

자유곡선의 모델링기능을 활용한 대화식 수퍼요트 프로파일 설계시스템 개발

남종호* · 김동함*

*한국해양대학교 조선해양시스템공학부

An Interactive Design System for Construction of Superyacht Profiles based on Freeform Curve Functionality

JONG-HO NAM* AND DONG-HAM KIM*

*Division of Naval Architecture and Ocean Systems Engineering, Korea Maritime University, Busan, Korea

KEY WORDS: Superyacht 수퍼요트, Non-Uniform Rational B-Spline, Freeform curve 자유곡선, Parametric approach 파라미터기법

ABSTRACT: As a preliminary step to build a complete superyacht hull design program, the development of superyacht profile design system is introduced. The two-dimensional hull profile is decomposed into four local zones depending upon the functionality and connecting continuity of the profile. Characteristics of each zone are investigated and used to generate the model describing the geometric shape of zone using freeform curves. A set of design parameters is derived from the established geometric model. Generation and modification of a model are is by manipulating the chosen parameters. Four zones designed are integrated to form a final profile. An interactive design system performing all the modeling and modification processes is implemented using the graphic user interface system based on Microsoft Foundation Class and OpenCASCADE, a open graphic library. The shapes of the profiles generated by the developed design system are verified with those of built superyachts. The developed design system will be used for the construction of three-dimensional superyacht hull modeling system.

1. 서 론

수퍼요트는 미적인 외관모습에 중점을 두고, 편리한 기능에 다 미적인 아름다움과 화려함을 지닌 실내를 강조하는 고급 레저 선박이다. 선박의 길이가 작게는 약20m여 미터부터 크게는 100m까지 이르며, 기존 요트의 단순한 기능에서 벗어나 여러 가지 첨단기능을 갖춘 종합적인 요트로서 새로운 설계 패러다임을 요구하고 있다.

수퍼요트 설계를 위하여 선체모델을 구축하는 것은 필수불가결하며 이를 위하여 수퍼요트의 3차원 형상정보가 필요하다. 현재 선체모델링을 위하여 3차원 곡면을 활용하는 것이 일반적인 추세이다. 발전하는 전산환경에 힘입어 기존의 2차원 설계를 탈피하여 보다 효율적이고 직관적인 3차원 곡면 접근법이 타당한 모델링 방법으로 자리 잡고 있다. 일반 상선의 경우, 그 형상이 비교적 단순하고, 유사 선종끼리는 선형의 큰 변화가 없고, 대부분의 경우 풍부한 모션 자료가 존재하는 등 3차원 모델링 작업을 위한 충분한 여건이 마련되어 있다. 따라서 모델링 연구는 보다 섬세하고 순정된 모델을 생성하기 위한 방향을 지향하고 있다. 자유곡선 이론을 이용한 선체선도 연구 (박제웅 과 이동기, 2000)와 선형 순정을 위한 곡면모델링 연구 (윤태경과

김동준, 2000) 등이 수행되었다. 한편 기본적인 조선공학 요소산출을 위한 시도로서 퍼지이론이나 유전알고리즘과 같은 새로운 추론기법을 접목시켜 선박의 주요요목이나 횡단면적을 결정하는 모델링 활용연구도 소개되었다 (김수형 등, 1998a; 김수형 등, 1998b).

수퍼요트의 경우 위에 기술된 일반적인 상선 모델링과는 달리 자체 연구자료가 매우 드문 것이 현실이다. 3차원 선체를 모델링하기 위해서는 3차원 형상정보가 필요한데, 수퍼요트는 정형화된 형상이 드물고 혹 있더라도 그 공학적인 자료를 취득하는 것이 매우 어렵기 때문에 3차원 모델링을 직접 수행하기가 쉽지 않다. 현재 수집 가능한 수퍼요트의 자료의 대부분은 제조업체나 렌탈업체의 책자나 웹페이지에 소개된 2차원 형상에 국한되고 있다 (Nautical Web, 2008; ISS, 2008). 수퍼요트의 개략적인 설계정립 및 성능해석에 대한 연구가 수행된 바 있으나 (남종호 등, 2007) 다루는 범위가 기본적인 사항에 그치는 등 3차원 모델링을 위한 기반기술 또는 축적된 자료는 거의 전무한 실정이다.

이와 같이 기본 자료가 부족한 열악한 설계환경에서, 수퍼요트의 모델을 3차원으로 구현하기에 앞서 2차원 프로파일의 형상을 구축하는 것은 모델의 골격을 제공하는 하나의 방법이 될 수 있다. 선박의 프로파일은 선체의 형상을 구성하는 주요 요소로서 선박의 전체적인 크기와 모양에 대한 정보를 포함하고 있다. 일반상선의 모델링을 수행할 때는 주로 유체역학적인

교신저자 남종호: 부산광역시 영도구 동삼동 1

051-410-4301 jhnam@hhu.ac.kr

성능을 좌우하는 수선아래 프로파일 형상을 중요하게 여기는 반면 슈퍼요트 경우에는 하우스부분과 인테리어 공간 확보를 위하여 상갑판까지 이르는 전체적인 프로파일에 대한 형상을 사전에 파악하는 것이 중요하다. 결과적으로 프로파일은 슈퍼요트 선체의 선수부, 선미부, 현호부 형상을 추정할 수 있는 최소한의 정보를 지니고 있고, 고급요트의 특징을 결정하는 하우스부분의 개략적인 형상과 연결정보를 나타내게 되므로 올바른 프로파일을 확보하는 것은 차후 3차원 모델 구축을 위한 중요한 선결과제라 할 수 있다.

선박설계에서 활용된 2차원 설계에는, 오프셋으로부터 선형을 생성하는 고전적인 방법을 필두로 2차원 CAD 프로그램에 의한 전산설계, 생산화를 위한 부품 전산 설계 등이 존재하여 왔으나 최근에는 전술한 바와 같이 3차원 설계방법론에 밀려 차츰 뒤안길로 물러나고 있다. 하지만 공학문제와는 달리 스타일 의존도가 높은 분야에서는 여전히 스타일리스트의 스케치가 공학설계에 우선하고 있다. 이러한 스케치는 3차원 객체를 2차원으로 표현하는 것으로 궁극적으로 2차원 스케치로부터 3차원 형상을 구축하는 설계프로세스를 수반한다. 슈퍼요트 선형설계 역시 이런 부류에 속한다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 슈퍼요트 프로파일을 4가지 구역요소로 구분하고, 각 구역요소에 따라 대표적인 특징들을 정리하여 그에 따른 2차원 형상 모델링을 수행한다. 형상의 설계요소를 결정하기 위한 방법으로 자유곡선에 내재된 모델링 기능을 활용하고, 곡선의 특성치에 대하여 파라미터 방법을 적용하여 유연한 설계가 가능하도록 한다. 그래픽사용자인터페이스기능과 컴퓨터그래픽 라이브러리를 활용하여 슈퍼요트 프로파일의 설계를 도와주는 대화식 설계 시스템을 개발한다. 개발된 시스템은 화면에서 실시간으로 합리적인 설계결과를 확인할 수 있도록 한다. 그리고 설계된 프로파일 형상을 실제 건조된 슈퍼요트의 형상과 비교하여 설계 시스템의 타당성을 검증한다.

2. 프로파일 형상 분류

슈퍼요트 프로파일의 전반적인 경향을 파악하기 위하여 운항 중이거나 건조된 것, 그리고 박람회 소개된 것 등 공개된 슈퍼요트의 자료를 수집하였다. 독일 뒤셀도르프 국제 보트 박람회, 이태리 제노바 국제 보트 쇼, 슈퍼요트 제작회사 및 관련 저널에서 수집된 32개의 슈퍼요트 (이한석 등, 2006)를 대상으로 선정하였다. 수집된 자료의 대부분은 사진 또는 간략화된 스케치 형식으로 선형을 담고 있다. 따라서 정확한 선형정보를 획득하는 것은 불가능하였으나 개략적인 선형의 형태나 특징은 파악할 수 있었다.

