



Dipartimento di Ingegneria Ambientale
Università di Genova, Via Montallegro 1 - 16145 Genova

Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica
Università di Cagliari, Piazza d'Armi - 09123 Cagliari

NEPTUNE - Studio di fattibilità per un sistema di propulsione subacqueo basato su superfici oscillanti

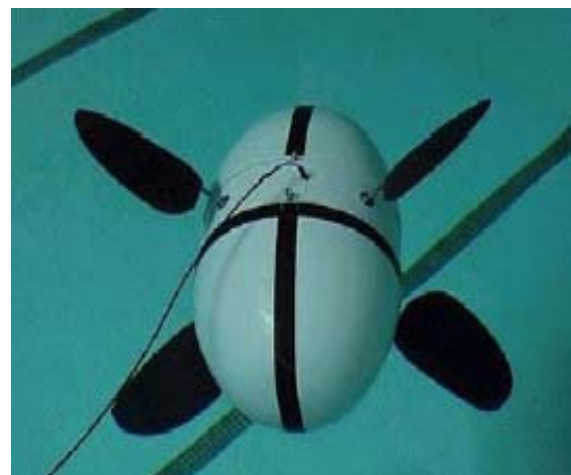
Studio di fattibilità finanziato dal Parco Scientifico e Tecnologico della Liguria
Docup Obiettivo 2 (2000-2006), Misura 3.7, Sottomisura D Diffusione e Trasferimenti
dell'Innovazione

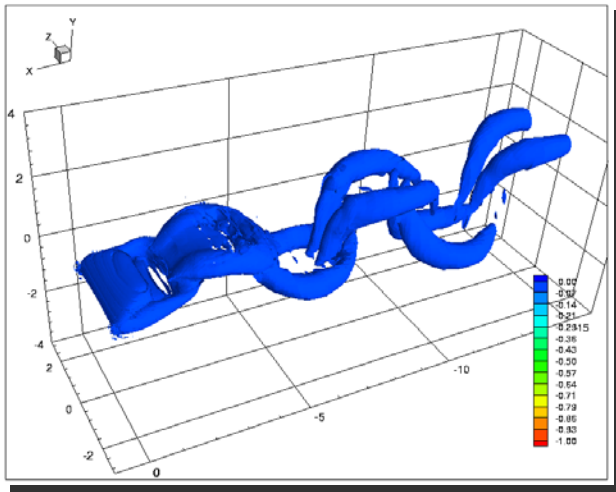
Nell'ambito di questo studio, sono state sviluppate le conoscenze necessarie per la progettazione di un dispositivo di propulsione per veicoli subacquei utilizzando una superficie oscillante, quest'ultima capace di sviluppare elevate efficienze e, nel contempo, di ottimizzare le capacità di manovra a bassa velocità e il posizionamento dinamico del veicolo, tenendo in particolare presente le esigenze dei sistemi robotici subacquei.



Lo studio è stato condotto utilizzando un approccio teorico-numerico e uno sperimentale. In particolare sono stati sviluppati due modelli numerici del sistema propulsivo, in grado di descrivere in maniera accurata i fenomeni idrodinamici che lo caratterizzano. Inoltre è stato realizzato un prototipo che è stato testato in laboratorio. Particolare attenzione è stata dedicata alla progettazione dei meccanismi di trasmissione del moto introducendo soluzioni particolarmente innovative.

L'interesse per un sistema di propulsione utilizzando superfici oscillanti è dovuto alla ricerca di una soluzione che consenta di ottenere caratteristiche migliori di quelle raggiungibili con i tradizionali sistemi a elica con particolare riferimento alla manovrabilità a bassa velocità e alla capacità di controllo della posizione in ambienti a elevata dinamica, all'accuratezza del controllo della traiettoria, alla capacità di stabilizzazione e infine all'efficienza propulsiva. Gli attuali veicoli subacquei, il cui movimento è controllato mediante propulsori ad elica e superfici di controllo (timoni), mostrano infatti prestazioni limitate, non solo in termini di capacità di mantenimento della posizione e di manovra in presenza di forti correnti ma anche in termini di capacità di svolgere operazioni di manipolazione a elevata destrezza senza un ancoraggio rigido alla struttura da manipolare. In una prima fase si è individuata la tipologia del sistema di propulsione da sviluppare, tenendo conto delle possibili future applicazioni di questo sistema propulsivo e dei risultati disponibili in letteratura, frutto di precedenti attività di ricerca.

