

XML을 이용한 곡면 가공 시스템의 정보 구조화에 관한 연구

하광철*, 이장현†**, 오대균*, 신종계*, 유철호**

서울대학교 조선해양공학과*
서울대학교 해양시스템공학연구소**

An Application of XML Based Manufacturing Information for Forming Shop

Kwang Cheol Ha*, Jang Hyun Lee†**, Dae Kyun Oh*,
Jong Gye Shin* and CheolHo Ryu**

Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University*
Research Institute of Marine Systems Engineering, Seoul National University**

Abstract

As the automation of ship production system proliferates, it is unavoidable to move the real machinery, facility, application software, and virtual environment from the heterogeneous data environment to the integrated one. However, it is a prevailing situation that each component operates under the different environment, due to the inability of interchanging the data in a structured manner between the components. The issue is obstacles to improvement of the application system. To facilitate seamless exchange of data among the manufacturing systems, STEP, PDML, and XML has been tried by other studies. This study has investigated how XML data can be applied to exchange the data among the ship production system components. XML data is applied to the forming shop in shipyard to overcome the present difficulties on sharing and exchanging of the information. An example of forming information is represented by XML to demonstrate the feasibility of the proposed approach. In addition, an application of XML information applicable to virtual factory and electronic work order sheet is included.

※Keywords: Structured XML Data (구조화된 XML 데이터), Forming Shop (곡면 가공 공장), Electronic Work Order Sheet(전자 작업 지시서), Virtual Factory(가상 공장)

접수일: 2004 년 7 월 20 일, 승인일: 2004 년 10 월 31 일

†주저자, E-mail: jhlsk@nate.com

†주저자, Tel: 02-882-3563

1. 서론

조선산업의 생산성 향상을 위하여 생산자동화를 위한 역학적, 기구학적 연구가 수행되었고, 그에 따라 곡면 가공 자동화 시스템 등과 같은 자동화 시스템의 개발이 이루어지고 있다. 자동화 시스템은 다양한 기계 장비, 자동화 장비, 응용 프로그램 등으로 구성된 제조 시스템이다. 제조 정보 시스템을 구성하는 응용 프로그램 구성 요소는 다양하게 구성되어 있으며, 이에 따라 정보 및 데이터의 형태 및 종류도 많아질 수 밖에 없다. 따라서 중복된 정보의 통합, 흩어진 정보의 유일성(uniqueness) 확보, 정보 및 데이터 교환을 위한 호환의 문제가 발생한다(Hardwick et al. 1996). 각 제조 공정 모듈의 분리와 규칙성 없는 정보의 흐름에 따라 정보 교환들이 복잡하게 되어 동일한 정보의 이중 반복 생성, 정보 변환을 위한 사상(mapping) 작업의 추가 등의 문제가 생긴다. 따라서 언급한 문제를 해결하기 위해서, 정보의 구조화를 통한 정보 및 데이터 통합이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 아래와 같은 방법들이 활용되어 왔다.

1. ERP, PDM: 통합 시스템 및 데이터베이스에 의한 관리
2. STEP: 제품 정보 모델 정의에 의한 제품 데이터 호환
3. XML, PDML: 정보 및 데이터 구조화에 의한 정보 교환 (Yoo/Kim 2002)

ERP, PDM 은 데이터베이스에 의한 정보의 통합을 목적으로 하고 있으며, STEP 은 제품 정보의 표현을 위한 ISO 10303 으로 정해진 표준이다. XML 은 SGML 의 변형된 형태로써 w3c 에서 정한 인터넷 문서 정보 표현법이다. PDML 은 STEP 에서 정한 제품 정보를 PDE 를 구현하기 위해 연구되고 있는 XML 표기법의 하나이다(Burkett 2001). ERP 와 PDM 시스템은 각각 전사적 관점에서 자원 정보 및 프로세스 관리를 주요한 목적을 활용되며, PDM 은 설계 도면, 3 차원 모델, 제품 구조 정보, 그리고 설계 변경 및 단계별 설계 프로세스를 지

