특 집

반도체 IP 재활용을 위한 검증 및 평가 시스템

박 인 학
(주)아이피언

I. 서 론

시스템칩(SOC, System-On-a-Chip)의 개념이 도입된지 채 10년이 넘지 않았지만 시스템칩을 실현할 수 있는 반도체 공정기술이나 전자회로 설계용 CAD 툴들이 개발되어 설계에 활용되고 있다. 이미 현재의 공정기술로도 수천만 개의 트랜지스터를 집적할 수 있으며 15년후에는 1억개의 트랜지스터가 집적된 칩이 등장하리라 SIA는 예측하고 있다. 시스템 칩의 응용분야도 다양해져서 유무선 통신, 스마트 카드, 네트워킹, 음성/영상 처리 등의 전 분야로 확산되고 있다. ICE 2001 통계에 의하면 1996년에는 MOS 로직 시장의 규모가 201억불인데 이중에 25%가 표준 셀과 시스템칩의 시장으로서 약 50억불의 규모인데 표준 셀과 시스템칩의 비율이 7 : 1이었다. 그러나 2005년에는 표준 셀과 시스템칩의 시장으로서 약 536억불로 10배 이상 성장할 것이며 표준셀과 SOC의 비율도 1 : 3으로 역전되리라 예측하고 있다. ICE의 통계자료는 고집적화, 초고속화, 저전력화, 저가격화를 지향하는 시스템칩의 대세를 증명하는 자료이다[1].

시스템칩 설계의 생산성을 높이는 가장 효율적인 설계 방법은 기능 및 성능이 증명된 설계데이터, 즉 IP(Semiconductor Intellectual Property)를 재활용하는 설계 방식이다. 설계기관이 오랫동안 축적한 Legacy IP나 외부에서 공급받은 IP들을 조합하여 설계를 완성하는 방식으로서 시스템칩 설계생산성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 유일한 해결책으로 인식되고 있다[2].

본 논문에서는 IP와 관련된 국내외 기술 동향을 살펴본 후에 인터넷을 기반으로 IP를 검증할 수 있고 또한 IP를 재활용하여 설계가 가능한 인터넷 CAD 시스템을 소개한다. 인터넷 CAD의 정의, 주요 구성요소, 서버의 구성, IP를 재활용하기 위한 방법, 그리고 설계 예를 차례로 설명한다.

II. IP 관련 기술 동향

외국에서는 이미 1990년대 중반부터 IP의 중요성을 인식하여 IP의 표준화, 설계방법론, 관리, 유통, 법률 등의 문제에 대하여 연구를 시작하였다. 예를 들면 미국 VSIA(Virtual Socket Interface Alliance, www.vsi.org), 미국 RAPID(www.rapid.org), 스코틀랜드 VCX(www.vcx.org), 프랑스 Design and Reuse (www.design-reuse.com), 대만 SIP(www.siliconip.org), 일본 IPTC(ne.nikkeibp.co.jp/NEAD/iptc)들이 존재한다[4].

국내에서도 SIP 관련 산업을 활성화시키기 위하여 정부차원의 과제가 1999년부터 진행되기 시작하였다. 과학기술부와 산업자원부가 1999년 12월에 시작한 '시스템반도체 기반기술 개발 사업단 (systemIC 2010)' 사업에서 소과제로 참여한 기관들이 산출하는 IP들을 전자부품연구소(KETI)가 모아 DB화 하여 외부에 소개하고 유통시키는 역할을 담당하였다 (ipdb.keti.re.kr). 정보통신부는 2000년 1월부터 한국전자통신연구

원(ETRI)를 중심으로 ARM 프로세서 기반 시스템칩을 특화하여 활용될 수 있는 ARM 코아 및 주변 IP들을 외국에서 도입하여 중소기업이 소정의 사용료를 지불하면 IP를 활용하여 1000개 이하의 시제품 칩을 개발할 수 있도록 지원하고 있다(ipdb.etri.re.kr). 특허청은 반도체 도면을 법적으로 보호하는 배치배선법과 동일한 원칙으로 소프트 IP 등록의 법제화를 목표로 한국과학기술원(KAIST) 내의 반도체설계자산연구센터(SIPAC, System Integration & IP Authoring Center)을 설립하여 IP의 인증, DB화, 유통에 대한 과제를 2001년부터 시작하였다(www.sipac.org).

