

스마트라이트: 웹기반 자동차 광학부품 개발 시스템

안성훈*, Paul K. Wright**

SMARTLITE: A Web-based Product Development System for Optical Components of Automobiles

Ahn, S. H.* and Paul K. Wright**

ABSTRACT

For the development of automobile lighting components, various designers, developers and manufacturing personnel are involved, each group needing different software tools. In this Smartlite project, several software tools were developed for product development of the lighting components and then tested using two different user interfaces (UIs); the first was based on a commercial CAD system (SDRC I-DEAS) and the second was based on a web browser. The specific focus of this study was a comparison between the new web-based UIs, and the UIs on commercial CAD systems. The usability data have been collected from the users at Visteon and showed that the web-based UIs provided comparable functionality with the CAD-based UIs in terms of performance and usefulness. For the criteria of accessibility, the web-based tools out-performed the CAD-based tools.

Key words : User Interface, Web, CAD, Usability, Database

1. 서 론

오늘날 사업환경은 보다 경쟁적으로 되고있고, 제품 사이클은 매년 짧아지고 있다. 이런 추세로 인해 지사가 전 세계적으로 퍼져있는 세계적인 기업들은 사업방에 대한 연결뿐 아니라 수요자와 공급자와의 설계 및 생산관련 정보를 공유하기 위한 인터넷 기술을 사용하고 있다¹⁾. 본 논문에서는 포드(Ford) 자동차에서 1차 부품 공급자(1st tier supplier)로 분사한 비스티온(Visteon)의 경우를 들어 인터넷이 제품개발에 사용되는 예를 보이하고자 한다.

자동차용 라이트 시스템부는 전조등, 방향지시등 같은 독립적인 시스템을 생산하며 비스티온의 여섯 부분의 사업영역중 하나인 Electronics부문에 포함된다. 라이트 시스템의 가장 하위 단계의 부품인 "표준 부품" (예를 들어 전구, 소켓 및 조절기)은 하위 부품 공급자로(2nd tier supplier)부터 구매된다. 중간단계에서는 렌

즈, 케이스 및 반사경같은 보다 전문적인 부품들이 1차 공급자에 의해 처음부터 설계된다. 또한 1차 공급자는 이런 부품들을 조립하여 완전한 라이트 시스템을 생산하게 된다. 최상위의 조립 단계에 위치한 포드사는 최종생산라인에서 이 라이트 시스템을 다른 부품들과 조립하여 자동차를 생산하게 된다.

그림 1에서 보이듯이 제품 개발 사이클은 라이트 시

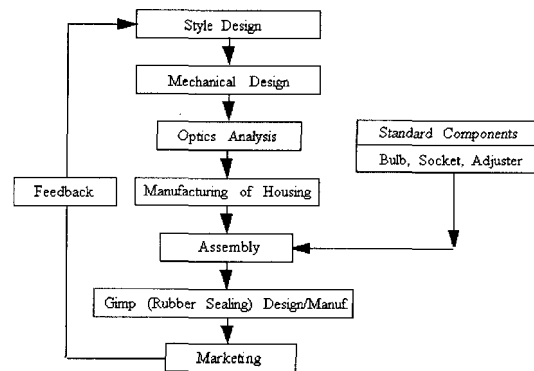


Fig. 1. Product development cycle of lighting systems.

*종신회원, 경상대학교 기계항공공학부
**UC Berkeley, Mechanical Engineering
· 논문투고일: 2002. 1. 7
· 심사완료일: 2002. 4. 11

시스템의 가장 바깥부분, 즉 Class A서퍼스의 스타일 설계로부터 시작한다. Class A 서퍼스는 포드에서 디자인되어 비스티온으로 전달된다²²⁾. 다음 단계는 기계적인 설계, 즉 Class A 서퍼스 내부의 부품과 형상에 대한 설계이다. 그리고 라이트시스템의 광학적 설계와 해석이 뒤따르는데 각각의 설계된 라이트 시스템의 특성은 자동차가 운행될 나라의 자동차 법규에 맞도록 차별화 된다. 라이트 시스템을 구성하는 부품은 주로 플라스틱 사출성형에 의해 생산된다. 제품생산의 마지막 단계는 김프라고 불리는 고무봉인에 대한 설계와 제작이다. 김프의 중요한 기능은 라이트 시스템과 바디 패널 사이의 공간을 봉인하여 보호하는 것이다.

