

# 재래식 잠수함 어뢰발사관을 활용한 UUV 운용기법에 대한 연구

이 계 홍<sup>\*,1)</sup>

<sup>1)</sup> 한국로봇융합연구원

## Study on the UUV Operation via Conventional Submarine's Torpedo Tube

Ji-Hong Li<sup>\*,1)</sup>

<sup>1)</sup> Korea Institute of Robot and Convergence, Korea

(Received 15 July 2013 / Revised 18 November 2013 / Accepted 20 December 2013)

### ABSTRACT

Due to its unmanned feature and some of being matured underwater technologies, UUV(Unmanned Undersea Vehicle) is increasingly considered as a utility player in today's battle-field. The operational benefit of submarine-based UUV operation could be enormous yet the integration challenges are significant, particularly for most of small conventionally-powered submarines. In this paper, we consider UUV operational methodology via the conventional submarine's torpedo tube. Two previous attempts having been done to retrieve the UUV through torpedo tube are reviewed, and their pros and cons are also analyzed. Then, an alternative option is proposed for UUV operation via torpedo tube. In addition, some of practical challenges are also discussed in the paper.

Key Words : UUV(무인잠수정), ROV(Remotely Operated Vehicle, 원격무인잠수정), Conventional Submarine(재래식 잠수함), Torpedo Tube(어뢰발사관), Recovery(회수)

### 1. 서론

일반적으로 UUV는 크게 ROV, AUV, 및 수중 글라이더로 나눌 수 있다. ROV의 경우, 광통신을 이용하여 사용자의 원격제어로 조종되며 다양한 수중 실시간 탐사/조사가 가능하지만 테더케이블로 인하여 작업 환경이 제한적이다. 수중 글라이더의 경우, 추진기가

아닌 부력 및 무게중심을 조종하여 움직이기에 해양에서 장시간 운용이 가능하나 기동성이 현저하게 떨어진다. AUV는 상기 두 가지 단점을 모두 극복할 수 있는 수중 자율 운동체이다. 미 해군에서 2004년 9월에 발표한 보고서<sup>[1]</sup>에서 UUV는 다음과 같이 정의되었다. “자체적으로 추진하는 수중 운동체로 그 운용이 미리 정해진 프로그램 또는 실시간 적응 미션 제어에 의하여 완전히 자율적으로 수행되거나 또는 최소한의 원격제어에 의존하여 수행되며, 데이터 링크를 위한 가능한 광통신 채널을 제외하고는 테더가 필요 없는

\* Corresponding author, E-mail: jhli5@kiro.re.kr  
Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

수중 운동체를 뜻한다". 아울러 본 논문에서 UUV는 주로 AUV를 뜻한다. AUV는 그 기계적 구조특성에 의하여 더 나아가서 호버링타입과 어뢰타입 두 가지로 나뉠 수 있다<sup>[2]</sup>. 본 논문은 일반 재래식 잠수함 어뢰발사관을 활용한 UUV 운용기술에 대한 내용으로 주로 어뢰외형의 AUV를 다룬다.

UUV는 외형이 작고 은폐성이 좋아 최근 들어 군수 분야에서 많은 각광을 받고 있다. 현재 미 해군에서는 UUV를 주로 적진 또는 위험지역에서 정보수집, 그리고 기뢰 탐지 및 제거에 활용하고 있다. 그러나 기존에 배터리 기술로는 UUV의 수중에서 운항시간이 한정적일 수밖에 없어 효율적인 미션수행을 위해서는 UUV의 운용 플랫폼이 부득이 적진 또는 위험지역 근처까지 접근해야 하는 상황이 자주 발생하게 된다. 이러한 관점에서 고려할 때, 수상 선박보다는 잠수함을 이용하여 UUV를 진수 및 회수하게 되면 적군에게 발각될 위험요소를 최소화할 수 있다. 또한 UUV는 작은 외형 및 높은 기동성으로 잠수함이 직접 접근할 수 없는 얕은 수역이나 위험지역에도 투입이 가능하여 군의 작전 반경을 극대화할 수 있다<sup>[1,3]</sup>.

