



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería de Telecomunicación

Algoritmos de selección de tecnología de acceso radio en redes heterogéneas de comunicaciones móviles de cuarta generación

Autor: Miguel López Benítez
Director: Dr. Javier Gozávez Sempere

- ❑ Introducción
- ❑ Algoritmos propuestos
- ❑ Plataforma de simulación
- ❑ Rendimiento de los algoritmos
- ❑ Conclusiones

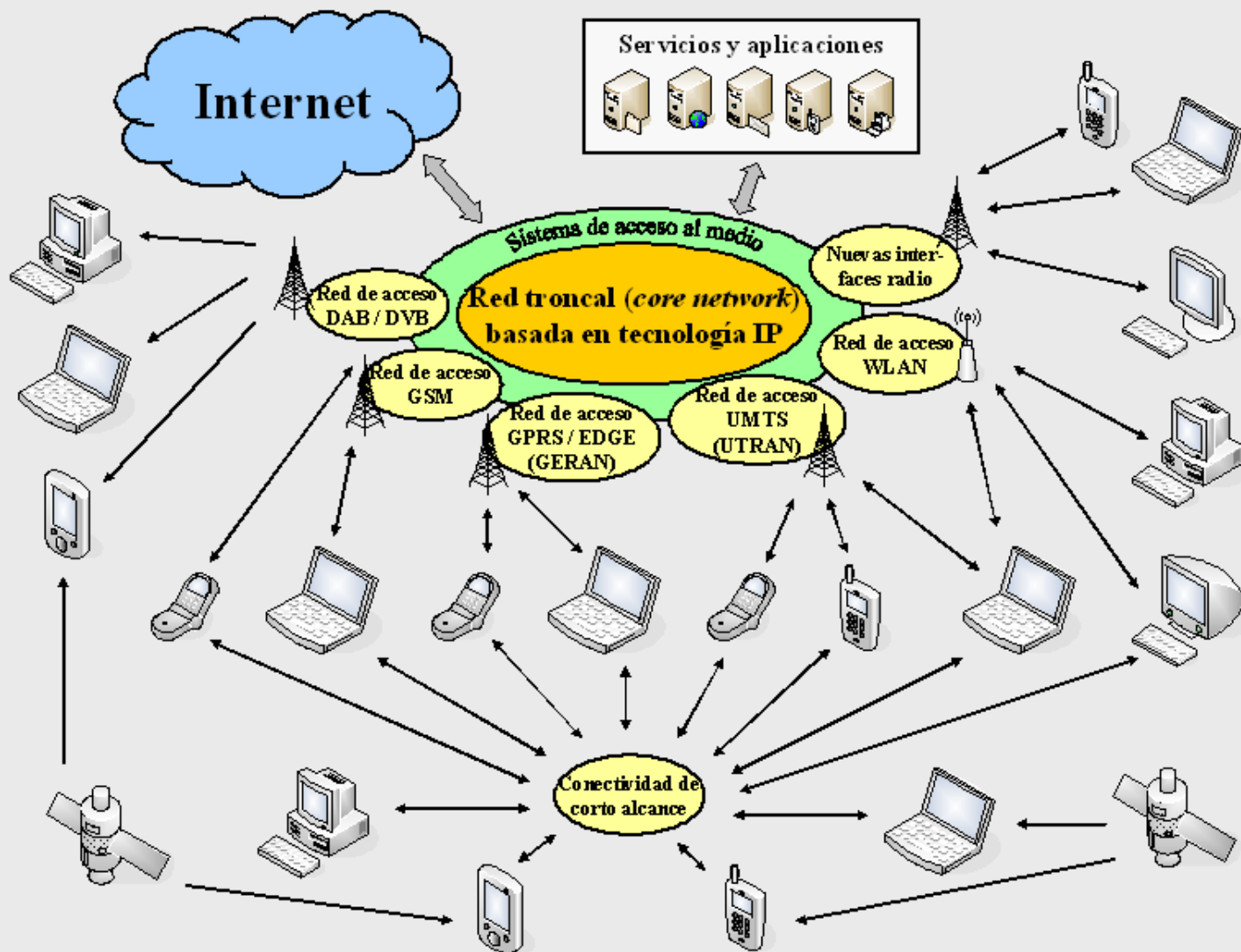
□ Introducción

- Algoritmos propuestos
- Plataforma de simulación
- Rendimiento de los algoritmos
- Conclusiones

- Industria de las comunicaciones móviles:
 - Desarrollo y explotación de los sistemas 3G.
 - Actividades de investigación:
 - Definición de los futuros sistemas *Beyond 3G* (B3G) / 4G.
 - Integración y gestión conjunta de los actuales sistemas radio (sistemas celulares 2G/3G/3.5G, WLAN, DBS...). Ej.: Proyectos IST de los Programas Marco de la Unión Europea.
- ↳ Concepto de red radio heterogénea.

