

레이더와 AIS기반 기존 관제 시스템에서 위그선 등 초고속 물표 추적을 위한 개선 방안 연구

† 이병길 · 한중욱 · 조현숙, *서홍용 · 허학선

† 한국전자통신연구원

* 국토해양부 항해안전정보과

요 약 : 선박 운항 안전을 위한 기술은 선박 자체 뿐만아니라 육상 해상교통관제 시스템(VTS)에서도 매우 중요한 역할을 수행한다. 최근 국제적으로 e-Navigation을 지향한 최신 IT기술을 반영한 새로운 안전운행을 지원하기 위한 VTS 기술개발이 활발하게 진행되고 있다. 이러한 국제적 변화와 더불어 최근 국내에서는 초고속 선박인, 위그선이 개발되어 곧 운항될 예정이므로, 기존의 VTS에서(>70NM) 추적할 수 있는 물표의 속도 범위를 벗어나고 있다. 따라서 물표 추적 및 융합 알고리즘의 위그선 환경을 고려한 개선된 기술개발 필요성이 제기되어 왔다. 본 연구에서는 이러한 초고속 선박 환경에서 국내 VTS 시스템에서 적용 가능한 방안을 연구하고, 이들을 비교하여 실제 적용할 수 있는 기술개발 방향을 정립하고자 한다.

핵심 용어 : VTS, 위그선, 추적 및 융합 알고리즘

Contents

- 1 배경 및 목적
- 2 레이더 및 추적 시스템 변경에 의한 처리
- 3 추적 알고리즘 변경에 의한 처리
- 4 AIS 시스템 수정에 의한 처리
- 5 결론

위그선의 특징

- 1) 50인승 기준
 - 선체크기(전장/폭/높이): 28.5m/26.9m/6.7m
 - 재질: 알루미늄
 - 속력: 비행중 120 ~ 180km/h, 해면 운항시 10km/h
 - 활주길이: 1 Km
 - 고도: 평시 운항 3m(해면 1~5m)
- 2) 25인승 기준
 - 선체크기(전장/폭/높이): 10m/12m/2.9m
 - 재질: FRP
 - 속력: 비행중 130 ~ 240km/h, 해면 운항시 10km/h
 - 활주길이: 200 ~ 300m (기상 악화시, 1 Km)
 - 고도: 평시 운항 5m(유사시 해면 150m 까지 운항)

배경 및 목적(1)

- 선박사고의 경우, 운항자의 과실로 인한 원인이 80% 이상이며, 위험선박 해상사고의 경우, 피해는 인적, 물적, 환경적 대규모 피해
- 따라서 운항시 발생할 수 있는 사고의 위험을 줄이기 위한 다양한 기술이 존재하며, VTS(해상교통관제 시스템) 또한 이러한 해상사고를 줄이는 핵심 역할 수행
- 선박 기술의 발달에 따라 최근 위그선의 상용화 실현을 통한 에너지절감 및 고속 수송선으로 활용가능
- 기존 VTS 구축된 VTS 시스템에 적용된 추적 성능 기준 : 70 knots 이하 속도, Turn rate 20°/s 이하 선박 운동 모델 기준임
- 위그선의 최고속도는 130 ~ 140 knots 수준

배경 및 목적(2)

- 항계내에서는 70 knots 이하를 유지하도록 권고 하고 있지만, 불법어선 감시 등 실제 긴급상황이나 항계밖에서는 130 knots 등 이상의 고속 운행이 가능함.(또한 현재 관제대상선박이 아니나 향후 운영규정 개선 예상됨)
- 위그선 또한 AIS 탑재를 하고 있지만 AIS 통신망에 따른 위치정보의 정확도는 이동속도와 위치정보의 전송주기에 따라 달라짐 14~23 knots 속도 인 경우 일반 선박의 거리 오차는 55m ~ 80m까지 발생
- 위그선은 130 knots경우, 최단 전송주기(2초) 경우에도 매우 큰 오차 발생
- 항계밖이나 위급상황시 위그선은 초고속 운행가능하고, 현재 관제 시스템에서 순간적 물표 소실이 발생할 수 있어 물표 생성/소실 반복 가능
(직접적 관제 대상은 아니지만, 함안 및 연안 VTS 관제 시스템 자체에서는 충분히 물표 추적/방향 예측 등 가능해야 할 것임)
- 따라서 이러한 위그선을 포함하여 광역 관제를 할 수 있는 구체적인 방안 및 기술적 해결을 위한 연구 필요

