



[2008] [03-1]

# Planning Procedure of Naval Architecture & Ocean Engineering

September, 2008

Prof. Kyu-Yeul Lee

Department of Naval Architecture and Ocean Engineering,  
Seoul National University of College of Engineering

## Part 1. Stability & Trim

### [03-1] Term Project 1 : Programming for visualizing hull form in various position

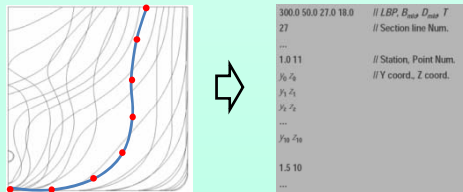
**1차 Term project**  
선박 형상 가시화 프로그램 작성

**Given:** 선박의 Body Plan, 선박의 자세

**Find:** 선박의 자세에 따른 선박 및 수선면 가시화

(1) 선박의 Body Plan으로부터 단면 곡선상의 점 추출

(2) 선형 단면 정의 파일 생성



(3) 추출한 점을 보간 하는 3차 B-spline곡선 생성

> B-spline Library제공

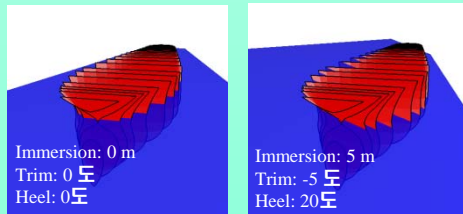
(4) 선박의 자세 변환 행렬 계산

Global Coordinate → Body Fixed Coordinate

Body Fixed Coordinate → Global Coordinate

(5) 선박의 자세에 따른 선박 및 수선면 가시화

> OpenGL 가시화 Library제공

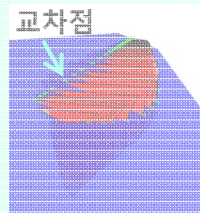


**2차 Term project**  
선박 유체 정역학적 힘 계산 프로그램 작성

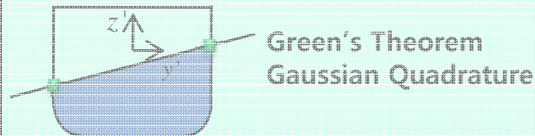
**Given:** 1차 Term project 까지의 결과

**Find:** 선박 유체 정역학적 힘 및 LCB, TCB, KB계산

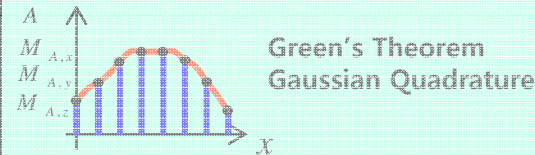
(1) 수선면과 선박의 단면곡선의 교차계산



(2) 수선면 아래의 선박 단면적 및 면적 1차 모멘트 계산



(3) 면적 및 면적 1차 모멘트를 길이 방향으로 적분하여 부피 및 부피 1차 모멘트 계산



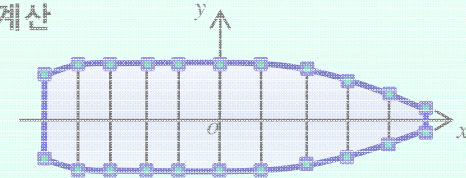
(4) 선박 유체 정역학적 힘 및 LCB, TCB, KB 계산

**3차 Term project.**  
배수량 등곡선도 계산 및 Hydrostatics Table 출력 프로그램 작성

**Given:** 2차 Term project 까지의 결과

**Find:** Hydrostatics Particulars 계산 및 배수량 등곡선도, Hydrostatics Table 작성

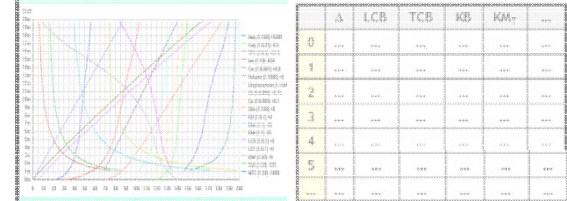
(1) 수선면적 및 면적 1차, 2차 모멘트 계산



(2) Hydrostatics particulars 계산

$A_{wp}$ ,  $C_{wp}$ , TPC,  $A_m$ ,  $C_m$ ,  
Displacement Volume,  
Displacement,  $C_b$ ,  $C_p$ , KB,  
 $BM_T$ ,  $KM_T$ , LCB, LCF,  $BM_L$ ,  
 $KM_L$ , MTC, WSA