Introducción

Concepto de
red radio
heterogénea



Radio Access
Technology (RAT)

- Introducción
- **Algoritmos propuestos**
- Plataforma de simulación
- Rendimiento de los algoritmos
- Conclusiones

- Cada algoritmo se basa en un criterio diferente.
- Todos ellos tienen en común el uso de función de utilidad.

- ❑ Objetivo: obtener elevados niveles de QoS asignando los usuarios a la RAT con las mejores prestaciones estimadas.
- ❑ UBET (*Utility Based on Expected Throughput*).

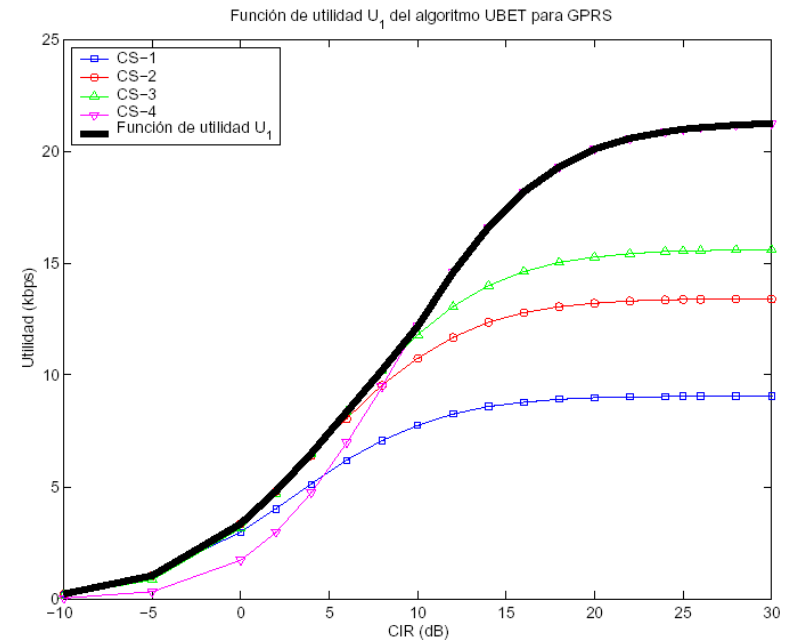
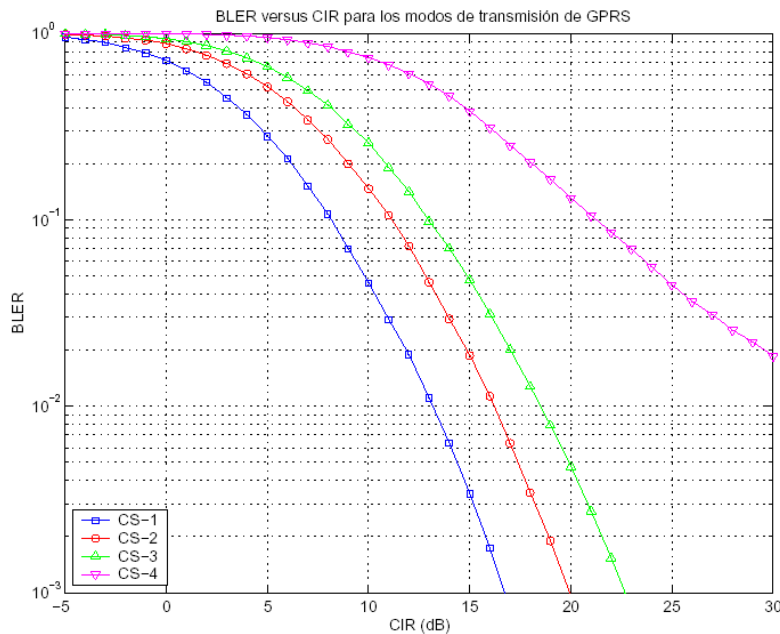
- ❑ Función de utilidad $\Rightarrow U = U_1 \cdot U_2$