IP 재활용 설계에 대한 높은 관심과 필요성, IP DB화 노력에도 불구하고 IP가 널리 확산되고 있지 못하는 데에는 몇 가지 원인을 꼽을 수 있다. 첫째는 IP 설계정보의 국제 표준화가 되어 있지 않기 때문에 IP 통합 설계에는 데이터의 변형이 불가피하고 이로 인해 설계 시간의 낭비가 발생한다. IP의 인터페이스 프로토콜, HDL 코딩 스타일, IP 테스트 방법 등에서 통일된 표준안이 마련되어야 한다[3]. 둘째는 IP 제공자는 자신의 원천 설계 데이터를 보호하기 원하는 반면 IP 사용자는 활용 가능성이 먼저 확인하기를 원하는 상충된 요구사항을 동시에 만족시킬 수 있는 사업모델이 존재하지 않는다. 셋째는 IP 구매시 원천 설계 데이터가 공개되기 때문에 판매의 회수가 제한되어 IP의 가격이 매우 높을 수밖에 없다. 그밖에 IP에 대한 규격서나 활용 안내서 등의 부족, 지속적인 사후 기술지원에 대한 보장, 법적인 권리 보호 등의 원인도 한 몫을 하고 있다.

IP를 제공하는 사람과 IP를 사용하는 사람 간에는 서로 상반된 욕구가 존재하는데 IP 제공자는 IP에 구현된 자신의 원천기술을 보호하려는 것이고, IP 사용자는 IP의 무결성을 확인하려는 것이다 이와 같이 상반된 욕구를 만족시켜 주기 위한 방법으로 다음의 제품이 활용되고 있다. 가장 보편적인 방법으로 IP 개발자는 사용자가 원하는 시뮬레이터로 컴파일한 binary 코드만을 평가용으로 제공하여 검증이 가능하도록 한 후 구매계약과 함께 원천코드를 제공한다. 대부분의 IP 제공 업체들이 사용하는 방법이다. Simutech (www.simutech.com)의 경우는 RAVE(Reconfigurable Architecture Verification Engine) prototyper라는 장비에 IP를 FPGA에 구현하여 제작한 보드를 꽂아 설치한 후 인터넷을 통하여 검증하고 설계할 수 있는 방법을 제공한다. 프랑스 LEDA의 경우는 HDL 코드를 Ascii 코드의 텍스트 상태로 유지하지만 코드상의 모든 변수를 사람이 쉽게 인지할 수 없는 무의미한 긴 이름으로 대체하여 HDL 코드를 난해하게 변경하는 툴을 제공하기도 했다. Innoveda(www.innoveda.com)의 VisualIP는 HDL 코드를 컴파일한 코드를 암호화 하여 제공하는 데 시뮬레이션과 파형분석 툴을 무상으로 제공함으로써 사용자가 IP의 기능을 평가할 수 있도록 한다. 이러한 툴들의 공통점은 IP 사용자가 IP 구매 계약전에 IP를 사용할 수 있는 방법을 제공하기 위함이다. 즉, Try-Before-Buy의 모델이다.

