

SoC 반도체 모듈화 개발형태가 조직 효과성에 미치는 영향에 관한 연구

이희재¹, 이정훈^{2*}

¹연세대학교 기술경영학협동과정, ²연세대학교 정보대학원

A Study on the Effects of SoC Semiconductor Modularization method on Organizational Effectiveness

Hweejae Lee¹, Junghun Lee^{2*}

¹The Graduate School of management of technology, Yonsei University

²The Graduate School of Information, Yonsei University

요약 본 연구는 SoC 칩 개발 방식인 IP 모듈화 개발 형태가 조직효과성에 미치는 영향을 실증 검증을 위해 진행하였다. 이를 위해 각 변수들 간의 모형을 수립하고 가설을 검증을 위해 국내 SoC 칩 설계 개발자들을 대상으로 설문조사를 진행하였다. 수집된 결과를 바탕으로 구조방정식을 통해 미러링 가설, 미스트 효과, 협력, 효과성 등의 관계를 실증적으로 확인하였다. 결과적으로 미스트는 조직효과성에 유의한 영향이 확인되었고, 미러링의 경우는 의미 있는 영향을 주지 않았다. 협력은 미러링, 미스트와 조직효과성에 대한 부분 매개효과가 확인되었고, IP이용 형태에 따라 부분적인 조절효과 영향을 확인할 수 있었다. 본 연구는 다음의 시사점을 가진다. 시스템 반도체와 같은 첨단 개발 제품은 미러링 형태의 완전한 모듈화가 힘들어 모호한 모듈 경계 형태를 취하게 된다. 이와 함께 반복되는 IP 도입 사용은 개발 업무간 협업이 중요하게 작용되는 것이 확인 되었다. 이 과정에서 미스트가 필수적이지만 효과성에는 부정적이므로 전략적으로 미스트가 고려되어야 한다, 개발자들의 심리적인 동기 부여와 핵심기술 파악이라는 부분을 고려하여 개발 방식을 효과적으로 채택할 것을 제안한다.

Abstract This study empirically shows the effect of IP modularity on organizational effectiveness in the SoC development industry. A survey was conducted on domestic SoC chip design engineers to establish a model for each variable. Analysis of the results confirmed the relationship between the mirroring hypothesis, mist, collaboration, and effectiveness and that mist, but not mirroring, has significant effects on collaboration and organizational effectiveness. Cooperation was confirmed to have partial mediating effects on mirroring, mist, and organizational effectiveness, and these effects depended on the type of IP used. This study has the following implications. High-tech development products, such as system semiconductors, have ambiguous module boundaries because it is difficult to modularize completely after design changes. In addition, the study confirms that repeated introduction and the use of IP plays an important collaborative role between development tasks. Mist is essential during this process but has negative impacts on effectiveness, so mist should be considered strategically. It is suggested that the development method be adopted based on considerations of the psychological motivations of developers and the identification of core technologies.

Keywords : SoC, Modularity, Mirroring, Mist, Collaboration, Effectiveness

*Corresponding Author : Junghun Lee(Yonsei University)

email: jhoonlee@yonsei.ac.kr

Received February 28, 2023

Accepted May 12, 2023

Revised March 21, 2023

Published May 31, 2023

1. 서론

4차 산업 혁명의 발전과 함께 전자산업에서 반도체의 중요성은 더욱 커져가고 있다. 2022년 기준으로 반도체 시장은 비메모리(66.3%), 메모리(33.7%) 로, 2배 이상의 시장을 가진 비메모리 시장의 중요성은 더욱 강조되고 있다[1]. 시스템반도체라고도 불리며 미래 기술의 핵심으로 다품종 소량생산의 성격과 함께 높은 설계기술 및 우수인력을 요하는 사업이다. 점점 심화되는 설계기술의 복잡성은 IP를 모듈화 형태로 Reuse 하게 되고, SoC(System on a Chip)의 형태로 개발되고 있다. 이 논문의 근본적인 주제는 연구 개발(R&D) 맥락에서 제품, 설계 모듈성의 역할에 중점을 두고 있다. 비메모리 산업의 특성상 제품은 더욱 복잡해지고 경쟁이 치열해지는 환경에서 타임투마켓(Time-to-Market)을 위한 IP 모듈 이용은 필연적이다. 또한, 기술에 따른 조직 형태의 모듈화를 요구하게 되었고, 이를 위한 조직의 효과적인 전략은 생존에 매우 중요하다. 연구개발에서 중요한 요소인 혁신은 문제를 해결하기 위한 새로운 아이디어의 개발 및 실행을 의미하며[2,3], 이는 주로 기존 기술을 재조합하여 새로운 기능을 획득할 수 있다[4]. 조직은 혁신을 위해 R&D 팀을 구성하게 되는데, 비메모리 SoC분야는 모듈화 작업을 기반으로 개발조직이 이루어지며 일반적으로 매우 다양한 분야와 수준의 구성원으로 구성된다. 조직은 더 글로벌 해 지고 팀과 또는 구성원간의 작업을 조정하고 혁신하기 위해서는 여러 위치에서 협업이 필요하다[5,6].

MacCormack et al. (2012)는 제품 성능을 개선하고 혁신을 가능하게 하려면, 팀/조직이 수행 중인 작업의 기술적 종속성과 일치해야 한다고 제안했다. 또한 많은 연구에서, 조직 설계가 개발 중인 기술 제품을 "반사"하거나 일치한다고 하였다[7]. 모듈성은 복잡성을 처리하기 위한 전략적 선택으로 널리 제안 되었다[8]. 이는 일련의 구성 요소가 기능을 수행하고 이러한 구성 요소가 표준 요소를 통해 다른 구성 요소에 연결되는 정도를 나타낸다[9]. 구성 요소 간에는 서로 정해진 디자인 인터페이스가 공유되고 해당 인터페이스를 개발하는 팀 구성원은 서로 상호 연관성을 가진다. 다양한 연구에서 제품과 이를 개발하는 조직 또는 팀 간의 연관성이 연구되었다 [10-13]. 이러한 연구는 팀 커뮤니케이션이 제품 구성 요소 또는 모듈 간의 기술적 상호 의존성과 일치해야 함을 시사 한다. Baldwin (2008)은 그의 연구에서 제품의 서로 다른 측면 간에 기술적 연결이 있는 경우 해당 기능

에 대해 작업하는 팀원 간에 일치하는 수준의 협업 커뮤니케이션이 있어야 한다고 하였다[14].