Throughput según calidad
de transmisión radio

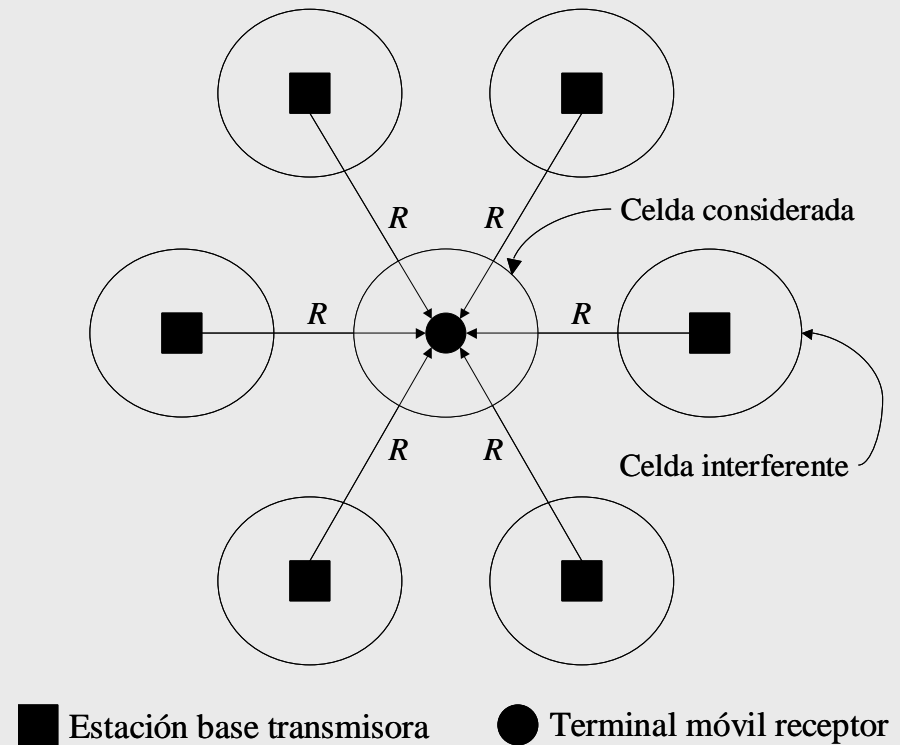
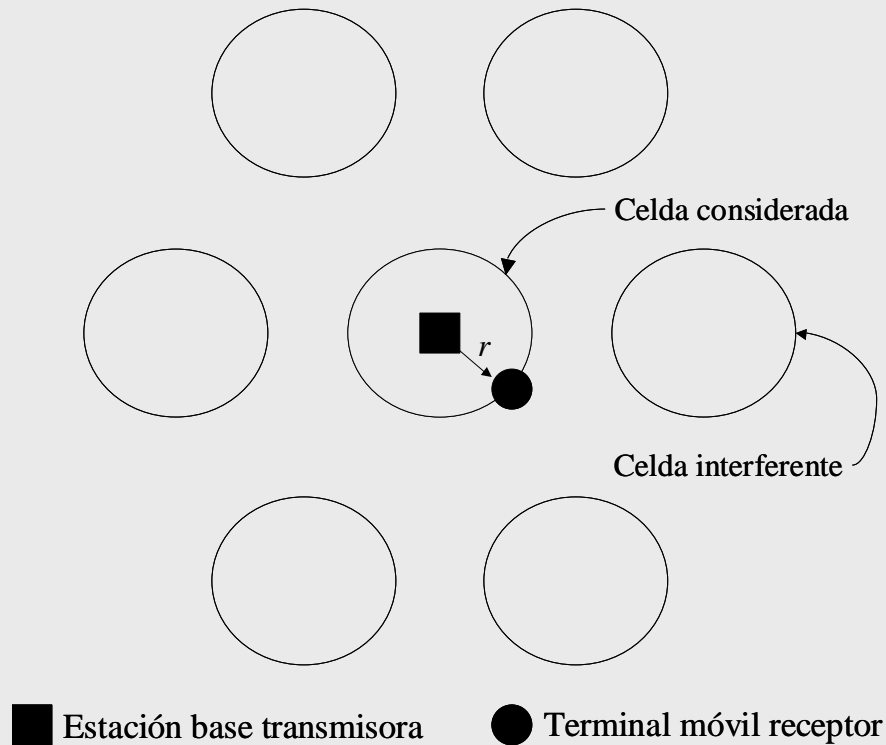
Disponibilidad de recursos

- ▣ Función de utilidad U_1 .