III. 인터넷 기반 CAD 시스템, 폴로리안

인터넷은 모든 정보를 디지털화 하고 있으며 생활 문화의 패턴까지도 바꾸어가고 있다. 특히 패키지 형태로 소프트웨어를 구매하여 사용하지 않고 인터넷을 통하여 임대해 빌려쓰는 ASP (Application Service Provider) 사업이 ECAD 분야에도 대두되고 있다. 최근에 발표된 제품으로 원격으로 레이아웃을 진행하는 eDolphine 제품의 Monterey Design Systems(www.montereydesign.com), Synopsys의 Design Compiler를 원격 터미널에서 사용할 수 있는 제품의 DesignSphere(www.designsphere.com), PCB 설계 및 제작에 필요한 모든 툴 및 부품 일체를 인터넷을 통하여 제공하는 SpinCircuit (www.spincircuit.com)이 있다. ASP 형태의 ECAD 시스템은 인터넷 기반으로 동작하기 때문

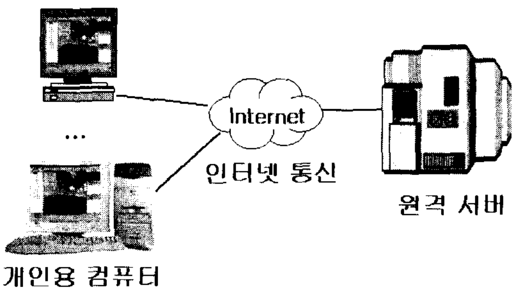
에 고속 통신망과 개인용 컴퓨터와 같은 인프라의 구축과 밀접한 관계가 있다.

한국인터넷정보센터의 통계자료(2001년 6월)에서 대한민국의 인프라가 선진국 수준임을 확인할 수 있다. 대한민국 국민중 51.6%(2,223만명/4,307만명)가 인터넷을 사용하고 있으며, 특히 중/고/대학생은 96%가 인터넷을 이용하고 있다. 가구당 PC 보급률은 73%에 이르며 PC를 보유한 가정 중에서 인터넷이 가능한 가정이 76.9%로서 대한민국 전체 가구의 반 이상 (56.1%)이 가정에서 인터넷을 사용할 수 있으며 그중에서도 고속 통신망으로 서비스를 받는 가구가 49.1%이다. 이제는 인터넷을 통한 영화, 음악, 게임과 같은 생활 정보의 보급을 뛰어 넘어 전문화된 분야도 인터넷 기반의 구현이 가능하다.

1. 인터넷 CAD의 구성

인터넷 CAD는 프로그램은 따로 사용하면서 라이센스만을 서버에서 검사한다든가 웹브라우져에서 다운로드 받아 사용하는 프로그램을 의미하지 않는다. 사용자의 컴퓨터와 원격에 위치한 서버 컴퓨터가 분담하는 역할에 따라 실시간으로 데이터를 주고 받으면서 일련의 설계 서비스를 제공해야 진정한 인터넷 CAD라 인정할 수 있다[5].

기본적으로 인터넷 CAD는 클라이언트 PC, 서버 및 인터넷 통신의 세 가지 요소로 이루어진다〈그림 1〉. 클라이언트 PC는 인터넷에 연결된 개인용 컴퓨터로서 사용자가 설계 데이터를 입력하거나 분석하는데 필요한 프로그램들과 서버와 송수신하기 위한 통신 프로그램으로 이루어진다. 사용자는 자신의 회로설계를 독립적으로 진행하면서 필요시에는 인터넷을 통하여 서버의 자원을 활용할 수도 있다. 모든 클라이언트 PC는 원격에 설치된 서버와 통신을 하면서 설계작업을 완성하지만 서버의 작업처리에 종속되지 않고 독립적으로 동작된다. 서버는 고가의 IP DB와 상용 툴들이 즉시 사용되도록 구축된 중앙 센터로서 모든 클라이언트 PC는 서버와 통신하면서 설계작업을 완성하게 된다. 외부에서 볼 때에 서버가 하나의 서비스 센터이지만 내부에는 여러 대의



〈그림 1〉 인터넷 CAD의 구성

컴퓨터로 구성되어 사용자가 요구하는 다수의 작업을 분산 처리하여 서비스의 속도를 높이게 된다. 일련의 설계흐름에 있어서 어떤 작업은 클라이언트 PC에서 진행되고 다른 작업은 원격 서버에서 이루어지지만 하나의 작업과 같이 진행될 수 있는 것은 인터넷을 통한 통신 때문에 가능하게 된다. 분산된 자원을 서로 공유하면서 재활용할 수 있는 새로운 설계모델이 탄생한 모태는 바로 인터넷 통신이다. 다른 인터넷 응용 툴과 마찬가지로 통신되는 모든 데이터는 압축 및 암호화되어 보안을 유지하게 된다.

