



Comunicazioni Intelligenti per l'Internet delle Cose

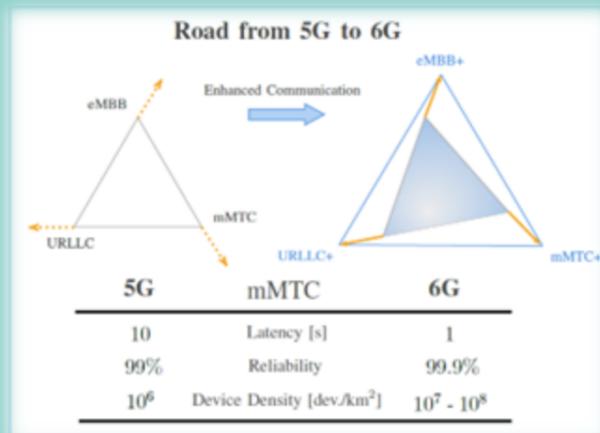
Alessandro Mirri

Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" (DEI) Dottorato in Ingegneria Elettronica, Telecomunicazioni e Tecnologie dell'Informazione – 38° ciclo Supervisore: Prof. Enrico Paolini



Background

- L'Internet delle Cose (IoT) rappresenta una delle trasformazioni tecnologiche più pervasive del nostro tempo: miliardi di dispositivi, dagli elettrodomestici intelligenti ai sensori industriali, dalle auto connesse ai dispositivi indossabili, generano e trasmettono dati in tempo reale. Questa crescita esponenziale impone nuove sfide alle reti wireless, che devono gestire un numero crescente di connessioni simultanee in modo efficiente, affidabile e a basso consumo energetico.
- In questo contesto emergono le **comunicazioni massive tra macchine (mMTC)**, una delle tre grandi sfide delle reti mobili di nuova generazione (5G e 6G), accanto alle comunicazioni a bassa latenza e alta affidabilità (URLLC) e all'alta velocità (eMBB).

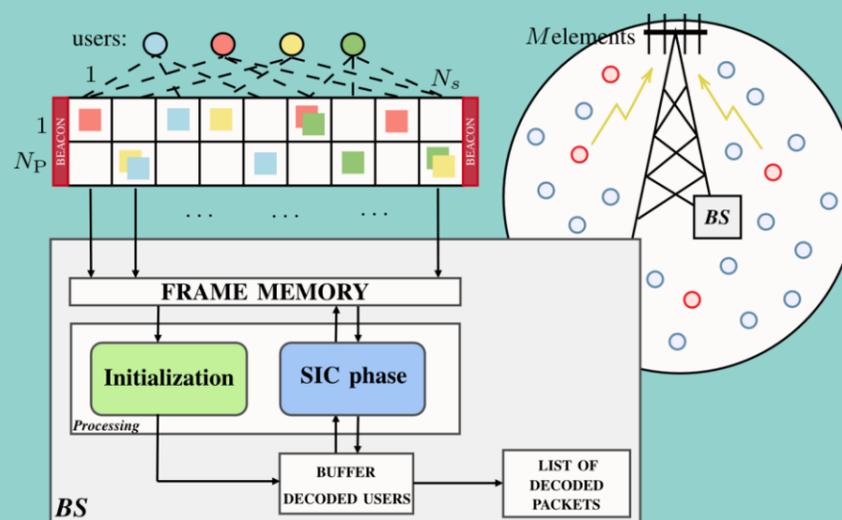


Obiettivi

- L'obiettivo del progetto è sviluppare e analizzare tecniche avanzate per la comunicazione massiva tra dispositivi connessi, nota come **mMTC (massive Machine-Type Communications)**, tipica dell'Internet delle Cose (IoT).
- In particolare, ci concentriamo su protocolli di **Coded Random Access (CRA)**, che permettono a migliaia di dispositivi di trasmettere dati in modo simultaneo ed efficiente, anche senza coordinamento centralizzato. Questi schemi traggono ispirazione dalla teoria della codifica e dalle comunicazioni wireless per migliorare l'affidabilità e la scalabilità delle reti future.

Approccio Sperimentale

- Il progetto prevede la progettazione e simulazione di algoritmi di CRA in scenari realistici, come fabbriche intelligenti e città connesse. Utilizziamo strumenti avanzati di elaborazione del segnale e modelli di canale wireless per valutare le prestazioni dei protocolli in presenza di interferenza, rumore e accesso simultaneo da parte di molti dispositivi.
- Le nostre simulazioni includono strategie di **decodifica iterativa** e **cancellazione successiva dell'interferenza (Successive Interference Cancellation, SIC)**, ispirate alla teoria della codifica a bassa densità di parità (LDPC).



Risultati Attesi

- Ci aspettiamo che le soluzioni proposte migliorino la **capacità della rete**, riducano i tempi di trasmissione e aumentino l'affidabilità nelle comunicazioni massive. Questi risultati sono rilevanti sia per applicazioni **consumer** (case intelligenti, wearable) che **industriali** (automazione, sensori in tempo reale).
- Le tecniche CRA possono diventare fondamentali per le reti 5G e 6G, contribuendo a realizzare un'infrastruttura connessa in cui ogni dispositivo, dal robot industriale al sensore stradale, possa comunicare in modo tempestivo, senza interferenze o ritardi critici.