원하기 위한 시스템이다. 따라서 두 방법은 각각 데이터와 프로세스를 통합 지원하는 시스템 규모의 특징을 가지고 있다. STEP 은 제품 정보의 국제 표준화를 위한 접근방법이고 XML 은 이기종 시스템 또는 상이한 응용 프로그램 환경에서 정보 통합을 위한 데이터 수준에서 접근하는 방법이라 할 수 있다. XML 기술은 플랫폼에 독립적으로 정보와 문서의 구조를 정의할 수 있고, 이를 다양한 응용프로그램 및 인터넷 웹 환경에서 활용할 수 있는 특징을 지니고 있다(오대균 등 2002). XML 은 데이터에 의미를 구조적으로 부여하고 데이터를 단순한 정보 전달이 아닌, 의미를 가진 객체로써 전달하므로 의미론적(semantic) 데이터 표현방법이라고 할 수 있다. 따라서 시스템 통합, 응용 프로그램의 상호 연동, 그리고 데이터 교환에 적절한 기술 방법이다. 이러한 특징 때문에 XML 은 EDI, EAI 등에서 기업 응용 시스템의 데이터 통합에 활용된다(이미숙 2002).

다음의 Fig. 1은 EAI 구현에 사용된 XML 의 역할을 개념적으로 표현한 것이다. 다양한 응용 프로그램이 존재하는 기업 내에서 응용프로그램의 수적 증가에 더불어 인터페이스가 증가하고 데이터 변환 부하가 늘어나며 프로그램의 추가 개발이 빈번이 일어난다. 이런 문제를 해결하기 위하여 EAI 기술이 활용되고, 데이터 통합을 위해서 XML 과 파서(parser)를 제공함으로써 응용 프로그램의 수가 늘더라도 유연하게 통합하는 방법이 많이 사용된다

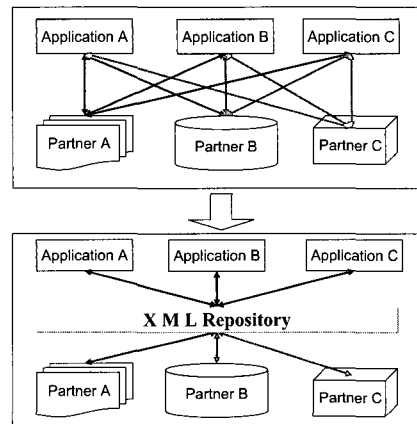


Fig. 1 XML for enterprise application integration

본 연구에서는 다양한 응용 프로그램이 존재하는 선체 곡면 가공 시스템을 대상으로 XML 을 이용하여 시스템 내 정보를 의미론적인 정보로써 가공하고, 이종 정보들을 통합시키는 방법을 제시하였다. XML 형태의 정보를 디지털 생산 시스템과 전자 작업 지시서에 적용시켜 그 효과를 확인함으로써 생산시스템의 정보 통합을 위한 기초 연구를 수행하였다.

2. 선체 곡면 가공 시스템

선체 외판은 약 70%가 곡면으로 구성되어있고, 선수미(船首尾) 블록 등에 존재하는 외판은 이중 곡률을 가지는 기하학적 곡면으로 구성되어있다. 이러한 곡면 외판은 평판으로부터 선상 가공 또는 냉간 가공을 이용하여 성형한다. 선상 가열 (line heating)은 작업자의 경험과 노동력에만 의존하는 공정이며, 이를 자동화 하기 위하여 다양한 연구가 수행되어 왔다(고대은 등 1999, 류철호 2002, 이장현/신중계 2002, Shin et al. 2003). 곡면 가공 자동화 시스템의 구성 모듈과 정보의 흐름은 아래의 Fig. 2와 같다. 각 모듈간의 정보가 분리되어 있어 활용의 제한 및 구현의 어려움이 있을 뿐만 아니라 제한된 시스템에서 작동된다는 단점을 가지고 있으므로, 구조화된 정보 모델이 필요함을 알 수 있다.

