

Evaluation of New Link Adaptation Techniques for Mobile Satellite Channels

Anxo Tato Arias

anxotato@gts.uvigo.es

Titor: Carlos Mosquera Nartallo

02 outubro de 2015

Contidos

- 1 Introducción
 - Obxectivos
- 2 Compoñente satélite das IMT-2000
- 3 Estándar S-UMTS familia SL
- 4 Modelo de canle
- 5 Adaptación de enlace S-UMTS
 - Algoritmo robusto para o enlace directo
 - Enlace de retorno (canle multi-estado)
 - Ferramentas
 - Informed outage capacity
- 6 Conclusións e liñas futuras

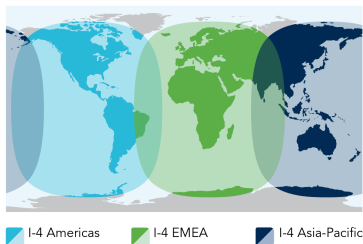
Objetivos do proxecto

- Estudar a familia SL do estándar S-UMTS.
- Analizar a canle LMS (Satélite Móbil Terrestre).
- Implementar en Matlab o modelo de canle LMS multi-estado.
- Modificar o algoritmo do enlace de retorno e adaptalo para operar no enlace directo.
- Validar o correcto funcionamento dos algoritmos na canle LMS.

BGAN: sistema comercial S-UMTS

Spectrum is the lifeblood of communication systems

Eficiencia espectral (bit/s/Hz)

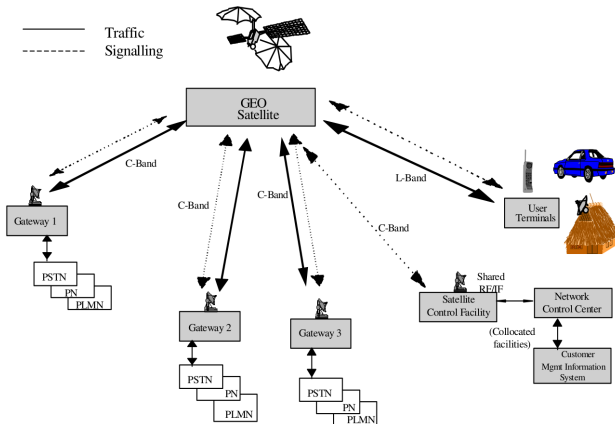


Cobertura sistema comercial BGAN (Inmarsat)

Parámetros:

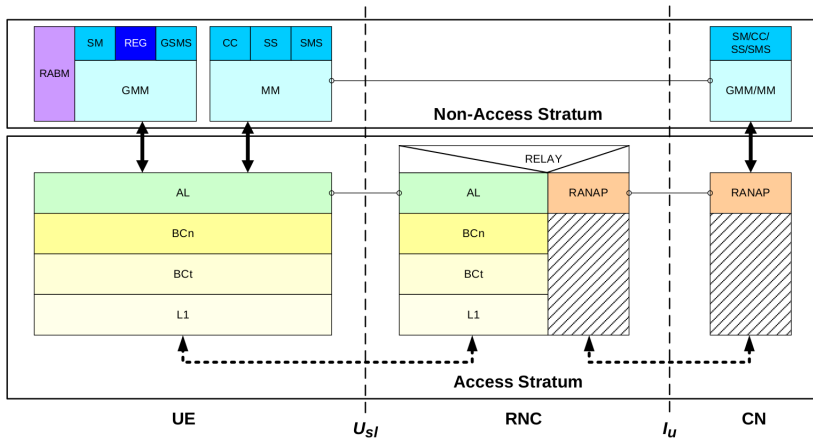
- **Frecuencia:** banda L \sim 1600 MHz
- **Ancho de banda:** \downarrow 41 MHz, \uparrow 41 MHz

Arquitetura IMT-2000



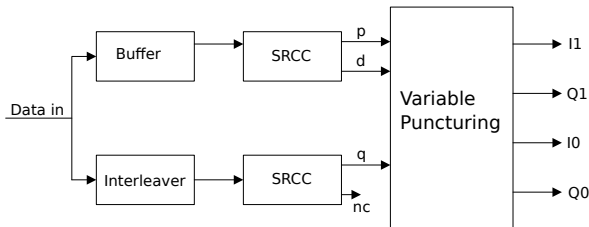
- **Interfaces Radio Satélite (SRI)**
SRI-A, SRI-B, SRI-C, SRI-E, SRI-F, SRI-G, SRI-H