수집된 프로파일의 형상을 기하학적 요소 그리고 기능별 요소 등 모델링을 위한 세부요소로 분류하여 각 구역요소에 대한 개별적인 형상을 파악하였다. 그 결과, 프로파일 형상을 Fig. 1과 같이 선수부분, 선미부분, 현호부분, 그리고 하우스부분으로 구분하였다. 이는 조선공학적인 측면에서 볼 때 일반적인 형상분류법을 따르는 전통적인 방법이며, 모델링 측면에서 볼 때 연속성이 분리될 수 있는 절점을 참고한 방법으로, 양 측면

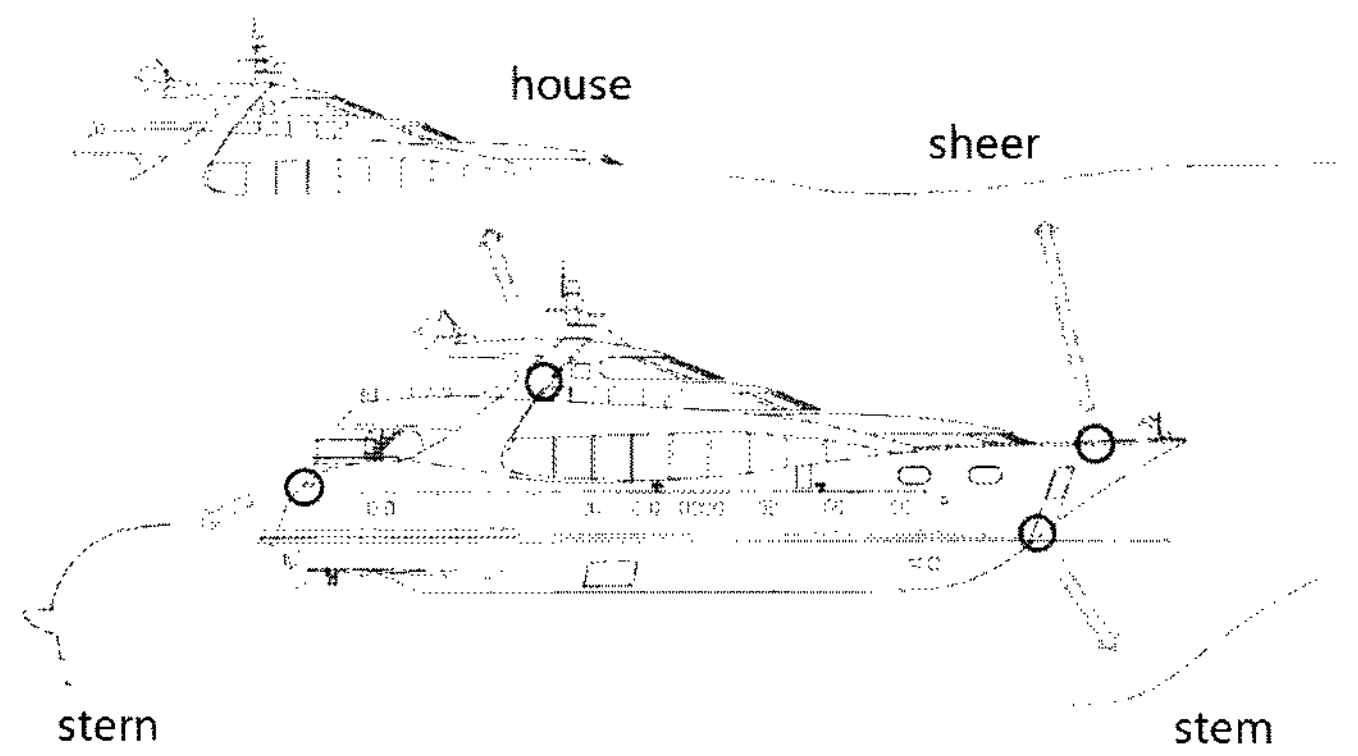


Fig. 1 Decomposition of superyacht profile

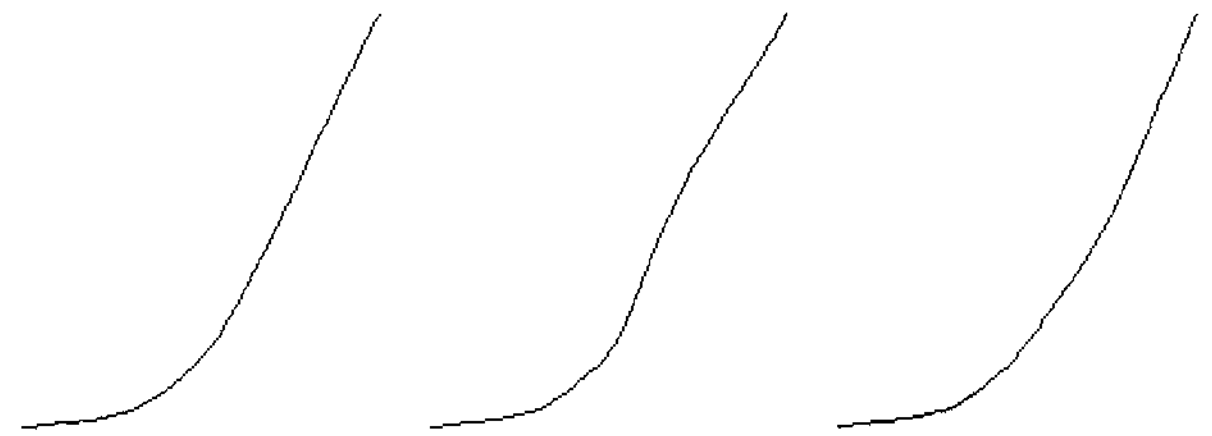


Fig. 2 Stem profiles

을 모두 고려한 결정이다. 각 구역요소에 대하여 형상의 특징을 일반화하고, 모델링이 가능한 세부요소로 분류하였다.

2.1 선수부

선수는 수면과 접하는 부분으로 디자인 요소뿐만 아니라 유체역학적 성능 측면에서도 중요하다. 선수는 현호와 조화를 통해 전체적인 진행감을 나타내 줄 수 있고, 선체의 중심부분과 매끄러운 연속성을 가질 수 있는 형상으로 모델링되어야 한다.

다양한 선수 라인형상을 조사한 결과, Fig. 2에 보이듯 왼쪽에서부터 경사형, 오목형, 그리고 볼록형으로 분류하였다. 이 세 가지의 기본형을 바탕으로 유사한 형태로 변형시키는 방법을 채택한다. 변형방법은 제3장에서 자세히 기술된다.

2.2 선미부

선미라인 역시 선수라인과 마찬가지로 수면과 접하므로 조선공학적인 측면이 부각되는 부분이다. 또한 선미는 출입구, 수영 플랫폼, 계단 등의 기능적인 요소를 충분히 고려하여 설계되어야 한다.

Fig. 3에 분류된 선미라인은 윗줄의 왼쪽부터 경사형, 꺾인형, 아랫줄의 반원형, 라운드형을 기본형상으로 가진다. 기본형을 바탕으로 변형되는 수정형상은 선수부와 동일한 방법으로 설계된다.

