

S. CHIESA, S. TARAGLIO

Dipartimento Tecnologie Energetiche
Laboratorio di Robotica
Centro Ricerche Casaccia

SISTEMA SPERIMENTALE PER L'UTILIZZO DI SONAR SUBACQUEI

RT/2020/3/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

S. CHIESA, S. TARAGLIO

Dipartimento Tecnologie Energetiche
Laboratorio di Robotica
Centro Ricerche Casaccia

SISTEMA SPERIMENTALE PER L'UTILIZZO DI SONAR SUBACQUEI

RT/2020/3/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

I rapporti tecnici sono scaricabili in formato pdf dal sito web ENEA alla pagina www.enea.it

I contenuti tecnico-scientifici dei rapporti tecnici dell'ENEA rispecchiano l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'Agenzia

The technical and scientific contents of these reports express the opinion of the authors but not necessarily the opinion of ENEA.

SISTEMA SPERIMENTALE PER L'UTILIZZO DI SONAR SUBACQUEI

Stefano Chiesa, Sergio Taraglio

Riassunto

Viene descritto un sistema sperimentale composto da due diversi sonar, da una scheda di controllo e da un autopilota, utilizzabile per misurazioni subacquee di distanza. Viene descritta la procedura per l'utilizzo del sistema e si mostrano alcuni risultati sperimentali in acque confinate ed in acque libere.

Parole chiave: Sonar multifascio, sonar panoramico, robotica sottomarina, apparato sperimentale.

Abstract

An experimental system composed of two different sonars, of a control board and an autopilot is described. The device can be employed for the measurement of distances in underwater environments. The procedure for the use of the device is presented and some experimental results in open and closed waters are shown.

Keywords: multi beam sonar, scanning sonar, under water robotics, experimental setup

INDICE

Introduzione	3
Sensori sonar	4
Architettura del sistema	5
Procedura di utilizzo	7
<i>Sonar panoramico Micron</i>	7
<i>Sonar multibeam Gemini</i>	8
Risultati sperimentali	8
<i>Prove in piscina</i>	9
<i>Prove in acque libere</i>	10
Conclusioni	12
Bibliografia	13

Sistema sperimentale per l'utilizzo di sonar subacquei

Stefano Chiesa, Sergio Taraglio

ENEA, Laboratorio di Robotica (DTE-SEN-IDRA), Via Anguillarese 301, 00123 Roma

Riassunto. Viene descritto un sistema sperimentale composto da due diversi sonar, da una scheda di controllo e da un autopilota, utilizzabile per misurazioni subacquee di distanza. Viene descritta la procedura per l'utilizzo del sistema e si mostrano alcuni risultati sperimentali in acque confinate ed in acque libere.

Introduzione

L'esplorazione subacquea può essere compiuta utilizzando molteplici sensori, quelli maggiormente utilizzati sono quelli ultrasonici. Essi utilizzano il principio della riflessione delle onde acustiche da parte di un ostacolo, sulla base del tempo di volo dell'onda è quindi possibile risalire alla misura della distanza dell'oggetto.

In questo lavoro si descrive un sistema sperimentale composto da due diversi sonar, da una scheda di controllo per la loro gestione e da una scheda autopilota, utilizzabile per misurazioni subacquee. La motivazione di questo lavoro deriva dalla pregressa disponibilità nel laboratorio di questi due strumenti ultrasonici e dal conseguente interesse a valutarne le prestazioni e la compatibilità con la misurazione, ad esempio, di danni ad opere murarie sommerse.

Questa classe di strumenti è tipicamente installata su scafi di imbarcazioni o su ROV (Remotely Operated Vehicle) [1], la cui logistica e i cui costi di gestione non sono trascurabili e, inoltre, non sempre sostenibili. La soluzione qui presentata vuole essere un'alternativa di più facile e snello utilizzo, senza la necessità di una installazione meccanica a bordo di natanti. Infatti presenta le caratteristiche di mancanza di connessioni cablate, basandosi su trasmissioni wireless, e dimensioni contenute.

Nel primo paragrafo vengono brevemente descritti i due sonar commerciali montati a bordo del sistema, nel secondo si descrive l'architettura del sistema messo a punto, nel terzo paragrafo viene descritta la procedura per l'utilizzo del sistema, una sorta di breve manuale. Nel quarto paragrafo si descrivono i risultati ottenuti nella piscina di test del Laboratorio ed in acque libere nel lago di Bracciano. L'ultimo paragrafo è dedicato alle conclusioni.

Sensori Sonar

Il Laboratorio ha a disposizione due sensori ultra sonici subacquei: un sonar panoramico Tritech Micron [2] ed un multibeam Tritech Gemini 720i [3].

