

## 공급사슬에서 RFID 기술의 적용을 위한 ROI 분석 모형

김용국, 이영해\*  
한양대학교 산업공학과

### Abstract

Supply Chain Management (SCM) is the management and control of all materials, information and money in the logistics process from acquisition of raw material to delivery to the end user. Radio-Frequency Identification (RFID) technology is currently used as the important tool for a new innovative system in the future business applications and will help eliminate many obstacles that most industries face in managing their supply chain.

Recently, many firms consider the application of RFID technology in order to improve the visibility and traceability of material flow in the supply chain. The supply chain with RFID technology can obtain accurate data from an object without physical contact. On the other hand, applying RFID technology to a supply chain must be paid for much time and cost. Therefore, most companies need to analyze the cost-effective about RFID technology in their supply chain.

The most widely known key performance indicator, which measures an investment of information technology in many businesses, is return on investment (ROI).

In this paper, we propose the methodology for estimating ROI about applying RFID technology to the supply chain. Especially, we use the supply-chain operations reference (SCOR) model in order to make choice of the relevant performance metrics influenced on applying RFID technology to the supply chain.

### 1 장. 서론

#### 1.1 연구배경

유비쿼터스 시대에 있어서 공급사슬상의 기업들은 시장 변화에 보다 신속하고 유연하게 대처하기 위한 필요성이 증가하고 있기 때문에 공급사슬에서 발생하는 정보를 신속하게 획득하는 것은 매우 중요하다. 이러한 상황에서 최근에 유비쿼터스 시대의 핵심 기술로서 인식되

고 있는 RFID는 공급사슬의 정보를 실시간으로 처리할 수 있을 것으로 기대되어 공급사슬에 RFID도입에 대한 연구가 진행되었으나 아직까지 많은 연구가 진행되고 있지 않다.

관련 연구로서 공급사슬에 RFID가 도입되었을 경우에 미치는 영향에 관한 연구로는 Carmine 외 2인(2007)이 RFID가 소매공급사슬에 도입되었을 경우에 개선된 의사결정을 통하

---

\* Corresponding author: Tel.: 031-400-5262, Fax. : 031-602-7730

여 고객의 대응성을 향상시킬 수 있는 정보의 속성에 관한 연구를 수행하였으며 Michael 과 McCathie(2005)는 RFID가 공급사슬에 미치는 영향에 대한 장점과 단점을 지적인 연구를 하였으며 Agrwal(2001)은 소비재 산업에서의 RFID가 미치는 영향에 관한 연구를 수행하였다. 김대기와 김정영(2005)은 유통물류산업의 RFID 도입에 대한 경제성 평가에 관한 연구를 하였다. 조장원 외 2인(2006)은 RFID가 공급사슬에 도입 되었을 경우에 대하여 공급사슬 성과 측정 프레임워크를 제시하였다.

연구배경 및 기존연구에서 알 수 있는 바와 같이 대부분의 연구는 공급사슬에 RFID 도입에 따른 공급사슬의 제한적인 프로세스에 대한 경제성 평가에 치우쳐 있으며 상대적으로 RFID가 공급사슬에 미치는 영향력 분석에 많은 연구가 진행되고 있음을 확인할 있었으며 ROI 분석 할 수 있는 구체적인 부분까지 진행된 연구는 미흡하였다.

그리하여 본 논문에서는 RFID 기술이 공급사슬 전반에 미치는 영향을 파악하기 위해서 공급사슬 전반의 프로세스를 고려한 ROI 분석이 이루어질 수 있도록 원자재의 소싱 단계에서부터 제조, 유통, 도/소매 단계까지 제품과 정보의 흐름을 고려하여 비용과 수익을 산출해야 한다.

공급사슬관리에서 SCOR 모형은 공급사슬의 표준 프로세스로 구성 하고 있으며, 공급사슬의 성과를 통합적으로 측정 및 분석하여 공급사슬의 프로세스를 개선하기 위해 개발되었다. 따라서 RFID가 공급사슬에 도입 될 경우에 있어서 SCOR 모형을 이용하면 공급사슬의 어떤 프로세스에 변화가 있는가를 예상할 수 있으며 ROI분석 모형에 필요한 성과항목과 성과항목별 성과지표를 획득할 수 있다. 이를 통하여

ROI 분석 모형을 수립 할 것이다.