슈퍼요트의 선미부는 일반선형의 선미부와는 달리 수선 위 형상이 매우 복잡하다. 선미부 곡선을 완벽하게 구현하더라도 향후 3차원 곡면 설계를 진행하기가 어려울 가능성이 있다. 이

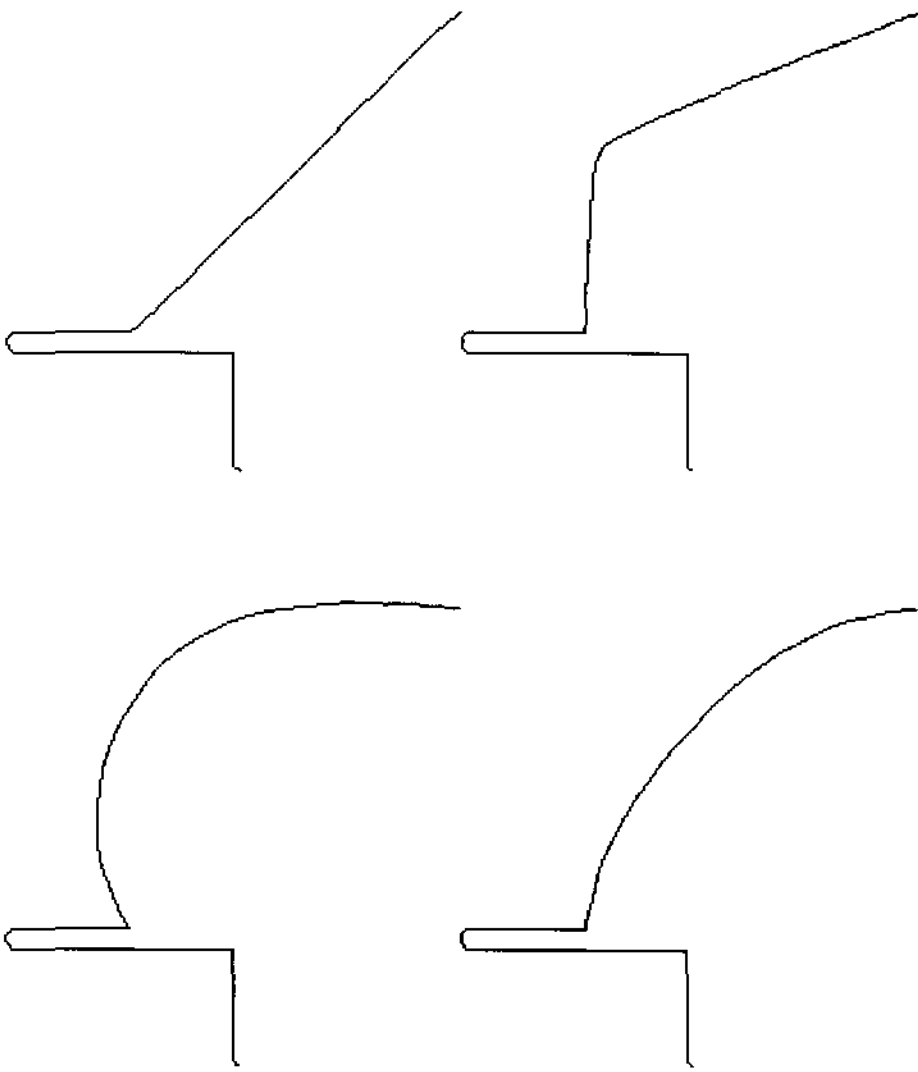


Fig. 3 Stern profiles

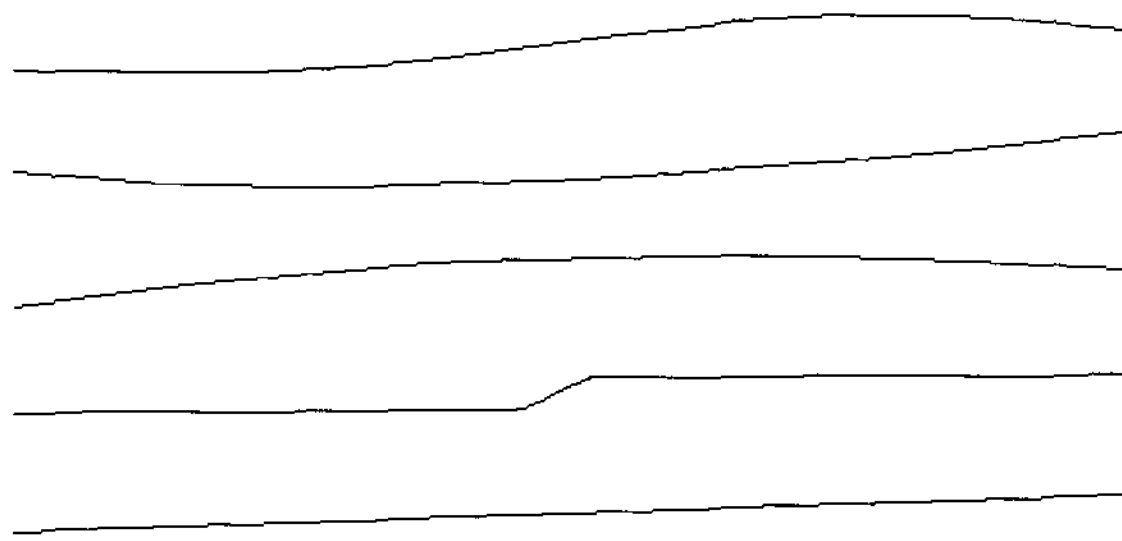


Fig. 4 Sheer profiles

런 경우를 대비하여 선미부 곡선을 재 분리하여 곡면 모델링을 수행하고 다시 결합하는 방법도 고려되어야 한다.

2.3 현호부

현호라인은 선수, 선미부에 비해 비교적 다양한 형상을 가지는 것으로 조사되었다. 유사형상으로 분류한 결과, Fig. 4의 위에서부터 S라인형, 오목형, 볼록형, 계단형, 경사형으로 구분되었다.

S라인형과 계단형은 전체외관에서 안정감을 주는 형상으로 실제로 가장 선호되는 스타일로 조사되었다. 볼록형은 실내공간을 확보하는데 유리하며, 오목형은 클래식한 외관 스타일을 잘 표현하는 것으로 보인다.

2.4 하우스부

하우스라인은 수퍼요트 외관의 미적 요소에 큰 영향을 끼치는 디자인 요소로서 현호라인과의 조화가 요구되는 부분이다. 즉 현호라인과의 조화가 중요시되며, 현호라인과 접하는 각도 차에 따라 수퍼요트의 외관에 안정감, 속도감 또는 진행감을

주고 있다.

하우스부의 경우는 요트마다 그 형상이 매우 판이하여 형상의 특징을 일반화하는 것이 쉽지 않을뿐더러 그럴 필요도 느끼지 못한다. 본 연구에서는 여러 가지 하우스 형상을 모델링한 후 라이브러리에 저장하고, 사용자가 원하는 형상을 택하는 선택적 설계방법을 택한다. 어떤 하우스 형상이 선택되더라도 이웃하는 구역요소와의 부드러운 연결이 필수적이므로 연결성을 사전에 고려한 모델링 작업을 수행하도록 한다.

3. 프로파일의 파라메트릭 모델링

분류된 프로파일 형상은 기본형으로 분류되어 등록된다. 실제 사용자가 설계하고자하는 프로파일 형상이 기본형인 경우, 원형 그대로 사용할 수 있으나, 기본형에다 다소의 변형을 가하는 것은 매우 자연스러운 설계과정이라 할 수 있다. 따라서 새롭게 변형된 프로파일 형상을 도출하기 위한 작업이 필요하다.