2. 스마트라이트 시스템

스마트라이트 프로젝트는 라이트 시스템의 개발에 유용한 소프트웨어를 제공하기 위해 비스티온의 지식 기반 공학부(Knowledge-based Engineering, KBE)를 주축으로 1998년 시작되었다. 스마트라이트의 시작단계에서 비스티온의 라이트 시스템의 제품개발 사이클에 대한 조사를 통해 기존의 설계와 제조과정의 문제점을 발견하였다. 설계자들 그리고 기술자들과의 인터뷰를 통해 효과적인 소프트웨어의 기능이 무엇인지 찾아내게 되었다.

스마트라이트에서 개발된 소프트웨어는 CAD와 웹의 두 가지 인터페이스를 사용자들에게 제공한다. CAD기반의 모듈은 표준부품라이브러리, 광도계산기, 광학 가능성 검사기, 설계 보조 모듈이고, 웹기반의 모듈로는 표준부품라이브러리(조절기 결정기 제외), 광도 계산기, 김프 결정기가 개발되었다. 이 모듈들 중에 대표적인 예가 다음에 설명된다.

2.1 표준부품 라이브러리(Standard Part Library)

방대한 양의 데이터베이스에서 적절한 대상을 검색하는 기능은 포드나 비스티온과 같은 생산 업체에서 제품 개발비용과 시간을 줄이는데 중요하다. 많은 상업용의 Engineering Resource Planning(ERP) 또는 Product Data Management(PDM) 시스템들은 제품개발에 있어서 설계와 생산관련 정보를 공유할 수 있게 한다²³⁾. 그러나 PDM과 ERP는 기업 규모의 표준 도구이기 때문에 좀 더 세부적이고 특정한 제품에 사용되기 위한 다양한 기능을 모두 만족시키기에 무리가 있다.

스마트라이트의 표준부품 라이브러리(SPL)는 CAD에 기반을 둔 사용자 인터페이스와 웹에 기반을 둔 사

용자 인터페이스 양쪽 모두를 제공함으로써 거의 모든 사용자들을 포용하도록 설계되어졌다. 그래서 제품개발에 관계된 어떤 누구라도 이미 존재하고 있는 필요한 제품 데이터에 접속할 수 있다. SPL의 기능적 특징은 다음과 같다.

- 라이트시스템의 데이터베이스에 모든 표준부품들을 포함시킨다(Oracle 8i database 사용).
- 조절기 결정기(Adjuster Decision Tree)는 찾고자 하는 조절기의 카테고리를 결정하는데 도움을 주기 위해 사용자들에게 지식 지도(Knowledge map)를 제공한다.
- 원하는 특성을 지닌 부품을 검색하도록 한다(타입, 크기, 색상, 제조업자, 기타 등등).
- 그래픽을 이용하여 부품의 모든 특성을 효과적으로 보여준다(JPEG/VRML).
- 설계들에게 3D CAD(I-DEAS)데이터를 검색할 수 있게 한다(설계의 재 이용).

SPL 개발 과정 동안 이미 존재하는 수 천 개의 조절기, 전구와 소켓들이 분류되어졌고 중복되는 부품들은 표준 부품을 최소화하기 위해서 삭제되어졌다(그림 2 참조). 모든 현존하는 부품들의 재편성 과정은 설계될 필요가 없는 수많은 중복되는 부품들이 있었다는 것을 보여준다. SPL 사용자들은 부품의 단면과 서류를 찾기 위해 특정 부서로 가지 않고도 인트라넷(Intranet)을 통해 어디에서라도 짧은 시간에 부품 데이터에 접속할 수 있다.

그림 3은 CAD기반과 웹기반의 SPL을 보여준다. 사용자 인터페이스의 디자인은 다르지만 결국 두 가지 모두 부품을 검색하고 내용을 보여주는 기능적인 측면에서 동일한 기능을 제공한다.