개발된 ROI 분석 모형은 공급사슬을 운영하는 의사결정자에게 RFID 도입 여부에 대한 경제성을 객관적이고 일관성 있게 정량적으로 평가할 있도록 함으로서 효율적인 의사결정이 가능할 것으로 예측되며 또한 RFID 도입에 따라 프로세스의 개선을 효율적으로 수행하여 공급사슬의 성과가 향상될 수 있기 때문에 공급사슬에 RFID의 도입이 더욱더 활성화 될 수 있을 것으로 기대된다.

현재 활발히 진행중인 공급사슬에 있어서 RFID 기술 도입은 큰 파급 효과가 예상 된다. 공급사슬을 구성하는 기업들은 RFID 기술도입을 통해 제품의 가시성(visibility)과 추적성(traceability)을 확보할 수 있게 된다. 기업들은 자신의 제품이 현재 어디에 있으며 어떤 경로를 통하여 그 자리에 이르렀는지 실시간으로 확인이 가능하게 된다.

따라서 본 연구에서는 최근 많은 기업들이 도입하고자 하는 RFID 기술을 공급사슬에 적용하고 RFID 기술이 적용된 공급사슬에 사용되고 있는 공급사슬 성과시스템을 기초로 RFID 기술의 ROI 분석하는 방법에 관하여 연구한다.

## 2 장. RFID

### 2.1 RFID 기술개요

최근 무선 인식 기술의 발달로 주목을 받고 있는 RFID 기술은 리더와 안테나를 사용하여 태그의 정보를 무선으로 읽거나 쓰는 활동과 그에 연관된 활동을 가능케 하는 모든 기술을 포괄한다. 이러한 방법론 자체는 1940년대에 등장하였으나, 기술의 한계로 인해 정확성과 신뢰성을 보장하지 못하여 크게 실용화되지 못하였다. 최근 과학 기술의 발전으로 인식의 정

확성과 실용성을 크게 높여 기존의 인식 방법인 바코드, 영상 인식 등을 보완하거나 대체할 새로운 인식 방법으로 떠오르고 있다.

이러한 RFID 기술은 다음과 같은 특징을 가지고 있어서 물류, 생산 분야에서 비상한 관심을 얻고 있다.

첫째, RFID는 공간이 가지는 제약으로부터 자유롭기 때문에 어느 곳에 위치하고 있어도 물품의 정보를 획득할 수 있다. 둘째, 다중인식이 가능하므로 여러 개의 제품정보를 한꺼번에 읽을 수 있다.

2004년 12월에 표준 제정이 완료된 Gen 2 태그를 예로 들면, 사방 1.5m 내의 태그에 대한 인식률은 95% 이상이며, 최대 100개의 태그를 동시에 인식하는 것이 가능하다. 이러한 특징으로 인해 다량의 혼합된 제품이 하나의 팔레트에 의해 입, 출고되는 상황을 관리하는 데에 매우 유용하게 사용될 것으로 기대된다. 또한 현장에서 제품 생산의 실제 흐름을 추적, 관리하고자 하는 요구가 커지는 제조 분야에도 적용이 가능하다.

## 2.2 공급사슬에서 RFID 도입

공급사슬에서 RFID 기술을 활용한 정보네트워크 구축은 상품에 관련된 다양한 정보들을 실시간으로 관찰할 수 있는 반면, 상품의 공급 경로를 추적할 수 있게 된다. 그림 2.3에서 나타나듯이 공급사슬 전체를 구성하는 각 구성원에

게 가시성(visibility)과 추적성(traceability)을 가져다 줄 수 있다. 이로서 RFID는 기업 물류시스템의 신속성, 정확성, 가시성, 추적성 및 보안 등에 대하여 혁신적인 변화를 주어 공급사슬에서 실시간 물류 자동화 및 정보화를 실현할 수 있게 한다.