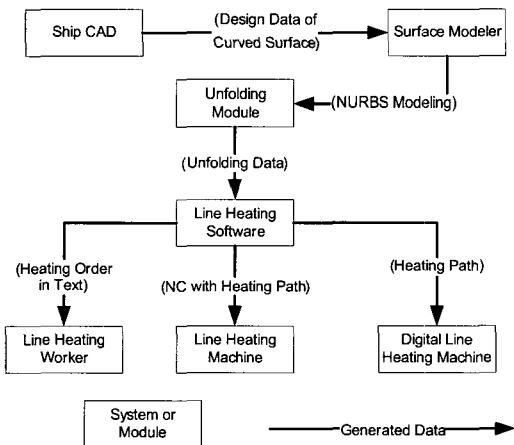


Fig. 2 Present data flow and system module for hull forming process

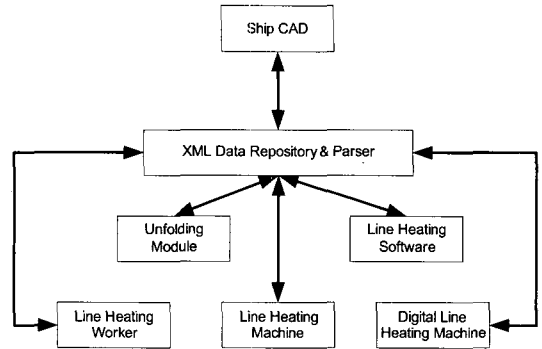


Fig. 3 Data flow and system module supported by XML data

XML 저장소를 이용하여 각 모듈에 필요한 정보를 제공할 수 있는 모델을 Fig. 3에 설명하였다. XML 저장소(repository)와 파서를 제공하여 각 응용 모듈과 구성 요소의 정보 통합을 이루기 위한 기본 구성도이다.

본 연구에서는 곡 가공 정보를 구조화하기 위해 XML 스키마(schema)를 이용하여 문서의 유효성을 검증하였다. XML 문서를 나타내는 객체들의 인터페이스(Interface)를 표준으로 정의해놓은 DOM 파서를 이용하여 XML 정보를 입력하고 출력하였다.

3. 곡면 가공 정보 구조화

곡면 가공 정보를 구조적으로 모델링하기 위하여 UML 과 XML 스키마를 사용하였으며, 각 응용 프로그램을 위한 구조화된 정보 활용 절차는 아래의 그림과 같은 순서로 정보 분석 및 모델링 절차를 수행하였다(Fig. 4).

- 실제 가공할 곡면 설계 정보 분석
- 공정과 정보의 객체지향적 분석
- 분석을 토대로 XML 스키마 분석
- 작업할 정보의 유효성 검증
- DOM 을 이용한 곡면 가공의 각 정보 입출력
- 정보 사용대상 결정과 파서 개발
- 통합 XML 문서 생성
- 생성된 XML 문서의 적용

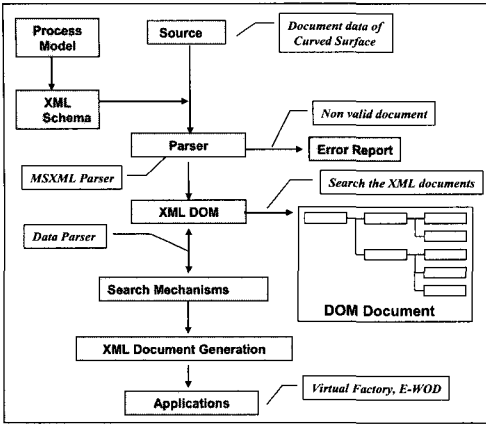


Fig. 4 Procedure to represent the forming data by XML

으며, 이와 데이터의 최대/최소 개수 등의 제약조건도 동시에 포함하고 있어, 자료의 유효성 검증 기능도 수행한다. XML 스키마가 검증 기능을 동시에 수행하므로, 입력정보가 구조화된 정보와 맞지 않을 때는 XML 스키마에 부합되지 못하므로 유효한 문서가 될 수 없다.

