

Modelo de comunicaciones cooperativas empleando Teoría de Juegos: Aplicaciones para Radios Cognitivos

Luis M. Gato Díaz
luis.gd@tele.cujae.edu.cu

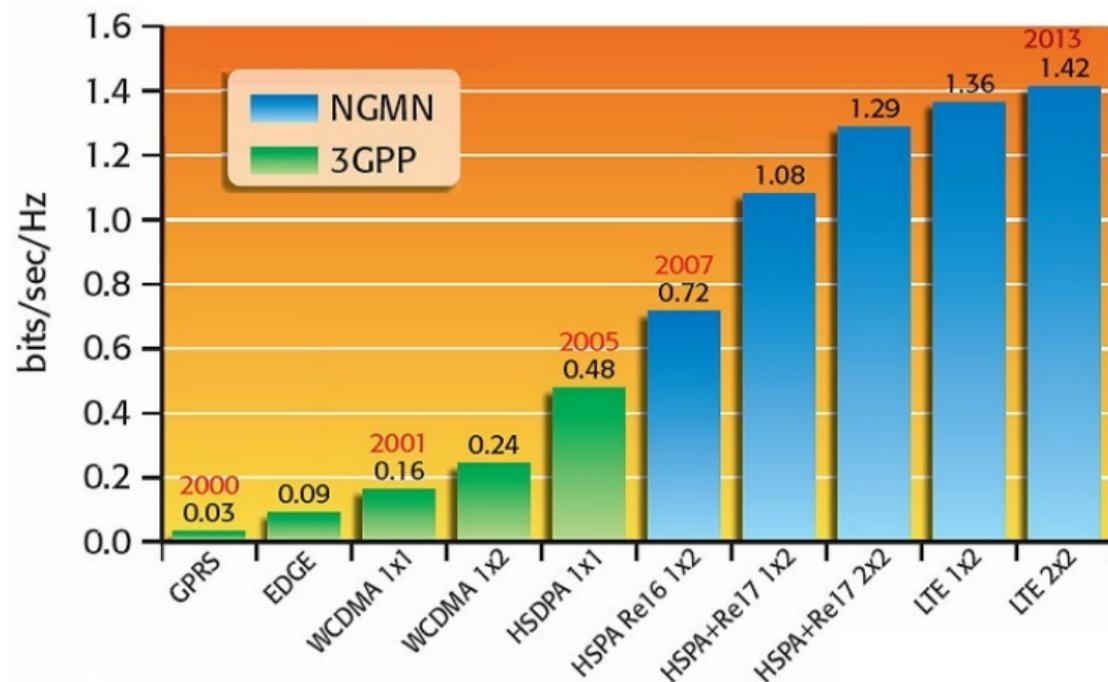
Meiby Ortiz Bouza
Jorge Torres Gómez

Dept. of Telecommunications and Telematics, UTH
Complex of Integrated Technological Investigations (CITI)



2^{da} Conferencia Anual de Tecnologías Informáticas, Multimedias y de Telecomunicaciones

