

# VERSO LA TECNOLOGIA 6G PER I LUOGHI DELLA CULTURA

TRASMISSIONE DI ENORMI QUANTITÀ DI DATI E INFORMAZIONI IN POCHI SECONDI

di Luca Papi e Francesco Paolo Russo



Considerato il notevole patrimonio storico, artistico, monumentale, demoetnoantropologico, archeologico, archivistico e librario nazionale, per migliorare la gestione e la sicurezza dei luoghi della cultura diventa fondamentale focalizzare l'attenzione sulla nuova tecnologia 6G che consentirà la fusione del mondo digitale con il mondo fisico capace di trasmettere enormi quantità di dati e informazioni in pochi secondi. I luoghi della cultura (aree archeologiche, parchi archeologici, musei, monumenti, archivi, biblioteche), come altri luoghi costruiti, grazie alla tecnologia 6G e alla sua flessibilità, versatilità, sostenibilità, affidabilità, potranno diventare completamente interconnessi.

L'evoluzione delle comunicazioni nell'era digitale ha fatto crescere vertiginosamente il volume di dati e, di conseguenza, la pressione che questi dati esercitano sulle reti di telecomunicazione. La maggior parte dei dispositivi connessi in wireless che utilizziamo tutti i giorni occupa frequenze che si trovano all'interno dello spettro radio, pensiamo agli smartphone, alle radio, agli smart speaker e a tutti gli oggetti IoT che popolano le nostre case. Il risultato è che l'aumento della domanda di trasmissione dati sta superando l'offerta di frequenze disponibili. Secondo Ericsson Mobility Report il

traffico dati mobile globale raggiungerà i 325 Exabyte (1 EB = un milione di Terabyte) per mese entro il 2028 contro i 100 EB raggiunti nel 2022.

Inoltre, secondo lo stesso rapporto, il 70% di tutto il traffico dati mobile ad oggi è costituito da video, che richiedono molte più risorse di trasmissione rispetto ai dati testuali o alle immagini statiche. Questo trend è in crescita ed arriverà all'80% entro il 2028. Ciò significa che le reti mobili si stanno trovando a gestire una quantità sempre maggiore di dati in tempo reale e che, in buona sostanza, la loro capacità di sopportare questo aumento del traffico dati sta spingendo le reti mobili al limite, mettendo a rischio la capacità di fornire connessioni di alta qualità ai clienti.

## DAL 3G AL 5G E VERSO IL 6G

In questi anni, abbiamo assistito alle evoluzioni degli standard, passando dalle comunicazioni 3G introdotte nel 2001 a quelle 4G introdotte nel 2010 che hanno portato significativi miglioramenti, raggiungendo velocità di download di 100 Mbps che hanno reso possibile l'esplosione di servizi basati su internet.

Con l'avvento della quinta generazione di connettività 5G, siamo passati a latenze minime (pochi millisecondi) grazie all'utilizzo di onde millimetriche e ad una nuova architettura di rete denominata "Network Slicing", che consente ad un insieme di reti logiche e virtuali tra loro indipendenti, di funzionare contemporaneamente. Questo permette, almeno in linea teorica, il raggiungimento di velocità di trasmissione dati nell'ordine di diversi gigabit al secondo.

La rivoluzione di cui si farà portatrice la sesta generazione di connettività (6G) sarà tutta basata sulla flessibilità e sulla completa interconnessione del mondo tra fisico e digitale, in un'immersione continua senza caratteri di discontinuità.

### I PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEL 6G

Il *Telecommunication Standardization Bureau* dell'International Telecommunication Union (ITU), organizzazione internazionale che si occupa di regolare le telecomunicazioni telefoniche e telegrafiche, si sta già occupando di definire le linee guida del 6G (Fig. 1).

Data la mole di dati generati e alla capacità delle diverse applicazioni di intelligenza artificiale sempre più evolute di elaborarli e interpretarli secondo logiche cognitive, mediante il 6G sarà possibile generare una nuova era di servizi capaci di prevedere ed analizzare le emozioni anticipando desideri e problemi.

Il 6G abbraccerà pienamente le frequenze della luce Thz (onde



Fig. 1 - 6G, sesta generazione dei servizi di telecomunicazioni wireless (standard 6G).

submillimetriche) dal visibile al non visibile (infrarosso), e ci porterà dalla Giga Economy alla Tera Economy, un mondo in cui oggetti, persone e ambienti saranno interconnessi.

Ma come sarà il mondo con il 6G? Ecco alcuni esempi: esperienze personalizzate grazie a tecnologie di ubiquitous computing, ologrammi 3D in grado

di adattarsi in tempo reale agli ambienti e alle circostanze, reagendo in funzione delle interazioni con le persone; *personal device* immersivi annienteranno veramente le distanze fra le persone supportando i bisogni comunicativi con un controllo in termini di sicurezza molto accurato monitorando accessi e identità. Sarà un



Fig. 2 - Trasmissione di enormi quantità di dati e informazioni in pochi secondi.