모듈화에 기반한 R&D 팀 협업은 규모가 큰 프로젝트에서는 상반된 면이 존재할 수 있다. 많은 연구에서 모듈화의 협업에 대한 접근 방식은 모듈간의 조정의 필요성, 커뮤니케이션 노력을 줄인다고 하였다[11-13] 이와는 반대로, 모듈화를 기반으로 하는 R&D 팀 간의 협력은 서로 다른 모듈에 대한 통합 프로세스가 필요하기 때문에 지식 교환에 대한 노력의 필요성을 포함한다[13]. 이러한 상반된 부분은 협업과 효율성의 결과 모두에 영향을 미칠 수 있기 때문에 흥미롭다. 따라서 본 연구는 R&D 팀의 협업과 효과성의 맥락에서 기술적으로 가장 복잡하고 변화가 빠르고 끊임없이 이루어지는 산업인 시스템 반도체 개발에서 IP 모듈 사용에 대해, Modularity 성격을 보다 구체화 하고자 한다. 시스템 반도체 기술 및 제품 특성은 산업에서 가장 복잡하며 모듈 기반 혁신이 끊임 없이 재고되고 발생하는 분야임에도 의미 있는 연구가 많이 진행되지 않고 있다. 따라서 본 연구는 비메모리 산업의 대표 개발 제품인 Mobile AP SoC 칩 개발 형태에서 미러링 조직 구조가 협업과 조직효과성에 미치는 영향을 알아보고, 해당 산업 전략 제언에 목적을 둔다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

2.1 모듈화

2.1.1 정의와 특성

Sanchez & Mahoney(2000) 는 제품 디자인의 구성 요소는 제품의 전체 기능을 생성하는 상호 관련된 구성 요소 시스템 내에서 특정 기능을 수행한다고 하였다[11]. 구조적으로 시스템이 제품이라면 모듈은 그 구성 요소를 말한다. 복잡한 시스템이 각 구성 요소로 분해가 가능하고, 정의된 맵을 기준으로 전체로 형성될 수 있다[9]. 또한, 모듈식 시스템의 구성요소는 전체 시스템을 변경할 필요 없이 지속적으로 변경하거나 업그레이드할 수 있다 [15]. 그 결과 기업은 모듈 단위의 부서 간 커뮤니케이션이 덜 필요하고, 서로 다른 구성 요소를 내부적으로 개발하기 보다는 외부 지식을 사용하여 구성 요소를 획득하는 방향으로 전략 수립이 용이하다.

2.1.2 기술모듈화

기술 시스템의 복잡성은 모듈화와 조정 형식 간의 관

계에 영향을 미친다. Wang & von Tunzelmann(2000)은 기술의 복잡성은 문제를 다루기 위해 조사해야 하는 영역 또는 영역의 범위를 "넓이" 뿐만 아니라 문제의 "깊이"를 의미할 수도 있다고 하였다[15]. 이는 기술 모듈화는 종종 기술의 성숙도 수준에 따라 달라지며, 이는 기술의 진화와 산업 구조 간의 관계를 보여준다[13]. 기술이 성숙함에 따라 문제가 명확해지고 별도의 작업으로 분리 가능해 지면서 복잡성이 감소된다. 작업분리, 구성요소의 모듈화는 시스템 아키텍처의 발전과 디자인에 대한 조정이 전략적 문제가 되고 이에 대한 거래 비용이 주요 원인이 된다. 따라서 기술적으로 시스템이 복잡할수록 모듈간 의존성에 대해서 모니터링하고 조정하는 것이 더 중요하게 된다[10,16].

2.1.3 조직 모듈화

모듈화는 기술에 대한 제품 아키텍처의 수준을 넘어 제품을 개발하고 제공하는 회사의 구조 사이에 미러링(Mirroring) 형태로 조직이 구성된다[17]. 조직 미러링은 기술 모듈화 계층 및 그 단위를 효율적으로 관리하기 위한 방식이다. 모듈식 제품의 경우 조직은 회사내에서 또는 회사 간에 다른 조직과는 독립적으로 전문화될 수 있다[18]. 하지만, 모듈식 개발을 위한 인터페이스 조정, 통합 작용 및 개발 사항 결정을 반영하는 것에는 비용이 많이 든다. 미러링의 조직 구조에서 미스팅(Misting)은 조직의 형식적 구조를 통한 독립적인 작업이 기술 시스템을 반영하지 않을 때 발생 되어 진다. 미러링이 효율성을 극대화하기 위한 의도적인 선택이라면, 미스팅은 다양한 형태의 불확실성에 대처하고 작업과 지식의 분할이 적절하지 않을 때 선택될 수 있다. 복잡한 제품의 경우 구성 요소 간의 상호 의존성이 남아 있을 수 있기 때문에 미스팅 전략은 때로는 효과적일 수 있고[4], 빈번한 기술 변화와 불확실성을 특징으로 기업은 의도적으로 미스팅 전략을 선택할 수 있다.

2.1.4 모듈화의 장단점

Garud & Kumaraswamy(1993)는 대체의 경제라고 언급하며 다양한 구성 요소 조합으로 여러 버전의 제품을 짧은 시간 내에 출시함으로써 소비자 선호도를 보다 신속하게 결정할 수 있다고 하였다[19]. 모듈화는 구성요소 인터페이스의 표준화로 제품 내의 구성 요소를 "믹스 앤 매치"하여 시장에 제품수를 늘릴 수 있다[20]. 따라서 구성요소에 대한 분리된 학습, 소비자 선호에 대한 빠른 대응, 생산비용의 감소 및 해당 산업에 대한 진입 장벽의

완화등의 이점을 생각할 수 있다. 이에 반해 모듈화의 단점은 낮은 수준의 아키텍처 단계에서 이루어지는 혁신의 제한, 모듈식 아키텍처 구성에 드는 초기의 높은 비용, 통합된 변화에 전체 시스템 단위로 대응이 힘든 점과 산업내 진입 완화에 따른 경쟁에 모방, 상품화 등이 이야기 된다.

2.2 SoC 반도체

2.2.1 SoC(System-on-Chip) 반도체 개발 이해

SoC(System-On-Chip)는 서로 분리된 각각의 시스템을 하나의 칩으로 구현 하는 것으로, 이때 사용되는 재사용 가능한 모듈화 형태의 디자인을 IP(반도체설계자산)라 정의한다. 개발 시간을 단축하는 핵심 요소 중 하나는 SoC에 사용되는 IP가 적시에 설계되고 이러한 IP를 최상위 설계에 원활하게 통합하도록 하는 것이다. 이를 위해 SoC에 필요한 최적의 IP를 최상위 설계와 병행하여 개발 또는 획득할 수 있는 전략을 세워야 한다. 즉, SoC 설계에 대해 모듈화로 구분된 설계와 이를 바탕으로 IP 팀과 함께 요구 사항을 정의, 조정할 수 있는 개발 방식과 전략이 필요하다. 전체 개발 방법론에서 보면 SoC 설계를 모듈화 기반으로 통합이 가능하도록 각 설계 단계를 진행하는 데 필요한 IP에 대해 필요한 데이터를 정확하게 얻도록 해야 한다.

