FONDAZIONE BRUNO KESSLER
MAGAZINE

Le Micro e Nanotecnologie come pilastri del 6G e delle reti del futuro

28 Febbraio 2023

Guardando all'orizzonte del 2030 e oltre, le future generazioni delle telecomunicazioni e dei servizi distribuiti avranno bisogno di componenti hardware miniaturizzati, concettualmente simili al software.

Ponendo lo sguardo all'evoluzione dei servizi di telecomunicazione nell'ultimo decennio, un'accelerazione senza precedenti dell'innovazione è facilmente identificabile. Inizialmente, i servizi mobili sono rimasti limitati alle sole chiamate e allo scambio di brevi messaggi, dalla prima generazione **(1G)**, a cavallo **tra gli anni '70 e '80**, fino al passaggio alla terza generazione **(3G)**, nei primi anni **2000**. Successivamente, a partire dal **2010**, abbiamo iniziato ad accedere in mobilità a servizi basati su Internet, come lo streaming video, i social network, e così via, con indicatori chiave di performance **(Key Performance Indicators – KPI)**, tra cui, ad esempio, la banda, la velocità e la stabilità di connessione, che sono decisamente migliorati con la quarta generazione (**4G**-LTE – Long Term Evolution).

Nella transizione senza soluzione di continuità tra la quarta e la quinta generazione **(5G)** – quest'ultima a oggi in fase di operatività crescente – i **KPI** stanno continuando a migliorare, **puntando alla soglia di 1 Gbps** (1 Gigabit al secondo) mediamente disponibile per ogni utente. Di fianco all'aumento delle prestazioni, il 5G introdurrà soluzioni mai viste in precedenza, come la virtualizzazione di alcune funzionalità della rete e l'integrazione delle comunicazioni di tipo macchina (Machine-Type Communications – MTC).

Guardando ancora più lontano, la sesta generazione **(6G)** inizierà a essere operativa **a partire dal 2030**. A questo riguardo, si prevede un aumento dei KPI di un fattore da 100 a 1000, rispetto a quello che il 5G riuscirà a raggiungere nei prossimi anni, con un flusso di dati mediamente disponibile per ogni utente che **supererà la barriera di 1 Tbps** (1 Terabit al secondo), e una latenza (ritardo) punto-punto (End-To-End – E2E) al di sotto di 1 ms (millisecondo). Inoltre, il 6G gestirà il trasporto di gran parte dell'enorme quantità di dati generati da insiemi di applicazioni come l'internet del tutto **(Internet of Everything – IoE)** e l'internet tattile **(Tactile Internet –**

TI), evoluzioni, queste ultime, del più noto internet delle cose **(Internet of Things – IoT**).

Sebbene possa sembrare strano, quella appena descritta è solo una parte dell'innovazione del 6G, e nemmeno la più significativa rispetto allo stato corrente. Infatti, **l'intelligenza artificiale** (Artificial Intelligence – AI) verrà utilizzata in modo molto esteso, non solo allo scopo di migliorare la qualità dei servizi (Quality of Services – QoS) offerti all'utente finale, ma anche, in modo inedito, per migliorare l'operatività della rete stessa. In altri termini, il software **(SW)** e l'infrastruttura fisica **(** hardware **– HW),** realizzeranno **congiuntamente** delle **funzionalità mai considerate in precedenza,** come la capacità di reagire autonomamente e in tempo-reale all'insorgere di condizioni avverse (resilienza), l'autogestione e l'evoluzione dei servizi realizzati e della propria configurazione, puntando al concetto alquanto pionieristico di una rete di reti (network of networks).

Mettendo tutti questi elementi a fattor comune, risulta evidente che le sfide da affrontare richiederanno degli sforzi alquanto eccezionali a livello tecnologico, di progettazione e di sviluppo. A questo riguardo, **Jacopo Iannacci,** ricercatore dell'unità **MicroSystems Technology (MST)**, all'interno del **Centro per i Sensori e i Dispositivi (SD)** della Fondazione Bruno Kessler (FBK), ha recentemente pubblicato un articolo che si intitola *"A Perspective Vision of Micro/Nano Systems and Technologies as Enablers of 6G, Super-IoT, and Tactile Internet"*. Il lavoro è stato inserito nel numero di Gennaio 2023 dei Proceedings of the IEEE, e sviluppa una discussione dettagliata intorno agli aspetti appena citati.