2장에서 정의된 기본형들을 바탕으로 새로운 프로파일 형상을 설계하는 작업을 파라메트릭 기법을 이용하여 수행하도록 한다. 즉, 설계하고자 하는 형상에 가장 가까운 기본형을 선택한 후, 형상의 특징을 결정짓는 파라미터를 변형시켜 수정된 형상을 도출하는 법이다. 이를 위하여 설정된 기본형상 정의에 필요한 파라미터를 설정하는 작업이 필요하다. 본 연구에서는, 기본형상을 자유곡선으로 표현하고, 자유곡선의 성질을 활용하여 기본형을 변형시키는 방법을 개발하였다.

3.1 NURBS 곡선의 특징

다양한 프로파일 형상을 표현하기 위한 도구로 자유곡선 및 곡면 표현에 대표적으로 활용되고 있는 Non-uniform rational B-spline(NURBS) 표현법을 채택하였다. 자유곡선, 곡면 및 NURBS 표현법에 대한 자세한 내용은 참고문헌 (Faux and Pratt, 1979; Piegl and Tiller, 1997; Rogers, 2001)을 참고한다.

NURBS 곡선 표현법이 기존의 곡선기술법과 다른 점은 공간의 점을 직접 제어하는 것이 아니고, 조정점(Control point 또는 Vertex)이라고 불리는 제어점을 이용하여 곡선을 간접적으로 제어한다는 것이다. 이것은 마치 제어점이 곡선과 스프링으로 연결되어 조정점을 움직이면 탄성적인 성질을 유지하며 곡선이 변형됨을 의미한다. 곡면의 경우도 마찬가지다. 이러한 간접적인 제어는 직접적인 방법보다 더 부드럽고 유연한 결과를 제공하므로 스타일이 중요시 되는 응용설계에 매우 적합한 도구로 판명되어왔다.

3.2 NURBS 곡선을 이용한 형상 모델링

분류된 4개의 구역요소 특징을 파악한 후, 요소의 형상을 가장 잘 표현해주도록 NURBS 곡선의 조정점을 분포시킨다. 조정점을 올바르게 분포시키기 위해서는 조정점과 곡선과의 상관관계를 정확히 이해하는 것이 필요하다. 하지만 이런 상관관계는 즉흥적으로 이루어지는 것이 아니므로 수학적 접근법이 요구되는 바, 이는 본 연구에서 지향하는 방향이 아니다.

따라서 가장 보편적이고 효과적인 조정점 분포를 위하여 역으로 먼저 곡선 모델링을 수행한 후, 모델링 결과로 얻어진 조정점 분포를 이용하는 우회기법을 사용하였다.

모델링을 위한 도구로는 NURBS 기반 상용 CAD 패키지인 Rhino3D(Rhino3, 2003)를 이용하였다. 보다 효과적인 조정점 분포를 획득하기 위해서, 조정점을 입력하고 곡선의 형상을 검토하는 모델링 작업을 반복적으로 수행하였다. 최적이라고 생각되는 형상을 얻을 때, 그 형상을 결정짓는 조정점의 위치, 개수, 가중치(NURBS곡선의 Weight)를 선정하되 가능한 조정점의 개수를 최소한으로 하는 제약조건을 고려하였다. 이는 고려하는 변수의 개수가 증가할수록 형상제어가 어렵기 때문에 변수의 개수를 최대한도로 줄이기 위함이다.

선수부의 경우, Fig. 5와 같이 조정점의 개수를 8개로 (A ~ H) 할 때 원하는 기하학적 형상과 차후 수정을 위한 자유도를 보유할 수 있었다. 조정점 B와 G는 선수곡선의 시작과 끝의 기울기를 나타내기 위하여 설정되었고, 너클과 같은 절점을 위한 조정점배열도 고려되었다. 조선공학적으로 의미를 가지는 수선면의 표현을 위하여 조정점 D를 설정하고, 수선면 아래의 형상을 부드럽게 표현하기 위해 조정점 E, F를 삽입하고 아래의 식 (1)을 만족하도록 하였다. 아래 첨자 x, y 는 각각 2차원 좌표의 횡축, 종축을 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 A_y &= height_total \\
 A_x &= width_total \\
 H_y &= 0.0 \\
 H_x &= 0.0 \\
 D_y &= draft \\
 D_x &= A_x/2 \\
 E_y &= 3*D_y/4 \\
 E_x &= A_x(A_y-E_y)/((A_y-D_y)/(A_x-D_x)) \\
 F_y &= D_y/6 \\
 F_x &= E_x/2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

아래첨자 x 및 y 는 각각 길이방향과 높이방향의 좌표축을 나타낸다. 관계식 (1)로 정의되는 곡선은 최적의 형상을 나타내는 하나의 표현법으로서 향후 형상변경을 위한 기본적인 틀을 제공한다.

선미부 및 현호부 역시 선수부와 유사한 방법으로 모델링되

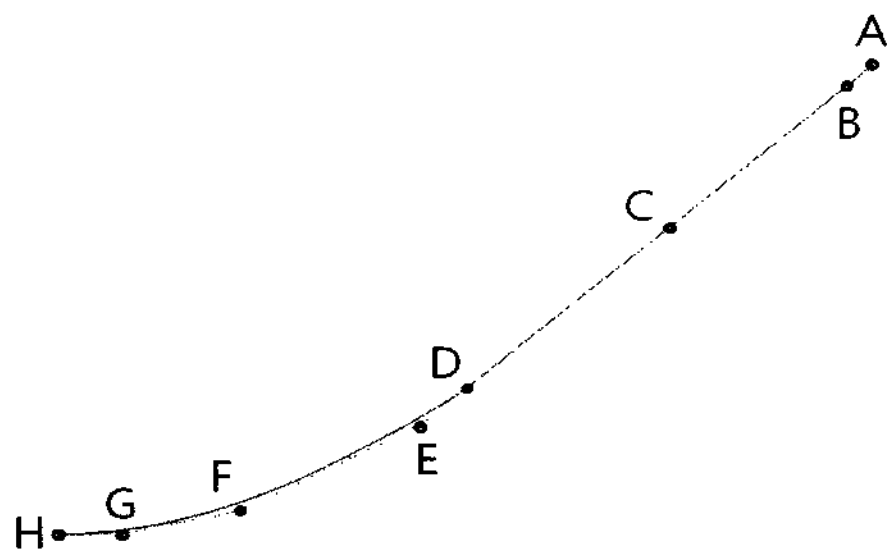


Fig. 5 Layout of control points along a stem profile

며, 하우스부의 경우, 그 다양성으로 인해 형상을 일반화하는 것이 매우 어렵기 때문에, 이미 상용화되었거나 디자이너가 스케치한 각종 형상을 NURBS 곡선으로 모델링하여 다양한 자료를 구축하는 방법을 택하도록 한다.

3.3 파라메트릭 기법 적용

각 구역요소에 대한 NURBS 곡선 모델링이 완성되면 기본형에 대한 최적 형상이 마련된다. 다음 절차는 기본형으로부터 수정(Variation)을 시도할 때, 가장 용이하게 수정되는 곡선구조를 수립하는 일이다. NURBS 곡선의 수정은 조정점의 위치를 변경함으로써 이루어진다. 따라서 기본형으로부터 수정을 시도할 때, 사용자가 가장 용이하게 수정할 수 있는 조정점들의 상호관계를 정립하는 작업이 필요하다. 이를 위하여, 각 기본형 형상에서 수정에 결정적으로 영향을 미치는 조정점을 선택하여 파라미터화 한다. 차후 수정은 파라미터화된 조정점의 변경을 통하여 이루어진다.

