
 論 文

大韓造船學會論文集
 제 30 卷 第 1 號 1993 年 2 月
 Transactions of the Society of
 Naval Architects of Korea
 Vol. 30, No.1, February 1993

비정규 선형정의를 위한 원형요소 인스턴싱의 이용

김원돈*, 남종호*, 김광욱*

Primitive Instancing for the Definition of Non-conventional Hull

by

Won-Don Kim*, Jong-Ho Nam* and Kwang-Wook Kim*

요 약

선박설계에 컴퓨터를 이용하는 기술이 보편화 되면서 선형에 대한 많은 기하학적 모델링 기법이 개발되어 왔다. 그러나 종래의 방법은 일반 선형에 대하여 자유곡면을 부분별 곡선 또는 곡면으로 표현하는 방법이다.

본 논문에서는 기하학적 원형요소들의 인스턴싱과 집합을 이용하여 비 정규 선형에 대한 간편하고 정확한 기하학적 모델링 기법을 개발하였다. 또한 정의된 선형에 대한 기하학적 특성치와 유체정역학, 복원력 등 기본계산을 수행하는 프로그램을 작성하였다.

Abstract

Various geometric modeling techniques for a hull have been developed with wide application of computer to the ship design. Up to now, they are used for the representation of the sculptured surface with the piecewise polynominal curves or surfaces for a conventional hull.

In this paper, a convenient and accurate modeling technique that is instancing and blending of the geometry primitives is introduced for a non-conventional hull such as SWATH, trimaran, caisson etc. Geometric characteristics, hydrostatic particulars and stability of the defined hull are calculated.

발표 : 1991년도 대한조선학회 춘계연구발표회('91. 4. 13)

접수일자 : 1991년 4월 29일, 재접수일자 : 1992년 6월 20일

* 정회원, 해사기술연구소

1. 서 론

CAD/CAM분야에서 적용대상의 3차원 형상을 전산화를 통하여 자유자재로 처리할 수 있도록 하기 위하여 형상 모델이 기본적인 요소로서 인식되고 있다. 기하학적 정보로 형상을 모델링하는 방법에는 곡선 요소(segment)나 면조각(patch)에 기초한 근사적인 방법과 표준적인 3차원 기하요소와 면 방정식에 기초한 해석적인 방법이 있다. 이 2가지 방법은 설계하려는 대상에 따라 적용할 수 있는 분야가 다르다. 근사적인 방법은 주로 곡면을 보간법에 의해 부드럽게 연결하는 방식으로 선박, 자동차, 항공기 등 자유곡면으로 구성된 구조물 설계분야에 주로 사용되며 해석적 방법은 평면 2차곡면(원통, 원추, 구, 트로이드 등) 요소들의 매개변수에 의한 기하학적 기술 및 요소들의 조합에 의하여 대상을 정의하는 방법으로 솔리드 모델링에 주로 사용되는 방법이다.

현재까지 선형에 대한 여러 모델링 시스템이 개발되었으나 이들 모델링 시스템들은 일반선형에 대하여 선체외판의 자유곡면을 곡선 또는 곡면의 보간법에 의해 근사적으로 표현하는 방법이다. 석유 시추선으로 널리 쓰이는 반잠수식 시추선은 주요선체가 2개, 3개 등 복잡한 형상으로 구성되어 있으며, 운송수단으로의 쌍동선도 SWATH나 Trimaran 등 복합적인 기하 선형으로 발전되고 있다. 이러한 복합기하 선형을 범용의 일반선형 정의 프로그램으로 정의할 경우 많은 입력자료를 필요로 할 뿐 아니라 완벽한 정의가 불가능하다.

본 연구에서는 솔리드 모델링의 한 방법인 원형요소 인스턴싱(primitive instancing)과 곡면접합(surface blending)을 이용하여 복합기하선형에 대한 간편하고 정확한 기하학적 모델링을 시도하였다. 또한 정의된 선형에 대한 기하학적 특성치와 유체정역학적 설계계산을 수행할 수 있는 프로그램을 개발하였다.

2. 곡면요소

솔리드 모델링(solid modeling)이란 설계 또는 생산을 위한 대상 입체물을 컴퓨터 내부의 자료구조(data structure)로 묘사하는 것을 말한다. 이를 위하여 실제 입체형상 정보를 컴퓨터 내부의 수치나 기호로 맵핑(mapping)시켜야 하며 이러한 작업을 묘사구도(representation scheme)라 한다. 일반적인

로 솔리드 모델링 시스템에서는 몇개의 묘사구도를 혼합해서 사용하며 일반적으로 많이 사용되는 묘사구도에는 cell decomposition, sweep representation, primitive instancing, boundary representation, constructive solid geometry 등이 있다.

본 논문에서는 정의된 원형요소(generic primitive)들에 대한 형상의 매개변수와 위치벡터를 지정해 줌으로서 맵핑을 행하는 원형요소 인스턴싱을 이용하였다. 이 방법은 표현이 간결하고 사용하기가 간편한 반면 정의된 원형요소의 종류에 따라 모델대상과 응용분야가 한정되는 단점이 있다. 따라서 복잡한 형상의 비정규 선형모델링에 원형요소 인스턴싱 기법이 유용하게 활용되기 위하여는 원형요소로써 2차곡면요소 뿐 아니라 superellipsoid곡면 요소의 처리 기술이 필요하다.

