

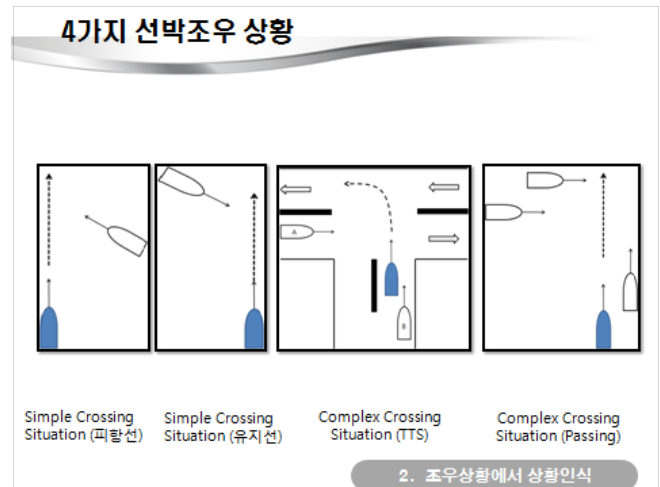
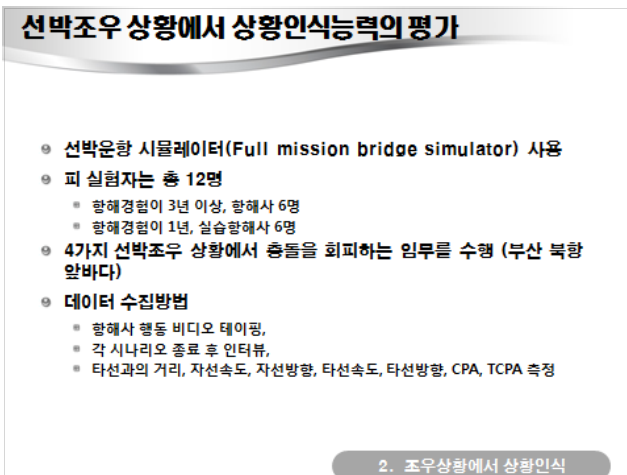
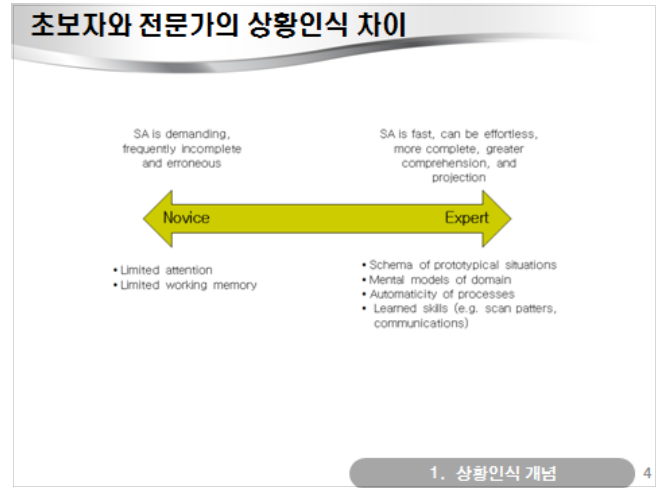
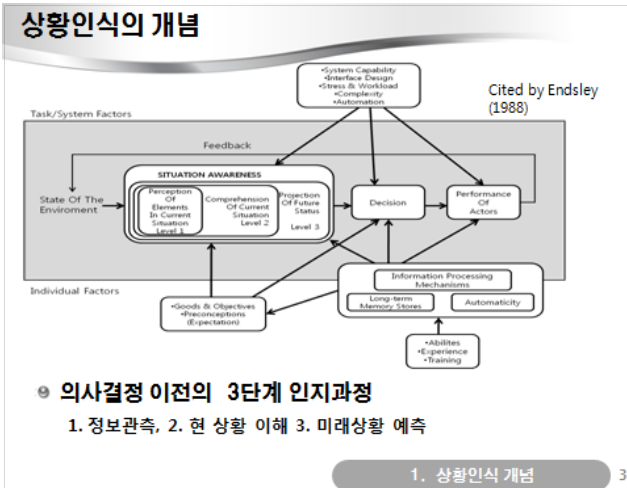
선박조우 상황에서 항해사의 상황인식