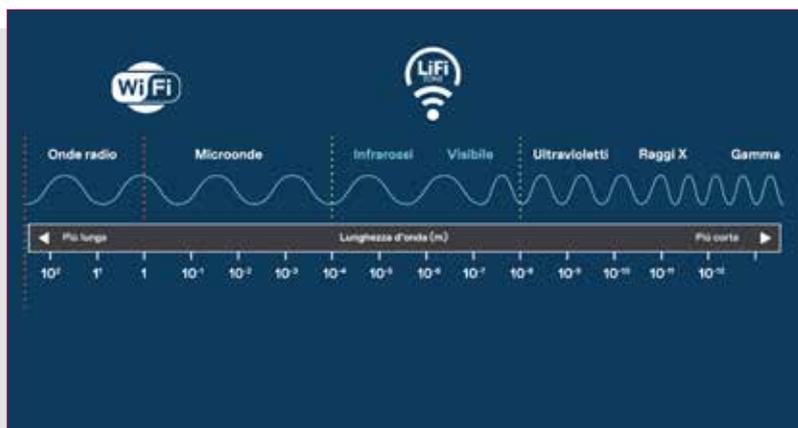


Fig. 3 - Spettro elettromagnetico.

mondo certamente più connesso ma anche più accessibile e democratico per tutti.

### I VANTAGGI DEL 6G PER I LUOGHI DELLA CULTURA

Considerando il notevole patrimonio storico, artistico, monumentale, demo-etno-antropologico, archeologico, archivistico e librario nazionale, per migliorare la gestione e la sicurezza dei luoghi della cultura, diventa fondamentale focalizzare l'attenzione sulla nuova tecnologia 6G che permetterà la fusione del mondo digitale con il mondo fisico capace di trasmettere enormi quantità di dati e informazioni in pochi secondi (Fig. 2).

I luoghi della cultura (aree archeologiche, parchi archeologici, musei, monumenti, archivi, biblioteche), come altri luoghi costruiti, grazie alla tecnologia 6G e alla sua flessibilità, versatilità, sostenibilità, affidabilità, potranno diventare completamente interconnessi rispettando la privacy e cercando di perseguire l'obiettivo dell'equità sociale. Utilizzando le bande nelle gamme THz

e della luce visibile (Fig. 3) si può arrivare fino alla totale integrazione dei sensori nelle infrastrutture di comunicazione e nei sistemi di illuminazione generando luoghi della cultura immersivi e accessibili a tutti gli utenti e nello stesso tempo interpretando le emozioni (*affective computing*) scaturite magari al termine di una visita di un museo o mentre si osserva un quadro come ritratto di Eleonora di Toledo con il figlio Giovanni di Sandro Botticelli o L'Annunciazione di Leonardo da Vinci o il Tondo Doni di Michelangelo presso Le Gallerie degli Uffizi a Firenze.

### LIFI (LIGHT FIDELITY): UNO DEI PARADIGMI DEL 6G

Il LiFi, (*Light Fidelity*), è una tecnologia che consente la trasmissione di dati ed informazioni attraverso la modulazione della luce LED e rappresenta, ad oggi, una tecnologia all'avanguardia che ci consente di toccare con mano i vantaggi e le possibilità che si possono avere utilizzando la luce non solo per illuminare un ambiente ma anche per connetter-

lo. Si tratta a tutti gli effetti di uno dei paradigmi del 6G di cui si possono trovare già delle implementazioni in diversi contesti applicativi: dai musei agli ospedali, dalle scuole agli uffici fino agli ambienti sensibili in termini di cyber sicurezza. Questa tecnologia è in grado di offrire numerosi vantaggi, tra i quali una maggiore larghezza di banda e un'alta velocità di trasmissione dati che arriva oggi ad 1Gbps e che arriverà nel 2025, secondo studi di settore, ad 1 Tbit/s.

Lo spettro della luce, essendo 10 000 volte più ampio dello spettro radio dedicato al Wi-Fi, offre l'infrastruttura necessaria allo sviluppo delle industrie IoT, Industria 4.0 e SmartCity. Utilizzando la luce e non emettendo radiofrequenze, questa tecnologia può essere utilizzata in ambienti sensibili ed ostili alle interferenze come ospedali, aerei e basi militari. Inoltre, l'utilizzo di una soluzione che per fornire connettività sfrutta la luce, per sua natura circoscritta entro i limiti dello spazio di riferimento, tutela maggiormente da potenziali attacchi hacker esterni, rendendo la trasmissione di informazioni e dati veloce e sicura.

### APPLICAZIONI PRATICHE IN ALCUNI MUSEI ITALIANI

Infratel Italia, società in house del Ministero delle Imprese e del Made in Italy, ha promosso all'interno del progetto WiFi Italia, l'impiego di tecnologie LiFi in diversi musei del sud Italia per la valorizzazione del territorio attraverso esperienze di visita interattive ed inclusive (Fig. 4).

La luce che illumina le opere d'arte e le aree musealizzate trasmette al visitatore, direttamente sul proprio smartphone tramite un'applicazione che sfrutta la fotocamera per la ricezione del segnale, contenuti multimediali in funzione della sua posizione e di ciò che sta guardando. Un nuovo approccio phygital, precursore del mondo 6G, in grado di colmare la distanza tra i visitatori, l'arte e la cultura.