2.1 2차곡면

구[면, 체](sphere), 원뿔[추](cone), 주면체(cylinder), 타원체[의면](ellipsoid), 회전포물면(paraboloid of revolution), 회전 쌍곡면(hyperboloid of revolution)들은 2차곡면(natural quadrics)이다. 이러한 2차곡면 특히 구, 원뿔, 원통은 기계류 모델링에 주로 사용되는 CSG(Constructive Solid Geometry)의 원형요소로 중요한 역할을 하여왔다. 또한 2차곡면은 곡면으로 구성된 구조물 정의에도 효과적으로 활용할 수 있다[1].

대수학적으로는 일반적인 2차곡면은 다음과 같이 주어진다.

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dxy + Eyz + Fxz + Gx + Hy + Jz + K = 0 \quad (1)$$

여기에서 A, B, C, D, E, F, G, H, J, K는 상수이며 식(1)은 일반적인 원뿔곡선식을 3차원으로 확장시킨 형태이다.

2차곡면은 다음과 같은 매트릭스 형태로 나타낼 수 있다.

$$[X] [S] [X]^t = 0 \quad (2)$$

여기에서 $[X] = [x \ y \ z \ 1]$

$$[S] = (1/2) \begin{bmatrix} 2A & D & F & G \\ D & 2B & E & H \\ F & E & 2C & J \\ G & H & J & 2K \end{bmatrix}$$

Implicit곡면식 $g(x, y, z)=0$ 은 형상정의에 주로 사용되며 차수가 2일때 2차곡면(quadric surface 혹은 conicoid), 3일때 3차곡면(cubicoid)이 된다.

$$g(x, y, z) = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 \sum_{k=0}^2 C_{ijk} x^i y^j z^k = 0 \quad (3)$$

Implicit Form

1. $(x/a)^2 + (y/b)^2 + (z/c)^2 = 1$
2. $(x/a)^2 + (y/b)^2 - (z/c)^2 = 1$
3. $(x/a)^2 - (y/b)^2 - (z/c)^2 = 1$
4. $(x/a)^2 + (y/b)^2 - z = 0$
5. $(x/a)^2 - (y/b)^2 - z = 0$
6. $(x/a)^2 + (y/b)^2 - (z/c)^2 = 0$

여기에서

1. ellipsoid
2. hyperboloid of one piece
3. hyperboloid of two piece
4. elliptic paraboloid
5. hyperbolic paraboloid
6. quadric cone

식(4)를 매개변수식으로 표현하면

$$r(u, v) = (x(u, v), y(u, v), z(u, v))$$

1. $r(\alpha, \beta) = (a \cos \alpha \cos \beta, b \cos \alpha \sin \beta, c \sin \alpha)$
2. $r(\alpha, \beta) = (a \cos \beta / \cos \alpha, b \sin \beta / \cos \alpha, c \tan \alpha)$
3. $r(\alpha, \beta) = (a / \cos \alpha, b \tan \alpha \cos \beta, c \tan \alpha \sin \beta)$
4. $r(u, v) = (au, bv, u^2 + v^2)$
5. $r(u, v) = (au, bv, u^2 - v^2)$
6. $r(u, \beta) = (au, \cos \beta, bu \sin \beta, cu)$

$-\pi/2 \leq \alpha \leq \pi/2 ; 0 \leq \beta \leq 2\pi ; u, v : \text{real}$

식(5)를 rational 매개변수 형태로 표현하면 식(6)과 같이 된다.

1. $R(u, v) = ((1-u^2)(1-v^2), 2u(1-v^2), 2v(1+u^2), (1+u^2), (1+v^2))$
2. $R(u, v) = ((1-u^2)(4+v^2), 2u(4+v^2), 4v(1+u^2), (1+u^2), (4-v^2))$
3. $R(u, v) = ((4-u^2)(4+v^2), 4u(4+v^2), 4v(1-u^2), (4-u^2), (4-v^2))$
4. $R(u, v) = (u, v, u^2 + v^2, 1)$
5. $R(u, v) = (u, v, u^2 - v^2, 1)$
6. $R(u, v) = (v(1-u^2), 2uv, v(1+u^2), (1+u^2))$

식(6)은 (5)식의 Scaling constants a, b, c를 1로 두어 Homogeneous좌표계로 나타내었다.

2.2 Superquadrics

superquadrics는 2차곡면보다 다양한 곡면형상을 산출할 수 있다[2].

Superellipses의 식(7)에서 지수값이 2일때 타원(ellipses)이 되며 지수값이 커질수록 사각형(squares) 형상이 되어 1에 가까우면 장사방형(rhomboids), 1보다 작은 값일때 4점의 별모양이 된다.

$$(x/a)^n + (y/b)^n = 1 \quad (7)$$

Superellipsoids를 3개의 계수(coefficients)와 2개의 지수(exponents)로 표현하여 implicit형으로 나타내면[3]

$$((x/a)^{2/\epsilon_2} + (y/b)^{2/\epsilon_2})^{\epsilon_2/\epsilon_1} + (z/c)^{2/\epsilon_1} = 1 \quad (8)$$

a, b, c는 x, y, z좌표축에 따른 형상의 최대범위, 지수 ϵ_1, ϵ_2 는 곡면의 곡률을 나타내는 값이다. 매개변수 u는 xz면에서 z축으로부터의 위선(latitude)이며 v는 xy면에서 횡축 방향의 경선(longitude)이다. 원형요소들을 비대칭형까지 산출하기 위하여 지수를 ϵ_1, ϵ_2 에서 $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 로 확장하면 식(8)은 식(9)와 같다.