Pila de protocolos

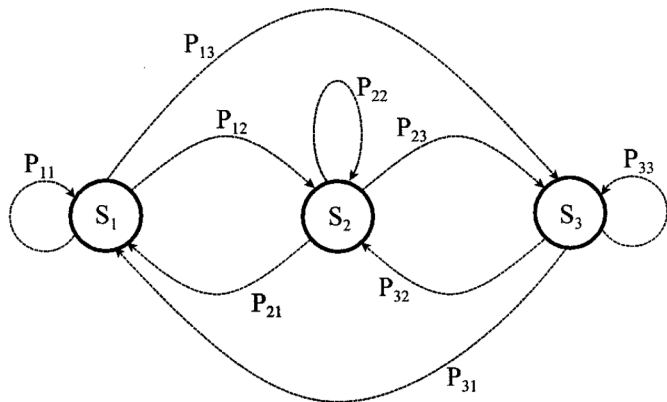


Capa física: PHY

- Taxas binarias: 3 - 850 kbps
- Tipos de portadoras (*Bearers*)
 - **Modulación:** 64-QAM, 32-QAM, 16-QAM, QPSK, $\pi/4$ QPSK
 - **Taxa de símbolo:** 8.4 - 168 kbaud
 - **Duración:** 5 ms, 20 ms, 80 ms
- Subtipos de portadoras
 - **Taxa de codificación do turbo-codificador:** 0.33 - 0.90

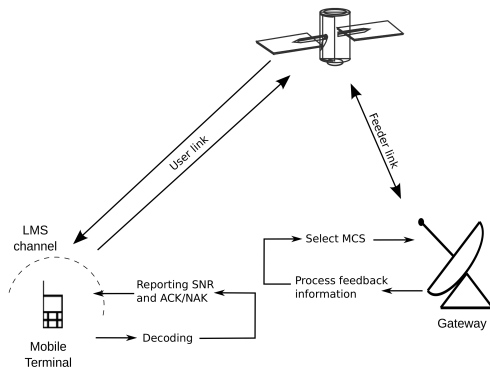


Modelo de canle de Fontán



$$f_R(r) = \frac{r}{\sigma_r^2 \sigma_{\ln} \sqrt{2\pi}} \int_0^\infty \frac{1}{a} \exp \left[-\frac{(\ln a - \mu)^2}{2\sigma_{\ln}^2} - \frac{(r^2 + a^2)}{2\sigma_r^2} \right] I_0 \left(\frac{ra}{\sigma_r^2} \right) da \quad (1)$$

Escenario



Alberto Rico-Alvariño, Anxo Tato, Carlos Mosquera.

Robust Adaptive Coding and Modulation Scheme for the Mobile Satellite Forward Link. In *Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), 2015 IEEE 16th International Workshop on*, pages 530–534, June 2015.

Exposición do problema

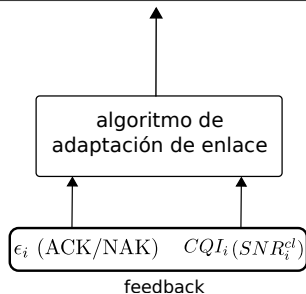
Obxectivo:
Maximizar a eficiencia espectral

Restrición:
 $FER \leq p_0$

MODCOD da trama i

Cadro: Set of MCSs (in accordance with F80T1Q1B bearer)

MCS i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rate r_i	0.68	0.80	0.96	1.10	1.26	1.40	1.54	1.66	1.74



Matemáticas...

- Adaptación da marxe c_i :
 - Selección do MODCOD:

$$m_i = \Pi(\text{snr}_{i-d} + c_i) \quad (2)$$

- Problema de optimización:

$$\min_c J(c) = \min_c |\mathbb{E}[\epsilon] - p_0|^2 \quad (3)$$

- Descenso por gradiente:

$$c_{i+1} = c_i - \mu_i \frac{\partial J}{\partial c}(c_i) \quad (4)$$

- Esquema de adaptación:

$$c_{i+1} = c_i - \mu(\epsilon_{i-d} - p_0) \quad (5)$$

Matemáticas... (2)

- Adaptación da marxe c_i e peso da SNR ξ_i :
 - Selección do MODCOD:

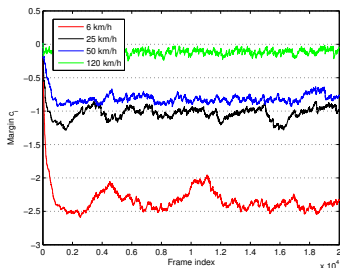
$$m_i = \Pi(\xi_i \cdot \text{snr}_{i-d} + c_i) \quad (6)$$

- Esquema de adaptación:

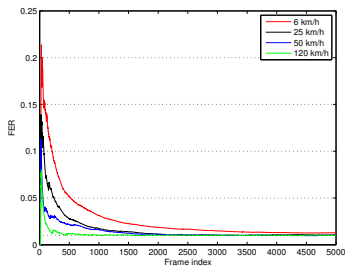
$$\xi_{i+1} = \xi_i - \mu \cdot (\epsilon_{i-d} - p_0) \cdot \text{snr}_{i-2d}$$