2. 외국제품과 장·단점 비교

(주)아이피언이 개발한 인터넷 기반 CAD 시스템, 플로리안도 동일한 구성으로 이루어진다. 그러나 외국제품과는 차별화된 특징을 갖는다. 외국 제품의 경우 클라이언트 PC가 서버에 접속하기 위한 그래픽 단말기의 역할만을 담당하므로 일체의 모든 작업은 서버가 수행한다. 그러므로 클라이언트 PC의 성능에 떨어져도 서버의 성능이 보완되고, 응용 소프트웨어의 그래픽을 그대로 활용할 수 있는 장점이 있는 반면 인터넷의 전송속도가 낮을 경우 사용자 대기시간이 실시간으로 나타나고, 사용자가 작업하는 동안 내내 툴의 라이센스가 할당되어 공유가 불가능하고, PC의 성능을 전혀 활용하지 못하는 단점이 있게 된다.

그러나 플로리안의 경우는 클라이언트 PC가 서버와는 별개로 동작하므로 인터넷의 전송속도가 낮아 데이터의 전송이 느려도 다른 설계작업

〈표 1〉 플로리안과 외국 제품의 비교표

항목	플로리안	외국 제품
구성	역할분담형	서버집중형
PC	독립적 수작업 설계 진행	그래픽 터미날 역할
서버	사용자 작업의 큐 처리 (공유)	사용자별 서버 & 라이센스 할당
장점	ㅇ클라이언트 PC 자원 활용 ㅇ서버 자원의 공유	ㅇ서버 상용 툴을 동일하게 활용
단점	ㅇ서버 상용 툴을 배치로 활용	ㅇ통신속도에 실시간으로 영향 ㅇ서버 자원 독점 ㅇ클라이언트 PC 자원 비활용

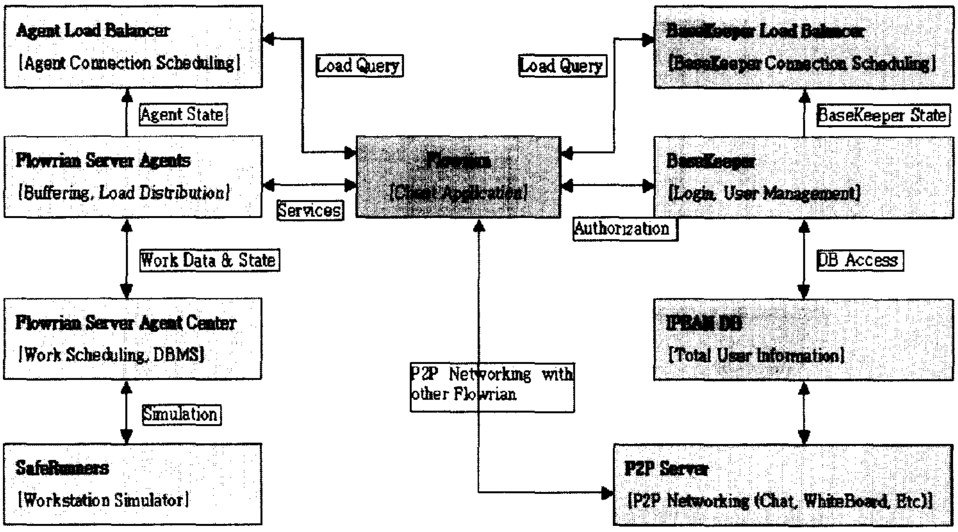
을 독립적으로 수행할 수 있고, 서버에 설치된 툴의 라이센스와 컴퓨터를 여러 사람이 공유할 수 있으므로 설계자원을 보다 효율적으로 활용할 수 있다. 반면에 서버에 구축된 소프트웨어는 배치로만 사용이 가능하므로 별도의 그래픽 툴을 사용해야 하는 단점이 있게 된다.