$$\text{Throughput} = R \cdot (1 - \text{BLER})$$

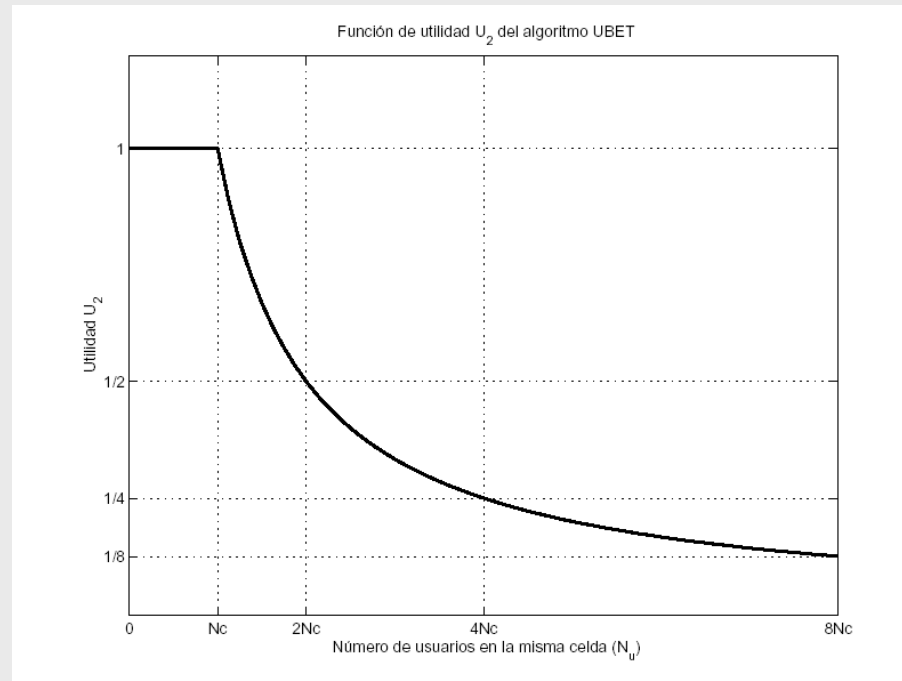


- Método propuesto para estimar la calidad radio.



- Función de utilidad U_2 .

$$U_2 = \begin{cases} 1, & N_u \leq N_c \\ N_c / N_u, & N_u > N_c \end{cases}$$



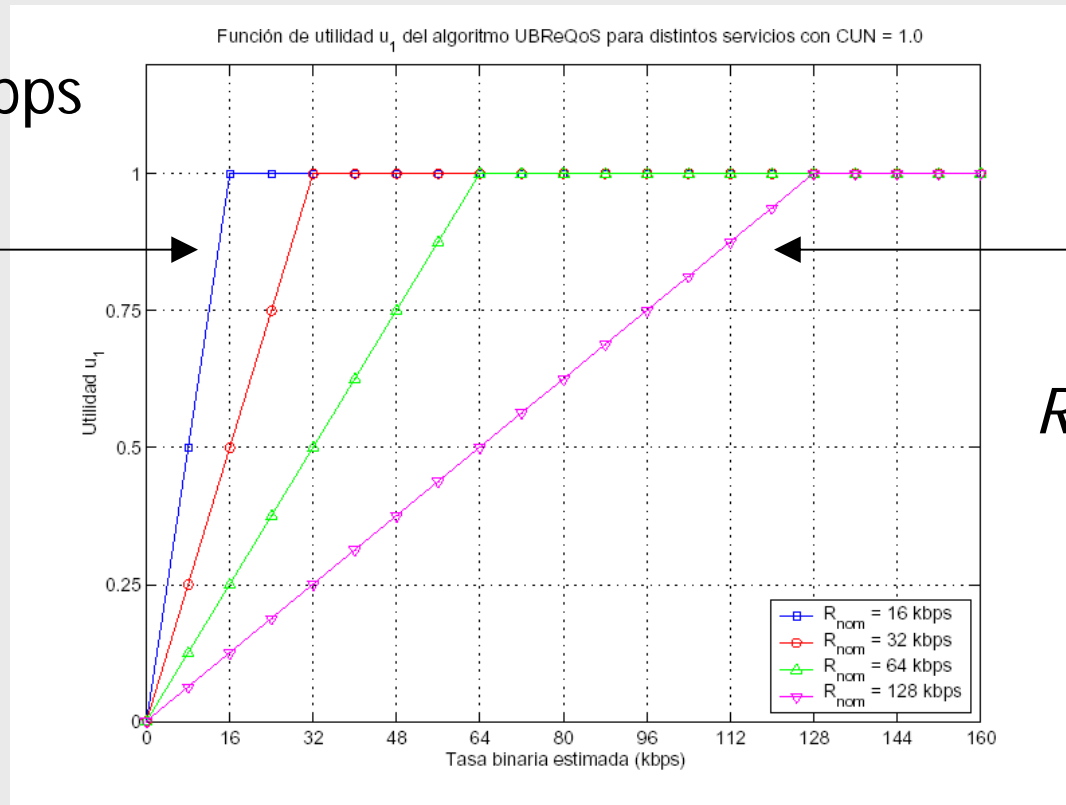
- Resumiendo:
 - Calcular U_1 a partir de la calidad de transmisión radio.
 - Calcular U_2 a partir del número de usuarios y canales.
 - Calcular utilidad total $U = U_1 \cdot U_2$
 - Repetir el proceso para cada RAT del sistema.
 - Seleccionar la RAT con el valor de U más elevado.

- Distribuir usuarios entre las RATs en función de:
 - Nivel de prestaciones de cada RAT.
 - Nivel de QoS requerido por el usuario.

- UBRReQoS (*Utility Based on Required Quality of Service*).

