



AUTOR: Miguel López Benítez

DIRECTOR: Dr. Javier Gozálvez Sempere

Ingeniería Técnica de Telecomunicación Especialidad en Sistemas de Telecomunicación

Universidad Miguel Hernández de Elche

CONTENIDO

- Introducción
- Sistema GPRS
- Gestión de Recursos Radio: Link Adaptation
- Servicios de Vídeo y Calidad de Servicio
- Modelos y Herramientas de Simulación
- Estudio y Diseño de Link Adaptation
- Análisis de Resultados
- Conclusiones y Trabajo Futuro

INTRODUCCION

- Espectacular crecimiento del número de usuarios en los últimos años.
- Tendencias futuras: convergencia de Internet y redes inalámbricas.
 - Escasez de recursos radioeléctricos
 - Necesidad de eficientes técnicas de gestión de recursos.
- Link Adaptation es una técnica de gestión de recursos radio.
- El criterio tradicional consiste en maximizar el throughput.
 - Cuestionado para servicios de tiempo real, muy sensibles al retardo.



OBJETIVO DEL PROYECTO:

Estudiar y analizar el rendimiento de nuevos criterios de selección de Link Adaptation al ser aplicados sobre servicios de tiempo real, sensibles al retardo.

SISTEMA GPRS

- El estudio realizado en este proyecto se basa en la interfaz radio del sistema GPRS (General Packet Radio Service)
- GPRS es un sistema 2.5G, incluido dentro del proceso evolutivo hacia los futuros sistemas 3G.
- GPRS es una evolución de GSM y aprovecha su infraestructura.
- Añade unos pocos nodos que aportan una nueva funcionalidad:
 - Posibilidad de conmutación de paquetes, idónea para datos.
 - Posibilidad de funcionamiento en modo multislot.

SISTEMA GPRS

El estándar GPRS contempla cuatro esquemas de codificación de canal: CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4.

Esquema	Factor del código	Bits totales	Bits de datos	Bits de redun- dancia	Tasa binaria (kbps)
CS-1	1/2	456	181	275	9.05
CS-2	≈ 2/3	456	268	188	13.4
CS-3	≈ 3/4	456	312	144	15.6
CS-4	1	456	428	28	21.4

- Cada CS implica un diferente grado de compromiso entre protección frente a errores y velocidad binaria de transmisión.
 - Link Adaptation encuentra un principio de aplicación en GPRS.

GESTION DE RECURSOS RADIO

Link Adaptation es una importante técnica de gestión de recursos radio, pero no la única:

Control de Potencia

Power Control

Salto en Frecuencia

Frecuency Hopping

Redundancia Incremental

Incremental Redundancy

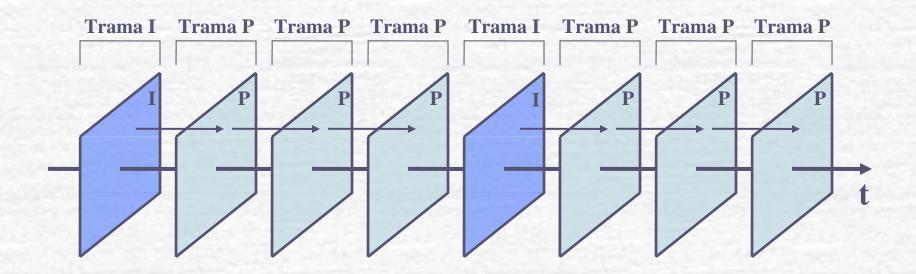
- El objetivo perseguido es común a todas ellas:
 - "Optimizar la utilización de los recursos radio".
- Si bien este objetivo es común, la forma en que pretende conseguirlo cada técnica es diferente.

LINK ADAPTATION

- Link Adaptation pretende conseguir el objetivo marcado ajustando de forma periódica la codificación de canal a la calidad experimentada en el enlace radio:
 - Con buena calidad, mucha redundancia = desperdicio de recursos.
 - Con mala calidad, poca redundancia = protección insuficiente.
- El rendimiento de Link Adaptation viene dado por:
 - ✓ Periodo de actualización → Capacidad de adaptación ante variaciones rápidas de la calidad del canal.
 - Fidelidad de la estimación de la calidad del canal → Capacidad para tomar decisiones acertadas acerca del codificador a emplear.
- El criterio seguido por Link Adaptation para decidir el esquema de codificación determina de forma clave su comportamiento.

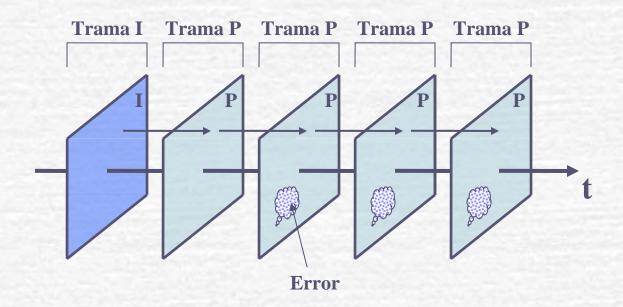
SERVICIOS DE VIDEO

- El estudio de Link Adaptation se centra sobre servicios de tiempo real.
- Se decidió emplear el estándar de codificación de vídeo H.263 (ITU-T).



SERVICIOS DE VIDEO

- Este procedimiento de codificación de vídeo tiene ventajas:
 - Ahorro significativo en ancho de banda.
- Pero también inconvenientes:
 - Los errores se propagan a lo largo de la secuencia de vídeo.



CALIDAD DE SERVICIO

Por esta razón la transmisión de vídeo tolera tasas de error muy bajas.

Cherriman, Yeap, Hanzo \rightarrow 5%

3GPP TS 22.105 \rightarrow 2% (Streaming)

3GPP TS 22.105 \rightarrow 1% (Conversacional = Tiempo real)

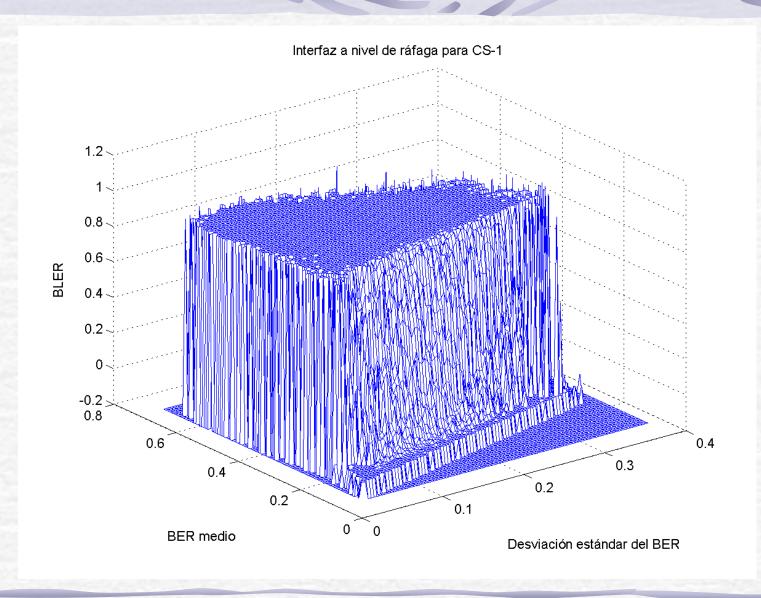
BER (MPEG-4), 3GPP TS 23.107

10⁻⁶ → Degradación no perceptible
 10⁻⁵ → Ligera distorsión perceptible
 10⁻⁴ → Artefactos visibles
 10⁻³ → Aplicación práctica limitada