Il Micron, Figura 1 a sinistra, è un sonar *chirp* digitale di dimensioni estremamente contenute (un cilindro di 5 cm di diametro e 8 di altezza) ideale per l'utilizzo da parte di piccoli mezzi subacquei ad esempio per evitare gli ostacoli. Lavora a 700 kHz, ha un *range* da 0.3 a 75 metri, assorbe in media 4 W, opera fino a 750 m di profondità e pesa in acqua 180 g.

La tecnologia *chirp* utilizza segnali in cui la frequenza varia linearmente con il tempo, migliorando notevolmente la risoluzione della misura della distanza rispetto ai sonar a scansione convenzionali. Esso è un sensore in grado di inviare un segnale acustico rotante e registrarne l'eco misurando quindi le distanze intorno a sé in modo simile ad un radar.



Figura 1. Il sonar panoramico Tritech Micron (sx) e il multibeam Gemini 720i (dx)

Il Gemini 720i, Figura 1 a destra, è un sonar real-time che fornisce dati in forma visuale, in una sorta di fotografia sonar di una ampia superficie. Lavora a 720 kHz con un campo di vista largo 120° e alto 20° inclinato verso il basso di 10°, ha un range da 0.2 a 120 m, con una frequenza di refresh tra i 5 e i 30 Hz, assorbe 35 W al massimo, può lavorare fino a una profondità di 300m e pesa in acqua 1.2 kg; è contenuto in un parallelepipedo di 23 x 12 x 14 cm.

Un sonar multibeam è così detto in quanto possiede un numero elevato di trasduttori in grado di emettere e ricevere le onde acustiche in parallelo, il Gemini, in particolare, ne ha 256.



Figura 2. Sinistra: i due sonar e la action cam montati sul lato inferiore della tavola; destra: il sistema in acqua, visibile la scatola stagna con l'elettronica e le batterie

Architettura del sistema

Il sistema realizzato è concepito per poter gestire e per poter raccogliere dati dai due diversi sensori sonar: il panoramico ed il multibeam. Essi sono montati su di una tavola di materiale espanso di dimensioni 60x60x5 cm, insieme ad una scatola stagna che contiene l'elettronica e le batterie. In Figura 2 a sinistra è mostrata la superficie inferiore della tavola con i due sonar e la action cam utilizzata per avere un riscontro visuale ai dati sonar; nella parte destra è visibile la superficie superiore della tavola con la scatola stagna per l'elettronica e le batterie, durante le prove al lago di Bracciano.

I componenti presenti a bordo del dispositivo, oltre ai sonar, sono:

- 2 batterie al litio da 12 V e 13 Ah collegate in serie;
- 1 regolatore di tensione *step down* che abbassa la tensione a 5 V;
- 1 Raspberry Pi 3 model B+, calcolatore *single board*, basato su processore ARM, con 1 GB di RAM;
- 1 Ardupilot APM;
- 1 scheda GPS con magnetometro;
- 1 action cam GoPro Hero 4.

L'architettura dati del sistema è mostrata in Figura 3.

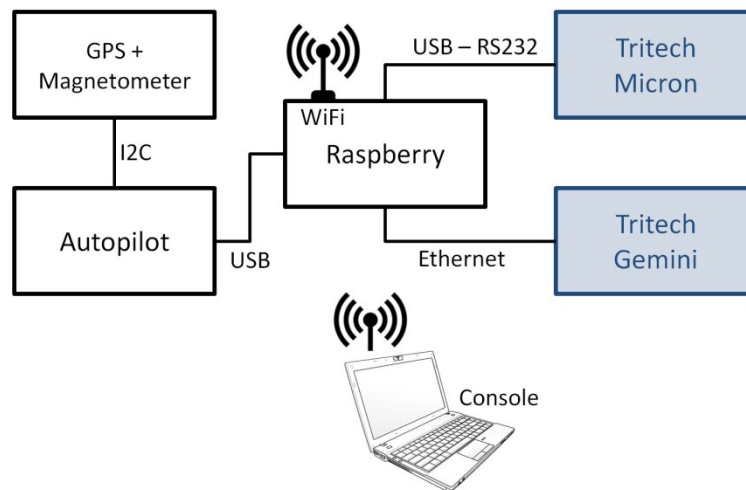


Figura 3. L'architettura dati del sistema

Sulla destra della Figura 3 sono visibili i due sensori ultrasonici, quello panoramico (Micron) è accessibile tramite una porta seriale RS-232 ed è connesso con una porta USB, tramite apposito convertitore, alla Raspberry Pi [4]. Il multibeam (Gemini) utilizza invece una connessione Ethernet per dialogare con l'esterno, esso è quindi direttamente connesso alla porta RJ-45 disponibile sulla Raspberry Pi.