3. 서버 시스템의 역할

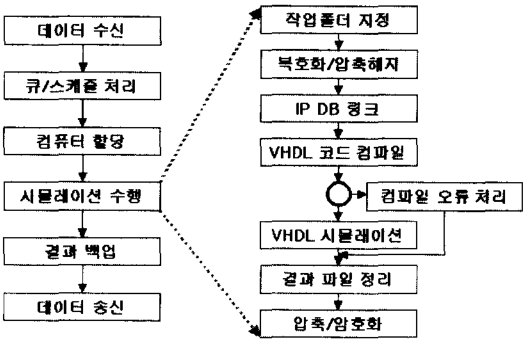
플로리안의 경우 설계 자원의 효율성을 극대화 시키기 위하여 다수의 사용자가 동일한 서버의 자원을 함께 공유할 수 있도록 구현되었다. 다수의 사용자가 동일한 서버에게 요구하는 설계 서비스 작업을 순차적으로 자동 처리하기 위해서는 〈그림 2〉와 같이 8가지 서버 프로그램으로 이루어진다. 이와 같이 구성되는 것은 검증 서비스를 자동화 하고, 인터넷으로 이동되는 설계 데이터의 보안을 유지하고, 서비스의 종류를 다양화 하기 위함이다.

서버 프로그램을 기능으로 구분하면 3가지로 분류된다. 첫째는 플로리안 사용자 정보를 관리하는 서버(BaseKeeper)로서 사용자 작업의 접속 인증이나 서버 사용 로그 등을 관리한다. 둘째는 폐쇄자 그룹간의 peer-to-peer 넷미팅을 지원하는 서버(P2P Server)로서 사용자들간의 폐쇄자 그룹을 설정하는 역할을 담당한다. 셋째는 시뮬레이션 등의 작업을 처리하는 서버로서 사용자가 요구하는 작업을 큐에 넣고 스케쥴링 하는 서버(Agent)와 웍스테이션에서 시뮬레이션 작업을 처리하는 서버(SafeRunner)이다. SafeRunner 서버는 IP DB가 구축되고 CAD 툴이 설치된 웍스테이션으로서 여러 대가 독립적으로 운영될 수 있다.

원격 서버는 〈그림 3〉과 같은 과정에 따라 사

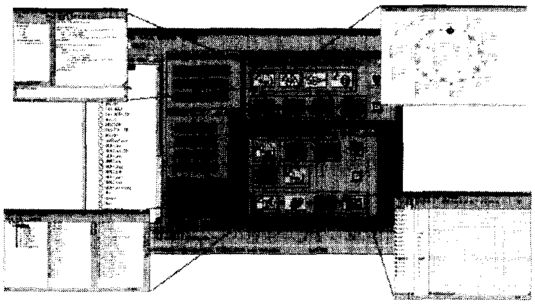


〈그림 2〉 원격 서버의 구성



〈그림 3〉 원격 서버에서의 작업처리

용자가 요구한 작업을 자동으로 처리한다. 인터넷을 통해 사용자가 요구한 작업을 받아 큐에 넣은 후에 스케쥴 처리하여 한가한 서버 컴퓨터에 보내 처리하게 된다. 서버에 송부된 작업 파일은 항상 압축되고 암호화된 상태로 존재하는데 컴파일 바로 직전에 압축해지되고 복호화되어 컴파일하고 나면 바로 자동 삭제되어 보안을 유지한다. 컴파일시 사용자가 재사용한 IP들은 서버에 구축된 IP DB에 링크되어 시뮬레이터가 IP들을 인식하도록 한다. 시뮬레이션이 완료되면 결과 파형과 로그 파일이 압축되고 암호화되어 사용자의 계정으로 보관되고 후에 사용자의 요구에 따라 클라이언트 PC로 반송된다.