일반적으로 잠수함에서 UUV를 운용할 수 있는 방법은 크게 세 가지로 나뉠 수 있다. 하나는 CMH (Casing Mounted Hanger)를 이용하여 UUV를 진수 및 회수하는 방법이고, 다른 하나는 잠수함 어뢰발사관을 활용하는 방법, 그리고 마지막으로 잠수함 수직발사관을 활용하는 방법이다. CMH의 경우 운용이 용이하나 잠수함 선체에 추가적인 기구부 설치로 인하여 잠수함의 수중 동특성 및 은폐성을 저하시킬 수 있다. 어뢰발사관의 경우 기존에 잠수함 구조, 특히 어뢰발사관 시스템에 약간의 개조만 거쳐 운용할 수 있으나 기술적으로 UUV 도킹 및 회수가 어려울 수 있다. 수직발사관은 일반적으로 어뢰발사관 보다 내경이 크고 따라서 그에 맞는 UUV 도킹 및 회수 시스템을 설계하여 설치가 가능하며 이 경우엔 다양한 UUV 회수가 가능하다. 그러나 이 경우 도킹 및 회수 시스템 설계가 복잡하고 많은 비용이 필요하게 되며 또한 운용도 상대적으로 복잡하게 된다. 본 논문에서는 한국 해군의 실정에 맞는 재래식 잠수함의 어뢰발사관을 활용한 UUV 운용기술에 대하여 다루고자 한다.

잠수함 어뢰발사관을 활용한 UUV 운용기술은 일찍이 미 해군과 노르웨이 해군에서 시도한바가 있다. 1999년에 미 해군에서 LMRS(Long-term Mine Reconnaissance System) 프로젝트를 착수하였으며 이 프로젝트의 일환

으로 보잉사에서 AN/BLQ-11 UUV<sup>[4]</sup>를 개발하였다. 이 무인잠수정은 외경이 21인치로 미 해군의 분류 기준<sup>[1]</sup>으로 HWV(Heavy Weight Vehicle)급에 속하는 잠수정으로 잠수함 어뢰발사관에서 진수하고 또한 회수되도록 설계되었다. 회수방법은 특정 어뢰발사관에 설치된 18m 길이의 로봇팔을 활용하여 잠수함 근처에 접근한 UUV를 잡아서 다른 어뢰발사관에 로봇팔의 힘을 이용하여 넣는다. 2006년 및 2007년에 미 해군 SSN급 잠수함을 이용하여 상기 AN/BLQ-11 무인잠수정의 어뢰발사관으로 회수실험이 여러 번 수행된바가 있다. 스웨덴의 SAAB사에서 개발한 SUBROV<sup>[5]</sup>는 UUV 회수를 위하여 특별히 설계/제작된 ROV로 하나의 어뢰발사관을 할당받아 설치되어 있다가 UUV가 잠수함 근처로 오면 어뢰발사관에서 진수되어 UUV에 도킹하여 사용자의 원격조종을 통하여 UUV를 다른 하나의 어뢰발사관으로 회수하도록 설계되었다. 위 시스템도 실수역에서 다양한 운용실험을 수행한바가 있다.

상기 두 시스템의 경우 모두 두 개의 어뢰발사관 할당이 필요하다. 또한, LMRS의 경우 로봇팔로 UUV를 잡기 위해서는 UUV가 어뢰발사관 근처 10m 이내로 접근해야 하는데 실제 운용에 있어서 이와 같이 UUV가 자율적으로 특정 지역, 특히 잠수함이 움직일 경우 어뢰발사관 근처 10m 이내의 오차로 접근하기가 상당히 어렵다. SUBROV의 경우엔 상기와 같이 UUV가 어뢰발사관 근처로 정확하게 접근해야 하는 문제점은 ROV를 활용하므로 쉽게 극복할 수 있다. 그러나 소형 ROV를 UUV 선체에 부착하여 ROV의 추진력만으로 UUV를 별도의 어뢰발사관에 넣는 것은 여전히 어려운 기술로 남을 수밖에 없다. 본 논문에서는 상기와 같은 문제점들을 극복하고자 어뢰발사관을 이용한 새로운 UUV 운용기술을 제안하고자 한다. 이 방법은 SUBROV와 유사하게 소형 ROV를 활용하여 UUV를 도킹하고 나아가서 어뢰발사관으로 회수한다. 그러나 이 방법의 경우 하나의 어뢰발사관만 필요로 하며 또한 ROV의 추진력이 아닌 테더케이블을 이용하여 서로 도킹된 ROV와 UUV를 같이 어뢰발사관으로 끌어 당겨서 회수하도록 설계되어있다. ROV의 추진력은 부차적으로 도킹된 ROV와 UUV 일체의 미세한 자세제어에만 활용된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존에 해군에서 UUV에 대한 다양한 수요에 대하여 간단하게 언급하고, 3장에서 잠수함을 활용한 UUV 운용방법, 그리고 4장에서 기존에 있었던 잠수함 어뢰발사관을

활용한 UUV 도킹 및 회수기술에 대하여 분석해본다. 이 기초 상에서 5장에서 어댑터를 활용한 UUV의 어뢰발사관으로 회수기술에 대하여 소개하고, 끝으로 6장에서 간단하게 결론을 맺고자 한다.

