

Fuzzy 추론법을 이용한 2차원 선박모델의 3차원 디지털 모델 자동변환 기술

Automatic Transformation Technique of 2D Ship Model into 3D Digital Model Using Fuzzy Inference

김수영* · 김덕은* · 임언수*

부산대학교 조선해양공학과

Soo-Young Kim and Dok-Eun Kim and Eun-Su Lim

Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering Pusan National University

E-mail : sykim@pusan.ac.kr

요 약

선박의 초기 설계 단계에서는 작업의 용이성과 설계자의 관습 등으로 인해 선박모델은 통상 2차원 모델로서 표현된다. 하지만 제품의 상세 설계 단계로 넘어가면 부품의 가공정보 도출, 부품간의 간섭확인, 제품의 성능해석의 용이성 등의 이유로 인해 제품 정보는 3차원 디지털 모델로서 표현되어야 한다. 그러나 현재까지 이러한 과정은 설계자에 의해 수작업으로 진행되고 있고 이 과정에서 공기의 지연, 설계자에 의한 해석 및 입력 오류 등 많은 문제점이 야기되고 있다.

본 연구에서는 이러한 문제의 해결을 위해, Fuzzy 추론 기법을 이용한 2차원 선박 모델의 3차원 디지털 모델로의 자동 변환 기술을 검토한다.

Key word : Fuzzy, Feature Recognition, CAD, Drawing

1. 서론

선박의 초기 설계 단계에서 작성되는 도면은 2차원 도면으로서 제품의 두께, 설치 위치, 방향, 재질 등 제품의 정보를 2차원 모델로서 표현하고 있다. 하지만 제품의 상세설계 단계로 넘어가면 부품의 가공정보, 부품간의 간섭, 제품의 성능해석의 용이성 등의 이유로 제품 정보는 3차원 디지털 모델로서 표현되어야 한다. 그러나 현재까지 2차원 도면 내에 저장된 선박 모델을 3차원 디지털 모델로 자동 변환해 주는 기술은 실현되지 않고 있다. 따라서 초기 및 상세 설계 단계에서 선박 제품 정보가 자동적으로 전달되지 못하여 공기의 지연, 설계자에 의한 해석 및 입력 오류 등의 문제점이 야기된다. [3][4][5]

본 연구에서는 이러한 설계정보의 지연이나 단절을 해결하기 위한 하나의 접근 방법으로 Fuzzy 추론 기법을 이용한 2차원 선박 모델의 3차원 디지털 모델로의 자동 변환 기술을 검토하고 있다.

2. 기존 연구

2.1 2차원 모델로부터 3차원 모델로의 복원

2차원모델로부터 3차원모델을 복원(Reconstruction) 하는 문제는 크게 두 가지 방법으로 분류할 수 있다.

첫 번째 방법은 그림 1과 같이 각 투영면에 나타난 2차원 요소들간의 해석을 통하여 3차원 형상을 복원하는 방법으로 Idesawa등에 의해 연구되었다.[12]

두 번째 방법은 그림 2와 같이 찾고자 하는 모델의 특징형상을 미리 정의해 두고, 이를 패턴 매칭 기법을 통하여 대상 모델 속에서 찾아낸 뒤 3차원 모델로 복원하는 방법으로 B. Aldefeld 등에 의해 연구되었다.[8] 선박 모델의 경우는 두 번째 방법이 적합한 것으로 알려져 있다.

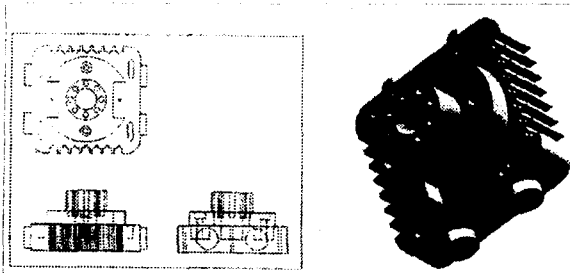


그림 1. 투영면을 통한 3차원 형상 복원
Figure 1. 3D Reconstruction From Projection

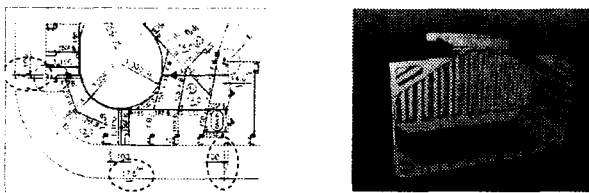


그림 2. 특징형상 인식을 통한 3차원 형상복원
Figure 2. 3D Reconstruction Using Feature Recognition

2.2 특징 형상 인식기법을 이용한 3차원 모델 복원

선박에서 특징형상 인식기법을 이용한 3차원 모델 복원에 관한 연구는 표1과 같이 특징형상 인식을 위한 특징치 혹은 규칙을 제시하여 진행한 바 있다.[3] 이는 크리스프 한 값들로서 특징형상 인식에 사용되는 데이터가 어떠한 범위로 주어지거나 판단의 경계가 애매한 경우도 있다는 특성을 전혀 반영하지 못하게 된다. 따라서 이는 극히 제한적인 적용성을 가져서 인식기법의 범용성을 저하시키는 요인으로 작용한다.

