

시간, 성능 및 가격의 다차원 기반 다세대 기술의 확산경로(Diffusion Path) 추적에 대한 연구 : 로직 반도체의 기술 확산 사례

박창현

성균관대학교 기술경영전문대학원 기술경영학과

A Study on Diffusion Path Tracking based on Multi-Dimensional Time, Performance and Price of Multiple Generation Technology: Case of Logic Semiconductor Diffusion

Changhyun Park

Management of Technology Department, Graduate School of Management of Technology,
Sungkyunkwan University

요 약 단세대 기술의 확산 거동에 대한 이해는 시간의 변화가 주요한 확산 인자로 고려되었으나, 다세대 기술의 확산 거동은 시간의 변화 외에 다양한 인자들을 고려할 필요가 있다. 본 연구에서는 다세대 기술의 확산경로를 분석하기 위해 가격 및 기술적 성능의 추가적인 인자들을 발굴하여 ‘시간, 가격, 성능’ 차원의 확산경로를 정의하였고, 정의된 다차원 확산 경로를 바탕으로 다세대 기술인 반도체 산업에 대해 확산경로를 추적하였다. 반도체 산업에 대한 사례 연구 결과 기술 확산 경로는 ‘가격과 기술적 성능으로 구성되는 면적이 최대한 커지는 방향’으로 확산되는 거동을 보였다. 본 연구는 다세대 기술의 확산 거동을 다차원에 기반하여 분석하였고, 성숙 및 초기 단계의 다세대 기술들의 확산 거동에 대해 예측 가능하다는 이론적 의의를 지니고 있다. 또한 다세대 기술 산업의 연구개발 및 마케팅 담당자들에게도 시장 진입 및 퇴출 시기, 고객의 경제적 및 기술적 요구조건 파악을 위해 실무적으로도 의의가 있다.

Abstract Time is considered as an important factor to understand the diffusion behavior of single generation technology. However, multiple generation technology required additional factors in addition to time to understand the diffusion behavior. This study defined the diffusion path of multiple generation technology based on dimensions of ‘time, price, and performance’ after extracting price and technical performance factors and traced the diffusion path of semiconductor industry based on defined dimensions. The case study of semiconductor industry indicated that the diffusion path is determined maximizing the integrated area of price and performance. This study has theoretical implications in that it analyzed the diffusion behavior of multiple generation technology based on multiple dimensions and can forecast the diffusion behavior at matured as well as early stage technology. Also, this study has practical implications for R&D and marketing managers to understand time-to-market, exit time, and economical as well as technical requirements.

Keywords : Diffusion path, time, performance, price, multiple generation

*Corresponding Author : Changhyun Park(Sungkyunkwan Univ.)

Tel: +82-2-589-2926 email: pchrgc@skku.edu

Received June 11, 2018

Revised (1st June 29, 2018, 2nd July 23, 2018)

Accepted September 7, 2018

Published September 30, 2018

1. 서론

기술 혁신은 새로운 제품 또는 기술이 창조되고 확산 되는 과정을 통해 발생한다[1]. 따라서 기술이 확산되는 속도, 과정 및 영향을 미치는 인자들에 대한 이해는 기술 혁신이 발생하는 속도, 과정 및 영향 인자들을 이해하는데 있어 중요하다. 단세대 기술의 기술 확산은 S-곡선의 거동에 기반하여 확산 속도, 과정 및 인자들에 대한 기본적인 이해가 가능하다[2]. 한편 기술 확산현상을 이해하기 위해 Bass [3]는 확산채널 인자를 고려하였고, Rogers[4]는 수용자 집단 인자를 고려하였다. 기존의 단세대 기술의 확산 거동에 대한 이해는 시간의 변화에 따른 시장채택률의 변화를 분석하여 시간(time)이 단세대 기술의 확산에 주요한 인자로 고려되었다.

그러나 다세대 기술은 여러 세대가 시장에 공존하고 공급자와 고객들은 다세대들 간의 성능, 가격, 브랜드 등 다양한 인자들을 비교하여 필요한 기술들을 선택하게 되므로 다세대 기술의 확산경로에 대한 이해는 시간(time) 인자 외에 다른 인자들을 함께 고려할 필요가 있다. 그림 1은 로직 반도체 시장의 다세대 기술들에 대한 시장점유율을 제시한 결과로서, 반도체 시장은 다세대 기술들 간의 성능, 가격, 선호도 등의 차이점이 명확하여 다세대 기술의 확산경로에 영향을 미치는 여러 인자들의 파악을 위한 사례로 적합하다.

