

항로표지 시뮬레이터의 항로표지 가시화 속성 구현

† 김중욱 · 지형민* · 유용수* · 한주섭* · 최수봉*

† , *항로표지기술협회

요약 : 우리나라 항만 입출항 통항 선박의 대형화, 고속화에 따른 해양안전사고가 증가하고 있어 항만 연안 해역에서의 해상교통 안전 확보가 절실히 요구되고 있는 실정으로, 최근 국제항로표지협회(IALA)에서 항로표지 설계와 배치계획에 대한 의사결정을 지원할 수 있는 항로표지 전문 기능 시뮬레이터의 개발과 주요 항로의 항로표지 설계 및 계획 등을 검증할 수 있는 시스템 필요성을 제기하였다. 우리나라 주요 항로의 항로표지 설계와 적정 배치 여부 등을 검증하고 보완할 수 있는 시뮬레이션 시스템에 대한 개발이 진행되고 있다. 항로표지 3D 모델에 대한 항로표지 종류별, 속성별 세부사항을 검토하여 다양한 조합이 가능하도록 DB를 구성하였다. 항로표지 3D 모델링 작업에이터에 대하여 각 항로표지 시설물별 조합 경우의 수를 고려하여 다양한 조합이 가능하도록 DB 분류작업을 수행하였으며 항로표지별 폴리곤수에 따른 샘플형상을 비교하여 시인성이 양호한 최소한의 폴리곤 수(안) 제시하는 등 항로표지 시뮬레이션을 위한 항로표지 3D 구현 방식을 검토하였다.

핵심용어 : 항로표지, 시뮬레이터, 시각표지, 3D 모델링, 가시화

항로표지 현황 조사



항로표지 속성 데이터베이스 구축(지방청별)

항로표지 번호	항로표지 명칭	항로표지 위치	항로표지 종류	항로표지 색상	항로표지 크기	항로표지 높이	항로표지 설치 연도	항로표지 관리 기관	항로표지 속성		항로표지 가시화 여부
									항로표지 속성 1	항로표지 속성 2	
1	10001	10001	10001	10001	10001	10001	10001	10001	10001	10001	10001
2	10002	10002	10002	10002	10002	10002	10002	10002	10002	10002	10002
3	10003	10003	10003	10003	10003	10003	10003	10003	10003	10003	10003
4	10004	10004	10004	10004	10004	10004	10004	10004	10004	10004	10004
5	10005	10005	10005	10005	10005	10005	10005	10005	10005	10005	10005
6	10006	10006	10006	10006	10006	10006	10006	10006	10006	10006	10006
7	10007	10007	10007	10007	10007	10007	10007	10007	10007	10007	10007
8	10008	10008	10008	10008	10008	10008	10008	10008	10008	10008	10008
9	10009	10009	10009	10009	10009	10009	10009	10009	10009	10009	10009
10	10010	10010	10010	10010	10010	10010	10010	10010	10010	10010	10010
11	10011	10011	10011	10011	10011	10011	10011	10011	10011	10011	10011
12	10012	10012	10012	10012	10012	10012	10012	10012	10012	10012	10012
13	10013	10013	10013	10013	10013	10013	10013	10013	10013	10013	10013
14	10014	10014	10014	10014	10014	10014	10014	10014	10014	10014	10014
15	10015	10015	10015	10015	10015	10015	10015	10015	10015	10015	10015
16	10016	10016	10016	10016	10016	10016	10016	10016	10016	10016	10016
17	10017	10017	10017	10017	10017	10017	10017	10017	10017	10017	10017
18	10018	10018	10018	10018	10018	10018	10018	10018	10018	10018	10018
19	10019	10019	10019	10019	10019	10019	10019	10019	10019	10019	10019
20	10020	10020	10020	10020	10020	10020	10020	10020	10020	10020	10020

항로표지 현황 조사

• 통항신호등 등급

등급 (프로파일)	신호	등급	메시지(회피)
TQR	●●●	경멸(Q)	중대한 위험사태 또는 선박은 정박 또는 지시에 따라 통항 변경
TPR	●●●	정지금지	
TFG	●●●	부동항 또는 부기가 높은 정박장	일방통항으로 진입가능
TFG1	●●●		양방통항으로 진입가능
TFG2	●●●		지시를 받은 선박만 진입가능

항로표지 현황 조사

• 대상항만(14개소)

항만명	부안	진경	역수	마산	순안	동해	군산	목포	진도	포항	경북	대산
VTS 운영	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
항로표지 종류별 DB 구축	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