SIMULADOR

- Las simulaciones de un sistema móvil se desglosan en dos partes:
 - Simulación a nivel de enlace.
 - ✓ Simulación a nivel de sistema → De interés en este trabajo.
- Las simulaciones a nivel de sistema se han realizado empleando un simulador de eventos discretos que funciona a nivel de ráfaga (burst) y que modela la calidad del enlace radio mediante la relación CIR (Carrier to Interference Ratio).
- Ambas simulaciones se enlazan entre sí mediante el uso de interfaces.
 - Interfaces a nivel de bloque RLC.
 - Interfaces a nivel de ráfaga.

SIMULADOR

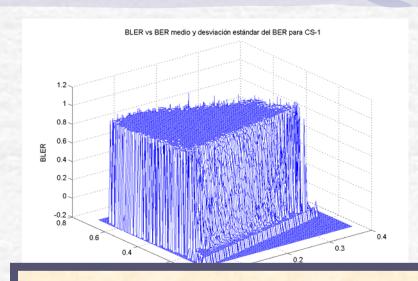


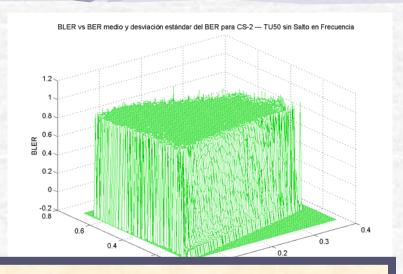
SIMULADOR

- 25 celdas cocanal (1^a y 2^a corona), 1 km de radio, sectorización 120°.
- 16 canales de tráfico / sector, 1 canal / usuario.
- 12 usuarios por sector:
 - Arr H.263 = 6 usuarios / sector (50%).
 - Navegación web = 3 usuarios / sector (25%).
 - Correo electrónico = 3 usuarios / sector (25%).
- Asignación de canales aleatoria (RCA).
- Modelo de propagación (path-loss) = Okumura-Hata.
- Modelo de efecto sombra (shadowing) = Ley log-normal.
- Entorno de simulación TU50.
- ARQ desactivado para vídeo H.263, activado para web y correo.
- Periodo de actualización de 60 ms.

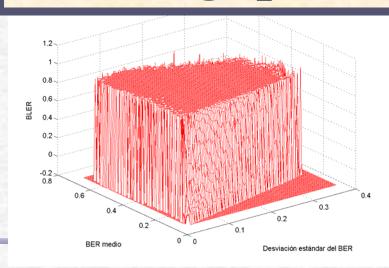
- El criterio de selección más ampliamente utilizado hasta la fecha para Link Adaptation tiene como objetivo maximizar el throughput global del sistema.
- El throughput para cada esquema de codificación de canal viene dado por la expresión:

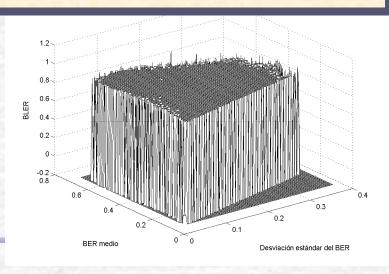
Throughput =
$$R \cdot (1 - BLER)$$

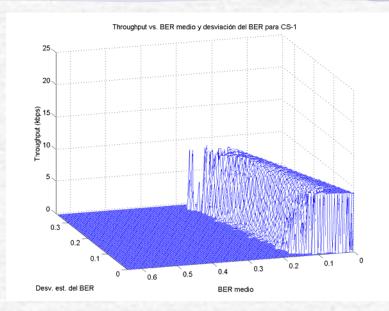


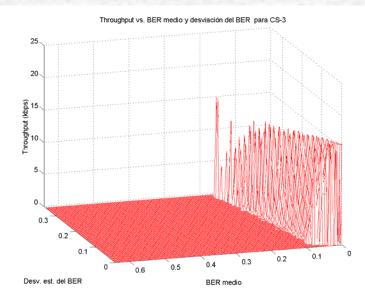


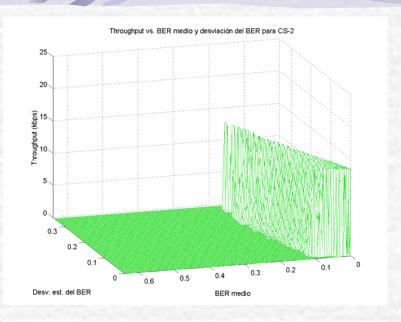
Throughput = $R \cdot (1 - BLER)$

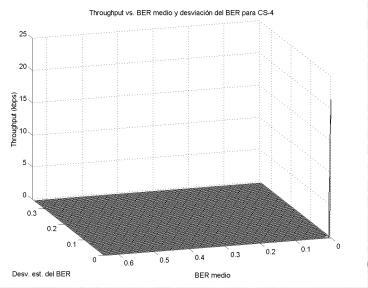


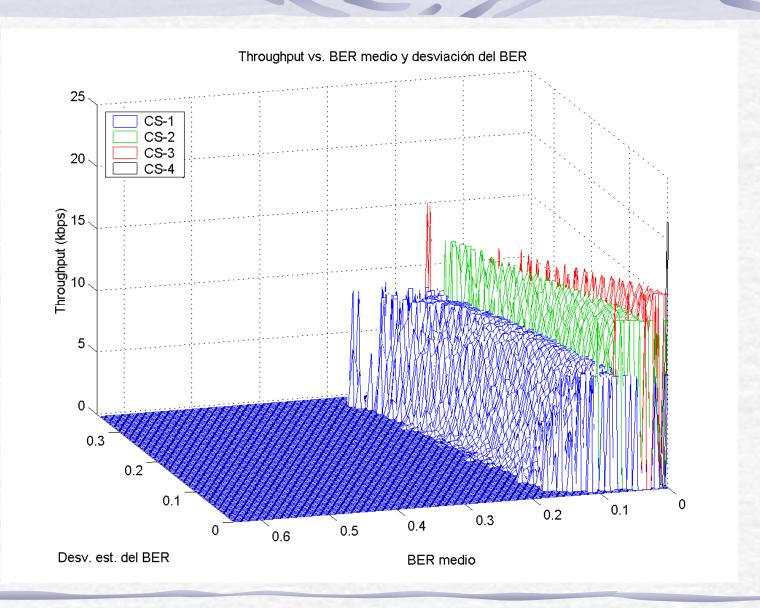


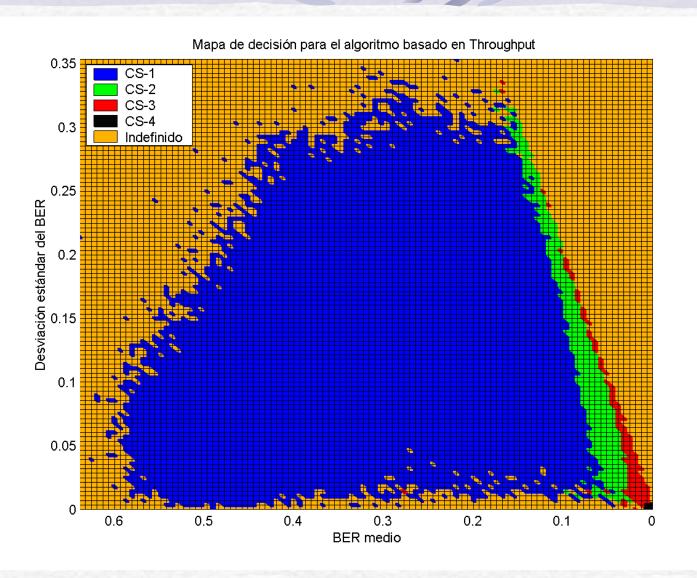




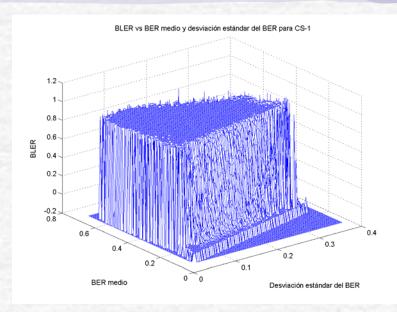


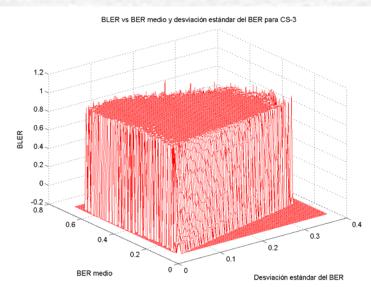


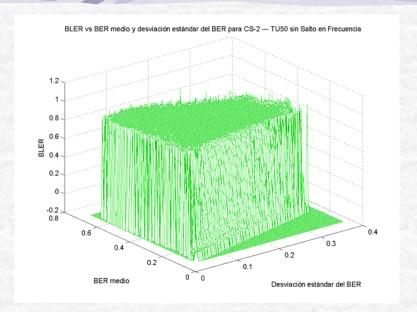


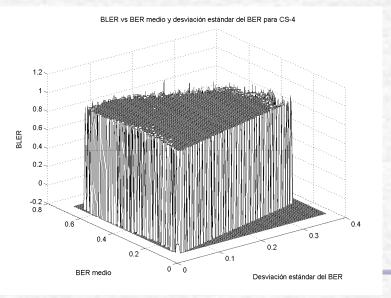


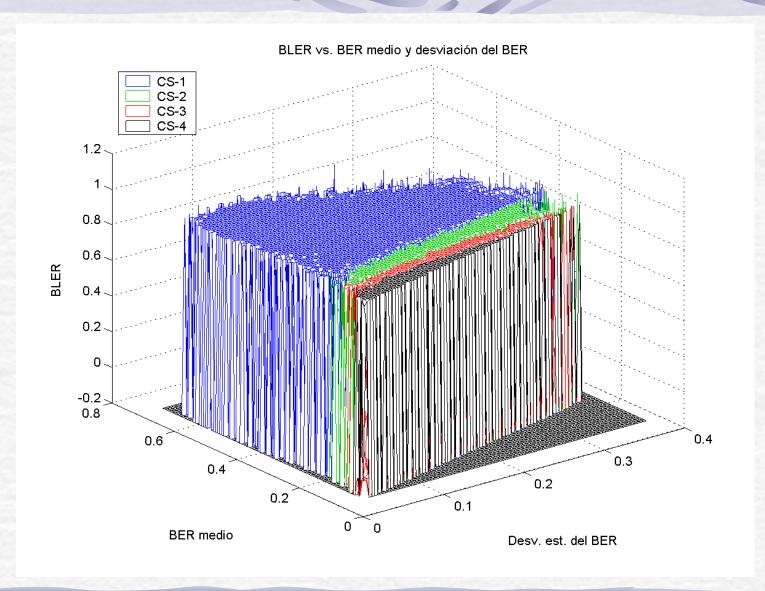
- El objetivo de este algoritmo no es maximizar el throughput sino mantener la tasa de errores global del sistema, expresada en términos del BLER (*BLock Error Rate*), por debajo de un determinado valor.
- Este valor límite se fija en función de la tasa máxima de errores que puede tolerar la aplicación para que la calidad final experimentada por el usuario pueda ser considerada aceptable.