Allo scopo di avere disponibile la telemetria del sistema in termini di posizione GPS, accelerazione e assetto si è aggiunto un autopilota (Ardupilot) connesso tramite USB alla Raspberry e tramite I2C al modulo GPS e al magnetometro. La Raspberry è così in grado di raccogliere dall'autopilota tali informazioni tramite il protocollo MAVLink.

Infine, per accedere alla Raspberry Pi, si utilizza il link WiFi che essa possiede, utilizzando un laptop che opera come console del sistema. Utilizzando questa architettura è possibile separare fisicamente la console dai sensori, guadagnando molto in termini di flessibilità, data l'assenza di cavi di connessione.

L'architettura software è stata pensata in modo da utilizzare al massimo il software a corredo degli strumenti o pacchetti pre-esistenti.

Per la gestione del sonar panoramico Micron si è utilizzato un nodo software di ROS (Robot Operating System) [5], ambiente per la gestione e l'utilizzo di robot utilizzato da anni nel nostro Laboratorio, che gira sotto sistema operativo Linux. Il nodo *ros-tritech-micron* è infatti in grado di impostare i parametri del sonar e di leggerne le misurazioni. L'importanza di utilizzare l'ambiente ROS risiede nella possibilità di sfruttarne altri nodi che permettano, ad esempio, la visualizzazione dei dati o la loro registrazione per successive analisi. Altra caratteristica basilare di ROS è il suo essere open source, ciò permette di adattare il SW alle proprie necessità qualora imprescindibile, caratteristica sfruttata in questo lavoro.

Il nodo ROS è scritto in Python ed esegue tre operazioni principali: interroga il sonar, acquisisce i dati da esso e ne effettua il parsing, verificandone la correttezza e rendendoli disponibili nell'ambiente ROS ad eventuali utilizzatori. Le limitate risorse di calcolo della Raspberry, unite all'uso di Python, noto per la sua semplicità ma non per la sua efficienza, causano notevoli ritardi nell'elaborazione del dato. Per ovviare a

questi ritardi si è deciso di modificare il nodo in modo da spostare il carico computazionale sul laptop di console, limitando i compiti della Raspberry all'interrogazione del sonar e all'acquisizione del dato, ma non al parsing dei pacchetti. A tale scopo il nodo è stato modificato creandone due versioni, rispettivamente *ros-tritech-micron-client* e *ros-tritech-micron-server*. Il client viene eseguito su Raspberry e, una volta ricevuto il pacchetto dati del sonar, invece di farne il parsing lo incapsula in un pacchetto UDP e lo invia sulla porta *wlan0* (il WiFi). Il nodo server è stato invece modificato per ricevere i dati non più dalla porta USB, bensì tramite i pacchetti UDP della rete.

Il multibeam Gemini è invece interfacciato tramite porta Ethernet al software proprietario Seanet Pro che gira sotto sistema operativo Windows. A tale scopo si è realizzato sulla Raspberry il cosiddetto *bridging* tra la porta Ethernet della Raspberry stessa e la connessione WiFi, in modo da poter connettere il software Seanet Pro, che gira sul laptop di console, con il sonar tramite la WiFi. Essendo poi il PC operativo sotto Linux, il software Seanet Pro è stato fatto girare sotto *wine*, un emulatore che permette a programmi scritti per il sistema operativo Windows di poter essere eseguiti in ambiente Linux.

Procedura di utilizzo

Nel prosieguo sono indicati i passi necessari all'uso operativo del sistema realizzato. I comandi sono diversi al variare del sonar considerato. Quanto segue è in pratica un manuale operativo per l'utilizzo del sistema.

Il primo passo è l'accensione dell'interruttore generale a bordo del sistema, che alimenterà, in particolare, la Raspberry. Essa partirà automaticamente in modalità *access point* e sarà dunque possibile per il laptop di console connettersi tramite WiFi ad essa. La rete messa a disposizione dalla Raspberry ha nome *idraboot* e la password per l'accesso è *raspberryydra*.

Accedere poi alla Raspberry tramite: `ssh pi@192.168.2.1` (password: *gemini*).

Sonar Panoramico Micron

Per l'utilizzo del sonar panoramico Micron sarà ora necessario chiudere il relativo interruttore per alimentarlo.

Verificare sulla Raspberry se nel file `.bashrc` sia presente la riga `"export ROS_IP=192.168.2.1"` e/o che sia nelle variabili di ambiente. Questa impostazione è necessaria alla configurazione dell'ambiente ROS.