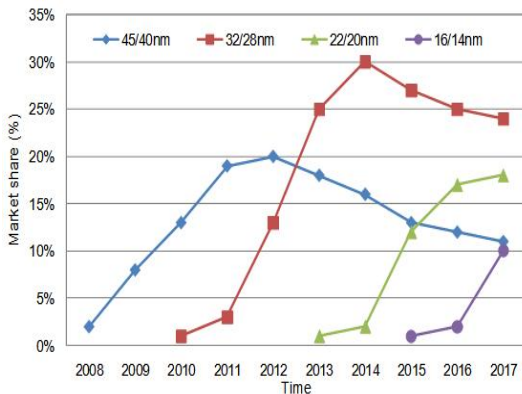


Fig. 1. Market share changes with time dimension in logic semiconductor industry

시간외의 다른 인자들이 기술의 확산현상에 미치는 영향에 대해 ‘가격, 원가, 기술적 성능’ 등이 주로 논의되고 있다[5-7]. 또한 단세대와 달리 다세대 기술들에 대해

서는 다양한 인자들이 확산현상을 이해하기 위해 고려되고 있다[8-10]. 그러나 다세대 기술의 확산현상을 이해하기 위해 다양한 인자들의 영향성을 고려할 필요성은 제시되고 있으나, 다양한 인자들이 실제 확산현상에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 연구는 제한적이였다. Kim과 Srinivasan[8] 및 Jun과 Park[8]은 제품의 성능 및 가격에 의해 결정되는 고객 효용도를 높이는 방향으로 다세대 기술의 확산이 발생한다고 주장하였다. 다세대 기술의 확산경로는 다양한 인자들의 영향성이 반영된 결과일 것이다. 따라서 다세대 기술의 확산경로를 실증적으로 추적하여 분석하면 다양한 인자들과 확산현상의 상호작용에 대해 실증적인 분석이 가능할 것이다.

따라서 본 연구의 연구 질문은 다음과 같다. 다세대 기술의 확산 과정에서 발생하는 확산경로(diffusion path)는 어떤 인자들의 차원에 기반하여 정의되고, 정의되는 인자들은 확산경로에 어떻게 영향을 미치는가?

본 논문은 아래와 같이 구성되어 있다. 다음절에서는 다세대 기술의 확산경로의 추적을 위해 필요한 인자들에 대해 기존 문헌들을 검토하였고, 본 연구를 어떤 방법에 의해 수행하였는지 연구방법론에 대해서 설명하였다. 연구 결과로서 다세대 기술의 다차원 기반 확산경로에 대한 정의를 제시하고, 로직 반도체 사업의 다차원 기반 확산경로를 추적하였다. 또한 다차원 기반 확산경로가 가지는 의미를 분석하였다. 그리고 연구결과가 가지는 이론적 및 실무적 의미를 논의하고 향후 연구계획에 대해 제시하였다.

2. 문헌리뷰

2.1 일차원 기반 확산경로

표 1에서 기술의 확산경로와 관련된 기존의 연구들을 제시하였다. 초기의 연구들[2-4]은 단세대 기술들이 시간(time)의 변화에 따라 시장채택률이 어떻게 변화하는지를 분석하여 확산경로를 추적하고자 하였다. Foster[2]는 S-곡선의 개념을 제시하여 확산현상이 시간의 변화에 따라 S-곡선 형태의 거동을 보임을 설명하였다. 기존의 S-곡선이 모방요인만 고려하였으나, Bass[3]의 모형은 모방요인과 혁신요인을 시간의 인자와 함께 고려하였다. 한편 Rogers[4]는 기술확산의 주요 요소를 혁신, 채널, 시간 및 구성원으로 보고, 확산시의 수용자 집단을 구분

하였다. 초기의 연구들[2-4]에서는 시간이 확산현상을 이해하는데 주요한 인자로 고려되었다.

2.2 다차원 기반 확산경로

기술의 확산 현상에 대한 연구는 점차적으로 ‘가격, 원가, 기술적 성능’ 등 다양한 인자들을 고려하기 시작하였다[5,6,7,11]. Ehrnberg[5]는 기존 기술 대비 새로운 기술이 가져오는 낮은 가격, 낮은 전환원가, 높은 기술적 성능의 상대적 이득을 기술의 변화로 제시하였고, Schmidt와 Druehl[6]는 제품의 성질, 지속적 원가절감이 기술확산의 중요한 요인이며, Bass 모형 대비 제품의 깊이(제품 가격과 원가의 꺾임)와 폭(가격곡선의 기울기)에 기반한 기술확산 모형을 제안하여 가격, 원가, 기술적 성능의 인자를 고려하였다. 또한 Kapur 등[7]은 기존 기술 확산에 대한 모형들이 시간에 따른 확산을 만들 고려했으나, 시간 및 가격의 인자들을 같이 고려할 필요가 있음을 제시하였고, 황성태[11]는 첨단생산기술의 확산요인인 성능 및 경제성 요인의 관점에서 분석하였다.