## 2. 해군에서 UUV 수요

UUV의 작은 외형으로 인한 은폐성이 좋고 사람이 탑승하지 않은 특성을 이용하여 군사 분야에서 재래식 군사력이 접근이 어려운 지역에서 정보수집 및 다양한 군사임무를 수행하도록 요구되어오고 있다. 일찍이 미 해군에서는 UUV에 대한 군사적 수요를 다음과 같이 4개 그룹 및 9개 미션으로 분류하였다<sup>[1]</sup>.

### Force Net

- Intelligence, Surveillance and Reconnaissance(ISR)
- Oceanography
- Communication/Navigation Network Nodes(CN3)

### Sea Shield

- Anti-Submarine Warfare(ASW)
- Mine Countermeasures(MCM)
- Inspection/Identification

### Sea Base

- Payload Delivery

### Sea Strike

- Information Operations(IO)
- Time Critical Strike(TCS)

상기와 같은 UUV의 미션 수행을 위해서 미 해군에서는 더 나아가서 UUV를 휴대용, 경량급, 헤비급, 및 대형 네 가지로 분류하였다<sup>[1]</sup>. 휴대용은 대부분의 플랫폼, 특히 고무보트를 이용하여 몇 명의 인원으로 운용이 가능하며, 경량급의 경우 외경이 경어뢰와 똑같은 12.75인치로 한정하여 기존에 경어뢰와 동일하게 운용하도록 권장하고 있으며 특히 USV나 항공기에서도 운용이 가능하도록 되어있다. 중량급은 기존에 중어뢰와 같은 21인치 외경에 잠수함의 어뢰발사관을 이용하여 운용되도록 권장하고 있으며, 대형의 경우 잠수함의 수직발사관의 최대외경이 72인치인 점

을 감안하여 외경이 이 보다 작을 것으로 권장하고 있다.

상기 9개 미션 중에서 ISR과 MCM 두 가지 미션이 현재 군에서 가장 시급하고 수요가 많은 미션으로 분류된다. Fig. 1은 ISR의 한 예로 UUV를 이용한 적 해군기지에 대한 정찰임무 수행을 보여준다. 잠수함을 적 해군기지에 직접 투입할 경우 발각될 위험을 최소화하기 위하여 잠수함을 최소한 안전지역까지 접근한 다음 UUV를 진수시켜 자율적으로 정찰임무를 수행하도록 하며 임무수행을 마치고 UUV가 다시 잠수함으로 귀환하여 회수되거나 또는 다른 플랫폼에 의하여 회수되도록 한다.

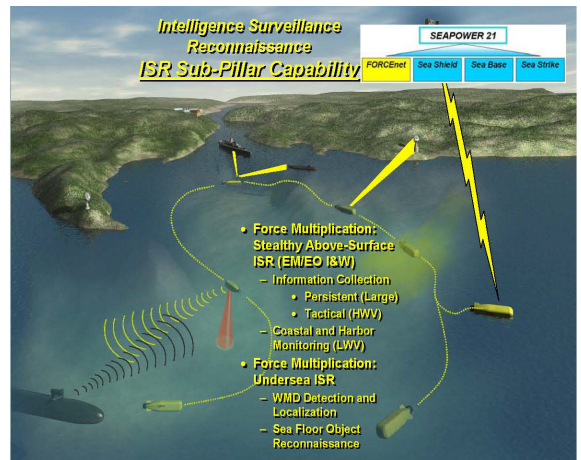


Fig. 1. Example of ISR mission of UUV<sup>[1]</sup>

위에서 열거한 UUV에 대한 군에서의 다양한 미션 수요를 만족하기 위해서는 UUV 자체가 수중 정밀 항법 및 장애물회피를 포함한 자율유영 등 다양한 기반 기술 확보가 필요한데, 기존에 수중로봇 기술수준으로는 아직까지 넘어야 할 도전과제들이 많이 남아있다<sup>[7]</sup>. 이러한 UUV 자체의 기술적인 측면뿐만 아니라 운용기술들도 최근 들어 많은 관심을 받고 있다<sup>[6-9]</sup>. 기존에 군에서 가장 많이 활용하고 있는 UUV는 REMUS 100과 같은 휴대용 잠수정으로 주로 고무보트를 이용하여 진수 및 회수를 하고 있다(Fig. 2를 참조). 그러나 수상 플랫폼을 활용할 경우 적에게 노출될 위험이 높아 UUV의 작전반경이 한정적인 수밖에 없으며, 이러한 안전적인 측면에서 고려할 때 잠수함은 UUV 운용을 위한 최적의 플랫폼으로 손색이 없다. 그러나 기술적인 측면에서 고려할 때 잠수함에서 UUV를 효율

적으로 운용하기 위해서는 특히 임무를 수행하고 회귀한 UUV를 안전하게 회수하기 위해서는 풀어야 할 과제가 아직 많이 남아있다.