파라미터화를 위하여 우선 프로파일 형상을 조사한 후, 변화가 가능한 수치적인 요소를 추출한다. 이 때, 형상에 영향을 미치는 다양한 환경적, 미적, 성능적인 측면을 고려하여 프로파일 형태의 변화를 주도하도록 한다. 용이한 형상변경을 위하여 가장 최소한의 파라미터를 잡는 것이 권고되지만, 복잡한 프로파일을 다루는 경우 필요에 따라 파라미터의 개수를 증가시켜야 한다. 선수부, 선미부, 현호부에 대하여 정의된 파라미터가 Fig. 6 ~ Fig. 8에 각각 도시되어있다.

선정된 파라미터에 대한 제약 조건도 고려되어야 한다. 제약조건이 없을 경우, 과도한 파라미터의 변화에 따라 나타나는 결과가 기본형에서 벗어나거나 심지어 의도하였던 변경범위를 벗어나 왜곡된 형상을 나타내는 것을 방지하기 위함이다. 예를 들어 선수부의 경우 (Fig. 6), 파라미터 A2에 의하여 정의되는 ②번 조정점이 ①번 조정점보다 오른쪽에 있거나 위에 있게 되면, 전체 형상이 틀어진다. 이 경우에는 ①번 조정점이 ②번 조정점 사이의 상관관계를 제약조건으로 부여하여 과도한 왜곡현상을 피하도록 한다. 마찬가지로 A1과 B1 파라미터는 각각 A2와 B2 파라미터보다 항상 커야 한다. 또한 A2 파라미터는 A1 파라미터 값의 1/2보다 큰 값을 가지지는 않는다. 이러한 경계 값을 적용하여 예상치 못한 형상이 될 가능성을 줄일 수 있다. 본 연구에서는 CAD 프로그램을 활용하여 선정된 모든 파라미터에 대하여 변화 가능한 범위를 조사하고 그 결과를 토대로 파라미터의 제약조건을 수립하였다. 형상이 복잡한 선미부의 경우, Table 1에 보이듯 각 파라미터가 서로 상관된 최대, 최소 범위 내에서 변화하되 왜곡되지 않도록 제약조건을 가하였다. B1, B2, B3의 합은 전체 선미부 길이를 표현하는 것으로 그 중 하나는 종속 파라미터가 된다. A1, A2, A3 역시 같은 구조를 가진다.

사용자가 조작하는 파라미터의 변화는 미리 정해진 단계를 따라 이루어지도록 하였다. Fig. 8에 보이는 현호부의 경우, 시작과 끝 조정점 사이를 100등분으로 나누고, 중앙 조정점이 -50~50 단계 사이에서 형상을 결정하도록 한다. 이를 통하여 중앙 조정점의 위치변경이 전체 형상에서 크게 벗어나지 않도록

록 한다.

Table 1 Parameter ranges for stern shape (H_s = stern height, L_s = stern length; both from given dimensions)

Parameter	Minimum	Maximum
A1	$H_s * 0.20$	$H_s * 0.80$
A2	≥ 0	$H_s * 0.150$
A3	$H_s * 0.20$	$\min(H_s * 0.80, H_s - A1 - A2)$
B1	≥ 0	$L_s * 0.80$
B2	≥ 0	$L_s * 0.20$
B3	≥ 0	$\min(L_s * 0.30, L_s - B1 - B2)$
Ver	-50	50
Hor	-50	50