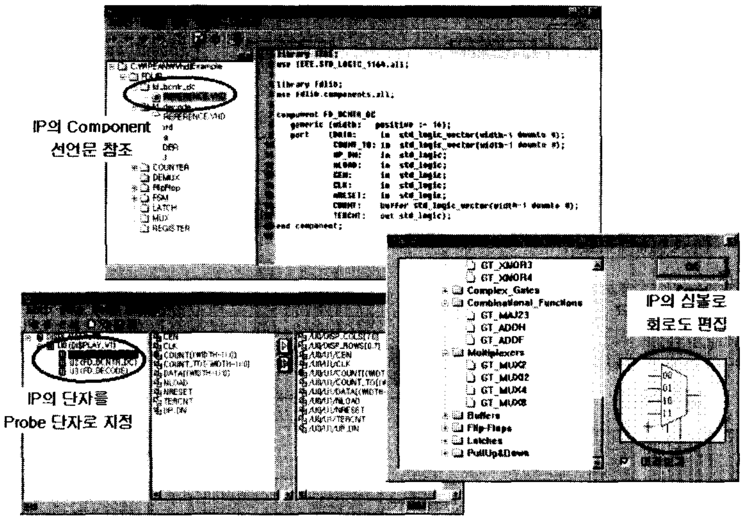
〈그림 4〉 클라이언트 PC 지원 그래픽 툴

4. 클라이언트 PC의 역할

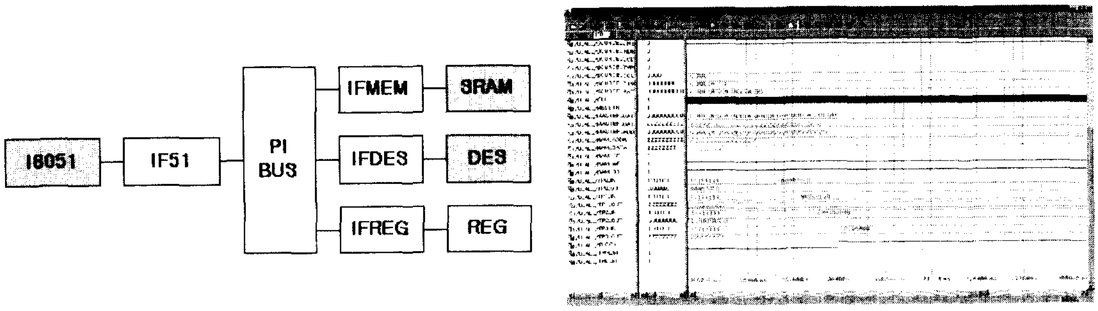
클라이언트 PC는 사용자가 VHDL 언어로 설계 데이터를 획득하는데 필요한 각종 툴들이 제공된다〈그림 4〉. VHDL 전용편집기를 이용하여 코드를 작성할 수도 있고 상태도, 논리회로도, 테스트 벡터 파형 등을 그래픽으로 정의해서 VHDL 코드를 생성할 수도 있다. 플로리안은 모든 툴을 통합 관리하는 그래픽 툴이 설계흐름을 관리하는 특징을 갖는다. 이 툴이 원격 서버와의 데이터 송수신을 담당함으로써 사용자가 원격 서버를 옆에 두고 사용하는 것과 같은 효과를 나타낸다.

5. Phantom IP

플로리안 사용자는 원격서버에 설치된 IP의 내



〈그림 5〉 Phantom IP를 이용한 설계



〈그림 6〉 Phantom IP를 이용한 설계

부는 전혀 알지 못하지만 IP를 재활용할 수 있는 최소한의 데이터가 필요한 데 이를 Phantom IP라 부른다. Phantom IP란 설계된 블록의 인터페이스 정보만을 보유한 설계 데이터로서 클라이언트 PC 사용자가 설계하는 데 필요한 최소한의 정보만을 제공하게 된다. 예를 들면 VHDL 설계를 위한 component 선언문, 논리회로도를 위한 심볼, 시뮬레이션시 파형 추출을 위한 탐침 단자 등이다〈그림 5〉. Phantom 셀 정보만으로는 IP에 담겨진 설계 know-how가 전혀 노출되지 않지만 사용자는 IP의 원천 설계 데이터가 없더라도 IP를 이용한 재활용 설계가 가능하게 한다.