2.2.2 SoC 반도체에서 모듈화

SoC 설계는 복잡성과 큰 규모의 성능 목표를 처리할 수 있는 방법론을 찾게 되는데, 그 중심에 블록 기반 모듈 설계가 있다. 이를 통해 설계를 더 작고 관리 가능한 조각으로 나눌 수 있으며, 지적 재산(IP) 블록을 재사용할 수 있다. SoC의 모듈화 방식은 크고 복잡한 설계를 실현하는 주요 메커니즘 중 하나로 빠르게 인식되고 있다[21,22]. SoC에서 주로 이용하는 IP등을 보면 ARM/RISC Processor, RAM, ROM 등의 하드웨어 IP와 프로세서에서 실행하는 소프트웨어 IP로 분류 된다. 하드웨어 IP는 형태에 따라 소프트(Soft)IP, 펌(Firm)IP 및 하드(Hard)IP의 3가지로 분류할 수 있다[22]. 소프트 IP란 RTL(Register Transfer Level)형태의 상위 수준으로 제작되며 하드웨어 언어(HDL)가 이용되며 합성 가능하게 기술된다[22,23]. IP 재이용 측면에서 보면 소프트 IP가 유연하다고 할 수 있으나 반도체의 물리적 성능이 보장 되지 못하는 단점이 있다. 펌 IP는 소프트 IP와 하드 IP의 중간 성격을 가지며 보통 RTL에 야간의 물리

적 성격을 더한 Netlist 형태로 공급되며 게이트 레벨로 디자인 크기나 성능을 어느 정도 확인하며 이용할 수 있다. 하드 IP는 레이아웃이 고정되어 있으며 모든 물리적 정보를 가지고 있고, 최적화가 되어 있는 장점이 있으나 수정이 불가능한 형태로 제공된다. 작업이 완료된 형태라 TAT(Turn Around Time)의 이점이 있으나 기능 변경 및 분석은 어려운 단점이 있다.

2.3 조직요인

2.3.1 조직 효과성

조직은 기본적으로 목표를 설정하고 이를 달성하기 위해 노력하게 되는데, 정해진 목표에 대한 달성 여부등을 조직 효과성으로 평가한다. 이전 연구에서 Banard (1938)는 조직효과성은 인지된 목표를 달성하는 것이라고 하였고, Etzioni(1994)는 사회적 단위로 조직은 효과성과 능률성이 최대화 되어야 한다고 하였다[24,25]. 조직효과성에 대한 평가기준은 적응성, 생산성, 직무만족, 수익성등이 가장 많은 빈도를 차지하고 있다[26]. Berman(2006)은 조직효과성에 대해서 결과(Outcome) 및 산출(Output)로 측정한다고 하였고, 산출(Output)은 단기적, 결과(Outcome)는 장기적인 조직의 목표, 목적 달성을 측정하는 것이라고 하였다[27]. 본 연구에서는 측정도구로 프로젝트 결과에 대한 생산성 측면에서 실증해 보고자 한다.

2.3.2 지식기반조직

조직의 지식 기반 이론에는 조직의 경쟁 무기는 본질적으로 정보를 획득하고 지식을 창출하는 능력에 달려 있다고 이야기 한다[28]. 특히 R&D 팀 맥락에서 개인과 팀 간에 지식 교환이 강조된다. 이는 지식 창출과 혁신을 강화하는 상호 학습의 기회를 제공하기 때문이고, 많은 연구에서 R&D 프로젝트에서 지식기반 업무에서 협업의 중요성을 보여주었다. Pinto(1990)은 불분명한 프로젝트 목표, 변화하는 프로젝트 요구 사항, 기술적 복잡성과 같은 새로운 프로그램 개발에서 프로젝트 팀이 직면하는 문제를 효과적인 커뮤니케이션과 협력이 문제를 극복하고 프로젝트 성공을 보장하는 것이 중요하다고 하였다 [28]. 또한 다양한 연구에서 혁신에 중요한 영향을 미치는 매우 다양한 협업 요소를 주장했다[29].

본 연구에서는 R&D구성원들이 모듈화 된 업무와 조직의 작업 형태에서 협업과 그에 기반한 조직 효과성에 대한 영향을 확인하고자 한다.

2.3.3 협업

연구개발의 목표는 높은 성능의 제품을 경쟁사 보다 빠르게 시장에 내놓는 것이다. 이를 위해 개발 구성원들은 공통의 목표를 가지고 각자의 능력을 최대한으로 발휘하는 것이 가장 중요하다. Friend & Cook (2010)는 협업(collaboration)은 2인 이상의 구성원이 공동 목표를 향해 일치된 의사결정에 자발적으로 참여하는 행위라 하였고[30], Lai(2001)은 협업은 문제를 함께 해결하기 위해 조정된 노력에 참여자들의 상호 참여" 이고, 협력적 상호 작용은 공유 목표, 구조의 대칭, 높은 수준의 협상, 상호 작용 및 상호 의존성을 특징으로 한다고 정의 하였다[31]. 협업의 정의를 보면 공통점은 '공유'와 '상호의존성'이다. 다수의 구성원이 공동의 목표를 이루기 위해 정보와 프로세스, 지식 등을 서로의 상호작용을 통해 성과를 만드는 과정이라 할 수 있겠다. 복잡한 SoC 개발에서 모듈화 작업은 서로간의 인터페이스에 대해 정확한 지식과 정보의 공유가 중요하고 많은 모듈이 시의적절하게 개발이 되어야 하는 측면에서 볼 때 공통의 목표를 완료하기 위한 협업이 중요한 항목이다.

3. 연구모형 및 가설도출

3.1 연구모형 및 가설

본 연구는 SoC 개발 형태에 따른 R&D개발팀에 대한 모듈화 조직과 효과성간의 관계 및 협업의 매개효과와 IP이용 형태에 대한 조절효과를 분석하였다. Fig. 1에는 미러링, 미스팅등 조직형태에 관한 것을 독립변수로, 협력을 매개변수 조직 효과성을 종속변수로 연구모형을 구성 하였다.

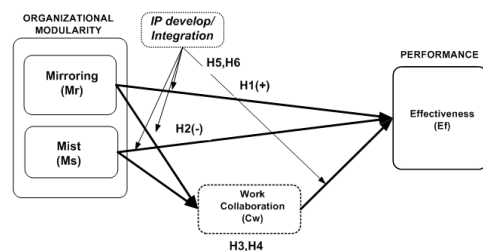


Fig. 1. Research model

제품과 조직 모듈화에 대한 선행연구들은 주로 제품과 조직 간의 관계에 초점을 맞춰 다양한 수준에서 개념을 분석 해 왔는데, 이 관계는 앞서 설명한 "미러링 가설

(mirroring hypothesis)"이라는 아이디어를 중심으로 구성되었으며, 이는 제품의 아키텍처와 그 조직의 구성이 동일할 수 있다는 개념이다[17,32].

미러링 조직 구조에는 서로 간의 기술 모듈화가 잘 정의되어 있는 제품이 조직의 분리와 함께 약한 상호의존성을 특징으로 효과적으로 제품이 개발될 것이라고 가정한다. 여기서 다음과 같은 가설을 수립할 수 있다[16].

〈가설 H1〉 조직의 모듈화 미러링은 조직 효과성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

Schilling & Steensma(2001)는 미국의 165개 산업 분석을 통해 모듈식 조직 형태 분석을 통해 결합된 모듈식 설계와 느슨한 모듈식 설계 사이의 선택이 제품의 복잡성과 불확실성 정도에 따라 달라질 수 있다고 주장했다. 결합된 모듈식 설계는 매우 복잡하고 모듈 간에 긴밀한 조정이 필요한 제품에 더 적합할 수 있는 반면, 느슨한 모듈식 설계는 생산 공정에서 복잡성이 낮고 불확실성이 큰 제품에 더 적합할 수 있다[33]. MacCormack et al. (2012)는 제품 모듈성이 보다 느슨하게 결합된 조직과 밀접하게 관련되어 있음을 발견했다[7]. 이를 바탕으로 다음의 가설을 제시하여 실증한다.