(3) 흘수 변화에 따른 배수량 등곡선도 및 Hydrostatics Table 작성





<1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 작성 >

Step 1. 기준선의 선도(Lines)의 정면도(Body plan)으로부터 적절한 점을 추출

Step 2. 선형 단면 정의 파일 생성

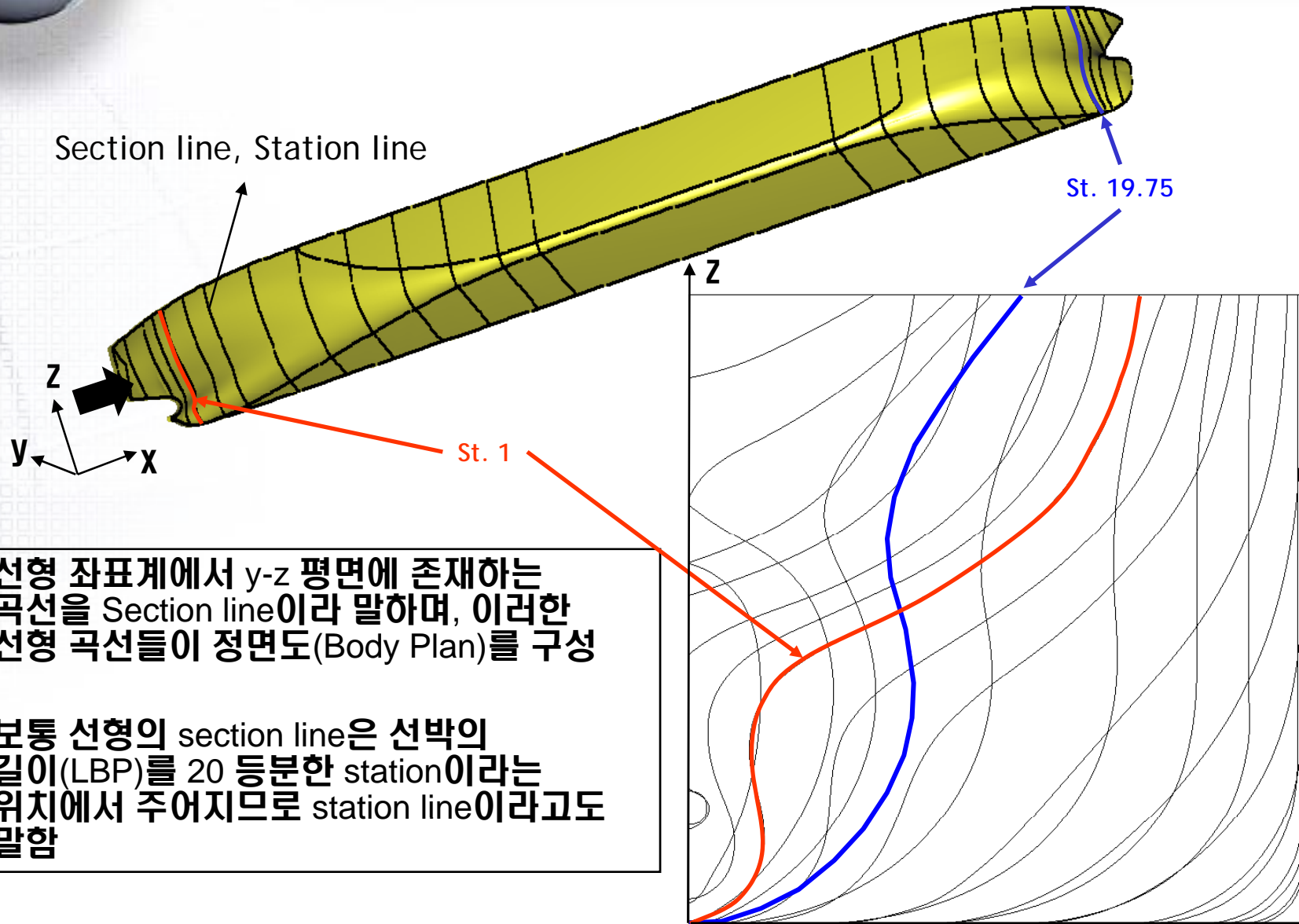
Step 3. 추출한 점을 보간 하는 3차 B-spline 곡선 생성

Step 4. 선박의 자세 변환 행렬 계산

Step 5. OpenGL 가시화 library를 이용한 선박의 형상 및, 수선면 가시화