Michael 와 McCathie(2005)는 공급사슬에서 RFID 도입으로 인한 간접적 기대효과로는 상품의 가시성 향상, 재고감소, 자동 재고조사, 재고 부족감소, 정확한 피킹/포장/선적보장, 정확한 수발, 도난감소 그리고 POS(point of sale)의 자동화 등을 들 수 있다. 또한 RFID 도입으로 인한 직접적인 효과는 새로운 이익의 발생과 비용의 절감으로 나눌 수 있다.

공급사슬상의 기대효과는 물품의 가시성, 추적성 확보, 실시간 수요패턴 인지, 주문 사이클 타임 감소, 수요예측의 정확성 향상 등으로 나타났다. 이는 RFID 도입으로 인해 기대할 수 있는 요소지만, 정량적으로 측정하기 위해 표준적인 성과지표가 마련 되어야 한다. 이익발생 요소로는 리드타임 감소, 신제품 출시의 빈도 증가, 재고 망실 감소 및 판매 증가로 나타났으며, 이 중 신제품 출시의 빈도증가는 정량적인 측정이 어려운 것으로 나타났다. 마지막으로 비용절감 요소로는 재고비용 감소, 팔레트 감소, 배송트럭 감소, 입/출고 비용 감소, 인력 감소 및 배송비용 감소 등으로 나타났으며, 정량적으로 측정 가능한 것으로 나타났다.

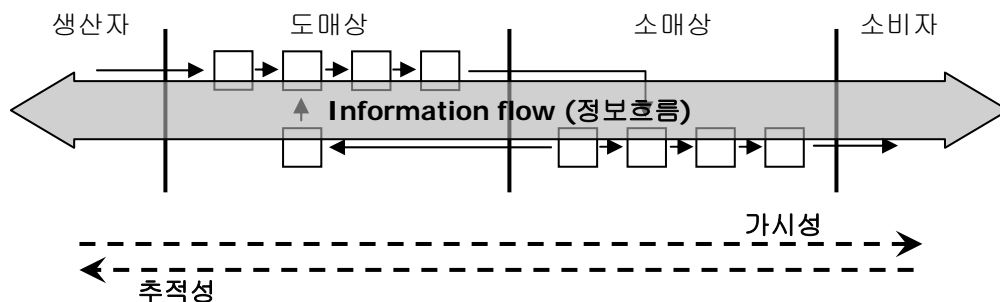


그림 2.2 공급사슬에서 RFID 효과

### 3. ROI 분석

#### 3.1 ROI 분석의 개요

ROI(return on investment: 투자 수익률)는 모든 기업에서 새로운 장비, 기술, 그리고 시스템 등의 신 기술에 대한 도입 검토 시에 널리 활용되는 지표중의 하나이다. 그러므로 투자결정의 신뢰성과 프로젝트의 경제성을 증명하는 효과적인 도구이다(Phillips, 1997).

일반적으로 ROI 분석은 비용-효과분석은 계량 가능한 경제적 효과에만 중점을 두고 있기 때문에 잠재적인 전략적 효과는 분석에 포함시키지 않는다. 그러나 최근 기업들은 전략적인 목적으로 신 기술을 도입하는 경향이 두드러지게 나타나고 있고, 이러한 전략적 가치를 계량하는 것이 요구 된다.

일반적인 ROI 최종 결과물은 순 유형효과 보고서로서 네 가지 핵심 지표로 구성된다. 투자 수익률(ROI)는 투자 타당성을 결정하기 위한 지표로서 총비용 대비 순 효과의 비율로서 나타난다. 반영하지 않는 단점을 보완하기 위한 방법으로 순 현재가치(NPV: net present value)를 사용하며, 이로서 정확한 미래 순이익규모를 파악할 수 있다. 또한 리스크 감수 여부를 판단하기 위한 방법으로 (IRR: internal return rate) 을 사용하며, 흑자전환 시점을 분석하기 위한 방법으로 회수기간(PP: payback period)가 사용된다.