표 1. 특징 형상 인식 규칙

Table 1. Rule of Feature Recognition

FEATURE	H-LOCATION	V-LOCATION	LENGTH	DIRECTION
DECK	1 st UP	LEFT	LONGEST	10% INCLINED
SSHELL	1 st DOWN	LEFT	LONGEST	VERTICAL
BOTTOM	1 st DOWN	LEFT	LONGEST	HORIZONTAL
IN-BOTTOM	2 nd DOWN	LEFT	LONGEST	HORIZONTAL
GIRDER	DOWN	LEFT		VERTICAL
TTOP	2 nd UP	LEFT		50% INCLINED
SLANT	DOWN	LEFT		50% INCLINED

본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 특징형상 인식기법에 퍼지 추론 기법을 적용하였다.

3. 특징형상 인식의 과정

2차원 특징 형상을 인식하여 3차원 모델로 복원하는 과정은 그림 3과 같은 과정으로 볼 수 있다.

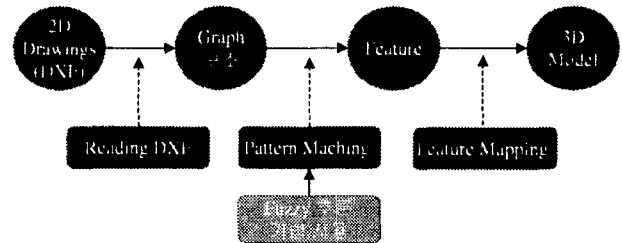


그림 3. 특징형상 인식 Framework
Figure 3. Feature Recognition Framework

먼저, 도면으로부터 선, 호, 원과 같은 기본 Entity를 인식하고 이들 Entity를 좀더 상위레벨의 데이터 구조인 Graph 구조로 재구성한다. 이렇게 구성된 상위레벨 데이터 구조로부터 Fuzzy 추론 기법을 통하여 찾고자 하는 특징형상을 찾아내고 이를 다시 특징형상 매핑기법을 통하여 3차원 모델로 복원하게 된다.

3.1 기본 Entity의 인식

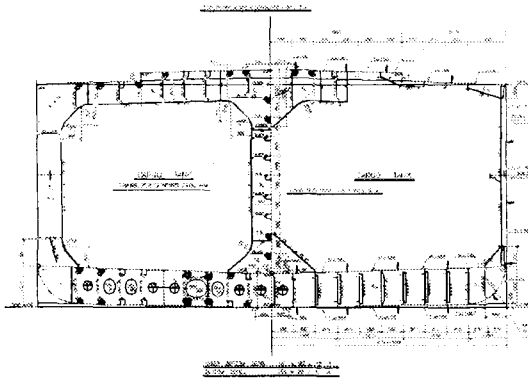
본 연구에서는 인식을 위해 사용되는 도면은 종이 도면 형태가 아닌 CAD시스템용 전산파일 형태로 한다. 이는 현재 대부분의 조선소가 전산 파일형태로 도면이 존재하고 종이 도면을 인식하는 연구는 이 연구의 범위를 크게 벗어나기 때문이다.

개발하고자 하는 형상인식 시스템이 범용성을 가지기 위해서는 인식에 사용되는 도면형식이 일선 조선소에서 가장 많이 사용되는 형식으로 이 기종 CAD 시스템간에 도면정보가 공유되는 형식이어야 한다.

AutoCAD DXF(Data eXchange Format) 파일 형식은 1982년 도면정보의 공유를 목적으로 AutoDesk 사에 의해 만들어 졌으며 현재는 거의 대부분 CAD 시스템이 이 파일 형식을 지원하고 있다. 특히, 조선분야에서 2차원 도면작성을 위해 가장 많이 사용하고 있는 CADRA, AutoCAD 시스템 역시 이 파일 형식을 지원하고 있다.

DXF 파일은 크게 Haed Section, Table Section, Block Section, Entity Section으로 나누어져 있으며 Ascii 형식으로 저장된다. 이는 도면 데이터에 사용자가 쉽게 접근할 수 있게 해주고 DXF 파일을 조작할 수 있는 소프트웨어 작성을 용이하게 해준다.[7]

그림 4는 중앙횡단면도의 DXF 파일로부터 Entity를 읽어 들인 모습이다.