# 1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 작성

## 선박의 정면도 (Body plan) - Given



- 선형 좌표계에서  $y-z$  평면에 존재하는 곡선을 Section line이라 말하며, 이러한 선형 곡선들이 정면도(Body Plan)를 구성
- 보통 선형의 section line은 선박의 길이(LBP)를 20 등분한 station이라는 위치에서 주어지므로 station line이라고도 말함



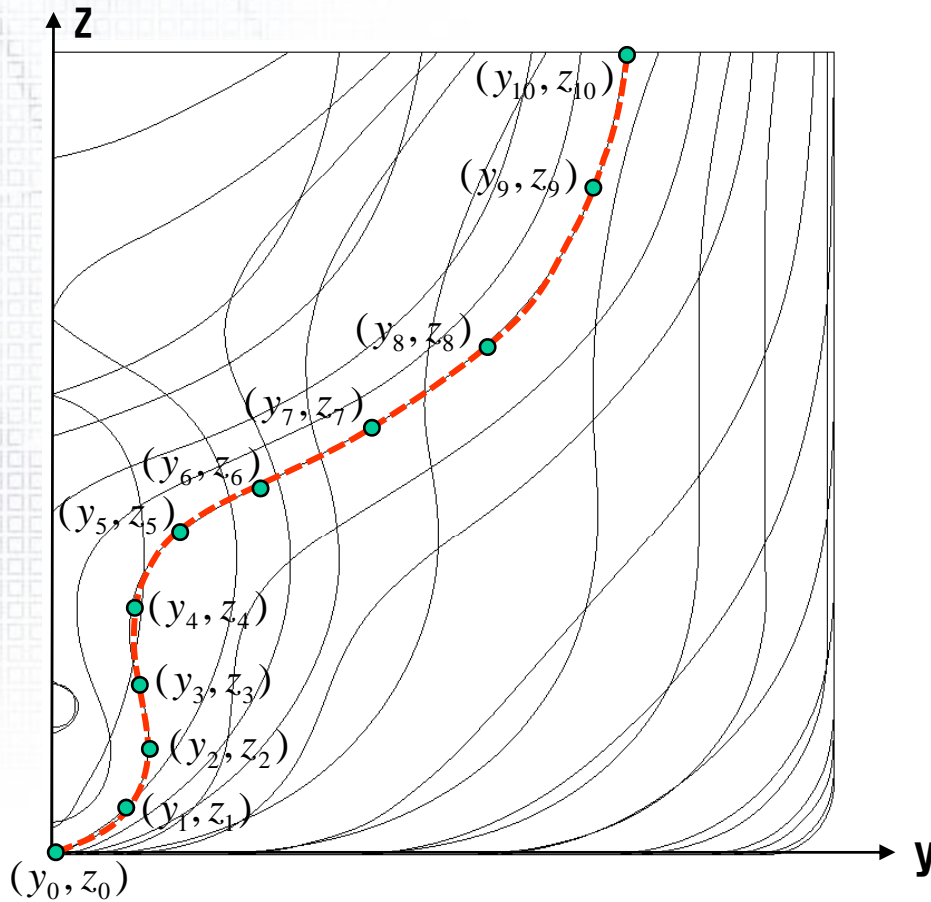
# 1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 작성