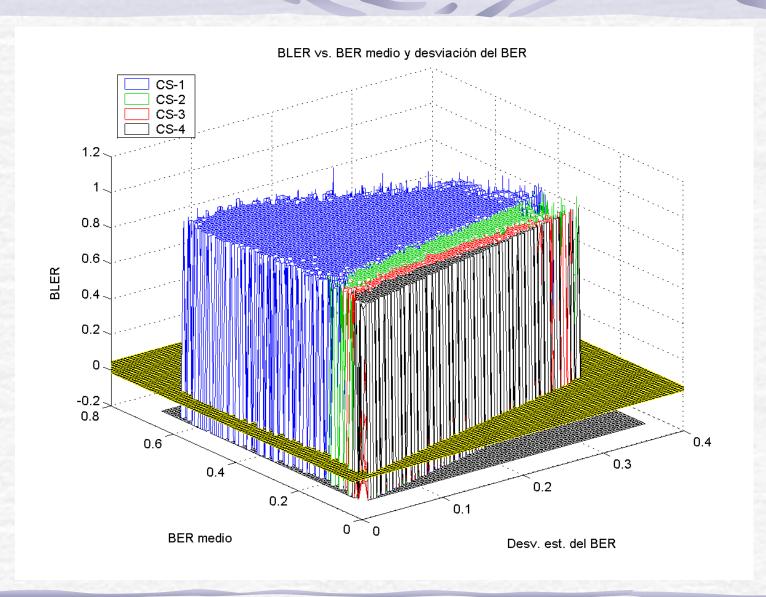


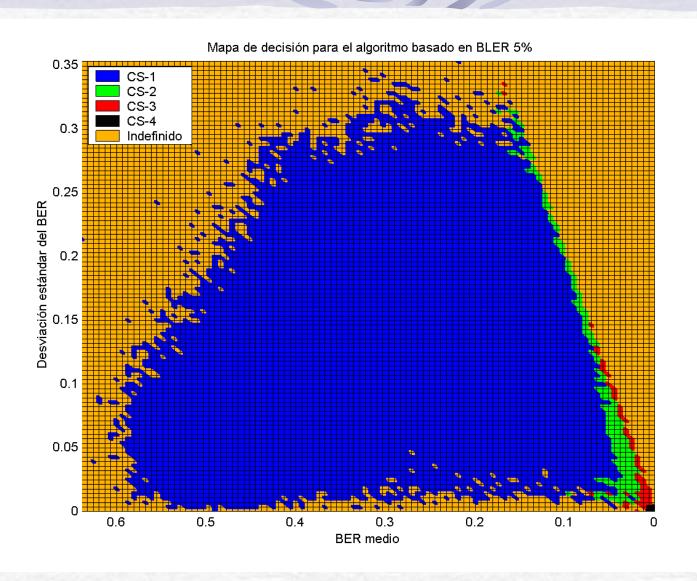


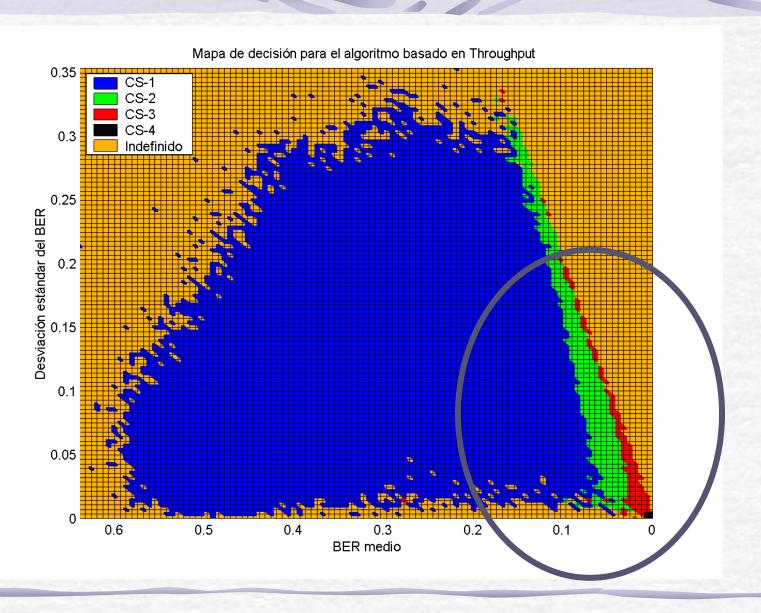


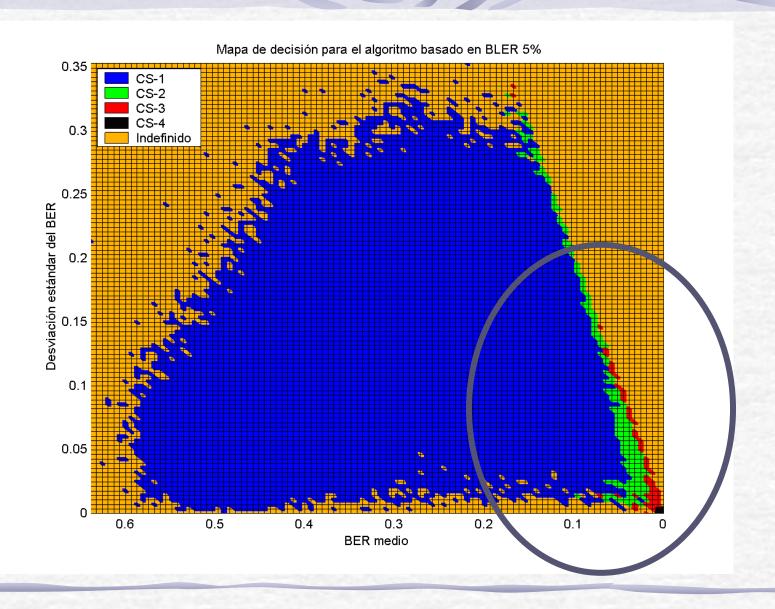










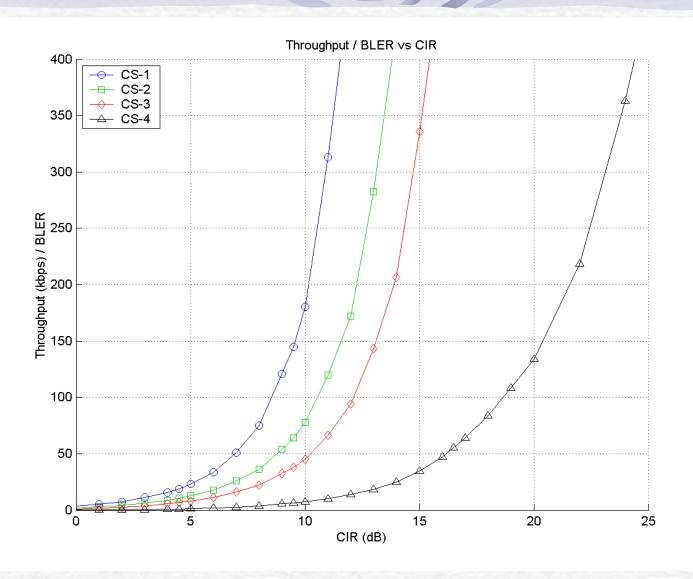


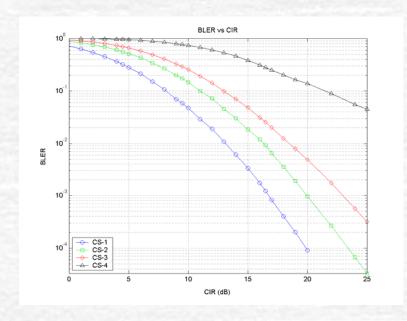
RESULTADOS

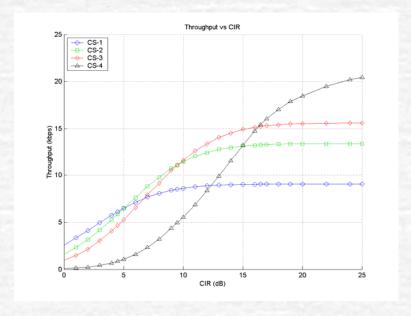
- ✓ Algoritmo basado en throughput → Mejor throughput
- ✓ Algoritmo basado en BLER → Mejor BLER
- ✓ Algoritmo basado en throughput → Mejores estadísticas de retardo
 - Mejora del retardo normalizado de un 17% en el 95% de los casos.
 - Transmite un 7% más de tramas sin retardo.
 - Mayor porcentaje de tramas sin retardo y que cumplen calidad.
- El algoritmo basado en BLER mejora la calidad de las tramas sin retardo
- Posible deterioro de la calidad final experimentada por el usuario al aplicar el algoritmo basado en BLER → Efecto contrario al deseado.
- El algoritmo basado en BLER no consigue el objetivo de BLER marcado.