Lanciare ora sulla Raspberry il nodo ROS che gestisce l'autopilota con il comando:

```
> roslaunch mavros apm.launch fcu_url:="/dev/ttyACM0:115200" gcs_url:"udp://:14566@192.168.2.211:14550"
```

In una seconda shell sempre sulla Raspberry far partire il programma che legge i dati dal sonar e li reindirizza via socket al laptop di console con i due comandi:

```
> cd /home/pi/catkin_ws/src/ros-tritech-micron/scripts
> python scan.py
```

Anche sul laptop di console è necessario verificare prima che nel file `.bashrc` sia presente la riga “`export ROS_MASTER_URI=http://192.168.2.1:11311`” e/o sia nelle variabili di ambiente, e poi va attivato il programma che legge i dati sulla socket e li rende disponibili a ROS con il comando:

```
> cd svil/catkin_ws/src/ros-tritech-micron/scripts
> python scan.py
```

A questo punto il sistema è in funzione ed è possibile utilizzare gli strumenti di ROS per gestire i dati. Qui se ne citano i tre più rilevanti ai fini della presente applicazione:

- per la visualizzazione dei dati è possibile utilizzare il nodo `rviz` con il comando “`roslaunch rviz rviz`”;
- per la gestione dei parametri del sonar “`roslaunch rqt_reconfigure rqt_reconfigure`”;
- per la registrazione dei dati “`roslaunch record -a -o <nomefile>.bag`” (-a serve a registrare tutti i dati ROS).

Il nome del *topic* dei dati provenienti dal panoramico è `/tritech_micron_client/scan`.

Sonar multibeam Gemini

Se invece si desidera utilizzare il sonar multibeam Gemini sarà necessario chiudere il relativo interruttore per alimentarlo e, molto importante, aprire quello relativo al panoramico. I due sonar, infatti, lavorano su frequenze molto vicine (700 kHz uno e 720 kHz l'altro) quindi si disturbano a vicenda e devono essere utilizzati separatamente.

Se non fatto precedentemente, verificare sulla Raspberry se nel file `.bashrc` ci sia la riga “`export ROS_IP=192.168.2.1`” e/o che sia nelle variabili di ambiente.

Se non fatto precedentemente, lanciare il nodo ROS che gestisce l'autopilota con il comando:

```
> roslaunch mavros apm.launch fcu_url:=/dev/ttyACM0:115200 gcs_url:=udp://:14566@192.168.2.211:14550
```

La Raspberry è già configurata per smistare i dati da e per la porta Ethernet RJ45 attraverso il link WiFi, quindi si può direttamente passare al laptop di console. Qui è necessario avviare l'applicativo Seanet Pro tramite *wine* e registrare sia dati Ethernet UDP in ingresso del sonar, che i dati dall'autopilota tramite ROS con i comandi:

```
> sudo tcpdump -i wlp2s0 -s 0 -w <nomefile>.pcap
> roslaunch record -a -o <nomefile>.bag
```

Questi due ultimi comandi possono essere anche immessi sulla Raspberry per ridondanza, allo scopo di salvare una copia aggiuntiva dei dati in locale. Il comando di `roslaunch` è uguale, mentre quello per il traffico Ethernet è lievemente diverso, essendo diversa la rete:

```
> sudo tcpdump -i wlan0 -s 0 -w <nomefile>.pcap
```

Risultati sperimentali

Sono state condotte due serie di campagne sperimentali, una nella piscina di test del nostro Laboratorio ed una in acque libere nel Lago di Bracciano. Di seguito vengono presentati i risultati ottenuti con i due sensori.

E' importante ribadire che i due strumenti devono lavorare separatamente, ovvero in tempi diversi, infatti il Gemini soffre molto la presenza del Micron in funzione, che gli crea falsi echi e disturbi di notevole entità.

Prove in piscina

In Figura 4 è possibile vedere i risultati ottenibili con il panoramico Micron. I dati sono visualizzati con il nodo ROS *rviz*. Il sonar è posto al centro del grafico, i quadrati della griglia hanno lato pari a 1 metro, la profondità della piscina è di circa 1 metro ed il sonar è montato inferiormente alla tavola galleggiante.