Resultados (1)

- Evolución da marxe e a FER acumulada



(a) Marxe

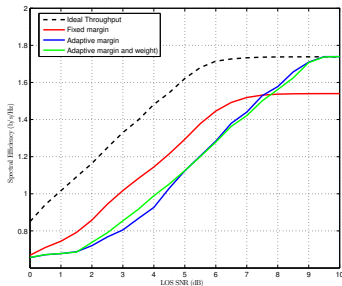


(b) FER acumulada

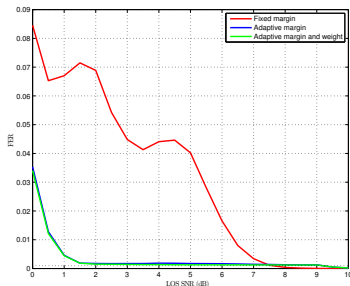
Figura: Contorna suburbana, FER obxectivo de 0.01 e LOS SNR de 6 dB

Resultados (2)

- Eficiencia espectral e FER



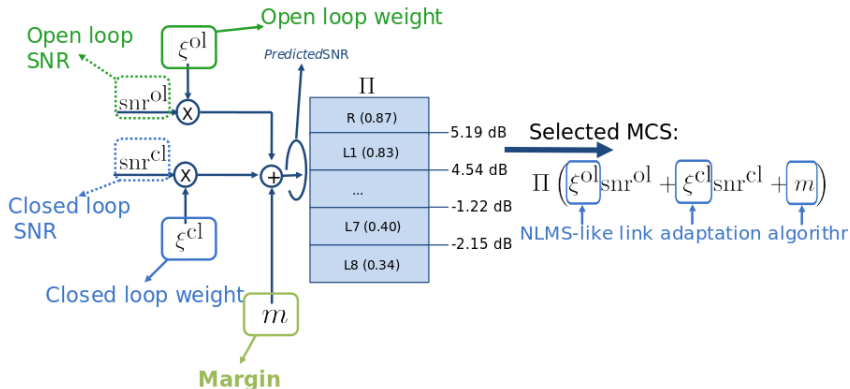
(a) Eficiencia espectral



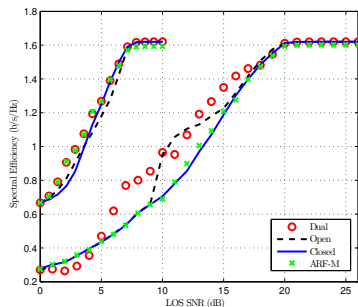
(b) FER

Figura: Contorna urbana, velocidade 5 km/h, FER obxectivo de 0.001.