#### 3.2 공급사슬에 RFID 도입에 따른 기대효과 및 투자비용 분석의 어려움

ROI 분석 모형은 공급사슬을 운영하는 의사결정자에게 RFID 도입 여부에 대한 경제성을 객관적이고 일관성 있게 정량적으로 평가할 있도록 함으로서 효율적인 의사결정이 가능할 것

으로 예측되며 또한 RFID 도입에 따라 프로세스의 개선을 효율적으로 수행하여 공급사슬의 성과가 향상될 수 있기 때문에 공급사슬에 RFID의 도입이 더욱더 활성화 될 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 RFID가 공급사슬에 도입되면 공급사슬 프로세스에 많은 변화는 필연적으로 발생하게 되어 RFID 도입효과를 평가하기 위한 ROI 분석을 실시하는데 있어서 다음과 어려움이 있다.

첫째, ROI 분석 모형은 투자비용 대비 효과의 측정하는데 있어서 투자결정의 신뢰성과 프로젝트의 경제성을 증명하는 효과적인 도구로 인식되고 있으나 효과 및 투자비용의 성과항목과 성과항목별 성과지표를 개발해야 한다. 마찬가지로 공급사슬에 RFID가 도입 될 경우에도 효과 및 투자비용과 관련된 성과항목과 성과항목별 성과지표를 개발해야 한다.

둘째, RFID는 다양한 산업의 공급사슬에 도입될 수 있기 때문에 모든 산업에 표준적으로 적용될 수 있는 ROI 분석 모형이 수립하는데 있어서 많은 어려움이 있으며 또한 동종 산업에 있는 기업에 도입되는 경우에 있어서도 각 기업별 프로세스가 다양하기 때문에 이를 고려한 ROI 분석 모형의 개발되어야 한다.

셋째, RFID가 도입됨에 공급사슬의 어떤 프로세스에 변화가 있는지를 연구해야 하며 효과 및 투자비용의 성과항목과 성과항목별 성과지표는 산업별 또는 기업별 가치 기준에 따라 다르기 때문에 이러한 가치를 고려한 ROI 분석 모형을 개발해야 한다.

본 연구에서는 위와 같은 문제를 해결하기 위해 산업별/기업별 표준 프로세스를 구성하여 공급사슬의 성과를 측정하는 SCOR (supply chain operations reference) model을 사용하여

RFID가 영향을 미치는 표준화된 프로세스를 도출하고, 이를 활용한 ROI 분석을 하고자 한다.

#### 4. SCOR 모형을 활용한 ROI 분석

##### 4.1 SCOR 모형의 개요

SCOR(Supply Chain Operations Reference-Model)은 SCC에서 개발하여 보급하고 있는 표준적인 공급사슬 참조 모델(프로세스 참조 모델(Process Reference Model))로서, 공급사슬의 전 단계를 대상으로 관련된 비즈니스 활동들을 묘사할 수 있다.

프로세스 참조 모델이란 비즈니스 리엔지니어링(BPR), 벤치마킹(benchmarking), best practices 분석의 개념을 하나로 통합한 개념으로서 즉, 프로세스 요소, metrics, best practices 및 공급사슬 실행과 관련된 특징을 연결하고 통합함으로써 모델의 독특성과 공급사슬의 프로세스를 분석 및 평가하는데 있어서 아주 강력한 모델이라고 할 수 있다.

SCOR-Model은 각 공급사슬을 Plan(계획), Source(공급), Make(생산), Deliver(출하), Return(회수)가 이루어지는 다섯 가지의 주요한 실행 프로세스로 구성되어 있으며 공급사슬을 통합적으로 분석한다는 데 그 기초를 두고 있으며 연구개발, 판매, 고객서비스 등은 프로세스 대상에서 제외하고 있다. 공급사슬의 통합적 분석을 통해 공급사슬 상의 상품, 서비스, 정보의 흐름을 개선하며 사슬 내의 연결부분에서 발생하는 과잉재고와 낭비요인을 절감시킬 수 있는 방법을 도출할 수 있게 한다.

다음에 나타난 그림 4.1에서는 SCOR 모델의 구성 요소를 도식화 한 것이다.