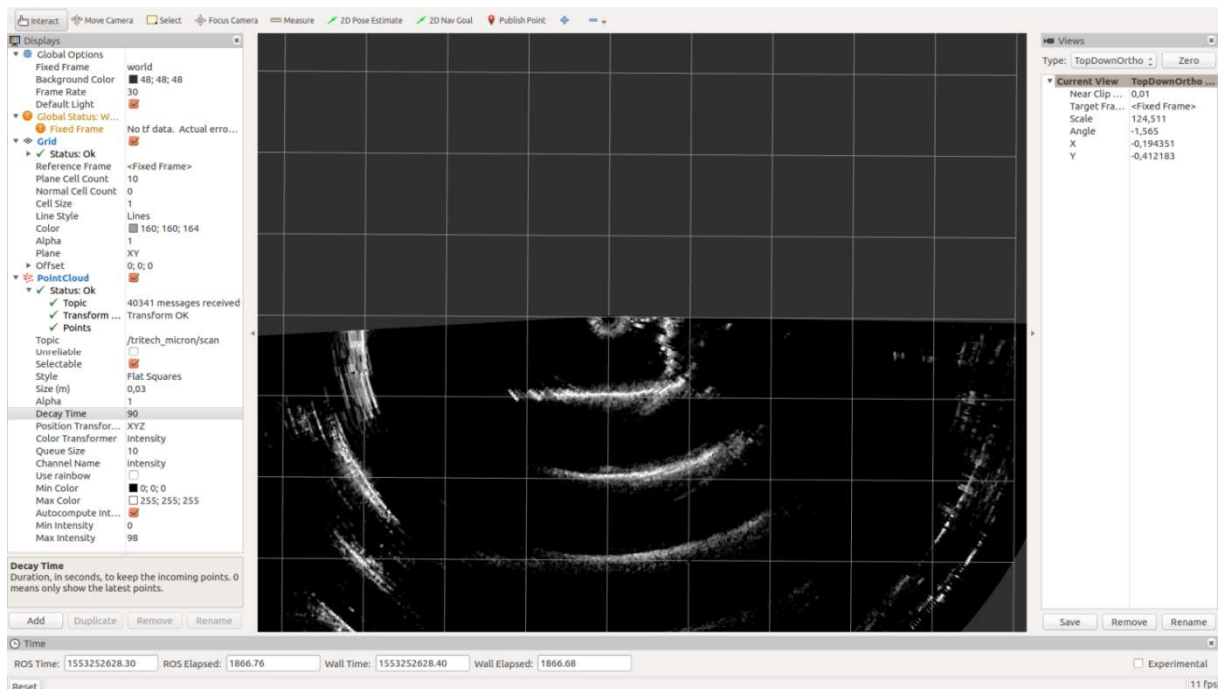


Figura 4. I dati ottenuti con il sonar panoramico Micron in piscina

Per come è montato il Micron quella che si osserva è una sezione trasversale della piscina. Allontanandosi dal Micron verso il basso si incontra un primo segnale di forma rettilinea a circa 1 metro: è il fondo della piscina. sempre in direzione verticale si incontrano altri due echi, rispettivamente a 2 e 3 metri di profondità: questi sono falsi echi dovuti a rimbalzi multipli tra il fondo e la tavola che sostiene il Micron. Verso destra è visibile un eco approssimativamente verticale che rappresenta uno dei lati lunghi della piscina a circa 70 centimetri. A sinistra, più lontano a circa 3 metri, è visibile l'eco dell'altra parete della piscina. Tutti i segmenti sono chiaramente individuati e alle distanze corrette, è però evidente una indeterminazione della misura stimabile in almeno una decina di centimetri. Il Micron per ogni direzione di scan restituisce l'intensità dell'eco ricevuta in funzione del tempo e quindi della distanza. Questo dato è graficato in Figura 4 con toni di grigio, maggiore l'intensità, più bianco il pixel, è però evidente che il dato presenta una "diffusione" intorno all'ostacolo, che non permette una misurazione con elevata precisione, essendo funzione anche delle caratteristiche acustiche del materiale.

In Figura 5 è mostrato un esempio di dati ottenuti tramite il multibeam Gemini. La visualizzazione è fornita dal software Seanet Pro che gira sotto Linux in emulazione Windows. E' chiaramente visibile il bordo della piscina di prova del Laboratorio, che ha una forma ovale. All'interno sono presenti alcuni deboli echi ed uno un po' più intenso, relativi a piccoli oggetti di prova sul fondo, all'esterno è evidente il rumore dovuto alle riflessioni multiple (multipath) particolarmente intense in una piscina con pareti metalliche.

