

무선측위 정보를 활용한 승객안전 대피지원 시스템

김원돈* · 이상만** · 장원석*** · 이순섭****

*,**㈜마린테크인, ***㈜신동디지텍, ****경상대학교

요약 : 승객대피분석은 승객이 안전한 최종 탈출지점까지 대피하는데 걸리는 시간을 산출 하는 것과 다수의 승객이 하나의 대피경로로 몰리면서 정체현상이 일어나는지를 판단하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 무선측위 정보를 활용하여 데크별 선내인원정보를 확인하고 이를 바탕으로 안전한 탈출지점까지 모든 승객이 대피하는데 걸리는 시간이 실시간으로 산출 가능한 기술을 승객안전 대피지원 시스템에 적용하였고 선박의 운용중 발생 가능한 사고 대응시 초기대응에 도움을 주고 위기사항이나 승무원의 훈련에도 활용 가능하도록 제시하고자 한다.

핵심용어 : 승객대피분석 기술, 무선측위정보, 승객대피시간, 승객안전 대피지원 시스템

1. 서론

- 여객선 사고가 발생할 경우 미숙한 초기대응으로 인한 2차 피해로 인해 더 큰 인명피해가 발생하는 경우가 증가하고 있으며 특히 육상에서의 사고와 달리 해상에서는 외부 지원을 신속하게 받을 수 없으므로, 자체적으로 피해 최소화를 위한 초기 대응이 매우 중요
- 초기대응 실패 시 피해규모가 급격히 증가하고, 인명손실을 유발하게 되므로 초기 의사대응(의사결정)과 신속한 대피가 가능한 안전구조 지원시스템의 개발이 필요
- 안전구조 지원시스템에 적합한 승객대피모형을 정의하고 사고시 초기대응 판단 지원과, 향후 발생할 사고에 대비한 승조원의 교육이나 훈련에 참고자료로 활용하는 것이 목적

2. 승객안전 대피지원 시스템

▶ 승객안전 대피지원 시스템 구성

- 대상선박에 적합한 시스템 구축(대상선박의 구조, 특징, 대피경로, 화원정보)
- 화재해석결과와 승객대피분석결과를 비교하여 안전성 평가

시스템 개편

2. 승객안전 대피지원 시스템

▶ 승객안전 대피지원 시스템 개요

- 사고 상황 발생시 선내 승객이 모두 안전하게 대피하는데 걸리는 시간을 산출
- 측위정보입력모듈, 사고시나리오 선택모듈, 대피정보 산출 모듈

3. 측위정보 입력

▶ 측위정보를 통한 선내 인원 정보 입력

- zigbee tag와 AP를 활용하여 선내 인원정보 수집 가능
- 선내 인원정보를 실시간 입력 모듈 개발하여 대피시간 산출에 활용

선내인원정보 확인

** smlee@marine.kr

4. 사고시나리오 정의 - 화재

▶ NFPA 101 Code를 활용한 화재시나리오 정의

화재유형별 시나리오를 정의/개발하는 방법은 과거의 사고사례, 사고통계 데이터를 이용하는 일반적인 방법과 미국화재방재협회(NFPA, National Fire Protection Association)에서 제공하는 NFPA 101 Code에서 정의하는 8가지 유형의 화재사고 시나리오를 활용

- 1) 거주구역의 화재
- 2) 주 대피구역에서의 화재
- 3) 비 거주구역에서 발생하여 대형 거주공간으로 전이될 가능성이 있는 화재
- 4) 대형 거주공간에 인접한 탐지 또는 소화 설비가 없는 막힌 공간에서 발생한 화재
- 5) 거주율이 높은 공간 인근에 방화설비로 차단된 공간의 화재
- 6) 가장 열량이 높은 연료의 화재
- 7) 외부 화재
- 8) 소화설비가 작동하지 않는 상황에서의 화재