〈가설 H2〉 조직의 Mist는 조직 효과성에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

모듈화의 목표는 조직 단위 내에서 작업 상호 의존성을 최대화하고 단위 간 작업 상호 의존성을 최소화하는 것이지만, 독립성과 상호의존성 사이의 균형있는 조율은 조직의 관점에서 논의되었다[29]. 결과적으로 모듈화는 조직간에 서로 협력하는 방식을 변화시켜 지식 생성 및 혁신의 효율성을 변화시킨다는 것을 나타낸다. Sosa et al. (2004) 주요 디자인 인터페이스와 관련된 커뮤니케이션의 강한 경향을 확인했다[34]. Cataldo et al. (2006)는 또한 팀 내 의사 소통이 기술 아키텍처 및 구성 요소 간의 연결과 일치할 때 작업을 빠르고 효과적으로 완료할 수 있음을 발견하여 시스템 구성 요소 간의 상호 의존성 역할을 강조하였다[35,36]. 이를 바탕으로 협력의 관계에서 다음과 같은 가설을 제시한다.

〈가설 H3〉 조직의 미러링과 조직 효과성의 관계에서 협력은 매개효과를 가질 것이다.

〈가설 H4〉 조직의 미스팅과 조직 효과성의 관계에서 협력은 매개효과를 가질 것이다.

조직의 주된 개발 형태에 대해 모듈화의 영향성 또한

주목할 부분이다 따라서 본 연구는 개발 시스템 내에서 IP개발과 개발된 IP를 주로 사용하는 조직 간의 업무 성격이 모듈화 형태와 협업의 관계를 조절 하는지 분석하고자 하였다.

〈가설 H5〉 개발 업무 형태는 미러링과 협업의 관계를 조절할 것이다.

〈가설 H6〉 개발 업무 형태는 미스팅과 협업의 관계를 조절할 것이다.

4. 연구방법

본 연구는 도구의 검증을 위해 파일럿 테스트를 통한 보완 후 본조사를 실시하였다. 본 연구에서는 가설 검증을 위해 통계분석 패키지인 SPSS 20.0 와 AMOS 18.0 를 사용하였다. SPSS를 통해 기본적인 기술통계분석과 요인, 상관, 신뢰도 그리고 타당성 분석을 실시하였다. 연구모델에 대해서 구조방정식모형을 구현하였다. AMOS를 통한 경로분석을 통해 가설 검증을 실시하였고, 모형의 적합성과 통계적 유의성을 분석하여 결과를 도출하였다. 본 연구는 기존 선행 연구들에 사용된 개념을 본 연구에 맞추어 기본 설문을 바탕으로 Table 1에 정의 하고, 측정 가능 하도록 변수를 구현 하였다. 각 변수들의 측정항목은 선행 연구를 기반으로 신뢰성과 타당성이 검증된 항목들을 주로 인용하였고, 초기 Pilot 진행 후 세부항목을 조절하였다. 세부 문항은 요인분석을 통해 구성하여 측정하였다. Table 2 에는 본 연구의 문항구성을 나타낸다.

Table 1. Operational definition of variables

Measure	Definition	Reference
Mirroring	Organizations are organized in forms such as modular design based on product/technology expertise and efficiency.	Baldwin & Clark(1997) [37,14]
Mist	There is a strategic development form in which interdependencies are maintained in a modular organizational structure.	Baldwin & Clark(1997) [37,14]
Collaboration	A collaborative agreement between two or more organizations to share and access resources to ultimately improve performance.	Oliveira & Lumineau, 2019[38]
Effectiveness	A measure of the extent to which an organization achieves its objectives and the extent to which it achieves the stated objectives of the project. Job satisfaction, flexibility and adaptability as psychological indicators	Campbell (1977)[26]

Table 2. Questionnaires

Variables	Num.	Questions (1=Not at All ~ 7=Very Well)
Mirroring (Mr)	Mr1	Our organizational structure reflects the developing product design module units.
	Mr2	Issues in the design module that our organization is responsible for can be resolved within our organization.
	Mr3	Different organizations and technology development tasks are separated by clear boundaries.
	Mr4	Our organization fully decides and proceeds with the improvement of module performance.
Mist (Ms)	Ms1	There is a problem that cannot be solved due to association with other modules.
	Ms2	There is technical overlap for tasks between module boundaries.
	Ms3	When modifications to a module are required, discussions with adjacent modules are necessary.
	Ms4	When a problem occurs in a module, the help of neighboring modules is needed.
Collaboration (Cw)	Cw1	Shares common goals with other modules in product development.
	Cw2	Shares customer requirements with other modules during product development.
	Cw3	All modules have set delivery targets during product development.
	Cw4	Each module has its own responsibilities and roles clearly defined.
Effectiveness (Ef)	Ef1	Our organization has a high project completion rate compared to the amount of R&D personnel involved.
	Ef2	Our organization has a high number of commercialization cases compared to the number of R&D cases.
	Ef3	The quality of work our organization produces is excellent.
	Ef4	Our organization has achieved the goals given so far.

5. 실증분석

5.1 표본 특성

2022년 11월 15일부터 2022년 12월 20일까지 SoC 개발을 진행하고 있는 연구원들을 대상으로 온라인과 오프라인으로 수집하여 분석 하였다. 총 183부 중에 불충실한 설문을 제거한 후 본 연구에 유효한 160개를 대상으로 하였다. 업무의 이해도를 기반으로 하기 위하여 실무 5년차 이상으로 유효데이터를 확보하였고, bias가 없게 하도록 단일 회사에서 표본을 추출하였다, Table 3은 표본에 대한 인구 통계학적 특성이다 엔지니어 업무의

특성과 성별은 큰 의미가 없으나 남성 85% 여성 15%로 구성되었다. 학력별로는 학사, 석사, 박사의 비율이 각각 42%, 48%, 10%로 나타났고, 경력은 5~9(37.5%), 10~14(33.7%), 15~(29.8%)로 업무 특성은 IP 개발, Block 개발, Top integration이 각각 37.0%, 28.0%, 35.0%로 분포 되었다.

