

Università degli Studi di Roma “La Sapienza”

Procedura valutativa per n. 1 posto RTT presso il Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni SSD ING-INF/03, Settore concorsuale 09/F2, di cui al bando emanato con D.R. n. 880/2023 con avviso pubblicato sulla G.U. – IV Serie Speciale n. 33 in data 2.05.2023 codice concorso 2023RTTA010

## Fabrizio SANTI Curriculum Vitae

(31 Maggio 2023)

### Indice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Parte I – Informazioni Generali .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>Parte II – Istruzione e Formazione.....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>Parte III – Percorso Professionale.....</b>   | <b>2</b>  |
| III.A Posizioni e incarichi presso l’Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione Elettronica e Telecomunicazioni (DIET) ..... | 2         |
| III.B Posizioni presso qualificati atenei e istituti di ricerca esteri .....   | 3         |
| III.C Incarichi presso enti privati.....   | 3         |
| <b>Parte IV – Attività didattica.....</b>  | <b>3</b>  |
| IV.A Insegnamenti.....   | 3         |
| IV.B Supervisione di tesisti.....  | 4         |
| IV.C Altre attività istituzionali .....  | 5         |
| <b>Parte V – Attività nell’ambito dei Corsi di Dottorato di Ricerca .....</b>  | <b>5</b>  |
| V.A Supervisione scientifica di dottorandi e visiting research students .....  | 5         |
| V.B Partecipazione a commissioni di valutazione .....  | 6         |
| <b>Parte VI – Attività editoriale .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>Parte VII – Organizzazione o partecipazione a convegni di carattere scientifico in Italia o all’estero.....</b>   | <b>8</b>  |
| VII.A Relatore (‘presenting author’).....  | 8         |
| VII.B Attività in qualità di membro del comitato organizzatore e/o comitato tecnico di programma.....  | 9         |
| VII.C Relatore di tutorial e corsi brevi nell’ambito di conferenze internazionali .....  | 10        |
| <b>Parte VIII – Premi, riconoscimenti e altre qualifiche in ambito nazionale e internazionale .....</b>  | <b>10</b> |
| VIII.A Premi nazionali .....   | 10        |
| VIII.B Premi internazionali .....  | 10        |
| VIII.C Abilitazione Scientifica Nazionale.....   | 11        |
| <b>Parte IX – Partecipazione a gruppi di ricerca e collaborazioni scientifiche .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>Parte X – Progetti e programmi di ricerca finanziati .....</b>  | <b>12</b> |
| X.A Progetti di ricerca selezionati per il finanziamento sulla base di bandi competitivi .....   | 12        |
| X.B Studi e ricerche affidati da qualificate istituzioni pubbliche o private.....  | 15        |
| X.C Progetti di ricerca finanziati dall’Università di Roma La Sapienza .....   | 17        |
| <b>Parte XI – Attività di ricerca .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>Parte XII – Produzione scientifica e indicatori bibliometrici.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>Parte XIII – Elenco completo delle pubblicazioni e altri prodotti della ricerca .....</b>   | <b>23</b> |
| XIII.A Articoli in riviste internazionali .....  | 23        |
| XIII.B Articoli in riviste internazionali ‘under review’ .....   | 24        |
| XIII.C Pubblicazioni in atti di congresso internazionali.....  | 24        |
| XIII.D Articoli accettati per la pubblicazione in atti di congressi internazionali .....   | 26        |
| XIII.E Contributi in workshop nazionali e internazionali .....   | 27        |
| <b>Parte XIV – Elenco delle pubblicazioni selezionate ai fini della valutazione .....</b>  | <b>27</b> |

## Parte I – Informazioni Generali

|                  |                |
|------------------|----------------|
| Nome e Cognome   | Fabrizio Santi |
| Data di nascita  |                |
| Luogo di nascita |                |
| Cittadinanza     |                |
| Residenza        |                |
| Telefono         |                |
| E-mail           |                |
| PEC              |                |
| Lingue parlate   |                |

## Parte II – Istruzione e Formazione

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Nov. 2010 – Giu. 2014 | <b>Dottorato di Ricerca in Telerilevamento (XXVI ciclo)</b> , conseguito il 16 Giugno 2014 presso l'Università di Roma "La Sapienza".<br>Titolo della tesi: Active and passive multi-sensor radar imaging techniques exploiting spatial diversity<br>Tutor: Prof. Debora Pastina.<br>Dottorato svolto con borsa di studio essendo risultato vincitore (primo in graduatoria) del concorso per l'ammissione al corso di Dottorato. |
| 2008 – 2010           | <b>Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni</b> , conseguita il 15 Settembre 2010 con la votazione 110/110 e Lode presso l'Università degli Studi di Roma La Sapienza.<br>Titolo della tesi: Rivelazione oil spill con radar VTS in banda-X<br>Relatore: Prof. Pierfrancesco Lombardo  |
| 2004 – 2007           | <b>Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni</b> , conseguita il 7 Dicembre 2007 con la votazione 108/110 presso l'Università degli Studi di Roma La Sapienza.<br>Titolo della tesi: Sensori basati su oscillatori non lineari a rilassamento<br>Relatore: Prof. S. Barbarossa   |

## Parte III – Percorso Professionale

III.A – Posizioni e incarichi presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza",  
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione Elettronica e Telecomunicazioni (DIET)

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Dic. 2021 – oggi      | <b>Ricercatore a Tempo Determinato (Tipologia "A")</b> , essendo risultato vincitore, a Dicembre 2021, di una procedura comparativa per il reclutamento di n. 1 ricercatore con rapporto di lavoro a tempo determinato di tipologia "A", SSD ING-INF/03, SC 09/F2, presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".<br>Regime di impegno: tempo pieno. |
| Giù. 2021 – Nov. 2021 | <b>Incarico di lavoro autonomo</b> per lo svolgimento dell'attività <i>Tecniche di elaborazione per sistemi radar multi-dimensionali per applicazioni di sorveglianza</i>  |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Dic. 2020 – Gen. 2021 | <b>Incarico di lavoro autonomo</b> per lo svolgimento dell'attività <i>Tecniche di imaging per radar passivi basati su sorgenti di opportunità satellitari</i>                                       |
| Dic. 2019 – Nov. 2020 | Titolare di un <b>assegno di ricerca</b> dal titolo <i>Tecniche di rivelazione e imaging di bersagli in movimento mediante sistemi radar passivi basati su sorgenti di opportunità satellitari</i>   |
| Ago.2019 – Nov. 2019  | <b>Incarico di lavoro autonomo</b> per lo svolgimento dell'attività <i>Tecniche di elaborazione per radar passivi basati su sorgenti di opportunità satellitari per applicazioni di sorveglianza</i> |
| Ago. 2018 – Lug. 2019 | Titolare di un <b>assegno di ricerca</b> dal titolo <i>Parasitic concepts definition and analysis based on a Geo illuminator.</i>  |
| Feb. 2018 – Lug. 2018 | Titolare di una <b>borsa di studio</b> per attività di ricerca sul tema <i>Tecniche di rivelazione ed imaging per radar bistatici basati sull'utilizzo di sorgenti di opportunità satellitari</i>    |
| Feb. 2014 – Gen. 2018 | Titolare di un <b>assegno di ricerca</b> dal titolo <i>Tecniche di formazione ed elaborazione di immagini radar attive e passive multi-dimensionali.</i>   |
| Nov. 2013 – Gen. 2014 | <b>Incarico di lavoro autonomo</b> per lo svolgimento dell'attività <i>Elaborazione immagini SAR passive basate su GNSS.</i>   |

### III.B – Posizioni presso qualificati atenei e istituti di ricerca esteri

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Apr. 2013 – Set. 2013 | <b>Visiting Research Student</b> presso l'Università di Birmingham (Regno Unito).<br>In questo periodo ha svolto attività di ricerca presso il Microwave Integrated Systems Laboratory (MISL), diretto dal Prof. Mike Cherniakov, su tematiche inerenti radar ad apertura sintetica passivi basati su segnali GNSS. |
|-----------------------|---|

### III.C – Incarichi presso enti privati

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Feb. 2021 – Mag. 2021 | Contratto di collaborazione con la società Aster S.p.a. (Roma) per lo svolgimento di studi sulla localizzazione e la stima di parametri cinematici di bersagli marittimi mediante radar passivi basati su GNSS. Le attività hanno incluso: i) Sviluppo ed implementazione di tecniche per la localizzazione di bersagli marittimi a partire dagli osservabili radar; ii) sviluppo ed implementazione di tecniche per la stima di velocità di bersagli marittimi a partire dagli osservabili radar; iii) analisi delle prestazioni delle tecniche sviluppate |
|-----------------------|---|

## Parte IV – Attività didattica

### IV.A – Insegnamenti

| Anno Accademico | Istituto                       | Descrizione  |
|-----------------|--------------------------------|--|
| 2022/23         | Università di Roma La Sapienza | <b>Docente</b> del corso RADAR REMOTE SENSING LABORATORY, Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni.<br>Insegnamento in co-docenza. CFU: 3 di 6. |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | Modulo: SAR inverso   |
| 2022/23<br>2021/22<br>2020/21<br>2019/20<br>2018/19 | Università di Roma<br>La Sapienza                     | <b>Docente</b> per i moduli Telecomunicazioni e Telerilevamento nell'ambito del Master Universitario di II Livello SATELLITE SYSTEMS AND SERVICES.<br>10h di lezioni annue. Titoli delle lezioni (5h cad.):<br>❖ <i>Fundamentals of Signals &amp; Systems</i><br>❖ <i>Satellite TLC</i><br>❖ <i>Introduction to Radar Systems</i><br>❖ <i>Radar Systems for Earth Observation</i> |
| 2020/21   | Università di Pisa                                    | <b>Docente</b> del corso REMOTE SENSING FOR EARTH OBSERVATION, Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale.<br>Incarico in co-docenza. CFU: 3 di 6<br>Modulo: Radar/SAR  |
| Set.<br>2020/Dic.<br>2021                           | Università Telematica<br>Internazionale<br>UniNettuno | <b>Tutor</b> per il corso COMUNICAZIONI ELETTRICHE, Laurea in Ingegneria Informatica.<br>CFU: 9. Tre erogazioni annuali del corso   |
| 2012/2021   | Università di Roma<br>La Sapienza                     | <b>Attività di supporto alla didattica.</b> Esercitazioni, lezioni e seminari nell'ambito dei corsi SISTEMI RADAR (LM Ingegneria delle Comunicazioni) e ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI RADAR (LM Ingegneria delle Comunicazioni, LM Ingegneria Elettronica, LM Ingegneria Spaziale e Astronautica)   |

#### IV.B – Supervisione di tesisti

Co-relatore per i seguenti studenti di Laurea Magistrale presso l'Università di Roma La Sapienza:

| Anno<br>Accademico | Corso di Laurea                             | Studente e titolo tesi   |
|--------------------|---|--|
| 2022/23            | LM Ingegneria delle<br>Comunicazioni        | Greta Zefi, <i>Side-Lobe Suppression Method for Circular Track Synthetic Aperture Radar</i>  |
|                    | LM Ingegneria<br>Aeronautica                | Vittorio Moscardelli, <i>Radar passivi basati su sorgenti di opportunità satellitari per il controllo della movimentazione sulla superficie aeroportuale</i> |
|                    | LM Ingegneria<br>Spaziale e<br>Astronautica | Jacopo Maria Tiberi, <i>Hybrid SAR-ISAR techniques for cross-range scaling and ship relocation with COSMO SkyMed high-resolution images</i>                  |
| 2019/20            | LM Ingegneria<br>Spaziale e<br>Astronautica | Ilaria Nasso, <i>Target position and velocity estimation with a GNSS-based multistatic radar for maritime surveillance applications</i>                      |
| 2018/19            | LM Ingegneria delle<br>Comunicazioni        | Mina Massoud, <i>Localizzazione di bersagli navali con radar passive multistatico basato su satelliti di navigazione</i>                                     |
| 2017/18            | LM Ingegneria<br>Spaziale e<br>Astronautica | Emanuele Pica, <i>Multistatic GNSS-based Passive Radar for Maritime Surveillance Applications</i>  |

|         |                                       |   |
|---------|---------------------------------------|---|
|         | LM Ingegneria delle Comunicazioni     | Renato Merko, <i>Tecniche Track Before Detect in radar passive basati su GNSS per la sorveglianza marittima</i>   |
| 2015/16 | LM Ingegneria Spaziale e Astronautica | Ilaria Romagnoli, <i>Study of passive radar techniques for maritime surveillance exploiting GNSS transmitters</i> |
| 2012/13 | LM Ingegneria delle Comunicazioni     | Emanuele Longo, <i>Tecniche ISAR multisensore basate su radar costieri</i>  |