Step 1. 기준선의 선도(Lines)의 정면도(Body plan)으로부터 적절한 점을 추출

Step 2. 선형 단면 정의 파일 생성

Given: 선박의 Body plane

Find: 선형 단면 정의 파일



## 선형 단면 정의 파일의 예

```

300.0 50.0 27.0 18.0 // LBP, Bmld, Dmld, T
27 // Section line Num.
...
1.0 11 // Station, Point Num.
y0 z0 // Y coord., Z coord.
y1 z1
y2 z2
...
y10 z10
1.5 10
...
    
```

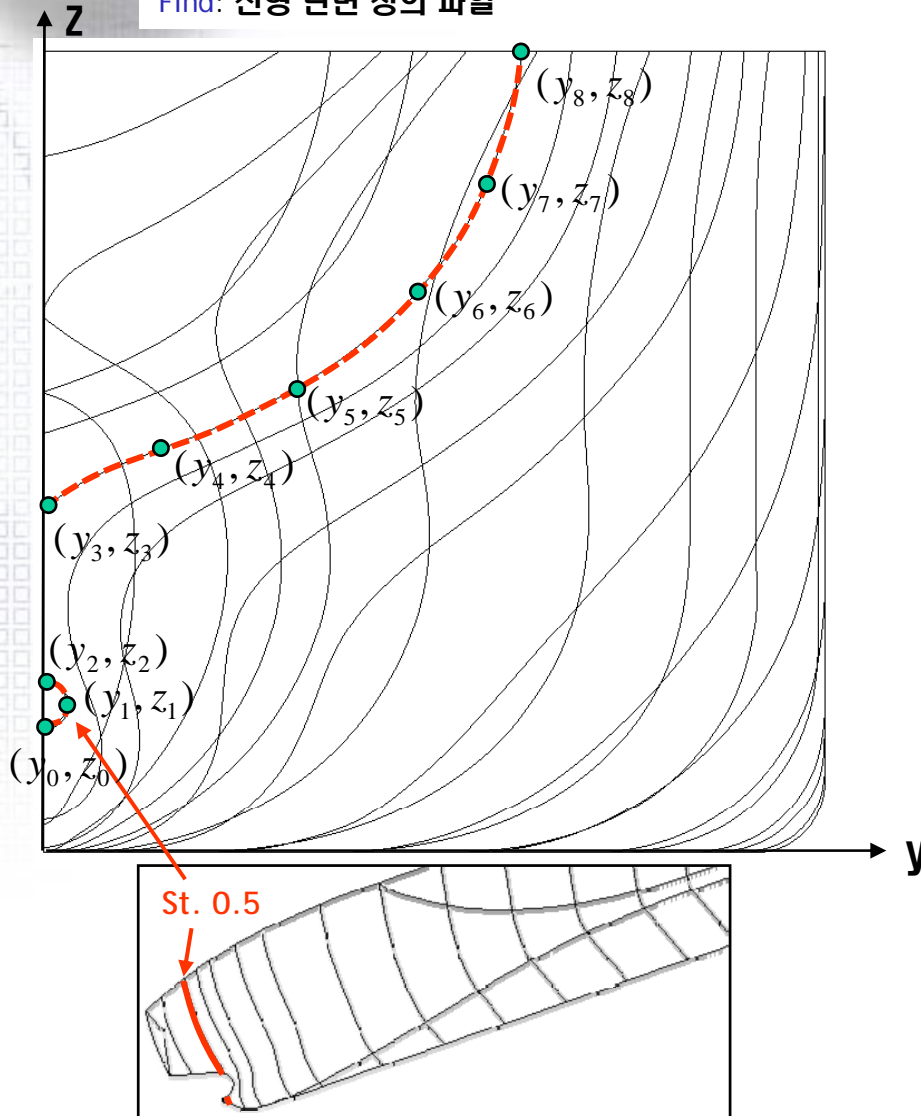
# 1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 작성