6. Phantom IP를 이용한 설계

사용자가 클라이언트 PC에서 phantom IP를 이용하여 자신만의 응용 회로를 설계할 수 있다. 예를 들어 i8051 프로세서와 DES 모듈이 PI 버스를 통하여 암호화, 복호화를 수행하는 회로를 설계하는 경우 모든 회로를 설계할 필요가 없다. PI 버스는 유럽에서 표준으로 사용하는 온칩버스 프로토콜이다[6]. I8051, SRAM, DES의 3개 모듈은 IP DB에서 제공되므로 phantom IP만 다운로드 받아 사용하고 나머지 인터페이스 모듈만 사용자가 직접 설계하여 검증하면 원하는 파형을 얻을 수 있다. phantom IP에 해당하는 실제 데이터를 DB에서 다운로드 받아 ASIC이나 FPGA로 설계를 완성하게 된다.

Ⅳ. 결 론

시스템칩 설계의 생산성을 가장 높일 수 있는 설계 방법은 IP 재활용 뿐이다. 서로 다른 설계자간에 IP가 유통되려면 Try-Before-Buy 방식의 환경이 지원되어야 한다. 지금까지는 IP 개발자가 사용자에게 IP 데이터를 내주었고 이때 IP 데이터를 보호하기 위한 기술들로 여러 가지 방법이 제안되었으나 플로리안은 새로운 IP 거래 모델을 제시한 것이다. 거래할 IP들을 즉시 사용할 수 있는 형태로 구축한 서버를 센터로 하고, IP에 대한 데이터와 이를 재사용할 수 있는 소프트웨어를 웹사이트를 통해 보급하면 사용자는 인터넷에 연결된 PC만 있으면 언제 어디서든지 IP 검증 및 재사용 설계가 가능해지는 모델이다.

참 고 문 헌

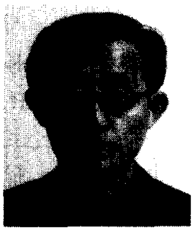
〔1〕 Walfred Raisanen, "System On A Chip, An Overview Perspective" ICE, January 2001.

〔2〕 Raul Camposano, Wayne Wolf, "Design Automation for Embedded Systems", Kluwer Academic Publishers, 2000.

〔3〕 Ralf Seepold, Natividad Martinez Madrid, "Virtual Components Design and Reuse", Kluwer Academic Publi-

shers, 2001.
〔4〕 엄낙웅, "SOC 설계를 위한 설계 재사용 기법과 적용 사례", SOC Design Conference, 2001.
〔5〕 Kyunghan Kim, Yongwook Shin, Shinwha Lim, Ducklove Kim, Yongjoo Kim, Inhag Park, "FLOWRIAN, SIP- and Internet-Based CAD System for SOC Design", AP-SOC 2001, August 2001
〔6〕 Kyoung-Son Jhang, Joo-Byung Joo, Nak-Woong Eum, Inhag Park, "IP Interface Design Experiences with an On-Chip Bus", Advanced LSI's and Devices, pp. 60-65, July 1999.

저 자 소 개



朴 仁 學

1958년 3월 6일생, 1980년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업 (학사), 1983년 9월 고려대학원 전자공학과 졸업 (석사), 1992년 7월 프랑스 국립폴리테크닉연구소 (INPG) 졸업 (공학박사), 1982년 3월~2000년 8월 : 한국전자통신연구소 (ETRI) 책임연구원, 2000년 8월~현재 : (주)아이피언 CEO, 〈주관심 분야 : HW/SW Co-Design, 상위수준합성, 인터넷 기반 CAD〉