#### IV.C – Altre attività istituzionali

| Anno Accademico | Descrizione  |
|-----------------|--|
| 2022/23         | Dall’A.A. 2022/23 è <b>membro del Consiglio di Area Didattica (CAD)</b> di Ingegneria delle Comunicazioni dell’Università di Roma La Sapienza  |
|                 | Dall’A.A. 2022/23, internamente al CAD di Ingegneria delle Comunicazioni, è <b>membro della commissione Orientamento</b> , costituita da un gruppo di docenti che si occupa di intraprendere azioni atte a garantire la visibilità e promuovere i Corsi di Studio in seno al CAD.  |
|                 | Dall’A.A. 2022/23, internamente al CAD di Ingegneria delle Comunicazioni, è <b>membro della commissione Processi&amp;Servizi</b> , costituita da un gruppo di docenti che si occupa di intraprendere azioni atte a monitorare la qualità dei servizi erogati dai Corsi di Studio in seno al CAD e a garantirne il funzionamento. |
|                 | <b>Membro della commissione esaminatrice</b> per un concorso per una borsa di studio per attività di ricerca presso il DIET sul tema <i>Rivelazione di bersagli in movimento in immagini radar con costellazioni di piccoli satelliti</i>  |
|                 | <b>Membro della commissione esaminatrice</b> per un concorso per una borsa di studio per attività di ricerca presso il DIET sul tema <i>Tecniche di elaborazione degli echi per radar OFDM</i>   |

#### Parte V – Attività nell’ambito dei Corsi di Dottorato di Ricerca

##### V.A – Supervisione scientifica di dottorandi e visiting research students

Dal 2015, Fabrizio Santi è stato **Co-Advisor** di tre studenti di Dottorato di Ricerca in Tecnologie dell’Informazione e delle Comunicazioni – ICT, per il curriculum Radar e Telerilevamento. Il contributo alle attività di ricerca svolte si può evincere dall’elenco di pubblicazioni congiunte come di seguito dettagliato:

| Ciclo | Dottorando      | Titolo della tesi/argomento della ricerca                          | Pubblicazioni scaturite dal lavoro di tesi  |
|-------|-----------------|--|---|
| XXXVI | Ilaria Nasso    | <i>“Passive radar exploiting satellite signals of opportunity”</i> | Conferenza: [C26], [C31]<br>Rivista: [J15], [J16], [Js1]<br>In corso. Discussione tesi prevista: Primavera 2024 |
| XXXV  | Alejandro Testa | <i>“Advanced Techniques for multistatic ISAR systems”</i>          | Conferenza: [C27] [C29], [C33], [Ca1], [Ca2]  |

|      |                    |  |   |
|------|--------------------|--|---|
| XXXI | Federica Pieralice | <i>“GNSS-based passive radar techniques for maritime surveillance”</i> | In corso. Discussione tesi prevista: Autunno 2023   |
|      |                    |  | Conferenza: [C14], [C15], [C17], [C18], [C19], [C21]<br>Rivista: [J8], [J9], [J10], [J12] |

Inoltre, ha supportato le attività di ricerca, affiancando il relative supervisor, dei seguenti dottorandi e studenti stranieri in visita:

| Anno      | Studente        | Titolo della tesi/argomento della ricerca  | Note   |
|-----------|-----------------|--|--|
| 2017/2020 | Iole Pisciotano | <i>“Multidimensional passive ISAR for maritime target imaging”</i>               | Studentessa di Dottorato in ICT (ciclo XXXIII).<br>Pubblicazioni congiunte (limitatamente agli articoli sottomessi durante il corso di dottorato di I. Pisciotano):<br>Conferenza: [C22], [C24], [C25]<br>Rivista: [J13]         |
| 2015/2016 | Zhongyu Li      | <i>“Fractional Fourier Transform-based approaches for passive radar systems”</i> | Studente di dottorato della University of Electronic Science and Technology of China (Chengdu, China) e Visiting PhD Student per 12 mesi presso il DIET.<br>Pubblicazioni congiunte:<br>Conferenza: [C13]<br>Rivista: [J5], [J7] |

#### V.B – Partecipazione a commissioni di valutazione

| Anno    | Istituto                       | Descrizione  |
|---------|--------------------------------|--|
| 2022/23 | Università di Roma La Sapienza | <b>Membro della Commissione per l’esame di ammissione al corso di Dottorato di Ricerca in Tecnologie dell’Informazione e delle Comunicazioni – ICT, 38° ciclo.</b> (Bando regolare e due successivi bandi aggiuntivi)  |
| 2022    | Università di Birmingham (UK)  | <b>Membro esterno della commissione per l’esame finale di dottorato</b> presso la School of Engineering, College of Engineering and Physical Sciences, University of Birmingham (UK).<br>Studente: Furkan Korkmaz<br>Advisor: Dr. M. Antoniou<br>Titolo tesi: <i>“High-resolution contiguous swath synthetic aperture radar imaging via co-located multiple input multiple output array”</i> |

## Parte VI – Attività Editoriale

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Feb. 2022 – oggi      | <p><b>Associate Editor</b> per la rivista <b>IEEE Sensors Journal</b> (Impact Factor IF<sup>1</sup>: 4.325)<br/>Gestione di articoli per le tematiche ‘Radar, Remote Sensing and Navigation’ per le sezioni ‘Sensor Data Processing’ e ‘Intelligent Systems’.</p>  |
| Lug. 2021 - oggi      | <p><b>Associate Editor</b> per la rivista <b>IEEE Access</b> (IF: 3.476).<br/>Gestione di articoli nelle aree ‘Radar Remote Sensing’ e ‘Radar Data Processing’<br/>Inoltre, in qualità di AE per la rivista, ha fatto parte a Giugno 2022 di una commissione ad-hoc per un caso di sospetto plagio.</p>  |
| Gen. 2021 – oggi      | <p>Membro dell'Editorial Board della rivista internazionale <b>Frontiers in Signal Processing</b> in qualità di <b>Review Editor</b> per l'area Radar Signal Processing.</p>   |
| Mag. 2020 – oggi      | <p><b>Membro del Topic Board</b> della rivista <b>Remote Sensing, MDPI</b> (IF: 5.349)<br/>(da Agosto 2021 il Topic Board è stato rinominato Topical Advisory Panel)</p>   |
| Feb. 2020 – Ago. 2021 | <p><b>Lead Guest Editor</b> per la rivista <b>Remote Sensing, MDPI</b> (IF: 5.349), per lo Special Issue <i>Recent Advances on Radar and Remote Sensing using Satellite Signals of Opportunity</i>.<br/>Co-guest Editor: Dr. D. Cristallini (FHR institute, Wachtberg, Germany)</p>  |
| Ott. 2019 – oggi      | <p>Membro dell'Editorial Board (‘<b>Associate Editor</b>’) per la rivista <b>AEÜ - International Journal of Electronics and Communications, Elsevier</b> (IF: 3.169).<br/>Gestione di articoli per l'area Radar.</p>   |
| Dic. 2012 - oggi      | <p>Frequente revisore per riviste scientifiche internazionali nelle aree ‘radar and remote sensing’ e ‘signal processing’. Si elencano di seguito le principali:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems</li><li>- IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing</li><li>- IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing</li><li>- IEEE Transactions on Signal Processing</li><li>- IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters</li><li>- IEEE Access</li><li>- IEEE Sensors Journal</li><li>- IET Radar Sonar &amp; Navigation</li></ul> <p>Negli ultimi 5 anni, ha revisionato per le suddette riviste una media di 2.5 articoli al mese.</p> |

<sup>1</sup> Dato più recente disponibile sul Journal Citation Report.

## Parte VII – Organizzazione o partecipazione a convegni di carattere scientifico in Italia o all'estero

### VII.A Relatore ('presenting author')

| Anno | Descrizione  |
|------|--|
| 2023 | <i>International Radar Symposium</i> , Berlin, Germany, 24-26 May 2023.<br>[C33], presentazione orale.   |
|      | <i>IEEE Radar Conference</i> , San Antonio, Texas, USA, 1-5 May 2023.<br>[C32], presentazione orale.   |
| 2022 | <i>IEEE Radar Conference</i> , New York City, NY, USA.<br>[C28], presentazione orale.  |
| 2021 | <i>IEEE Radar Conference</i> , Atlanta, Georgia, USA, 10-14 May 2021 ( <i>on-line event</i> ).<br>[C25], presentazione orale.  |
|      | <i>European Conf. on Synthetic Aperture Radar</i> , 29 Mar. – 1 Apr. 2021 ( <i>on-line event</i> ).<br>[C24], articolo su invito. Presentazione orale nella Invited Session <i>Advances in Inverse Synthetic Aperture Radar</i>                |
| 2020 | <i>IEEE Radar Conference</i> , Washington, DC, USA, 28-30 Apr. 2020 ( <i>on-line event</i> ).<br>[C23], presentazione orale. Articolo su invito presentato nella Invited Session <i>Emerging techniques and applications in passive radars</i> |
| 2019 | <i>International Radar Symposium</i> , Ulm, Germany, 26-28 Jun. 2019<br>[C21], presentazione orale. Articolo su invito presentato nella Special Session <i>Passive Radar Imaging</i>   |
|      | <i>3<sup>rd</sup> Italian Radar and Remote Sensing Workshop</i> , Rome, Italy, 30-31 May 2019<br>[W7], presentazione orale   |
|      | <i>IEEE GNSS+R Workshop</i> , Benevento, Italy, 20-22 May 2019<br>[W6], presentazione orale  |
|      | <i>7<sup>th</sup> PCL Focus Days</i> , FHR Wachtberg, Germany, 7-8 May 2019<br>[W5], presentazione orale   |
|      | <i>IEEE Radar Conference</i> , Boston, MA, USA, 22-26 Apr. 2019<br>[C20], presentazione orale  |
| 2018 | <i>2<sup>nd</sup> Italian Radar and Remote Sensing Workshop</i> , Pavia, Italy, 28-29 May 2018<br>[W4], presentazione poster   |
|      | <i>IEEE Radar Conference</i> , Oklahoma City, OK, USA, 23-27 Apr. 2018<br>[C18], presentazione orale   |
| 2017 | <i>International Radar Symposium</i> , Prague, CZ, 28-30 Jun. 2017<br>[C16], presentazione orale. Articolo su invito presentato nella Focused Session <i>GNSS-based Radar</i>  |
| 2016 | <i>European Conf. on Synthetic Aperture Radar</i> , Hamburg, Germany, 6-9 Jun. 2016<br>[C12], presentazione orale  |
|      | <i>IEEE Radar Conference</i> , Philadelphia, PA, USA, 2-6 May 2016<br>[C11], presentazione orale   |
| 2015 | <i>IEEE Radar Conference</i> , Arlington, VA, USA, 10-15 May 2015<br>[C10], presentazione poster   |

|      |  |
|------|--|
|      | <i>5<sup>th</sup> PCL Focus Days</i> , FHR Wachtberg, Germany, 28-29 Apr. 2015<br>[W2], presentazione orale  |
| 2014 | <i>IEEE International Radar Conference</i> , Lille, France, 13-17 Oct. 2014<br>[C9], presentazione orale. Articolo su invito presentato nella Invited Session <i>ISAR Imaging and NCTR/ATR</i> |
|      | <i>European Radar Conference EuRAD</i> , Rome, Italy, 8-10 Oct. 2014<br>[C8], presentazione orale. Articolo su invito presentato nella Focus Session <i>Advances in Passive Radar</i>          |
|      | <i>European Conf. on Synthetic Aperture Radar</i> , Berlin, Germany, 2-5 Jun. 2014<br>[C7], presentazione orale  |
| 2012 | <i>IEEE GOLD Remote Sensing Conference</i> , Rome, Italy, 4-5 Jun. 2012<br>[W1], presentazione orale   |
|      | <i>IEEE Radar Conference</i> , Atlanta, GA, USA, 7-11 May 2012<br>[C4], presentazione orale  |
| 2011 | <i>CIE International Conference on Radar</i> , Chengdu, China, 24-27 Oct. 2011<br>[C2], presentazione orale  |
|      | <i>IEEE Radar Conference</i> , Kansas City, MI, USA, 23-27 May 2011<br>[C1], presentazione orale   |