표준 부품라이브러리 모듈 중에 조절기 결정기는 CAD기반으로는 개발되었지만 웹 기반으로의 개발은 생략되었다. 그 가장 중요한 이유는 방대한 양의 동적인 그래픽이 요구되는 이 모듈을 웹으로 개발하였을

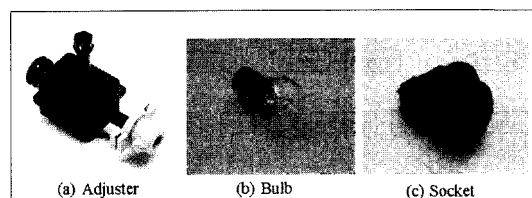
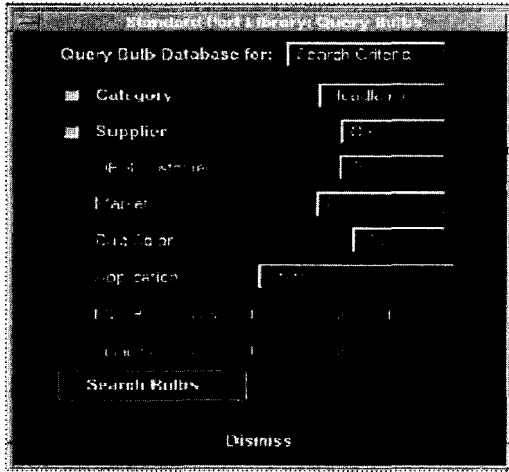
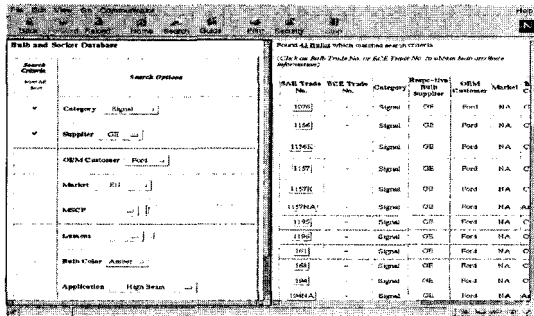


Fig. 2. Components which are standardized in the Smartlite project. All attributes are available both from the web-based tools and CAD interface.

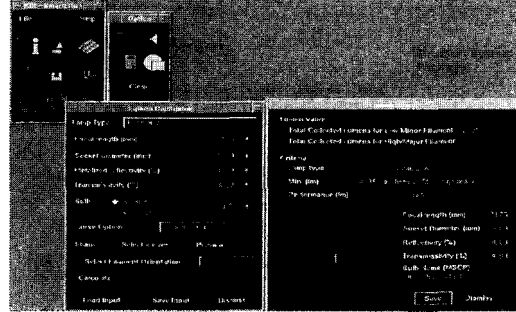


(a) CAD User Interface

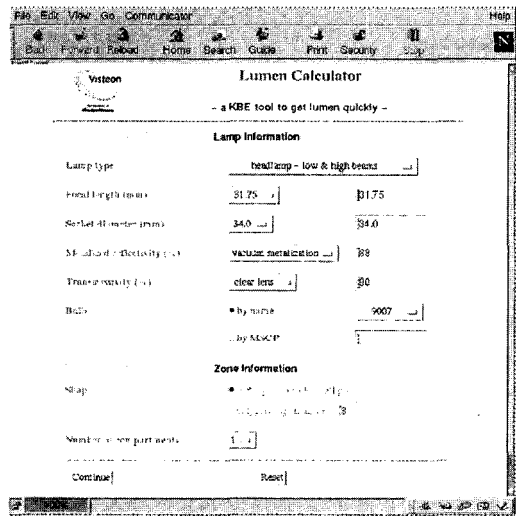


(b) Web User Interface

Fig. 3. User interfaces of Standard Part Library. The CAD-based tool (a) is accessible from the I-DEAS user interface. The web-based tool (b) provides search options for a preliminary search. Final attributes are shown in another web page.



(a) CAD User Interface



(b) Web User Interface

Fig. 4. User interfaces of the Lumen Calculator.

때 저하될 프로그램의 실행속도를 개발 전에 우려했기 때문이다.

2.2 광도 계산기(Lumen Calculator)

광도 계산기는 스마트라이트의 광학용 분석도구의 하나이다(그림 4). 이 소프트웨어는 사용자로부터 렌즈의 투과율, 모양, 초점거리와 필라멘트의 형태, 반사경의 반사율을 입력변수로 읽어낸다. 그런 다음 주어진 라이트에 대한 빛의 광도값(lumen)을 제공한다.