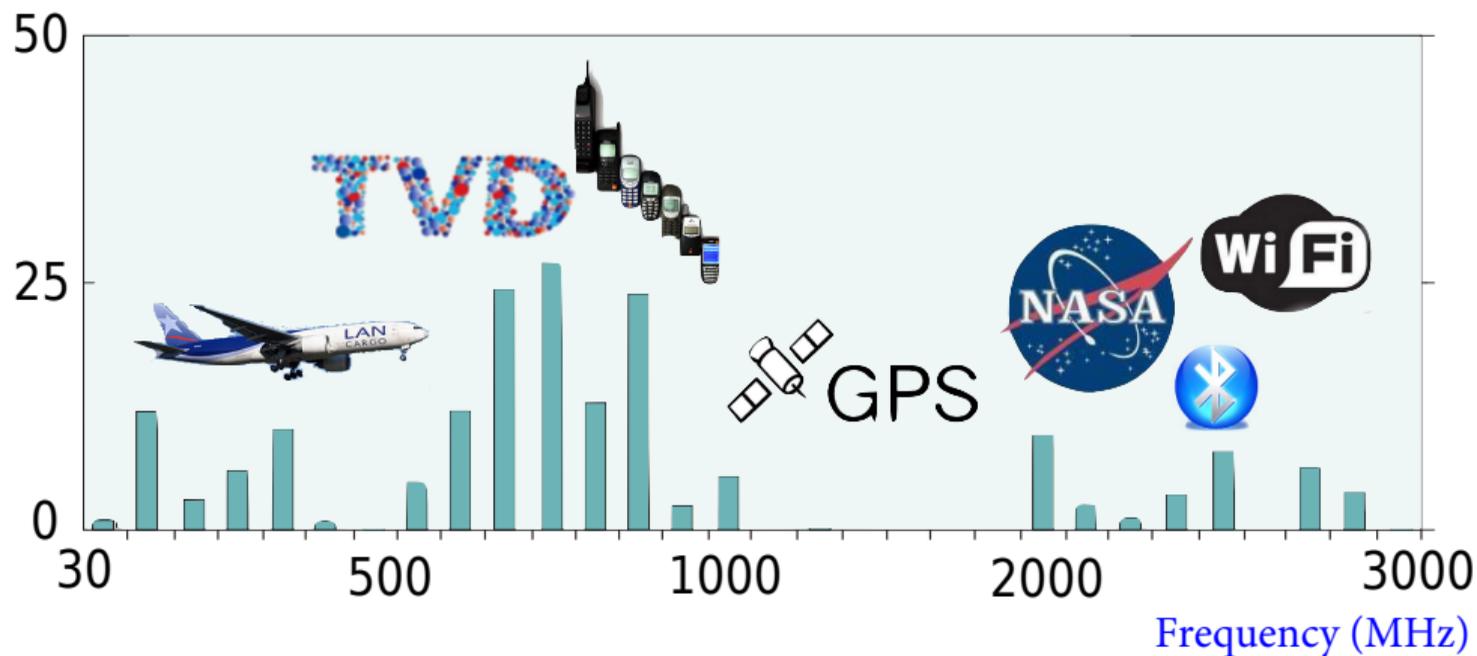
Cada vez menos incrementos en la eficiencia espectral



[1] S. Kusaladharna, "Aggregate Interference Analysis for Cognitive Radio Networks", University of Alberta, 2013.

Ocupación ineficiente del espectro radioeléctrico

Efficiency (%)



[2] Amir Ghasemi, *Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks: Requirements, Challenges and Design Trade-offs*. IEEE Communications Magazine, 2008.

Usuarios primarios (PU) y Usuarios secundarios (SU)