그림 4.1 SCOR model (Supply Chain Council)

##### 4.1.1 SCOR 모형의 구성과 내용

SCOR 모형은 공급사슬의 프로세스들을 표준화하여 구성된 모형이다. SCC에서 발표한 SCOR 모형은 현재 공급사슬을 운영하고 있거나 앞으로 공급사슬을 도입을 고려하고 있는 기업에 대해 세부적인 모델링 지침을 나타내며, 더불어 각각의 프로세스 단위마다, 그 상황에 맞는 성과측정지표인 metrics를 정의하고 있다.

SCOR는 기본적으로 3수준에 대하여 다루고 있다. 수준 1은 전략적 성과를 나타내는 수준이다. 공급사슬(계획, 공급, 생산, 출하, 회수) 전반의 효과성을 측정하며 개선목표가 설정된다. 수준 2는 구체적인 전략의 구성(configuration) 수준이다. 이 수준에서는 계획, 공급, 생산, 출하 프로세스에 대한 전략적 선택을 다룬다. 수준 3은 프로세스 요소 수준이다. 이 수준에서는 생산/구매방식, 세부적인 공급 계획의 수립, 벤더에 대한 계약관리, 자재검사, 제품의 생산/테스트 방법, 기술관리, 예측, 고객주문관리 등 수준 2에서 이루어진 전략적 선택에 대해 세부적인 실천 방법을 도출하게 된다.

##### 4.1.2 SCOR 모형의 성과지표

SCOR에서는 공급사슬의 신뢰성, 유연성, 대응성, 비용, 자산 등 5가지 분야의 성과측정 지표를 제시하고 있다. 이 중, 공급사슬 자산성과의 측정은 매출액, 순자산, 재고자산, 매입채무, 매출원가 등 기업의 회계자료를 바탕으로 비교

적 용이하게 이루어질 수 있다. 이에 반해 공급 사슬의 신뢰성, 공급사슬의 유연성, 공급사슬의 비용 등에 대해서는 각 기업들이 이들 지표를 측정할 수 있는 시스템을 갖추고 있어야 하고, 또한 성과평가를 위해 자료를 수집/분석하는 과정이 추가로 요구 된다. 이러한 지표들은 공급사슬의 성과를 표준적인 프로세스를 사용하여 표준적인 성과항목으로 정의하고 측정 함으로서 공급사슬 성과 측정의 용이함을 가져다 준다. 수준1에서 사용하는 공급사슬성과지표로서 모두 12개 지표에 대해 측정되며 이 중 6개는 고객만족 성과를 측정하는 고객지향적 지표이며 다른 6개의 지표는 비용성과 및 자산성과를 측정하는 내부지향적 지표이다.

#### 4.2 SCOR 모형을 활용한 ROI 분석

본 연구에서 제시하는 모형은 RFID 기술이 공급사슬에 적용 되었을 때에 기대할 수 있는 ROI를 분석하여 RFID 기술의 활용의 효과를 분석하는데 초점이 있다. 그렇기 때문에 RFID의 인식률은 100%를 가정하고 있다. 현재 많은 기업들이 RFID 활용하는데 있어 100% 인식률을 나타내지는 않지만 이러한 기술적인 문제점을 보완하기 위한 많은 대안들이 다양한 분야에서 활발히 진행 되고 있기 때문에 곧 활용이 가능할 것으로 예상 된다. 특히, 물류 및 유통분야에서의 RFID 활용은 RFID 인식률이 점차 좋은 성과를 보이고 있어 향후 인식률 재고에 좋은 성과를 보일 것으로 기대된다.

공급사슬관리에서 SCOR 모형은 공급사슬의 성과를 통합적으로 측정 및 분석하여 공급사슬의 프로세스를 개선하기 위해 개발되었다. 따라서 RFID가 공급사슬에 도입 될 경우에 있어서 SCOR 모형을 이용하면 공급사슬의 어떤 프로세스에 변화가 있는가를 예상할 수 있으며

ROI분석 모형에 필요한 성과항목과 성과항목별 성과지표를 획득할 수 있다. 그리하여 본 논문에서는 RFID가 도입됨에 공급사슬의 어떤 프로세스에 변화가 있는지를 파악한다. 또한, ROI분석을 위한 효과 및 투자비용의 성과항목과 성과항목별 성과지표는 산업별 또는 기업별 가치 기준에 따라 다르기 때문에 이러한 가치를 고려한 수리 모형을 개발한 후 이를 ROI 분석 모형의 개발에 반영한다.

