

# LCD 산업의 경쟁력 향상을 위한 시스템 다이내믹스 응용

장현주<sup>a</sup>, 김도훈<sup>b</sup>

<sup>a</sup> 경희대학교 일반대학원 정보기술경영학과  
130-701 서울특별시 동대문구 회기동 1 경희대학교  
Tel: +82-2-961-9411, Fax: +82-2-961-0515, E-mail: hyunju0424@gmail.com

<sup>b</sup> 경희대학교 경영대학  
130-701 서울특별시 동대문구 회기동 1 경희대학교  
Tel: +82-2-961-9411, Fax: +82-2-961-0515, E-mail: dyohaam@khu.ac.kr

## 국문초록

LCD (Liquid Crystal Display)는 디지털 기기의 주요 구성 요소이며, 모든 크기의 FPD (Flat Panel Display) 시장에서 지배적인 시장점유율을 보인다. 그러나 많은 전문가들은 LCD 산업이 수년 내에 OLED (Organic Light Emitting Diodes), 3차원 디스플레이, 플렉서블 디스플레이와 같은 차세대 디스플레이 기술의 강력한 도전에 직면할 것이라고 예상한다. 이러한 경쟁환경에서 LCD 산업이 살아남기 위한 방안으로 본 연구에서는 LCD 산업의 경쟁력의 원천을 밝혀내고, 이를 극대화하는 전략적 방향을 제시한다. 이를 위해 먼저 LCD 산업구조와 가치사슬을 분석하여 LCD 산업의 경쟁력을 제고하기 위한 기본적인 전략적 대안을 개발한다. 이 단계에서 얻어진 통찰력을 바탕으로, 인과지도(causal loop diagram)와 시스템 다이내믹스 (system dynamics) 방법론을 활용하여 기존의 LCD 산업구조에서 판매량, 시장점유율 및 이익 등의 핵심 지표에 가장 큰 영향을 미치는 구조적 특징을 규명한다. 또한, 여기서의 다이내믹스 모형을 바탕으로, LCD 제조업자의 관점에서 프로세스 역량을 극대화할 수 있는 전략적 대안을 모색한다.

## Keywords:

LCD (Liquid Crystal Display), LCD industry value chain, System Dynamics

## 서론

디스플레이 산업은 PC, TV, 휴대전화 등을 위한 다양한 형태의 정보표시장치를 제공한다. 디스플레이 산업과 기술의 발전 없이 인터넷 산업의 급속한 성장은 실현될 수 없었다. 그러므로 디스플레이 산업이 21세기 사회의 번영을 이끄는 주요 요인이라는 것은 놀라운 일이 아니다. 또한 디스플레이 산업의 성공은 반도체 산업과 정보통신 산업과 함께 국가의 부와 직접적으로 연결되어 있다.

디스플레이 산업은 제품과 기술에 기초하여 CRT (Cathode Ray Tube), LCD (Liquid Crystal Display), PDP (Plasma Display Panel), OLED (Organic Light Emitting Diodes) 등의 다양한 분야로 나누어 진다. 디지털 콘텐츠와 서비스, 디스플레이 장치를 위한 제품 시장의 확산으로 제품 시장은 디지털 디스플레이로 이동하고 있다. 다양한 제품들 중에서도 LCD와 PDP는 지난 40여 년 간 가장 많은 디스플레이 기기였던 CRT로부터 시장 주도적인 위치를 가져왔다. LCD와 PDP의 경쟁은 TV라는 같은 세분시장을 목표로 함으로써 점점 심화되고 있다. 게다가, OLED와 같은 새로운 기술은 가까운 미래에 LCD와 PDP의 시장점유율을 잠식할 수 있는 잠재적인 경쟁자로서 등장하였다.

