

# Come il DINFO ha contribuito a trasformare il radar da strumentazione militare a sensore per usi civili

*Massimiliano Pieraccini*

Nel 1970 venne finalmente istituita la Facoltà di Ingegneria a Firenze, una tra le ultime dell'Ateneo fiorentino, la cui fondazione risale al 1924. Nell'ambito di tale Facoltà nel 1971 iniziò il primo anno del corso di laurea in Ingegneria Elettronica, che fortunatamente non nasceva dal nulla, perché a Firenze c'era già una fiorente attività di ricerca nel campo dei radar e delle onde elettromagnetiche. Il promotore e 'padre nobile' ne era stato Nello Carrara, compagno di studi di Enrico Fermi alla Scuola Normale di Pisa, pioniere del radar, fondatore del Centro Microonde a Firenze (attualmente denominato Istituto per la Fisica Applicata 'Nello Carrara', IFAC). E in effetti molti dei primi docenti di ingegneria elettronica erano stati allievi di Nello Carrara. Vorrei ricordare, tra gli altri, Leonardo Masotti, Carlo Atzeni, Gianfranco Manes, Vito Cappellini, Luigi Millanta che negli anni successivi ebbero un ruolo determinante nello sviluppo del Dipartimento (che ha cambiato più volte nome dall'originario Dipartimento di Ingegneria Elettronica all'attuale Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione). Le tematiche del radar entrarono quindi fin da subito nel DNA del Dipartimento anche se ciascuno le declinò in modo un po' diverso. Masotti e Atzeni, già a partire dagli anni '80, si dedicarono all'ecografo, che è a tutti gli effetti un radar che usa onde acustiche anziché onde elettromagnetiche e che sicuramente ha applicazioni non militari. Questa linea di ricerca è poi stata portata avanti con grande successo da Piero Tortoli, allievo di Carlo Atzeni. Atzeni e Manes si dedicarono negli anni Novanta allo sviluppo del radar anticollisione per autoveicoli in collaborazione con grandi realtà del panorama italiano (tra cui il Centro Ricerche FIAT). Un'applicazione che precorreva i tempi, ma che sfortunatamente si estinse una decina di anni prima della comparsa dei primi radar sulle autovetture commerciali. Di questo il mio maestro Carlo Atzeni mi ha spesso parlato con rimpianto, come una grande occasione mancata per l'industria italiana. Nel frattempo, altri continuavano ad occuparsi di radar per applicazioni civili, in particolare radar meteorologici su iniziativa di Dino Giuli. Attualmente questa

Massimiliano Pieraccini, University of Florence, Italy, massimiliano.pieraccini@unifi.it, 0000-0002-3661-726X

Referee List (DOI 10.36253/fup\_referee\_list)

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup\_best\_practice)

Massimiliano Pieraccini, *Come il DINFO ha contribuito a trasformare il radar da strumentazione militare a sensore per usi civili*. © Author(s), CC BY 4.0, DOI 10.36253/979-12-215-0975-5.33, in Stefano Selleri, Alberto Tesi, Enrico Vicario (edited by), *Ingegneria Industriale & Ingegneria dell'Informazione per il territorio fiorentino – 2. Ingegneria dell'Informazione*, pp. 133-136, 2026, published by Firenze University Press, ISBN 979-12-215-0975-5, DOI 10.36253/979-12-215-0975-5

linea di ricerca è proseguita da Luca Facheris, allievo di Giuli. Inoltre, alla fine degli anni Novanta, Lorenzo Capineri, allievo di Masotti, comincia ad occuparsi di radar penetranti per lo sminamento umanitario, un argomento al confine tra applicazione militare e civile, ma all'epoca molto attuale dopo la guerra in Bosnia e probabilmente destinato a tornare attuale con la guerra in Ucraina.

Ma per arrivare a sviluppi che più mi riguardano personalmente, nei primi anni 2000, con il mio maestro Carlo Atzeni, cominciammo ad occuparci di un'applicazione del tutto nuova dei radar, di cui posso dire di essere stato tra i pionieri: il Ground-Based Synthetic Aperture Radar (GBSAR). L'idea era sfruttare su un'installazione terrestre la tecnologia Synthetic Aperture Radar (SAR) originariamente sviluppata per radar a bordo di satelliti o aerei. In tal modo si riusciva a fare da terra cose che normalmente si potevano fare solo da satellite. In particolare, l'interferometria differenziale risultò la carta vincente. Mediante radar installati a terra si poteva misurare spostamenti sub-millimetrici di versanti in frana o di edifici, monumenti, ponti. Il radar diventava quindi uno strumento di rapida installazione per tenere sotto controllo versanti instabili o per monitorare infrastrutture.