Step 1. 기준선의 선도(Lines)의 정면도(Body plan)으로부터 적절한 점을 추출

Step 2. 선형 단면 정의 파일 생성

Given: 선박의 Body plane

Find: 선형 단면 정의 파일



- ✓ 하나의 section line이 다수의 곡선으로 구성되는 경우  
 ➔ 곡선을 분리해서 정의해야 함.

### 선형 단면 정의 파일의 예

0.5 9 2 // Station, Point Num., Curve Num.

$y_0 z_0$  // Y coord., Z coord.

$y_1 z_1$

$y_2 z_2 -1000$  // Y coord., Z coord., Cut

$y_3 z_3$

...

$y_8 z_8$

1.0 11 1

...

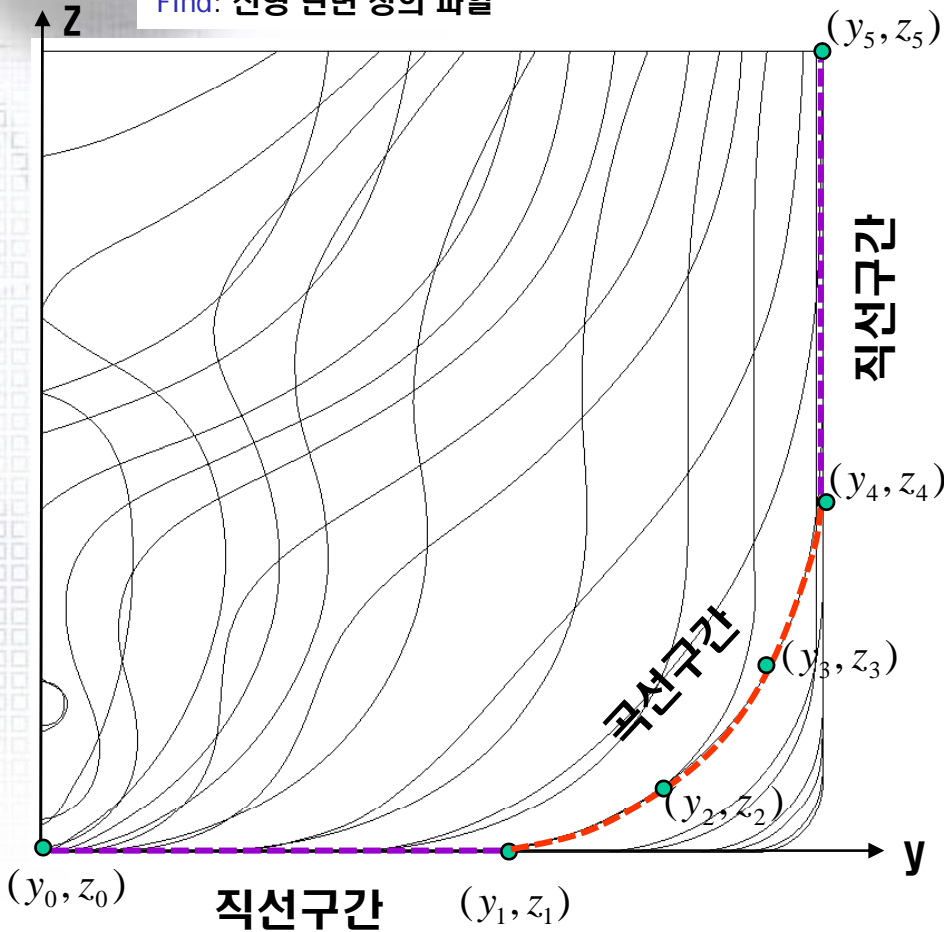
# 1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 작성