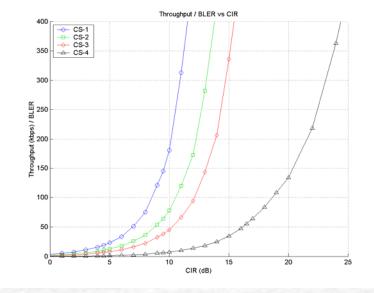
- Los dos algoritmos anteriores sólo consideraban en su diseño un único factor: throughput o BLER.
- Este algoritmo se diseña teniendo en cuenta ambos factores y pretende establecer un compromiso entre los dos algoritmos anteriores, ofreciendo unas prestaciones intermedias a las de ambos.
- En un primer intento parece conveniente evaluar la expresión:

Throughput BLER









- La expresión evaluada origina unas curvas que no representan por igual el comportamiento tanto del throughput como del BLER para todo el rango de valores de calidad del canal.
- Una posible solución:

Throughput BLER

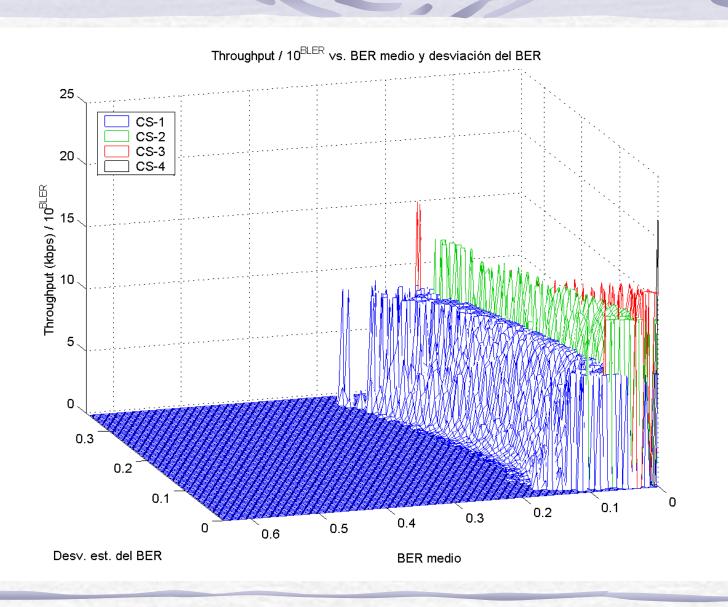


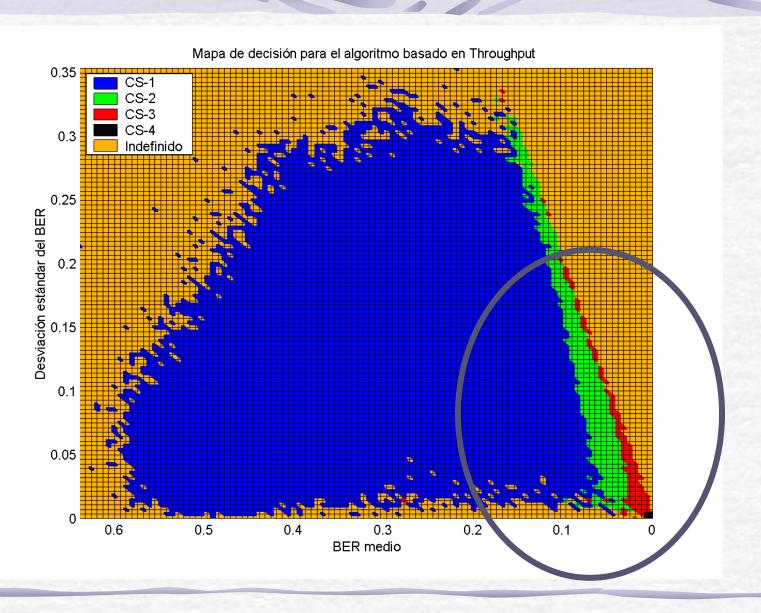
Throughput f(BLER)

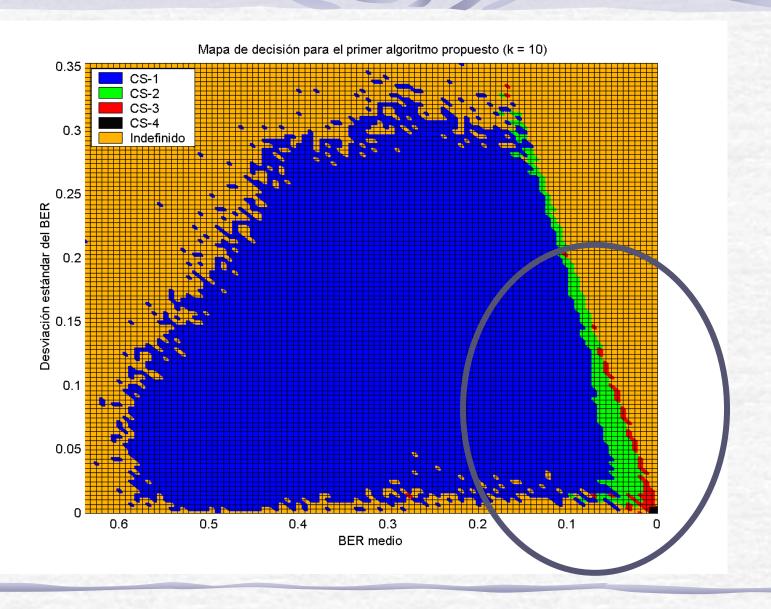
Una función adecuada:

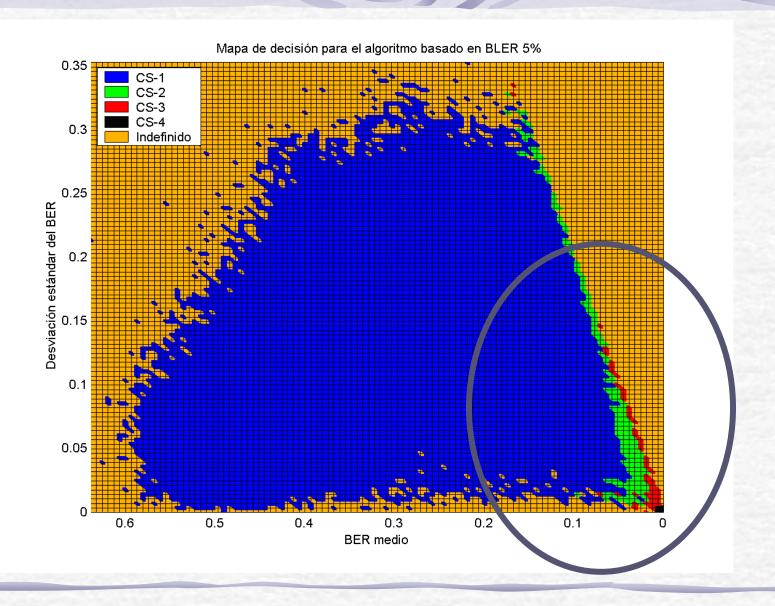
$$f(BLER) = k^{BLER}$$

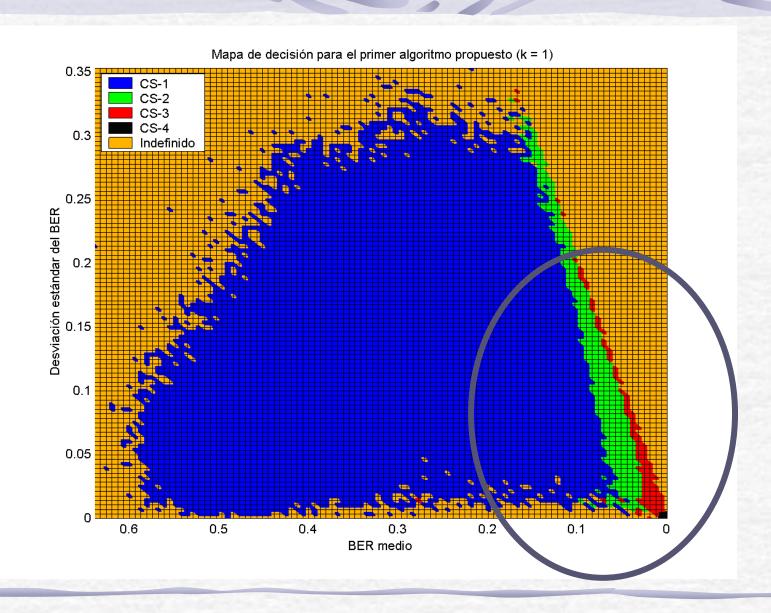
Expresión a evaluar:

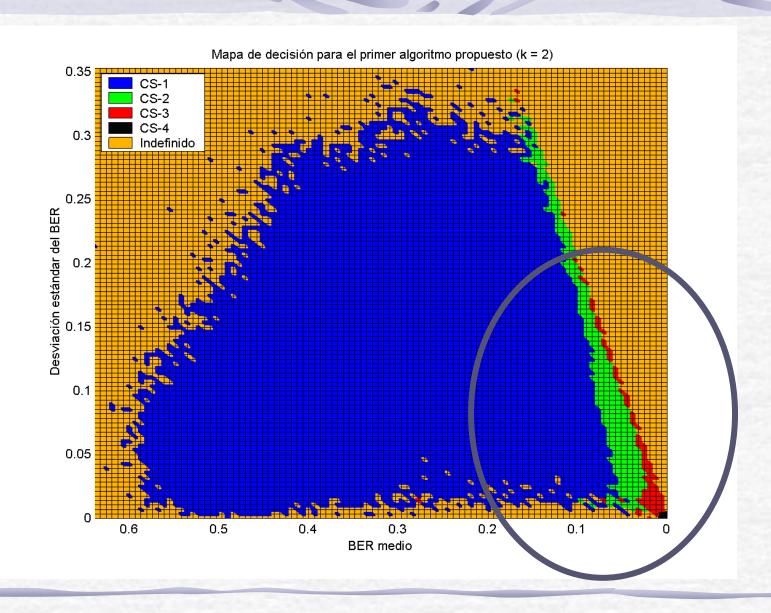


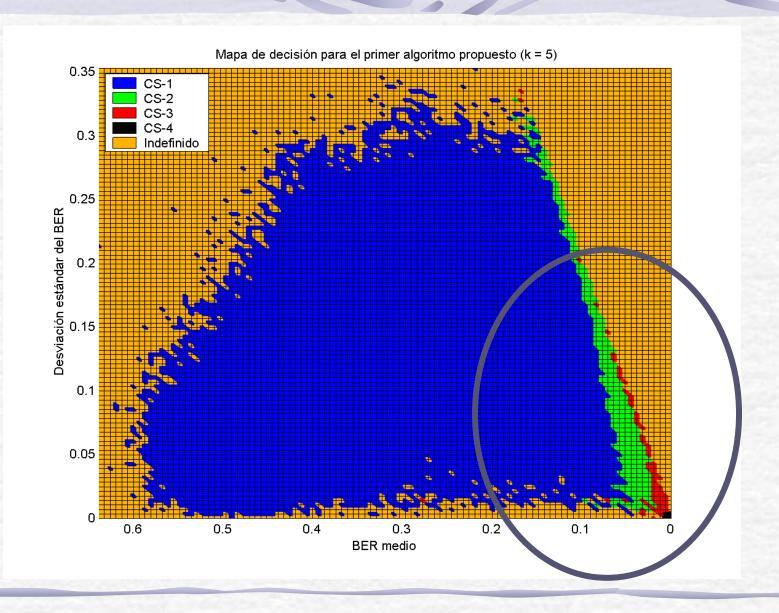


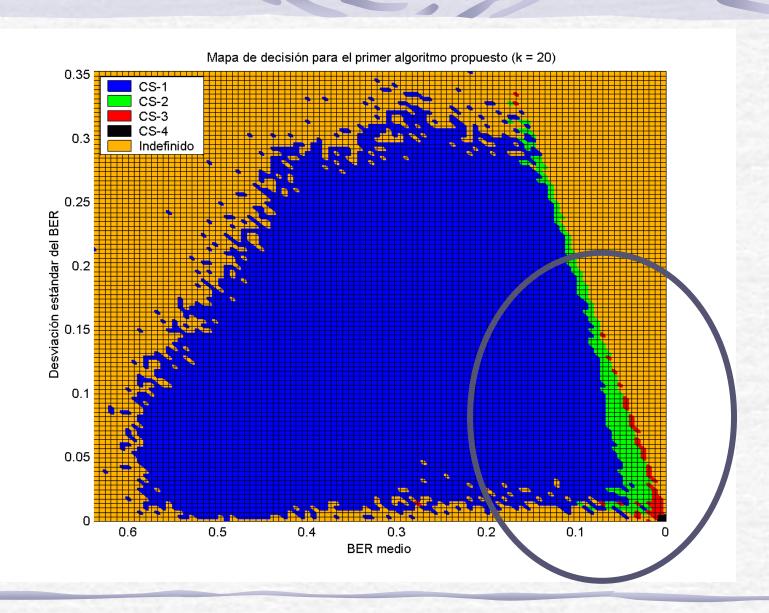


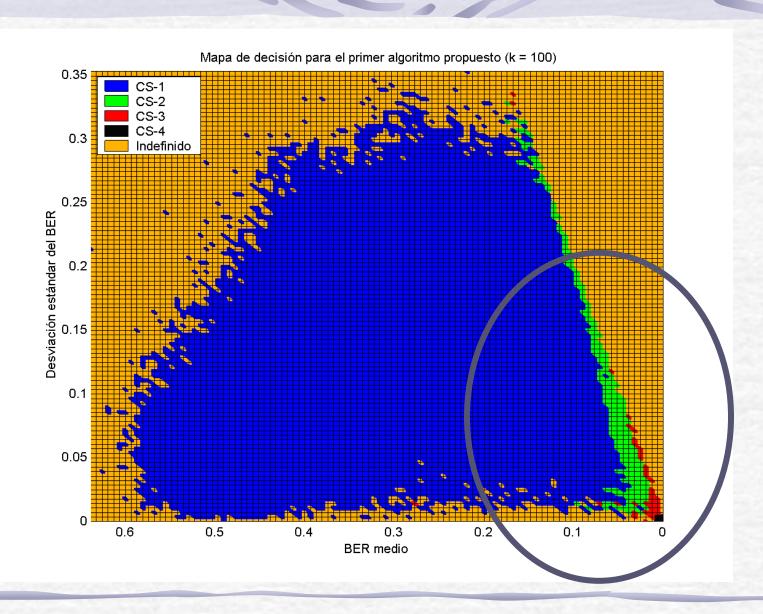












RESULTADOS

- El algoritmo consigue el compromiso buscado entre throughput y BLER.
- El compromiso también se establece en el retardo normalizado, en el porcentaje de tramas transmitidas sin retardo y, en general, en todos los parámetros analizados.
- El algoritmo, además, permite modificar de forma sencilla el grado de compromiso establecido con tan sólo variar un parámetro de diseño, el valor de la constante k.
- Aumentar el valor de $k \rightarrow$ Tendencia hacia el algoritmo de BLER.
- r Disminuir el valor de $rac{k}$ Tendencia hacia el algoritmo de throughput.
- Por tanto, un aumento de *k* supone otorgar una mayor importancia al BLER, mientras que una reducción implica que el throughput y el retardo adquieran más relevancia en el diseño del algoritmo.

