

INTERNET QUANTISTICO SFIDE E OPPORTUNITÀ: LE IMPRESE E LA RICERCA

Relatori:

Claudio Cicconetti – Ricercatore Consiglio Nazionale delle Ricerche; Fabrizio Pirri – Prof. ordinario Politecnico di Torino e direttore Istituto Italiano di Tecnologia; Alberto Fietta – IBM Consulting; Antonio Manzalini – Innovation Gruppo TIM; Angelo Astorino – Consiglio Nazionale degli Ingegneri; Alberto Tavani – Cassa Depositi e Prestiti

1. Evoluzioni, opportunità e sfide/criticità

L'Internet classico è una rete che mette in comunicazioni i vari calcolatori (es. laptop, smartphone, data center di servizi cloud, ecc.) e consente loro di scambiare dati sotto forma di bit secondo il codice binario (0-1). I computer quantistici utilizzano bit quantistici che non rappresentano solo valori 0-1, ma anche valori intermedi. È dunque una rete che consente ai calcolatori quantistici di parlare la loro lingua. Collegando i calcolatori quantistici con la rete classica se ne limitano le potenzialità. Soltanto quando sarà possibile far sì che i calcolatori quantistici scambino tra loro bit quantistici si potrà parlare effettivamente di Internet Quantistico (Wehner et al., 2019). Se si considera la possibilità di mettere in collegamento calcolatori quantistici a livello globale si può ipotizzare un'evoluzione da qui a venti anni in maniera graduale, alla stregua di quanto accaduto con lo sviluppo dell'Internet classica.

La ricerca sul tema risulta particolarmente intensa e sta facendo significativi progressi su diversi fronti. In primo luogo, sta lavorando per abilitare a livello tecnologico la comunicazione, quindi trasmettere bit quantistici tra computer collegati con cavo in fibra ottica o collegamento satellitare, che è il punto di partenza per ottenere una rete. In secondo luogo, la ricerca sta facendo progressi sulla realizzazione dei cosiddetti ripetitori quantistici, gli equivalenti di quelli che nella rete classica sono i router e gli switch. Si tratta di dispositivi intermedi che ad oggi non esistono, ma che consentiranno l'intermediazione tra punti finali di comunicazione che non sono collegati in maniera diretta tramite cavo. Infine, la ricerca pone molta attenzione sullo sviluppo di algoritmi e sul fronte delle applicazioni.

Con molta probabilità, gli Stati membri dell'Unione Europea non riusciranno a dare una risposta nello sviluppo di tecnologie per il calcolo (i.e. un computer quantistico) rispetto al mondo statunitense e anglosassone in generale. Diversamente, la ricerca europea può dare un forte contributo sui dispositivi che hanno come base lo sviluppo di sistemi che generano e manipolano gli elementi quantistici. Ad esempio, il Politecnico di Torino ha effettuato consistenti investimenti per lo sviluppo di generatori di fotoni.

Per quanto concerne le opportunità dell'Internet Quantistico, dal panel emergono diversi ambiti di applicazione, quali ad esempio le comunicazioni quantistiche (con un focus sulla sicurezza incondizionata delle informazioni), una sincronizzazione molto precisa dei dispositivi finalizzata a sensoristica avanzata, la creazione di cloud quantistici, l'ottimizzazione di reti di distribuzione, infrastrutture critiche e supply chain, nonché applicazioni nel settore finanziario, nel settore della transizione energetica, del biomedicale e dello sviluppo farmaci.

L'Internet Quantistico offre opportunità interessanti anche sul fronte della formazione, ad esempio attraverso la creazione di master post-universitari per soggetti già laureati in settori tecnici ed ingegneristici e mediante l'attivazione di nuovi corsi di laurea magistrale in ingegneria quantistica volti a formare ingegneri nei settori dell'informatica, dell'elettronica e

dell'ingegneria fisica con un background adatto a produrre, manipolare e trasformare i futuri dispositivi quantistici.