광도값의 계산은 비스티온에서 개발한 광학용 분석 소프트웨어가 소재한 Core Module Server에서 행해진다. 이 도구의 기본 기능은 SPL에서와 같이 3차원 CAD기반의 사용자 인터페이스와 웹기반의 사용자 인터페이스에서 동일하다.

2.3 김프 결정기(Gimp Decision Tree)

김프는 일단 혹은 다단의 고무 층들로 구성되어 인접한 구성요소와 틈을 메워주고 자동차 운행중의 충격이나 진동을 완화시킨다. 알맞은 김프의 설계와 생산을 위해 여러 엔지니어들을 인터뷰함으로써 관련지식을 축적하였다. 이러한 지식은 가능한 최저비용으로 제조방법을 결정하기 위한 일련의 규칙(Rule)으로 프로그램화 되었다. 김프 결정기는 웹에서 자바(Java)를 사용한 그래픽 네비게이션으로 김프 생산 방법의 결정에 필요한 정보를 제공한다(그림 5). 그림 5의 상단에 보이는 생산에 관련된 질문에 사용자가 가/부/모름의 세 가지 대답을 계속하면, 정해진 규칙에 의해 최저가로 생산하기 위한 김프의 재질과 조립 방법이 결정되어 사용자에게 보여진다(그림 5 하단). 김프의 생산에 3차원 CAD의 필요성이 상대적으로 적으므로 CAD를 사용한 김프 결정기의 개발은 보류되었다.

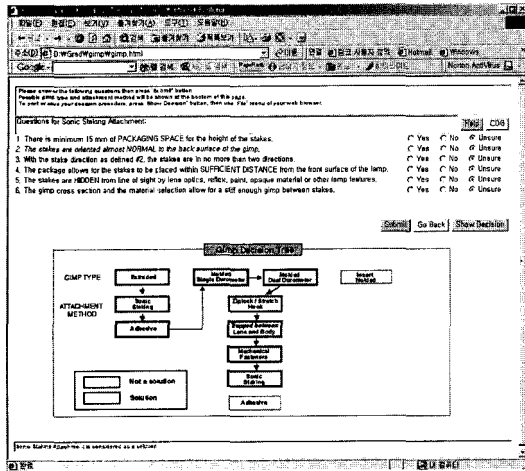


Fig. 5. User interface of the web-based Gimp Decision Tree.

2.4 기타의 모듈들

설명된 모듈이외에도 여러 모듈이 개발되었다. 그 중에 광학 가능성 검사기(Optical Feasibility Checker)는 3차원 CAD 데이터를 읽고 필요한 반사경의 치수와 광학적으로 문제점이 있는 부위를 표시해 준다. CAD 내부의 데이터를 웹 브라우저에서 연동해서 읽는 것이 브라우저의 보안문제를 야기해 통신구조를 복잡하게 만들기 때문에 웹기반의 모듈은 개발되지 않고 CAD만이 사용자 인터페이스로 사용된다. 설계 보조 모듈(Design Utility Module)은 CAD에서 광학적 요소들(pillow, parabola, flute)의 생성을 자동화하는 도구들로 CAD와 연동해서만 사용되므로 웹기반 모듈은 필요성이 적어 개발되지 않았다.

3. 스마트라이트 통신구조

스마트라이트의 장점은 사용자들이 쉽게 CAD와 웹 환경에서 여러 가지 소프트웨어에 접근하도록 하는 것이다. 이 목표를 이루기 위해서 스마트라이트에서는 두 가지 사용자 인터페이스가 비스타온의 인트라넷을 통해 Core Module Server에 구성된 데이터베이스와 기타의 모듈에 접근하도록 허용한다.

첫째, CAD 사용자 인터페이스는 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)를 통하여 Core Module Server의 연결부에 접근한다. CORBA는 I-DEAS의 API의 근간이고^[5] I-DEAS와 Core Module Server간의 의사 소통을 목적으로 전문가 시스템 셸(Shell)이 사용되었다. 비스타온의 전문가 시스템 셸의 세부사항은 Liou와 Ritt의 논문에 설명되어있다^[6]. 관

련된 CAD데이터 역시 CORBA를 통하여 I-DEAS의 TDM(Team Data Management)에 저장된다.

둘째, 웹기반의 모듈들은 다양한 통신 방법을 통하여 Core Module Server와 연결된다. 기본적으로는 자바 서블릿(Servlet)을 사용했지만 필요에 따라서는 RMI(Remote Method Invocation), JSP(Java Server Page), 자바 애플릿(Applet)등이 사용되었다.