2° ALGORITMO PROPUESTO

- Lo que se pretende es que no sólo el throughput sino también el retardo intervengan en la elección del esquema de codificación a emplear, ya que el retardo también es importante en la determinación de la QoS.
- El objetivo es mejorar las prestaciones de retardo.
- En el diseño del algoritmo se introduce el concepto de retardo de trama.

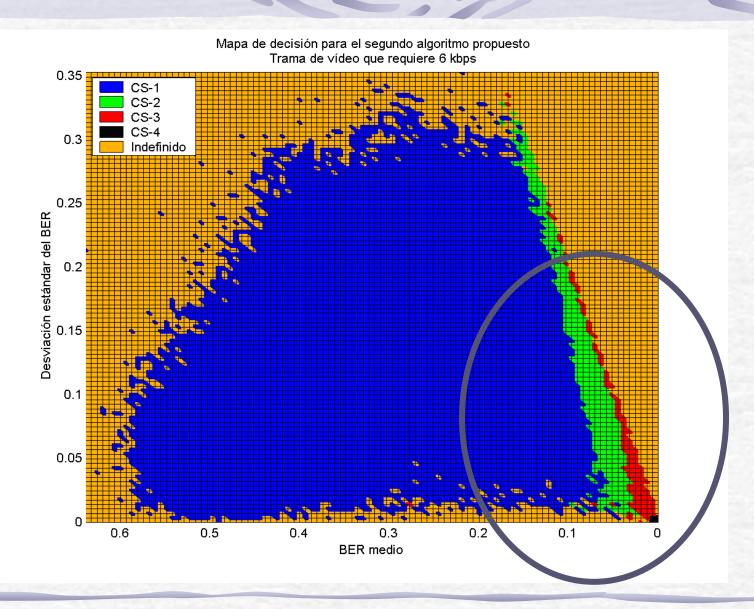
Retardo de trama =
$$\frac{I}{R_{CS-i}} - D$$

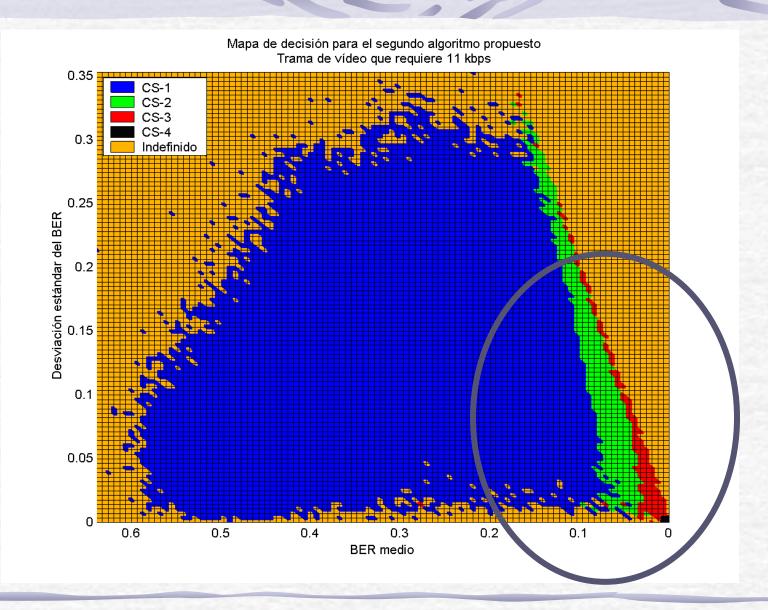
2° ALGORITMO PROPUESTO

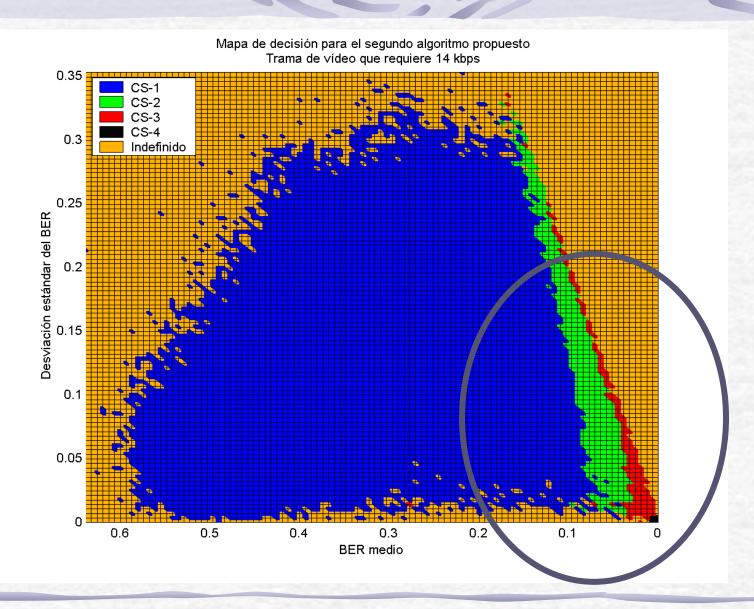
Cuando el retardo de trama es positivo:

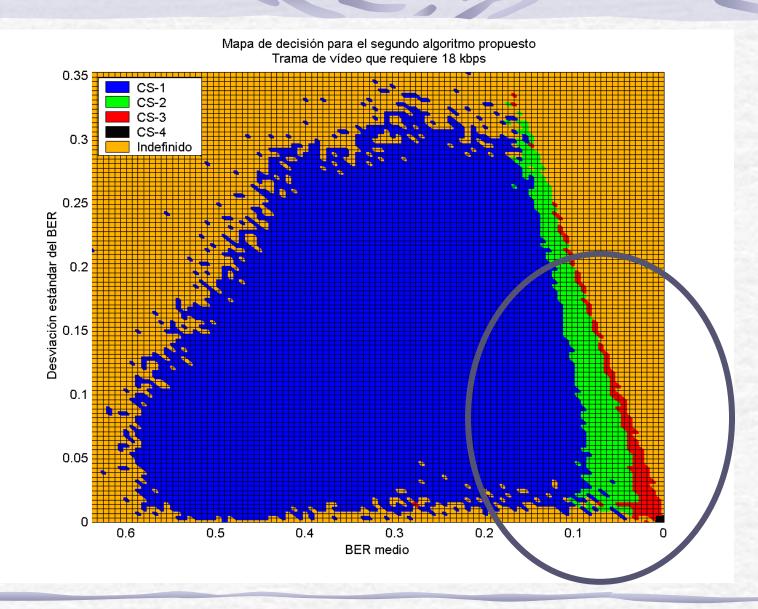
Cuando el retardo de trama es negativo:

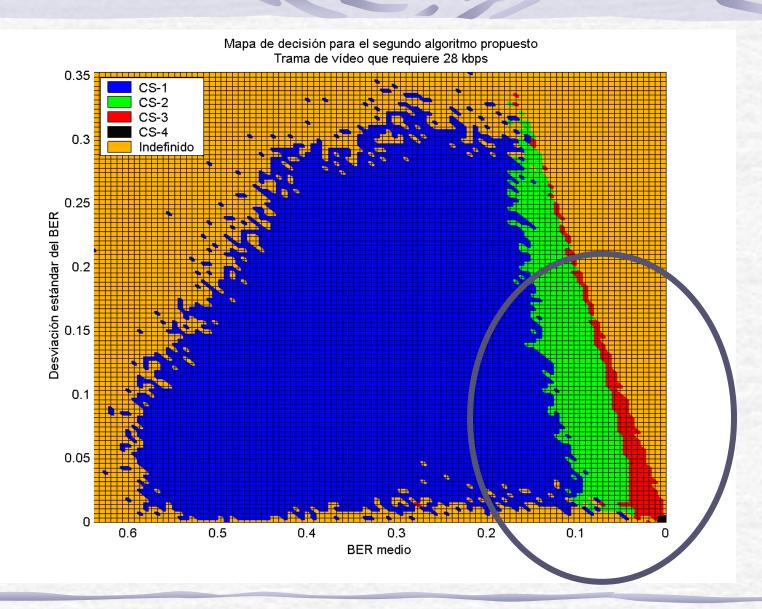
Throughput · Retardo de trama

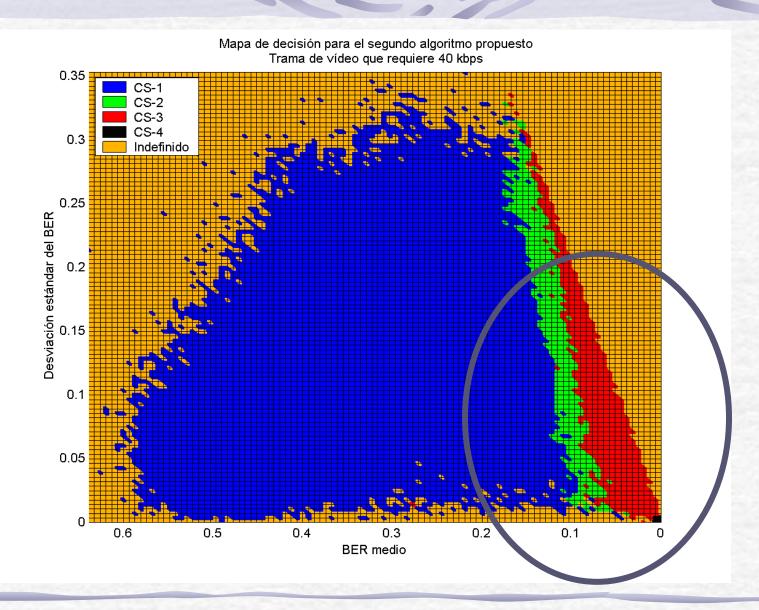












2° ALGORITMO PROPUESTO

En definitiva

El algoritmo obtenido adapta el proceso de selección del esquema de codificación en tiempo de ejecución de forma dinámica e inteligente a las características del flujo de datos transmitido.

RESULTADOS

- El algoritmo es capaz de proporcionar un throughput mayor que el ofrecido por el propio algoritmo basado en throughput.
 - Mejora relativa del 8.3% respecto al algoritmo de throughput (95%).
 - Debido a que el algoritmo es capaz de acertar a elegir el codificador óptimo en un mayor porcentaje de ocasiones.
- El BLER empeora ligeramente, pero en menor medida de lo que mejora el throughput.
- El retardo normalizado desciende de forma significativa.
 - Mejora relativa del 14% respecto al algoritmo de throughput (95%).
- Consigue transmitir hasta un 5% más de tramas con el mínimo retardo normalizado posible que los otros algoritmos (mejora relativa del 11%).

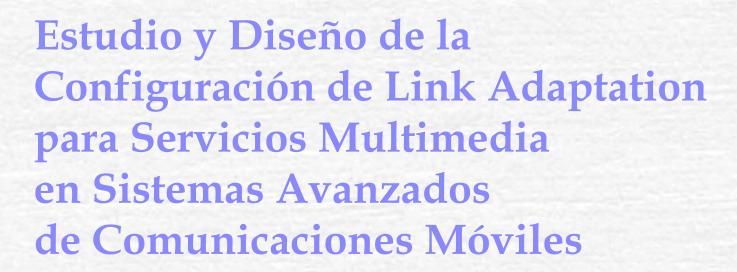
RESULTADOS

- Consigue transmitir un mayor porcentaje de tramas sin retardo:
 - Mejora relativa del 7% respecto al algoritmo de throughput (95%).
- No sólo transmite más tramas sin retardo, sino también más tramas sin retardo y que cumplen los diversos requisitos de BLER y BER señalados anteriormente.
- Por lo tanto, este segundo algoritmo es capaz de ofrecer unas prestaciones de retardo (y también de throughput) claramente superiores a las de los otros dos algoritmos de referencia, hecho que pone de manifiesto su eficacia en la consecución del objetivo inicial y su capacidad para contribuir a la mejora de la calidad de servicio en una aplicación en tiempo real.

CONCLUSIONES

- El algoritmo basado en throughput proporciona un buen throughput.
- El algoritmo basado en BLER proporciona el mejor BLER.
 - Posiblemente no se traduzca en una mejora de la QoS final.
 - El algoritmo no alcanza el BLER marcado como objetivo.
- El primer algoritmo propuesto logra establecer el compromiso buscado. Además, éste puede modificarse de forma muy sencilla.
 - Posibilidad de un algoritmo dinámico donde el valor de k varíe en función de algún parámetro de interés como, por ejemplo, la carga de usuarios del sistema → Trabajo futuro.
 - Búsqueda de nuevas funciones f(BLER) → Trabajo futuro.
- El segundo algoritmo propuesto ofrece unas prestaciones de retardo (y de throughput) superiores a las del resto de algoritmos, lo cual muestra su capacidad para mejorar la QoS en una aplicación de tiempo real.

GRACIAS POR SUATENCIÓN





AUTOR: Miguel López Benítez

DIRECTOR: Javier Gozálvez Sempere

Ingeniería Técnica de Telecomunicación Especialidad en Sistemas de Telecomunicación

Universidad Miguel Hernández de Elche