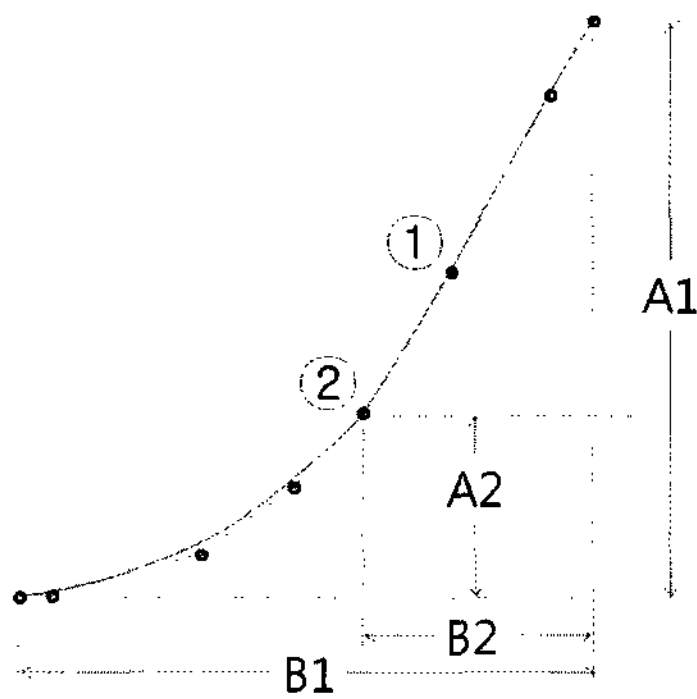


Fig. 6 Parameters controlling slope-style stem curve

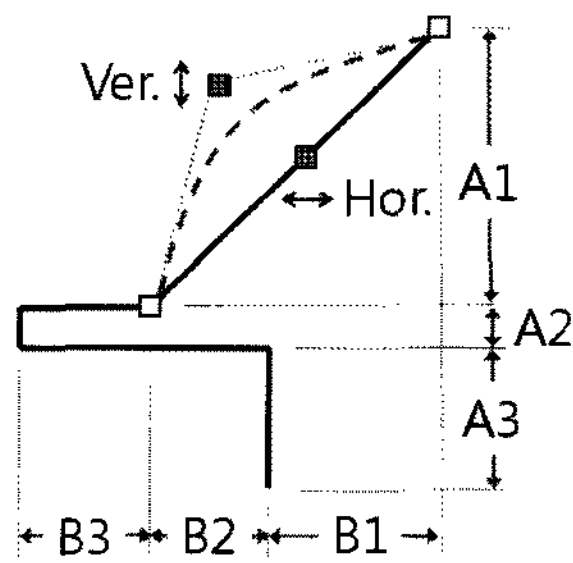


Fig. 7 Parameters controlling a stern profile

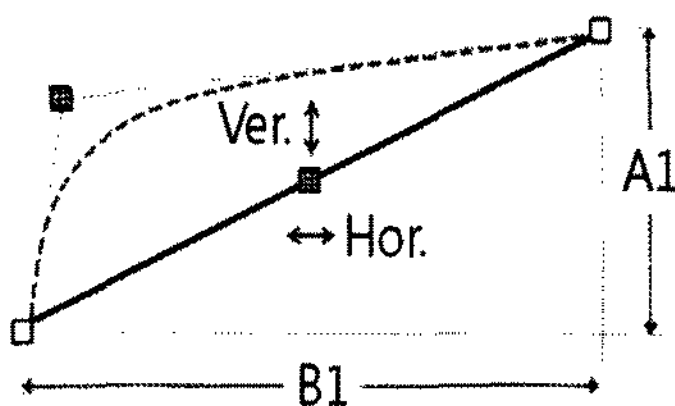


Fig. 8 Parameters controlling slope and convexity of sheer curves

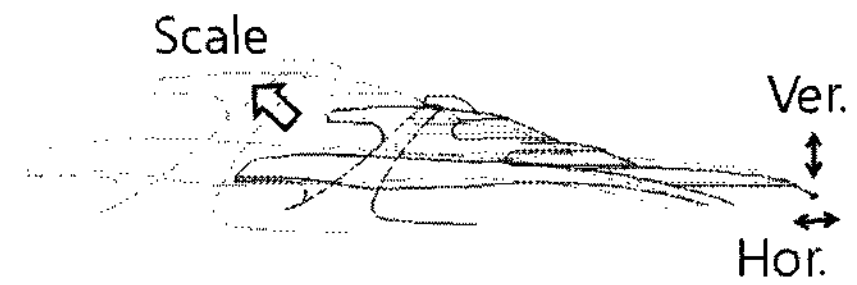


Fig. 9 Parameters for scaling house profile

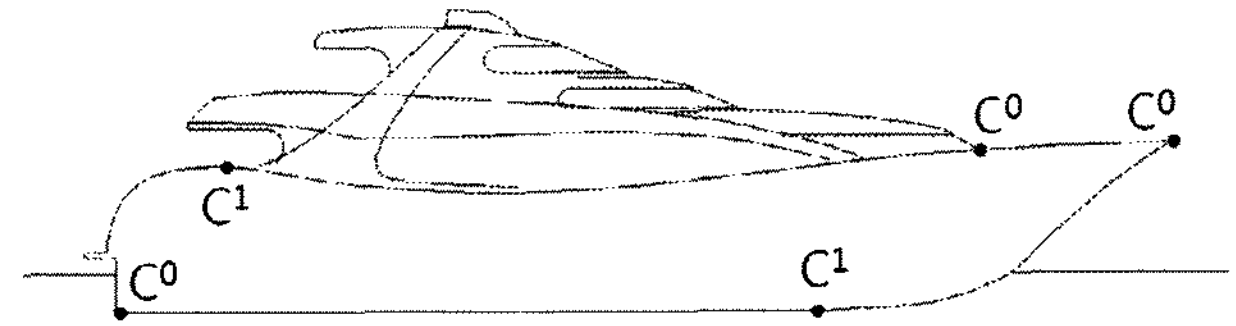


Fig. 10 Continuities across neighboring zones

하우스부분은 형상 일반화에 대한 어려움을 가지고 있기 때문에 여러 가지 모델링된 형상을 라이브러리화하는 방안을 제시한 바 있다. 본 연구에서는 사용자가 선택한 하우스 형상을 불러와 다른 구역요소와 정합을 시키는 방안을 취하였다. Fig. 9에 보이는 하우스 형상의 경우, 우측 기준점 위치와 하우스 크기 비율만 파라미터로 선정한다.

3.4 구역요소 연결

각 구역요소의 형상이 결정되면, 구역요소들을 연결하여 전체적인 수퍼요트 프로파일 형상을 얻는다. 구역요소들을 나눌 때, 이미 연속성에 대한 고려가 있었으므로 연결할 때 역시 이미 정해진 연속성에 준하도록 한다. Fig. 10에 각 구역요소들이 연결되는 연결점의 연속성(Continuity)이 정의되어있다. 이때 C^0 는 위치연속, C^1 은 기울기연속을 의미한다.

4. 대화식 프로파일 설계 시스템

모델링된 구역요소의 형상을 변경하는 작업은 곡선이라는 기하학적 요소를 다루는 것이므로 그 효율성을 감안할 때 그래픽화 하는 것이 바람직하다. 궁극적으로는, 단동선 모델링(남종호, 2006) 경우와 같이, 알고리즘에 의한 자동생성 및 수정이 가장 신속한 문제해결을 제시하겠지만, 수퍼요트와 같이 미학적인 요소가 강조되는 스타일이 관여하는 경우에는 사용자가 수시로 변경상태를 점검하는 것도 좋은 설계방법으로 고려될 수 있다.

본 연구에서는 효과적인 프로파일 형상변경을 위하여 그래픽사용자인터페이스(GUI)를 이용한 설계시스템이 개발되었다. GUI를 통하여 프로파일에 대한 파라미터 값을 입력하면 새로운 프로파일 형상이 생성되는 설계 알고리즘을 구현하였다. GUI시스템에서 사용자와 시스템간의 대화는 마이크로소프트사의 Microsoft foundation class(MFC)의 기능을 활용하여 이루어진다. 필요한 입력 값은 다이얼로그박스의 입력창과 슬라이드바를 통하여 시스템으로 전달된다. 변경된 프로파일의 형상이 실시간으로 체크될 수 있도록 별도의 그래픽윈도우가 제공

된다. 프로파일 곡선의 가시화를 위하여 범용 그래픽라이브러리인 OpenCASCADE 를 사용하였다. OpenCASCADE 라이브러리는 컴퓨터그래픽스에 CAD/CAM/CAE 관련 기능들이 첨가된 오픈 그래픽라이브러리로서 (OpenCASCADE, 2006) 3차원 곡면 및 솔리드 모델링, 가시화, 데이터 교환 등의 편리한 기능 등을 제공한다. 여타 그래픽라이브러리에 비해, 공개 버전이므로 경제적이고, 단순한 그래픽기능을 넘어서 모델링과 관계된 다양한 CAD기능을 제공하고 있어 확장성이 뛰어난 라이브러리라 할 수 있다. 반면 라이브러리 자체가 무겁고 현재 계속 개발 중인 관계로 안정성에 다소 문제가 있는 것으로 알려져 있지만 본 연구에서 개발하는 GUI시스템에는 적합하다고 사료된다.

GUI시스템에 의한 프로파일 설계 프로그램의 실행과정은 Fig. 11과 같다. 파라미터 값 즉 조정점의 위치 및 비율 등이 입력되면 입력 값에 따른 조정점의 새로운 위치가 계산된다. 새롭게 설정된 조정점에 의한 곡선이 생성되고, 이 곡선을 연결점의 위치로 이동시킨 후 완성된 프로파일의 최종 형상을 화면에 보여준다. 적용 버튼을 누르기 전에 파라미터 값의 변화에 따라 형상이 계속 변하는 것을 가시화함으로써 실시간으로 설계를 진행할 수 있도록 한다. 선수부, 현호부, 선미부, 그리고 하우스부에 대한 설계과정 예가 Fig. 12에 보인다.

개발된 설계 프로그램의 결과를 검증하기 위하여 현재 상용화 있는 수퍼요트의 프로파일과 프로그램을 통하여 생성된 프로파일을 비교하였다. Fig. 13은 길이 30.82m, 경사형 선수부, 라운드 선미부, 꺾임형 현호부를 가진 Sunseeker (2008)와 또 다른 스타일을 보유하고 있는 Westport (2006)와의 비교를 보인다. 본 연구에서 개발된 프로그램을 통하여 수퍼요트 프로파일 형상을 실제에 가깝게 생성할 수 있음을 확인할 수 있다.