$$((x/a)^{2/\delta_3} + (y/b)^{2/\delta_2})^{\delta_3/\delta_1} + (z/c)^{2/\delta_1} = 1 \quad (9)$$

매개변수형으로 나타내면

$$r(\alpha, \beta) = \begin{bmatrix} a \cos^{\delta_1} \alpha \cos^{\delta_3} \beta \\ b \cos^{\delta_1 \delta_2 / \delta_3} \alpha \sin \beta \\ c \sin^{\delta_1} \alpha \end{bmatrix} \quad (10)$$

각 매개변수와 지수의 값에 따른 Superellipsoids의 형상변화는 δ_1 이 1일 경우 Fig.1과 같다. 여기에서 계수 a, b, c는 상수로 각각 1, 0.75, 1.25로 두었으며, Fig.1 왼쪽하단을 시작으로 하여 가로축으로 $\delta_2 = 0.02, 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 5$ 세로축으로 $\delta_3 = 0.02, 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 5$ 이다.

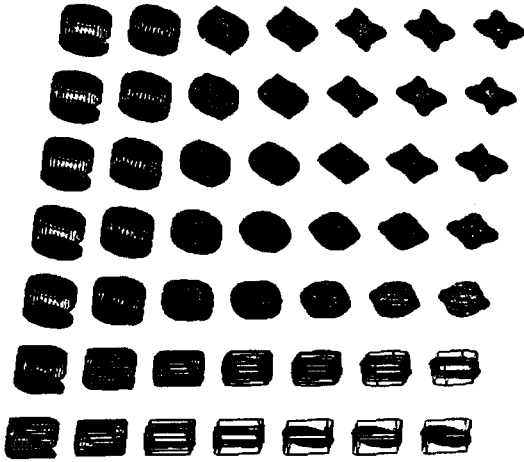


Fig. 1 Variation of superellipsoidal shapes($\delta_1=1.0$)

3. 형상 모델링

컴퓨터의 계산능력이 증대되고 하드웨어 장비 및 메모리의 가격이 낮아지면서 컴퓨터 그래픽스를 이용한 형상모델링 연구에 더욱 더 관심이 높아지게 되었다. 형상모델링 분야는 과학이나 공학, 또는 산업계의 응용분야에서 3차원 대상물을 다루기 위해 그 3차원 입체의 기하학적 정보를 컴퓨터 내부에 구축하는 것이다. 컴퓨터 그래픽스란 다루려고 하는 대상에 대한 모델이나 그 대상의 그림을 만들어내고 처리하는 작업을 의미한다. 즉, 형상 모델링 분야는 3차원 물체에 대해 여러가지 수치적 연산이나 기호적 연산 등을 수행하여 원하는 물체나 수치등을 얻어내기 위해 3차원 물체에서부터 수치적 자료를 얻어내어 그래픽스 작업을 행할 뿐 아니라, 기하학적 연산을 수행하는 부분에 이 수치적 자료를 제공하는 역할을 수행한다. 형상모델링은 입체요소입력, 요소간의 집합연산에 의한 형상조작, 형상구성을 위한 내부자료 표현과 처리, 형상자료의 이용으로 나누어 생각해 볼 수 있다[4] [5].

3.1 원형요소 인스턴싱

대상모델을 구축하는 수단으로 프리미티브 인스턴싱(primitive instancing)은 원형들의 기하학적 속성을 정의하고 그 원형들의 관계를 기술하는 방법이다. 기하원형은 시스템이 가지는 기본 기하형상으로서 기하학적 정보의 근원이 되는 것이다. 이 원형들의 종류에 따라 입체모델의 표현가능한 범위가 결정된

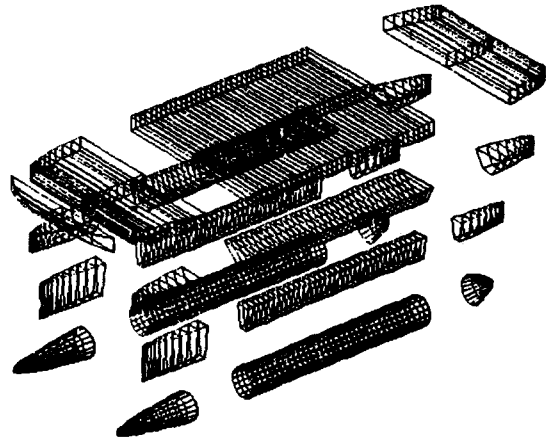


Fig. 2 Geometric primitives definition for SWATH

다. 기하형상의 정의는 원형명과 형상을 결정하는 파라메타의 조로 주어진다. 3차원 모델링 시스템의 경우 형상입력 방법은 매우 중요하다.

대상물을 정의하기 위한 입력은 원형속성, 위치관계 등을 사용하여 모델을 구축하기 편하게 할 수 있어야 한다. 비정규 선형정의를 위하여 본 연구에서는 기하원형으로 2장에서 기술된 2차곡면이 주로 사용되었다. Fig.2는 SWATH선을 구성하는 원형요소들을 나타내었다.