Step 1. 기준선의 선도(Lines)의 정면도(Body plan)으로부터 적절한 점을 추출

Step 2. 선형 단면 정의 파일 생성

Given: 선박의 Body plane

Find: 선형 단면 정의 파일



하나의 section line이 부드럽게 연결되지 않는 경우 (꺾인 점) (1차 이상의 미분계수가 다른 점)  
 → 곡선을 분리해서 정의해야 함.

### 선형 단면 정의 파일의 예

```

8 6 3 // Station, Point Num., Curve Num.
y0 z0 // Y coord., Z coord.
y1 z1 -2000 // Y coord., Z coord., Knuckle
y2 z2
y3 z3
y4 z4 -2000 // Y coord., Z coord., Knuckle
y5 z5

1.0 11 1
...
    
```





<1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 >

Step 1. 기준선의 선도(Lines)의 정면도(Body plan)으로부터 적절한 점을 추출

Step 2. 선형 단면 정의 파일 생성

Step 3. 추출한 점을 보간 하는 3차 B-spline 곡선 생성

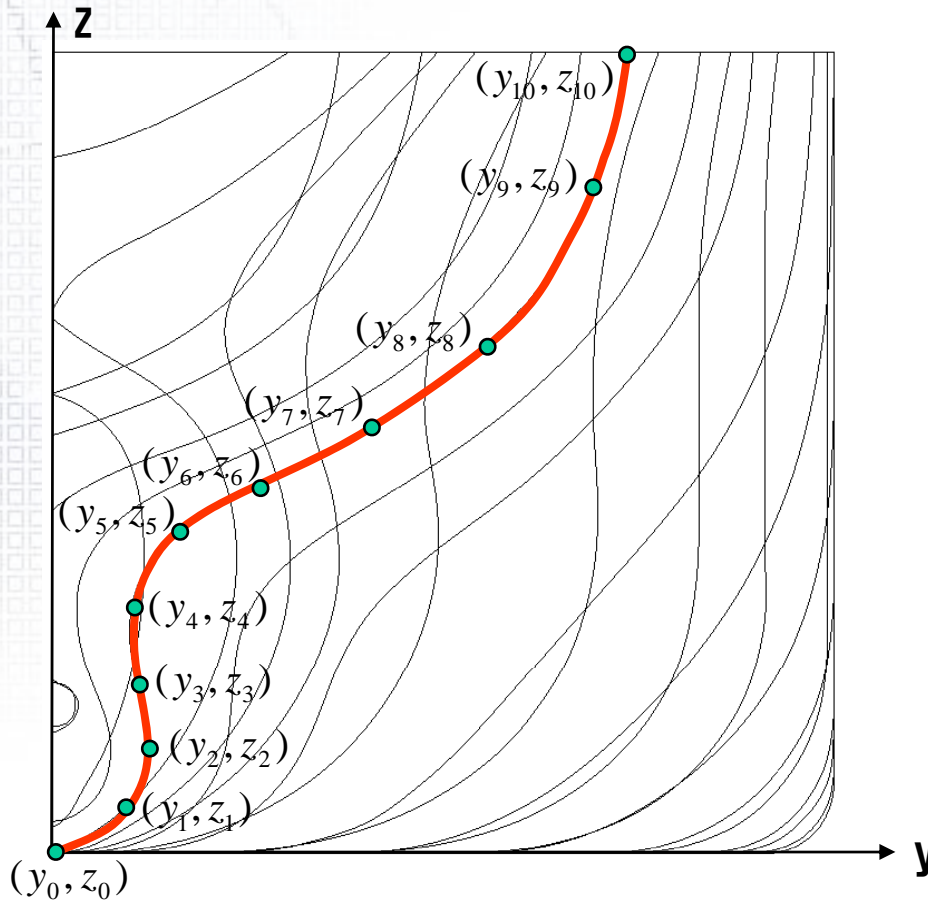
Step 4. 선박의 자세 변환 행렬 계산

Step 5. OpenGL 가시화 library를 이용한 선박의 형상 및, 수선면 가시화

# 1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 작성

## Step 3. 추출한 점을 보간 하는 3차 B-spline 곡선 생성

Given: 선형 단면 정의 파일로부터 얻은 선형 단면 곡선상의 점 정보  
 Find: 선형 단면 곡선상의 점을 지나는 Cubic B-Spline 곡선



주어진 점을 지나는 Cubic B-spline 곡선 생성  
 ➔ B-spline Library 제공 (Bspline.lib)

➔ 3학년 2학기 전산선박설계 “곡선/곡면”

$$\mathbf{r}(u) = \mathbf{d}_0 N_0^3(u) + \mathbf{d}_1 N_1^3(u) + \mathbf{d}_2 N_2^3(u) + \dots + \mathbf{d}_{D-1} N_{D-1}^3(u)$$

$\mathbf{d}_i$  : de Boor points (control points),  $i = 0, 1, \dots, D-1$

$N_i^n(u)$  : B-splines basis function of degree  $n (= 3)$

$u_j$  : knots,  $j = 0, 1, \dots, K-1$ , where  $K = D + n + 1$

$$N_i^n(u) = \frac{u - u_{i-1}}{u_{i+n-1} - u_{i-1}} N_i^{n-1}(u) + \frac{u_{i+n} - u}{u_{i+n} - u_i} N_{i+1}^{n-1}(u)$$

$$N_i^0(u) = \begin{cases} 1 & \text{if } u_{i-1} \leq u < u_i \\ 0 & \text{else} \end{cases}, \sum_{i=0}^{D-1} N_i^n(u) = 1$$