4. 사용자 인터페이스의 평가

소프트웨어의 사용자 인터페이스는 그 효용성에 있어 중요한 역할을 한다. 비록 소프트웨어가 사용자의 작업을 보조하는 유용한 기능을 가지고 있다 해도 친숙하지 못하고 인간공학적이지 못한 사용자 인터페이스는 종종 소프트웨어의 유용성을 저하시킨다^[7,8].

웹에 기반을 둔 사용자 인터페이스의 특성들에 대해 여러 사람들이 연구해왔다^[9-13]. 하지만 웹에 기반을 둔 사용자 인터페이스와 CAD에 기반을 둔 사용자 인터페이스 사이의 비교에 있어 동일한 기능을 부여한 연구는 없었다. 스마트라이트에서는 두 방식 모두가 쓰

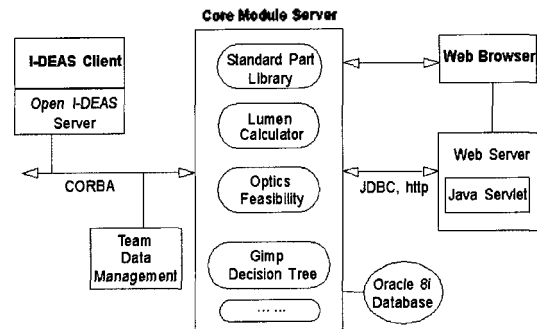


Fig. 6. Overall Architecture of the Smartlite System.

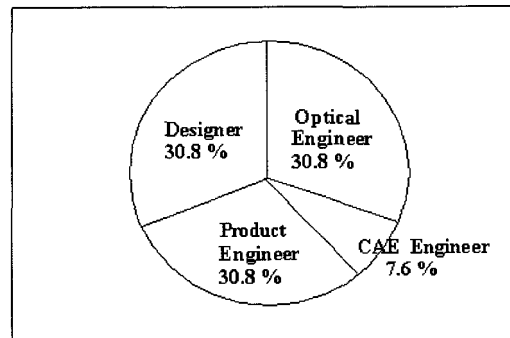


Fig. 7. Relative portion of each user groups (out of 13 user who answered the survey).

여지기 때문에 스마트라이트의 예로 CAD와 웹기반의 사용자 인터페이스를 비교하고자 한다.

스마트라이트 소프트웨어가 실제 개발되어 제품생산에 사용된 후 사용자들에게 도구의 성능에 대해 설문조사를 하였다. 13명의 사용자들은 그들의 경험에 비추어 답을 해주었고 질문에 답한 사용자 그룹은 설계자, 제품 엔지니어, 광학엔지니어, CAE 엔지니어들이었다(그림 7).

그림 8-10은 스마트라이트 사용자들의 설문조사 결과에서 나온 효용성을 보여준다. 이 연구에서 일곱 가지 스마트라이트 모듈에 대한 데이터가 고려되었다. 앞에서 설명한 바와 같이 조절기 결정기, 광학 가능성 검사기, 설계 보조 모듈은 CAD 사용자 인터페이스만을 제공한 반면 김프 결정도구는 웹 사용자 인터페이스만 제공했다.

기능성(Performance)의 평가에서는 소프트웨어의 실행속도와 신뢰성을 조사했다. 그림 8에서 보여지는 결과에서 웹에 기반을 둔 도구의 기능성은 대체로 우수하며 CAD에 기반을 둔 도구에 필적했다. 웹 사용자

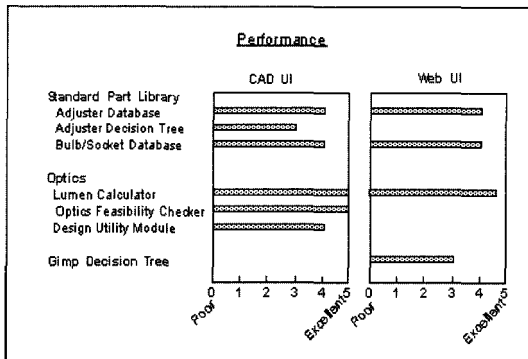


Fig. 8. Usability data of the Smartlite tools - Performance.