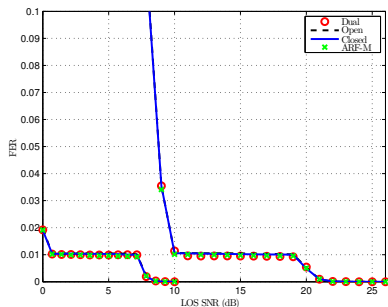
Selección do MODCOD



Resultados canle multi-estado



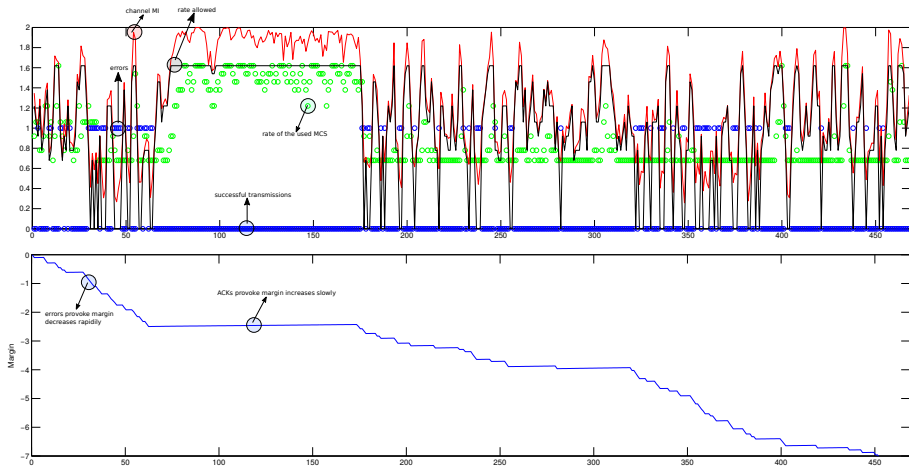
(a) Eficiencia espectral



(b) FER

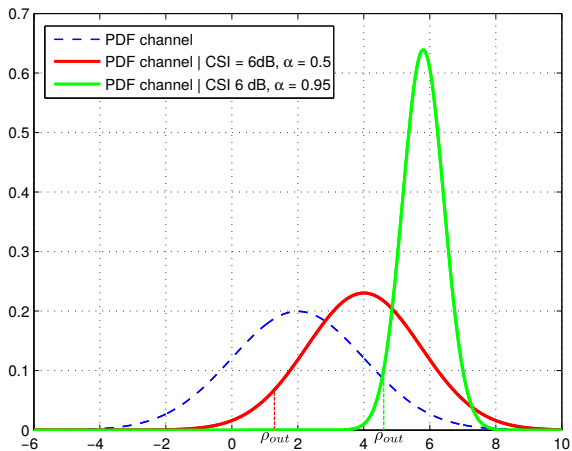
Figura: I-tree 60 km/h

Adaptación de enlace no dominio temporal

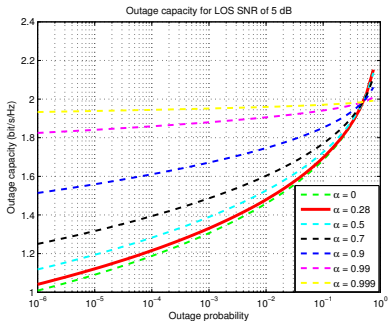


Informed outage capacity

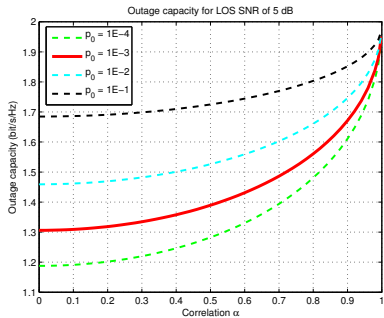
$$C_{out, \hat{\rho}} = \log_2(1 + \rho_{out}) \quad (7)$$



Resultados (1)

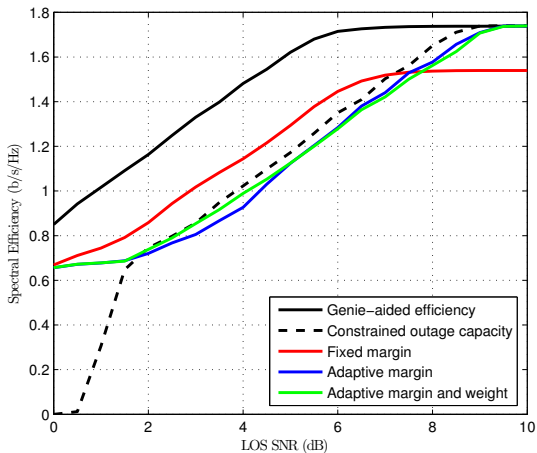


(a)



(b)

Resultados (2)



Eficiencia espectral = 97 % Informed Outage Capacity

- Conclusións

- Moi bos resultados coa canle multi-estado do algoritmo dual que balancea as dúas SNRs.
- O algoritmo para o enlace directo amosa un bo comportamento en termos de FER.
- O algoritmo para o enlace directo acadou o 97 % da informed outage capacity.
- Novas ferramentas para analizar os resultados dos algoritmos de adaptación de enlace.

- Liñas futuras

- Expandir o concepto de informed outage capacity á canle multi-estado.
- Realizar simulacións cos parámetros da capa física dos estándares DVB-S2X/DVB-RCS2.
- Probas de campo para testear os algoritmos.

Grazas pola súa atención

Ecuacións algoritmos

Variante LMS Normalizado:

$$c_{i+1} = c_i - \frac{\mu}{\theta^2 + \text{snr}_{i-2d}^2} (\epsilon_{i-d} - \tilde{p}_{0,i}) \cdot \theta \quad (8)$$

co lazo de $\tilde{p}_{0,i}$:

$$\tilde{p}_{0,i+1} = \tilde{p}_{0,i} - \lambda (\epsilon_{i-d} - p_0) \quad (9)$$

Ecuacións informed outage capacity

- Modelo SNR efectiva

$$\rho = \alpha \hat{\rho} + (1 - \alpha) \bar{\rho} + \sigma_{\rho} \sqrt{1 - \alpha^2} W \quad (10)$$

- FDP condicional

$$f(\rho|\hat{\rho}) \sim N\left(\alpha \hat{\rho} + (1 - \alpha) \bar{\rho}, \sigma_{\rho} \sqrt{1 - \alpha^2}\right) \quad (11)$$

-

$$\int_{-\infty}^{\rho_{out}} f(\rho|\hat{\rho}) d\rho = p_0 \quad (12)$$

$$C_{out, \hat{\rho}} = \log_2(1 + \rho_{out}) \quad (13)$$

$$C_{out} = \int C_{out, \hat{\rho}} f(\hat{\rho}) d\hat{\rho} \quad (14)$$