대한민국 디스플레이 산업과 시장의 발전은 글로벌 트렌드와 궤적을 같이 한다. 하지만 차세대 디스플레이 시장에서 한국은 대만, 일본, 중국을 포함한 다른 나라들과의 경쟁 속에서 살아남아야 한다. 이러한 경쟁적인 상황에 대응하기 위하여 제품차별화와 비용절감 같은 포괄적인 전략이 필요하다. 차세대 디스플레이의 등장과 함께 대만, 일본, 중국의 맹추격은 우리나라 LCD 산업에 가격경쟁력이라는 중요한 화두를 던져줌과 동시에 LCD 산업 가치사슬 내에서의 변화를 요구하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 아래와 같은 의문점에 대한 답을 찾으려고 한다:

- 첫째, 최근 LCD 산업의 구조가 어떠한가? LCD 산업 행태가 어떻게 변하고 있으며, 변화를 유도하는 피드백 메커니즘은 무엇인가?
- 둘째, LCD의 시장점유율, 판매량에 가장 큰 영향을 미치는 가치사슬 구조 및 공정상의 특징은 무엇인가?
- 셋째, LCD 제조업자의 공정 역량 관점에서 어떠한 전략적 대안을 개발할 수 있는가?

2장에서는 FPD 산업, 특히 LCD 산업에 초점을 맞추어 분석을 하고 가치사슬의 개념을 소개한다. 3장에서 방법론으로서 시스템 다이내믹스를 소개하고

LCD 산업의 다이내믹스(System Dynamics) 모델을 도식화하여 분석한다. 마지막으로 4장에서는 이 연구의 전체적인 요약 및 결론을 언급하고 향후 연구를 위한 연구 제안을 할 것이다.

### LCD 산업구조 및 가치사슬

디스플레이 기기란 다양한 형태의 전기적 장비를 통해 정보를 표현하는 장치를 말한다. 디스플레이 기기는 전통적으로 CRT와 FPD(Flat Panel Display) 두 가지로 분류된다. FPD는 또한 제조 공정에서 적용되는 기술에 따라 LCD, PDP, OLED 등으로 구분한다.

1990년대 이후 정보통신기술의 발달로 휴대폰, 노트북, 디지털 카메라가 보편화되면서 소비자가 디스플레이에 요구하는 가치가 화질의 우수성에 머무르지 않고 휴대성, 이동성으로 이동하였다. 이런 소비자들의 가치변화에 따라 한때 디스플레이 시장을 선도했던 CRT는 점점 값싼 제품 카테고리로 추락하고 있다.

FPD의 시장 점유율은 디지털 정보처리 기술의 발전과 휴대용 정보통신의 확대에 따라 급격히 성장하고 있다. 2007년 2분기 세계 디스플레이 기기 시장은 이미 255억 달러 규모이고 CRT는 13억 달러로 5.2%, FPD는 242억 달러로 94.8%를 차지하였다. 게다가 CRT의 판매액은 2006년에 비해 32% 감소한 것인 반면에 FPD는 12% 증가한 수치이다[4].

2007년 LCD 판매액은 717억 달러 규모로 이전 해에 비해 35.7% 상승한 규모이다[7]. 시장조사기관 iSuppli에 의하면 PDP 역시 매년 20%의 성장률을 보이고 있다. 2007년 PDP 판매액은 73억 달러 정도로 이전 해에 비해 33% 상승한 규모이다[2]. OLED 시장은 2006년까지 수동 구동방식의 제품이 주를 이뤘고, 2001년의 4,000만 달러 규모에서 7억 달러로 성장하였다. 2007년에 본격 시장에 진입하기 시작한 AMOLED 시장의 규모는 2007년 한해 1억 3천만 달러 정도였다[3]. DisplaySearch는 2008년 OLED 시장이 지난해와 비교해 105.4% 정도 성장할 것으로 내다봤다. LCD는 지난 5년 동안 매년 30%이상의 성장률을 보이는 등 전체 FPD 기기 시장에서 가장 빠른 성장을 보였다. 이러한 LCD의 급속한 발전은 TV 시장에 LCD만의 시장을 확대함으로써 얻은 결과라고 할 수 있다[1].