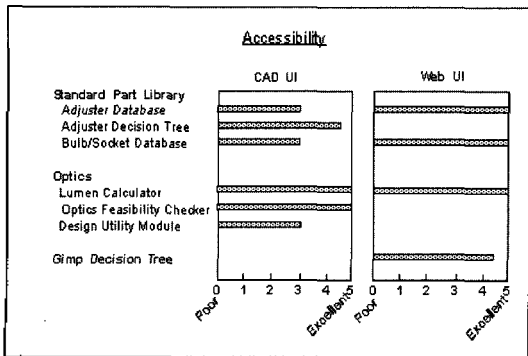


Fig. 9. Usability data of the Smartlite tools - Accessibility.

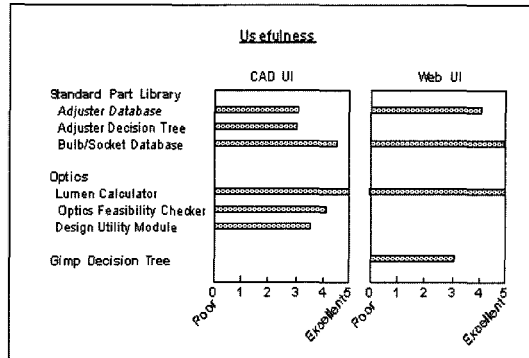


Fig. 10. Usability data of the Smartlite tools - Usefulness.

인터페이스들 중에서 김프 결정기는 상대적으로 낮은 기능성을 보여주고 있다. 이것은 아마도 다른 언어에 비해 상대적으로 느린 실행 속도를 가지고 있는 자바 애플릿의 특성 때문이 아닐까 추측한다.

접근성(Accessibility) 면에서는 사용자들이 특정 정보를 필요로 할 때 필요한 정보를 제공할 소프트웨어에 도달하기가 쉬운가를 조사하였다. 그림 9는 웹에 기반을 둔 도구들이 CAD기반의 도구들보다 더 접근하기 쉽다는 것을 보여준다. 지역적인 제한이 있는 CAD기반의 도구들에 비해 웹기반의 도구들은 인터넷 내부의 어느 위치에서도 접근이 가능한 웹 특유의 장점을 제공한다.

유용성(Usefulness)은 사용자들이 업무를 처리하는 데 도구가 얼마만큼 신속하고 효과적으로 처리하도록 도움을 주는가를 기준으로 한다. 모든 도구들이 스마트라이트 프로젝트를 계획할 때 사용자들의 필요성을 감안하여 설계되어졌지만, 실제 개발된 후 사용자가 느끼는 유용성이 측정되었다. 사용자 인터페이스의 종류에 상관없이 광도계산기와 Bulb/Socket Database는 스마트라이트 도구들 중에서 사용자들에게 상대적으로 더 유용한 정보를 제공한다(그림 10).

5. 결 론

스마트라이트 프로젝트는 자동차의 라이트의 제품 개발 주기를 단축시키기 위해서 시작되었다. 이러한 목적을 이루기 위한 주요한 접근방법은 표준 데이터베이스와 라이트의 설계, 해석, 생산에 필요한 소프트웨어 도구를 개발하고 여러 부분의 사용자들이 정보를 공유하도록 하는 것이었다. 이 소프트웨어 개발을 위한 지식의 습득과 표준화의 전체 과정은 이전에 사용된 부품과 제품개발 공정에서 불필요한 부분을 드러내고 제

구성하는 역할을 했다.

CAD에 기반을 둔 사용자 인터페이스를 사용하던 비스틴의 지식기반 시스템에서 본 과제를 수행하며 웹에 기반을 둔 사용자 인터페이스가 시도되어졌다. 사용자들로부터 수집된 효용성 데이터는 기능과 유용성 면에 있어서 웹에 기반을 둔 사용자 인터페이스가 CAD에 기반을 둔 사용자 인터페이스와 비슷한 수준의 기능을 제공한다는 것을 보여주었다. 접속성에 있어 CAD에 기반을 둔 도구보다 웹에 기반을 둔 도구의 성능이 더 우수했다. 이러한 비교 연구에서 얻어진 결과 및 스마트라이트에 적용된 사용자 인터페이스와 통신체계는 다른 자동차 부품의 개발에도 사용될 수 있고, 웹기반의 시스템이 CAD기반의 시스템과 상호보완적으로 사용될 수 있다는 기초자료를 제공하였다.