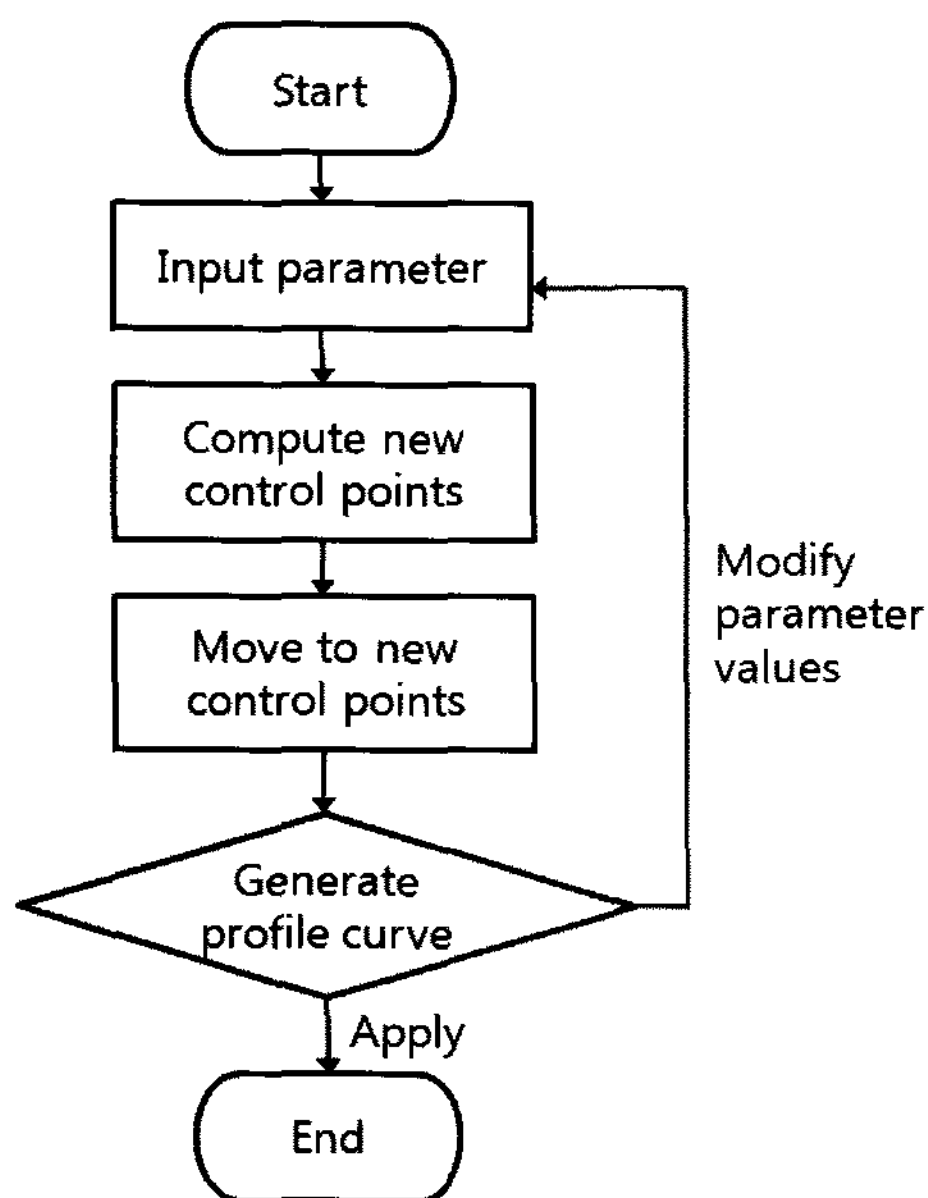


Fig. 11 Profile design process

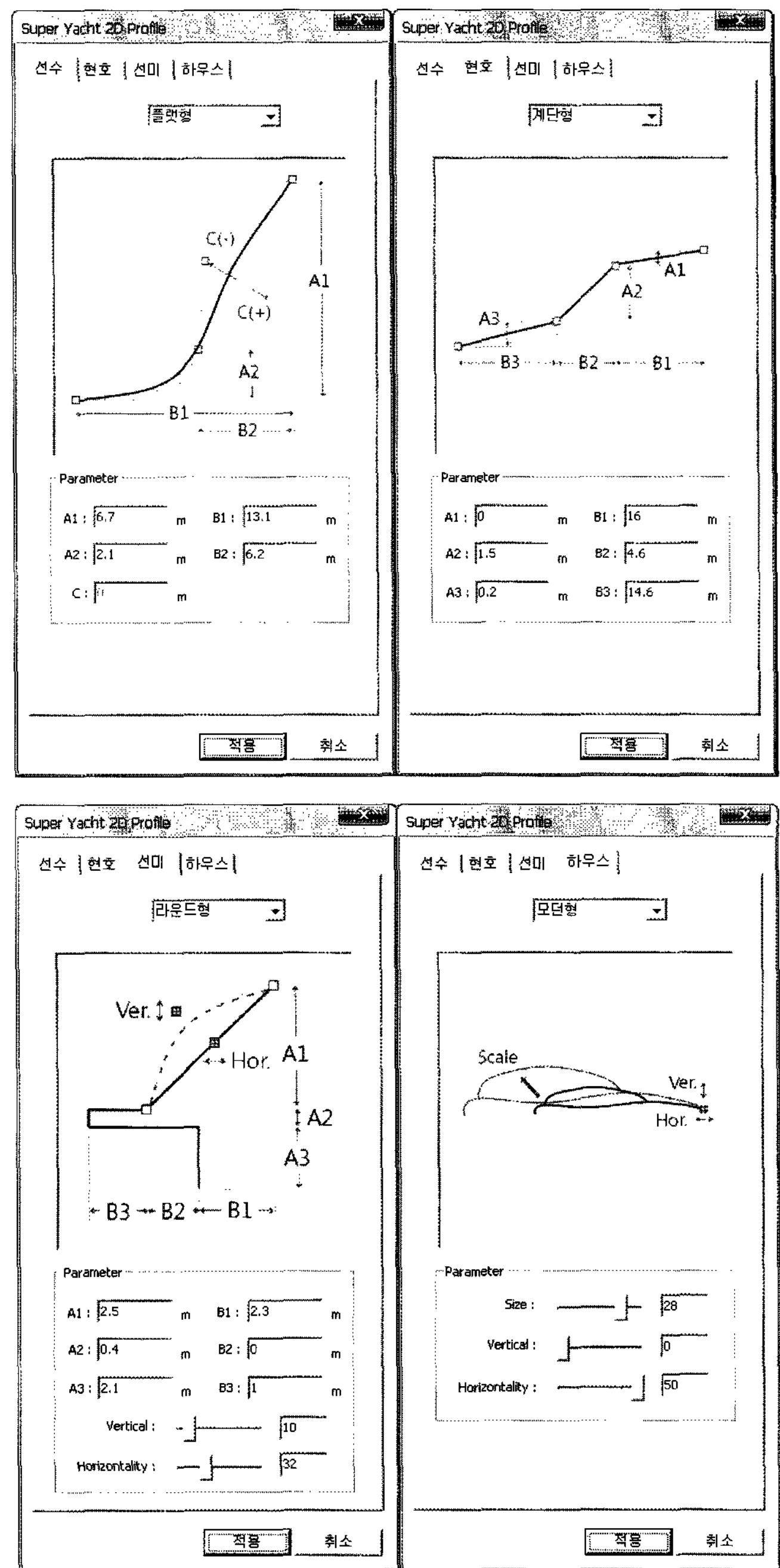
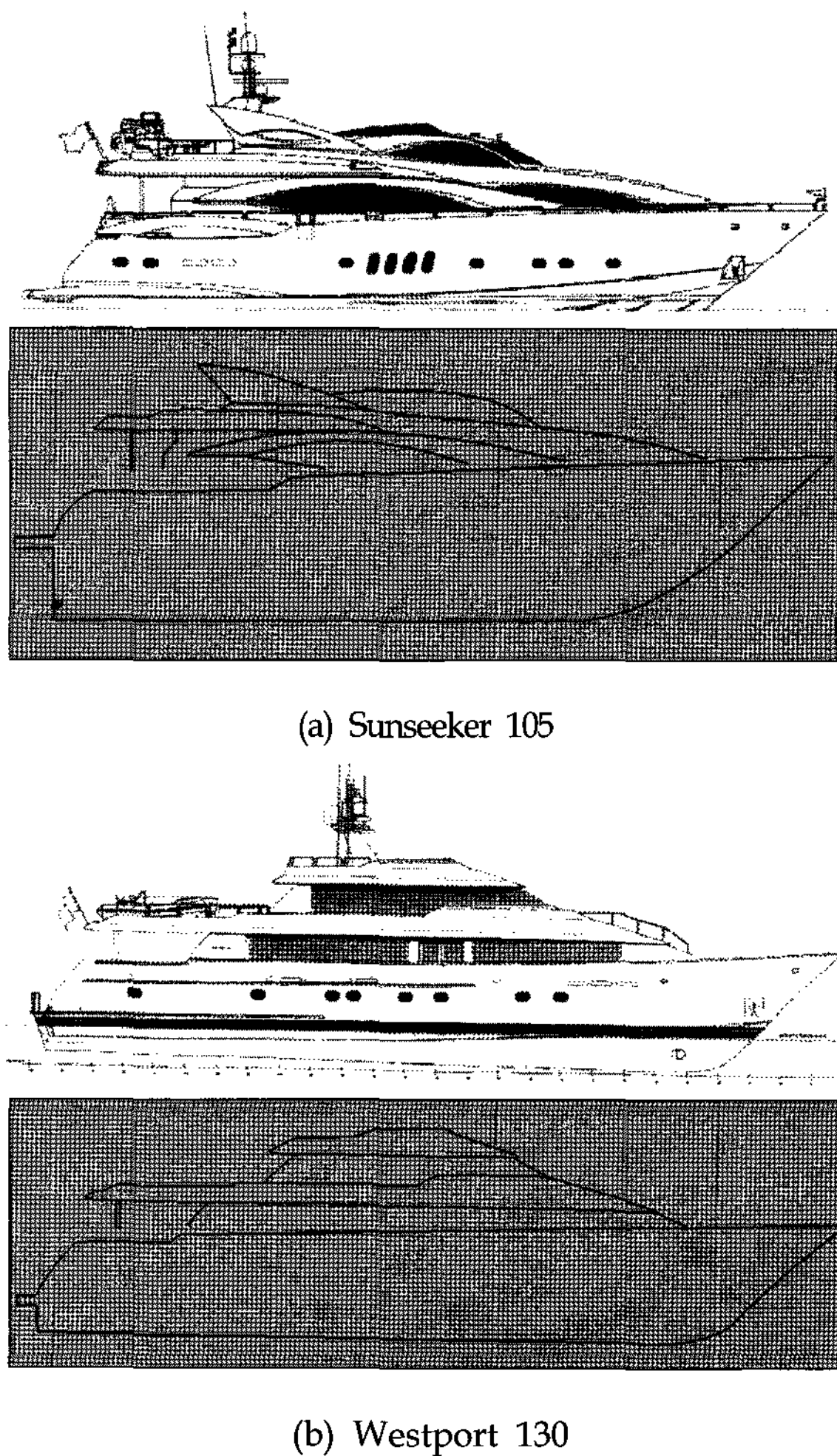