본 연구에서 공급사슬에 RFID 도입 효과 측정을 위한 ROI 분석 절차는 다음과 같이 구성 된다.

단계 1. 기존의 문헌 연구를 통하여 RFID가 공급사슬에 도입되어 영향 받을 수 있는 표준 프로세스를 SCOR모형을 이용하여 분석한다.

단계 2. 단계 1에서 선택된 표준 프로세스의 타당성을 입증하기 위해 문헌 및 사례 연구를 통해 다시 한번 검증하고, 단계 1에 내용을 수정 및 보완한다.

단계 3. 단계 2에서 확정된 표준 프로세스와 SCOR 모형을 이용하여 효과 및 투자비용과 관련된 성과항목과 성과항목별 성과지표를 획득 한다.

단계 4. SCOR 모형에서 선택된 프로세스의 성과항목과 성과항목별 성과지표가 산업별 또는 기업별 가치 기준에 따라 다르기 때문에 이를 고려하여 ROI 분석 수리 모형을 개발한다.

단계 5. 개발된 ROI분석 모형을 적용하기 위하여 기존의 프로세스를 SCOR 모형을 적용한 표준 프로세스로 변환한 후 RFID가 표준 프로세스의 성과지표에 미치는 영향을 효과 및 투자비용으로 분류하여 ROI 분석을 실시한다.

##### 4.2.1 SCOR 모형에서 RFID의 영향을 받는 프로세스 분석

RFID 도입으로 인하여 나타나는 효과는 상품의 가시성 향상, 재고감소, 자동 재고조사, 재고 부족감소, 정확한 피킹/포장/선적보장, 정확한 수발, 도난감소 그리고 POS(point of sale)의 자동화 등을 들 수 있었으며, 추적성 확보, 실시간 수요패턴 인지, 주문 사이클타임 감소, 수요 예측의 정확성 향상 등으로 나타났다. 이익발생 요소로는 리드타임 감소, 신제품 출시의 빈도증가, 재고 망실 감소 및 판매 증가로 나타났으며, 비용절감 요소로는 재고비용 감소, 팔레트 감소, 배송트럭 감소, 입/출고 비용 감소, 인력 감소 및 배송비용 감소 등으로 나타났다.

이를 통하여 RFID 도입이 SCOR 모형의 어느 표준 프로세스에 영향을 미치는가를 파악한 예시 항목은 표 4.2와 같다. 표 4.2에서 나타난 것과 같이 대부분의 프로세스가 배송(delivery) 부분에 편중되어 있는 것을 확인 할 수 있다. 이는 유통 물류 산업에서의 RFID 활용도가 증가하고 있는 것을 다시 한번 확인 시켜주는 것이다.

표 4.2 RFID가 영향을 미치는 표준 프로세스

SCOR Process number <sup>o)</sup>	Type of SCOR Process <sup>o)</sup>	SCOR Process Scope <sup>o)</sup>
S 2.1 <sup>o)</sup>	Source Make-to-order <sup>o)</sup>	Schedule Product deliveries <sup>o)</sup>
S 2.2 <sup>o)</sup>	Source Make-to-order <sup>o)</sup>	Receive Product <sup>o)</sup>
M 2.3 <sup>o)</sup>	Make-to-order <sup>o)</sup>	Produce and Test <sup>o)</sup>
M 2.4 <sup>o)</sup>	Make-to-order <sup>o)</sup>	Package <sup>o)</sup>
M 2.5 <sup>o)</sup>	Make-to-order <sup>o)</sup>	Stage product <sup>o)</sup>
M 2.6 <sup>o)</sup>	Make-to-order <sup>o)</sup>	Release product to deliver <sup>o)</sup>
D 2.2 <sup>o)</sup>	Deliver Make-to-order <sup>o)</sup>	Receive, configure, Enter and validate order <sup>o)</sup>
D 2.3 <sup>o)</sup>	Deliver Make-to-order <sup>o)</sup>	Reserve resources and determine delivery date <sup>o)</sup>
D 2.4 <sup>o)</sup>	Deliver Make-to-order <sup>o)</sup>	Consolidate orders <sup>o)</sup>
D 2.5 <sup>o)</sup>	Deliver Make-to-order <sup>o)</sup>	Plan and build loads <sup>o)</sup>
D 2.7 <sup>o)</sup>	Deliver Make-to-order <sup>o)</sup>	Select carriers and rate shipments <sup>o)</sup>
D 2.9 <sup>o)</sup>	Deliver Make-to-order <sup>o)</sup>	Load vehicle, Generate shipment documents, verify credit and ship products <sup>o)</sup>
D 4.2 <sup>o)</sup>	Deliver retail product <sup>o)</sup>	Receive product at the store <sup>o)</sup>
D 4.3 <sup>o)</sup>	Deliver retail product <sup>o)</sup>	Pick product from back room <sup>o)</sup>
D 4.6 <sup>o)</sup>	Deliver retail product <sup>o)</sup>	Checkout <sup>o)</sup>