이 연구에서 우리는 FPD 중에서도 LCD 산업에 초점을 두고 살펴보고자 한다. 한국의 디스플레이 산업은 LCD의 발전과 그 궤적을 같이 한다. LCD는 지금까지 독보적인 위치에 있지만 LCD를 따라잡기 위한 차세대 디스플레이의 도전에 직면하고 있다. 그러므로 우리는 LCD의 경쟁력 제고를 위해 가치사슬 개념을 활용하여 LCD 산업 다이내믹스를 분석하고자 한다.

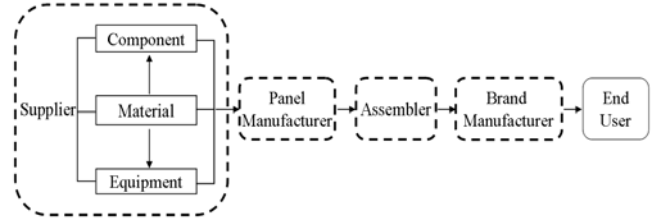


Figure 1 - LCD Industry Value Chain

LCD 산업의 가치사슬은 그림 1과 같다. Suppliers는 제품의 원재료(material)와 부품(component) 및 공정에 필요한 장비(equipment)를 제공한다. Material은 그 자체로 liquid crystal처럼 패널의 원재료가 되기도 하지만, 부품(component)과 장비(equipment)에도 영향을 준다. 부품은 드라이버 IC(driver IC), 유리기판(glass substrate), 컬러필터, 편광판, BLU 등을 포함한다. 장비는 생산 라인 증설이나 새로운 공장을 건립하는 경우에 중요한 부분을 차지한다.

패널 제조 과정은 array, cell, module 세 개의 sub-productions으로 나뉜다. 첫째, Array는 TFT 공정이라고도 하는데 이는 스위치 소자를 배열하는 공정이다. 하나의 panel은 TFT array로 구성된 하판과 color filter로 구성된 상판으로 이루어진다. 둘째, Cell process는 TFT array 기판에 color filter 기판을 투입하는 기판 투입 공정, 초기 액정 분자를 배열하기 위한 배향 재료 도포 및 방향을 결정하는 배향 공정, 액정 재료를 넣기 위해 균일한 gap을 가지는 용기를 제작하는 접합 공정, 액정 주입 및 봉합 공정으로 이루어진다. 마지막으로, Module 공정은 최종적으로 사용자에게 전해지는 제품 품질을 결정하는 단계이다. 완성된 패널에 편광판을 부착하고 Driver-IC를 실장한 후 PCB(Printed Circuit Board)를 조립하여 최종적으로 BLU와 기구물을 조립함으로써 Module은 완성된다. (편광판 부착은 제조업자에 따라 cell 공정에 속하거나 module 공정에 속하기도 한다. 여기서는 LG Phillips LCD의 공정을 참고로 하여 편광판 부착을 module 공정에 속한다고 보았다)

Assembler는 제품의 전체적인 디자인과 최종 assembly 및 system testing을 담당한다. 만들어진 패널은 setting 단계에서 어떤 device가 될 것인지 최종적으로 결정된다. TV, monitor, Note PC, Cell phone, PMP, MP3 등의 device는 각각 필요로 하는 추가 기능 및 부품이 다르기 때문에 이 단계에서 device별 setting이 이루어지게 된다.

Brand manufacturer는 제품의 판매 네트워크를 handling함으로써 전체적인 산업의 value system에서 주도적인 역할을 담당한다. 몇몇 assemble 업체들(SEC, Sharp 등)은 brand manufacturer와 중첩된 역할을 수행하기도 한다.