표 1에서 다세대 기술들의 확산 현상에 대해 다차원 인자에 기반한 연구들이 제시되었다. Kim과 Srinivasan[8]는 고객효용도를 제품 속성 및 가격 속성의 가중치의 합으로 제시하였고, PDA 제품에 대해 가격, 크기, 스크린, 연결성, 메모리 등의 다차원의 인자들을 고려한 제품 속성의 효용도를 측정하였다. Jun과 Park[9]은 가격, 광고, 디자인 등의 인자들의 속성에 대한 수준 및 속성의 계수를 적용하여 다세대 기술의 확산 현상을 측정하였고, IBM 메인프레임 및 DRAM 사례에 대해 고객 선택에 기반한 확산 모형을 제시하였다. Jun 등[10]도 속성에 대한 수준 및 계수를 적용하여 기술 대체 및 경쟁 사례에 대해 다차원 인자들의 효용도에 바탕한 기술 확산 모형을 제시하였고, 박창현[12]은 가격, 속도, 전력, 면적, 수율 인자들의 속성 계수를 고려한 반도체 기술의 확산 현상을 고객효용도 관점에서 분석하였다.

Table 1. Research on diffusion path

Topics	Dimension	Research
Diffusion path	1D model	Bass (1969), Rogers (1983), Foster (1986)
	2D model	Ehrnberg (1995), Schmidt and Druehl (2008), Kapur et al. (2010)
	Multi dimensional model	Kim and Srinivasan (2003), Jun and Park (1999), Jun et al. (2002), Park (2018)

3. 연구방법론

3.1 연구수행절차

다세대 기술의 다차원 기반 확산경로에 대한 정의 및 추적에 대한 실증 연구를 그림2와 같은 순서로 수행하였다. 1단계는 사전연구 단계로 Eisenhardt[13]가 제시한 바와 같이 연구 질문을 정의하고, 연구 주제에 대한 문헌리뷰를 각각 1절 및 2절에서 진행하였다. 문헌리뷰 결과를 바탕으로 2a단계에서 다세대 기술의 다차원 기반 확산경로를 정의하였고, 2b단계에서 실증 연구를 위해 이론적으로 유용한 사례인 로직 반도체 산업을 선정하여 다세대 기술에 대한 다차원 기반 확산경로를 추적하였다[14]. 또한 추적된 다차원 확산경로가 가지는 의미를 2c 단계에서 분석하였다. 최종적으로 3단계에서 다차원 기반 확산경로에 대한 정의 및 추적 방법에 대한 이론을 수립하였다[13].

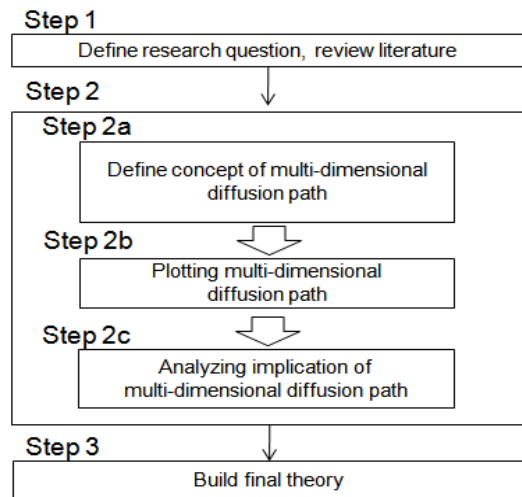


Fig. 2. Research methodology design

3.2 다세대 기술의 다차원 기반 확산경로의 정의 및 사례 분석 절차

연구절차의 2a단계로 다세대 기술의 확산경로(diffusion path)에 대한 기존 문헌들을 검토하여 확산경로에 영향을 미칠 수 있는 주요한 인자들을 도출하였다. 주요한 인자들로 구성되는 다차원 기반 확산경로를 정의하였고, 주요한 인자들이 확산경로에 어떻게 정(+) 또는 부(-)의 영향을 미치는지 검토하였다.

2b단계에서는 다세대 기술의 다차원 기반 확산경로를 실증적으로 추적하기 위해 사례 연구를 진행하였다[14].