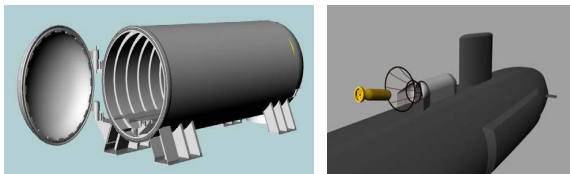
Fig. 2. UUV launch from a rubber boat

### 3. 잠수함에서 UUV 운용방법

기존에 잠수함에서 UUV를 운용 가능한 방법은 크게 세 가지로 나뉠 수 있다. 하나는 CMH를 이용하여 UUV를 진수 및 회수하는 방법이고, 다른 하나는 잠수함 수직발사관을 개조하여 활용하는 방법, 그리고 마지막으로 미국과 스웨덴 해군에서 시도되었던 잠수함 어뢰발사관을 활용하는 방법이다.

#### 3.1 CMH를 이용한 UUV 운용기법

단순 운용적인 측면에서만 고려할 경우 CMH는 상기 세 가지 방법 중에서 최상의 선택이 될 수 있다. 우선 잠수함 외벽에 돌출되어 있어 UUV 근거리 유도 및 도킹이 편리하고 또한 특정된 크기제한이 없기에 다양한 진수 및 회수기법을 적용할 수 있다. CMH는 그 기계적 구조특징에 근거하여 dry CMH와 wet CMH로 나뉠 수 있다(Fig. 3을 참조).



Dry CMH

Wet CMH

Fig. 3. Example of CMH

Dry CMH의 경우엔 여러 나라들에서 다양한 목적으로 운용한 경험이 있으며, 예를 들어 미 해군의 ASDS (Advanced SEAL Delivery System)와 같이 현재도 운용하고 있다. 아울러 이러한 구조장비를 활용하여 쉽게 UUV 운용이 가능하게 된다. Wet CMH의 경우, 기존에 연구되어온 다양한 UUV 도킹기법들<sup>[10~12]</sup> 그대로 적용 가능하다는 장점을 갖는다.

CMH의 가장 큰 단점은 잠수함 외벽에 추가적인 기계구조물을 추가해야 하는 이유로 잠수함의 수중 동특성을 저하시키고 나아가서 소음의 요인으로 될 수 있어 잠수함의 생명인 은폐성을 저하시킬 위험이 높다.

#### 3.2 수직발사관을 활용한 UUV 운용

일찍 미 해군 PLUSNet(Persistent Littoral Undersea Surveillance-Networked, [9]) 프로그램의 일환으로 미 해군 SSGN 수직발사관을 활용한 UUV 운용기법, 즉 ULRM(Universal Launch and Recovery Module)에 대한 연구가 수행된바가 있다. 잠수함 어뢰발사관에 비해 수직발사관의 경우 내경이 훨씬 큰 장점을 이용하여 LV급 UUV 운영뿐만 아니라 다양한 수중 글라이더 운용도 가능하다<sup>[9]</sup>. 수중 글라이더 회수의 경우 안전한 도킹을 위하여 ROV와 같은 도킹 보조 장비가 필요할 수도 있다.