• 각 항만의 항로표지 종류별 DB 이력카드 양식 제시

• 항로표지 종류별 속성의 구축 시 필요한 사항 제시

항로표지	항로표지 속성 DB 대상		항로표지	항로표지
	항로표지 속성 1	항로표지 속성 2		
정비표지	우선표지	경로표지	정비표지	정비표지
	우선표지		정비표지	정비표지
	경로표지		정비표지	정비표지
	경로표지		정비표지	정비표지
정비표지	우선표지	정비표지	정비표지	정비표지
	우선표지		정비표지	정비표지
	경로표지		정비표지	정비표지
	경로표지		정비표지	정비표지
정비표지	우선표지	정비표지	정비표지	정비표지
	우선표지		정비표지	정비표지
	경로표지		정비표지	정비표지
	경로표지		정비표지	정비표지

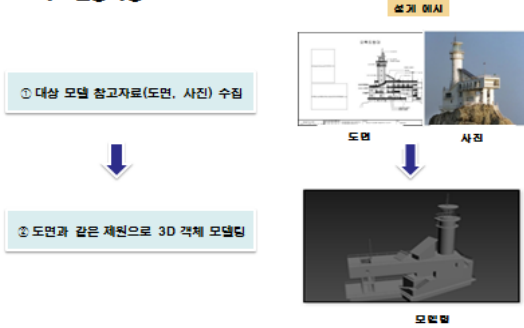
항로표지 3D 설계 및 모델링

- 항로표지의 사전 및 도면 등은 참고하여 동일한 축척(scale)을 갖는 항로표지 3D 객체를 모델링
- 항로표지 3D 객체 모델링 데이터는 각 표시시설물의 대분류 및 소분류 별로 구분하여 쉽게 특정 데이터로 3D 등을 이용하여 항후 변경이 용이하도록 작업
- 등명기 등질에 따른 속성동색, 정광원 크기, 수직범산각, 점멸시간, 광달거리 등에 의하여 애니메이션을 제작하고 LOD 및 등색에 따라 구현
- 항로표지 종류별, 속성별 세부사항을 검색하여 다양한 조합이 가능하도록 DB를 구성
- 항로표지 3D 모델 DB에 대한 항로표지 객체 조합 변경도를 작성