- Función de utilidad u_1 :
 - Tasa binaria media requerida por el servicio = R_{nom}
 - Coeficiente de utilidad nominal = CUN

$R_{nom} = 16$ kbps



$R_{nom} = 128$ kbps

- Modo de uso de la función u_1 :

$$U_1 = \sum_{i=1}^T p(TM_i) \cdot u_1(TM_i)$$

T = Número de modos de transmisión disponibles

TM_i = Modo de transmisión i

$p(TM_i)$ = Probabilidad/porcentaje de utilización de TM_i

$u_1(TM_i)$ = Utilidad u_1 asociada a la tasa binaria de TM_i

- Disponibilidad de recursos:

$$U_2 = \begin{cases} 1, & N_u \leq N_c \\ N_c / N_u, & N_u > N_c \end{cases}$$

- Niveles de interferencia:

$$U_3 = 1 - \sum_{i=1}^T p(TM_i) \cdot BLER(TM_i)$$

□ Resumiendo:

- Calcular u_1 a partir del valor de R_{nom} y CUN.
- Calcular U_1 haciendo uso de la función u_1 .
- Calcular U_2 a partir del número de usuarios y canales.
- Calcular U_3 a partir de la calidad de transmisión radio.
- Calcular utilidad total $U = U_1 \cdot U_2 \cdot U_3$
- Repetir el proceso para cada RAT del sistema.
- Seleccionar la RAT con el valor de U más elevado. Si ha varias con el máximo valor, se escoge la de menores prestaciones.

- Introducción
- Algoritmos propuestos
- **Plataforma de simulación**
- Rendimiento de los algoritmos
- Conclusiones

- ❑ Evaluación de los algoritmos propuestos mediante simulación por ordenador.
- ❑ Plataforma de simulación SPHERE (*Simulation Platform for HEterogeneous wiREless systems*).
- ❑ Integra tres avanzados simuladores a nivel de sistema:
 - GPRS (*General Packet Radio Service*) \Rightarrow 2.5G
 - EDGE (*Enhanced Data-rates for GSM/Global Evolution*) \Rightarrow 3G
 - HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*) \Rightarrow 3.5G
- ❑ Servicios considerados en este trabajo:
 - Navegación web.
 - Correo electrónico.
 - Vídeo H.263 en tiempo real (32, 64 y 256 kbps).

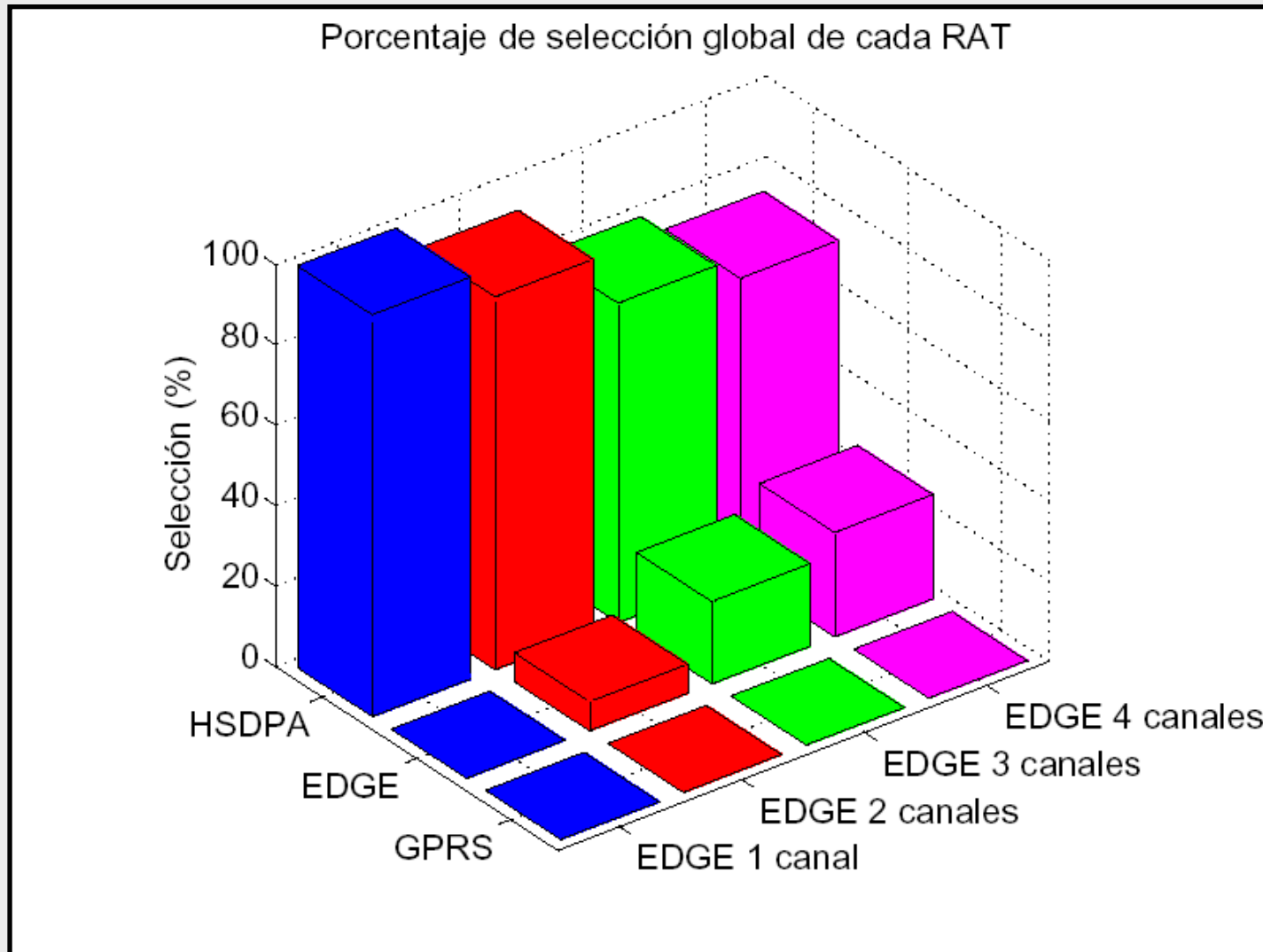
- Introducción
- Algoritmos propuestos
- Plataforma de simulación
- **Rendimiento de los algoritmos**
- Conclusiones