Fig. 4. ULRM concept<sup>[9]</sup>

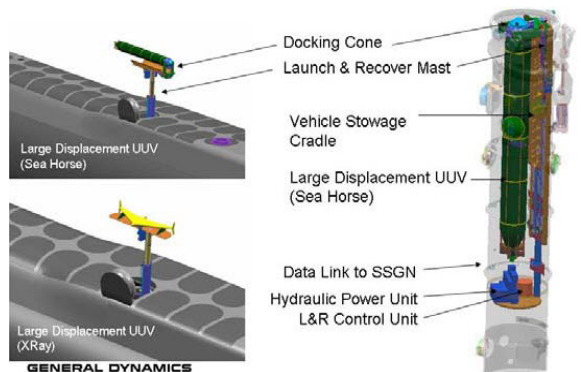


Fig. 5. ULRM can support conventional and unconventional vehicles<sup>[9]</sup>

### 3.3 어뢰발사관을 활용한 UUV 운용

일찍 미 해군에서는 2004년 UUVMP<sup>[1]</sup> 보고서에서 21인치 외경의 HWV급 UUV를 잠수함 어뢰발사관에서 운용하도록 권장하고 있다. 어뢰발사관을 활용할 경우, 가장 큰 장점은 기존에 어뢰발사관 및 그 부속 장비들을 그대로 적용할 수 있다는 점이다. 반면에 단점은 어뢰발사관에서 발진된 21인치 UUV를 다시 21인치 어뢰발사관으로 회수하기가 어렵다는 것이다. 이러한 어려움을 해결하고자 어뢰발사관 내경을 확대하여 UUV 운용 전용으로 개조하는 방안도 고려되고 있다<sup>[8]</sup>. 그러나 이럴 경우 기술적 측면에서 고려할 때 위에서 언급한 수직발사관을 활용한 운용기법과 동일하게 취급할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 잠수함 어뢰발사관의 내경을 그대로 유지하는 경우에만 한정해서 토론한다.

일찍 미 해군과 노르웨이 해군에서 HWV급 UUV를 잠수함 어뢰발사관으로 회수하는 기술개발을 시도한 바가 있다.

## 4. HWV급 UUV의 잠수함 어뢰발사관으로 회수 기술

현 단계 UUV 기술의 관점에서 볼 때, 21인치 외경의 HWV급 UUV가 완전 자동으로 잠수함의 어뢰발사관으로 도킹해 들어가는 것은 기술적으로 여러 가지 어려움이 존재한다. 우선, 이러한 자동도킹을 위해서는 수중에서 cm 내지 mm 단위의 정밀한 유도 및 위치인식 기술이 필요하다. 또한 이러한 기술이 모두 가능하다하더라도 UUV는 주어진 유도체적에 대한 정밀한 추적 제어기술을 보유하고 있어야 한다. 그러나 UUV의 경우, 특히 어뢰외형 잠수정의 경우 저속<sup>1)</sup>에서 기동성이 현저하게 떨어지며 따라서 정밀한 운동제어가 어렵게 된다. 결과적으로 현 기술 단계에서 UUV급 UUV를 잠수함의 어뢰발사관으로 회수하기 위해서는 보조장비가 필요하다는 결론을 얻을 수 있다.

### 4.1 미 해군 LMRS UUV

앞에서 언급하다시피 미 해군 LMRS 프로젝트의 일환으로 1999년에 보잉사에서 21인치 외경의 HWV급

AN/BLQ-11<sup>[4]</sup> UUV 개발을 시작하여 개발 완료시점인 2007년에는 미 해군 SSN급 잠수함에 탑재되어 실험역에서 진수/회수 실험이 수행되었다. 실험에서 UUV 회수장비로 잠수함의 특정 어뢰발사관에 설치된 총 길이 18m의 로봇팔을 활용하였다. 어뢰발사관에서 발진된 UUV가 주어진 임무를 끝내고 다시 잠수함 근처로 회귀했을 때 운용자는 정밀한 원격조종을 통하여 상기 로봇팔을 어뢰발사관에서 뺄어서 근처로 접근한 UUV를 붙잡아서 다른 어뢰발사관으로 도킹시킨다.

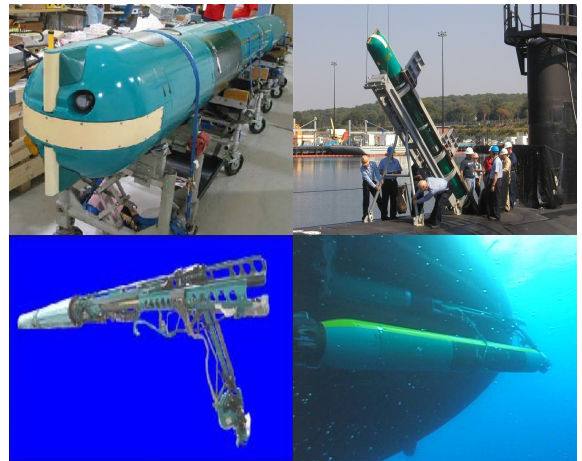


Fig. 6. AN/BLQ-11 UUV and its recovering field test using robot arm

이 경우, 총 2문의 어뢰발사관이 UUV 회수를 위해 배치되어야 한다. 또한 로봇팔이 UUV를 붙잡기 위해서는 잠수정이 자체적으로 운항중인 잠수함 어뢰발사관 근처까지 정밀하게 접근해야 하는 어려운 점이 있다. 특히 어뢰발사관이 잠수함 사이드에 위치하는 미 해군의 경우에 비하여 잠수함 전방에 어뢰발사관이 배치되어있는 한국 해군의 경우 상기 문제는 더욱 두드러지게 된다.