<1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 >

Step 1. 기준선의 선도(Lines)의 정면도(Body plan)으로부터 적절한 점을 추출

Step 2. 선형 단면 정의 파일 생성

Step 3. 추출한 점을 보간 하는 3차 B-spline 곡선 생성

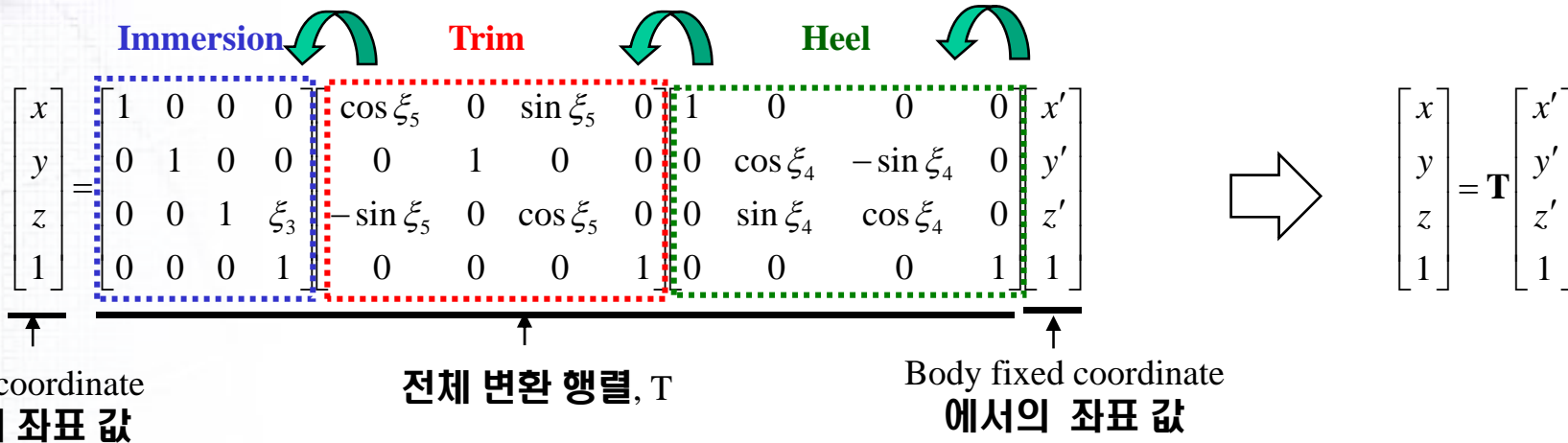
Step 4. 선박의 자세 변환 행렬 계산

Step 5. OpenGL 가시화 library를 이용한 선박의 형상 및, 수선면 가시화

# 1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 작성

## Step 4. 선박의 자세 변환 행렬 계산

✓ Body Fixed Coordinate → Global Coordinate



✓ Global Coordinate → Body Fixed Coordinate

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{T}^{-1} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$



<1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 >