#### 4.2.2 ROI 분석 수리모형 및 SCOR 모형을 활용한 가중치 결정

일반적으로 ROI 분석에 사용 되어지는 식은 투자에 따른 순 기대효과를 총 투자비용으로 나눈 값에 백분율로 나타낸다. 여기서 순 기대효과란 투자 및 프로젝트로 나타나는 기대효과와 투자비용의 차로 나타낸다.

이를 수식화 하면 식 (1)과 같다.

$$ROI = \frac{\text{순기대효과}}{\text{투자비용}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

(순기대효과 = 기대효과 - 투자비용)

SCOR 모형을 활용한 ROI를 계산하려면 SCOR 모형의 표준 프로세스로부터 측정할 수 있는 성과지표들을 기대효과로 표현하여 한다. 기대효과 계산에서 사용되는 기호는 다음과 같다.

$\alpha_k$  : 매출액의 성과항목별 가중치 ( $k=1, 2, 3, 4, 5$ )

$\gamma_k$  : 비용의 성과항목별 가중치 ( $k=1, 2, 3, 4, 5$ )

$\beta_{kl}$  : 성과지표별 가중치 ( $l=1, 2, \dots, n$ )

$R$  : 현시스템의 매출액

$C$  : 현시스템의 비용

기대효과는 투자 및 프로젝트 후에 발생하는 기대수익에서 현 시스템의 수익의 차로 나타낼 수 있으며 식 (2)와 같다.

$$\text{기대효과} = \left[ \sum_{k=1}^5 \sum_{l=1}^n R \alpha_k \beta_{kl} - \sum_{k=1}^5 \sum_{l=1}^n C \gamma_k \beta_{kl} \right] - \left[ \sum_{k=1}^5 R \alpha_k - \sum_{k=1}^5 C \gamma_k \right] \quad (2)$$

식 (2)에서 나타난 것과 같이 현 시스템의 매출액을 성과 항목별로 가중치를 부여하여  $\alpha_k$ 로 나타내며 현 시스템의 비용을 성과 항목별로 가중치를 부여하여  $\gamma_k$ 로 나타내었다.

$\alpha_k$ 와  $\gamma_k$ 의 가중치 부여는 각 산업별 각 업종별 다양하게 나타나기 때문에 사용하는 업종이나 산업의 특성에 맞는 연구가 선행되어야 한다.

본 논문에서는 성과지표의 효과를 계산하기 위한 가중치 값인  $\beta_{kl}$ 에 대한 계산 방법을 성

과 지표의 특성에 따라 분류하여 계산 하였다. 성과지표는 비율, 비용, 그리고 시간으로 분류 할 수 있다. 또한 이 항목들은 매출 및 비용에 따라 다르게 구분 되어지며, 그 각각의 계산 방법 또한 달라진다. 표 4.3은  $\beta_{kl}$  에 대한 계산 방법을 나타낸 것이다.