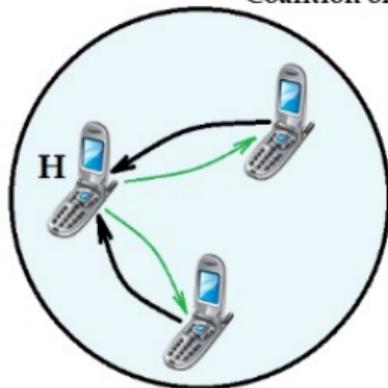
Primary User
e.g., a TV station



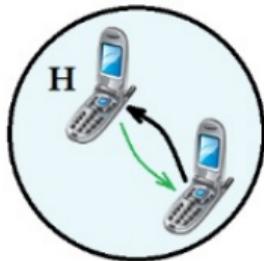
Coalition of one SU



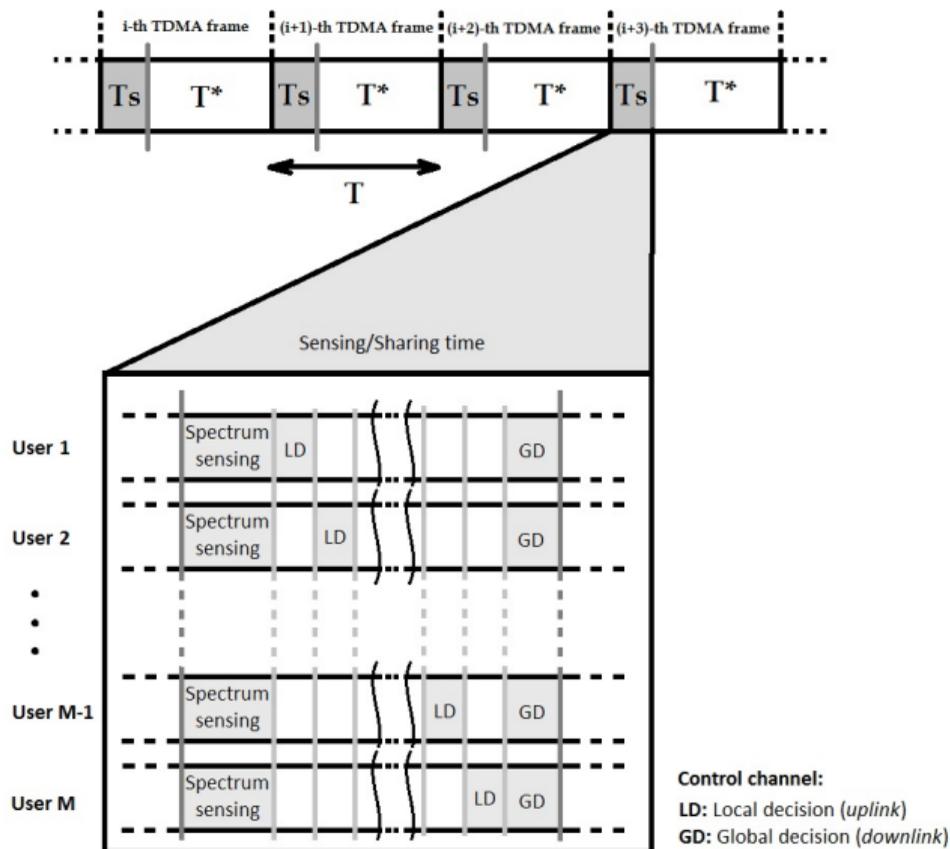
Coalition of SUs



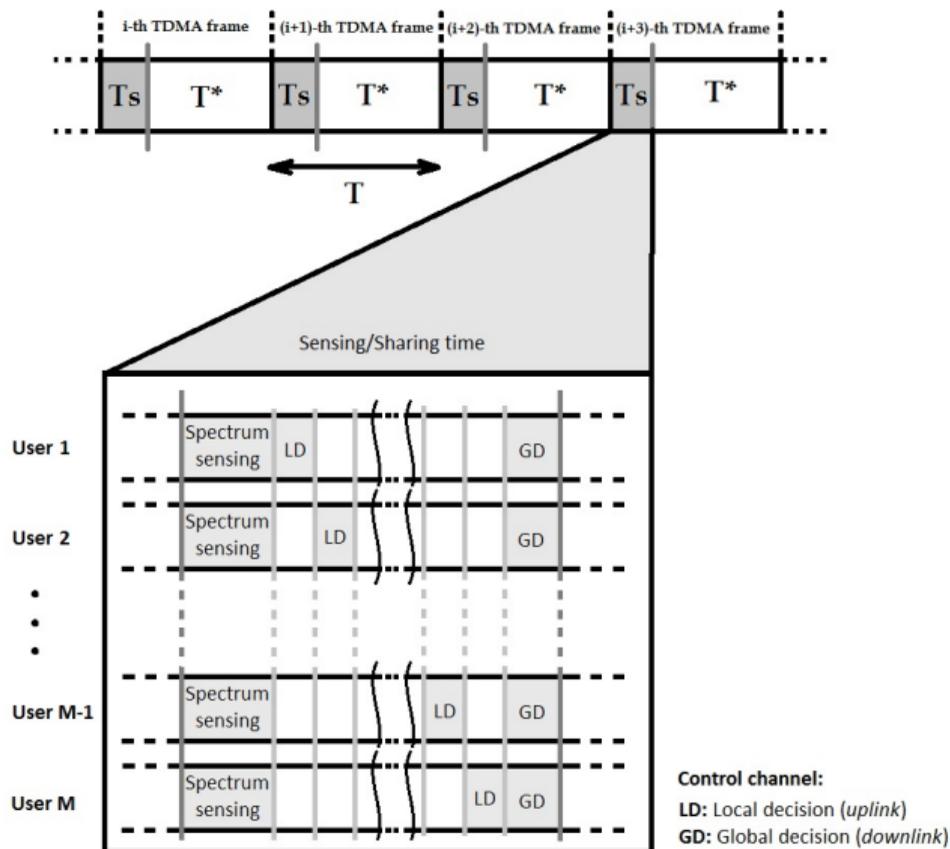
Coalition of SUs



Ejemplo de tramas TDMA para una red de Radios Cognitivos



Ejemplo de tramas TDMA para una red de Radios Cognitivos



Tasa de bits alcanzable

$$\tau_{H_0} = \frac{T - T_s}{T} (1 - P_{fa}) R_b \quad (1)$$

$$\tau_{H_1} = \frac{T - T_s}{T} (1 - P_d) R_b \quad (2)$$

Juego de formación de coaliciones

Un juego de formación de coaliciones consiste en un par (N, v) , donde N es un conjunto finito de jugadores y v es la función de utilidad que rige el juego y que asocia a cada coalición $S \subseteq N$ una recompensa $v(S)$.