기술 진화의 속도가 빨라서 다세대 기술들이 시장에 공존하는 반도체 산업을 선정하였고, 네 세대(45/40nm, 32/28nm, 22/20nm 및 16/14nm) 기술을 사례 연구의 대상으로 선정하였다. 반도체 산업은 다세대 기술들이 시장에 공존하고 다세대들의 확산경로가 기술적 성능, 가격 요인 등 다양한 요인들에 의해 영향을 받으므로 본 연구의 목적과 부합한다. 또한 반도체 칩은 속도, 전력, 칩면적, 수율의 네 가지 속성을 반영한 기술적 성능(performance)이 중요하고, 경제적 속성으로 제조 원가에 이윤을 반영한 판매 가격(price)이 중요하다[12]. 기술적 속성 데이터는 세계 반도체 기술로드맵(ITRS), Intel 반도체 회사 웹사이트 등에서 관련 정보를 수집하였다. 반도체 기술로드맵(ITRS)은 과거 반도체 기술의 진화 및 전망을 바탕으로 미래 반도체 기술로드맵을 매년 제시하고 있고 Intel은 CPU 분야 선두업체로 반도체 시장을 리드하고 있어, ITRS 및 Intel의 기술 속성 데이터는 네 세대 기술의 속성을 대변하고 있다. 한편 경제적 속성 데이터는 반도체 관련 원가 및 가격 분석 툴을 제공하는 IC Knowledge 툴을 통해 반도체 제조 원가 및 가격 자료를 수집하였다[15-17]. 따라서 시간의 변화에 따른 네 세대의 기술적 성능, 가격, 및 시장점유율의 변화를 추적 가능하였다. 추적된 확산경로는 다차원을 고려하여 Origin 6.0 프로그램의 3D-plot을 활용하여 (1,0,0) 방향에서 도식화하였다.

2c단계에서는 인자들이 구성하는 일부 차원에 대해 다세대 기술들 간에 비교하여 다세대 기술의 확산경로가 기술들 간의 상호작용에 어떻게 영향을 받는지 분석하였다.

4. 연구결과

4.1 다차원 기반 다세대기술 확산경로

그림 3과 같이 단세대 기술들은 시간의 변화에 따라 시장채택률의 변화를 통해 확산경로의 추적이 가능하다[2,3].

S-곡선의 개념에 의하면 그림 3의 시간(t_1)에서는 확산현상이 느리게 진행되고 있고, 시장에서 수용되기 시작하면서 점차 빨라지고, 시간(t_1)과 시간(t_2)의 중간지점인 변곡점(inflection point)을 지나면서 시장 수용정도가 감소되면서 확산이 느려지고 결국 시간(t_2)에서는 포화가 된다[2].

연구절차의 2a단계로 단세대 및 다세대 기술의 확산경로(diffusion path)에 대한 기존 문헌들을 검토하여 다세대 기술의 확산경로에 영향을 미칠 수 있는 주요한 인자들을 도출하였다.

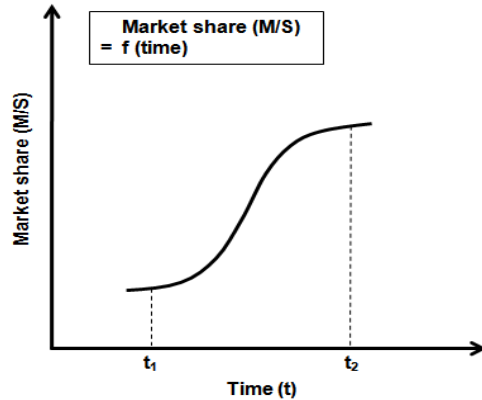


Fig. 3. Diffusion path with time dimension

시간(time)은 ‘시장 수용정도’를 고려하기 위해 주요한 인자들로 고려되고 있고[2-4], 가격(price)과 기술적 성능(performance)이 ‘시장에서 고객의 선택’에 영향을 미치는 인자들로 고려가 필요하다[5-9,18]. 부가적인 인자들이 언급이 되었으나 원가 등은 가격으로 대변 가능하고, 모든 종류의 기술적 속성들은 기술적 성능으로 대변 가능하다. 따라서 ‘시간, 가격, 성능’의 차원을 고려한 다세대 기술의 확산경로는 그림 4와 같이 정의 가능하다.