3.2 비정규 선형의 표현

SWATH선은 기하학적으로 크게 3부분(upper hull, strut, lower hull)으로 나누어져 있다. Fig.3은 SWATH, Fig.4는 Trimaran의 선형을 기하원형의 프리미티브 윈스턴싱을 이용하여 3차원 모델링한 도면이다. Fig.5는 한쌍의 사각형 잠수선체와 원통형

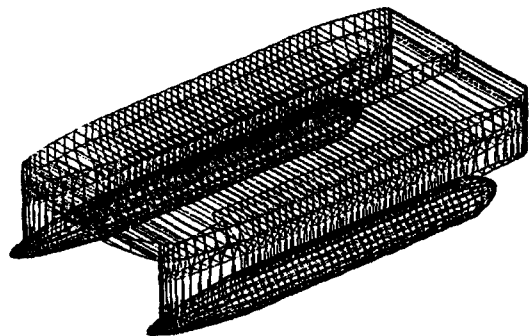


Fig. 3 SWATH model Composed of primitives

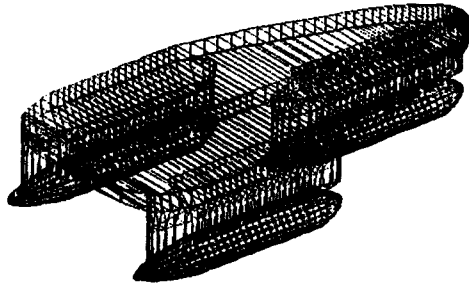


Fig. 4 Trimaran model composed of primitives

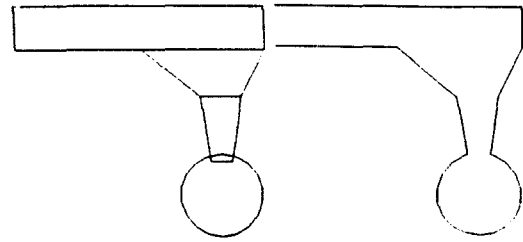


Fig. 7 Frame section evaluation

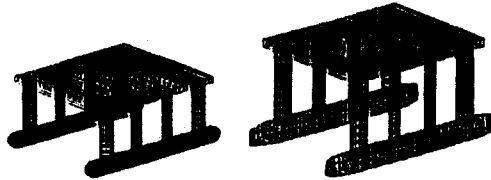


Fig. 5 Semi-submersible platform models

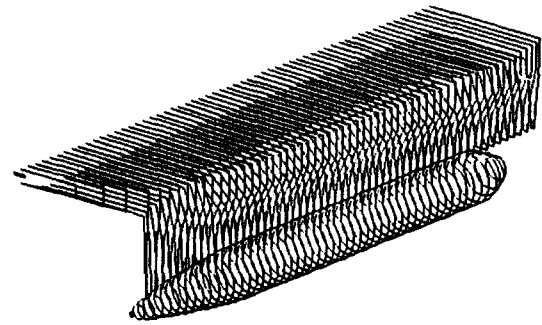


Fig. 8 SWATH frame drawing

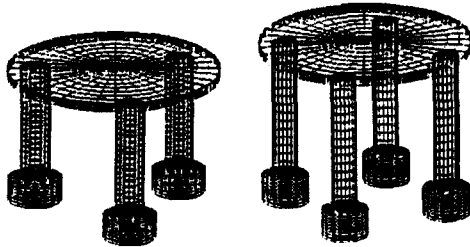


Fig. 6 Caisson models

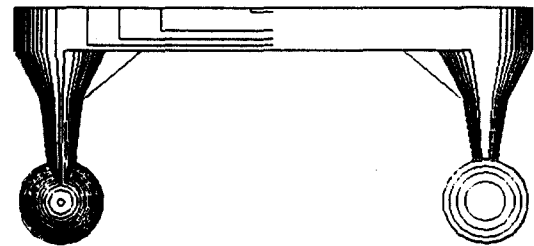


Fig. 9 SWATH body plan

잠수선체에 각각 4개의 원통형 기둥을 가진 반잠수식 구조물(semi-submersible platform)을 단순화시킨 모델이다. Fig.6은 각각 3개, 4개의 원통형 다리를 가진 캐송(caisson)모델이다.

3.3 곡면접합

솔리드 모델링에 있어서 모델을 효율적으로 쉽게 설계해 나가기 위하여 CSG(Constructive Solid Geometry) 방식을 사용하나 컴퓨터그래픽스와 응용 프로그램에서의 필요한 연산, 해석을 위하여 데이터베이스 내에 모델의 기하학적 정보는 B-Rep(Boundary Representation)의 자료구조도 필요로 한다. 이를 위하여 Boundary evaluation의 프로세스를 거치게 된다.

본 연구에서는 기하원형들의 집합으로 구조물을 표현한 뒤 선형을 데이터베이스에 저장시키기 위하여 각 Section(frame)별 곡선을 산출하였다. Fig.7은 원형요소들의 조합으로 정의된 SWATH 모델로

부터의 임의의 횡단면 형상 즉 모델과 YZ-면과의 교차곡선과 프레임선도 생성을 위하여 각 원형요소들의 단면형상을 합성(blending)시킨 도면이다. Fig.8은 프레임의 3차원 형상이며 Fig.9은 SWATH선의 정면 선도이다.