End user는 FPD를 구매함으로써 방송 콘텐츠 및 디스플레이의 가치를 최종적으로 소비하게 된다. 이들은 FPD의 수요자로서 디스플레이 산업에 영향을 미칠 뿐 아니라 케이블 사업자 및 위성방송 사업자 등

과 같은 타 산업의 소비 주체 역할을 담당한다. 따라서 end user는 디스플레이 산업 가치사슬 내에 위치하면서 타 산업과 FPD 산업의 영향 관계를 살펴볼 수 있도록 하며, FPD 산업의 수요-공급 조절에 중요한 역할을 한다.

### LCD 산업 분석을 위한 시스템 다이내믹스 모델

현재 한국의 LCD 기업을 대표하는 SEC는 패널 제조업자와 assembler의 두 가지 역할을 모두 하고 있다. 공급자는 재료, 부품, 장비 등을 제공하지만 장비업체는 공장이 건설될 때에만 영향을 주기 때문에 이 연구의 공급자 부분에서 제외되었다. 따라서 이 연구에서는 모델의 범위를 LCD 패널 제조업자+Assembler로 한정하고, 국가간 경쟁 및 신기술 등장은 잠정적으로 배제하였다. 그러나 LCD 산업 가치사슬 내에 위치한 다른 행위자(supplier, brand manufacturer, end user) 및 시장상황은 필요에 따라 외생변수로 첨가할 수 있다고 보았다. 일본은 세계 FPD supplier 시장에서 재료 및 특허의 80~90%를 보유함으로써 supplier 부분을 독점해왔다 [5]. OLED는 2007년 양산 체제에 돌입하여 LCD의 잠재적인 경쟁자가 되었다. CRT는 LCD에 비해 상대적으로 낮은 가격을 앞세워 여전히 LCD의 경쟁자로 남아있다. 뿐만 아니라, 대한민국의 LCD 산업은 대만, 일본, 중국에 추격당하고 있다. 이러한 상황은 한국의 LCD 산업 가치 사슬의 변화를 유도하고, 가

격경쟁력과 관련된 중요한 화두를 던져주고 있다. LCD의 원가경쟁력을 제고하기 위해서는 일반적으로 두 가지 방법이 제시된다[6]. 첫 번째 방법은 규모의 경제(economy of scale)와 범위의 경제(economy of scope)라는 관점에서 기관(Glass or substrate) 대형화를 통한 비용 상의 효율성을 제고하는 방법이다. 두 번째 방법은 부품, 재료의 원가 절감을 통하여 원가경쟁력을 향상시키는 방법이다. 그러나 기관 대형화는 불가피한 추세이며, 기관이 대형화될수록 원가절감은 달성하기 어려워진다. 따라서 LCD 산업의 핵심 경쟁력을 강화할 수 있는 다른 전략적 대안을 찾을 필요가 있다. 이 연구에서는 시스템 다이내믹스 방법론을 활용하여 산업 구조, 피드백 구조 및 잠재적인 레버리지 포인트를 밝히고, 전체적인 LCD 산업 구조에 영향을 미치는 주요 변수를 추정하였다. 시스템 다이내믹스는 복잡한 시스템의 시간 흐름에 따른 행태(behavior) 변화를 이해하는 방법이다. 시스템 다이내믹스는 전체 시스템에 영향을 주는 시간 지연(time delay) 및 내적 피드백 구조(internal feedback structure)를 다루고 있다. 복잡한 시스템을 연구하는 다른 방법들과 시스템 다이내믹스가 다른 점은 피드백 루프와 저장변수(stock) 및 흐름변수(flow)를 사용한다는 것이다. 피드백은 시스템 다이내믹스의 중요한 개념 중 하나이다. 인과지도(causal loop diagram)는 복잡한 시스템에서의 피드백 구조를 도식화 하는데 강력한 도구이다.