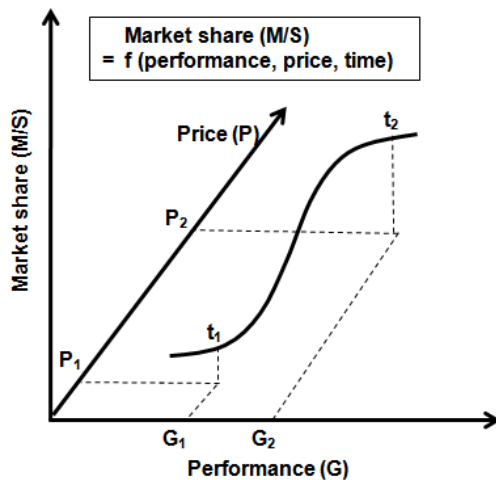


Fig. 4. Diffusion path with time, performance, and price dimensions

그림 4에서 시간(t_1)에서의 가격(P_1)과 성능(G_1)에 기반하여 고객에게 선택되는 시장채택률이 존재하고, 시간(t_2)에서의 가격(P_2)과 성능(G_2)에 기반하여 고객에게 선택되는 시장채택률이 존재할 것이다. 가격은 P_1 에서 P_2 로 이동시 감소하는 부(-)의 방향으로 확산이 되고, 성능은 G_1 에서 G_2 로 이동시 증가하는 정(+)의 방향으로 확산이 된다.

4.2 반도체 산업의 확산경로 사례연구

연구절차의 2b단계로 다세대 기술들이 시장에 공존하는 반도체 산업을 선정하여 사례 연구를 진행하였다. 반도체 산업의 네 세대 기술에 대해 그림 4에서 정의된 다세대 기술의 다차원 기반 확산경로를 추적하여 그림 5(a)~(d)에 제시하였다. 그림 1의 네 세대의 시간에 따른 시장점유율 변화를 시간의 변화(A점: 2008년~J점: 2017년)에 따라 성능 및 가격의 다차원 공간에서 시장점유율 변화로 분해한 결과가 그림 5(a)~(d)와 같다.

그림 5(a)에서 시간, 성능 및 가격이 45/40nm 기술의 확산경로에 미치는 영향을 추적하였다. 45/40nm 기술의 확산경로를 추적 시 전체적인 방향은 가격이 감소하고 기술적 성능은 증가하는 방향으로 확산하고 있으며, 처음에는 확산 속도가 느리다가 점차적으로 확산 속도가 빨라지는 현상을 보였다. 또한 시장점유율은 E점('12년)에서 최대이었고, F점('13년)부터 다음 기술인 32/28nm의 시장점유율 증가로 인해 점유율이 감소하기 시작하였다.

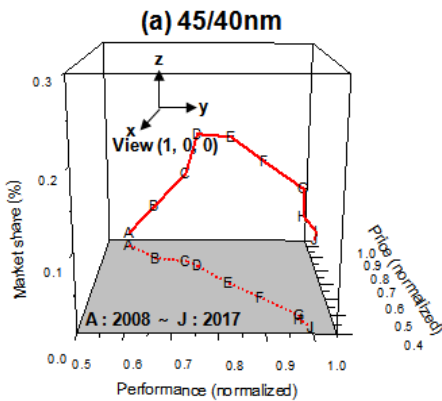


Fig. 5(a). 45/40nm Diffusion path tracking with time, performance, and price dimensions

그림 5(b)에서 시간, 성능 및 가격이 32/28nm 기술의 확산경로에 미치는 영향을 추적하였다. 32/28nm 기술도 전체적인 방향은 가격이 감소하고 기술적 성능은 증가하는 방향으로 확산하고 있으며, 처음에는 확산 속도가 느리다가 점차적으로 확산 속도가 빨라지는 현상을 보였다. 시장점유율은 G점('14년)에서 최대이었고, H점('15년)부터 다음 기술인 22/20nm의 시장점유율 증가로 인해 점유율이 감소하기 시작하였다.

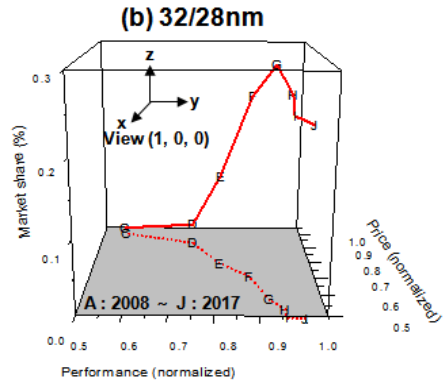


Fig. 5(b). 32/28nm Diffusion path tracking with time, performance, and price dimensions

그림 5(c)에서 시간, 성능 및 가격이 22/20nm 기술의 확산경로에 미치는 영향을 추적하였다. 22/20nm 기술도 확산 방향은 이전 세대들과 동일하나, 아직까지는 본격적으로 확산 속도가 빨라지지는 않는 현상을 보였다. 다음 세대인 16/14nm 기술의 출현으로 '18년 이후에 시장점유율이 감소할 것으로 예상된다.