#### VII.B Attività in qualità di membro del comitato organizzatore e/o comitato tecnico di programma

| Anno        | Descrizione   |
|-------------|---|
| 2023        | <b>Membro della commissione scientifica</b> per l'assegnazione del PREMIO FRANCESCO CARASSA, nell'ambito della riunione annuale del Gruppo Telecomunicazioni e Tecnologie dell'Informazione (GTTI), che si terrà a Roma a Settembre 2023.   |
| 2019        | <b>Membro del comitato organizzatore</b> del 2019 <i>Italian Radar and Remote Sensing Workshop (RRSW2019)</i> , workshop tematico promosso Gruppo Telecomunicazioni e Tecnologie dell'Informazione (GTTI), tenutosi a Roma il 30-31 Maggio 2019.  |
| 2019 - oggi | <b>Session Chair</b> nei seguenti convegni: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2023 IEEE Radar Conference, San Antonio, TX (USA). Poster Session <i>Radar Imaging Methods</i></li> <li>➤ 2022 European Radar Conference, Milan, Italy. <i>Poster Session</i></li> <li>➤ 2021 IEEE Radar Conference, Atlanta, USA. Oral Session <i>Waveform &amp; Waveform Diversity</i></li> <li>➤ 2021 European Conf. on SAR. Oral Session <i>Bi-, Multistatic, and Passive SAR</i></li> <li>➤ 2020 IEEE Radar Conference, Washington, USA. Poster Session <i>Multistatic, Imaging &amp; ATR</i></li> <li>➤ International Workshop PCL Focus Days, Wachtberg, Germany. Oral Session <i>Passive SAR/ISAR</i></li> </ul> |

|                |  |
|----------------|--|
| 2018 –<br>oggi | <p><b>Membro del Technical Program Committee/Technical Review Committee</b> delle seguenti conferenze scientifiche internazionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ IEEE SENSORS (2022, 2023)</li> <li>➤ European Radar Conference (2021, 2022, 2023)</li> <li>➤ IEEE International Radar Conference (2020)</li> <li>➤ IEEE Radar Conference (2019, 2020, 2021, 2022, 2023)</li> <li>➤ European Signal Processing Conference EUSIPCO (2018)</li> </ul> |
|----------------|--|

VII.C Relatore di tutorial e corsi brevi nell’ambito di conferenze internazionali

| Anno | Descrizione   |
|------|---|
| 2022 | <p><b>Tutorial Speaker.</b> Autore e relatore dell’intervento “GNSS-based PCL for Imaging Applications” presentato nel workshop <i>Applications for Advanced Passive Radar Systems</i>, nell’ambito della 2022 European Radar Conference (EURAD2022), Milan, Italy, 28-30 Settembre 2022.</p> |

**Part VIII – Premi, riconoscimenti e altre qualifiche in ambito nazionale e internazionale**

VIII.A Premi nazionali

|           |  |
|-----------|--|
| Feb. 2012 | <p><b>2010 Best Italian Remote Sensing Thesis Prize</b> (Ente: IEEE Geoscience and Remote Sensing South Italy Chapter) – Premio per la migliore tesi di laurea italiana su tematiche inerenti il telerilevamento discusse nell’anno solare 2010. (Titolo tesi: Rivelazione oil spill con radar VTS in banda X)</p> |
|-----------|--|

VIII.B Premi internazionali

|           |  |
|-----------|--|
| Ott. 2022 | <p>Co-autore dell’articolo:</p> <p style="text-align: center;">I. Nasso, F. Santi,</p> <p style="text-align: center;">‘A centralized approach for ship target detection and localization with multi transmitters GNSS-based passive radar’</p> <p>premiato come <b>Best Student Paper</b> durante la IET International Radar Conference 2022, Edimburgo, UK</p>  |
| Giu. 2021 | <p>Co-autore dell’articolo:</p> <p style="text-align: center;">I. Nasso, F. Santi, D. Pastina,</p> <p style="text-align: center;">‘Ship target velocity estimation with multi-transmitter GNSS-based passive radar exploiting long integration times’</p> <p>che ha ricevuto lo <b>Young Scientist Award</b> (‘Best Student Paper’) durante lo International Radar Symposium 2021, Berlino, Germania.</p>                        |
| Giu. 2018 | <p>Co-autore dell’articolo:</p> <p style="text-align: center;">F. Pieralice, F. Santi, D. Pastina, M. Antoniou, M. Cherniakov,</p> <p style="text-align: center;">‘Ship targets feature extraction with GNSS-based passive radar via ISAR approaches: preliminary experimental study’</p> <p>premiato come <b>secondo Best Student Paper</b> durante la European Synthetic Aperture Radar Conference 2018, Aachen, Germania.</p> |

## VIII.C Abilitazione Scientifica Nazionale

Feb. 2023

Conseguimento dell' **Abilitazione Scientifica Nazionale** alle funzioni di professore universitario di Seconda Fascia nel Settore Concorsuale 09/F2 – TELECOMUNICAZIONI

Periodo validità: 08/02/2023 - 08/02/2034

Fabrizio Santi è inoltre membro dell' Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE (come Student Member dal 2011 al 2014 e in seguito come Member) e membro della Aerospace and Electronic Systems Society (AESS).

## Part IX – Partecipazione a gruppi di ricerca e collaborazioni scientifiche

Anni

Descrizione

2010 – oggi

All'interno del Dipartimento DIET, Fabrizio Santi partecipa alle attività del gruppo RRSN (Radar Remote Sensing & Navigation), che consta di due Professori Ordinari, un Professore Associato, un Ricercatore RTDA, alcuni collaboratori a tempo determinato e studenti del Dottorato di Ricerca in Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni. Il gruppo RRSN ha una consolidata esperienza nel campo dei sistemi radar attivi e passivi. In tali ambiti il gruppo coordina ed è coinvolto in diversi progetti scientifici nazionali ed internazionali, finanziati da enti pubblici e dall'industria radar nazionale.

Internamente al gruppo, Fabrizio Santi ha svolto/svolge il ruolo di co-advisor di alcuni studenti di Dottorato di Ricerca in Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni (vedi sezione V.A). Inoltre, svolge/ha svolto il ruolo di co-relatore di tesi di Laurea Magistrale su tematiche di interesse del gruppo (vedi sezione IV.B).

Partecipa/ha partecipato, in alcuni casi con ruoli di responsabilità scientifica, a diversi progetti di ricerca finanziati da enti pubblici e privati, il cui dettaglio è dato in sezione X.

Gli interessi di ricerca di Fabrizio Santi e i principali risultati scientifici conseguiti sono dettagliati in sezione XI.

2023 – oggi

**Collaborazione scientifica** con il Dr. Michail Antoniou, School of Electronic, Electrical and Systems Engineering dell'Università di Birmingham (UK), Microwave and Integrated Systems Laboratory (MISL), sul tema 'Distributed drone-borne SAR imaging'. Tale collaborazione è stata attivata sulla scia di una cooperazione di durata oramai decennale tra il MISL e il RRSN Group, iniziata con un periodo di permanenza di F. Santi presso il MISL (vedi sotto). Sul tema in oggetto, la collaborazione vede attualmente una studentessa di dottorato di cui F. Santi è co-tutor (Ilaria Nasso, vedi sezione V.A) in visita presso il MISL. E' inoltre prevista per il 2024 un periodo di visita della durata di un mese da parte del Dr. M. Antoniou presso La Sapienza per agevolare le attività di ricerca congiunta.

2019 - oggi

**Collaborazione scientifica** con il Passive Covert Radar Team (Department for Passive Radar and Anti-jamming techniques – Fraunhofer Institute for High Physics and Radar Techniques (FHR) – Wachtberg, Germany), diretto dal Dr. D. Cristallini, su tematiche inerenti la formazione ed elaborazione di immagini ISAR tramite radar passivi basati sull'utilizzo di trasmettitori DVB-S.

Pubblicazioni congiunte: 6 (1 su rivista internazionale: [J13]; 5 atti di convegno: [C22], [C24], [C25], [C28], [C31]).

|             |  |
|-------------|--|
| 2013 – 2021 | <p><b>Collaborazione scientifica</b> con il Prof. M. Cherniakov e il Dr. M. Antoniou, School of Electronic, Electrical and Systems Engineering dell'Università di Birmingham (UK), sul tema dei radar passivi basati su segnali di opportunità GNSS per applicazioni di SAR imaging e sorveglianza marittima. Tale collaborazione è iniziata nel 2013 con un periodo di 6 mesi trascorsi presso l'Università di Birmingham ed è quindi proseguita negli anni successivi, portando quindi ad includere la tematica del radar passivo basato su GNSS tra le competenze del RRSN.</p> <p>15 pubblicazioni congiunte (5 su rivista internazionale: [J2], [J4], [J8], [J9], [J12]; 10 atti di convegno: [C7], [C8], [C10], [C11], [C12], [C14], [C15], [C19], [C21], [C23]).</p> <p>Note: l'articolo [J2], scritto durante il periodo di permanenza di F. Santi presso il MISL, è il quarto articolo più citato<sup>2</sup> del Dr. M. Antoniou, attualmente Reader in RF Sensing Systems presso l'Università di Birmingham.</p> <p>L'articolo [J4], scaturito dalle attività congiunte tra RRSN Group e MISL nell'ambito del progetto H2020 SpyGLASS (vedi sezione X), è il secondo articolo più citato del Dr. M. Antoniou.</p> |
| 2023 - oggi | <p><b>Membro del gruppo NATO Sensors &amp; Electronics Technology (SET)-320</b>, costituitosi nell'ambito delle iniziative della NATO Science and Technology Organization (STO). Il gruppo include 44 partecipanti da 12 diversi Paesi.</p> <p>Tema delle attività: <i>New Frontiers in Modern Passive Radars</i></p>  |
| 2021 - oggi | <p><b>Afferenza al Centro di Ricerca Aerospaziale Sapienza (CRAS)</b>, diretto dal prof. L. Iess. Fabrizio Santi partecipa alle attività del CRAS nell'ambito di progetti di ricerca riguardanti l'esplorazione spaziale in qualità di esperto nel settore telecomunicazioni. In particolare, F. Santi si occupa della definizione di segnali RF e relativi schemi di modulazione per un sistema di navigazione lunare, nell'ambito del progetto ESA 'ATLAS' (vedi descrizione in sezione X.A). Inoltre, ha collaborato alla presentazione di una proposta di ricerca in risposta a un bando pubblico ASI (attualmente in corso di valutazione), riguardante lo studio e sviluppo di una tecnologia di comunicazione e posizionamento per piccoli satelliti nello spazio profondo (vedi descrizione in sezione X.A).</p>   |

**Part X - Progetti e programmi di ricerca finanziati**

X.A Progetti di ricerca selezionati per il finanziamento sulla base di bandi competitivi

| Anno<br>[durata]    | Descrizione  | Ruolo  |
|---------------------|--|--|
| 2021/2023<br>[18 M] | <p><i>'ATLAS –Fundamental Techniques, Models and Algorithms for a Lunar Radio Navigation System'</i></p> <p>Progetto ESA, Invitation-To-Tender</p> <p>Gli obiettivi del progetto sono la definizione di un sistema basato su osservabili radio e laser per la determinazione delle effemeridi e la sincronizzazione degli orologi atomici della costellazione, il miglioramento del sistema di riferimento lunare e la definizione dei segnali RF per i servizi di Position, Navigation and Timing (PNT) in ambiente lunare. Tale progetto di inserisce nel programma Moonlight dell'ESA, volto alla creazione dell'infrastruttura di navigazione per l'esplorazione lunare e la creazione di basi permanenti.</p> | <p>WP Leader</p> <p>Grant Value</p> <p>Research unit:</p> <p>(Project grant:</p> |

<sup>2</sup> Database SCOPUS

Il progetto è coordinato dal Centro Ricerca Aerospaziale Sapienza CRAS (PI: prof. Luciano Iess) e vi partecipano come sotto-contrattenti il Centre National de la Recherche Scientifique CNRS (Geoazur/Observatoire de la Cote d'Azur, Francia), l'Institute of Geodesy and Geoinformatics della Wroclaw University (Polonia), e le aziende Argotec s.r.l. e Leonardo S.p.a. (Italia).