XML DOM은 트리(tree) 구조로 각 정보를 탐색해 나가면서 정보의 입출력을 수행할 수 있게 한다. 앞서 정의한 4 단계 곡면 가공 정보들을 트리 구조로 탐색해 나가면서 전자작업지시서, 가공공장 적용, 실제기계구동 등의 여러 다른 시스템에 맞게 구동될 수 있도록 파서를 개발하였다. 따라서, 생성된 파서를 이용하여 신규 모듈의 추가, 입력 형태 변화에 따라 적절한 정보를 입력하거나 출력을 할 수 있고, 여기서 부가적으로 생성된 정보들도 쉽게 파악하고 정리될 수 있다. Fig. 6은 DOM API를 이용하여 문서 정보 구조를 파악할 수 있는 응용 프로그램을 보인 것이다. 아래의 Fig. 7은 본 논문을 통해 개발한 XML 어플리케이션과 MS DOM API, 그리고 생성된 XML 데이터를 활용하는 각 어플리케이션의 관계를 도식화한 UML 디플로이먼트(deployment) 다이어그램이다.

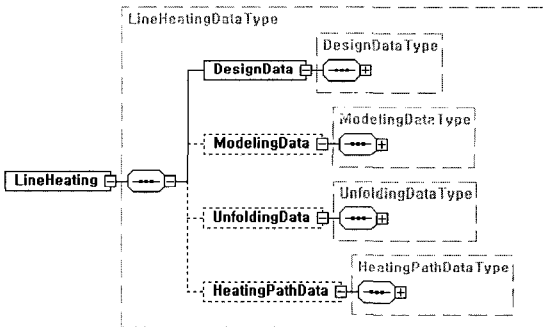


Fig. 5 XML schema for hull forming information

본 연구에서는 객체 분석법인 UML을 이용하여 곡면 가공 공정 프로세스, 응용 프로그램 그리고 데이터 객체를 분석하여(신중계 등 2002, 신동현 등 2002) XML 스키마를 결정하고, DOM 트리 구조의 노드 (node) 결정과 판별을 용이하게 하였다.

곡면 가공 공정을 분석하여, 설계정보(designed data), 모델링정보(modeling data), 전개정보(unfolded data), 가열선 정보(heating path data)의 4 단계로 분리하여 XML 스키마를 사용하여 구조화 하였다(Fig. 5). 상세한 XML 스키마는 부록에 표현하였다. 각 단계들은 실제 곡면 가공에 필요한 곡판의 호선정보, 판명, 가열선 개수, 가열선 방향, 토오치 속도와 같은 주요 사항들을 담고 있