Questa esperienza è in funzione in circa 20 musei in Italia, tra cui il museo Castel del Monte, l'Archeologico di Altamura ed il Parco Archeologico di Pompei.

## CONCLUSIONI

Con la tecnologia 6G aumenteranno le tipologie dei servizi e la relativa qualità degli stessi a beneficio dei luoghi della cultura e di tutti gli utenti, migliorando non solo l'accesso a tali luoghi ma anche l'esperienza di una più completa fruizione emotiva e cognitiva fino alle reti di scopo (reti di reti), per esempio reti di droni per il monitoraggio di siti archeologici ed altro.

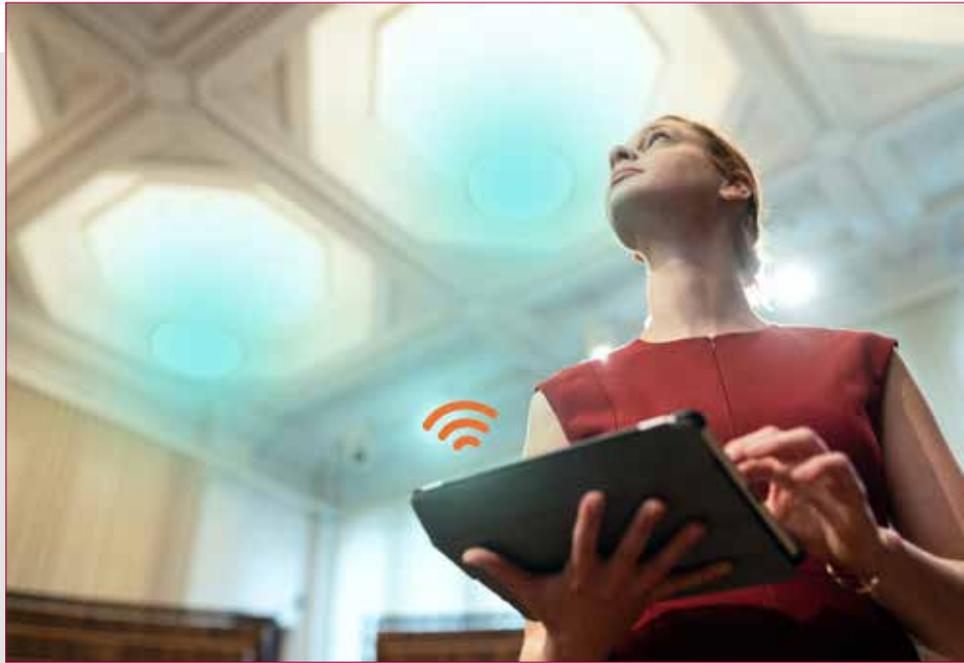


Fig. 4 - Esperienza di visita interattiva ed inclusiva in un museo.

### END NOTE

- Ericsson (2022), Ericsson Mobility Report, <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/mobile-traffic-forecast>
- Giangrande Antonio Filippo (2022), Col 6G tutto il mondo sarà interconnesso, ma noi siamo pronti? Ecco cosa cambierà, <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/con-il-6g-tutto-il-mondo-sara-interconnesso-ma-noi-siamo-pronti-ecco-cosa-cambiera/>
- D'Elia Dario (2021), Il futuro di Pompei è una smart city 5G, <https://www.wired.it/attualita/tech/2021/03/06/pompei-smart-city-5g/>
- Samad Ali, Walid Saad, Daniel Steinbach (Eds.) (2020) - White Paper on Machine Learning in 6G Wireless Communication Networks, 6G Research Visions, No. - <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526226736.pdf>
- Bruni Alberto, Papi Luca (2019), Un modello tecnologico integrato per andare verso Smart@POMPEI. Il progetto pilota MiBAC - CNR è replicabile anche in altri contesti. Smart for City (1). pp. 38-44. ISSN 2612-324X

### ABSTRACT

*Considering the remarkable historical, artistic, monumental, demethno-anthropological, archaeological, archival and national library heritage, in order to improve the management and safety of places of culture, it becomes essential to focus attention on the new 6G technology which will allow the fusion of digital world with the physical world capable of transmitting huge amounts of data and information in seconds. The places of culture (archaeological areas, archaeological parks, museums, monuments, archives, libraries), like other built places, thanks to 6G technology and its flexibility, versatility, sustainability, reliability, will be able to become completely interconnected.*

### PAROLE CHIAVE

**6G; INTELLIGENZA ARTIFICIALE (AI); MACHINE LEARNING; BENI CULTURALI; LiFi**

### AUTORE

LUCA PAPI - LUCA.PAPI@CNR.IT  
INGEGNERE DELLA SICUREZZA E PROTEZIONE CIVILE E PRIMO TECNOLOGO DEL DIPARTIMENTO SCIENZE UMANE E SOCIALI, PATRIMONIO CULTURALE DEL CNR - ROMA  
FRANCESCO PAOLO RUSSO  
FRANCESCO@TOBE-SRL.IT  
INNOVATORE E LiFi EXPERT