4. 기본설계 계산

4.1 원형요소들의 기하학적 특성치 산출

3.2절에서 정의된 원형요소들의 기하학적 특성치 산출을 위하여 각 2차곡면들의 형상에 대하여 선적분(line integral)을 수행하였다.

$$\oint_L [1, x, y, x^2, xy, y^2](xdy-ydx) \quad (11)$$

구적(Gaussian quadrature)방식은 곡선으로된 면의 정확한 적분계산이 가능하다. 여기에서는 2차곡면 요소에 대한 수치적분을 수행하였다[6].

$$V = \iiint dv = \frac{1}{3} \iint R^t \hat{n} ds$$

$$VR = \iiint R dv = \frac{1}{4} \iint RR^t \hat{n} ds$$

$$VRR = \iiint RR^t dv = \frac{1}{5} \iint RR^t \hat{n} ds$$

$R = [X \ Y \ Z]^t$: Cartesian coordinates
 $\hat{n} = [n1 \ n2 \ n3]^t$ unit surface normal
 $[x, y, z]^t = [U_0 \ V_0 \ 0]^t + As + [u - U_0 \ V - V_0 \ 0]^t$
 $f(s)$
 $0 \leq s \leq 1$
 $[U_0, V_0, 0]^t$: axis 상의 좌표(원형요소는 시작면에서)
 $A = [a1 \ a2 \ a3]^t$ 원형요소의 정의방향
 $f(s)$: Controls the tapering

4.2 유체정역학 및 복원력 계산

일반적으로 선박설계/생산을 위한 계산은 YZ면의 도형 즉 프레임의 기초로 하여 진행된다. 따라서 비정규 선형일지라도 조선 설계자에 익숙한 프레임 선도 도면과 읍셋표의 산출이 필요하다. 유체정역학적 특성이나 복원력 계산을 위하여 홀수, 트림, 경사각에 따른 각 단면별 면적 및 면적 모멘트를 계산하여야 한다. 임의의 폐곡선 면적을 구하기 위하여 Line integral를 이용하였다. 선박의 정역학적인 계산을 위하여 기본항목들을 홀수와 트림에 대하여 계산하여 데이터베이스에 저장하였다. 기본항목은 다음과 같다.

용적(V)

중 방향의 배수량 모멘트(D. M. L, 중앙횡단면 기준)

횡 방향의 배수량 모멘트(D. M. T, Center Line 기준)

수직 방향의 배수량 모멘트(D. M. V, Base line 기준)

수선면적(W.P.A)

수선면적 모멘트(W. A. M)

중 방향2차모멘트(I. M. L)

상기한 기본항목들을 이용하여 사용자가 원하는 홀수, 트림에 대하여 유체정역학적 특성치들을 산출하였다. Table 1은 유체정역학적 특성치들이며

Table 1 Hydrostatic particulars

SHIP NAME : SWATH SHIP
 TRIM : EVEN KEEL

DRAFT	DISPL	T.P.C	T.P.C	L.C.B	L.C.F	K.B	K.M.T	K.M.L
B.O.K	TON	TON/CM	TON*M	M	M	M	M	M
0.30	41.87	1.35	2.39	0.099	-0.045	0.383	478.89	343.02
0.60	96.22	2.34	4.28	-0.229	-0.721	0.519	359.47	267.45
0.90	174.55	2.89	5.57	-0.685	-1.788	0.647	247.94	192.11
1.20	269.67	3.31	6.71	-1.291	-2.724	0.844	184.81	150.17
1.50	371.94	3.67	7.72	-1.725	-3.456	0.999	149.03	125.58
1.80	485.92	3.90	8.45	-2.212	-3.947	1.164	121.62	105.53
2.10	604.04	4.04	8.94	-2.566	-4.241	1.328	101.96	90.16
2.40	726.09	4.12	9.21	-2.855	-4.414	1.475	86.93	77.59
2.70	848.51	4.11	9.15	-3.069	-4.345	1.642	74.51	66.32
3.00	969.43	4.03	8.87	-3.217	-4.173	1.788	64.26	56.68
3.30	1086.89	3.82	8.19	-3.298	-3.821	1.933	54.75	47.12
3.60	1196.18	3.56	7.47	-3.311	-3.285	2.074	46.84	39.56
3.90	1300.25	3.26	6.73	-3.297	-2.624	2.201	39.93	33.26
4.20	1388.29	2.84	5.98	-3.226	-2.034	2.321	32.89	28.17
4.50	1643.87	2.28	5.01	-3.168	-1.861	2.423	25.79	22.95
4.80	1527.15	1.60	3.89	-3.108	-2.482	2.512	18.62	17.80
5.10	1572.97	1.57	4.88	-3.050	-0.852	2.585	17.52	21.20
5.40	1619.00	1.63	5.84	-2.968	0.520	2.662	17.38	24.31
5.70	1668.48	1.72	6.14	-2.864	0.648	2.751	17.99	24.83
6.00	1720.99	1.81	6.44	-2.754	0.763	2.853	18.39	25.30
6.30	1775.13	1.89	6.73	-2.645	0.868	2.960	18.76	25.72
6.60	1833.11	1.96	7.03	-2.532	0.963	3.066	19.09	26.09
6.90	1893.12	2.07	7.32	-2.419	1.051	3.220	19.40	26.43
7.20	1955.32	2.16	7.62	-2.308	1.131	3.362	19.68	26.74
7.50	2021.19	2.24	7.91	-2.19	1.205	3.523	19.93	27.01
7.80	2088.72	2.33	8.21	-2.081	1.273	3.688	20.17	27.26
8.10	2159.39	2.42	8.50	-1.971	1.337	3.867	20.41	27.48
8.40	2233.96	2.59	9.04	-1.859	1.366	4.047	21.16	28.34
8.70	2311.32	2.83	9.75	-1.748	1.439	4.223	22.17	29.53
9.00	2405.71	3.27	11.04	-1.625	1.467	4.413	24.17	31.95
9.30	2509.30	3.72	12.33	-1.494	1.488	4.619	25.92	34.11
9.60	2625.08	4.16	13.62	-1.365	1.505	4.846	27.43	35.99
9.90	2758.44	4.60	14.92	-1.224	1.518	5.115	28.65	37.56
10.20	2900.15	5.05	16.21	-1.088	1.529	5.391	29.69	38.92
10.50	3058.75	5.49	17.50	-0.953	1.539	5.701	30.49	40.02
10.80	3230.83	5.93	18.79	-0.820	1.547	6.033	31.16	40.92
11.10	3411.83	6.38	20.08	-0.688	1.554	6.382	31.74	41.67
11.40	3678.48	12.81	51.34	-0.577	1.016	6.804	34.84	90.55
11.70	4032.29	16.91	71.89	-0.425	0.757	7.272	35.80	114.25
12.00	4527.09	17.09	74.35	-0.329	0.453	7.773	34.14	106.31