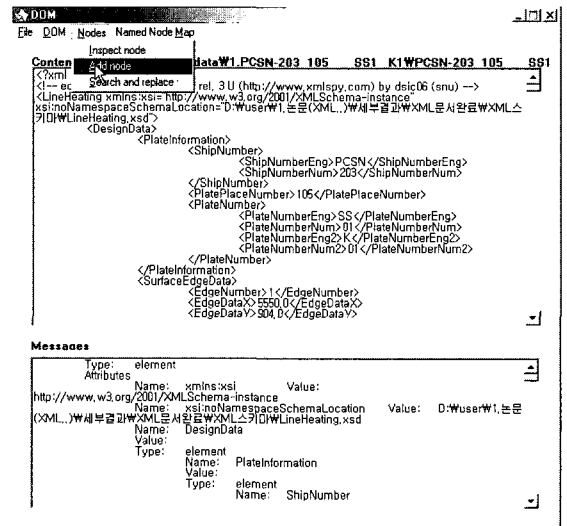


Fig. 6 Sectional view of DOM

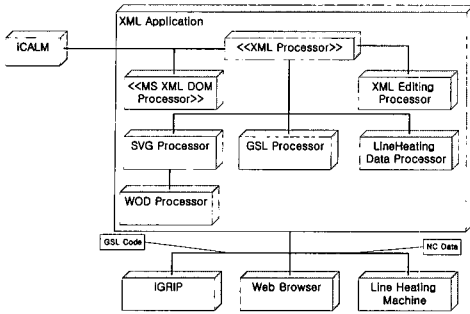


Fig. 7 UML Deployment diagram of XML application

4. XML 정보의 적용

XML 문서는 최종적으로 하나의 정보이다. 구조화된 문서를 이용하여 전자작업지시서를 직접 생성하고 가상공장 구동을 위한 시뮬레이션 파일을 생성하였다. 본 연구에서 생성된 정규화 XML 문서는 정보의 구조를 개체(entity)와 속성(attribute)로 표현하므로 정보의 인식이 명확하다. XML 스키마를 통해 구조적인 정보로서 인식하므로 이 기종의 기계나 시스템에서 사용할 수 있도록 정보를 변환할 수 있는 장점이 있다. 아래의 Fig. 8은 선체 곡외판의 각 변에 존재하는 점의 좌표 값을 XML 로 표현한 것이다.

목적 곡면 정보로부터 iCALM¹을 이용하여 전개형상 및 가열선 위치 정보를 계산하였다. 전개형상 및 가열선은 각각 XML 문서와 SVG 문서로 변환하였다(Fig. 9). 특히 SVG 형태의 정보는 가열선 위치와 정보를 그래픽 정보로 표현함으로써 전자 작업 지시서 (e-WOD)로서 활용할 수 있음을 보였다(Fig. 10). 작업지시서는 기계와 작업자의 조합, 작업자에 의해 수행될 과업 등과 요구되는 공정의 요구들이 명시되어 있는 문서이다. 기존 조선소에서는 작업지시서가 없거나, 수작업 혹은 내용과 형상이 분리된 작업지시서가 대부분이었다. 본 연구에서는 앞서 작성된 XML 문서를 사용하여 생성한 전자작업지시서는 그래픽 구현과 정보가

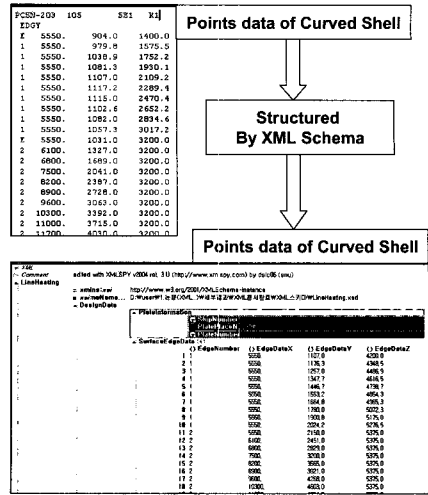


Fig. 8 An example of structured data described by XML

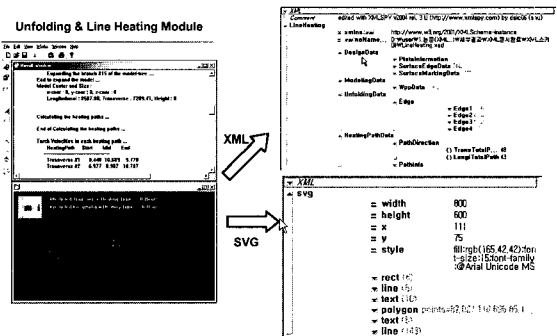


Fig. 9 Structuring line heating data into XML format

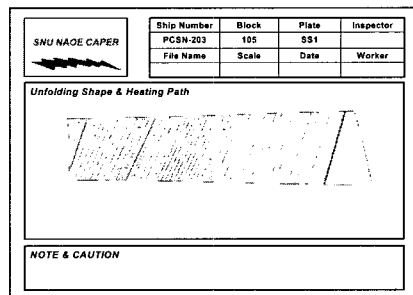


Fig. 10 An example of e-WOD in form of SVG

¹ iCALM 은 서울대학교 조선해양공학과에서 개발한 곡면 가공 정보 계산 프로그램이다.