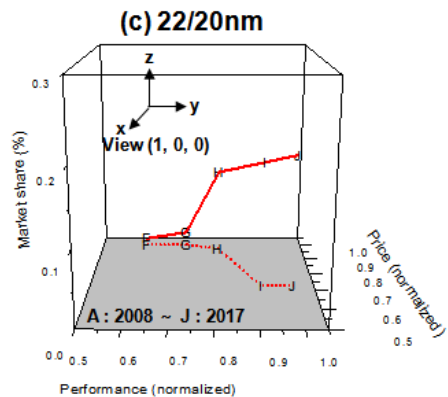


Fig. 5(c). 22/20nm Diffusion path tracking with time, performance, and price dimensions

그림 5(d)에서 시간, 성능 및 가격이 16/14nm 기술의 확산경로에 미치는 영향을 추적하였다. 16/14nm 기술도 전체적인 확산 방향은 이전 세대들과 동일하게 추적되나, 22/20nm 기술보다도 더욱 초창기의 기술로서 확산 속도가 아직 빨라지지 않는 현상을 보였다.

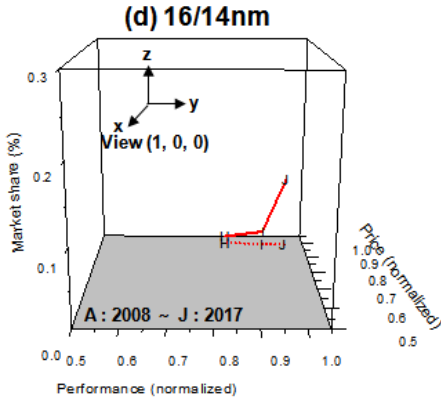


Fig. 5(d). 16/14nm Diffusion path tracking with time, performance, and price dimensions

그림 5(a)~(d)의 확산경로를 관찰시 시간, 성능, 가격이 다세대 기술 각각의 확산경로에 미치는 영향성을 확산경로를 통해 확인가능하였다. 또한 다세대 기술의 확산경로는 다른 세대의 기술에 의해 상호영향을 받는다는 사실이 확인되었고, 연구절차의 2c단계로 가격과 기술적 성능의 2차원 공간에서 다세대 기술들을 상호 비교하여 그림 6에 제시하였다.

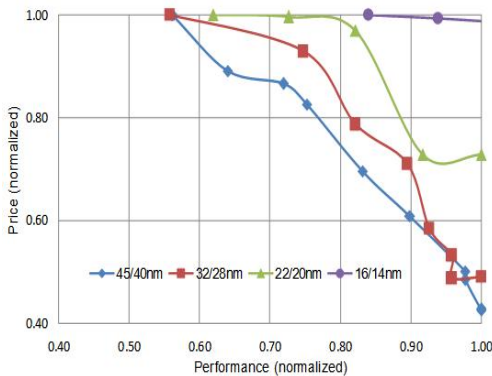


Fig. 6. Diffusion path tracking analysis with performance and price dimensions

시간 인자의 변화에 따라 각각의 다세대 기술은 가격은 감소하면서 기술적 성능은 증가하는 방향으로 확산되고 있고, 이는 결국 가격과 기술적 성능의 2차원 공간에서 ‘가격과 기술적 성능으로 구성되는 면적(가격과 기술적 성능의 적분 영역)이 최대한 커지는 방향’으로 확산됨을 의미하며 식(1)과 같이 구현 가능하다. 그림 6에서 45/40nm 세대가 가장 먼저 출현하여 확산경로를 통해 이루는 면적이 가장 크고, 32/28nm 세대가 뒤늦게 출현하였지만 45/40nm 세대를 따라잡는 거동을 보이고 있다. 22/20nm 세대는 성능 향상에 따른 지속적인 가격 하락을 보이지 않아 면적이 더 이상 증가하지 않는 거동을 보이고, 16/14nm 세대는 아직 초기 단계로서 향후 면적을 넓히는 방향으로 확산할 것으로 추정된다.

$$\text{확산경로 방향} = \text{Max} \left(\int P_{kt} \times G_{kt} \right) \quad (1)$$

(k = 다세대 1, 2, ..., K , t = 시간 1, 2, ..., T)

P_{kt} : 시간 t 에서 k 세대의 가격

G_{kt} : 시간 t 에서 k 세대의 기술적 성능

5. 시사점 및 향후 연구계획

5.1 이론적 및 실무적 시사점

지금까지 다세대 기술의 확산경로 분석에 필요한 다차원 변수를 정의하였고, 다차원에 기반하여 다세대 기술의 확산경로를 추적하였다. 본 연구는 몇 가지 중요한 이론적 및 실무적 시사점이 있다.

