

# Análisis y caracterización del tráfico HTC+MTC en una Smart City - Modelado de fuentes y Calidad de Servicio

Programa de Doctorado en Telecomunicación, Departamento de Comunicaciones

Ángel Gómez Sacristán (agomez@dcom.upv.es)

Directores: Miguel A. Rodríguez Hernández, Víctor Sempere Payá

## Introducción y motivación

En las estrategias de desarrollo de las "ciudades inteligentes", las telecomunicaciones juegan un papel primordial. Para conseguir una gestión eficiente y sostenible de los recursos globales es necesario disponer de un ecosistema de comunicaciones formado por un gran número de dispositivos (sensores-actuadores) de características heterogéneas y por la propia red que permite la conectividad deseada a mínimos costes.

Este ecosistema es dinámico dado que las necesidades de calidad, ancho de banda y conectividad varían tanto espacial como temporalmente. Información crítica ha de ser priorizada sobre otra menos relevante. Áreas financieras o residenciales muestran patrones de tráfico muy diferentes y de gran variabilidad a lo largo del día. La disponibilidad de accesos convergentes como el 4G, las redes HFC, o las tecnologías Metro-Ethernet, también son elementos clave.

Conseguir que la red sea capaz de adaptarse a los incrementos, en muchos casos abruptos, de tráfico manteniendo la eficiencia y la calidad de los servicios subyacentes, es una tarea compleja y que conlleva un importante impacto en costes. La caracterización de este tráfico, en un escenario con un gran número de fuentes no homogéneas es muy compleja de abordar mediante métodos analíticos. Existen diferentes aproximaciones para disminuir esta complejidad, como agrupar fuentes homogéneas, pero cuando su número no es muy elevado, estas aproximaciones pierden gran parte de su validez.

Diseñar un entorno que permita simular el ecosistema de fuentes de tráfico – red convergente en una Smart-City aportará flexibilidad y facilitará un ahorro en costes al simplificar las tareas de diseño, evaluación de prestaciones y crecimiento de la red.

## Objetivos generales y específicos

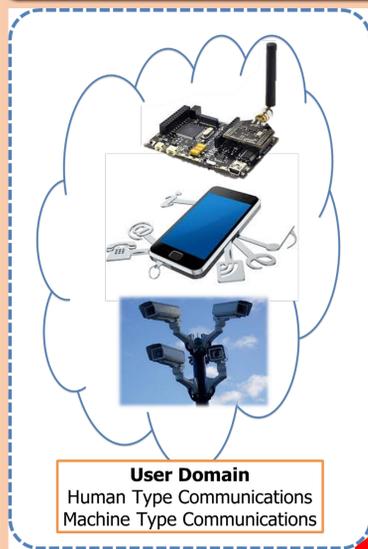
El **objetivo general** de la Tesis es el análisis y la caracterización del tráfico en una Smart-City mediante el modelado del perfil de tráfico de dispositivos reales y el análisis de la calidad de servicio proporcionada por una red de acceso convergente NGN (Next Generation Network) en el interfaz UNI (User Network Interface) cuando un número arbitrario de fuentes compiten por los recursos disponibles.

- Un **primer objetivo** específico consiste en la identificación de escenarios y servicios en entornos convergentes HTC+MTC\*, caracterizando los diferentes tipos de fuentes de tráfico y su comportamiento. Para ello se han definido: fuentes HTC comunicaciones humano-humano para las comunicaciones de baja latencia y tiempo real como voz, multimedia, y fuentes MTC comunicaciones donde intervine una máquina para comunicaciones con requerimientos heterogéneos como alarmas, sensores, acceso a fuentes de información, etc.
- El **segundo objetivo** específico consiste en simular los mecanismos de calidad de servicio de una red de acceso convergente, gestión de tráfico y control de admisión, emulando un servicio real de operadora basado en accesos Metro-Ethernet y núcleo de red MPLS.
- El **tercer objetivo** específico será diseñar una herramienta que permita el Modelado de entornos HTC+ MTC dimensionando adecuadamente la red de acceso convergente en base a los caudales mínimos por clase de servicio para garantizar que cada comunicación cumple los objetivos de calidad extremo-extremo recogidos en las recomendaciones internacionales, ancho de banda, pérdida de paquetes, retardo extremo a extremo y jitter.

\*HTC: Human Type Communications  
\*MTC: Machine Type Communications

## Etapas principales del desarrollo de la investigación

### Fase I: Modelado de las fuentes de tráfico



Cada Fuente puede definirse con un modelo de tráfico (perfil) característico y un comportamiento (actividad) que generalmente es una variable aleatoria con una distribución definida. [1][2].