해결 방법 분류

1) 레이더와 AIS 통합 관제

해결방법	해결 방법 분류
레이더 회전수 변경(고속)에 의한 위그선 추적/예측 방법	레이더
탐지반경이 큰 빔파워 레이더 설치에 의한 위그선 추적/예측 방법 또는 전용 탐지 레이더 추가 설치에 의한 방법	레이더
고속선 전용 레이더 추적시스템 (NorControl IT의 VET, ATLAS의 RTP) 추가 설치에 의한 방법	레이더 추적 시스템
기존 추적 시스템(NorControl IT의 VET, ATLAS의 RTP)의 고속물표 추적 가능한 고속운동모델기반의 알고리즘으로(추적 알고리즘의 전면 교체) 변경에 의한 방법	레이더 추적 시스템
위그선 인식을 통한 Known 정보 활용을 통한 해당 위그선만 다수 필터모델(IMM)적용 추적 시스템 변경에 의한 방법	레이더 추적 시스템

2) AIS만에 의한 관제

해결방법	해결 방법 분류
AIS 송출 규정(SOLAS)보다 빠른 송출 주기에 의한 방법	AIS 송출 주기 변경

ETRI Global Leader

레이더 및 추적 시스템 변경에 의한 처리

<레이더 회전수 변경(고속)에 의한 위그선(고속 물표) 추적 방법>

- 구조**
 - VTS 레이더는 X Band 20RPM(3초 주기) 일반적으로 사용, 레이더 RPM은 기본적으로 6에서 최고 46-60RPM까지 레이더 제어 명령으로 수경 가능, 고속 회전비(60RPM)에 의한 짧은 이동거리에 의한 탐지를 증대
- 장점**
 - 전체로 볼 때, 간단한 환경 수정으로 해결
- 단점**
 - 레이더의 고속회전에 의한 신호처리/트래킹/융합 처리 시간의 단축 필요(소프트웨어 고속처리(고 난이도) 전면 수정 필요)
 - 탐지시 기존(20RPM)에 비해 빔이 적어 일반 소형선박 탐지 불가 가능성(같은 PRF)
 - 레이더 자체의 고속회전에 의한 내구연한 감소(회전열 등)

ETRI Global Leader

레이더 및 추적 시스템 변경에 의한 처리

<탐지반경이 큰 빔파워 레이더 설치에 의한 위그선(고속 물표) 추적 방법>

- 구조**
 - VTS 레이더의 탐지 커버리지가 큰 빔파워 레이더 사용
 - 일반적 빔과 안테나 패턴 효율우수 RPM 증가는 필요함
- 장점**
 - 레이더의 RPM 증가시 작은 물표 탐지가 레이더 성능에 따라 좋아질 수 있음
- 단점**
 - 고성능 레이더의 신규 설치 비용
 - 큰 빔파워 레이더라 하더라도 레이더만으로는 해결될 수 없음 (추적알고리즘은 기존방법 사용)
 - 따라서 신규 추적 시스템의 설치가 필요하며, 추가 비용발생 또는 신규 설치 레이더의 RPM 증가시 추적시스템 S/W교체 필요

ETRI Global Leader

레이더 물표 추적 환경

- 기본적으로 레이더에서 물표(타겟) 추적은 레이더 송수신기에 의해 수신된 불특정 다수의 물표 정보를 분석, 물표의 운동 특성 파악
- 해당 물표에 대한 이후의 운동 상황을 지속적으로 추정
- 추적시 추적 오차를 포함하며, 이러한 오차를 최소화 할 수 있는 수학적 필터(추적 필터), 추적 알고리즘(칼만 필터)
- 그 중에서도 가장 큰 문제는, 실제 물표의 운동이 설계된 운동 모델과 다를 경우 필터의 성능이 크게 저하됨.

예를 들어, 등속 직선 운동을 가정하여 모델링한 물표(타겟)이 등속 직선 운동 상태를 벗어나 고속의 가속도운동 이나 고속 회전운동과 같은 고속의 기동(maneuvering) 하게 됐을 때, 그 성능이 현저히 떨어질