† 교신저자 : 김중욱(중신회원) jukkim@empas.com

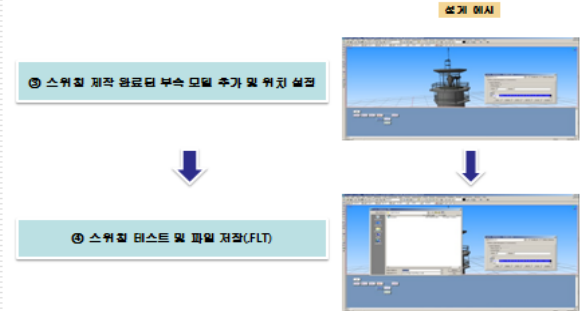
항로 표지 모델 3D 제작 과정

1. 항로 표지 모델링 과정



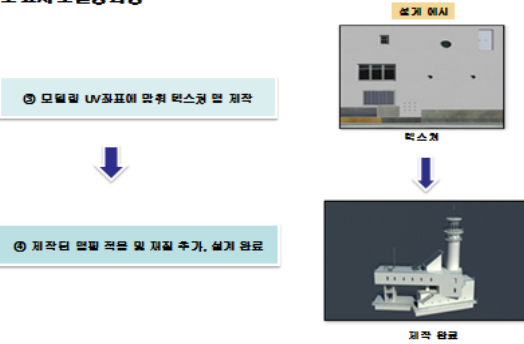
항로 표지 모델 속성 부여 과정

2. 모델 형상 제어 스위치 제작 및 위치 설정

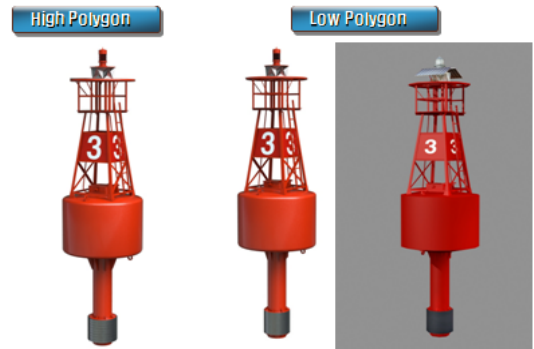


항로 표지 모델 3D 제작 과정

1. 항로 표지 모델링 과정

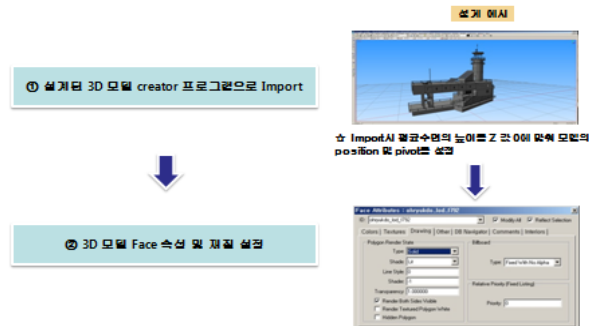


항로표지 3D 모델링 제작 과정



항로 표지 모델 속성 부여 과정

2. 모델 형상 제어 스위치 제작 및 위치 설정



항로표지 3D 형상 구현

항로 표지 속성 제어

- 실시간 조합방식, 사전 조합방식(스위치방식, 링크방식)으로 길로표지 3D 구현 방식 검토
- 등고(평균 해수면상에서 등화 중심부까지의 높이)와 높이(기초상에서부터 구조물의 최상부까지의 높이)의 개념이 달라, 등화나 방파제등에 설정 시 3D 속성 값에 따른 시뮬레이션 구현
- 길로표지 등명기, 표체, 두표, 등색 속성을 스위치 방식으로 변환하여 실시간 적용되는 모습 시연
- 스위치 방식 검토 : 길로표지 3D 모델 전체경우의 수를 모두 제작한 후 필요로 하는 속성을 스위치 방식으로 On/Off 하여 필요한 속성 선택
- 두표의 발삼 다리를 표시할 때 일차원이 아닌 U자 라운드형으로 보이도록 3D 모델 형상과 구축
- 제작한 길로표지모델의 3D 모델링 시, 모델의 형상의 시인성에 영향을 가져 않는 적절한 클러킹 수로 모델 제작
- 시뮬레이터 운영실에서의 터치스크린의 활용

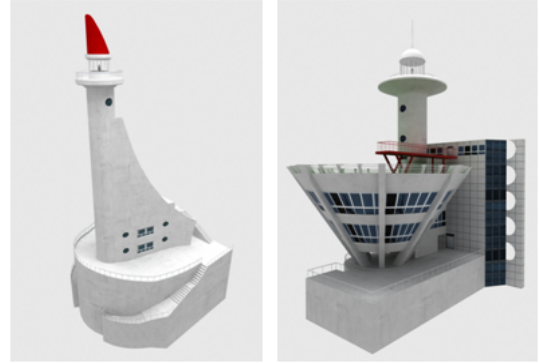


항로표지 3D 형상 구현

- 전자해도상 항로표지 실물표현 추가 삽입 요청 : 항표지 상태에 따라 전자해도 상 실물을 아래와 같이 표현
- 기본 : 표준 전자해도 실물용 그래픽 표시
- 가상 : 마중보형에 내부 V자 표기
- 등설 : 표준 전자해도 실물에 점을 강조는 형태
- 이설 : 표준 전자해도 실물에 정사각형을 강조는 형태
- 폐지 : 표준 전자해도 실물에 정삼각형을 강조는 형태
- 기타 : 표준 전자해도 실물에 육각형을 강조는 형태

항표지 상태	실물 표현	실물 형상
가상 항표지	마중보형	▽
등설 항표지	원형	○
이설 항표지	정사각형	□
폐지 항표지	정삼각형	△
기타(기능별정)	육각형	⬡

항로표지 3D 모델(유인등대)



항로표지 3D 형상 구현

폴리곤 개수 선정의 중요성

- ▶ 폴리곤(Polygon)은 항로표지 형상의 선명도 및 시인성에 중요한 역할을 함
- ◊ 폴리곤 : 3D 컴퓨터 그래픽에서 입체형상을 표현할 때 사용하는 가장 작은 단위
- ▶ 시뮬레이터 구현 시 폴리곤 수를 크게 할 경우

장점	단점
시뮬레이터 화면을 통해 선명하게 항로표지 식별	폴리곤 수 증가로 인한 시스템 과부하 우려

- ▶ 항로표지를 선명하게 관찰할 수 있고 식별에 문제가 없는 최소한의 폴리곤 수 사용
- ▶ 항로표지별 폴리곤 수 부여 시 고려사항

고려사항
운항 중 항표지를 식별하는 거리(전거리/단거리)
항표지별 형상 표현의 중요도
Maximum 폴리곤수

- ▶ 주요 항로표지 별로 폴리곤 수를 각각 다르게 샘플모델 제작

항로표지 3D 모델(등표)



항로표지 3D 형상 구현

항로표지 시뮬레이터 형상 구현을 위한 시인성 테스트

- ▶ 항표지별 폴리곤 수에 따른 형상 비교
- 항표지 6종(등부표, 부표, 유인등대, 무인등대, 등표)별로 폴리곤 수를 다르게 만들어 모델 제작
- 시뮬레이션실내 설치된 프로젝터 화면으로 항표지별 시인성 확인
- 항표지 종류별 폴리곤수에 따른 샘플형상을 비교하여 시인성이 양호한 최소 폴리곤 수(안) 제시

구분	부표		등부표		등표		유인등대		무인등대	
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차
A	308	302	468	896	966	966	2104	793	851	793
B	1014	308+	900	1512	1385	1494	2912	1951	1046	958+
C			1772	1900+	1494	2085+	4492	2120+	2775	
D			2481		2589					
E			2904		4518					
F			4247		10987					



항로표지 3D 모델(등부표)