- Nivel de satisfacción de los usuarios:
 - Web y correo electrónico \Rightarrow 4 segundos (3GPP TS 22.105)
 - Vídeo H.263 tiempo real \Rightarrow Antes de la siguiente trama H.263
- Escenarios de carga considerados en este trabajo:

Escenario	Número de usuarios					
	Web	Email	32 kbps	64 kbps	128 kbps	Total
I	2	2	4	3	1	12
II	3	3	6	4	2	18
III	4	4	8	6	2	24

Rendimiento de los algoritmos

Algoritmo UBET



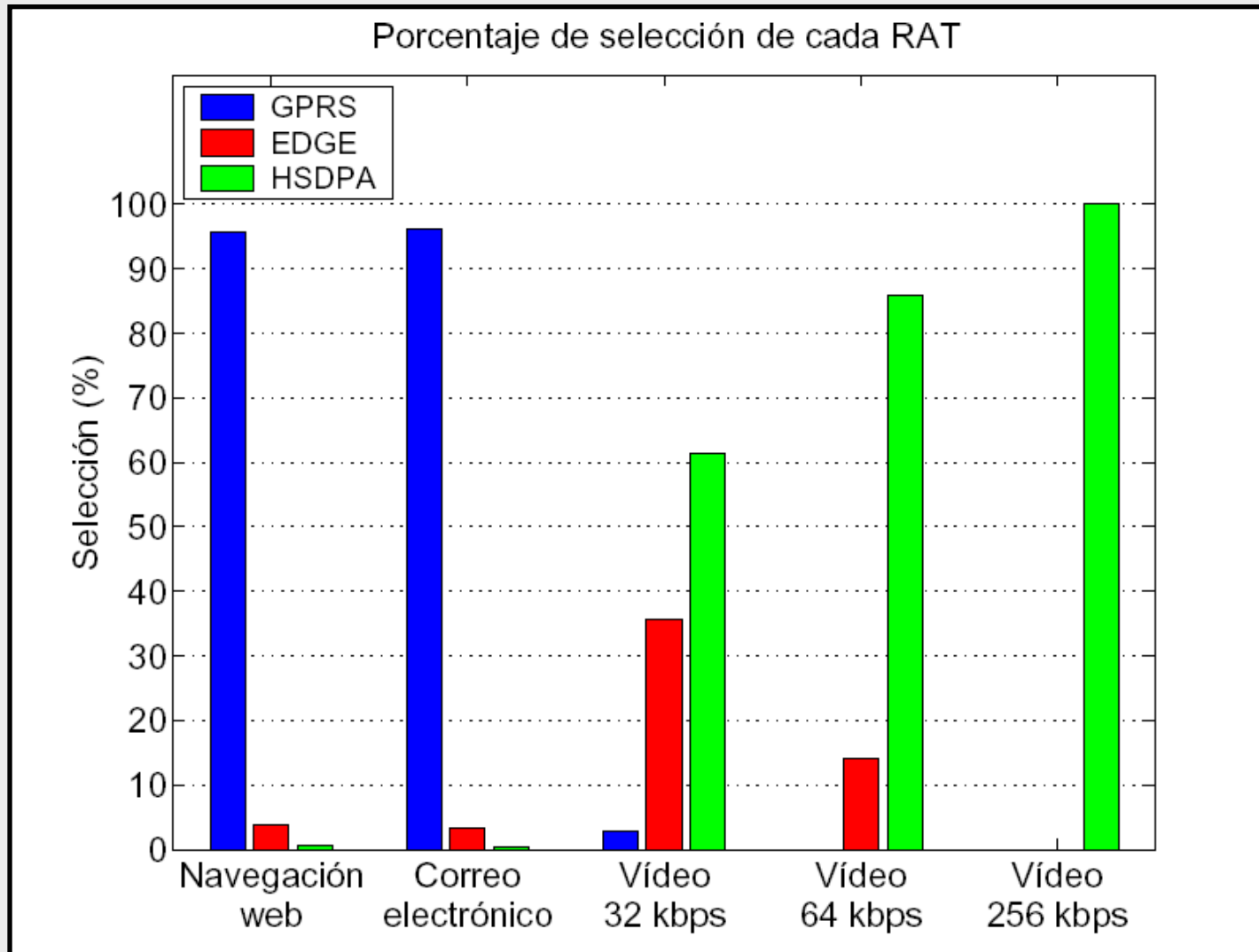
Rendimiento de los algoritmos

Algoritmo UBET

Escenario	Parámetro	Modo de operación de EDGE			
		1 canal	2 canales	3 canales	4 canales
I	Satisfacción (%)	92.73	92.17	91.38	92.29
	Cambios de RAT/min/usuario	0.00	0.00	1.11	1.37
II	Satisfacción (%)	83.09	84.02	87.99	89.51
	Cambios de RAT/min/usuario	0.00	0.26	1.25	1.28
III	Satisfacción (%)	71.64	80.55	85.27	87.85
	Cambios de RAT/min/usuario	0.28	0.78	1.06	1.18

Rendimiento de los algoritmos

Algoritmo UBRReQoS