통합적으로 구현되며, 실시간으로 호선정보, 판명, 작업자, 관리자 등의 정보들을 적용/수정/삭제하는 것이 가능하다. 또한, 가열선 정보와 전개형상은 실제 계산결과를 이용한 것으로써 정확하고 직관적으로 볼 수 있다. 이 전자작업지시서는 SVG 로 구현되었기 때문에, 이 자체만으로도 유효성 검사가 가능한 동시에 웹(web)상에서 자유롭게 참조할 수 있으며, 문서의 소스를 쉽게 분석/확인 할 수 있어 문제점 해결에도 도움이 될 것이다.

디지털 생산 모델은 실제 공장 모델과 동일한 속성과 객체 구성 요소를 가진 시뮬레이션 모델이다(신중계 등 2002). 본 연구에서는 가상공장 내의 곡 가공 자동화 기계를 모델링하고, 앞서 생성된 실제 곡 가공 정규화 정보들을 개발한 파서를 이용하여 입력함으로써, 그 시뮬레이션의 비교 효과를 증대할 수 있게 하였다. 또한, 이 가상 곡면 가공 기계의 구동을 위하여 구동프로그램 자체를 자동으로 생성하게 해주는 파서도 함께 개발하였다. 가상 공장이 시작되면, 전개형상 정보를 정규화 XML 문서에서 입력 받아 초기 평판이 자동생성 되고, 계산된 가열선의 위치 및 가열선의 배치 순서, torch 속도 등 실제 정보대로 가상 기계가 곡 가공 작업을 수행하게 된다. 아래의 Fig. 11은 변환된 디지털 선상 가열 모델의 구동을 위해 XML 문서로부터 파서에 의해 생성된 GSL 코드와 가상 모델의 예를 보이고 있다. 디지털 모델의 구축을 위해서 iGRIP²을 이용하였다. GSL 코드에 의해 계산된 가열 조건과 동일한 정보에 의해 가상 곡면 가공 장치를 시뮬레이션 함으로써 작업 시간, 작업 시 충돌 등을 작업 전에 검증할 수 있다.

5. 결 언

본 연구에서는 다양한 모듈 및 응용 프로그램을 가진 제조 시스템의 정보 통합 방안으로써 XML 을 제안하고, 이를 선체 곡면 가공 시스템에 적용하였다. 생산정보 구조화를 위하여 XML 스키마를 이용하여 구조화된 정보를 생성하는 일련의 방법

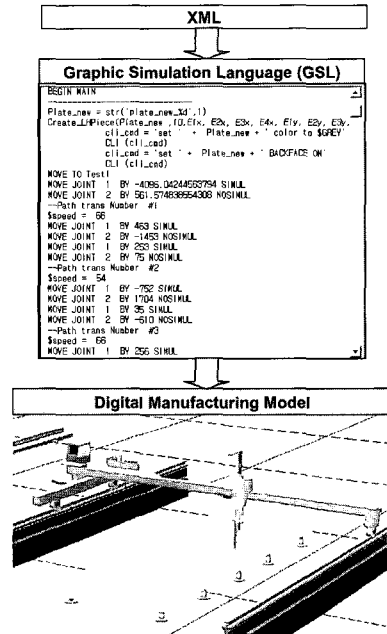


Fig. 11 XML Data parsed to GSL for digital line heating machine

론을 제시하였고, 그에 따라서 DOM 에서 제공하는 API 를 이용하여 전자 작업지시서 개발과 디지털 공장에 필요한 정보를 생성하였다. 살펴본 바와 같이, 기존 분산 환경의 곡면가공 공정에 있어 복잡했던 가공 정보를 구조화하여 하나의 XML 문서로 표현하였고, 이를 여러 시스템에 적용, 활용해 봄으로써 XML 의 생산시스템 활용에 대해 확인하였다. 본 연구에서 제시한 일련의 방법은 선체 가공, 조립 및 탑재 등의 공정 정보 통합 또는 구조화의 방안으로 확장될 수 있을 것을 사료된다 따라서 생산 일정 및 작업 계획, 일정 및 작업 계획 시뮬레이션, 공정 시뮬레이션 등 제조 시스템의 계획과 분석에 필요한 정보와 데이터를 통합할 수 있는 방안으로써 XML 을 활용할 수 있을 것이다.