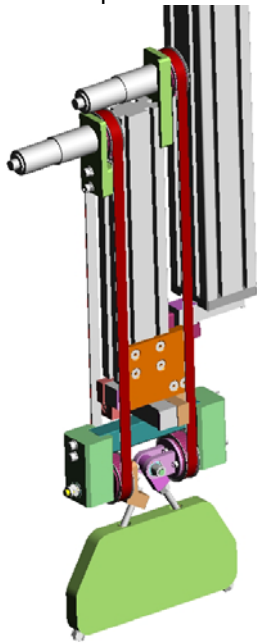




Infatti, esistono già alcuni prototipi che utilizzano superfici oscillanti per la loro propulsione (figure 1, 2). Si sono quindi analizzate le soluzioni esistenti e le applicazioni tipiche di veicoli AUV (Autonomous Underwater Vehicle) e UUV (Unmanned Untethered Vehicle) che comprendono la mappatura dei fondali, il monitoraggio ambientale, l'esplorazione dei fondali ad alta profondità, l'ispezione e il controllo di strutture sottomarine, l'ispezione della carena di navi e l'ispezione di strutture allagate quali, ad esempio, dighe e serbatoi. Successivamente sono state individuate le funzioni motorie necessarie per svolgere le applicazioni selezionate. Al termine di questa indagine preliminare si è scelto di sviluppare un dispositivo di propulsione basato su

di una pinna oscillante con un movimento dotato di due gradi di libertà: oscillazioni trasversali e oscillazioni angolari. Un tale propulsore è risultato realizzabile mediante soluzioni meccaniche e di attuazione di tipo classico, ben consolidate e a basso rischio, quali motori elettrici rotanti, riduttori e dispositivi di trasmissione del moto.

Successivamente si sono sviluppati due modelli numerici che simulano la dinamica di superfici oscillanti. Il primo modello, che basa su un approccio bidimensionale, ha consentito un'accurata indagine del fenomeno nello spazio dei parametri. Si è quindi sviluppato un modello tridimensionale finalizzato a supportare i risultati precedentemente ottenuti. Questa fase del lavoro ha consentito di individuare le caratteristiche del moto del propulsore che ottimizzano l'efficienza propulsiva. Sulla base dei risultati ottenuti (figura 3) è stato quindi progettato un prototipo adatto ad eseguire delle prove in vasca, finalizzate a testare le capacità propulsive e a confermare i risultati forniti dai modelli teorici-numeric.



Sono state individuate diverse possibili soluzioni di attuazione che sono state valutate comparativamente per selezionare quelle in possesso dei requisiti funzionali e prestazionali definiti nell'ambito del lavoro precedentemente svolto. Oltre alla capacità di soddisfare tali requisiti, l'individuazione delle possibili soluzioni ha tenuto conto anche dell'esigenza di contenimento del peso e dell'ingombro del propulsore e la facilità di integrazione del sistema di propulsione in differenti tipologie di veicoli robotici subacquei.

La figura 4 rappresenta una vista d'assieme del sistema di propulsione a pinna progettato. Il sistema di controllo del moto del propulsore è stato implementato in termini di un asservimento di posizione per i due motori che attuano la superficie oscillante. E' stata realizzata una interfaccia di controllo che consente, in maniera semplice e "user-friendly", la variazione in linea dei parametri delle traiettorie sinusoidali di riferimento e la lettura delle principali grandezze di interesse.

Il prototipo è stato successivamente testato in laboratorio utilizzando le strutture di prova disponibili presso il Dipartimento di Ingegneria Ambientale dell'Università di Genova. Sono stati effettuati numerosi test e i risultati ottenuti forniscono linee guida per il possibile sviluppo del progetto definitivo di un propulsore da installare su veicoli subacquei