† 홍승권, 김홍태*

† 한국교통대학교 산업경영공학과 교수, * 한국해양과학기술원 선박해양플랜트연구소 책임연구원

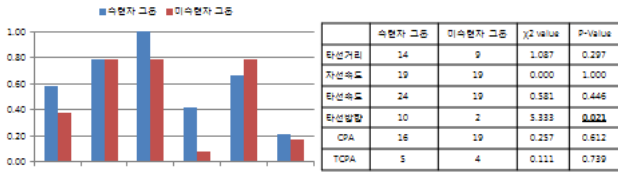
요 약 : 항해 중에 항해사의 상황인식 능력은 사고와 직결되는 능력이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 선박들이 조우하는 상황에서 항해사들이 어떻게 상황인식을 하고 있는지 조사하고 분석하였다. 본 실험은 선교 시뮬레이터에서 실시되었으며, 다양한 선박조우 상황의 시나리오를 구현하였다, 본 연구의 결과로써 항해사들의 상황인식에 문제점을 도출하였으며, 이를 예방할 수 있는 교육방법들을 제시하였다.

핵심용어 : 선박조우, 상황인식, 교육훈련, 선교 시뮬레이터, 항해사



† 교신저자 : 연희원, skhong@ut.a.c.kr

단서들(정보관측)에 대한 관찰의 정확성



- 단서 관측의 정확성에서 속연자와 미속연자간의 차이가 없음
 - χ² value = 5.828, DF = 5, P-value = 0.323
 - 단지, 타선방향의 관측에서 속연자들이 유의하게 우수함.
- 속연자들은 계기정보보다는 육안에 치중함.

2. 조우상황에서 상황인식

속도조절의 패턴

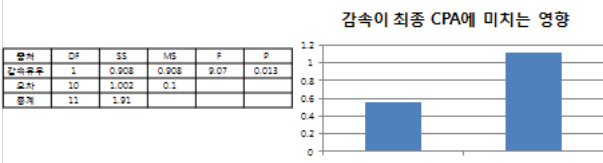
출처	DF	SS	MS	F	P
Subject	11	5.5625	0.505682	3.22	0.005
Scenario	3	1.0625	0.354167	2.25	0.101
오차	33	5.1875	0.157197		
총계	47	11.8125			

시나리오	속연자 그룹				미속연자 그룹			
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
피해자가 1	1	0	1	0	1	1	1	1
피해자가 2	1	1	1	1	0	0	0	0
피해자가 3	0	0	0	0	0	1	1	0
피해자가 4	1	1	1	0	0	0	0	0
피해자가 5	0	0	1	0	1	1	0	0
피해자가 6	0	0	1	0	0	0	1	1
합계	3	2	5	1	2	3	3	2

- 속연도와 상관없이 항해사의 개인성향에 따라 엔진(속도조절) 사용습관이 다름
- 엔진을 사용해야 하는 경우에도 미속연자들은 사용하지 않는 경우가 있음. (사고를 유발하고 있음: Case 3 경우)

2. 조우상황에서 상황인식

단순횡단 상황 (피항선)



- 모든 피실험자는 충돌회피를 위해 Starboard
 - 조타시점도 유의하게 차이가 없음 (속연자=평균514초, 미속연자= 평균 343초)
 - 조타시점에 타선과의 거리도 유의한 차이 없음 (속연자 = 평균 2.19 미속연자 = 평균 2.93)
- 선박의 속도를 감속하는 경우는 많지 않으나, 감속을 하는 경우 최종 CPA는 유의하게 커짐.
 - 속연자 6명중 2명 감속, 미속연자 6명중 2명 감속

2. 조우상황에서 상황인식

단순횡단 상황 (유지선)

	Port	Starboard
속연자	3회	3회
미속연자	5회	1회

	타선 관측시간
미속연자그룹	93.3
속연자 그룹	156.5

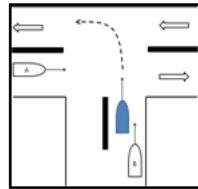
- 피항 방법의 차이
 - 피항선이 행동을 하지 않을 때 피항조치를 취함(협음)
 - 미속연자들은 Port로 변침을 주로 함 (6명중 5명: 합리적인 전략이 없음)
 - 속연자들은 Starboard로 변침을 하고, Port로 변침하는 경우에는 타선의 의도와 경제성을 고려해서 변침)
- 타선의 관측시간은 미속연자가 오히려 조기에 관측 함.