Table 3. Demographic profile

Demographic		Freq.	ratio
Geder	Male	136	85.0%
	Female	24	15.0%
Education	Bachelor	67	42.0%
	Master	77	48.0%
	Ph.D	16	10.0%
Career	5years ~ 10years	60	37.5%
	11years ~ 15years	54	33.7%
	15years ~	46	29.8%
Role	IP development	59	37.0%
	Block level integration	45	28.0%
	Top integration	56	35.0%

5.2 신뢰성과 타당성 분석

본 연구에서는 선행 연구를 통해 변수를 설정하고 조작적 정의에 기초 하여 복수의 설문문항으로 개념을 측정 하였다. 요인 추출방법으로 주성분 분석(Principal Components Analysis)과 베리맥스(Varimax) 방식을 사용하였고, 고유값(Eigen value) 1.0 이상, 요인 적재량 0.40 이상을 기준으로 설정하였다. Table 4는 탐색적 요인분석 결과이다 효과성의 문항들의 요인적재량은 0.792~ 0.855 사이로 타당도가 확보되었고, 미러링, 미스트, 협업들도 0.842~0.921, 0.692~0.822, 0.744~0.921 등의 요인적재량으로 타당도를 확보하였다. 이어서, Cronbach'α 계수를 사용하여 내적일관성을 통한 신뢰성을 확인하였고, 분석결과 Mirroring(Mr, 0.905), Mist (Ms, 0.919), 협업(Cw, 0.945), 조직효과성(Ef, 0.889)로 기준인 0.7 이상으로 내적 일관성이 확인되었다[39,40]. Table 5는 확인적 요인분석의 결과이다. 집중(개념)타당성은 비표준화 값 (λ) 는 0.5이상의 바람직한 수준이고 유의확률(C.R)은 (p<.05)에서 1.96 이상을 만족한다. Standardized regression weights 경우는 > 0.5 이상으로 문제가 없으며, 일반적으로 개념타당성 판단 기준인 평균분산추출값 AVE >.5 의 조건을 만족한다[43-45]. 개념신뢰도는 기록된 값과 같이 > 0.7 이상으로 조건을 만족하여 집중 타당성이 있는 것으로 확인 되었다[39,40].

Table 4. Results of exploratory factor analysis and reliability

Variables		Fac1	Fac2	Fac3	Fac4
Mirroring (Mr)	Mr1	.871			
	Mr2	.842			
	Mr3	.894			
	Mr4	.921			
Mist (Ms)	Ms1		.843		
	Ms2		.822		
	Ms3		.Del		
	Ms4		.692		
Collaboration (Cw)	Cw1			.921	
	Cw2			.744	
	Cw3			.Del	
	Cw4			.845	
Effectiveness (Ef)	Ef1				.855
	Ef2				.792
	Ef3				.814
	Ef4				.Del
Cronbach α		.905	.919	.945	.889

Table 5. Results of confirmatory factor analysis and reliability

	Regression weight (λ)	S.E	Critical Ratio	Standardized (λ)	AVE	Construct reliability
Mirror → Mr4	1			.918	.832	.952
Mirror → Mr3	1.269	.038	33.146	.975		
Mirror → Mr2	1.166	.039	30.102	.937		
Mirror → Mr1	1.231	.039	31.716	.958		
Mist → Ms4	1			.849	.731	.890
Mist → Ms2	1.311	.057	23.040	1.00		
Mist → Ms1	1.188	.049	24.273	.926		
Cowork → Cw4	1			1.05	.769	.908
Cowork → Cw2	1.040	.021	50.292	1.05		
Cowork → Cw1	.837	.050	16.641	.809		
Efficiency → Ef3	1			.634	.565	.780
Efficiency → Ef2	1.259	.158	7.960	.502		
Efficiency → Ef1	.563	.131	4.310	.283		

판별타당성은 모든 변수간의 상관계수 제공값이 AVE 값을 초과하지 않는 지를 확인하여 판단할 수 있다 [43-45]. Table 5와 같이 상관계수의 제공의 합이 평균 분사추출의 값보다 작으므로 판별타당성이 있다고 할 수 있다[39].

Table 6. Results of correlation analysis

	Mr	Ms	Cw	Ef	AVE
Mr	1				0.832
Ms	.597 (.356)	1			0.731
Cw	.402 (.161)	.424 (.179)	1		0.769
Ef	.740 (.547)	.507 (.257)	.373 (.139)	1	0.565

Notes: Mr(Mirroring(Mr)), Ms(Mist), Cw(Collaboration), Ef(Effectiveness)

5.3 가설검증 결과

본 연구모형의 측정모형 적합도는 Table 7의 기준수치를 중심으로 RMR=.035, GFI=.975, AGFI=.943, TLI=.987, CFI=.993, RMSEA=.048 등으로 수치들의 수치가 수용기준에 만족하고 있다[43-45].

전반적으로 연구모형은 적합도가 양호한 것으로 볼 수 있다. Table 8에는 미러링, 미스트의 구조모형에서 각 경로계수들을 살펴본 결과, 효과성으로 가는 직접 경로와 협업을 통해서 가는 간접경로의 결과를 나타낸다. 미러링에서 효과성으로 가는 경로를 제외하고 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 구체적으로 보면 미스트가 높을수록 협업, 효과성이 정적으로 유의미한 것으로 나타났다 협업에 대한 효과성의 경로도 정적으로 유의미한 것으로 분석되었다.

Table 7. Model Fit

	CMIN/DF	TLI	CFI	NFI	RMR	GFI	AGFI	RMSEA
Mr	2.53	.987	.993	.989	.035	.975	.943	0.48
Standard	≤3	≥.9	≥.9	≥.9	≤.08	≥.9	≥.9	≤.05

Table 8. Results of Path analysis

Path	Estimate		S.E.	C.R.	P
	B	β			
Mr → Cw	.149	.146	.051	2.943	.003
Ms → Cw	.340	.390	.044	7.697	***
Cw → Ef	.073	.186	.021	3.552	***
Mr → Ef	.155	.388	.022	6.984	.102
Ms → Ef	-.073	-.166	.021	-3.552	***

Notes: Mr(Mirroring(Mr)), Ms(Mist), Cw(Collaboration), Ef(Effectiveness), (**: p<.01, ***: p<.001)

다음으로 협업에 대한 성과의 매개효과 검증을 위해 구조방정식에 의한 직접, 간접, 총효과를 분석하였고, 통계적 유의성 검증은 Bootstrapping을 이용하였다. Table 9에서 미러링, 미스트의 효과성 관계에서 협업의 간접효과는 유의수준 $p < .05$ 로 효과가 유의한 결과를 볼 수 있다.

Table 9. Direct, Indirect and Total Effects

	Direct	Indirect	Total
Mr → Cw	.146**	-	.146**
Ms → Cw	.390**	-	.390**
Cw → Ef	.186***	-	.186**
Mr → Ef	.388***	.122***	.510***
Ms → Ef	-.166***	-.228***	-.394***

Notes: Mr(Mirroring(Mr), Ms(Mist), Cw(Collaboration), Ef(Effectiveness),(**: $p < .01$, ***: $p < .001$)

부분 매개효과로 영향력을 검증한 결과는 직접효과로는 독립변인인 미러링, 미스트는 각각 협업(.146, .390)과 협업은 효과성(.186)과 정(+)의 영향을 미치 미치는 것으로 나타났다. 매개변인으로 협업은 미러링이 효과성에 미치는 영향에서 .122의 정(+)의 간접효과r, 미스트와 효과성에서는 -.228의 부(-)의 간접효과가 확인되어 협업은 부분 매개효과가 있음을 알 수 있다.

