estudios de tráfico para redes cableadas.

1. ¿Estudios de tráfico de diferentes servicios en redes inalámbricas?

Se encuentran 2064 trabajos en donde se relacionan estudios de tráfico para redes inalámbricas, los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 335 estudios en redes WiFi, 599 estudios en redes WiMax, 480 estudios en redes celulares de 3° Generación y 650 estudios en redes LTE.

Los datos anteriores se muestran en la figura 5 en donde se observa la distribución para cada tipo de servicio a lo largo de un periodo de observación entre los años 2000 al 2015.

1. ¿Estudios de tráfico del servicio de Video en redes inalámbricas?

Se encuentran 665 trabajos en donde se relacionan estudios de tráfico del servicio de video para redes inalámbricas, los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 53 estudios en redes WiFi, 99 estudios en redes WiMax, 396 estudios en redes celulares de 3° Generación y 116 estudios en redes LTE.

Los datos anteriores se muestran en la figura 6 en donde se observa la distribución para el servicio de video a lo largo de un periodo de observación entre los años 2000 al 2015.

Figura 5. Estudios de tráfico para diferentes servicios en redes inalámbricas

Figura 6. Estudios de tráfico para el servicio de Video en redes inalámbricas.

1. ¿Estudios sobre servicios de Video EN VIVO en redes inalámbricas?

Se encuentran 33 trabajos en donde se relacionan estudios de tráfico del servicio de video en vivo para redes inalámbricas, los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 6 estudios en redes WiFi, 2 estudios en redes WiMax, 19 estudios en redes celulares de 3° Generación y 6 estudios en redes LTE.

Los datos anteriores se muestran en la figura 7 en donde se observa la distribución para el servicio de video en vivo en el periodo de observación entre los años 2009 al 2015.

Figura 7. Estudios de tráfico para el servicio de Video en vivo en redes inalámbricas

1. **Brechas de Investigación**

De acuerdo a la información encontrada en la búsqueda sistemática del estado del arte para la presente propuesta, mediante un análisis previo se pueden visualizar las siguientes brechas de investigación.

1. Se evidencian diferentes alternativas para manejar el problema de alto tráfico y la congestión en las redes inalámbricas, tales como: videotreaming Msplayer, CDN, MCDN, WebRTC. Pero no se evidencian estudios de impacto en las redes reales.
2. No se evidencia la existencia de estándares de telecomunicaciones en tiempo real e redes inalámbricas.
3. Se evidencia la existencia de algunos estudios sobre análisis de tráfico para el servicio de video en diferentes tipos de redes de telecomunicaciones inalámbricas.
4. No se evidencia estudios de modelado de tráfico para el servicio de video en redes inalámbricas y ópticas.
5. Se presentan para la tecnología LTE pocos estudios que involucran parámetros de Calidad de Servicio – QoS y Calidad de la Experiencia – QoE.
6. Para la tecnología LTE no hay evidencias, al momento, de estudios de modelado y análisis de tráfico para el servicio de video que involucre parámetros de QoS y QoE.

La presente propuesta se enfoca en resolver última brecha encontrada.

1. **Planteamiento del Problema**

De acuerdo a las brechas encontradas, sobre todo la última, se plantea la siguiente problemática: Es necesario conocer el modelado de tráfico que permita analizar, evaluar y obtener las condiciones necesarias para la implementación de servicios, que garanticen que la red móvil inalámbrica LTE soporte diferente número de usuarios con diferentes requerimientos de información bajo parámetros de Calidad de Servicio – QoS y Calidad de la Experiencia – QoE.

1. **Pregunta de investigación**

A partir de las brechas encontradas y las falencias consideradas en el planteamiento del problema, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el modelado de tráfico que describe el comportamiento del servicio de Video en Vivo en una red de comunicaciones móvil inalámbrica con tecnología LTE con parámetros de Calidad de Servicio – QoS y Calidad de la Experiencia - QoE?

1. **Objetivos**

Para poder resolver la pregunta de investigación, se proponen los siguientes objetivos:

**Objetivo General:**

Obtener el modelado de tráfico del servicio de Video en Vivo que permita evaluar su rendimiento en una red de comunicación móvil inalámbrica con tecnología LTE bajo parámetros de Calidad de Servicio – QoS y Calidad de la Experiencia - QoE.

**Objetivos específicos:**

1. Construir un modelo a partir de trazas de tráfico reales del servicio de video en vivo de una red de comunicación móvil inalámbrica con tecnología LTE.
2. Determinar los diferentes parámetros que define un servicio de Video en Vivo soportado por redes LTE bajo parámetros QoS y QoE.
3. Caracterizar el tráfico para un servicio de Video en Vivo soportado por redes LTE bajo parámetros QoS y QoE.
4. Construir un banco de pruebas donde se analice el tráfico generado por la prestación del servicio de Video en Vivo en una red LTE.
5. Validar el comportamiento de los modelos de emulación y simulación a partir de parámetros de QoS que permitan construir escenarios con *n* usuarios.

1. **Hipótesis**

Con el desarrollo de la presente propuesta de investigación, se comprobará la siguiente hipótesis:

El modelado de tráfico del servicio de Video en Vivo soportado por la red móvil inalámbrica con tecnología LTE, permitirá a los diseñadores de red mejorar la QoS y QoE para este servicio, ya que se hará un mejor uso de recursos e infraestructura utilizados.

**Bibliografía**

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | J. Sanchez Meca, “Cómo realizar una revisión sistemática,” *Aula Abierta,* vol. 38, nº 2, pp. 53-64, 2010. |
| [2] | B. Kitchenham y e. al, «Systematic literature reviews in software engineering – A tertiary study,» *Information and Software Technology,* vol. 52, p. 792–805, 2010. |
| [3] | P. M. A. N. G. T. J. Biolchini, “Systematic Review in Software Engineering: Relevance and Utility,” *Technical Report ES-679/05,* 2005. |
| [4] | B. G. Óscar, “Revisiones sistemáticas de la literatura,” *Rev. Colombiana de Gastroenterología,* vol. 20, nº 1, pp. 60-69, 2005. |