DXF File Reading Result

```

***** LINE(1679 2) *****
0 th Line
start x: 40891.0 start y: 35912.0 start z: 0.0 end x: 45864.0 end y: 35912.0 end
1 th Line
start x: 40891.0 start y: 36112.0 start z: 0.0 end x: 45864.0 end y: 36112.0 end
2 th Line
start x: 40891.0 start y: 37112.0 start z: 0.0 end x: 45864.0 end y: 37112.0 end
3 th Line
start x: 40891.0 start y: 36912.0 start z: 0.0 end x: 45864.0 end y: 36912.0 end
4 th Line
start x: 40891.0 start y: 36712.0 start z: 0.0 end x: 45864.0 end y: 36712.0 end
5 th Line
start x: 40891.0 start y: 36512.0 start z: 0.0 end x: 45864.0 end y: 36512.0 end
    
```

그림 4. 중앙횡단면도 Entity Reading
Figure 4. Reading Entity From Midship Section

3.2 그래프 자료구조를 이용한 상위 레벨 데이터로의 재구성

DXF 파일에서 읽어들이는 기본 Entity들은 좀더 상위 레벨의 데이터로 재구성하여야 한다. 본 연구에서는 그래프 자료구조를 이용하여 상위 레벨 데이터를 조직화한다.

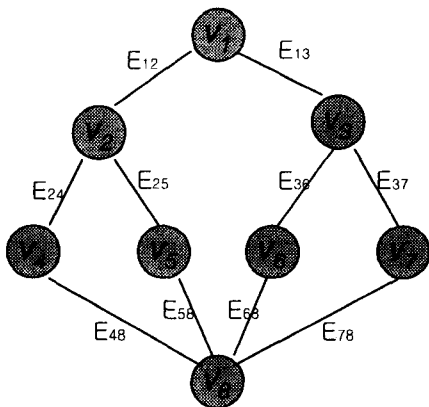


그림 5. 그래프 자료구조
Figure 5. Graph

그래프 자료 구조는 그림 5와 같이 어떠한 정보들 한 개 이상의 정점(Vertex)과 그 정점들 간의 관계인 간선(Edge)으로 표현하는 자료구조로서 임의의 그래프 G는 식 (1)과 같이 표기 할 수 있다.

$$G = (V, E) \tag{1}$$

여기서 V(G)는 정점들의 유한집합을 나타내고 E(G)는 간선들의 유한 집합을 나타낸다.[6]

본 연구에서는 정점에는 Entity의 속성 즉, Entity의 시작점, 끝점, 중심점등의 정보를 저장하고 간선에는 Entity 간의 관계 즉, Entity간의 기울기, Entity간의 거리등을 저장한다.

3.3 Fuzzy 추론 기법을 이용한 특징형상 인식

상위 레벨 데이터로부터 특징형상을 인식하는 과정은 그래프 매칭 기법을 통하여 접근할 수 있다. 도면 데이터를 그래프 구조로 나타낸 후 찾고자 하는 특징형상 역시 그래프 구조로 나타낸다. 그리고 특징형상의 그래프 구조와 동일한 형태를 가지는 그래프 구조를 그래프 탐색 기법을 통하여 도면데이터로부터 찾아낼 수 있다.[10]

그래프 매칭기법을 적용하는 과정에서 정점과 간선이 가지고 있는 정보를 일대일 대응시켜 가면서 특징형상 추출하게 된다. 하지만 도면에 나타나 있는 요소들의 기하학적 특성은 명확하지 않고 모호한 경우가 많다. 예를 들어 어떠한 부재가 정확하게 몇 도의 각도와 몇 미터의 길이를 가지게 되는 것은 아니다. 이것은 선박의 종류와 길이, 폭 등 선박의 특성에 따라 특정범위 내에서 애매 모호한 값을 가지게 된다.

따라서 본 연구에서는 패턴 매칭 과정에 있어서 Fuzzy 추론법을 적용한다.

퍼지 추론 시스템의 입력은 그래프 매칭을 위한 정점 혹은 간선들의 데이터 정보들이며 출력은 찾고자 하는 모델과의 유사성의 정도다.

3.4 Fuzzy 추론 기법

본 연구에서는 퍼지 추론을 위하여 FFL(Free Fuzzy Logic Library)를 사용하였다. FFL은 Fuzzy Application 개발을 API들을 모아놓은 공개된 C++ Library이다.