All'interno del CRAS, Fabrizio Santi è responsabile del WP 'Signal modulation schemes definition and assessment', che prevede la definizione della struttura dei segnali e dei relativi schemi di modulazione per i servizi PNT.

2018/2020  
[18 M]

*'APOLLO - Radar passivo basato su trasmettitori GNSS per la sorveglianza marittima'*.

Progetto Regionale

Programma: Progetto POR FESR Lazio 2014-2020

Il progetto, coordinato da Aster S.p.a., ha mirato allo sviluppo di capacità avanzate per la tecnologia del radar passivo basato su GNSS nell'ambito della sorveglianza marittima. In particolare, lo scopo è stato quello di sviluppare tecniche in grado di rivelare e localizzare in modalità "near real-time" i bersagli di interesse sfruttando congiuntamente satelliti appartenenti a diverse costellazioni e trasmissioni su diverse bande di frequenza.

Fabrizio Santi ha preso attivamente parte in tutte le attività in carico al gruppo di ricerca dell'Università di Roma La Sapienza, che constano nello studio e sviluppo di tecniche di rivelazione e localizzazione multi-costellazione e multi-frequenza implementabili in modalità real-time, nell'analisi delle relative prestazioni e nelle attività di testing sui dati sperimentali, svolgendo il ruolo di Investigator e supporto al coordinamento scientifico.

Tra gli output scientifici del progetto si segnala l'articolo a rivista [J11].

Ruolo

Investigator e  
supporto al  
coordinamento  
scientifico

Grant Value

Research unit:

2015/2017  
[18 M]

*'SpyGLASS – Galileo-based passive radar system for maritime surveillance'*.

Progetto Europeo

Programma: H2020

Lo scopo del progetto è stato lo sviluppo di un sistema radar passivo basato su satelliti di navigazione, con uno specifico focus sulla costellazione Galileo, per sorveglianza marittima. Il progetto, finanziato dalla European Global Navigation Satellite Systems Agency (GSA), è stato coordinato da Aster S.p.a. (Italia) ed ha incluso come partner, oltre all'Università di Roma "La Sapienza", l'Università di Birmingham (UK) ed Elettronica GmbH (Germania).

Il gruppo di ricerca dell'Università di Roma "La Sapienza" ha avuto l'incarico di studiare e sviluppare tecniche ad-hoc per capacità M-MTI (Maritime Moving Target Indication) per il radar passivo basato su GNSS, operante a singolo o multi-canale; ha quindi fornito i relativi software tools per l'implementazione delle tecniche nel dimostratore sviluppato

Ruolo

Investigator e  
supporto al  
coordinamento  
scientifico

Grant Value

Research unit:

(Project grant:

nel corso del progetto, ha svolto attività di analisi delle prestazioni delle tecniche ed attività di test e validazione del dimostratore sui dati acquisiti in campagne di misura dedicate. Inoltre, ha fornito attività di supporto nelle attività di validazione del prototipo del ricevitore e nella definizione dell'architettura del sistema.

Fabrizio Santi ha affiancato il responsabile scientifico dell'unità di ricerca in tutte le attività connesse al progetto, contribuendo allo svolgimento e al coordinamento delle attività scientifiche previste, alla stesura dei relativi rapporti tecnici, cooperando alla pianificazione e partecipando alle diverse campagne di acquisizione, partecipando alle diverse riunioni di avanzamento e presentando le attività in carico al gruppo nelle riunioni ufficiali tenutesi presso la sede della GSA (Praga, CZ).

Tra gli output scientifici del progetto, si segnalano 2 pubblicazioni su rivista ([J6], [J8]) e 3 a conferenza ([C14], [C15], [C16]).

### ***Proposte in corso di valutazione***

Fabrizio Santi ha inoltre collaborato alla scrittura delle seguenti proposte attualmente in corso di valutazione. Ne viene data una breve descrizione nel seguito specificando il ruolo previsto.

| Durata prevista | Descrizione   | Ruolo   |
|-----------------|---|---|
| [18 M]          | <p><i>'Innovative SAR processing methodologies for security applications - Topic B1: Inverse SAR processing'</i><br/>Call ESA - EO4SECURITY</p> <p>L'obiettivo dello studio è abilitare capacità avanzate per SAR spaceborne ad alta risoluzione attraverso l'utilizzo di tecniche innovative di tipo SAR inverso. Oltre alla capacità di rivelare/rifocalizzare i bersagli in movimento, gli obiettivi scientifici della proposta includono l'utilizzo di dati multi-satellite e multipolare per prestazioni incrementate sia per scenari marittimi/fluviali che terrestri.</p> <p>Oltre all'Università di Roma La Sapienza, il consorzio si compone della University of Strathclyde (Glasgow, Scotland) e B-open Solution s.r.l. (Roma, Project Coordinator).</p> <p>Fabrizio Santi avrà la responsabilità del Task 'Verification Methodology Definition' e dei relativi WPs.</p> | <p>WP Leader e Task Leader</p> <p>Finanziamento richiesto</p> <p>Research unit:<br/>(Project grant:</p> |
| [18 M]          | <p><i>'Innovative SAR processing methodologies for security applications - Topic B2: SAR micro-Doppler processing'</i><br/>Call ESA - EO4SECURITY</p> <p>Il progetto riguarda l'estrazione delle firme micro-Doppler (mD) da immagini SAR satellitari e il loro utilizzo per l'abilitazione di nuove applicazioni per tali sistemi. Tra gli obiettivi specifici figurano la definizione di tecniche innovative per l'estrazione delle mD da immagini satellitari e l'assessment delle prestazioni ottenibili per diversi casi applicativi di interesse.</p>   | <p>WP Leader e Task Leader</p> <p>Finanziamento richiesto</p> <p>Research unit:<br/>(Project grant:</p> |

Oltre all'Università di Roma La Sapienza, il consorzio si compone della University of Strathclyde (Glasgow, Scotland, Project Coordinator) e B-open Solution s.r.l. (Roma).  
Fabrizio Santi avrà la responsabilità del Task 'Algorithms verification methodology' e la responsabilità del WP 'State-of-the-art review'.

[20 M]

*'Autonomous Ranging and Communication Technology for Simultaneous operations of Swarm of Small Sats in deep Space'*

Bando pubblico ASI per l'affidamento delle attività di ricerca e sviluppo relative a Sviluppi di nuovi apparati, sottosistemi e payload di Telecomunicazioni

Il progetto riguarda l'esplorazione dello spazio profondo tramite sciami di piccoli satelliti, che può portare a osservazioni scientifiche innovative e inedite grazie al loro uso collaborativo. L'obiettivo del progetto è lo studio e lo sviluppo di una tecnologia di telecomunicazioni per tali sciami di satelliti, che permetta la comunicazione reciproca e il posizionamento relativo in modo autonomo e simultaneo. Il consorzio vede Argotech s.r.l. (Torino) come Project Coordinator e il CRAS dell'Università di Roma La Sapienza come partner. All'interno del CRAS, F. Santi avrà la responsabilità scientifica del WP 'Review dell'architettura finale', che prevede la revisione dell'architettura di telecomunicazioni proposta e del relativo modello di segnale in diversi scenari operativi di interesse.

Ruolo  
WP Leader

Finanziamento richiesto

Research unit:  
(Project grant:

X.B Studi e ricerche affidati da qualificate istituzioni pubbliche o private

Anno  
[durata]  
2022/2023  
[12M]

Descrizione

*'Maritime awareness pre-operational demonstrations'*

Contratto di ricerca stipulato tra il DIET e e-GEOS

L'attività oggetto del contratto è l'utilizzo di dati SAR satellitari ad alta risoluzione (<1m) in applicazioni di sorveglianza marittima. In particolare, lo scopo è lo studio e lo sviluppo di approcci SAR/ISAR ibridi per la messa a fuoco di bersagli navali in movimento (e quindi defocalizzati nelle immagini SAR di livello 1A) e congiuntamente la stima della loro velocità.

Fabrizio Santi ha fatto parte del team di ricerca del DIET, affiancando il responsabile scientifico del progetto nella coordinazione delle attività in carico al gruppo.

Tra gli output scientifici si segnalano le seguenti pubblicazioni a conferenza: [C33], [Ca1], [Ca2]. L'articolo [C33], recentemente presentato da F. Santi all'International Radar Symposium, è risultato essere finalista per il 'Best Paper Award' della conferenza.

Ruolo  
Research Team Member

Grant Value  
Research unit:

|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
| 2018/2019<br>[18M] | <p><i>'GeoSAR – Studio di fattibilità per la realizzazione di un satellite geosincrono per l'osservazione della Terra'</i></p> <p>Progetto finanziato dall' Agenzia Spaziale Italiana</p> <p>Il progetto è consistito nello studio di fattibilità e pianificazione di una missione di osservazione della Terra tramite un satellite SAR in orbita geosincrona (Geo-SAR), che può offrire una copertura su scala sub-continentale con frequenti tempi di rivisitazione (12-24h).</p> <p>Lo studio delle applicazioni SAR possibilmente abilitate da tale sistema (come radar meteorologia, monitoraggio dell'atmosfera e del suolo) sono state in carico al gruppo di ricerca del Politecnico di Milano coordinato dal Prof. A. Monti Guarnieri. Il gruppo di ricerca del DIET, coordinato dal Prof. P. Lombardo, ha invece avuto in carico lo studio di possibili applicazioni parassitiche abilitate dal segnale trasmesso dal Geo-SAR.</p> <p>All'interno del gruppo di ricerca del DIET, Fabrizio Santi si è occupato principalmente dello studio di possibili utilizzi in contesti di sorveglianza marittima, analizzando i requisiti delle diverse applicazioni, studiando diverse configurazioni degli apparati riceventi e valutandone la relativa fattibilità.</p> <p>Tra gli output scientifici del progetto si segnala la pubblicazione a rivista [J14].</p> | <p>Ruolo</p> <p>Research Team Member</p> <p>Grant Value</p> <p>Research unit:</p> |
| 2011               | <p><i>'Study on Distributed ISAR Techniques – Year II'</i></p> <p>Contratto di ricerca stipulato tra il DIET e Galileo Avionica S.p.a. (ora Leonardo S.p.a.), Innovative Projects Analysis &amp; Demonstration (Pomezia, Roma)</p> <p>Il contratto di ricerca prevedeva lo studio e lo sviluppo di tecniche di elaborazione e formazione di immagini ISAR utilizzando segnali acquisiti da formazioni di sensori al fine di incrementarne la risoluzione cross-range.</p> <p>Nell'ambito del suo percorso di dottorato, Fabrizio Santi è stato coinvolto nelle attività connesse al progetto. In particolare, ha preso parte alle campagne di misura svoltesi presso la sede di Caselle (TO) di Galileo Avionica e si è occupato dell'elaborazione dei dati ISAR a canale multiplo acquisiti in camera anecoica (banda X e banda Ku). Inoltre, si è occupato dello studio, sviluppo e analisi di tecniche di stima del moto rotatorio dei bersagli tramite sensori multipli per abilitare la formazione delle immagini. Ha collaborato alla stesura dei rapporti tecnici previsti e ha presentato i relativi risultati alle riunioni ufficiali (intermedie e finale) del progetto.</p> <p>Tra gli output scientifici del progetto si segnalano le seguenti pubblicazioni a conferenza: [C2], [C4].</p>   | <p>Ruolo</p> <p>Research Team Member</p> <p>Grant Value</p>                       |