Los parámetros utilizados para definir las fuentes HTC de voz son el códec de telefonía IP seleccionado, y el número de fuentes homogéneas. Los parámetros que definen el comportamiento son el tiempo de conversación y el tiempo de inactividad. Los parámetros utilizados para definir las fuentes HTC de video son: el códec de video utilizado ( H264 por defecto), la calidad de imagen ( SD: 320x180 píxeles, HQ: 640x360 píxeles, HD: 1280x720 píxeles y HD+ con: 1920x1080 píxeles), el número de fotogramas por segundo, el grado de movimiento (bajo, medio, alto) y el número de fuentes homogéneas. Los parámetros que definen el comportamiento son las variables aleatorias tiempo activo y tiempo de inactividad.

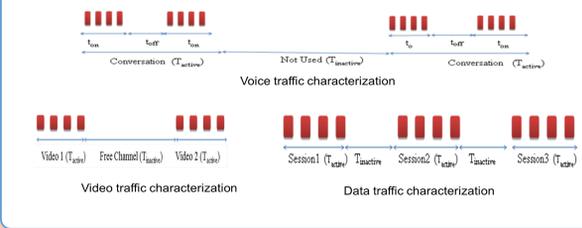
Las fuentes MTC, se pueden caracterizar por el tiempo de actividad y la distribución de los datos generados en un período. Fuentes de tráfico MTC se han modelado como un flujo arbitrario de información compuesto por "s" ventanas de transmisión o sesiones distribuidas aleatoriamente en el período de simulación. En cada ventana, el origen envía varios bloques de información de tamaño variable que simular imágenes y de datos o recursos. El número de archivos, imágenes y su tamaño se pueden modelar usando una distribución exponencial negativa limitada.

### Definición de una Fuente de video para videovigilancia (ilustrativo)

```
# Fuente 1 (Video)
**FuenteVideo.H[0].udpApp[*].destAddresses = "Cloud.ServerVideo.S[0]" ← Destino
**FuenteVideo.H[0].udpApp[*].chooseDestAddrMode = "once" ← Unicast
**FuenteVideo.H[0].udpApp[*].startTime = uniform(0s,900s) ← Comienzo actividad
**Video.*[0].udpApp[*].*Port = 1001 #Tráfico Oro (1000 = multimedia, 1001 = oro, 1002 = critico, 1003 = plata)
**FuenteVideo.H[0].udpApp[*].quality = xmldoc("VideoQuality.xml","/video-quality[@id='HD']") ← calidad
**FuenteVideo.H[0].udpApp[*].config = xmldoc("ConfigTraffic.xml","/video-profile[@id='videovigilancia']")

<video-profile id="videovigilancia">
  <Duration type="exponential" mean="5" min="3" max="7" />
  <Timeinactive type="exponential" mean="10" min="5" max="15" />
  <Movement type="constant" value="2" />
  <fps type="constant" value="25" />
</video-profile>
```

### Caracterización de las fuentes HTC de voz, video y MTC



### Ejemplo de definición de fuentes por categoría

Service	Sources	Codec	Data rate	Duration	Inactive time
Corporate Telephony	200	G.711	80Kb/s	1-3 minutes	10-60 minutes
Call Center	20	G.711	80Kb/s	1-6 minutes	2 minutes

Service	Sources	Quality	Motion	Data rate	Inactive time	Duration
Videoconference	5	HD	Medium	2.4-4.8 Mb/s	20-40 minutes	20-40 minutes
Telepresence	1	HD+	High	11-21 Mb/s	1-20 minutes	20-40 minutes
Telemedicine	10	HQ	Medium	0.6-1.2 Mb/s	10-20 minutes	3-7 minutes

Service	Sources	QoS Type	Data sent by session	Sessions
Sensors	500	Gold	0-10 files of 100B-10KB 0-2 images of 100KB-500KB	30
Internet Best Effort	100	Silver	0-10 files of 10KB-100KB 0-2 images of 100KB-500KB	15
Cloud Services	10	Silver	0-10 files of 100KB-10MB 0-5 images of 100KB-500KB	5
Video no real time	5	Silver	0-2 files of 100KB-300MB 0-2 images of 1MB-30MB	5
Other equipment	50	Silver	0-5 files of 100KB-10MB 0-2 images of 100KB-1MB	10
Telemedicine	100	Silver	0-5 files of 10KB-1MB 0-2 images of 100KB-1MB	120