Table 2는 배의 복원력 판정을 위한 KN값(corss table)

Table 2 Cross table

SHIP NAME : SWATH SHIP
TRIM : EVEN KEEL

*** KN IN METERS ***

DISP:	ANGLE IN DEGREE							
TON:	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	45.0
3400	2.731	5.041	6.868	8.418	10.243	11.999	13.383	14.167
3500	2.766	5.112	6.932	8.417	10.086	11.751	13.104	14.094
3600	2.738	5.160	6.972	8.416	9.933	11.510	12.814	14.012
3700	2.822	5.201	6.999	8.392	9.795	11.292	12.559	13.922
3800	2.847	5.248	7.021	8.371	9.656	11.066	12.293	13.782
3900	2.872	5.285	7.038	8.339	9.521	10.840	12.013	13.555
4000	2.885	5.290	7.019	8.290	9.394	10.631	11.756	13.311
4100	2.889	5.297	6.999	8.243	9.277	10.430	11.508	13.051
4200	2.891	5.298	6.982	8.172	9.164	10.236	11.286	12.786
4300	2.884	5.302	6.929	8.098	9.057	10.055	11.042	12.536
4400	2.877	5.291	6.874	8.022	8.955	9.875	10.818	12.278
4500	2.871	5.246	6.822	7.931	8.848	9.705	10.601	12.031
4600	2.865	5.203	6.754	7.844	8.738	9.542	10.383	11.786
4700	2.860	5.163	6.667	7.745	8.627	9.390	10.189	11.548
4800	2.832	5.123	6.582	7.641	8.506	9.248	9.996	11.318
4900	2.804	5.084	6.501	7.541	8.387	9.112	9.810	11.097
5000	2.777	5.000	6.392	7.419	8.257	8.976	9.631	10.881
5100	2.751	4.919	6.281	7.301	8.133	8.840	9.467	10.674
5200	2.725	4.841	6.175	7.183	7.997	8.701	9.312	10.470
5300	2.701	4.766	6.072	7.047	7.865	8.561	9.166	10.272
5400	2.678	4.694	5.943	6.915	7.726	8.419	9.021	10.082
5500	2.656	4.605	5.819	6.786	7.583	8.277	8.877	9.899
5600	2.617	4.501	5.700	6.642	7.445	8.130	8.737	9.722
5700	2.578	4.400	5.584	6.503	7.294	7.999	8.594	9.551
5800	2.540	4.304	5.450	6.368	7.148	7.852	8.436	9.387
5900	2.503	4.210	5.318	6.224	7.007	7.719	8.293	9.227
6000	2.467	4.119	5.192	6.082	6.870	7.590	8.155	9.074
6100	2.433	4.004	5.070	5.944	6.757	7.466	8.021	8.932
6200	2.400	3.892	4.937	5.811	6.648	7.345	7.892	8.781
6300	2.367	3.784	4.804	5.682	6.543	7.229	7.766	8.642
6400	2.300	3.679	4.676	5.594	6.441	7.116	7.645	8.507
6500	2.235	3.577	4.551	5.509	6.342	7.066	7.527	8.376
6600	2.171	3.460	4.431	5.424	6.246	6.900	7.413	8.249
6700	2.110	3.342	4.313	5.343	6.152	6.797	7.303	8.126
6800	2.050	3.228	4.250	5.265	6.082	6.697	7.195	8.006

5. 프로그램 구성

5.1 정보흐름

어떤 정보란 한 분야에 국한되기보다 상호연관 관계가 있는것이므로 각 분야별 상호관계 및 시스템 구성에 따라 정보의 흐름을 효과적으로 처리하여야 한다.