Acronym

- API: Application Program Interface
- DOM: Document Object Model
- EAI: Enterprise Application Integration
- EDI: Electronic Document Interchange

² iGRIP 은 DELMIA 社의 가상 생산 (virtual manufacturing) 지원 도구이다.

- ERP: Enterprise Resource Planning
- e-WOD: Electronic Work Order
- GSL: Graphic Simulation Language
- PDE: Product Development Exchange
- PDML: Product Data Markup Language
- PDM: Product Data Management
- STEP: Standard for the Exchange of Product Model Data
- XML: Extensible Markup Language
- SVG: Scalable Vector Graphics

후 기

본 연구는 과학기술부에서 지원하는 국가지정 연구실 사업인 “고정밀 선박 외판 곡면가공을 위한 지능형 생산정보 생성 연구” 및 산업 자원부에서 지원하는 “고부가가치 선박개발을 위한 디지털 통합 건조 공법개발” 과제의 일부로서 수행된 것이며, 위 기관에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- 고대은, 장창두, 서승일, 이해우, 1999, “국가공 자동화 시스템을 위한 선상가열에 의한 변형의 실시간 시뮬레이션,” 대한조선학회 논문집, 제 36 권, 제 4 호, pp. 116-128.
- 류철호, 2002, 최소 변형을 에너지를 갖는 선체 외판의 전개형상 알고리즘, 서울대학교 조선해양공학과 박사학위 논문
- 신동현, 우종훈, 이장현, 신종계, 2002, “적용 시스템 접근법을 이용한 조선소 가공공장 분석,” 대한조선학회 논문집, 제 39 권, 제 3 호, pp. 75-81.
- 신종계, 이장현, 우종훈, 김용균, 이종무, 2002, “디지털생산을 위한 초기 모델 개발 소개 -조선소 성형공장을 중심으로-,” 대한용접학회지 제 20 권 제 1 호, pp. 10-17.
- 오대균, 송관형, 이종갑, 2002, “무선 프로그래밍을 활용한 XML 기반의 조선 PDM 구현에 관한 연구,” 대한조선학회 논문집, 제 39 권, 제 4 호, pp. 54-60.
- 이미숙, 2002, XML 을 이용한 기업 간 통합 비즈니스 프로세스의 자동 실행 방안, 서울대학교 산업공학과 석사학위 논문
- 이장현, 신종계, 2002, “유한요소해석과 다변수 해석에 의한 선상가열 변형관계식,” 대한조선학회 논문집, 제 39 권, 제 2 호, pp. 69-80.
- Burkett, W. C., 2001, “Product data markup language: a new paradigm for product data exchange and integration,” Computer-Aided Design, Vol. 33, pp. 489-500.
- Hardwick, M., Spooner, D. L., Rando, T. and Morris, K. C., 1996, “Sharing Manufacturing Information in Virtual Enterprises,” Communication of the ACM, Vol. 39, No. 2, pp 46-54.
- Shin, J. G., Ryu, C. H., Lee J. H. and Kim, W. D., 2003, “User-Friendly, Advanced Line Heating Automation for Accurate Plate Forming,” Journal of Ship Production, Vol. 19 No. 1, pp. 8 -15.
- Yoo, S. B. and Kim, Y., 2002, “Web-based knowledge management for sharing product data in virtual enterprises,” International Journal of Production Economics, Vol. 75, pp. 173-183.



< 하 광 철 >



< 이 장 현 >



< 오 대 균 >



< 신 종 계 >



< 유 철 호 >

부록: Detailed XML schema table