Empleo de Teoría de Juegos

Juego de formación de coaliciones

Un juego de formación de coaliciones consiste en un par (N, v) , donde N es un conjunto finito de jugadores y v es la función de utilidad que rige el juego y que asocia a cada coalición $S \subseteq N$ una recompensa $v(S)$.

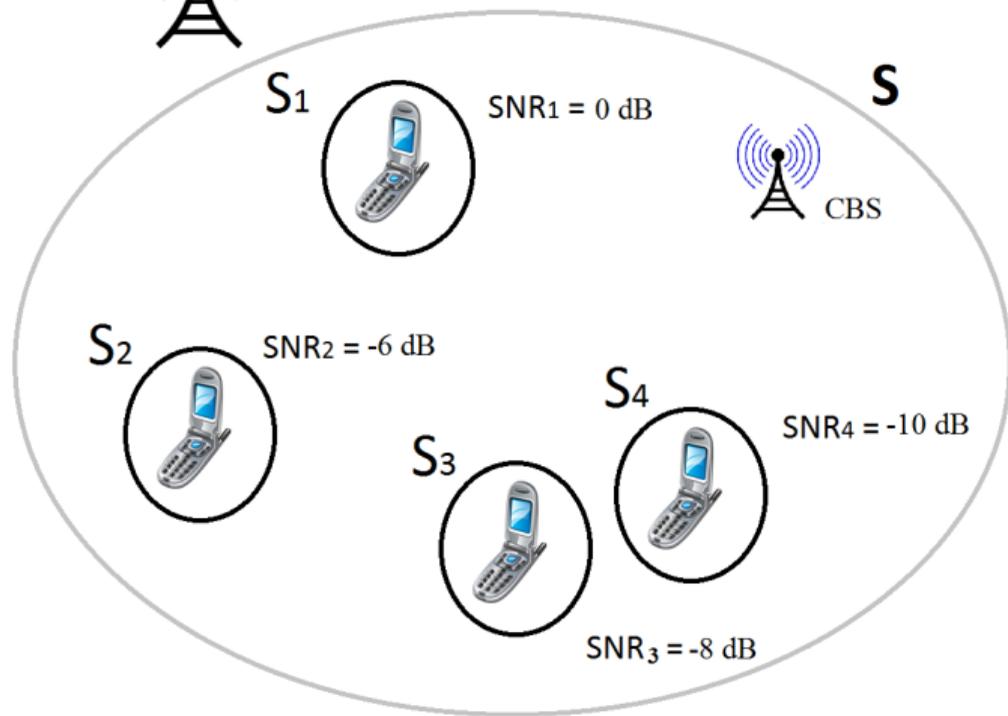
Funciones de utilidad y de costo

$$v(S_i) = Q_{S_i}^d - C(Q_{S_i}^{fa})$$

$$C(Q_{S_i}^{fa}) = \begin{cases} -\alpha^2 \log \left(1 - \left(\frac{Q_{S_i}^{fa}}{\alpha} \right)^2 \right) & , \text{ para } Q_{S_i}^{fa} < \alpha \\ \infty & , \text{ para otros .} \end{cases} \quad (3)$$