## X.C Progetti di ricerca finanziati dall'Università di Roma La Sapienza

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| 2023 (in corso)<br>[24 M] | <p><i>'Radar 'green' multidimensionali basati su sorgenti di opportunità satellitari per il monitoraggio e la protezione di aree marittime'</i></p> <p>Bando Ricerca Sapienza 2022</p> <p>Il progetto riguarda l'utilizzo di sorgenti di opportunità satellitari per radar passivi mirati alla protezione di aree marittime e fluviali. Lo scopo è lo studio di innovativi approcci di elaborazione e utilizzo di segnali multi-dimensionali, che capitalizzino sulle diversità di informazione offerte da diverse tipologie di satelliti in termini di posizione orbitale, frequenza trasmessa, e polarizzazione del campo e.m. emesso.</p> | <p>Ruolo</p> <p>Principal Investigator</p> <p>Grant Value</p> |
| 2017<br>[12 M]            | <p><i>'Studio di tecniche di rivelazione di bersagli navali per radar passivi multistatici basati su satelliti di navigazione'</i></p> <p>Bando Ricerca Sapienza 2017. Progetto di Avvio alla Ricerca</p> <p>Scopo del progetto era l'utilizzo di diversità spaziale in radar passivi basati su satelliti di navigazione per incrementare le capacità dei sistemi di rivelare e localizzare bersagli navali. Tra gli output scientifici del progetto si segnala il seguente articolo a rivista: [J10].</p>   | <p>Ruolo</p> <p>Principal Investigator</p> <p>Grant Value</p> |

## Part XI– Attività di ricerca

L'attività di ricerca di Fabrizio Santi si colloca nell'ambito dei sistemi radar e delle tecniche di elaborazione dei corrispondenti segnali, con particolare riferimento alle seguenti linee tematiche/argomenti di ricerca:

- ❖ Tecniche di formazione ed elaborazione di immagini ISAR
  - *Spatial resolution improvement using distributed radar systems*  
[J1], [C2], [C3]
  - *Distributed target rotation motion estimation*  
[J6], [C4], [C5], [C9]
  - *Multichannel translational motion estimation*  
[C27], [C29]
  - *Hybrid SAR/ISAR autofocus*  
[C33], [Ca1], [Ca2]
- ❖ Formazione ed elaborazione di immagini radar passive multidimensionali
  - *Multistatic passive SAR*  
[J2], [J4], [C7], [C8], [C10], [C11], [C12]
  - *Bi/multi-static passive ISAR*  
[J12], [C19], [C21], [C23], [C24], [C28], [C32]
  - *Polarimetric passive ISAR*  
[J13], [C22], [C25]
- ❖ Radar passivi basati su segnali di opportunità per applicazioni di sorveglianza
  - *Enabling techniques for satellite-based passive bistatic radar systems*  
[J5], [J7], [J8], [J9], [J11], [C13], [C14], [C15], [C16], [C17], [C20]
  - *Data processing techniques for satellite-based passive multistatic radar*  
[J10], [J15], [J16], [Js1], [C18], [C26], [C31]
  - *Parasitic surveillance using radar transmitters of opportunity (hitchhiker radar)*  
[J3], [J14], [C1], [C6]

Se ne riporta nel seguito una descrizione sintetica con riferimento ai principali contributi scientifici.

Keywords

Descrizione

|                                |
|--------------------------------|
| Cross-range scaling            |
| Hybrid SAR/ISAR                |
| ISAR                           |
| ISAR autofocus                 |
| Multistatic ISAR               |
| Optimum time selection         |
| Spatial resolution improvement |
| Target motion estimation       |

### **Tecniche di formazione ed elaborazione di immagini ISAR**

#### ***Incremento della risoluzione spaziale con sensori distribuiti***

Sono stati definiti schemi di acquisizione multi-sensore e relative tecniche di processing per incrementare (rispetto il caso sensore singolo) la risoluzione spaziale di bersagli in rotazione attraverso formazioni distribuite di sensori operanti in modalità Multi-Input-Multi-Output (MIMO). Questo è di particolare rilevanza nel contesto ISAR, dove la risoluzione cross-range ottenibile può essere fortemente limitata da un moto insufficiente del target (come ad esempio un bersaglio navale soggetto a moti rotatori lenti in caso di mare calmo), mentre quella in range diventa limitata nel caso di segnali a banda relativamente stretta, risultando in definitiva in immagini di bassa qualità. Per incrementare la risoluzione geometrica delle immagini, la pubblicazione [J1] propone una tecnica MIMO basata sull'utilizzo di formazioni di sensori con diversità angolari sia in aspetto che in elevazione. È stato dimostrato che tale approccio è in grado di incrementare notevolmente la risoluzione spaziale delle immagini (ad esempio, fino a 9 volte utilizzando una formazione di 4 sensori). In [C2], viene data (seppur limitatamente alla dimensione cross-range) una dimostrazione sperimentale del concept.

#### ***Distributed target rotation motion estimation***

La conoscenza del moto rotatorio dei bersagli è informazione essenziale per la scalatura delle immagini (Hz $\rightarrow$ m), la loro messa a fuoco (con particolare riguardo al caso di immagini MIMO/multistatiche), e la selezione degli istanti immagini opportuni (*optimum time selection*). Fabrizio Santi ha proposto delle tecniche innovative che sfruttano le diversità angolari offerte dalle formazioni multi-sensore per una stima accurata del moto rotatorio complesso (i.e., contemporaneamente di yaw, pitch e roll) di target navali. In particolare, in [J6] vengono proposti un approccio ottimo, basato su uno stimatore ML, e uno sub-ottimo (ma computazionalmente più efficiente), basato su componenti lineari delle fasi dei segnali ricevuti. I risultati ottenuti (sia teorici tramite la derivazione del CRB e supportati anche dall'utilizzo di dati sperimentali) mostrano come tali approcci superino abbondantemente le prestazioni di stima di tecniche a singolo sensore, permettendo una stima accurata del moto rotatorio 3D nelle singole componenti di yaw, pitch e roll, abilitando quindi la corretta formazione delle immagini ISAR distribuite, la loro scalatura e, ulteriormente, la conoscenza del piano di proiezione immagine (requisito altamente desiderabile per procedure di *automatic target recognition*). Una ulteriore tecnica, basata su features lineari delle immagini, sub-ottima ma adatta ad operare anche nel caso di schiere di sensori molto separati angolarmente, è proposta in [C9].

#### ***Multichannel translational motion estimation***

Sono attualmente oggetto di studio tecniche di elaborazione del segnale ricevuto da schiere di sensori per la stima del moto di bersagli navali caratterizzati da moti rettilinei uniformi/uniformemente accelerati. In [C27] viene presentato uno schema di elaborazione decentralizzato in grado di incrementare la capacità di stima del moto di traslazione dei bersagli rispetto il caso monostatico, con il fine ultimo di abilitare una motion-compensation distribuita per l'autofocus e la combinazione coerente/incoerente (a seconda della diversità geometrica considerata) delle immagini multi-angolo. In [C29], le prestazioni di diverse classi di stimatori (di tipo centralizzato e decentralizzato) vengono comparate sia in termini di accuratezza ottenibile

che di costo computazionale, per diverse geometrie e per diverse tipologie di moto del bersaglio. L'analisi ha mostrato come se da un alto l'accuratezza ottenibile da approcci centralizzati e decentralizzati sia simile per un'ampia gamma di condizioni operative (geometrie di osservazione/moto del bersaglio), procedure decentralizzate alleviano notevolmente il costo computazionale necessario mantenendo al tempo stesso una maggiore robustezza rispetto a non-idealità (quali ad esempio la variazione della firma em del bersaglio tra i diversi canali). È attualmente in corso di finalizzazione un articolo esteso su rivista su tali tematiche (target: Remote Sensing).

**Hybrid SAR/ISAR autofocus**

La crescente presenza di SAR satellitari dotati di capacità di imaging in alta risoluzione (<1m) rende tali sistemi di notevole interesse per applicazioni di monitoraggio, e.g. per Maritime Situational Awareness. Poiché i bersagli navali sono in movimento, mentre la focalizzazione delle immagini SAR assume scene stazionarie, questi risultano defocalizzati e shiftati rispetto la loro posizione nominale. In [C33] e [Ca2] sono state studiate e validate attraverso utilizzo di ampi dataset (immagini CosmoSkyMed acquisite in modalità spotlight) tecniche di ISAR autofocus per SAR a canale singolo per la rifocalizzazione delle immagini dei bersagli navali, fornendo congiuntamente la stima della loro velocità along track. Sono poi state proposte tecniche ad-hoc per la scalatura cross-range delle immagini (che riesce a superare in prestazioni gli approcci convenzionali basati su dechirping) e riposizionamento dei bersagli (solitamente ottenuto con sistemi multi-canale) [Ca1]. È in corso di preparazione un articolo a rivista esteso su tali tematiche (target: IEEE JSTARS)

|                                |
|--------------------------------|
| DVB-S based ISAR               |
| Feature extraction             |
| GNSS-based radar imaging       |
| Multidimensional passive radar |
| Multistatic passive SAR        |
| Multistatic passive ISAR       |
| Passive ISAR                   |
| Passive SAR                    |
| Polarimetric passive ISAR      |
| SAR                            |

**Formazione ed elaborazione di immagini radar passive multidimensionali**

**Multistatic passive SAR**

L'attività di ricerca ha avuto come oggetto la formazione di immagini SAR passive sfruttando le trasmissioni di satelliti di navigazione (Global Navigation Satellite Systems, GNSS). Tale ricerca è incentivata da alcune caratteristiche del segnale trasmesso da questi sistemi, quali l'alta affidabilità e la copertura globale e persistente offerta, oltre alla possibilità utilizzare chipsets commerciali disponibili per la radio-navigazione per lo sviluppo di ricevitori a basso costo. Ciò rende un sensore 'receiving-only' potenzialmente in grado di fornire un monitoraggio permanente di aree di interesse, in particolare dove l'impiego di sensori attivi è ostacolato dalla loro natura intrusiva dettata dalla necessità di emettere radiazione e.m., come ad esempio in aree naturali protette. In tale ambito, il principale contributo di Fabrizio Santi è stato incentrato sull'utilizzo configurazioni multistatiche utilizzando trasmissioni da diversi satelliti delle costellazioni, allo scopo di incrementare le prestazioni del sistema operante in configurazione bistatica. In particolare, la pubblicazione [J2] studia ed analizza la risposta impulsiva del sistema di imaging multistatico, derivandone una formulazione analitica per geometrie generali e validandola tramite l'utilizzo di dati sintetici e sperimentali. In seguito all'analisi delle caratteristiche della risposta impulsiva, in [J4] è stata verificata la possibilità di imaging multistatico su scene estese. In particolare, sono state sviluppate delle tecniche basate su CLEAN per estrarre contenuto informativo dalle immagini, seguendo un approccio multi-prospettiva (combinazione delle features estratte dalle singole immagini bistatiche) o multistatico (estrazione delle features dall'immagine multistatica). La validazione delle tecniche sviluppate attraverso l'impiego di immagini sperimentali ha evidenziato il maggiore contenuto informativo

ottenibile dalle acquisizioni multistatiche. È bene notare come gli approcci proposti hanno carattere di validità generale, potendosi applicare a generici SAR multistatici, specialmente se caratterizzati da potere risolvente limitato. Va infine sottolineato come i risultati in [J2] e [J4] rappresentino forse la prima dimostrazione sperimentale di un SAR passivo multistatico.