ETRI Global Leader

추적 S/W(알고리즘) 변경에 의한 처리

<고속 운동모델에 적합한 추적알고리즘 변경에 의한 추적 방법>

- 구조**
 - 추적 알고리즘의 전면 교체
 - 고속물표 탐지되는 항공기 등에 사용되는 급가속/급회전 등에 각각의 필터 모델 적용한 고성능 다수 필터 모델로 SW 전면 교체
- 장점**
 - 하드웨어 변경 없는 소프트웨어만 변경으로 비용 최소화 가능
 - 추적 성능의 개선
- 단점**
 - 모든 물표에 대하여 계산량이 많은 고속 운동모델 적용(다수 필터 모델)에 의한 처리 물표가 많을 경우, 시스템 안정성 위협
 - 동시 실시간 추적가능한 물표 개수의 축소(알고리즘의 부하 급증원인)
 - 융합 신호처리에 의한 융합 시스템 S/W 교체 비용

ETRI Global Leader

Known Information by AIS Network

위그선 Detector System

- 장착정보/동적정보 전송
- 위그선 DB 이용 Verification

구분	정보내용	비고
장착정보 (선박개관)	-선명, IMO번호, 호출번호 -선박의 종류 -선박의 최대 속도 -안테나의 위치(선미/선수/중선선의 좌우)	위그선 인지 가능
동적정보	-선박의 위치, 태지 경로, 태지 속력, 선수향 -항해선(항해, 정박 등) -선위도(일정) -경사각(도일의)	위그선 탐지해결 판정 (2차요소)
항해정보	-선박의 출수 -위험회로 -유역차 및 도착예정시간 -항로개별(일의)	위해권 및 방해권 부여 주요적으로 수동 입력

ETRI Global Leader

추적 S/W(알고리즘) 변경에 의한 처리

<위그선 인식을 통한 Known 정보를 활용한 추적 알고리즘 부분변경 방법>

- 1) 구조
 - 추적 알고리즘의 부분적인 개선 변경
 - (1) 위그선 인식 단계(위그선 인식 방법은 다양한 방법 존재)
 - (2) 위그선 인식된 위치에서만 급가속/급회전 탐지 가능한 다수필터 사용
 - (3) 기존 지역에는 기존 알고리즘 적용(단일필터 등)
- 2) 장점
 - 전체를 다수필터 사용하지 않고, 해당 위그선만 급가속/급회전 탐지 가능한 다수필터 사용으로 시스템 부하 효율적 사용
 - 하드웨어 변경 없는 소프트웨어만 변경으로 비용 최소화 가능
 - 시스템 구조 및 S/W가 달라지므로 신규 개발에 유리
- 3) 단점
 - 추출/추적 알고리즘 SW 변경, 위그선 인식방법 처리
 - 위그선 인식 방법의 한 예) AIS 정보 분석 → 추적기에 정보 전송

Known 정보 활용한 Adaptive 처리흐름도

위그선 인식, Known 정보를 활용한 고속 추적 흐름도

AIS 송수신 주기 변경에 의한 관제

- 1) 구조
 - (1) AIS 송수신 주기 변경 후, 전 범위의 AIS 위주의 관제방법
 - (2) 항계외부 지역만 AIS위주(송수신 주기 변경 후)의 관제하고, 항계내부 등 레이더 지역은 레이더 추적 방안 적용 방법 (AIS의 오차가 존재하므로 (2)의 관제 방법이 효과적이라 판단됨)
- 2) 주기변경에 의한 추가 고려사항
 - AIS 송수신 주기의 단속 변경
 - (어느 정도의 단속주기가 적당한지?, SOLAS 규정의 변경이 필요한지?, CAI 규격변경을 통한 시스템 개발(단말/기지국) 처리의 검증 등 고려필요)
- 3) 단점
 - 위그선을 전체 관제 범위에서 AIS 위주의 관제시, 기존 VTS 관제 시스템의 변경없이 이용가능하나, AIS만에 의한 관제로 레이더/AIS 융합 처리는 영향이 존재
 - 사고 가능성이 존재하는 항계내 및 20~30NM까지는 저속운행의 범구제와 추진 필요

영역별 위그선 관제

-EEZ(배타적경제수역, 약200마일, 370Km)

결론

- 위그선의 개발 및 운행에 따른 관제시스템 변경 필요
- 수용을 위한 다양한 방법별 장단점 등 분석 수행 (항계내 및 연안VTS를 고려, 레이더 기반 추적 시스템에서도 수용필요) (항계 밖을 고려하여 AIS 시스템 주기 변경 필요)
- 국내 환경을 고려한 운행 방법 및 운행 효율 증대 필요
- 동시에 사고 등 해상안전을 고려한 효율적 관제 시스템 교체 또는 부분 개선 필요
- 해상 안전과 위그선의 운행 효율의 적합한 범위 설정
- AIS 주기 변경을 위하여, IMO 등 정책 변경을 위한 국내 안전 제안 필요