Relativamente alle sfide legate allo sviluppo dell'Internet Quantistico, un primo aspetto riguarda il fatto che, in generale, gli ambiti applicativi vengono individuati a partire dai servizi che esistono oggi, pensando di modificarli attraverso l'utilizzo degli aspetti quantistici. Verosimilmente, una volta che saranno effettivamente disponibili i dispositivi e presenti sul mercato a prezzi ragionevoli, emergeranno applicazioni che ad oggi sembrerebbe anche impossibile immaginare.

Una seconda sfida riguarda il fatto che le tecnologie quantistiche lasciano intravedere ancora casi d'uso limitati alle grandi organizzazioni, come dimostrato dai consistenti investimenti effettuati da imprese come IBM e TIM. Nello specifico, IBM si pone l'obiettivo di accompagnare pubbliche amministrazioni e settore industriale verso il vantaggio quantistico con l'ambizione di risolvere problemi computazionali non aggredibili e consentire ai computer quantistici di lavorare in piena sinergia con le applicazioni esistenti. TIM, invece, identifica la sua principale area di interesse nelle comunicazioni quantistiche e, soprattutto, negli aspetti di sicurezza. Tuttavia, lo sviluppo delle tecnologie quantistiche nel medio-lungo termine potrebbe avere impatti anche per le piccole e medie imprese (PMI). In tal senso, lo sviluppo di cloud quantistici, l'ottimizzazione dei processi attraverso aspetti quantistici, la possibilità di simulare catene industriali, la sensoristica avanzata e la gestione dei dati generati nel mondo 4.0 e basati sull'Internet Quantistico può trovare applicazione nel mondo industriale anche nel contesto delle PMI. A tal proposito, risulta particolarmente interessante considerare il ruolo degli operatori finanziari (ad esempio, Cassa Depositi e Prestiti) che gestendo masse di capitali privati possono investire in progetti di innovazione digitale che coinvolgono sia le grandi imprese sia le PMI e le startup.

Altra sfida chiave riguarda la questione della centralità dell'essere umano (*human centeredness*) nello sviluppo tecnologico e digitale (si veda Pacaux-Lemoine et al., 2017; Perruzzini e Pellicciari, 2017; Pinzone et al., 2021). Dal panel emerge la necessità di porre l'essere umano al centro della tecnologia già dalla sua progettazione, anche in virtù del fatto che i principali ambiti applicativi riguardano proprio settori come la sanità e l'informazione e la comunicazione, che coinvolgono direttamente i cittadini.

2. Idee e proposte per la policy

Le questioni etiche connesse allo sviluppo e all'utilizzo delle tecnologie digitali rappresentano il terreno sul quale i policy maker possono dare il loro maggior contributo. A tal proposito, è stato sottolineato come lo stesso *Internet Global Forum* (IGF) possa rivestire un ruolo fondamentale nello stilare una sorta di manifesto etico del digitale per fissare alcune regole da rispettare. I temi del controllo di massa e dell'invasività rispetto alla privacy dei cittadini costituiscono oggi un nodo centrale quando si parla di digitale. Le prospettive della tecnologia possono essere infinite, ma è necessario che coloro i quali sviluppano tecnologie trovino consenso attorno ad alcuni valori che caratterizzano l'essere umano e che sono trasversali nella progettazione e nell'impiego delle tecnologie. Ciò appare particolarmente rilevante nel caso di tecnologie, come l'Internet Quantistico, i cui ambiti di esplorazione e applicazione sono ancora in divenire.

Bibliografia

Pacaux-Lemoine, M. P., Trentesaux, D., Rey, G. Z., & Millot, P. (2017). Designing intelligent manufacturing systems through Human-Machine Cooperation principles: A human-centered approach. *Computers & Industrial Engineering*, *111*, 581-595.

Peruzzini, M., & Pellicciari, M. (2017). A framework to design a human-centred adaptive manufacturing system for aging workers. *Advanced Engineering Informatics*, *33*, 330-349.

Pinzone, M., Albè, F., Orlandelli, D., Barletta, I., Berlin, C., Johansson, B., & Taisch, M. (2020). A framework for operative and social sustainability functionalities in Human-Centric Cyber-Physical Production Systems. *Computers & Industrial Engineering*, *139*, 105132.

Wehner, S., Elkouss, D., & Hanson, R. (2018). Quantum internet: A vision for the road ahead. *Science*, *362*, 6412.