Rendimiento de los algoritmos

Algoritmo UBReQoS

Servicio	Nivel de satisfacción (%)		
	UBET	UBReQoS	UBReQoS optimizado
Navegación web	97.70	59.64	94.01
Correo electrónico	92.80	57.85	93.51
Vídeo 32 kbps	99.53	90.96	97.27
Vídeo 64 kbps	96.05	90.30	94.96
Vídeo 256 kbps	52.49	55.89	55.66

+3.40 %



Esc. II \Rightarrow +12.04 %

Esc. III \Rightarrow +21.92 %

CUN = 1.00
Y = 50 %

CUN = 0.25
Y = 90 %

Rendimiento de los algoritmos

Algoritmo UBRReQoS

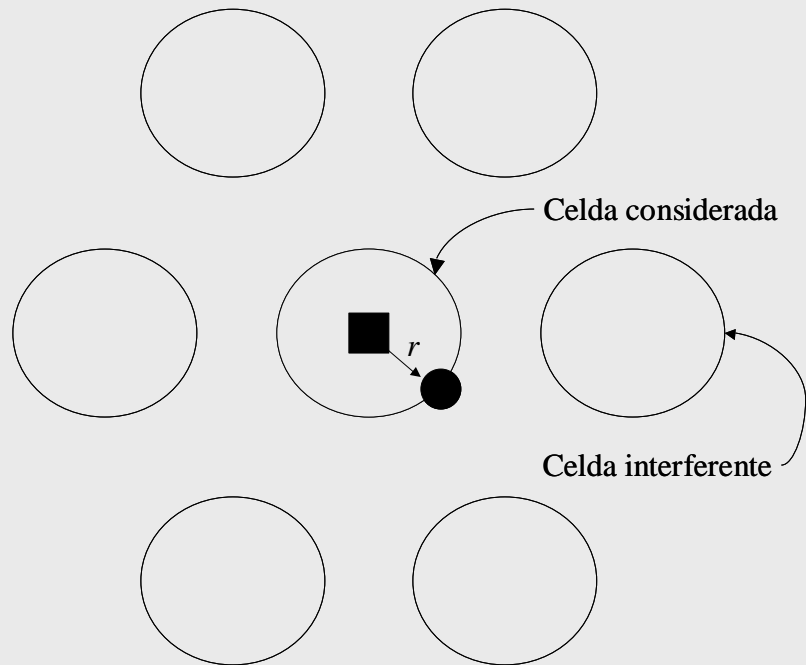
- ❑ UBRReQoS vs. Asignaciones fijas (proyecto EVEREST).
- ❑ Asignaciones fijas:
 - Navegación web y correo electrónico \Rightarrow GPRS.
 - Vídeo a 32 kbps \Rightarrow EDGE.
 - Vídeo a 64 y 256 kbps \Rightarrow HSDPA.

Servicio	Nivel de satisfacción (%)	
	Asignaciones fijas	UBReQoS
Navegación web	49.79	59.64
Correo electrónico	54.32	57.85
Vídeo 32 kbps	88.23	90.96
Vídeo 64 kbps	92.90	90.30
Vídeo 256 kbps	51.86	55.89