### 4.2 스웨덴 SAAB사의 SUBROV

스웨덴 SAAB사에서 개발한 SUBROV는 잠수함 어뢰발사관에서 운용되도록 설계된 다목적 ROV다(Fig. 7을 참조). 다양한 수중 탐사 및 조사 작업 외에도 수면 위에 떠올라 잠수함의 통신노드역할을 수행할 수도 있고 또한 MCM 작업수행도 가능하다. 더욱이 UUV의 어뢰발사관으로 회수작업을 도우는 것이 SUBROV의 재밌는 기능중의 하나가 되겠다.

1) 안전적 측면에서 고려해서 도킹 시 UUV가 잠수함에 저속으로 근접한다고 가정한다.

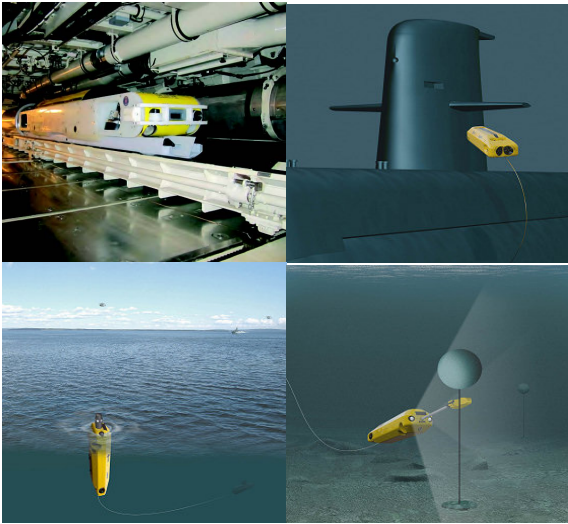


Fig. 7. Saab Sea Owl SUBROV and its various underwater capabilities

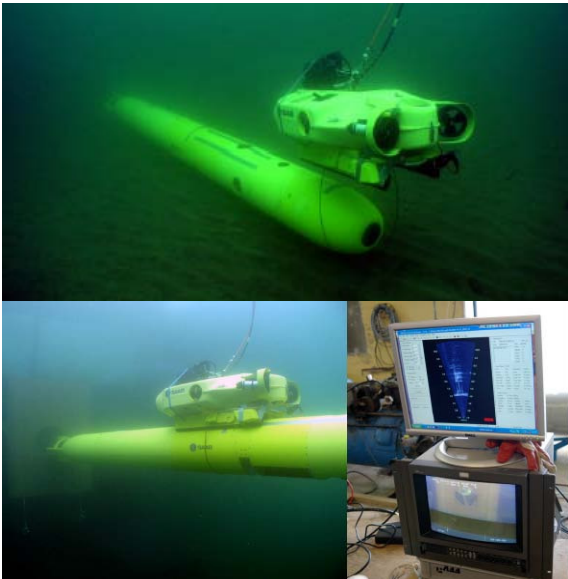


Fig. 8. Field test of UUV docking and recovery into the torpedo tube using SUBROV

SAAB사에서는 일찍 Fig. 8과 같이 SUBROV를 활용한 UUV의 어뢰발사관으로 회수기술을 검증하고자 호수 환경에서 바닥에 놓인 UUV에 SUBROV를 원격조종하여 도킹하고 UUV를 들어서 어뢰발사관 크기의 구조물에 회수하는 실험을 수행하였다. 그러나 기술적인 측면에서 봤을 때 현실적으로 운항중인 잠수함에

서 유사한 속도로 움직이는 UUV를 상기 기법으로 도킹하기는 여러 가지 어려움이 있으며, 더욱이 도킹이 후 상기 방법으로 UUV를 운항중인 잠수함 어뢰발사관으로 회수할 수 있기까지는 여러 가지 도전과제가 여전히 남아있다.