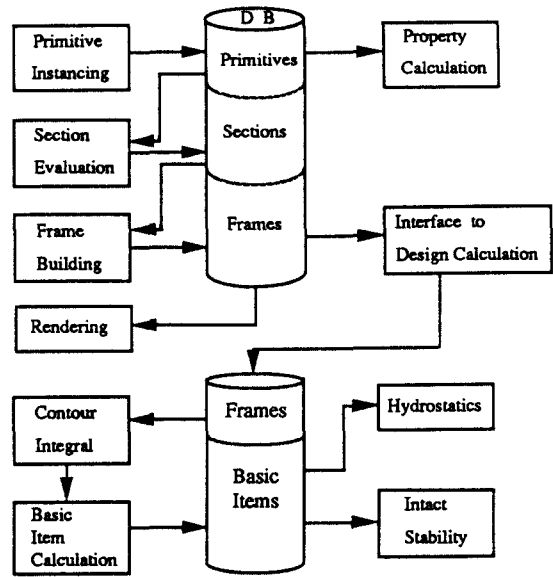


Fig. 10 Program package organization

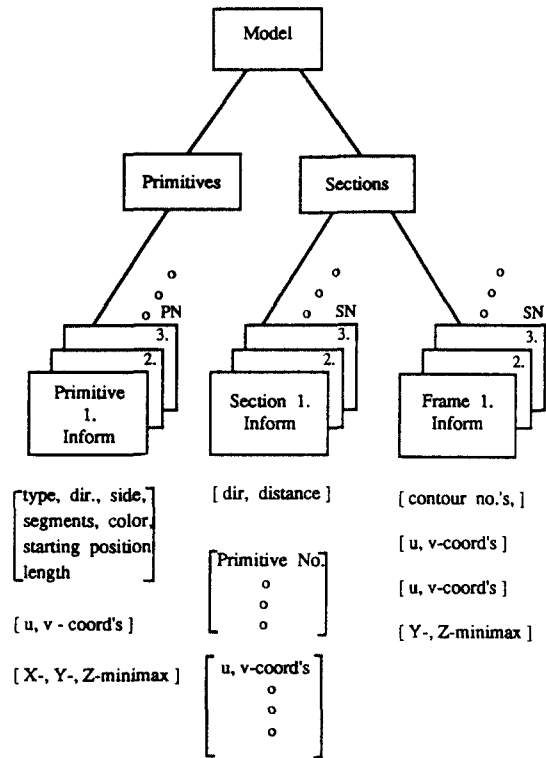


Fig. 11 Data structure for modeling

본 연구에서는 정보의 계층별 속성을 체계화하여 효율적으로 표현하였다.

Fig.10은 각 분야별 프로그램과 데이터베이스와의 관련도이며 Fig.11은 비정규 선형모델 구축을 위한 자료구조이다.

5.2 컴퓨터그래픽스

컴퓨터 그래픽이 널리 이용됨에 따라 이용계층이 다양화되고 이용분야 또한 2차원에서 3차원의 그래픽을 대상으로 하는 업무로 확대되어 가고 있다. 또한 그래픽의 이용면에서도 업무의 생산성을 향상이나 이식성의 보장, 인터페이스의 표준화등에 대한 요구가 강조되어 왔다. 이러한 요구에 부응하고자 여러 표준화된 시스템들이 등장하였는데 그 중에서도 CORE나 GKS(Graphical Kernel System)등의 움직임이 활발하였다. 최근에는 메타파일의 개념을 적용한 3차원 모델링을 통한 통합화와 실시간(real time)그래픽이 일반화됨에 따라 새로운 시스템이 등장하였는데 이것이 바로 PHIGS(Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System)이다.

PHIGS의 목표로는 첫째 하드웨어와 무관한 독립적인 그래픽처리, 둘째 고속처리 업무를 지원, 셋째 대화형식 그래픽 데이터의 정의 및 편집, 넷째 2차원 기능을 포함하는 3차원 시스템 구현, 다섯째 실시간 그래픽 실현을 위한 분산처리 환경 등이다. PHIGS는 범용성, 하드웨어와 무관성 등을 그 특징으로 가지고 있으나 실제로는 어느정도 하드웨어의 의존성을 가지게 되고 그렇게 함으로써 특정 하드웨어가 지니는 특성이나 기능을 최대한으로 활용할 수 있게 된다.

본 연구에서 사용되는 PHIGS는 아폴로 워크스테이션이 지원하는 DOMAIN/PHIGS이다[7]. DOMAIN/PHIGS에서는 아폴로 컴퓨터가 가지고 있는 시스템 호출(system call)기능을 이용하여 여러 편리한 기능을 제공한다. 한편 DOMAIN/PHIGS의 규격을 모두 갖추면서 아폴로 컴퓨터의 구조적 특성을 극대화하기 위해 기능을 추가, 확장한 것이 GMR-3D이다. GMR-3D(Graphics Metafile Resource 3D)에서는 표준화된 범용 PHIGS에서 제공되지 않았던 부분이 추가(프리미티브 추가, 속성의 처리, 편집기능 강화)되었고 확장(묘영, 음폐선처리, 광원계산, View기록)되었다. 그 결과 하드웨어 의존도는 높아졌으나 특정 하드웨어(아폴로 워크스테이션)의 성능을 최대한도로 이용할 수 있게 되었다.