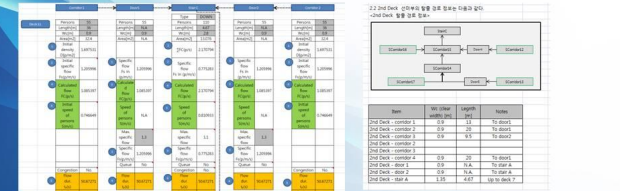
5. 대피시간 산출

▶ 대피시간 산출 방법

미국의 SFPE(Society of Fire Protection Engineers, 미소방기술사회)의 Harold E. "Bud" Nelson과 Frederick W. Mowrer의 비상 시 이동 연구의 피난계산 방법에 의하여 계산

$$t_p = \frac{F \cdot \text{Through Personnel}}{(k - \alpha k D) P}$$

tp: 평균중의 사람들이 비상구 통로상 특정지점을 통과하는데 걸리는 시간
a: 0.266(상수), k: table 참조
D: 군중밀도(인원수/유효면적)
W: 출구폭 P: 사람수



4. 사고시나리오 정의 - 화재

▶ NFPA 101 Code를 활용한 화재시나리오 정의

화재발생 경향, 화재 발생원인, 화원의 종류 및 크기, 창문 및 문 열림/닫힘 상태, 인근 구역 배지등을 포함하여 개발

- 기본조건 + NFPA 101 Code
- 1) 소화설비가 작동하지 않고 초기 대응 실패
 - 2) 환기시설 - 모두 열려 있는 상태(창문은 닫힘)
 - 3) 구획원 - 스테기움, 매트리스
 - 4) 화재 성장속도: 고속(Fast) 성장화재
 - 5) NFPA 101의 거주구역화재

시나리오 번호	시나리오 설명	해결 계획	취약	해결방법
Scenario1-1-1	거주구역화재	Tank Top Deck	요양기 불, 연기 확산	Fast
Scenario1-1-2	거주구역화재	2nd Deck	요양기 불, 연기 확산	Fast
Scenario1-2-1	주 동물 격납구역 화재	1st or 2nd Deck	요양기 불, 연기 확산	Fast
Scenario1-2-2	주 동물 격납구역 화재	Tank Top Plan	요양기 불	Fast
Scenario1-2-3	주 동물 격납구역 화재	2nd Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-4	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-5	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-6	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-7	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-8	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-9	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-10	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-11	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-12	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-13	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-14	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-15	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-16	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-17	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-18	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-19	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-20	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-21	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-22	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-23	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-24	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-25	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-26	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-27	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-28	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-29	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-30	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-31	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-32	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-33	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-34	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-35	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-36	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-37	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-38	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-39	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-40	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-41	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-42	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-43	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-44	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-45	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-46	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-47	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-48	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-49	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-50	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-51	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-52	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-53	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-54	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-55	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-56	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-57	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-58	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-59	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-60	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-61	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-62	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-63	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-64	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-65	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-66	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-67	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-68	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-69	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-70	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-71	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-72	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-73	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-74	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-75	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-76	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast
Scenario1-2-77	주 동물 격납구역 화재	Deck	요양기 불	Fast

완성된 77가지의 화재시나리오

4. 사고시나리오 정의 - 손상

▶ 손상시 경사각(Heel, Trim)을 활용한 시나리오 정의

Heel 5°, 10°, 15°, 20° & Trim 5°, 10°, 15°, 20°로 구분하여 시나리오 정의
전문대피분석 모델을 활용하여 분석된 Heel&Trim 상태에서 거주자를 대피시간에 반영

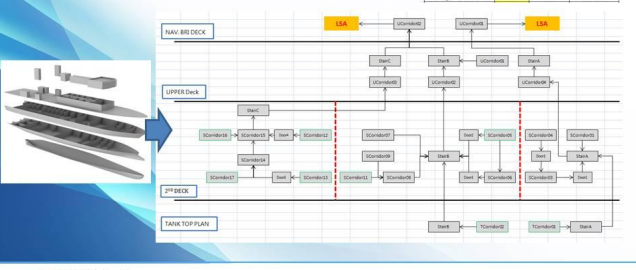
Case	Heel	Trim	Day/Night
Case 1	5°	5°	Day
Case 2	10°	10°	Day
Case 3	15°	15°	Day
Case 4	20°	20°	Day
Case 5	5°	5°	Night
Case 6	10°	10°	Night
Case 7	15°	15°	Night
Case 8	20°	20°	Night