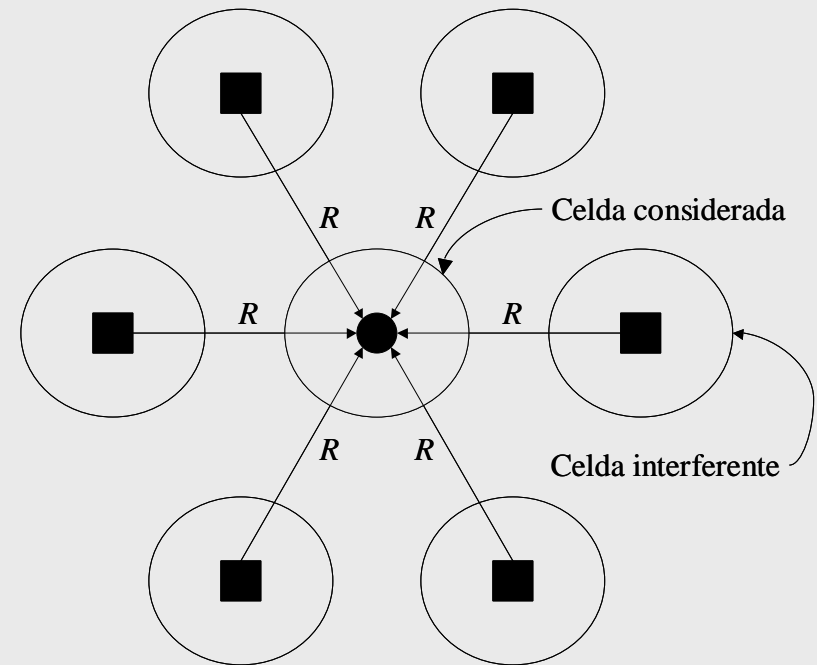
Rendimiento de los algoritmos

Método para calidad radio

- Método propuesto para estimar la calidad radio.



■ Estación base transmisora ● Terminal móvil receptor



■ Estación base transmisora ● Terminal móvil receptor

Rendimiento de los algoritmos

Método para calidad radio

- ❑ Método propuesto para evaluar la calidad radio vs. Valor real instantáneo.

Servicio	Nivel de satisfacción UBReQoS (%)	
	Método propuesto	Valor real
Navegación web	59.64	52.11
Correo electrónico	57.85	57.40
Vídeo 32 kbps	90.96	93.43
Vídeo 64 kbps	90.30	76.79
Vídeo 256 kbps	55.89	49.14

- Introducción
- Algoritmos propuestos
- Plataforma de simulación
- Rendimiento de los algoritmos
- **Conclusiones**

- Este trabajo ha propuesto nuevos algoritmos diseñados para distribuir eficientemente el tráfico de una red heterogénea de comunicaciones móviles entre las diversas alternativas de acceso radio disponibles.
- El objetivo de este trabajo es el de proveer soluciones que permitan satisfacer los diversos requisitos de calidad de servicio del sistema al mismo tiempo que se realiza un uso eficiente de los recursos radio disponibles.

- Algoritmo UBET:
 - ✓ Elevados niveles de satisfacción global.
 - ✗ Uso de recursos poco eficiente.
 - ✗ Dificulta la provisión satisfactoria para servicios exigentes.

- Algoritmo UBReQoS:
 - vs. Asignaciones fijas:
 - ✓ Adaptación dinámica a los niveles de carga y demanda.
 - ✓ Mayores niveles de satisfacción.
 - ✗ Coste de operación \Rightarrow señalización por traspaso de usuarios.
 - vs. UBET:
 - ✓ Uso más eficiente de recursos.
 - ✓ Mayor satisfacción para servicios más exigentes.
 - ✗ Menor satisfacción para servicios menos exigentes.
 - ✓ Configuración óptima que minimiza el impacto.
 - ✓ Provisión satisfactoria de los diversos servicios.
 - ✓ Uso eficiente de los recursos disponibles en el sistema.

- Método propuesto para estimar calidad radio:
 - vs. valor real instantáneo:
 - ✓ Mayores niveles de satisfacción.
 - Implementación práctica:
 - ✓ Más sencilla.
 - ✓ Menor coste computacional.

- El presente trabajo ha sido llevado a cabo bajo una beca de investigación concedida por el Centro de Investigación Operativa de la Universidad Miguel Hernández a través del proyecto “Diseño e implementación de técnicas de decisión multi-agente aplicadas a la gestión eficiente de los recursos radio en sistemas de comunicaciones móviles” (GV05/189) financiado por la Consellería de Empresa, Universidad y Ciencia de la Generalitat Valenciana.

- Miguel López-Benítez, Javier Gozávez, "QoS Provisioning in Beyond 3G Heterogeneous Wireless Systems Through Common Radio Resource Management Algorithms", *2nd ACM Workshop on QoS and Security for Wireless and Mobile Networks*, Torremolinos, 2-6 Octubre 2006, aceptado para su publicación.
- Miguel López-Benítez, María del Carmen Lucas-Estañ, Javier Gozávez, "A Dynamic Radio Simulation Platform for the Study of Radio Resource Management Techniques in Heterogeneous Wireless Systems", *The 9-th ACM/IEEE International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems*, Torremolinos, 2-6 Octubre 2006, aceptado para su publicación.
- Miguel López Benítez, Javier Gozávez, María del Carmen Lucas Estañ, "SPHERE - Plataforma Avanzada de Simulación para Sistemas Inalámbricos Heterogéneos", *XXI Simpósium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio*, Oviedo, 12-15 Septiembre 2006, aceptado para su publicación.