첫째, 기존의 연구는 단세대 기술에 대해 시간 인자의 변화에 따라 S-곡선에 기반한 확산경로를 분석하는 연구가 주를 이루어서, 다양한 인자들이 고객 선택 및 기술 확산에 영향을 미치는 다세대 기술의 확산경로를 분석하는 연구는 제한적이었다. 본 연구에서는 다세대 기술의 확산현상 관련 다세대 기술의 특성을 반영하여 시간 인자 외에 가격 및 기술적 성능의 추가적인 인자를 발굴하여 ‘시간, 가격, 성능’의 차원을 고려한 다세대 기술의 확산경로(diffusion path)를 정의하였다. 또한 다세대 기술의 사례로 반도체 산업을 선정하여 정의된 다차원에 기반하여 다세대 기술이 시간, 가격, 성능의 변화에 따라 정(+) 또는 부(-)의 방향으로 어떤 확산경로를 거치는지 추적하였다. 본 연구에서 도출한 결과 및 접근 방법론은 향후 다차원에 기반한 다른 유형의 기술의 확산경로를

정의하고 추적하는데 유용할 것으로 생각된다.

둘째, 반도체 산업의 사례에 대해 가격과 기술적 성능의 2차원 공간에서 기술 확산경로는 ‘가격과 기술적 성능으로 구성되는 면적이 최대한 커지는 방향’으로 확산되는 거동을 확인하였다. 본 연구를 통해 다세대 기술의 확산 거동을 다차원에 기반하여 분석 가능하였고, 성숙 및 초기 단계의 다세대 기술들 각각이 어떤 방향으로 확산 거동을 보일지 예측 가능하였다. 본 연구는 다세대 기술의 다차원 기반 확산경로를 추적하는 것뿐만 아니라, 다세대 기술 각각의 향후 확산거동을 분석하고 예측하는 데에도 유용할 것이다.

셋째, 본 연구는 정보통신, 반도체 등 다세대 기술의 특징을 보유한 산업의 연구개발 및 마케팅 담당자들에게 실무적으로도 의의가 있다. 본 연구에서 도출된 ‘시간, 가격, 성능’의 다차원에 기반하여 기술의 확산경로를 분석하면 다세대 기술간의 특성을 비교 분석하여 ‘시간’ 관점에서 시장에 신규 진입할 시기와 시장에서 퇴출할 시기를 결정가능하다. 또한 ‘가격, 성능’의 관점에서 고객이 요구하는 경제적 및 기술적 요구조건을 다세대 기술간에 비교하여 역으로 도출이 가능하다.

마지막으로 기술의 확산경로를 분석하는 연구는 기술 확산 현상 자체에 대한 분석뿐만 아니라 시장에서 기술의 혁신 경로, 과정, 속도를 파악하고, 산업 및 조직 수준에서 산업 및 기술 전략 수립에 활용 가능할 것이다.

확산현상의 이해를 위해 본 연구가 이론적 및 실무적 시사점을 가지고 있으나, 연구의 한계점도 존재한다. 본 연구에서는 ‘시간, 성능, 가격’의 인자를 정의하여 확산현상을 이해하였지만, 지역, 사회, 경제 등 환경적 요인이 확산현상에 미치는 영향성에 대해서도 추가 고려가 필요하다. 또한 다세대 기술 간의 상호영향성은 복잡하고 동적인 현상이므로, 본 연구에서 제시한 ‘확산경로방향’과 관련하여 추가 사례연구를 통해 실증하고 이론의 보완이 필요할 것이다.

5.2 향후 연구계획

향후 연구에서 반도체 산업의 사례 외에 다양한 다세대 기술 기반의 산업군의 사례에 대해 연구를 수행하여 다세대 기술의 확산경로 및 거동에 대해 분석하여 본 연구의 결과 및 방법론을 강화할 것이다. 또한 다세대 기술의 다차원 기반의 확산경로를 시간, 성능, 가격의 인자로 모형화하여 세대들간의 상호영향성에 대해 추가적으로

분석해 보고자 한다. 4차 산업혁명의 시기는 기술의 융합화 및 연결화를 통해 기술 확산 현상이 더욱 복잡해진다. 다양한 4차 산업혁명 관련 기술에 대해서도 본 연구의 체계를 통해 확산경로 및 거동을 분석하여 연구를 확장하고자 한다.