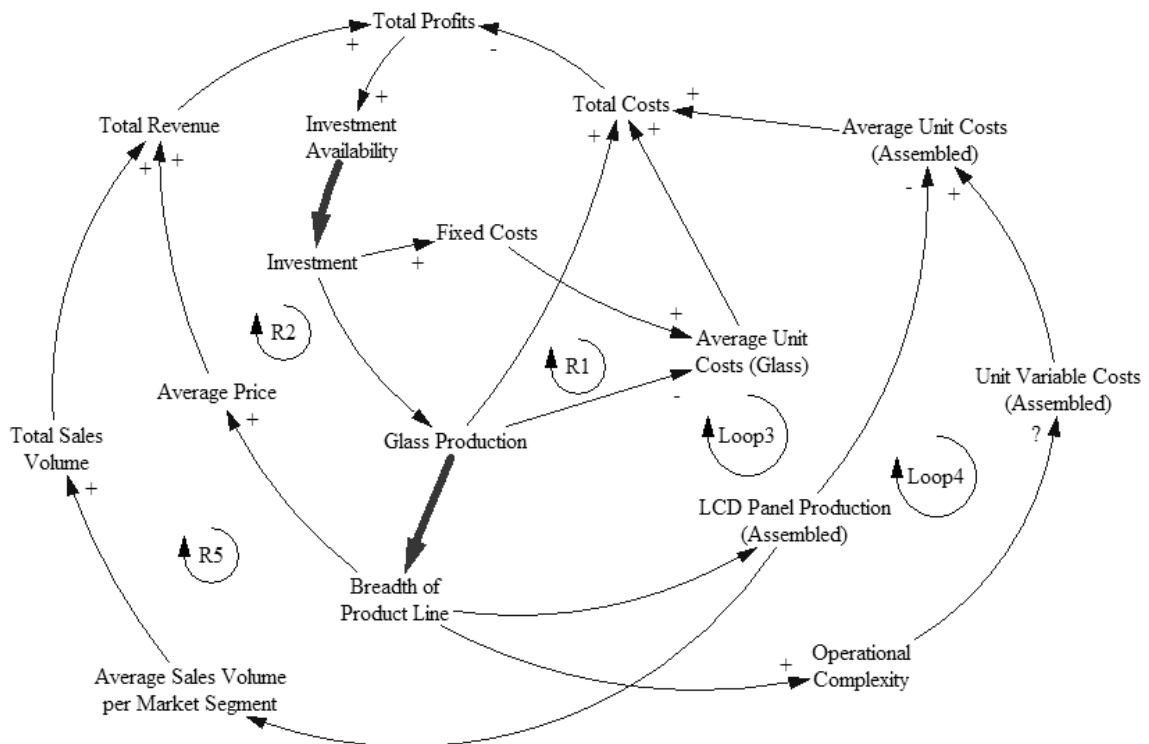
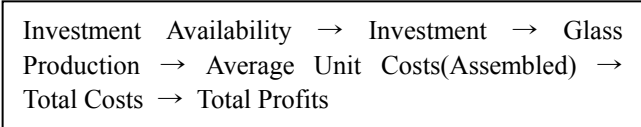


Figure 1 - LCD Panel Manufacturer's Causal Diagram

인과지도는 LCD 산업의 판매량, 시장 점유율, 이익에 영향을 주는 중요한 피드백을 나타낼 수 있다. 어떤 피드백 루프가 LCD 산업 다이내믹스를 규명하고, 무엇이 변화를 초래하는 주요 변수인지를 찾아내고자 한다. 그림 2는 변수들 간의 영향관계를 보여준다. 굵은 화살표는 의사결정 link를 의미한다. 다른 화살표는 각각 (+) 또는 (-)의 극성을 띤다. 극성은 독립변수가 변할 때 종속변수가 어떻게 변하는가를 나타낸다. (+) 표시는 긍정적인 특성을 나타낸다. 예를 들면, 총 판매량이 증가하면 총 수익이 증가하는 것이다. (-) 표시는 총 비용이 증가할 때 총 이익이 감소하는 부정적인 특성을 나타낸다.