Grazie ai buoni contatti industriali del Prof. Carlo Atzeni, riuscimmo a interessare una importante azienda, l'IDS (Ingegneria dei Sistemi), già attiva nel campo dei radar, ma intenzionata a diversificare le attività dal campo militare al campo civile. Tra l'altro eravamo in un periodo storico in cui la guerra fredda era finita da poco e le aziende attive in settori militari cercavano di riconvertirsi al nuovo scenario. Fu necessario ancora qualche anno di lavoro intenso per industrializzare i primi prototipi. Un percorso che è stato fatto quasi interamente presso il Dipartimento costituendo uno straordinario momento formativo per i ricercatori coinvolti, ma anche per i molti studenti, dottorandi, assegnisti che hanno collaborato. E finalmente nel 2008, esce il primo GBSAR commerciale, un evento che ci riempie di orgoglio, perché negli anni successivi diverrà uno straordinario successo (che poi numerose aziende tenteranno di copiare anche in maniera piuttosto spudorata, ma questo è forse il più indiscutibile indice del successo di un prodotto). Non ho idea di quanti GBSAR installati nel mondo ci siano, ma sicuramente molte migliaia, contribuendo in maniera sostanziale alla sicurezza di versanti e infrastrutture critiche.



Figura 74 – Il primo GBSAR. Da sinistra verso destra: Linhsia Noferini, Guido Luzi, Massimiliano Pieraccini (anno 1999 circa)



Figura 75 – Il GBSAR commerciale, prodotto da IDS S.p.A. (anno 2010 circa).

Il GBSAR mi ha tenuto impegnato per oltre un decennio, nel quale però mi sono occupato di varie altre cose, tra cui il Ground Penetrating Radar (GPR). In effetti nei primi anni 2000, proprio l'esperienza con il GBSAR, mi permise di sviluppare un radar penetrante non a contatto che fu applicato con successo sulle pareti del Salone dei Cinquecento in Palazzo Vecchio a Firenze per contribuire alla ricerca del perduto dipinto di Leonardo Da Vinci noto come *Battaglia di Anghiari*. Questa investigazione ebbe una notevole risonanza mediatica, fu oggetto anche di varie trasmissioni televisive (fu persino citato nel best-seller internazionale *Il codice Da Vinci* di Dan Brown) e suscitò un dibattito molto acceso, a tratti polemico, tra gli storici dell'arte e gli esperti della soprintendenza. Il clamore fu tale che finì per coinvolgere anche il sindaco di Firenze dell'epoca (Matteo Renzi) e persino il Ministro dei Beni Culturali (Lorenzo Ornaghi).



Figura 76 – Investigazione radar delle pareti del Salone dei Cinquecento, Palazzo Vecchio, Firenze.

Tra il 2015 e il 2020 i tempi erano maturi per un'altra importante innovazione della portata del GBSAR. E questa è stata l'impiego di UAS (Unmanned Aerial System) come piattaforme per l'interferometria SAR. L'idea è stata trasferire la quasi ventennale esperienza sul SAR a terra, su una piattaforma aerea che vola a bassa velocità e a bassa quota: ad esempio un quadricottero o un esacottero. Il SAR da UAS di fatto copre il gap tra il SAR da satellite e il SAR da terra. Il primo opera su vaste aree senza grandi vincoli orografici, ma con tempi lunghi tra un'acquisizione e la successiva. Il secondo opera su un singolo sito, con vincoli orografici piuttosto stringenti, ma con tempi brevissimi tra un'acquisizione e la successiva. Il SAR da UAS combina aree piuttosto vaste, senza grandi vincoli orografici e tempi brevi tra un'acquisizione e la successiva. E il fatto notevole è che il know-how acquisito con il GBSAR è fondamentale per questo nuovo sviluppo perché, un po' paradossalmente, le problematiche dell'elaborazione SAR da UAS sono più vicine a quelle del GBSAR che del SAR da satellite, che vola ad altissima velocità su traiettorie rettilinee. Questo è l'argomento di ricerca sul quale oggi il laboratorio di cui sono responsabile (Electronic Systems for Environment and Cultural Heritage, ESECH lab) è più intensamente impegnato e sul quale sono stati ottenuti anche consistenti finanziamenti. Le premesse affinché possa essere un'applicazione di successo ci sono tutte, ma ovviamente qualsiasi attività di ricerca è per sua natura un'attività ad alto rischio. Questa è una lezione che posso dire di aver ben imparato nella mia non più brevissima carriera accademica.