### 5. 소형 어댑터를 활용한 HWV급 UUV의 잠수함 어뢰발사관으로 회수 방법

앞에서 언급하다시피 UUV의 어뢰발사관으로 회수 과정은 크게 두 단계로 나눌 수 있다. 즉 회수용 보조 장비와 UUV의 도킹, 그리고 도킹한 UUV의 어뢰발사관으로 진입보 회수 단계로 나눌 수 있다. 2007년 미 해군에서 수행했던 LMRS 회수방법의 경우, 보조장비 즉 로봇팔을 이용하여 UUV를 잡기 위해서는 UUV가 잠수함 어뢰발사관 근처까지 정밀하게 접근해야 한다. 또한 로봇팔로 잡은 외경이 21인치인 HWV급 UUV를 다시 21인치 어뢰발사관으로 회수하기까지는 기술적 및 응용적 측면에서 고려할 때 모두 해결해야 할 문제점들이 많이 남아있다. SAAB사의 SUBROV의 경우, 보조장비인 소형 ROV와 잠수함 근처에 접근한 UUV의 도킹은 기존에 ROV의 기술적 측면에서 고려할 때 충분히 가능한 미션이다. 문제는 ROV와 UUV가 도킹이 완료된 후 UUV를 다시 어뢰발사관으로 회수하는 단계인데, Fig. 8과 같은 형태의 도킹구조로는 실제 운항중인 잠수함의 어뢰발사관으로 UUV를 정확하게 회수하기에는 어려움이 있다. 특히 ROV와 UUV가 도킹이 완료된 이후 전체 시스템(Fig. 8을 참조)의 기동성은 ROV로 인하여 향상될 수는 있으나 여전히 제한적이어서 운항중인 잠수함의 어뢰발사관으로 UUV를 정확하게 도킹하기 어렵다. 부가적으로 상기 두 방법의 경우 UUV 운용을 위해서는 모두 두 개의 어뢰발사관을 할당받아야 한다.

앞에서 언급하다시피 어뢰발사관에 설치된 제한된 길이의 로봇팔을 활용하기보다는 작업반경이 보다 자유로운 소형 ROV를 이용할 경우 보다 쉽게 UUV와 도킹할 수 있다. 그러나 상기 두 방법의 경우 모두 보조장비와 UUV가 도킹한 후 다시 어뢰발사관으로 회수하기에는 여전히 기술적 그리고 응용적 측면에서 어려움이 남아있다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 좀 더 현실적으로 성공 가능성이 높은 회수방법을 제안하고자 한다.



Fig. 9. UUV docking and retrieving into torpedo tube using adaptor

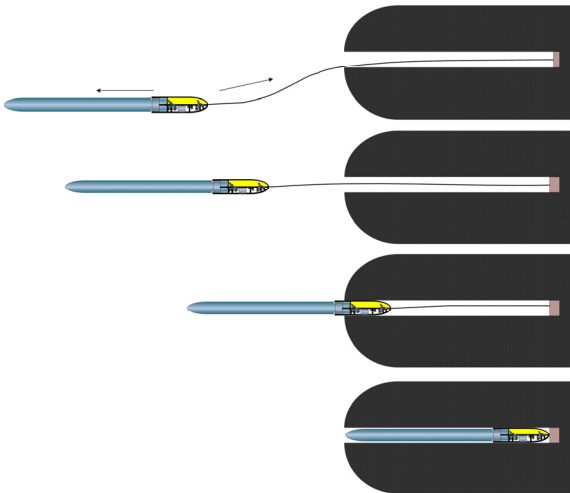


Fig. 10. Retrieving docked UUV and adaptor into torpedo tube by pulling back the tether cable

SUBROV와 유사하게 본 연구에서는 소형 ROV의 일종인 어댑터를 활용한다. 미션을 수행하고 돌아온 UUV가 잠수함 전방의 특정 영역<sup>2)</sup>에 들어오면 어뢰발사관에서 어댑터를 발사하고 잠수함에서 운영자가 원격으로 어댑터를 조종하여 UUV와 도킹을 수행한다. 이때 카메라/소나 기반의 비전, USBL, 및 RF 센서 배열<sup>[13]</sup> 등 다양한 근거리 정밀유도 기술을 적용할 수 있으며 또한 도킹의 편리를 위하여 어댑터의 도킹 콘을 다양한 구조로 설계 가능하다. 도킹이 성공하면 전체 시스템(UUV+어댑터)은 잠수함보다 약간 빠른 속도로 동일한 방향으로 전진하며 동시에 잠수함에서는 테더케이블을 잡아당겨 도킹된 어댑터와 UUV를 어뢰발사관으로 회수하게 된다. 일반적으로 도킹이 완료된 어댑터와 UUV가 잠수함과 동일한 운동방향으로, 그

리고 잠수함보다 빠른 속도로 전진함과 동시에 어뢰발사관에서 테더케이블을 당길 경우 어댑터와 UUV의 방향은 궁극적으로 어뢰발사관과 일치하게 되어(Fig. 10을 참조) 어뢰발사관으로 회수가 용이하게 된다.