마지막으로 표본을 조직의 업무 형태로 구분하여 조절 효과 분석을 통해 확인하였다. 분석을 위해 조직업무에 대한 응답을 IP개발 집단과 IP통합집단(Block/Top)으로 나누어 다중집단분석(multi-group analysis)을 실시하였다. IP조직은 기본적으로 모듈화 제공의 업무 성향이 강하고 Block/Top 작업자들은 IP 통합의 측면에서 모듈을 주로 이용하게 된다. 따라서 조직 협업측면에서 IP조직은 내부로 전문화가 심화 되고, 외부적으로는 독립적이다. 이에 반해 Block/Top 조직은 모듈화를 기반으로 하지만, 공급된 IP 디자인에 대해 좀 더 의존적이라 그룹 간 차이를 확인하고자 하였다. 조절효과 검증을 위해 제약모델과 비제약모델로 구분하여 변화량을 도출하였다. 검증을 위해 분류된 두 집단을 기준으로, 분석은 가설검증에 대한 구조방정식 모형과 같은 경로 모형을 통한 다중모형집단의 비교가 이루어졌다. 다중집단 분석의 과정에 앞서 모형의 적합도를 평가하기 위한 기준으로 Table 10의 Chi-square 값과 더불어 CFI, TLI, RMSEA의 값을 살펴보았다. 검증 결과는 Table 11에서 제약모델에 대한 유의 수준이 $P < .000$ 를 만족하여 귀

무가설을 기각할 수 있다. 즉, IP 개발 형태에 따라 집단의 차이가 있는 것으로 나타났다. 결과에서 자유모델과 제약모델은 DF(4), CMIN(ΔX^2 , 33.247)의 값의 차이를 보인다. 경로별 조절효과 검증 결과는 Table 12에서 미러링과 협업, 효과성의 관계의 경우 $p=.338$, .685 로 유의하지 않은 것으로 확인되었고, 나머지 경로에서의 조절효과는 통계적 유의성이 검증되었다. 세부적으로 유의한 관계에서 미스트에서 협업, 협업에서 효과성이 IP 개발자/통합 그룹과 각 .344/.169, .030/.423으로 확인되었다. 즉, IP 개발자가 통합그룹보다 미스트에서 협업으로 좀 더 큰 정(+)의 영향이 미치게 되는 것으로 나타났다. 협업에서 효과성 측면은 통합그룹에서 IP개발자보다 큰 정(+)의 영향이 미치는 것을 확인했다. 전체 분석 결과를 바탕으로 연구모형과 함께 제시된 가설에 대한 결과를 Table 13에서 확인할 수 있다.

Table 10. Model Fit

Model	χ^2	df	TLI	CFI	RMSEA	P
Free	326.5	70	.920	.914	.054	.000
Constrained	350.4	75	.911	.891	.044	.000

Table 11. Comparison

Model	DF	CMIN	P	NFI Delta-1	IFI Delta-2	RFI rho-1	TLI rho2
Δ	5	33.247	.000	.014	.014	.006	.006

Table 12. Moderating effects of IP user difference

Path	Estimates	S.E.	C.R.	P
IP developer				
Mr → Cw	.021	.022	.959	.338
Ms → Cw	.344	.501	.953	***
Mr → Ef	.058	.144	.406	.685
Ms → Ef	-.034	.029	-.160	.007
Cw → Ef	.030	.025	.186	***
IP integrator(Block/Top)				
Mr → Cw	.083	.081	1.022	.002
Ms → Cw	.169	.161	.146	***
Mr → Ef	.088	.558	.952	.004
Ms → Ef	-.016	.045	-.355	***
Cw → Ef	.423	.177	.392	***

Notes: Mr(Mirroring(Mr), Ms(Mist), Cw(Collaboration), Ef(Effectiveness),(**: $p < .01$, ***: $p < .001$)

Table 13. Hypothesis results

Hypothesis	Verification
(H1) Organizational modularity mirroring will have a positive (+) effect on organizational effectiveness.	Reject
(H2) Organizational mist will have a negative(-) effect on organization effectiveness	Adopt
(H3) Collaboration mediates in the relationship between organizational mirroring and effectiveness.	Adopt
(H4) In the relationship between organizational mist and organizational effectiveness, cooperation will have a mediating effect.	Adopt
(H5) Job role in development moderates relationship between mirroring and collaboration.	Adopt
(H6) Job role in development moderates relationship between mist and collaboration.	Adopt

6. 결론 및 시사점

6.1 연구결과 요약

본 연구는 비메모리 반도체 산업의 중심인 SoC 칩 개발 방식에서 이용되는 모듈화로 인한 조직의 개발 형태가 R&D개발 조직의 효과성에 미치는 영향을 분석하였다. 미러링과 미스트를 기반으로 협력의 매개 효과와 모듈화의 기반이 되는 IP 개발 형태에 따른 조절효과 대한 연구모형을 구현하여 설문조사로 수집된 자료를 구조방정식으로 실증하였다. 이를 위하여 기술 모듈화가 반영된 미러링 형태의 조직구성 형태를 기반으로 기술의 접점에서 발생하는 미스트의 형태가 조직의 효과성에 영향을 하여 알아보는 것을 목적으로 실시하였다.

연구결과를 종합해 보면, 첫째로 미러링의 경우 조직의 모듈화가 잘 되어 있을수록 문서를 통한 업무 효율이 증진될 것으로 예상했으나, 효과성에 의미 있는 영향은 없었다. 이는 앞선 모듈성의 이점과는 차이가 있는 결과로 SoC제품에서 모듈화가 빠른 제품 주기에는 효과가 있지만 프로젝트 제품 성능에는 부정적인 결과도 있음을 시사한다. 둘째, 미스트의 경우 미스트가 높아질수록 조직효과성은 낮아지며 협력은 높아지는 것을 확인 할 수 있었는데, 이는 업무에 대한 커뮤니케이션이 보다 활발하게 진행되는 미스트의 속성상 협력은 늘어나는 것으로 예상할 수 있으나, 효과성은 가설에서 예상한대로 감소되었다. 이는 SoC제품의 빠른 개발 업무, 잦은 스펙변동 등에 의한 모호한 업무경계가 효율성에 방해가 되는 것을 시사한다. 셋째, 미러링/미스트와 효과성의 관계에서

협업은 부분매개 효과가 확인되었다. 이것은 조직 모듈화를 통한 연구 작업이 협업을 통해서 효과성에 영향을 줄 수 있다는 것을 의미한다. 즉, 협업은 요인의 추가는 분리적인 성격의 미러링과 업무상 연결될 수 밖에 없는 미스팅 사이에서 과제에 대한 공통 목표의식과, 효율적인 상호작용이 효과성에 의미 있는 영향을 주는 것을 시사한다. 이러한 결과는 모듈화에 단순화 효과만 확인한 기존의 연구에서 발전하여 여러 단위로 나뉘지는 복잡한 SoC개발 업무에 현실적인 필요한 협업의 관계를 매개변인으로 어떠한 경로를 통해 요인들에 영향을 미치는지 확인했다는 것에 의미가 있다. 넷째로 IP개발 업무 차이에 대한 미스트에 대한 협업, 협업과 효과성에 대해서 조절효과가 확인 되었다. 이는 개발업무 성격에 대한 반응으로 IP개발자들은 보다 독립적인 작업과 연결로 협업이 보다 효과적으로 이루어 진다고 생각하며, IP통합자들은 모듈화 단계에 따른 정보의 공유등을 기반으로 하는 협업이 효과성으로 이어지는 것을 시사한다.