Step 1. 기준선의 선도(Lines)의 정면도(Body plan)으로부터 적절한 점을 추출

Step 2. 선형 단면 정의 파일 생성

Step 3. 추출한 점을 보간 하는 3차 B-spline 곡선 생성

Step 4. 선박의 자세 변환 행렬 계산

Step 5. OpenGL 가시화 library를 이용한 선박의 형상 및, 수선면 가시화



# 1차 Term project. 선박 형상 가시화 프로그램 작성

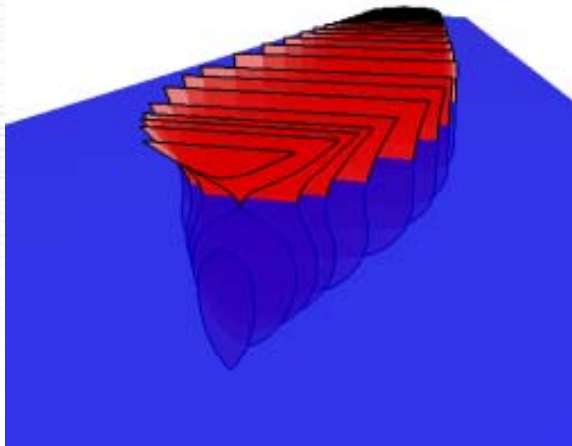
## Step 5. OpenGL 가시화 library를 이용한 선박의 형상 및, 수선면 가시화

Given: 선박의 B-Spline 단면곡선, 수선면의 Origin&Normal

Find: 선박의 형상 및 기울어진 수선면 가시화

➤ OpenGL 가시화 Library 제공

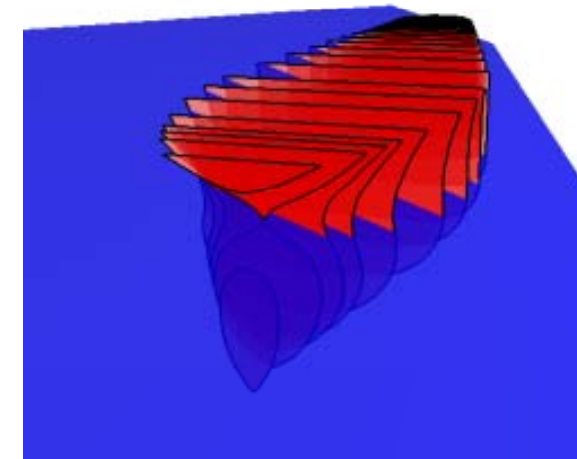
Immersion: 0 m  
Trim: 0 도  
Heel: 0도



자세 입력

Attitude	
Immersion	5
Trim	-5
Heel	20
확인 취소	

Immersion: 5 m  
Trim: -5 도  
Heel: 20도



✓ Body-fixed Coordinate상에서 수선면을 기울여 표시함