2. 조우상황에서 상황인식

복잡한 횡단상황

(Case 3: 통항 분리선이 있는 경우)

	속연자 그룹	미속연자 그룹
통항 선택관측비율	50%	83%
충돌 및 이질	33%	67%
감속 비율	83%	50%

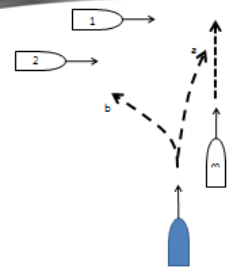


- 통항 분리선을 통과하면서 횡단을 하는 상황에서 속도 감속이 필요함
 - 미속연자들은 속도감속을 하지 않는 경우가 많음
- 후방에서 접근하는 선박에 대한 관측
 - 미속연자들의 관측능력이 저조함.

2. 조우상황에서 상황인식

복잡한 횡단상황 (Case 4)

	속연자 그룹	미속연자 그룹
Starboard	인원 비율 50%	33%
	Final CPA 평균 0.60	평균 1.00
Port	인원 비율 50%	77%
	Final CPA 평균 0.85	평균 1.03



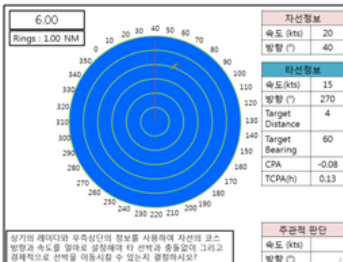
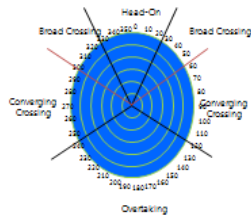
- 대안 a (Starboard) : 조기에 Starboard, 규칙에 맞음
 - 선박 3과의 상대속도고려, 선박 1, 2와의 CPA를 동시에 고려해야 함.
 - 다수 속연자가 선택
- 대안 b (Port) : 선박 1,2가 변침하지 않는다는 가정하에, 경제적인 기동.
 - 다수의 미속연자가 선택.

2. 조우상황에서 상황인식

횡단상황에서 항해사의 판단능력 평가

● Crossing 상황에서 적절한 코스선택에 대한 조사

- 속력자와 미속력자
- North-Up/Head-Up
- Crossing 유형 (Broad C. 과 converging C.)
- 자선이 유지선인 경우와 피항선인 경우



상기의 레이더와 무척장단의 정보를 사용하여 자선의 코스 방향과 속도를 위하여 결정하여 타 선과의 충돌없이 그리고 경제적으로 선회를 유도시킬 수 있는지 결정하시오!

자선정보	
속도 (kts)	20
방향 (°)	40
타선정보	
속도(kts)	15
방향 (°)	270
Target Distance	4
Target Bearing	60
CPA	-0.08
TCPA(°)	0.13
주요점 판단	
속도 (kts)	
방향 (°)	

3. 판단능력 평가

속력도와 레이더 표시 유형에 따른 차이

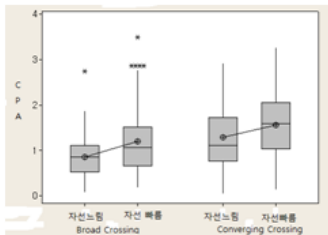
출처	DF	SS	MS	F	P
Experience	1	0.621	0.620817	1.23	0.269
Display Type	1	0.305	0.304876	0.6	0.438
교호작용	1	0.213	0.212817	0.42	0.517
오차	380	192.453	0.506456		
총계	383	193.592			

	코스조정		정확성 (CPA)	
	방향전환없음	속도변환	0.2 이하	1.2 이상
미속력자 그룹	15	85	6	84
속력자 그룹	12	24	7	79

- 코스선택에 있어 속력도에 따라 유의한 차이 없음 (CPA로 평가)
- Head-up과 North-up에 따라 유의한 차이 없음 (CPA로 평가)
- 미 속력자들은 속력자에 비해 엔진을 자주 사용하지만, 정확성은 약간 떨어짐.