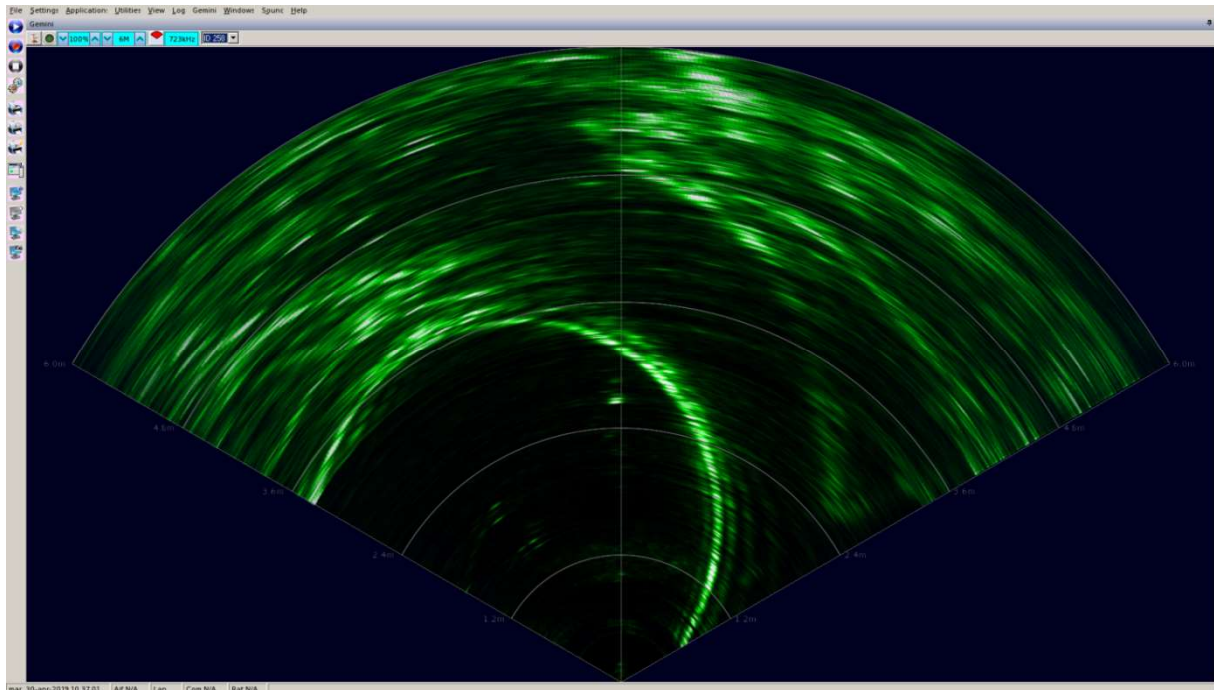


Figura 5. I dati ottenuti con il sonar multibeam Gemini in piscina

Prove in acque libere

Il Laboratorio da alcuni anni compie campagne sperimentali per la messa a punto di robot subacquei nel Lago di Bracciano, con il supporto logistico dell'Aeronautica Militare che ha una base sul lago e gentilmente ci ospita.

In Figura 6 viene mostrato un esempio di output del panoramico Micron in acque libere. Nell'inserito è mostrata una inquadratura dell'ambiente subacqueo, ottenuta con una *action cam* fissata alla tavola che ospita i sonar, dove sono evidenti le alghe filamentose visibili anche nel segnale sonar nella parte sinistra. Il fondo è ben rivelato anche se l'indeterminazione della misura è evidente. E' altresì evidente la differenza con la Figura 4, in essa l'indeterminazione poteva essere stimata in una decina di centimetri, mentre, complice il fondo sabbioso del lago, in questo caso l'indeterminazione nella migliore delle ipotesi, ovvero nella zona direttamente sottostante al sonar, è di almeno 25 centimetri, mentre cresce notevolmente all'aumentare dell'angolo di incidenza dell'onda sonora con il fondo.

In Figura 7 è invece presentato il segnale registrato dal sonar multibeam Gemini in acque libere mentre il sistema si trovava al di sopra del VENUS in immersione, visibile nell'inserito.