#### ***Bi/multi-static passive ISAR***

Le attività di ricerca in oggetto riguardano la formazione ed elaborazione di immagini ISAR basate su segnali di opportunità, quali satelliti di navigazione GNSS e satelliti geostazionari di telecomunicazioni DVB-S. Scopo delle attività di ricerca è abilitare/incrementare la capacità di estrarre contenuto informativo dalle immagini, al fine di aprire la strada alla classifica dei bersagli in ambiti di monitoraggio delle attività umane. Le tecniche oggetto di tali studi si basano sull'elaborazione di segnali su diversi domini, quali tempo e spazio (segnali multidimensionali) al fine di sfruttare le diversità di informazione caratteristiche degli illuminatori di opportunità considerati. Ciò appare di particolare rilievo in considerazione delle limitazioni sofferte da radar passivi 'satellite-based' in termini di potenza di segnale disponibile e forme d'onda (non progettate per applicazioni radar). La pubblicazione [J12] esplora la possibilità di ottenere immagini di bersagli navali in movimento tramite radar passivi basati su GNSS. Sono state proposte tecniche basate su elaborazioni multi-frame e sono state quindi derivate regole in forma chiusa per la scalatura delle immagini in un dominio range/cross-range monostatico equivalente. Tale linea di ricerca si inserisce a pieno titolo nel contesto dell'utilizzo secondario dei segnali GNSS, ampliando il range di applicazioni per tali sistemi. Data la numerosità di satelliti di navigazione simultaneamente in visibilità, è di interesse studiare approcci che capitalizzino su acquisizioni multistatiche (multi-satellite) per incrementare la qualità dei prodotti immagine ottenibili. Sono state ad oggi studiate diverse regole di combinazione (sia model-based che model-free) per le immagini bistatiche relative alle diverse baseline (cioè ai diversi trasmettitori). Risultati preliminari inerenti tali attività sono stati presentati in [C23], in seguito ulteriormente approfondite. *È in corso di finalizzazione un articolo a rivista esteso sul tema GNSS-based multistatic passive ISAR imaging (target: IEEE TGRS).*

Nel caso di ISAR passivi basati su DVB-S, sono state svolte ricerche atte a sfruttare elaborazioni multi-angolari per incrementare il contenuto informativo delle immagini, di cui alcuni risultati preliminari, comprensivi della derivazione teorica della risposta impulsiva e validazioni sperimentali, sono stati presentati in [C24] e [C25]. Oltre a ciò, Fabrizio Santi ha studiato la sensibilità dell'imaging rispetto la conoscenza inaccurata del moto dei target, derivando regole in forma chiusa che legano gli errori di stima moto alla qualità delle immagini bistatiche [C28] e multistatiche [C32]. Tali studi non si limitano al caso DVB-S based passive ISAR, ma hanno validità generale rispetto a trasmettitori di opportunità e geometrie di acquisizione. *È in corso di finalizzazione un articolo a rivista esteso sull'impatto di errori di stima moto su sistemi ISAR passivi per generiche geometrie di acquisizione/trasmettitori di opportunità (target: IEEE JSTARS).*

#### ***Polarimetric passive ISAR***

L'utilizzo della diversità di informazione offerta dalla polarizzazione del campo elettrico è ben nota nella comunità radar per il caso di immagini SAR. Nel caso dell'ISAR, alcuni lavori hanno esplorato i vantaggi ottenibili nel caso di sistemi attivi, mentre nel caso di radar passivi, un numero inferiore di contributi esplora i vantaggi dell'utilizzo di dati multipolari, limitandosi

però alle funzioni di radar detection. La pubblicazione [J13] è il primo studio noto in letteratura che investiga la possibilità di utilizzare con efficacia dati multipolari nell'ambito dei radar passivi per applicazioni di imaging, fornendo metodi e prove sperimentali. È attualmente oggetto di studio la combinazione di dati multipolari con diversità su altri domini, quali frequenza e spazio. Alcuni risultati preliminari su tale linea sono stati presentati in [C25]

|                            |
|----------------------------|
| Hitchhiker radar           |
| Long-integration time      |
| Passive bistatic radar     |
| Passive multistatic radar  |
| Radar surveillance         |
| Target detection           |
| Target localization        |
| Target velocity estimation |
| Track-Before-Detect        |

### **Radar passivi basati su segnali di opportunità per applicazioni di sorveglianza**

#### ***Enabling techniques for satellite-based passive bistatic radar systems***

Le pubblicazioni [J5], [J7], [J8], [J9], [J11] illustrano le attività sviluppate da Fabrizio Santi nell'ambito di tecnologie abilitanti per radar passivi bistatici basati su sorgenti di opportunità satellitari. Particolare attenzione è stata posta al caso di trasmissioni GNSS, i quali, per alcune loro caratteristiche (copertura continua e globale, affidabilità, universalità della forma d'onda, etc...), sono stati recentemente oggetto di notevole interesse. In particolare, la pubblicazione [J8] introduce per la prima volta in letteratura la possibilità di un sistema radar passivo basato su satelliti di navigazione di ottenere funzioni di Maritime-Moving Target Indication (M-MTI) nel caso di geometrie bistatiche generali. Poiché il principale ostacolo alla operatività di tale tipologia di radar è la bassa potenza disponibile, è necessario sviluppare tecniche innovative per incrementare la copertura del sistema. In [J9], vengono introdotte tecniche per l'integrazione del segnale su lunghi tempi di integrazione (decine di secondi), operazione resa complessa dalla presenza di migrazioni range e Doppler dovute al moto incognito del bersaglio. Tali tecniche sono state validate sia tramite l'utilizzo di dataset sintetici che sperimentali ottenuti in campagne di misura dedicate. La pubblicazione [J11] combina tali tecniche con il paradigma del Track-Before-Detect, allo scopo di aumentare la robustezza delle tecniche long-integration time a possibili mismatch con il modello di segnale, al tempo stesso riducendo il costo computazionale necessario. Con riferimento a generici sistemi passivi space-based, in [J5] è stato proposto uno schema di integrazione dei ritorni basato sulla Fractional Fourier Transform. Tale trasformata mappa i segnali in un piano frequenza-angolo ruotato, ed è stato mostrato come in questo dominio l'integrazione dei ritorni su tempi di osservazione lunghi possa ottenersi agevolmente in maniera adattiva. Tale tecnica è stata ulteriormente estesa in [J7] considerando un array di ricevitori, mostrando come la combinazione dei segnali ricevuti dai singoli elementi dell'array su diversi istanti temporali possa ottenersi nel dominio frequenza-angolo ruotato, abilitando rivelazione dei bersagli e la stima della loro direzione di arrivo nell'area sorvegliata.

#### ***Data processing techniques for satellite-based passive multistatic radar***

La crescente disponibilità di sorgenti satellitari operanti in costellazione rende di ampio interesse la definizione di tecniche di processing per radar passivi multistatici, con particolare riguardo alla configurazione multi-trasmittitore-singolo-ricevitore, che permettano un incremento delle prestazioni rispetto al caso bistatico (e.g., maggiore copertura) e l'abilitazione di funzionalità aggiuntive (come ad esempio la localizzazione dei bersagli). Fabrizio Santi ha proposto in [J10] delle tecniche in grado di integrare i segnali trasmessi da più satelliti di navigazione e riflessi da target in movimento su tempi di osservazione lunghi, fornendone congiuntamente la rivelazione e stima di posizione. Il guadagno di integrazione congiunto nei domini tempo e spazio (cioè baselines multiple) permette di incrementare la capacità di rivelazione del sistema, mentre la diversità

spaziale abilita la localizzazione dei bersagli. Tali approcci si differenziano da schemi tradizionali basati su una rivelazione dei bersagli e successiva localizzazione tramite multilaterazione, superandoli in prestazioni grazie ad una rivelazione che avviene dopo un'integrazione su molteplici geometrie bistatiche (quindi con più alto SNR). La pubblicazione include la derivazione in forma chiusa di regole di combinazione dei segnali ricevuti, l'analisi teorica delle prestazioni, e la validazione delle tecniche su set di dati sperimentali comprendenti satelliti Galileo e target navali opportunistici di diverso tipo. Ulteriori sviluppi di questa tematica sono stati affrontati in [J16], includendo nello studio la possibilità di trattare target distribuiti su più celle di risoluzione (come tipicamente avviene nel caso di bersagli navali e trasmissioni GNSS con i chip-rates maggiori), mentre il lavoro in corso di revisione [Js1] analizza la possibilità di sostituire integrazioni su lunghi tempi di osservazione con acquisizioni multi-satellite, analizzando le prestazioni in forma chiusa con particolare riferimento alla variazione della risposta em del bersaglio tra i diversi canali bistatici.

Un'ulteriore possibilità offerta da configurazioni multistatiche è la capacità di stimare la velocità dei bersagli. La pubblicazione [J15] propone un approccio in grado di sfruttare osservabili radar addizionali rispetto alle misure di range e Doppler (in particolare, il Doppler-rate), resi disponibili dai lunghi tempi di integrazione adottati in fase di rivelazione per incrementare l'accuratezza della stima della velocità. L'incremento delle prestazioni rispetto a schemi convenzionali (cioè, Doppler-based) è stato validato a livello teorico (tramite il limite di Cramer-Rao), su dati sintetici e sperimentali.

#### ***Parasitic surveillance using radar transmitters of opportunity (hitchhiker radar)***

Con riferimento all'utilizzo del segnale trasmesso da un radar costiero, sono state oggetto di studio le possibilità di utilizzare i ritorni dalla scena osservata per la rivelazione di *oil spill* e per la formazione di immagini radar di bersagli navali. La pubblicazione [C1] propone una tecnica basata su un GLRT per la rivelazione di oil spill (anche di piccole dimensioni) sfruttando osservazioni su scansioni successive. Nello sviluppo della tecnica ci si è avvalsi di dati reali acquisiti dal radar sperimentale IPIX della McMaster University (Canada). La pubblicazione [J3] considera la possibilità di utilizzare il segnale trasmesso da un radar costiero durante scansioni successive e ricevuto da un array di ricevitori passivi posto lungo la costa per la formazione di immagini ISAR dei bersagli in navigazione. Un opportuno dimensionamento dell'array (numero di elementi e distanza inter-elemento) consente un corretto campionamento angolare del bersaglio (secondo il criterio di Nyquist); l'elaborazione dei ritorni tramite una tecnica di focalizzazione ad-hoc consente la formazione di immagini ISAR dei bersagli in navigazione.

Per quanto riguarda sorgenti radar satellitari, è stata svolta una attività di ricerca in collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana che ha avuto come oggetto lo studio di fattibilità di applicazioni secondarie abilitate dai segnali trasmessi da un satellite SAR in orbita geostazionaria (GeoSAR). La pubblicazione [J14] propone l'utilizzo di sensori installati sulla/in prossimità della superficie terrestre per svolgere applicazioni quali maritime, air, and ground surveillance sfruttando le riflessioni dai bersagli illuminati dal GeoSAR. Sono state proposte diverse configurazioni degli apparati riceventi per ogni applicazione considerata, analizzandone le potenzialità e le criticità, con l'obiettivo finale di aumentare il numero di utenti interessati ad investire nelle missioni GeoSAR attualmente in fase di progettazione.