3. 판단능력 평가

횡단의 유형과 자선/타선속도의 차이에 따른 영향

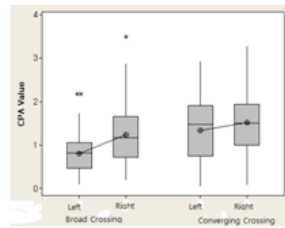


출처	DF	SS	MS	F	P
횡단유형	1	15.456	15.4561	34.76	0.00
상대속도	1	8.998	8.9976	20.24	0.00
교호작용	1	0.189	0.189	0.43	0.515
오차	380	168.949	0.4446		
총계	383	193.592			

- 타선에 비해 자선의 속도가 빠를 때, CPA가 큼
- Broad crossing보다 Converging Crossing에서 CPA가 큼.

3. 판단능력 평가

타선의 위치 (유지선/피항선)에 따른 영향



출처	DF	SS	MS	F	P
횡단유형	1	15.456	15.4561	35.07	0.00
타선의 위치	1	9.25	9.2504	20.99	0.00
교호작용	1	1.409	1.4089	3.2	0.075
오차	380	167.476	0.4407		
총계	383	193.592			

- 자선이 피항선인 경우(타선위치 오른쪽) CPA가 큼 : 자선이 유지선인 경우(타선위치 왼쪽)와 대비하여

3. 판단능력 평가

평가결과와 상황인식 훈련

상황인식 단계	상황인식능력 제고를 위해 필요한 훈련 (가이드라인)	연구결과
1. 정보탐색	1. 정보 Scanning 훈련 2. 오경보와 미스의 원인 파악	1. 룰표판측에서 오경보와 미스 발생 2. 후방선박 관측 미흡
2. 현 상황 이해	1. 특정 정보를 해석할 수 있는 능력 함양 2. 다수 정보의 융합능력 함양	1. 레이더 정보와 육안관측 정보의 대조/비교 미흡 2. 타 선박의 의도 파악 미흡 3. 다수 선박의 현황 파악 미흡
3. 미래 예측	1. 특정정보의 변화가 다른 환경에 미치는 영향 속지 2. 환경(정보)의 변화패턴 속지	1. 속도 증가/감속이 미래 상황변화에 미치는 영향에 대한 이해 부족 2. 위급상황에서 속도조절능력 미흡 (TTS 경우) 3. 타 선박의 가능한 변침방향 예측하는 능력 미흡

4. 훈련방법

항해사 상황인식 제고를 위한 훈련 방법제언

- 비디오 영상을 활용한 상황인식 훈련
 - 선박운항 장면의 비디오를 상연하다가 임의의 시점에 영상을 멈추고, 피 교육자에게 다음에 무엇이 일어날 수 있는지에 대한 질문을 하고, 대답을 하면, 참여자들은 그 질문과 대답에 대한 토의를 진행한다.
 - 이 교육은 상황인식 2단계(현 상황 이해)와 3단계(미래 예측) 훈련에 기여.
- 충돌회피 의사결정 훈련
 - 먼저 간단한 선박조우 상황에 대한 시나리오를 피교육자들에게 제공함.
 - 학생들은 다음의 질문들에 대한 대답과 질문을 하면서 토의를 함.
 1. COLREG를 적용했는가? 아니면 어떤 룰을 적용했는가?
 2. 결정이 어려웠는가?
 3. 왜 이런 결정을 했는가?
 4. 의사결정 과정에서 어떤 정보가 가장 부족했는가?
 5. 다른 결정을 생각해 보았는가?
 6. 왜 다른 결정을 하지 않았는가?
- 시뮬레이터를 활용한 상황인식 훈련
 - 본 실험에서 사용한 SAGAT방법을 사용하여, 시뮬레이션 도중에 중지하고 상황인식 단계 1, 2, 3에 해당되는 설문 또는 인터뷰를 함으로써 상황인식 능력의 평가와 훈련을 동시에 함.

4. 훈련방법

후기

본 논문은 해양수산부의 '인적요인에 의한 해양사고 예방 및 관리기술 개발'과제의 연구결과임을 밝힌다.