References

- [1] J. A. Schumpeter, *Capitalism, Socialism, and Democracy*, New York: Harper Brothers, 1942.
- [2] R. N. Foster, *Innovation: The attacker's advantage*, Summit Books, 1986.
- [3] F. M. Bass, "A new product growth for model consumer durables", *Management science*, Vol.15, No.5, pp.215-227, 1969.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1287/mnsc.15.5.215>
- [4] Rogers Everett, M., *Diffusion of innovations*, 3rd ed., New York: Free Press, 1983.
- [5] E. Ehrnberg, "On the definition and measurement of technological discontinuities", *Technovation*, Vol.15, No.7, pp.437-452, 1995.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/0166-4972\(95\)96593-I](https://dx.doi.org/10.1016/0166-4972(95)96593-I)
- [6] G. M. Schmidt, C. T. Druehl, "When Is a Disruptive Innovation Disruptive?", *Journal of Product Innovation Management*, Vol.25, No.4, pp.347-369, 2008.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00306.x>
- [7] P. K. Kapur, O. Singh, U. Chanda, M. Basirzadeh, "Determining adoption pattern with pricing using two-dimensional innovation diffusion model", *Journal of High Technology Management Research*, Vol.21, No.2, pp.136-146, 2010.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.hitech.2010.05.001>
- [8] S. H. Kim, V. S. Srinivasan, "A Multiattribute Model of the Timing of Buyer's Upgrading to Improved Versions of High Technology Products", *SSRN Electronic Journal*, No.1720(R), pp.1-36, 2003.
DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.465621>
- [9] D. B. Jun, Y. S. Park, "A choice-based diffusion model for multiple generations of products", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.61, No.1, pp.45-58, 1999.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(98\)00049-3](https://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(98)00049-3)
- [10] D. B. Jun, S. K. Kim, Y. S. Park, M. H. Park, A. R. Wilson, "Forecasting telecommunication service subscribers in substitutive and competitive environments", *International Journal of Forecasting*, Vol.18, No.4, pp.561-581, 2002.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0169-2070\(02\)00067-5](https://dx.doi.org/10.1016/S0169-2070(02)00067-5)
- [11] S. T. Hwang, H. S. Oh, "A Study on The Diffusion Factors and Policies of Advanced Manufacturing Technology", *IE Interfaces*, Vol.12, No.3, pp.382-389, 1999.
- [12] C. Park, "A Study on Definition and Measurement of Customer Utility based on Attributes of Multiple

- Generation Technology: Case of 45nm and 32nm Logic Semiconductor”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, No.3, pp.260-266, 2018.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.3.260>
- [13] K. M. Eisenhardt, “Building Theories from Case Study Research”, *Academy of Management Review*, Vol.14, No.4, pp.532-550, 1989.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5465/amr.1989.4308385>
- [14] R. K. Yin, *Case Study Research: Design and Methods*, Sage publications, Inc., 2009.
- [15] ITRS, *International Technology Roadmap for Semiconductors* [Internet], Available From: <http://www.itrs2.net/>, (accessed June, 1, 2018)
- [16] Intel Corporation [Internet], Available From: <https://www.intel.com/>, (accessed June, 1, 2018)
- [17] IC Knowledge, *Semiconductor Wafer Cost Information* [Internet], Available From: <http://www.icknowledge.com/>, (accessed June, 1, 2018)
- [18] C. H. Park, “A study on technology diffusion trend considering technological performance enhancement and economics : case of technology evolution of 32nm, 22nm, 14nm logic semiconductors”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.18, No.2, pp.177-184, 2017.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.2.177>

박 창 현(Changhyun Park)

[정회원]



- 1998년 2월 : 서울대학교 재료공학 학사
- 2002년 2월 : 서울대학교 공과대학 원 재료공학 석사
- 2015년 2월 : 성균관대학교 공과대학원 기술경영학 박사
- 2002년 2월 ~ 2015년 6월 : 삼성 전자 책임연구원

- 2015년 7월 ~ 현재 : 한국과학기술기획평가원 연구위원
- 2018년 9월 ~ 현재 : 성균관대학교 기술경영학과 겸임교수

<관심분야>

기술혁신 및 확산, 기술마케팅, R&D 예비타당성조사