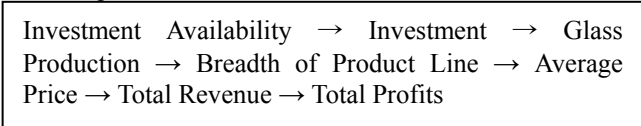
루프의 극성을 결정하기 위해서는 negative link의 개수를 살펴보았다. 숫자가 홀수이면 피드백 루프는 balancing하는 negative loop이고, negative link의 개수가 짝수이면 reinforcing하는 positive loop이다. 그림 2에서 보이는 것과 같이 인과지도에는 많은 루프가 있으나 우리는 아래의 5개 루프에 초점을 두고 설명하였다:

• Loop Number 1



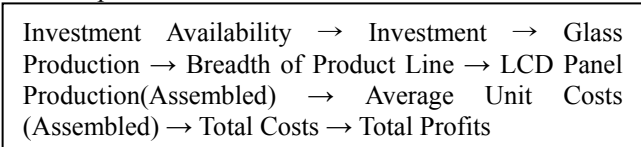
Loop number 1은 긍정적인(reinforcing) 피드백 루프이다. R1은 규모의 경제를 통한 비용절감 및 이익증대가 가능하다는 것을 의미한다.

• Loop Number 2



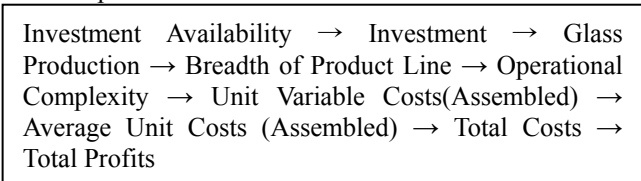
Loop number 2는 긍정적인(reinforcing) 피드백 루프이다. Loop number 2에서는 제품다양성이 총 이익을 증대시킬 수 있다.

• Loop Number 3



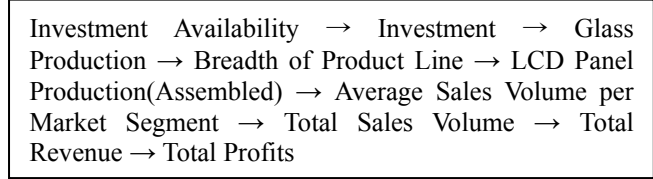
Loop number 3은 제품다양성을 확보했을 때 LCD 패널 생산량에 어떤 영향을 미치는 지에 따라 루프 특성이 결정된다.

• Loop Number 4



Loop number 4의 극성은 공정복합도가 단위당 변동비(Assembled)에 어떤 영향을 미치는가에 따라 루프의 특성이 달라질 수 있다.

• Loop Number 5



마지막으로, Loop number 5는 제품 다양성이 판매량과 수익에 긍정적인 영향을 미치고 결과적으로 총 이익을 증대시키는 것을 의미한다.

이 연구에서 이상의 5개 루프는 전체 다이내믹스 모델에 영향을 주고, 또한 의사 결정자의 정책에도 영향을 미치므로 주요 피드백 루프라고 판단되었다. 인과지도에 근거하여 우리는 아래의 가설을 제시하였다:

1. LCD 산업의 가치사슬 구조에서 “패널 제조업자 +Assembler”를 중심으로 하는 산업 다이내믹스는 실제 LCD 산업의 동태적 행태를 보여줄 수 있을 것이다
2. 한 기업이 패널 제조업자와 Assembler의 역할을 모두 수행할 때, 비용을 절감하기 위한 목적으로 Assemble Line을 해외로 이전하는 것은 효과가 지배적으로 나타날 것이다.