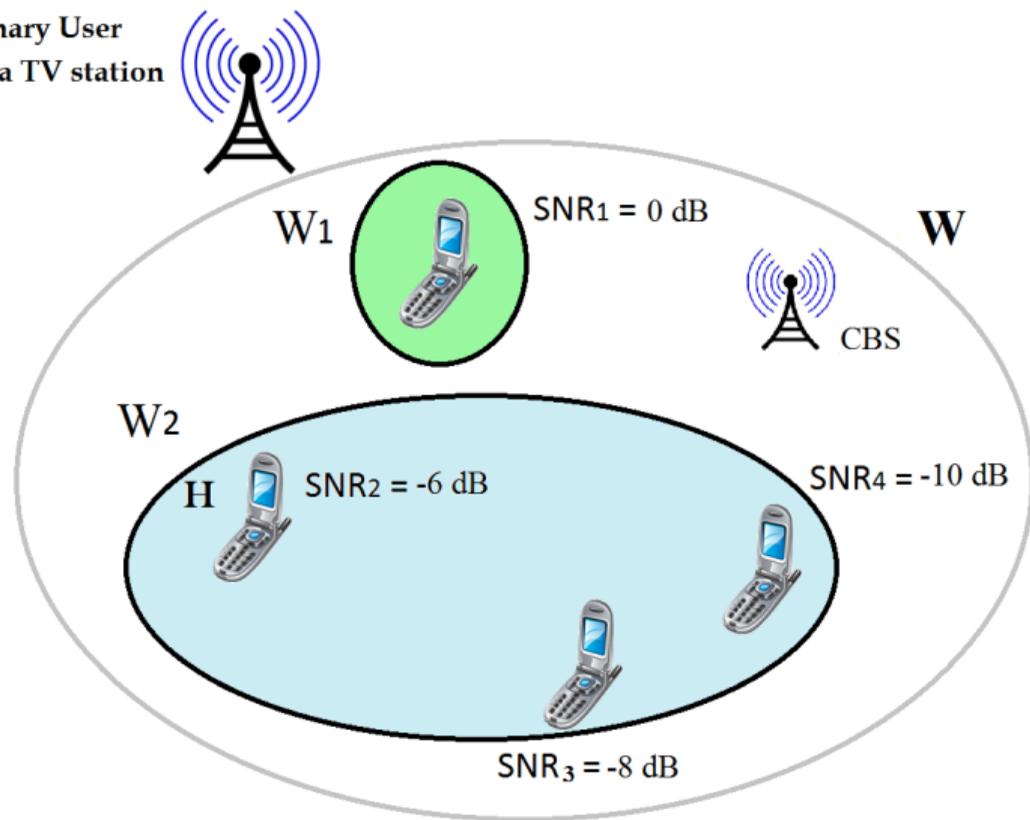
Formación de coaliciones

Primary User
e.g., a TV station

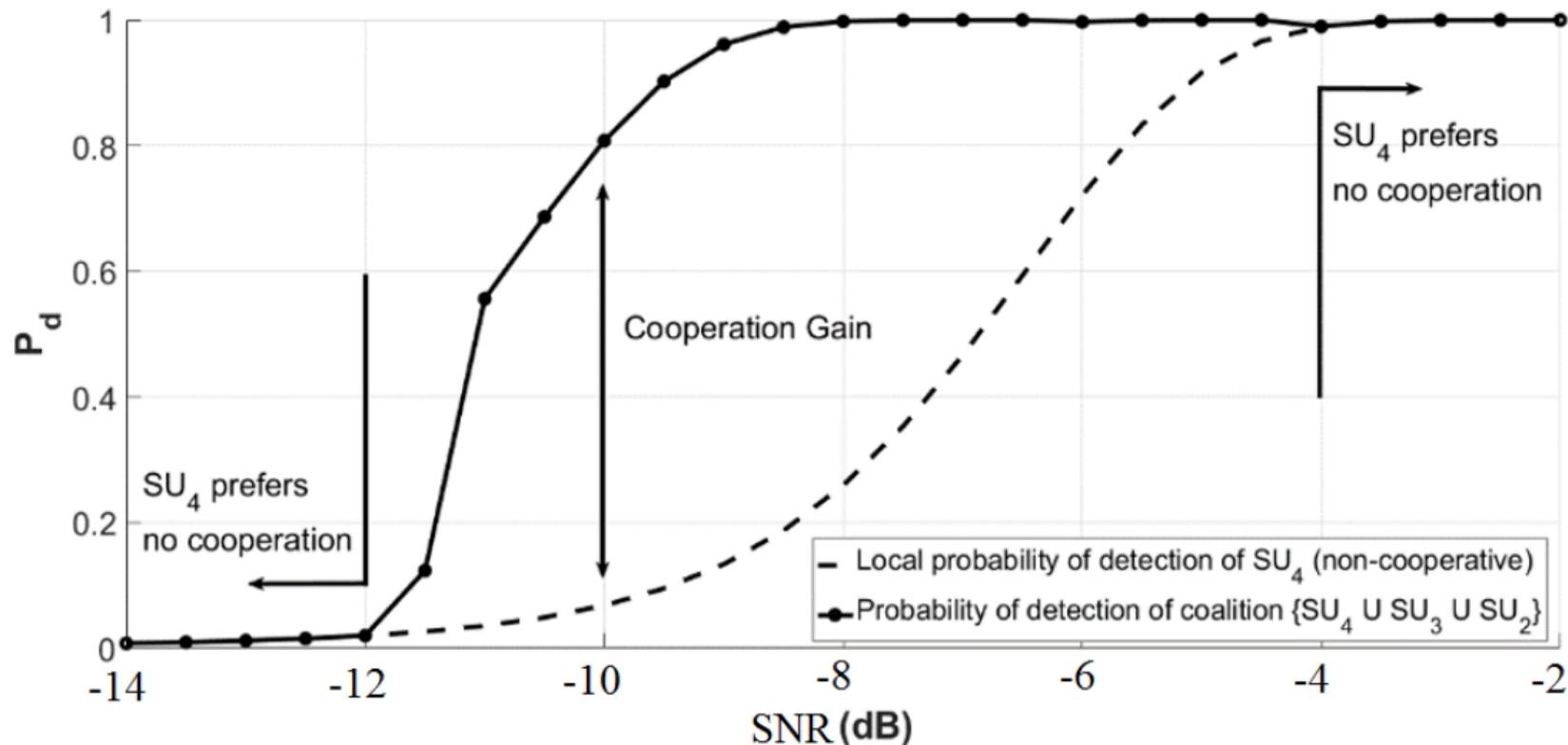


Formación de coaliciones

Primary User
e.g., a TV station



Ganancia de la cooperación



Formación de coaliciones ante ataques

Sate:	Conditions:			Partition selected:	Detection performance:							
	No attacks	Jamming attack	Byzantine attack		SU ₁		SU ₂		SU ₃		SU ₄	
					P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}
Before cooperation	X			{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.259	0.001	0.068	0.001
		X		{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.002	0.001	0.068	0.001
			X	{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.741	0.999	0.068	0.001

Formación de coaliciones ante ataques

State:	Conditions:			Partition selected:	Detection performance:							
	No attacks	Jamming attack	Byzantine attack		SU ₁		SU ₂		SU ₃		SU ₄	
					P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}
Before cooperation	X			{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.259	0.001	0.068	0.001
		X		{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.002	0.001	0.068	0.001
			X	{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.741	0.999	0.068	0.001

- Ataque *jamming* sobre el canal compartido: un atacante transmite ruido blanco Gaussiano para reducir la SNR en el receptor.

Formación de coaliciones ante ataques

Sate:	Conditions:			Partition selected:	Detection performance:							
	No attacks	Jamming attack	Byzantine attack		SU ₁		SU ₂		SU ₃		SU ₄	
					P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}
Before cooperation	X			{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.259	0.001	0.068	0.001
		X		{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.002	0.001	0.068	0.001
			X	{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.741	0.999	0.068	0.001

- Ataque *jamming* sobre el canal compartido: un atacante transmite ruido blanco Gaussiano para reducir la SNR en el receptor.
- Ataque Bizantino: un usuario de la red envía intencionalmente reportes erróneos acerca de la presencia o ausencia de señales de usuarios primarios.