Fig. 12 Interactive design dialogs for profile design and modification

5. 결 론

수퍼요트 초기모델 선정에 대한 기본방향을 제시하였고, 디자인 요소나 사용자의 기호를 고려한 수퍼요트 프로파일 설계가 가능하도록 하였다.

우선, 수퍼요트의 프로파일을 기능적, 미학적 요소에 근거하여 각 구역요소로 분할하였다. 타당한 구역요소는 조선공학 측면에서 선수부, 선미부, 현호부로 구별되었으며, 디자인 측면에서 하우스부가 선택되었다.



(a) Sunseeker 105

(b) Westport 130

Fig. 13 Comparison between built and designed profiles

생성된 모델의 신속하고도 정확한 수정을 위하여 각 모델 형상을 결정짓는 파라미터를 선정하고 파라미터를 변경함으로써 프로파일 형상을 수정하는 기법이 소개되었다. 선수부의 경우 중간 조정점으로 선수프로파일의 전체 형상을, 그리고 또 다른 조정점으로 블록함을 제어함으로써, 자유곡선이 지니고 있는 조정점과 곡선과의 탄성적 관계가 활용된, 유연한 프로파일 설계가 가능함을 보였다. 다만, 일반화되지 않은 하우스 부분은 라이브러리화로 처리되었지만 향후 본격적인 모델링이 지속적으로 연구되어야 할 분야로 주목되었다.

또한 MFC와 OpenGL기반 그래픽스라이브러리를 결합하여 실시간으로 설계형상을 도시해주는 그래픽스 설계 시스템이 소개되었고, 결정된 형상을 건조된 기존 슈퍼요트의 프로파일과 비교하여 프로그램이 유용함을 확인하였다. 프로파일을 생성함에 있어 대화식이 유리할 지 아니면 알고리즘을 통한 자동생성이 유리할 지에 대한 논란의 여지는 남는다. 본 연구에서는 미학적 스타일이 강조되는 요트의 선형 설계를 위해서는 자동생성보다는 사용자와의 대화를 통한 설계 패러다임이 어울린다는 사실을 고려하였다.

현재 2차원 슈퍼요트 프로파일 형상을 경계조건으로 삼고,

추가적인 부가조건을 더하여 3차원 슈퍼요트 모델을 생성하는 후속 연구가 진행 중이다.

후 기

본 논문은 한국과학재단의 특정기초연구과제 지원으로 수행된 연구(R01-2006-000-10541-0)의 내용을 정리한 것으로, 위 기관의 후원에 심심한 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 김수영, 김현철, 여경현, 김민정 (1998a). "적용형 회로망의 퍼지 추론과 B-spline 곡선을 이용한 횡단면적 곡선의 생성," 한국해양공학회지, 제12권, 제3호, pp 96-102.
- 김수영, 김현철, 이충렬 (1998b). "뉴로 퍼지 모델링을 이용한 초기 주요요목 결정 및 선형 생성," 한국해양공학회지, 제12권, 제3호, pp 103-111.
- 남중호 (2006). "파라메트릭 기법을 이용한 고속 단동선의 NURBS 모델링," 한국해양공학회지, 제20권, 제3호, pp 82-87.
- 남중호, 현범수, 김태윤, 김대현 (2007). "슈퍼요트의 초기 선형 선정을 위한 유체성능해석 및 모델링기법," 대한조선학회 논문집, 제44권, 제4호, pp 451-458.
- 박제웅, 이동기 (2000). "NURBS 기법을 이용한 선체선도 형성에 관한 연구," 한국해양공학회지, 제14권, 제1호, pp 95-101.
- 윤태경, 김동준 (2000). "선형의 자동순정 및 모델링 시스템에 관한 연구," 한국해양공학회지, 제14권, 제2호, pp 121-127.
- 이한석, 변량선, 정원조 (2006). "슈퍼요트 외관디자인특성에 관한 연구," 한국생태환경건축학회 논문집, 제6권, 제2호, pp 185-190.
- Faux, I.D. and Pratt, M.J. (1979). Computational Geometry for Design and Manufacture, Ellis Horwood Limited.
- Nautical Web, (2008). Nautical Superyacht, <http://www.nautica.it/superyacht>
- OpenCASCADE (2006). Open CASCADE: Object Libraries, OpenCASCADE S.A.S.
- Piegl, L. and Tiller, W. (1997). The NURBS Book, Springer-Verlag.
- Rhino3 (2003). Rhinoceros: NURBS modeling for Window, Robert McNeel & Associates.
- Rogers, D.F. (2001). An Introduction to NURBS: With Historical Perspective, Morgan Kaufmann Publishers.
- Sunseeker (2008). <http://www.sunseeker.com>.
- ISS, International Superyacht Society (2008). <http://www.superyachtsociety.com>.
- Westport (2006). [tp://www.westportyachts.com/yachts/westport130](http://www.westportyachts.com/yachts/westport130).

2008년 1월 5일 원고 접수

2008년 3월 20일 최종 수정본 채택