Il **concetto fondamentale sostenuto dall'articolo** è che la discontinuità che verrà introdotta dal 6G, e su una scala temporale più ampia dalle reti del futuro (Future Networks – FN), non si potrà realizzare in modo pieno facendo affidamento unicamente sull'approccio classico del co-sviluppo (co-design) dei sistemi HW-SW, nonostante il suo consolidamento attraverso diversi decenni di evoluzione tecnologica, e il suo ampio utilizzo corrente.

Alla luce di queste limitazioni, il lavoro propone delle metodologie di tipo bottom-up (dal basso verso l'alto) del tutto innovative, da seguire nel concepimento, nella progettazione e nello sviluppo di sistemi HW-SW, partendo da dispositivi fisici miniaturizzati di bassa complessità, come sensori, attuatori e trasduttori, con un'attenzione particolare rivolta alle parti più periferiche della rete (network edge).

Alla base di tutto c'è la **riformulazione del concetto corrente di hardware (HW)**, che si prevede dovrà incorporare maggiore intelligenza e capacità di autogestione, diventando, da un punto di vista concettuale, più **simile al software (SW)**. Successivamente, facendo leva su componenti HW aumentati, ci si aspetta di superare l'approccio classico di co-sviluppo dei sistemi HW-SW, puntando a un ampliamento della separazione e della simmetria delle due parti. La discussione più estesa e dettagliata di questi ultimi concetti è inclusa nell'articolo (accessibile online e scaricabile gratuitamente), e non viene qui riportata per brevità.

La **nuova generazione di sistemi HW-SW** che ne deriverà, sarà più flessibile e adattabile, capace di aggregare moduli SW e HW in modo autonomo e in tempo reale, realizzando servizi e funzionalità non necessariamente previsti ab initio durante la progettazione. Questo porterà all'evoluzione autonoma di piccole porzioni dell'infrastruttura periferica, tuttavia mantenendo un alto livello di coordinamento (orchestration) con il resto della rete, in modo da continuare a operare come un tutt'uno.

Trasformare una simile visione in realtà richiederà un'enorme innovazione sul piano delle tecnologie HW. L'articolo stima che le **Microtecnologie e Nanotecnologie** saranno di fondamentale importanza per realizzare il concetto di una rete di reti nell'ambito del 6G e delle FN, includendo quindi micro/nano sensori e attuatori, sistemi e dispositivi (MEMS/NEMS), così come materiali nanostrutturati.

Citando soltanto alcuni degli esempi di micro/nano soluzioni tra quelle discusse nel lavoro, è opportuno fare riferimento ai sensori e attuatori multi-funzionali altamente integrati, ai dispositivi di energy harvesting, capaci di convertire parte dell'energia dell'ambiente in elettricità, e ai componenti passivi a Radio Frequenza (RF) in tecnologia MEMS, conosciuti con il nome di **RF-MEMS**, e noti per le alte prestazioni in termini di agilità in frequenza e riconfigurabilità.

In conclusione, vale la pena menzionare che alcune tra le principali linee di ricerca in ambito HW discusse e approfondite nell'articolo, sono oggetto di studio presso FBK. In particolare, l'unità **MST** sta sviluppando da più di 15 anni componenti **RF-MEMS** ad alte prestazioni e a vari livelli di complessità, basando interamente la loro realizzazione nei laboratori di micro e nanofabbricazione di FBK. In aggiunta, l'unità MST ha anche sviluppato degli energy harvester miniaturizzati in tecnologia MEMS, capaci di convertire l'energia meccanica ambientale, presente sotto forma di vibrazioni, in energia elettrica. Dispositivi come quelli appena citati saranno fondamentali negli scenari del 6G e delle FN, per sostenere la distribuzione capillare di intelligenza alla periferia della rete (network edge), come previsto dall'articolo sopra citato.

LINK

https://magazine.fbk.eu/it/news/le-micro-e-nanotecnologie-come-pilastri-del-6g-e-delle-reti-del-futuro/

TAG

- #5G
- #6g
- #dati
- #hardware
- #ieee
- #intelligenzaartificiale
- #ioe
- #iot
- #kpi
- #mems
- #microtecnologie
- #nanotecnologie
- #nems
- #sensori
- #sensoridispositivi
- #software

- #ti

AUTORI

- Jacopo Iannacci