Formación de coaliciones ante ataques

Sate:	Conditions:			Partition selected:	Detection performance:							
	No attacks	Jamming attack	Byzantine attack		SU ₁		SU ₂		SU ₃		SU ₄	
					P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}	P_d	P_{fa}
Before cooperation	X			{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.259	0.001	0.068	0.001
		X		{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.002	0.001	0.068	0.001
			X	{SU ₁ , SU ₂ , SU ₃ , SU ₄ }	1.000	0.001	0.721	0.001	0.741	0.999	0.068	0.001
After cooperation	X			{SU ₁ , SU ₂ ∪ SU ₃ ∪ SU ₄ }	1.000	0.001	0.808	0.008	0.808	0.008	0.808	0.008
		X		{SU ₁ , SU ₂ ∪ SU ₃ ∪ SU ₄ }	1.000	0.001	0.741	0.008	0.741	0.008	0.741	0.008
			X	{SU ₁ , SU ₃ , SU ₂ ∪ SU ₄ }	1.000	0.001	0.740	0.005	0.259	0.999	0.740	0.005

- Ataque *jamming* sobre el canal compartido: un atacante transmite ruido blanco Gaussiano para reducir la SNR en el receptor.
- Ataque Bizantino: un usuario de la red envía intencionalmente reportes erróneos acerca de la presencia o ausencia de señales de usuarios primarios.

- La sobrecarga introducida por la cooperación en un esquema centralizado puede ser excesiva para un gran número de usuarios.

- La sobrecarga introducida por la cooperación en un esquema centralizado puede ser excesiva para un gran número de usuarios.
- Se empleó una búsqueda exhaustiva para la optimización de la función de utilidad, que puede ser demandante para mayor número de usuarios.

- La sobrecarga introducida por la cooperación en un esquema centralizado puede ser excesiva para un gran número de usuarios.
- Se empleó una búsqueda exhaustiva para la optimización de la función de utilidad, que puede ser demandante para mayor número de usuarios.
- No se analizó la existencia de múltiples canales compartidos.

- La sobrecarga introducida por la cooperación en un esquema centralizado puede ser excesiva para un gran número de usuarios.
- Se empleó una búsqueda exhaustiva para la optimización de la función de utilidad, que puede ser demandante para mayor número de usuarios.
- No se analizó la existencia de múltiples canales compartidos.
- Solamente se realizó un análisis descriptivo de las amenazas de seguridad.

- La Teoría de Juegos constituye un enfoque efectivo para modelar las comunicaciones cooperativas.
 - Incremento sustancial de la probabilidad de detección.
 - Permite manejar dinámicamente cambios en la red.
 - Es posible diseñar funciones de utilidad y de costo para aplicaciones específicas.

- La Teoría de Juegos constituye un enfoque efectivo para modelar las comunicaciones cooperativas.
 - Incremento sustancial de la probabilidad de detección.
 - Permite manejar dinámicamente cambios en la red.
 - Es posible diseñar funciones de utilidad y de costo para aplicaciones específicas.
- La cooperación introduce una sobrecarga extra que puede ser demandante en algunos escenarios.

- La Teoría de Juegos constituye un enfoque efectivo para modelar las comunicaciones cooperativas.
 - Incremento sustancial de la probabilidad de detección.
 - Permite manejar dinámicamente cambios en la red.
 - Es posible diseñar funciones de utilidad y de costo para aplicaciones específicas.
- La cooperación introduce una sobrecarga extra que puede ser demandante en algunos escenarios.
- Las amenazas a la seguridad afectan dramáticamente el desempeño de la red.

Modelo de comunicaciones cooperativas empleando Teoría de Juegos: Aplicaciones para Radios Cognitivos

Luis M. Gato Díaz
luis.gd@tele.cujae.edu.cu

Meiby Ortiz Bouza
Jorge Torres Gómez

Dept. of Telecommunications and Telematics, UTH
Complex of Integrated Technological Investigations (CITI)



2^{da} Conferencia Anual de Tecnologías Informáticas, Multimedias y de Telecomunicaciones 