가설 2는 이 연구에서 제시한 모델이 실제 LCD 산업의 동태적 행태를 잘 반영한다는 조건 하에서 존재 가능하다. 가설 1이 채택되면, 우리는 LCD 산업 경쟁력을 강화할 수 있는 다른 레버리지 포인트를 개발할 수 있다. 또한 경쟁 상황, LCD 산업 가치사슬 내에 위치한 다른 행위자(supplier, brand manufacturer, end user) 및 시장 수요 등을 포함한 확장 모델에서 잠재적인 전략 대안을 찾을 수 있다.

**결론 및 향후 연구 방향**

FPD 시장에서의 LCD 산업 경쟁력의 중요성에 대한 인식은 점점 증가해왔다. 그럼에도 불구하고 LCD 산업 구조와 다이내믹스에 관한 시스템적이고 경험적인 연구는 거의 없는 실정이다. 이 연구에서는 FPD 시장을 조명하고, LCD 산업의 가치사슬 구조를 소개하였다. 또한 시스템 다이내믹스 방법론을 활용하여 실제 LCD 산업구조를 반영할 수 있는 모델을 구조화하고 각각의 피드백 루프를 살펴봄으로써 LCD 패널 제조업자의 경쟁력 강화를 위한 전략 대안을 찾고자 하였다.

이 연구는 제시된 인과지도에 기초하여 모델의 행태를 분석하고, 전체 산업 다이내믹스를 변화시킬 수

있는 주요 변수를 추정할 것이다. 각각의 link에 대한 함수는 raw data를 활용한 회귀분석, 문헌연구 및 전문가 인터뷰 등과 같은 방법으로 추정될 수 있다. 모델 구조 타당성을 살피고, 실제 산업 다이내믹스와 비교하여 민감도 분석을 한 후, 피드백 구조를 이해하기 위한 몇 가지 시나리오에 대한 분석을 실시할 것이다.

최근의 연구는 LCD 패널 제조업자들이 그들의 시장 점유율과 총 이익을 개선하기 위하여 보다 시스템적인 사고와 의사결정을 할 필요가 있음을 보여준다. 이 연구에서 제시한 모델은 최근의 산업 다이내믹스를 연구하거나 기업을 위한 전략적 옵션을 찾는 데에 유용하게 쓰일 수 있다. 이 연구는 아직 초기 단계이기는 하지만 LCD 산업 다이내믹스를 시스템적으로 분석하는 최초의 연구일 것으로 생각된다. 따라서 우리의 연구는 LCD 패널 제조업자의 경영과 이론에 중요한 의미를 가지며, 이후의 연구 방향을 설정하는 데 도움을 줄 것으로 기대된다.

## References

- [1] 권해주, “올해는 OLED 11억 달러 규모 105% 상승”, *아이뉴스24*, 2008년 1월 24일
- [2] 이경숙, “디스플레이산업의 최근 동향과 발전 방안”, *KIET 산업경제*, 2006년 9월
- [3] 이근형, “PDP 불황의 터널은 끝났다”, *디지털타임즈*, 2008년 1월 25일
- [4] 임윤규, “올 FPD 시장 1000억 달러 넘을 듯”, *디지털타임즈*, 2007년 10월 8일
- [5] 정지영, “영원한 디스플레이 강국(part 1) 급변하는 환경: 일본의 부활”, *전자신문*, 2007년 10월 30일.
- [6] 최정덕(2005), “포스트 LCD를 준비하라”, *LG 주간경제*, 2005년 8월 3일.
- [7] Display Bank (2007), TFT-LCD 출하량 리포트, <http://www.displaybank.com>
- [8] Dutta A., Roy R. (2002), “System Dynamics”, *OR/MS Today*, June, pp. 30-35
- [9] Risch J. D., Troyano-Bermudez L., Sterman J. D. (1995), “Designing Corporate Strategy with System Dynamics: A Case Study in the Pulp and Paper Industry”, *System Dynamics Review* Vol. 11, No. 4, pp. 249-274
- [10] Sterman J. D. (2006), *Business Dynamics*, McGraw-Hill Companies.