FFL은 FCL(Fuzzy Control Language)를 지원하므로 이 기종 Fuzzy 제어기 간의 확장성이 용이하다. FCL은 IEC(International Electrotechnical Commission)에서 제정한 Fuzzy Control Programming을 위한 표준 언어로

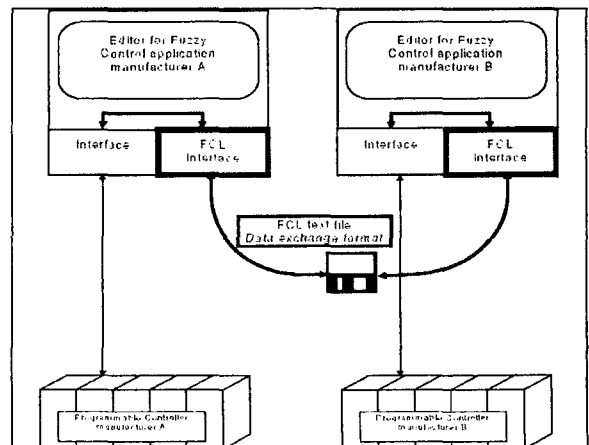


그림 6. FCL을 이용한 퍼지 모델 공유

서 이 기종 퍼지 제어기간의 Fuzzy Model 공유가 가능하다. 그림 6은 에서 보는 바와 같이 FCL을 읽고 해석할 수 있는 Interface만 있다면 다른 퍼지 제어기의 퍼지 모델 정보를 이용할 수 있다.[9][11]

다음은 본 연구에서 사용한 FCL의 예이다.

```

FUNCTION_BLOCK
VAR_INPUT
    Length REAL; (* RANGE(0 .. 100) *)
    Angle REAL; (* RANGE(0 .. 180) *)
END_VAR
FUZZIFY Length
    TERM Short := (0, 0) (0, 1) (50, 0) ;
    TERM Long := (14, 0) (50, 1) (83, 0) ;
END_FUZZIFY

```

... 중간생략

```

DEFUZZIFY Identity
    METHOD: MoM;
END_DEFUZZIFY

```

```

RULEBLOCK first
AND:MIN;
ACCU:MAX;

```

```

RULE 0: IF (Length IS Short)
AND (Angle IS Small)
THEN (Identity IS High);
END_RULEBLOCK
END_FUNCTION_BLOCK

```

3.2 특징형상 매핑 기법을 통한 3D 모델 생성

이렇게 하여 그래프 매핑 기법에 의해 인식되어진 특징형상들의 정보는 프로그램 내에 정의 해놓은 데이터 베이스 속에 저장되고 데이터 베이스 속의 자료를 통해서 3D 모델이 생성된다.

4. 결론

이상의 연구에서 다음과 같은 연구결론을 얻었다.

1. 2차원 도면의 선박 부재 특징형상 인식에서 기존의 방법에서 문제가 되었던 기하학적 제한을 벗어날 수 있게 하였다.
2. 2D로 작성된 선박 모델의 3D 모델로의 자동변환을 보다 유연하게 수행될 수 있는 가능성을 보였다.

참고 문헌

- [1] 김수영, 이연승, "퍼지 모델을 이용한 초기 선형 생성", 대한조선학회 논문집, Vol.29, No.4, 1992.
- [2] 신성철, "초기선박 설계시 인공지능 기법 활용에 관한 연구", 박사학위 논문, 부산대학교, 2003.
- [3] 신용재, "STEP 방법론을 따른 CAD 데이터의 가공과 공유", 박사 학위 논문, 한국과학기술원, 1998.
- [4] 우유식, "솔리드 모델링은 왜 하는가?", 한국 CAD/CAM 학회지, Vol.3, No.2, pp.5-9, 1997.
- [5] 이한민, "2차원 도면으로부터 3차원 CAD 모델의 재구성", 석사 학위 논문, 한국과학기술원, 1999.
- [6] 이석호 역, "C로 쓴 자료구조론", 사이텍 미디어, 1993.
- [7] AutoDesk, "DXF Reference version u14.1.04", 2000.
- [8] B. Aldefeld, , "On automatic recognition of 3D representations", Computer Aided Design, Vol.15, No.2, pp.59-64, 1983.
- [9] Free Fuzzy Logic Library 홈페이지, "http://ffll.sourceforge.net"
- [10] G. Little, R. Tuttle, D.E.R. Clark, J. Corney, "A Graph-based Approach to Recognition", Proceedings of DETC97, 1997 ASME Design Engineering Technical Conferences September 14-17, 1997
- [11] International Electrotechnical Commission, "Fuzzy Control Programming", IEC 1331 Programmable Controllers Committee Draft CD 1.0, 1997
- [12] M. Idesawa, T. Soma, E. Goto, S. Shibata, "Automatic Input of Line Drawing and Generation of Solid Figure from Three-View Data, Proceedings of the International Joint Computer Symposium. pp.304-311, 1975.