본 연구는 다음의 학문적 기여를 도출한다. 첫째, 모듈화(modularity)에 대한 연구는 조직 경영, 제품 설계, 생산/기술 체계, 서비스등 전 영역에서 활발히 진행되고 있는 것에 반해 국내는 디자인, 건설, 제조업등 물리적으로 간단한 대상 위주로 진행되는 아쉬움이 있다. 본 연구는 기술적으로 가장 복잡하고 변화가 빠르고 끊임없이 이루어지는 산업인 시스템 반도체 개발에서 IP 모듈 사용에 대해, 모듈화 성격을 보다 구체화 하였다. 둘째, 본 연구는 기존연구에서 찾아보기 어려운 모듈화 생산성에 영향을 주는 기술 모듈화와 조직 미러링의 상호작용 결과를 도출한 것에 학문적 기여가 있다. 기술 모듈화가 미러링 가설을 기반으로 형성된 조직에 대해 어떤 장단점이 있는지를 실무적인 관점에서 파악하여 논의의 출발점을 제공하고자 하였다. 셋째로, 기존 연구들이 조직 분위기와 자원기반역량에 대해 주로 초점을 맞춘 것에서 벗어나 본 연구는 모듈화가 개발 연구자들에 심리적 영향과 미러링 가설기반으로 이루어진 조직형태가 기업의 기술 혁신과 효과성을 도출하였다는데 의미가 있다. 이전 연구는 복잡성이 종종 예상치 못한 제품 구성 요소의 상호 의존성에 영향을 주기 때문에 미러링 또는 미스트에서 그 역할을 강조 하였다[41,42]. 본 연구 결과는 복잡성과 함께 모듈 단계에 따른 개발의 형태가 지식 통합 및 정보 공유가 필요함을 시사한다

실무적으로는 관리 관점에서 이 연구는 모듈화 조직의 업무 형태와 관련하여 SoC산업에서 기술/조직 모듈화는 부분요소의 전문화를 촉진 시킬 수 있으나, 조직의 경계

에서 발생하는 미스트에 대한 효과적인 협업 관리가 조직의 효율성 향상을 위해서 필요한 것으로 보인다. 또한, IP개발자와 이용자의 관계로 볼 때, IP개발 그룹의 경우가 보다 깊이 있는 개발 업무를 진행할 수 있지만, IP 모듈화에 따른 단순 작업이 많아지는 현상에 대하여 작업에 만족하지 못하는 현상으로 분석된다. 이러한 결과를 볼 때, 현업에서 IP 모듈이 어쩔 수 없는 개발의 형태로 많이 이용되게 되겠지만, 개발자들의 심리적인 동기 부여와 핵심기술 파악이라는 부분을 고려해야 한다. 또한, 과정에서 미스트는 피할 수 없는 선택임을 인식하고, 효과성 측면을 고려하여 전략적으로 선택하는 방식을 제안한다.

6.2 한계 및 제안

본 연구의 결과에는 여러 가지 한계가 있다. 첫째 본 연구는 SoC 산업의 R&D 인력을 대상으로 모듈화 영향을 설명하기 위해 기업성과로써 비재무적성과인 효율성을 서베이를 통해 성과를 측정하였다는데 연구의 의의 함께 한계점이 있다. 재무적 성과는 투입비용대비 비용성과, 운영 성과등 여러가지 요인이 있을 수 있으나 회사전체의 실적이 연구모형을 대표할 수 있게 정제하기가 쉽지 않아 서베이를 선택하였으나 이 부분이 연구결과에 신뢰성이 악화될 수 있다. 향후, 재무적 자원(Financial resource)이나 R&D 결과를 보다 물리적으로 반영할 수 있는 특허 수치등이 고려된다면 보다 과학적이고 합리적인 결과를 도출할 수 있을 것으로 예상된다. 둘째, 본 연구는 하나의 회사내 조직에 초점을 두었기 때문에 결과가 다양한 기업 그룹에 일반화 되지 않을 수 있다. 다만 반도체 개발 특성상 여러 그룹의 조사가 필요하다. 단일 그룹 연구는 연구 결과를 특정 상황에 일반화하는 데 제한이 있을 수 있고, 다른 부분, 팀 및 조직에 걸쳐 연구를 확장하는 것도 의미가 있을 것이다. 마지막으로 본연구에서 다뤄진 미러링 관계는 기관, 문화 및 조직 내 설정 대 조직 간 설정과 같은 다른 시스템의 영향을 받을 수도 있다. 따라서 상대 요인에 대한 추가 탐색은 보다 체계적인 프레임워크를 개발하는 데 의미가 있을 것으로 예상된다.

References

[1] Hankyung, " <https://magazine.hankyung.com/business/article/201907024873b>", 2019.

[2] G. Dosi, "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change." *Research Policy*, vol. 11, no. 3, pp. 147-162, 1982. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)

[3] A. Van de Ven, "Central problems in the management of innovation." *Management Science*, vol. 32, no. 5, pp. 590-607, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.5.590>

[4] R. Henderson, K. Clark, "Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms." *Administrative science quarterly*, vol. 35, no. 1, pp 9-30, 1990; DOI: <https://doi.org/10.2307/2393549>

[5] S. Faraj, L. Sproull, "Coordinating expertise in software development teams." *Management science*, vol. 46, no. 12, pp. 1554-1568, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.12.1554.12072>

[6] P. Puranam, "What's "new" about new forms of organizing?" *Academy of management review*, vol. 39, no. 2, pp. 162-180, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5465/amr.2011.0436>

[7] A. MacCormack, "Exploring the duality between product and organizational architectures: A test of the "mirroring" hypothesis." *Research Policy*, vol. 41, no. 8, pp. 1309-1324, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.011>

[8] R. Sanchez, J. Mahoney, "Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design." *Strategic management journal* vol. 17, no. S2, pp. 63-76, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1002/smi.4250171107>

[9] K. Ulrich, "The role of product architecture in the manufacturing firm." *Research Policy*, vol. 24, no. 3, pp. 419-440, 1995.