본 연구에서는 다른 프로그램에서 이미 모델링된 결과를 이용하여 PHIGS에서 필요로하는 사항-3차원 좌표, 색채, 경계표시 여부 등-들을 화일단위로 제공하도록 하였다. 또한 PHIGS라이브러리를 일일이 참고하지 않아도 쉽게 프로그램할 수 있도록 메타코멘트를 이용하여 초기화, 종료등의 복잡한 과정을 단순화시켰다. 이러한 단순화가 PHIGS의 다양한 기능에 역행되는 면도 있으나 특정 응용프로그램에서는 큰 차이가 없는 바 크게 5개 정도의 메타코멘드로 그래픽 프로그램을 완성시켰다.

한편 묘영(shading) 처리를 위하여 GMR-3D 루틴의 일부를 불러야 한다. 전술한 바와 같이 DOMAIN/PHIGS에서는 광원을 처리하는 기능이 없기 때문에 확장명령을 이용하여 GMR-3D에서 제공하는 기능을 이용하여야 한다.

Fig.12는 SWATH선에 대한 묘영도면이며 Fig.13은 Trimaran선을 프리미티브 유형별로 다른 색상을 이용하여 묘영처리한 도면이다. 이 그림에서는 평면 묘영(flat shading)기법이 이용되어 각 폴리곤간의 연속성이 결여되어 있다. 연속성 보장을 위해서는 각 폴리곤의 모서리에서 법선벡터 또는 농도벡터를 구한 다음 Phong묘영이나 Gouraud묘영을 수행하면 된다.

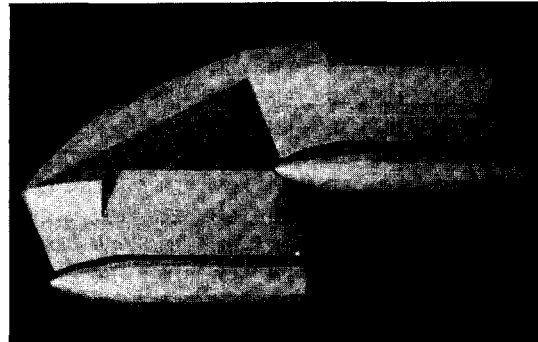


Fig.12 Shaded SWATH model

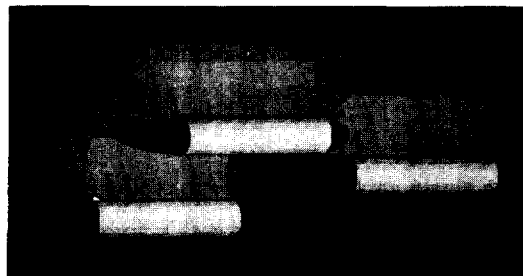


Fig.13 Shaded Trimaran model

6. 결 론

본 연구에서는 복합기하 선형을 효과적으로 정의하고 선형모델의 기하학적 정보를 데이터베이스에 구축하여 설계에 적용할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 정의된 선형의 검증을 위하여 최소수선면 쌍둥선, Trimaran, 시추선에 형상모델을 시도했으며 구축된 최소수선면 쌍둥선 선형에 대한 제반 기본계산 및 각종 도면산출, 읍셋표 작성을 수행하였다.

지금까지 선형정의 시스템이 개발되어 설계에 적용되고 있으나 일반선형에 대한 자유곡면을 매개변수에 의한 부분별 곡선 또는 곡면으로 표현하는 방법으로 본 연구에서 적용한 비정규 선형을 정의할 경우 많은 입력자료를 필요로 하며 완벽한 정의가 불가능하다.

본 연구를 통하여 개발된 정의기법을 통하여 비정규 선형의 신속한 정의는 물론 초기설계시 설계변경이 용이하며, 선형모델링의 각 단계별 형상이 데이터베이스내에 계층별 자료구조로 저장되어 있어 각 분야별 설계작업에서 적용이 가능하다. 나아가서 본 시스템을 기초로 하여 비정규 선형설계에 필요한 제반 계산프로그램들을 개발하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Rogers, D.F., "Mathematical Elements for Computer Graphics", McGraw-Hill Publishing Co., 1989.
- [2] Gudukbay, U., Ozguc, B., "Free-form Solid Modeling using Deformations", *Computers & Graphics*, Vol.14, Nos. 3/4, 1990.
- [3] Zarrugh, M.Y., "Display and Inertia Parameters of Superellipsoids as Generalized Constructive Solid Geometry Primitives", *ASME, computers in Engineering*, Aug. 1985.
- [4] Braid, I.C., "The Synthesis of Solids Bounded by Many Faces", *Communications of ACM*, Apr. 1975.
- [5] 김원돈, 남종호, "원형요소들의 집합에 의한 복합기하 선형정의 프로그램 개발", 해사기술연구원 연구보고서 UCE 466-1382. D, Dec.1990.
- [6] Wilson, H., Deb, k., "Inertial Properties of Tapered Cylinders and Partial Volumes of Revolution", *CAD*, Vol.21, No.7, Sept. 1989.
- [7] Apollo Computer, "Programming with Domain/PHIGS", 009701-A00, July, 1988.