### Definición de parámetros caudales UNI

Traffic parameters	CIR	PIR
Multimedia	2 Mbits/s	4 Mbits/s
Gold	40 Mbits/s	80 Mbits/s
Silver	20 Mbits/s	100 Mbits/s

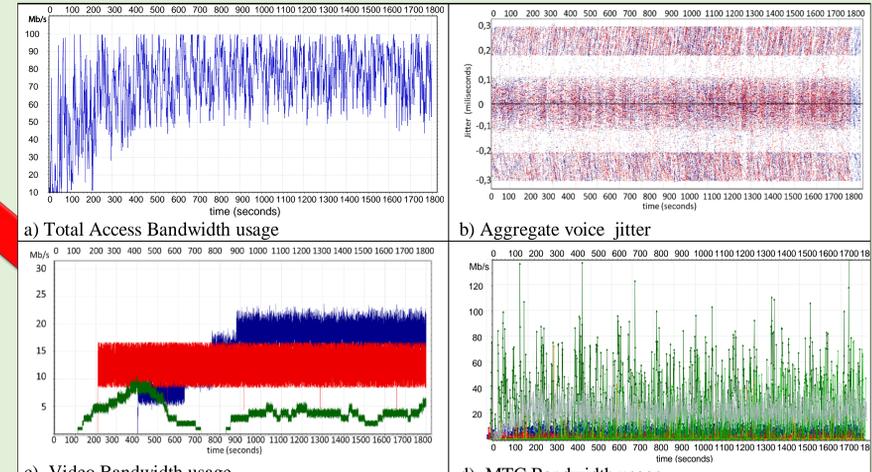
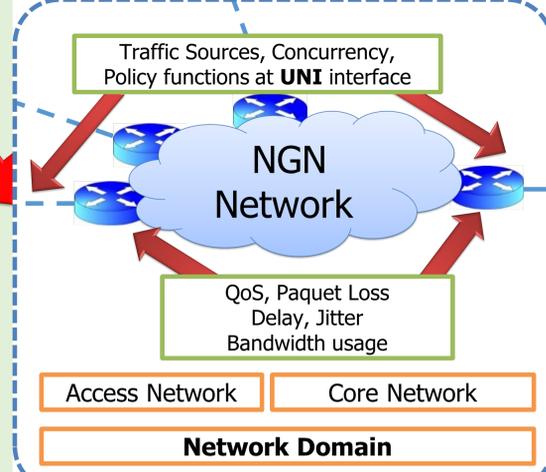
### Fase II: Simulación y evaluación de los mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) en la red de Acceso

Las funciones básicas de calidad de servicio en la red de acceso (Access Network) incluyen la clasificación de paquetes, el marcado y la función policía, así como la gestión de colas para cada tipo de tráfico [3-6].

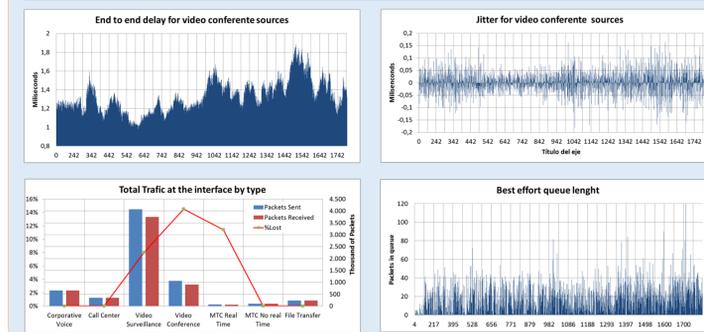
Con el fin de obtener una simulación lo más similar posible a un entorno real, se ha utilizado como referencia un servicio IP basado en la tecnología Metro Ethernet ofrecido por un operador español [7] y el Cisco Catalyst 3650 Switch-Router [8]. En este servicio se definen tres categorías de tráfico: Multimedia, Oro y Plata, siendo Multimedia del tráfico con la máxima prioridad y Plata la de mínima.

El tráfico se clasifica, se filtra y se marca en el router. Las reglas de filtrado dependen de varios criterios, por ejemplo: dirección IP (origen/destino), el puerto UDP (origen/destino), etc. Una vez que el paquete está clasificado y marcado, será procesado por el bloque de QoS, donde se implementan los mecanismos de calidad asociados a cada tipo de tráfico. (CIR - Caudal promedio garantizado de entrada, CBS - Tamaño de ráfaga garantizado, PIR- Tasa de información de pico, y PBS - Tamaño máximo del pico de la ráfaga).