[10] N. Langlois, P. Robertson, "Networks and innovation in a modular system: Lessons from the microcomputer and stereo component industries." *Research Policy*, vol. 21, no. 4, pp. 297-313, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(92\)90030-8](https://doi.org/10.1016/0048-7333(92)90030-8)

[11] R. Sanchez, T. Mahoney, "Modularity, Flexibility and Knowledge Management in Product and Organization Design," *Strategic Management Journal* 17, Winter Special Issue, pp. 63-76, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1002/smi.4250171107>

[12] A. Schilling, "Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity." *Academy of Management Review*, vol. 25, no. 2, pp. 312-334, 2000. DOI: <https://doi.org/10.5465/amr.2000.3312918>

[13] S. Brusoni, "Knowledge specialization, organizational coupling, and the boundaries of the firm: why do firms know more than they make?" *Administrative science quarterly*, vol. 46, no. 4, pp. 597-621, 2001. DOI: <https://doi.org/10.2307/3094825>

- [14] C. Baldwin, "Where do transactions come from? Modularity, transactions, and the boundaries of firms." *Industrial and Corporate Change*, vol. 17, no. 1, pp. 155-195, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/dtm036>
- [15] Q. Wang, N. Tunzelmann, "Complexity and the functions of the firm: breadth and depth." *Research Policy*, vol. 29, no. 7-8, pp. 805-818, 2000.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00106-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00106-2)
- [16] D. Teece, "Firm organization, industrial structure, and technological innovation." *Journal of economic behavior & organization*, vol. 31, no. 2, pp. 193-224, 1996.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-2681\(96\)00895-5](https://doi.org/10.1016/S0167-2681(96)00895-5)
- [17] L. Colfer, C. Baldwin, "The mirroring hypothesis: theory, evidence, and exceptions." *Industrial and Corporate Change*, vol. 25, no. 5, pp. 709-738, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/dtw027>
- [18] K. Weick, "Educational organizations as loosely coupled systems." *Administrative science quarterly*, vol. 1, no. 19, 1976.
DOI: <https://doi.org/10.2307/2391875>
- [19] R. Garud, A. Kumaraswamy, "Changing competitive dynamics in network industries: An exploration of Sun Microsystems' open systems strategy." *Strategic Management Journal*, vol. 14, no. 5, pp. 351-369, 1993.
DOI: <https://doi.org/10.1002/smj.4250140504>
- [20] K. Ulrich, "The role of product architecture in the manufacturing firm." *Research Policy*, vol. 24, no. 3, pp. 419-440, 1995.
- [21] X. Pang, "Design and Application of IP Core in SoC Technology". 2010 Third International Symposium on Information Science and Engineering, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ISISE.2010.94>
- [22] S. Sarkar, "Effective IP reuse for high quality SOC design". Proceedings 2005 IEEE International SOC Conference, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1109/SOCC.2005.1554498>
- [23] A. Hekmatpour, "Standards-compliant IP-based ASIC and SoC design." Proceedings 2005 IEEE International SOC Conference, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1109/SOCC.2005.1554521>
- [24] C. Banard, C. "The functions of the executive Cambridge, MA: Harvard", 1938.
- [25] A. Etzioni, "Spirit of community, Simon and Schuster", 1994.
- [26] J. Campbell, "On the nature of organizational effectiveness." *New perspectives on organizational effectiveness* 13: 55, 1977.
- [27] B. Berman, "Developing an effective customer loyalty program." *California Management Review*, vol. 49, no. 1, pp. 123-148, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.2307/41166374>
- [28] U. Zander, B. Kogut, "Knowledge and the speed of the transfer and imitation of organizational capabilities: An empirical test." *Organization Science*, vol. 6, no. 1, pp. 76-92, 1995.
DOI: <https://doi.org/10.1287/orsc.6.1.76>
- [29] M. Pinto, J. Pinto, "Project team communication and cross-functional cooperation in new program development." *Journal of Product Innovation Management: an international publication of the product development & management association*, vol. 7, no. 3, pp. 200-212, 1990.
DOI: <https://doi.org/10.1111/1540-5885.730200>
- [30] M. Friend, "Co-teaching: An illustration of the complexity of collaboration in special education." *Journal of educational and psychological consultation*, vol. 20, no. 1, pp. 9-27, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1080/10474410903535380>
- [31] E. Lai, "Collaboration: A literature review." Pearson Publisher, 2016.
- [32] A. Cabigiosu, A. Camuffo, "Beyond the "mirroring" hypothesis: Product modularity and interorganizational relations in the air conditioning industry." *Organization Science*, vol. 23, no. 3, pp. 686-703, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1287/orsc.1110.0655>
- [33] Schilling, M. A. and H. K. Steensma (2001). "The use of modular organizational forms: An industry-level analysis." *Academy of management journal* 44(6): 1149-1168.
- [34] M. Sosa, "The misalignment of product architecture and organizational structure in complex product development." *Management Science*, vol. 50, no. 12, pp. 1674-1689, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0289>
- [35] M. Cataldo, "Identification of coordination requirements: Implications for the design of collaboration and awareness tools", Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1145/1180875.1180929>
- [36] M. Sosa, "A network approach to define modularity of components in complex products.", 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1115/1.2771182>
- [37] C. Baldwin, K. Clark, "Design rules: The power of modularity", MIT press, 2000.
- [38] N. Oliveira, F. Lumineau, "The dark side of interorganizational relationships: An integrative review and research agenda." *Journal of Management*, vol. 45, no. 1, pp. 231-261, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0149206318804027>
- [39] C. Fornell, D. Larcker (1981). "Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error." *Journal of marketing research* vol. 18, no. 1, pp. 39-50, 1981.
DOI: <https://doi.org/10.1177/002224378101800104>
- [40] D. Gefen, "Structural equation modeling and regression: Guidelines for research practice." *Communications of the association for information systems*, vol. 4, no. 1, pp. 7, 2000.

- [41] M. Becker, F. Zirpoli, "ORGANIZING OPEN INNOVATION: THE ROLE OF COMPETENCES, MODULARITY, AND PERFORMANCE INTEGRATION", Academy of Management Proceedings, Academy of Management Briarcliff Manor, NY 10510, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.5465/ambpp.2007.26524148>
- [42] F. Pil, S. Cohen, "Modularity: Implications for imitation, innovation, and sustained advantage." Academy of management review, vol. 31, no. 4, pp. 995-1011, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.5465/amr.2006.22528166>
- [43] N. Kyung-seop "Statistical analysis of properly written thesis: SPSS & AMOS (revised edition)", Hanbit Academy Co., Ltd, 2019.
- [44] K. Wonpyo, "Structural Equation Model Analysis Using Amos." Seoul: Society and Statistics: 195-220, 2006.
- [45] B. Byeong-ryeol, "Amos 19 structural equation modeling principle and practice." Seoul: Cheongram: 383, 2011.
-

이 휘 재(Hweejae Lee)

[정회원]



- 2000년 2월 : 서울시립대학교 (전자공학 석사)
- 2020년 2월 : 연세대학교 기술경영학 (박사 수료)
- 현재 : 삼성전자 근무

<관심분야>

기술경영, 기술혁신, AI, Big Data

이 정 훈(Junghun Lee)

[정회원]



- 1995년 7월 : 영국 Manchester 대학교 전기전자공학전공 (학사)
- 1996년 11월 : 영국 Manchester 대학교 정보시스템공학전공 (석사)
- 1998년 11월 : 영국 London School of Economics, London 대학교 경영정보학전공 (석사)
- 2003년 7월 : 영국 University of Cambridge 산업공학 경영 (공학박사)
- 현재 : 연세대학교 정보대학원 교수

<관심분야>

스마트시티, IT성과관리 및 거버넌스, IoT, 빅데이터 서비스, 시민참여