5. 대피시간 산출

▶ 선내 공간정보 도식화(공간정보 분석)

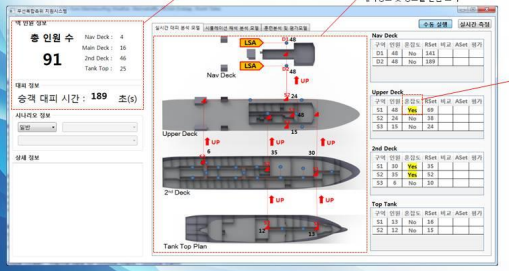
설계도면을 토대로 운용 여객선의 공간정보 분석
- 데크별 도어, 문, 계단으로 구분하여 대피경로를 도식화
- 최종 구명정까지의 대피경로를 구현



6. 승객안전 대피지원 시스템 개발

▶ 메인화면(일반항해)

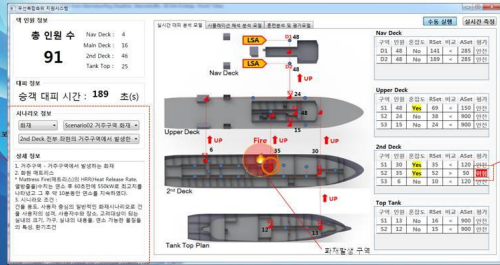
일반항해시 대피경로 및 승객내 인원정보 산출



6. 승객안전 대피지원 시스템 개발

▶ 화재 상황 발생

- 화재 상황 정보 제공 및 화재 위치 표시
- 화재 상황이 고려된 대피경로 표시
- 화재 해석을 통한 연기, 화염 이동시간과 실시간 승객 대피시간을 비교하여 안전성 평가 가능



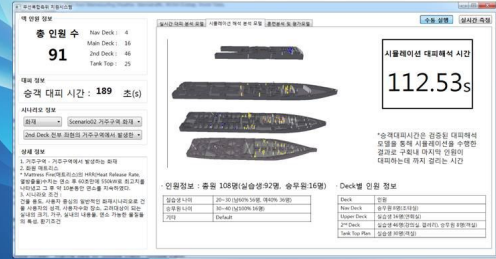
7. 결론

- 선박(여객선)에 적용 가능한 승객대피 기술 개발
- 측위정보를 통하여 실시간 선내 승객 인원정보를 확인 가능하며 승객대피시간도 산출이 가능하게 됨
- 사고 발생시 선장의 초기 대응 판단에 도움을 주고 승객 및 선원들의 신속한 대피가 가능
- 인명피해가 발생하는 위기상황이나 승무원의 훈련에도 활용 가능
- 신속한 사고처리로 유지보수비용 절감 및 인적/자원적 손실을 최소화 할 수 있음

6. 승객안전 대피지원 시스템 개발

▶ 대피분석 결과 조회

- 전문 대피분석 모델을 통한 분석결과 확인 가능
- 일반배치 상황에 해당하는 인원배치에 대하여 인원에 대한 속성값(나이, 반응시간)을 적용하여 실시간 분석 방법보다 정확한 분석 가능
- 정확한 대피분석을 통하여 훈련기능에 활용하기 위한 목적



사 사

이 논문은 산업통상자원부의 산업융합원천기술개발 사업과 제인 “선박용 무선복합측위 지원장치 및 승객 편의서비스 연계 안전구조 지원시스템 개발”의 3차년도 연구 안전구조 지원 시스템 개발의 연구 결과 중 일부이다.

6. 승객안전 대피지원 시스템 개발

▶ 훈련기능 및 평가 모델

- 대피지원 시스템에서 산출된 결과를 훈련상황에 활용 가능
- 관심주의, 경계, 심각 4가지 단계로 구분하여 대응 절차 제공