## Part XII – Produzione scientifica e indicatori bibliometrici

Sulla base del contenuto del database SCOPUS<sup>3</sup>, gli indicatori bibliometrici dell’impatto della produzione scientifica di Fabrizio Santi sono ad oggi i seguenti:

| Indicatori richiesti dal bando e di uso comune                |        |
|---|--------|
| Numero complessivo di lavori                                  | 45     |
| Numero di articoli a rivista                                  | 16     |
| Indice di Hirsch  | 15     |
| Numero totale delle citazioni                                 | 722    |
| Numero medio di citazioni per pubblicazione                   | 16.04  |
| Impact factor <sup>4</sup> totale                             | 59.276 |
| Impact factor <sup>4</sup> medio per pubblicazione            | 3.705  |
| i10-index   | 20     |
| Indicatori in vigore per la ASN (SC 09/F2, II fascia)         |        |
| Numero di articoli a rivista negli ultimi 5 anni (2018-2023)  | 9      |
| Numero di citazioni ricevute negli ultimi 10 anni (2013-2023) | 720    |
| H-index calcolato sugli ultimi 10 anni (2013-2023)            | 15     |

Con riferimento ai 16 articoli a rivista:

- Il 75% sono pubblicati su riviste IEEE
- Il 50% presenta co-autori esterni a Sapienza
- Il numero medio di autori è 4
- F. Santi è primo o secondo autore in 15/16 lavori (7/15 primo autore e 8/15 secondo autore)

## Parte XIII– Elenco completo delle pubblicazioni e altri prodotti della ricerca

### XIII.A Articoli in riviste internazionali

- [J16] I. Nasso, F. Santi, “A Centralized Ship Localization Strategy for Passive Multistatic Radar Based on Navigation Satellites,” **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, vol. 19, pp. 1-5, 2022, Art no. 4026805.
- [J15] I. Nasso, F. Santi, D. Pastina, "Maritime targets velocity estimation in space-based passive multistatic radar using long integration times", **IEEE Access**, vol. 9, pp. 163764 - 163779, Dec. 2021.
- [J14] F. Santi, G.P. Blasone, D. Pastina, F. Colone, P. Lombardo, "Parasitic Surveillance Potentialities Based on a GEO-SAR Illuminator", **Remote Sensing**, 13(23): 4817, Nov. 2021.
- [J13] I. Pisciotto, F. Santi, D. Pastina, D. Cristallini, “DVB-S based passive polarimetric ISAR – methods and experimental validation,” **IEEE Sensors Journal**, vol. 21, no. 5, pp. 6056 – 6070, Mar. 2021.
- [J12] D. Pastina, F. Santi, F. Pieralice, M. Antoniou, M. Cherniakov, “Passive radar imaging of ship targets with GNSS signals of opportunity,” **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, vol. 59, no. 3, pp. 2627 – 2624, Mar. 2021.

<sup>3</sup> SCOPUS Author ID: 49864597800

<sup>4</sup> Calcolato in relazione all’anno della pubblicazione sulla base delle più recenti classificazioni rese disponibili dal Journal Citation Report (JRC) di Clarivate Analytics

- [J11] F. Santi, D. Pastina, M. Bucciarelli, “Experimental Demonstration of Ship Target Detection in GNSS-Based Passive Radar Combining Target Motion Compensation and Track-before-Detect Strategies,” **Sensors** 2020, 20(3), 599.
- [J10] F. Santi, F. Pieralice, D. Pastina, “Joint Detection and Localization of Vessels at Sea With a GNSS-Based Multistatic Radar,” **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, vol. 57, no. 8, pp. 5894-5913, Aug. 2019.
- [J9] D. Pastina, F. Santi, F. Pieralice, M. Bucciarelli, H. Ma, D. Tzagkas, M. Antoniou, M. Cherniakov, “Maritime Moving Target Long Time Integration for GNSS-Based Passive Bistatic Radar,” **IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems**, vol. 54, no. 6, pp. 3060-3083, Dec. 2018.
- [J8] H. Ma, M. Antoniou, D. Pastina, F. Santi, F. Pieralice, M. Bucciarelli, M. Cherniakov, “Maritime Moving Target Indication Using Passive GNSS-Based Bistatic Radar,” **IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems**, vol. 54, no. 1, pp. 115-130, Feb. 2018.
- [J7] Z. Li, F. Santi, D. Pastina, P. Lombardo, “Passive Radar Array with Low-Power Satellite Illuminators Based on Fractional Fourier Transform,” **IEEE Sensors Journal**, vol. 17, no. 24, pp. 8378-8394, Dec. 2017
- [J6] F. Santi, D. Pastina, M. Bucciarelli, “Estimation of ship dynamics with a multiplatform radar imaging system,” **IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems**, vol. 53, no. 6, pp. 2769-2788, Dec. 2017.
- [J5] Z. Li, F. Santi, D. Pastina, P. Lombardo, “Multi-frame fractional Fourier transform technique for moving target detection with space-based passive radar,” **IET Radar Sonar & Navigation**, vol. 11, no. 5, pp. 822-828, May 2017.
- [J4] F. Santi, M. Bucciarelli, D. Pastina, M. Antoniou, M. Cherniakov, “Spatial resolution improvement in GNSS-based SAR using multistatic acquisitions and feature extraction,” **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, vol. 54, no. 10, pp. 6217-6231, Oct. 2016.
- [J3] F. Santi, D. Pastina, “A parasitic array receiver for ISAR imaging of ship targets using a coastal radar,” **Hindawi International Journal of Antennas and Propagation**, Volume 2016 (2016), Article ID 8485305.
- [J2] F. Santi, M. Antoniou, D. Pastina, “Point Spread Function Analysis for GNSS-Based Multistatic SAR,” **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, vol. 12, no. 2, pp. 304-308, Feb. 2015.
- [J1] D. Pastina, F. Santi, M. Bucciarelli, “MIMO Distributed Imaging of Rotating Targets for Improved 2-D Resolution,” **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, vol. 12, no. 1, pp. 190-194, Jan. 2015.

### XIII.B Articoli in riviste internazionali ‘under review’

- [Js1] I. Nasso, F. Santi, “Maritime moving target detection and localization technique for GNSS-based passive multistatic radar,” **IET Radar Sonar & Navigation**, *under review*.

### XIII.C Pubblicazioni in atti di congressi internazionali

- [C33] A. Testa, E. Morando, D. Pastina, M. Zavagli, F. Santi, C. Pratola, M. Corvino, “Velocity Estimation of Maritime Targets in Spaceborne Single-Channel SAR images: Methods and Performance Assessment,” International Radar Symposium, Berlin, Germany, 24-26 May 2023.
- [C32] F. Santi, I. Pisciotto, D. Pastina, D. Cristallini, "Multi-angle DVB-S based passive ISAR sensitivity to target motion estimation errors," 2023 IEEE Radar Conference, San Antonio, Texas, USA, 1-5 May 2023

- [C31] I. Nasso, F. Santi, "A centralized approach for ship target detection and localization with multi-transmitters GNSS-based passive radar," IET International Conf. Radar Syst., Edinburgh, UK, 24-27 Oct. 2022.
- [C30] M. Di Benedetto, G. Boscagli, F. De Marchi, D. Durante, F. Santi, A. Sesta, M. K. Plumaris, A. Fienga, N. Linty, K. Sosnica, J. Belfi, L. Iess, "An architecture for a lunar navigation system: orbit determination and time synchronization," International ESA Colloquium on Scientific and Fundamental Aspects of GNSS, Sofia, Bulgaria, 14-16 Sep. 2022
- [C29] A. Testa, D. Pastina, F. Santi, "Comparing decentralized and centralized approaches for translational motion estimation with multistatic ISAR systems," International Radar Symposium, Gdańsk, Poland, 12-14 Sep. 2022.
- [C28] F. Santi, I. Pisciotano, D. Pastina, D. Cristallini, "Impact of Motion Estimation Errors on DVB-S Based Passive ISAR Imaging ", 2022 IEEE International Radar Conference, New York City, NY, USA, 21-25 Mar. 2022.
- [C27] A. Testa, F. Santi, D. Pastina, "Translational motion estimation with multistatic ISAR systems," International Radar Symposium 2021, Berlin, Germany, June 2021.
- [C26] I. Nasso, F. Santi, D. Pastina, "Ship target velocity estimation with multi-transmitter GNSS-based passive radar exploiting long integration times," International Radar Symposium 2021, Berlin, Germany, June 2021.
- [C25] F. Santi, I. Pisciotano, D. Pastina, D. Cristallini, "First experimental results on multi-angle DVB-S based passive ISAR exploiting multipolar data," 2021 IEEE Radar Conference, Atlanta, USA, 10-14 May 2021.
- [C24] F. Santi, I. Pisciotano, D. Cristallini, D. Pastina, "Preliminary investigations toward multi-frame DVB-S based passive ISAR," 2021 European Synthetic Aperture Radar Conference, 29 Mar.-1 Apr. 2021.
- [C23] F. Santi, D. Pastina, M. Antoniou, M. Cherniakov, "GNSS-based multistatic passive radar imaging of ship targets," IEEE RadarConf 2020.
- [C22] I. Pisciotano, D. Cristallini, D. Pastina, F. Santi, "Experimental Results of Polarimetric Passive ISAR Exploiting DVB-S2 Illumination," IEEE RadarConf 2020.
- [C21] F. Santi, F. Pieralice, D. Pastina, M. Antoniou, M. Cherniakov, "Passive radar imagery of ship targets by using navigation satellites transmitters of opportunity," International Radar Symposium IRS 2019, Ulm, Germany, 26-28 June 2019.
- [C20] F. Santi, D. Pastina, "Application of track-before-detect techniques in GNSS-bases passive radar for maritime surveillance," IEEE Radar Conference 2019, Boston, Massachusetts (USA), 22-26 April 2019.
- [C19] F. Pieralice, F. Santi, D. Pastina, M. Antoniou, M. Cherniakov, "Ship targets feature extraction with GNSS-based passive radar via ISAR approaches: preliminary experimental study," 2018 European Synthetic Aperture Radar Conference, Aachen, Germany, 4-7 June 2018.
- [C18] F. Santi, F. Pieralice, D. Pastina, "Multistatic GNSS-based passive radar for maritime surveillance with long integration times: experimental results," 2018 IEEE Radar Conference, Oklahoma City, OK, USA, 23-27 Apr. 2018.
- [C17] F. Pieralice, D. Pastina, F. Santi, M. Bucciarelli, "Multi-transmitters ship target detection with GNSS-based passive radar," Radar 2017, International Conference on Radar Systems, Belfast (UK), 23-26 Oct. 2017.
- [C16] F. Santi, D. Pastina, M. Bucciarelli, "Maritime moving target detection technique for passive bistatic radar with GNSS transmitters," IRS 2017, 18th International Radar Symposium, Prague (CZ), 28-30 June 2017.