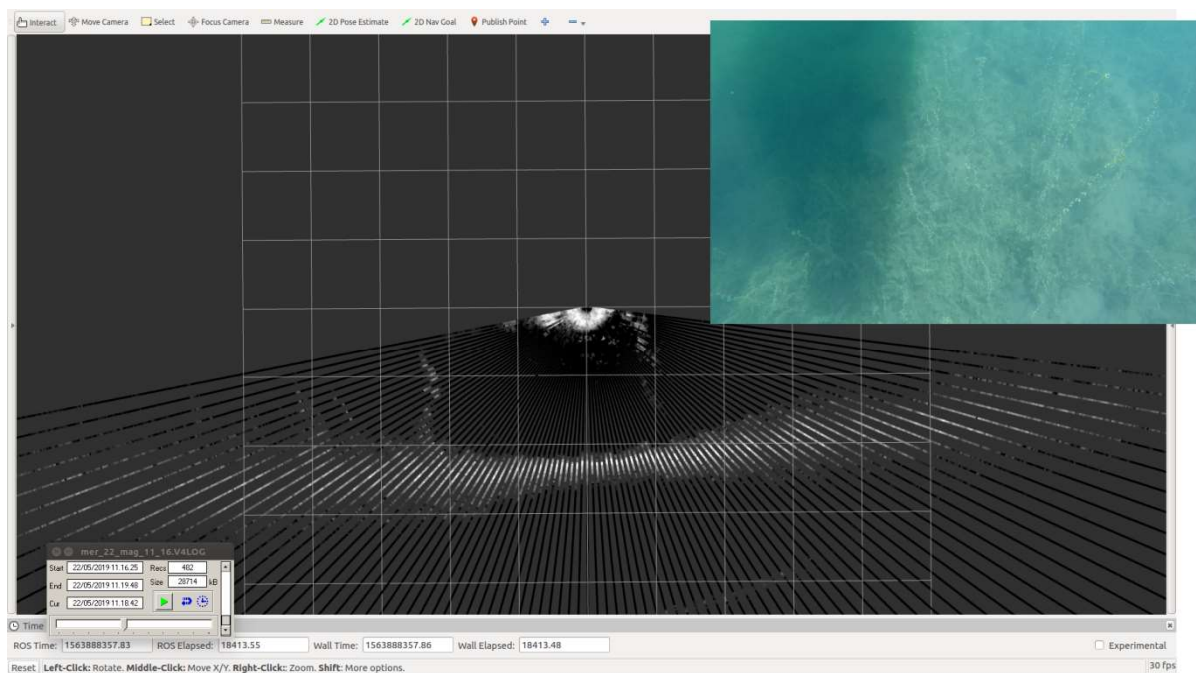


Figura 6. I dati del panoramico Micron in acque libere. Sono visibili le alghe (sulla sinistra), visibili anche nell'immagine.

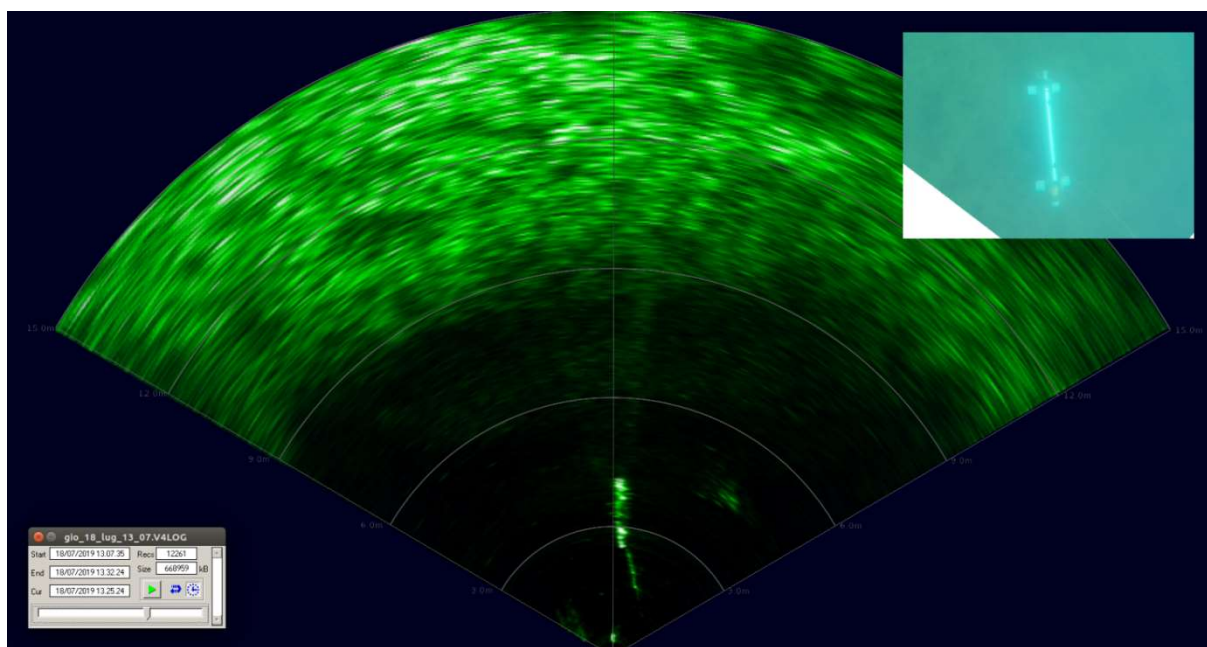


Figura 7. I dati del multibeam Gemini in acque libere, visibile il sottomarino VENUS con la sua cima di sicurezza, visibile nell'immagine dell'action cam

Conclusioni

E' stato qui presentato un sistema disegnato e realizzato con lo scopo di poter utilizzare due sonar in dotazione del Laboratorio in modo semplice e snello. Il sistema si basa su un calcolatore single board (Raspberry Pi) che gestisce i due sonar e che comunica tramite WiFi con una console rappresentata da un laptop.