본 연구에서 어댑터와 UUV는 도킹된 이후 같은 어뢰발사관으로 회수되며 이를 위해서는 UUV의 길이가 통상적인 중어뢰보다 줄어 들 수밖에 없으며, 결과적으로 UUV의 유효하중에 영향을 주게 된다.

## 6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 잠수함에서 UUV의 운용방법, 특히 잠수함 어뢰발사관을 통한 UUV 도킹 및 회수방법에 대하여 토의하였다. 기존에 미 해군과 스웨덴에서 선행되었던 유사사례 분석을 통하여 소형 어댑터를 활용한 현실적으로 좀 더 성공 가능성이 높은 새로운 회수방법을 제안하였다. 또한 UUV 회수를 위하여 각각 2문의 어뢰발사관이 필요했던 선행 유사사례와 달리 제안한 방법의 경우 한문의 어뢰발사관만 활용한다. 그러나 어댑터와 함께 동일한 어뢰발사관으로 회수되기에 UUV의 길이가 기존의 방법보다 작아질 수밖에 없다.

본 연구에서는 잠수함 어뢰발사관으로 UUV 회수메커니즘에 관한 새로운 가능성을 제안하였다. 이러한 방법이 실제로 성공 가능한 기술로 전환되기 위해서는 현실적으로 많은 실험과 다양한 요소기술, 예를 들어 어댑터와 UUV 도킹 메커니즘, 어댑터의 근거리 정밀유도, 어댑터의 테더케이블 설계/제작 기술 등에 대한 추가적인 연구개발이 필요할 것으로 예상된다.

## 후 기

본 연구는 한국과학기술원 국방무인화기술 특화연구

2) 영역의 크기는 어댑터의 작업 반경에 의해 결정된다. 또한 본 연구에서는 UUV가 잠수함 근처로 접근했을 때 서로 통신이 가능하다고 가정한다. 현실적으로 수중 음향, 광학 등 다양한 무선통신을 활용할 수 있다.

센터를 통한 방위사업청과 국방과학연구소 연구비 지원으로 수행되었음을 밝히는 바이다.

## References

- [1] US Department of the Navy, The Navy Unmanned Undersea Vehicle(UUV) Master Plan, November 9, 2004.
- [2] J. H. Li, M. J. Lee, J. G. Kim, S. K. Park, S. H. Park, S. H. Suh, "Guidance and Control of P-SURO II Hybrid AUV," Proc. of MTS/IEEE Oceans 2012 Yeosu, Korea, 2012.
- [3] <http://www.globalsecurity.org/intell/systems/uuv.htm>.
- [4] <http://www.boeing.com/news/releases/2007/q4/071126bnr.html>.
- [5] <http://seaeye.com/seaowlsubrov.html>.
- [6] 이계흥, 박성국, 서진호, "잠수함에서의 UUV 운영 기술에 대한 연구," 2011년도 한국군사과학기술학회 종합학술대회 논문집, pp. 2242-2244, 2011.
- [7] J. H. Li, "Considerations of UUV Operation using Submarine's Torpedo Tube," Proc. of DAPS 2012, Jeju, Korea, 2012.
- [8] T. Hardy and G. Barlow, "Unmanned Underwater Vehicle(UUV) Deployment and Retrieval Considerations for Submarines," Proc. INEC 2008, Hamburg, Germany, April 2008.
- [9] M. S. Stewart and J. Pavlos, "A Means to Networked Persistent Undersea Surveillance(U)," Proc. of Submarine Technology Symposium, Laurel, MD, May 2006.
- [10] B. Allen, T. Austin, N. Forrester, R. Goldsborough, A. Kukulya, G. Packard, M. Purcell, R. Stokey, "Autonomous Docking Demonstrations with Enhanced REMUS Technology," Proc. of MTS/IEEE Oceans'06, Boston, USA, Sep. 2006.
- [11] S. Krupinski, F. Maurelli, A. Mallios, P. Sotiropoulos, T. Palmer, "Towards AUV Docking on Sub-Sea Structures," Proc. of IEEE Oceans'09, Bremen, Germany, May 2009.
- [12] R. S. McEwen, B. W. Hobson, L. McBride, J. G. Bellingham, "Docking Control System for a 54-cm-Diameter(21-in) AUV," IEEE J. of Oceanic Engineering, Vol. 33, pp. 550-562, 2008.
- [13] 이기현, 김진현, "전자기파의 감쇄신호를 이용한 무인잠수정의 도킹시스템 개발," 제어·로봇·시스템학회 논문지, 제18권 제9호, pp. 830-836, 2012.