- [C15] F. Pieralice, F. Santi, D. Pastina, M. Bucciarelli, H. Ma, M. Antoniou, M. Cherniakov, "GNSS-based passive radar for maritime surveillance: Long integration time MTI technique," 2017 IEEE Radar Conference, Seattle, WA, USA, 8-12 May 2017.
- [C14] H. Ma, M. Antoniou, M. Cherniakov, D. Pastina, F. Santi, F. Pieralice, M. Bucciarelli, "Maritime target detection using GNSS-based radar: Experimental proof of concept," 2017 IEEE Radar Conference, Seattle, WA, USA, 8-12 May 2017.
- [C13] Z. Li, F. Santi, D. Pastina, P. Lombardo, "Satellite-based PCL for moving target detection using Keystone transform and FrFT," RADAR 2016 - CIE International Conference on Radar, Guangzhou, China, 10-13 October 2016.
- [C12] F. Santi, M. Bucciarelli, D. Pastina, M. Antoniou, M. Cherniakov, "Passive multi-perspective GNSS-based SAR using CLEAN technique: an experimental study," European Synthetic Aperture Radar Conference 2016, Hamburg, Germany, 6-9 June 2016.
- [C11] F. Santi, M. Bucciarelli, D. Pastina, M. Antoniou, M. Cherniakov, "Passive multistatic SAR with GNSS transmitters and using joint bi/multi-static CLEAN technique," IEEE Radar Conference 2016, Philadelphia, PA, USA, 2-6 May 2016.
- [C10] F. Santi, M. Bucciarelli, D. Pastina, M. Antoniou, "CLEAN technique for passive bistatic and multistatic SAR with GNSS transmitters," IEEE Radar Conference 2015, Arlington, Virginia (USA), 10-15 May 2015.
- [C9] F. Santi, M. Bucciarelli, D. Pastina, "Multi-sensor ISAR technique for feature-based motion estimation of ship targets," RADAR'14, International Radar Conference 2014, Lille, France, 13-17 Oct. 2014.
- [C8] F. Santi, M. Antoniou, D. Pastina, D. Tzagkas, M. Bucciarelli, M. Cherniakov, "Passive multi-static SAR with GNSS transmitters: preliminary experimental study," European Radar Conference EuRAD 2014, Rome, Italy, 8-10 Oct. 2014.
- [C7] F. Santi, M. Antoniou, D. Pastina, D. Tzagkas, M. Bucciarelli, M. Cherniakov, "Passive multi-static SAR with GNSS transmitters: first theoretical and experimental results with point targets," European Synthetic Aperture Radar Conference 2014, Berlin, Germany, 2-5 June 2014.
- [C6] F. Santi, D. Pastina, P. Lombardo, "ISAR while-scan mode for coastal surveillance," IEEE Radar Conference 2014, Cincinnati, Ohio (USA), 19-23 May 2014.
- [C5] F. Santi, D. Pastina, M. Bucciarelli, "Multi-sensor ISAR techniques for motion estimation of pitching, rolling and yawing targets," IEEE Radar Conference 2013, Ottawa, Ontario, Canada, 29 April - 3 May 2013.
- [C4] F. Santi, M. Bucciarelli, D. Pastina, "Target rotation motion estimation from distributed ISAR data," IEEE Radar Conference 2012, Atlanta, Georgia (USA), 7-11 May 2012.
- [C3] D. Pastina, F. Santi, M. Bucciarelli, P. Lombardo, "2D-MIMO SAR/ISAR imaging of moving targets with reconfigurable formation of platforms," EUSAR 2012, Nuremberg, Germany, 23-26 April 2012.
- [C2] D. Pastina, F. Santi, M. Bucciarelli, "Multi-angle distributed ISAR with stepped-frequency waveforms for surveillance and recognition", RADAR 2011 - CIE International Conference on Radar, Chengdu, China, 24-27 October 2011.
- [C1] F. Santi, P. Lombardo, D. Pastina, "Oil spill detection using a coastal high-resolution radar," IEEE Radar Conference 2011, Kansas City, Missouri (USA), 23-27 May 2011.

#### XIII.D Articoli accettati per la pubblicazione in atti di congressi internazionali

- [Ca2] M. Zavagli, D. Pastina, A. Testa, F. Santi, E. Morando, C. Pratola, M. Corvino, M. Costantini, "Inverse SAR processing for maritime awareness," accepted at the IEEE International Geoscience

and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2023, to be held in Pasadena, California (USA), 16-21 Jul. 2023.

- [Ca1] A. Testa, D. Pastina, M. Zavagli, F. Santi, C. Pratola, M. Corvino, "Exploitation of single-channel space-borne SAR data for ship targets imaging and motion parameters estimation," accepted at the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2023), to be held in Rhodes Island, Greece, 4-10 Jun. 2023.

### XIII.E Contributi in workshop nazionali e internazionali

- [W10] M. Zavagli, D. Pastina, F. Santi, A. Testa, M. Corvino, E. Morando, C. Pratola, M. Costantini, "Inverse SAR Processing for Maritime Situational Awareness," SEASAR 2023 Workshop, 2-6 May 2023, Svalbard, Norway.
- [W9] L. Iess, K. Sosnica, P. Racioppa, D. Durante, A. Fienga, I. di Stefano, P. Cappuccio, M. di Benedetto, G. Cascioli, F. de Marchi, S. Molli, A. Sesta, J. Belfi, N. Linty, F. Santi, "ATLAS-Fundamental techniques, models and algorithms for a lunar radio navigation system': a proposal for a lunar navigation system infrastructure," 44<sup>th</sup> COSPAR Scientific Assembly, 16-24 Jul. 2022, Athens, Greece.
- [W8] I. Pisciotto, D. Cristallini, D. Pastina, F. Santi, "Multidimensional DVB-S Based Passive ISAR For Maritime Target Imaging," NATO SET-273/RSM Specialists' Meeting on Multidimensional Radar Imaging and ATR, Marseille, France, 25-26 Oct. 2021.
- [W7] F. Santi, F. Pieralice, D. Pastina, "Detection localization and imaging of vessels at sea with a GNSS-based passive radar," 3<sup>rd</sup> Italian Radar and Remote Sensing Workshop, Rome, Italy, 30-31 May 2019.
- [W6] F. Santi, F. Pieralice, D. Pastina, "Passive multistatic imaging exploiting GNSS transmitters", IEEE GNSS+R 2019 Specialist Meeting on Reflectometry using GNSS and other Signals of Opportunity, Benevento, Italy, 20-22 May 2019.
- [W5] F. Santi, F. Pieralice, D. Pastina, "Ship target detection and localization with a GNSS-based passive radar using long integration times and multistatic acquisitions," 7<sup>th</sup> PCL Focus Day, FHR Wachtberg, Germany, 7-8 May 2019.
- [W4] F. Santi, F. Pieralice, D. Pastina, "Multistatic GNSS-based passive radar for maritime surveillance", 2<sup>nd</sup> Italian Radar and Remote Sensing Workshop, Pavia, Italy, 28-29 May 2018.
- [W3] F. Pieralice, F. Santi, D. Pastina, M. Bucciarelli, H. Ma, M. Antoniou, M. Cherniakov, "GNSS-Based Passive Radar Detection for Maritime Surveillance", 1<sup>st</sup> Italian Radar and Remote Sensing Workshop, Naples, Italy, 25-26 May 2017.
- [W2] F. Santi, M. Bucciarelli, D. Pastina, M. Antoniou, D. Tzagkas, M. Cherniakov, "Passive multistatic imaging exploiting GNSS transmitters," 5<sup>th</sup> PCL Focus Day, FHR Wachtberg, Germany, 28-29 April 2015.
- [W1] F. Santi, M. Bucciarelli, D. Pastina, "2D-MIMO distributed ISAR imaging of rotating targets with improved range and cross-range resolution," IEEE GOLD Remote Sensing Conference, Rome, Italy, 4-5 June 2012.

### Parte XIV– Elenco delle pubblicazioni selezionate ai fini della valutazione

Segue l'elenco delle pubblicazioni scelte ai fini della selezione. La numerazione adottata è la stessa nella cartella 'Pubblicazioni\_per\_valutazione'.

Il numero di citazioni fa riferimento a quanto riportato nel database SCOPUS alla data odierna.

Per ogni rivista, l'Impact Factor è desunto dal Journal Citation Report in base all'anno di pubblicazione.

1. I. Nasso, F. Santi, “A Centralized Ship Localization Strategy for Passive Multistatic Radar Based on Navigation Satellites,” *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 19, pp. 1-5, 2022, Art no. 4026805, doi: 10.1109/LGRS.2022.3204169.  
Journal IF: 5.343            Numero di citazioni: 1
2. I. Pisciotano, F. Santi, D. Pastina, D. Cristallini, “DVB-S Based Passive Polarimetric ISAR—Methods and Experimental Validation,” *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 5, pp. 6056-6070, 1 March 2021, doi: 10.1109/JSEN.2020.3037091.  
Journal IF: 4.325            Numero di citazioni: 13
3. D. Pastina, F. Santi, F. Pieralice, M. Antoniou, M. Cherniakov, “Passive Radar Imaging of Ship Targets With GNSS Signals of Opportunity,” *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 59, no. 3, pp. 2627-2642, March 2021, doi: 10.1109/TGRS.2020.3005306.  
Journal IF: 8.125            Numero di citazioni: 29
4. F. Santi, D. Pastina, M. Bucciarelli, “Experimental Demonstration of Ship Target Detection in GNSS-Based Passive Radar Combining Target Motion Compensation and Track-before-Detect Strategies,” *Sensors* 2020, 20, 599. <https://doi.org/10.3390/s20030599>.  
Journal IF: 3.576            Numero di citazioni: 17
5. F. Santi, F. Pieralice, D. Pastina, “Joint Detection and Localization of Vessels at Sea With a GNSS-Based Multistatic Radar,” *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 57, no. 8, pp. 5894-5913, Aug. 2019, doi: 10.1109/TGRS.2019.2902938.  
Journal IF: 5.855            Numero di citazioni: 49
6. D. Pastina, F. Santi, F. Pieralice, M. Bucciarelli, H. Ma, D. Tzagkas, M. Antoniou, M. Cherniakov, “Maritime Moving Target Long Time Integration for GNSS-Based Passive Bistatic Radar,” *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 54, no. 6, pp. 3060-3083, Dec. 2018, doi: 10.1109/TAES.2018.2840298.  
Journal IF: 2.797            Numero di citazioni: 53
7. H. Ma, M. Antoniou, D. Pastina, F. Santi, F. Pieralice, M. Bucciarelli, M. Cherniakov, “Maritime Moving Target Indication Using Passive GNSS-Based Bistatic Radar,” in *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 54, no. 1, pp. 115-130, Feb. 2018, doi: 10.1109/TAES.2017.2739900.  
Journal IF: 2.797            Numero di citazioni: 94
8. Z. Li, F. Santi, D. Pastina, P. Lombardo, “Passive Radar Array With Low-Power Satellite Illuminators Based on Fractional Fourier Transform,” *IEEE Sensors Journal*, vol. 17, no. 24, pp. 8378-8394, 15 Dec. 15, 2017, doi: 10.1109/JSEN.2017.2765079.  
Journal IF: 2.617            Numero di citazioni: 31
9. F. Santi, D. Pastina, M. Bucciarelli, “Estimation of Ship Dynamics with a Multiplatform Radar Imaging System,” *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 53, no. 6, pp. 2769-2788, Dec. 2017, doi: 10.1109/TAES.2017.2714960.  
Journal IF: 2.063            Numero di citazioni: 15
10. F. Santi, M. Bucciarelli, D. Pastina, M. Antoniou, M. Cherniakov, “Spatial Resolution Improvement in GNSS-Based SAR Using Multistatic Acquisitions and Feature Extraction,” *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 54, no. 10, pp. 6217-6231, Oct. 2016, doi: 10.1109/TGRS.2016.2583784.  
Journal IF: 4.942            Numero di citazioni: 57

11. F. Santi, M. Antoniou, D. Pastina, "Point Spread Function Analysis for GNSS-Based Multistatic SAR," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 12, no. 2, pp. 304-308, Feb. 2015, doi: 10.1109/LGRS.2014.2337054.  
Journal IF: 2.228          Numero di citazioni: 77
12. D. Pastina, F. Santi, M. Bucciarelli, "MIMO Distributed Imaging of Rotating Targets for Improved 2-D Resolution," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 12, no. 1, pp. 190-194, Jan. 2015, doi: 10.1109/LGRS.2014.2331754.  
Journal IF: 2.228          Numero di citazioni: 23

Il sottoscritto, consapevole delle sanzioni penali nel caso di dichiarazioni non veritiere, richiamate dall'art. 76 del D.P.R. n. 445 del 28 Dicembre 2000, dichiara che quanto contenuto nel proprio curriculum corrisponde a verità.

Roma, 31 Maggio 2023

Fabrizio Santi