Il sistema si è dimostrato funzionale e capace di fornire dati sperimentali sia in acque confinate che in acque libere. Qui di seguito le principali considerazioni che questo lavoro ci permette di effettuare.

Per ciò che riguarda l'operatività del sistema, le prove in piscina non hanno evidenziato problematiche, il sistema funziona egregiamente ed il link WiFi con il laptop può essere esteso fino a qualche decina di metri.

Le prove in acque libere hanno invece mostrato alcuni limiti nel link WiFi. Non è infatti possibile, ad esempio, utilizzare il sistema in acqua mentre il laptop di console rimane sulla riva. L'affidabilità del link si ferma a distanze dell'ordine della decina di metri, massimo 20, probabilmente a causa delle riflessioni delle onde radio sulla superficie dell'acqua. E' quindi opportuno seguire il sistema da vicino, ad esempio con un gommone, come è stato effettivamente fatto.

Altra problematica riscontrata nelle prove al lago è rappresentata dalla dissipazione del calore. Come visibile nella Figura 2 a destra, l'elettronica e le batterie sono contenute in una scatola stagna semi trasparente. Le prove compiute in estate hanno comportato temperature elevate all'interno della scatola, non tanto dovute alla dissipazione di potenza elettrica dei componenti, quanto dovute direttamente all'irraggiamento solare e all'effetto serra nella scatola. Per ovviare al problema, la scatola è stata tenuta aperta e all'ombra quando non in misurazione. Nelle prossime uscite si provvederà ad utilizzare fogli di alluminio per schermare la scatola dal sole, o internamente, o esternamente.

Va qui sottolineato un altro aspetto, i dati del sonar panoramico sono direttamente disponibili in termini quantitativi all'interno di ROS; i dati del multibeam, invece, sono attualmente disponibili solo attraverso il software Seanet Pro in termini di filmati, in Figura 5 e 7 sono mostrati due *frame* di essi. Ciò comporta che pur essendo i dati quantitativi, essi finiscano per assumere un aspetto più qualitativo; in altre parole il multibeam permette di individuare la presenza di oggetti sia sul fondo che a mezz'acqua, ma è complesso estrarre il dato numerico relativo alla posizione dell'oggetto individuato. Naturalmente esiste la possibilità di ricavare i valori numerici, che però passa attraverso la programmazione di un opportuno applicativo all'interno dell'SDK (Software Development Kit) fornito dalla Tritech che costruisce il sonar, aspetto che esula dal presente lavoro dato l'impegno necessario a tale sviluppo.

Possibile sviluppo futuro potrebbe essere quello di fondere i dati sonar con i dati provenienti dal GPS per geolocalizzare i dati sonar e costruire set di dati tridimensionali o realizzare applicazioni di tipo SLAM (Simultaneous Localisation And Mapping) dove il dato sperimentale è usato sia per costruire una mappa che per localizzare il sensore all'interno di essa.

In riferimento all'applicazione relativa alla misurazione di danni ad opere murarie sommerse citata nell'introduzione, va osservato che i due sistemi sonar forniscono dati sperimentali che non permettono di apprezzare con precisione dettagli sotto ai 10 - 20 centimetri nel caso del panoramico e con indeterminazioni

anche maggiori nel caso del multibeam. In questo secondo caso la stima è solamente visuale a partire dai filmati registrati perché, come detto sopra, i valori numerici non sono direttamente disponibili, ma passano attraverso una complessa fase di programmazione utilizzando l'SDK dello strumento.

I due sistemi sonar non soddisfano quindi le specifiche della menzionata applicazione, d'altra parte esistono altri strumenti sonar subacquei che sono progettati e realizzati proprio con lo scopo di realizzare ricostruzioni tridimensionali e che sarebbero più indicate per l'indagine sulle opere murarie sommerse. Il costo di tali sensori è però notevolmente elevato.

Bibliografia

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Remotely_operated_underwater_vehicle
- [2] <https://www.tritech.co.uk/product/small-rov-mechanical-sector-scanning-sonar-tritech-micron>
- [3] <https://www.uniquegroup.com/item/990/MultibeamEchoSounders/Tritech-Gemini-720i.html>
- [4] <https://www.raspberrypi.org/>
- [5] <https://www.ros.org/>

ENEA
Servizio Promozione e Comunicazione
www.enea.it

Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA - C.R. Frascati
febbraio 2020