감사의 글

본 과제는 포드재단(Ford Foundation)과 경상대 BK21에 지원 받아 1998년부터 2001년까지 수행되었다. 시스템구축에 참여한 포드사의 Dr. Shuh-Yuan Liou, 비스틴의 Steve Shen, Yong Pan, Gary Sun, Balaji Bharadwaj, Humayun Khalid, Prasad Koppolu, Dylan Schickel, Dana Hinich, Drew Mosser, UC Berkeley의 Jack Chen, Debbie Hsu와 그 외의 관계자 여러분께 감사를 드린다.

참고문헌

1. Rezayat, M., "The Enterprise-Web Portal for Life-Cycle Support," *Computer Aided Design*, Vol. 32, pp. 85-96, 2000.
2. Visteon 2000, Requirements Document, KBE-Smartlite, Visteon, May., 2000.
3. *Metaphase Enterprise White Paper*, Structural Dynam-

- ics Research Corporation, 1998.
4. Miller, E. "PDM in the Forefront," *Computer-Aided Engineering*, March, pp. 30-42, 1998.
5. Open I-DEAS User's Manual, SDRC, Milford, OH, 2000.
6. Liou, S.-Y. and Riff, R., "DFM Design Advisor," *Design Engineering-Concurrent Product Design*, ASME. Vol. 74, pp. 97-106, 1994.
7. Turban, E., Lee, J., King, D. and Chung, H. M., *Electronic Commerce: A Managerial Perspective*, Prentice Hall, 1999.
8. Miles, E., Howes, A. and Davis, A., "A Framework for Understanding Human Factors in Web-based Electronic Commerce", *International Journal of Human-Computing Studies*, Vol. 52, pp. 131-163, 2000.
9. Hu, P. J.-H., Ma, P.-C. and Cau, P. Y. K., "Evaluation of User Interface Designs for Information Retrieval Systems: A computer-based Experiment," *Decision Support Systems*, Vol. 27, pp. 125-143, 1999.
10. Ahn, S. H., Roundy, S., Wright, P. K. and Liou, S. H., "Design Consultant' Network-Based Concurrent Design Environment," 1999 *ASME IMECE*, Nov. 14-19, Nashville, Tennessee, pp. 563-569, 1999.
11. Lederer, A. L., Maupin, D. J., Sena, M. P. and Zhuang, Y., "The Technology Acceptance Model and the World Wide Web," *Decision Support Systems*, Vol. 29, pp. 269-282, 2000.
12. Moore, M. M. and Moshkina, L., "Migrating Legacy User Interfaces to the Internet: Shifting Dialogue Initiative," *Proceedings of Seventh Working Conference on Reverse Engineering*, IEEE Computer Society, Brisbane, Australia, November 23-25, pp. 52-58, 2000.
13. Ahn, S. H., Sundararajan, V., Smith, C., Kannan, B., D'souza, R., Sun, G., Mohole, A., Wright, P. K., Kim, J., McMains, S., Smith, J. and Sequin, C. H., "Cyber-Cut: An Internet-based CAD/CAM System," *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, Transactions of the ASME, Vol. 1. No. 1, pp. 52-59, 2001.



안 성 훈

1992년 University of Michigan, Ann Arbor, 학사

1994년 Stanford University, 석사

1997년 Stanford University, 박사

1997년~2000년 University of California, Berkeley, Research Associate/Lecturer

2000년~현재 경상대학교 기계항공공학부 조교수

관심분야: 인터넷기반 디자인 및 생산, Rapid Prototyping, 복합재료, 마이크로머시닝, 사출 성형



Paul K. Wright

1968년 University of Birmingham, England, B. Sc.

1971년 University of Birmingham, England, Ph. D.

1972년~1974년 Consulting Engineer, New Zealand

1975년~1979년 University of Auckland, New Zealand, Senior Lecturer

1978년~1979년 University of Cambridge, Research Associate

1979년~1987년 Carnegie-Mellon University, Professor

1987년~1991년 New York University, Professor & Director of the Robotics and Manufacturing Research Laboratory

1991년~현재 University of California, Berkeley, A. Martin Berlin Professor, & Associate Dean of Distance Learning, Co-chair of Management of Technology

관심분야: Manufacturing Processes, Robotics, Expert Systems, Open-architecture Control, Rapid Prototyping, Internet-based CAD/CAM