La simulación del Core Network, retardo y pérdida de paquetes, se realiza aplicando a cada paquete una variable aleatoria exponencial negativa acotada con los valores SLA máximos y mínimos del operador.



### Fase III: Evaluación del tráfico y calidad de servicio extremo a extremo. Dimensionado de caudales, servicios y aplicaciones verticales

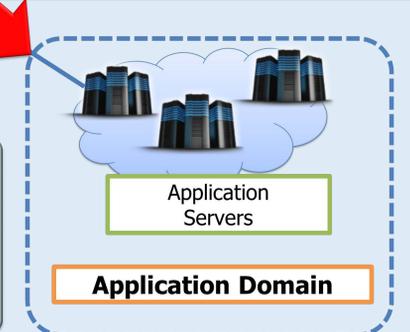


En el dominio de las Aplicaciones confluye el tráfico generado por las diferentes redes de acceso de la Smart-City. Es en este dominio, ubicado normalmente en servidores Cloud donde residen los Servidores de Aplicaciones Verticales, parte del plano de control de IMS y el Context Broker de Servicios M2M. En este punto, se analizará el comportamiento y prestaciones de cada red de acceso relacionadas con la gestión de la calidad de servicio extremo a extremo por cada clase de servicio y/o servicio subyacente: retardo total, jitter y pérdida global de paquetes.

Adicionalmente podrían definirse dos líneas de trabajo orientadas a una mejora en el diseño global de los recursos de red y computación.

La primera línea estaría relacionada con la caracterización del tráfico en el Dominio de las Aplicaciones. En este caso el análisis podría realizarse sobre fuentes de tráfico homogéneas generadas por la totalidad de las redes de acceso de la Smart City y sobre los flujos agregados modelando cada red de acceso como una "hiper-fuente". Podría ser utilizado como herramienta de dimensionado de los Servidores de Aplicaciones Verticales.

La segunda línea estaría relacionada con la optimización global de la red mediante el análisis y dimensionado adaptativo de los caudales en las redes de acceso, mediante el uso de modelos predictivos.



## Conclusiones, resultados esperados y utilidad

La caracterización analítica de las prestaciones de un acceso a la red convergente en una Smart-City es una tarea compleja debido a la naturaleza heterogénea de las fuentes de tráfico que compiten por los recursos limitados proporcionados por una red de acceso convergente. Simular este ecosistema permitirá el adecuado dimensionado de los recursos, garantías de calidad para los servicios subyacentes, y la evaluación del impacto de la introducción de nuevos servicios, redundado todo ello en un importante ahorro de costes y una mejora en la percepción de los usuarios.

Este problema se ha abordado en tres etapas: la primera, en el Dominio de Usuario, caracterizando las fuentes HTC y MTC más comunes, su patrón de tráfico, comportamiento y agregación de fuentes homogéneas. La segunda, en el Dominio de la Red, simulando los mecanismos de Control de Admisión, ancho de banda disponible, clases de servicio, funciones policía, gestión de colas y tránsito de tráfico por la red MPLS. Por último, en el Dominio de las Aplicaciones se definen las herramientas de análisis relacionadas con la Calidad de Servicio extremo a extremo y flujos de tráfico.

## Agradecimientos y Referencias

Este tesis forma parte de la tarea 5.1 del Proyecto MEC TIN2013-47272-C2-1-R "Plataforma de Servicios para Ciudades Inteligentes con Redes M2M Densas" (PLASMA).

1. R. Goleva, D. Ataman, S. Mirtchev and D. Dimitrova, "3G Network Traffic Sources Measurement and Analysis", Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, 25, (2014), 8, pp. 798-814. DOI: 10.1002/ett.2703
2. A.D. Shaikh, K.J. Blow, M.A. Eberhard and S.A. Fowler "Language independent on-off voice over IP source model with lognormal transitions", IET Communications, 7 (2013), DOI: 10.1049/iet-com.2012.0686, 1449 - 1455
3. ITU-T Recommendation Y. 2001- Next generation Networks General Overview
4. Evans M. Filifish C.: Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks: Theory and Practice, Morgan Kaufmann 2007
5. ITU-T Recommendation Y.2112: A QoS control architecture for Ethernet-based IP access networks (2007)
6. ITU-T Recommendation Y.2113: Ethernet QoS control for next generation networks (2009)
7. Telefonica S.A., "Macrolan Service" (<http://www.movistar.es/grandes-empresas/soluciones>) (2014)
8. Cisco Systems Inc., "Cisco Catalyst 3650 Configuration Guide" (<http://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-3650-series-switches/products-installation-and-configuration-guides-list.html>) (2014)