표 4.3 가중치의 계산

가중치	성과지표 관련 항목	성과지표의 특성	계산방법
$\beta_{kl}$	매출에 관련된 성과지표	비율	$(1 + \langle \text{기대 성과비율} - \text{현 시스템 성과비율} \rangle)$
		시간	$(\text{현 시스템 시간} / \text{기대시간})$
	비용에 관련된 성과지표	비율	$(1 - \langle \text{기대 성과비율} - \text{현 시스템 성과비율} \rangle)$
		비용	$(\text{기대비용} - \text{현 시스템 비용})$ 단, 가중치는 1
		시간	$(\text{기대시간} / \text{현 시스템 시간})$

#### 4.2.3 비용 및 기대효과 산출을 통한 ROI 분석 모형 및 계산

RFID 투자 비용 산출을 위해서는 먼저 어떤 요소를 비용으로 반영할 것인가를 결정해야 한다. 즉 RFID 투자비용 산출을 위한 요소를 정의 하고 이 값에 대해 산출 할 수 있어야 한다. 표 4.4는 RFID 도입을 고려 할 때 필요한 기본적인 표준적인 요소를 정의한 것이다. 여기서 정의된 비용 요소는 가장 표준적으로 사용되어 질 수 있는 모든 요소가 최대한 반영될 수 있도록 고려한 것이다. 표 4.4에서 나타난 바와 같이 비용 요소의 속성은 고정된 상수와 1년 단위로 변하는 변수로 구분된다. 자본비용, 세율과 같이 변동이 불확실하거나 거의 없는 요소는 고정된 상수로 정의 하였고, 태그가격, 태그 수요량, 리더 가격, 리더 수요량 등의 요소들은 RFID 기술이 확산 됨에 따라 매년 변화 할 것이 확실시 되기 때문에 변수로 지정을 하였다.

투자비용을 산출하기 위한 비용 요소가 정해지면, 각 요소의 입력 값을 산출해야 한다. 상수의 경우 현재 적용되고 있는

표 4.4 비용요소의 정의

비용요소	의미
상수	자본비용(①)
	세율(②)
변수	태그 비용(③)
	태그의 수요량(④)
	리더 비용(⑤)
	리더의 수요량(⑥)
	안테나 비용(⑦)
	안테나 수요량(⑧)
	시스템 통합 비용(⑨)
	유지/보수, 기타 비용(⑩)
	값가 상승률(⑪)

적용 환경요소를 고려하여 값을 산출하고 변수의 경우 향후 7년 동안 예상 되는 변화에 대한 값을 입력 해야 한다. 여기서 투자비용은 RFID 구축비용, 고정 자산 비용 그리고 세금 및 기타 비용으로 구성되는 표준적인 요소만을 고려하여 계산한다. 표 4.5는 투자비용을 산출하는 방법을 나타낸 것이다.

표 4.5 투자비용 계산

	Year				
	1	2	3	...	n
RFID 구축비용					
태그(③ × ④)	(③ × ④)	(③ × ④)	(③ × ④)	...	(③ × ④)
리더(⑤ × ⑥)	(⑤ × ⑥)			...	
안테나(⑦ × ⑧)	(⑦ × ⑧)			...	
유지/보수, 기타(⑩)	⑩	⑩	⑩	...	⑩
합계(③)					
고정 자산비용					
시스템 통합(⑨)	⑨				
합계(④)					
세금 및 기타비용					
값가상각비(⑪ × (③ × ④))	(③ × ④)	(③ × ④)	(③ × ④)	...	
세금	$(\text{기대효과} - (\text{③} \times \text{④})) \times \text{②}$	$(\text{기대효과} - (\text{③} \times \text{④})) \times \text{②}$	$(\text{기대효과} - (\text{③} \times \text{④})) \times \text{②}$	...	$(\text{기대효과} - (\text{③} \times \text{④})) \times \text{②}$
합계(⑤)					
투자비용 합계(③ + ④ + ⑤)					

투자비용의 산출로서 ROI를 계산 할 수 있다. 하지만 현금 할인률을 적용한 향후  $n$  년간의 ROI 분석을 위해서 현금 할인률을 적용한 ROI 계산이 필요하다. 식 (3)은 현금 할인률을 적용한 ROI를 계산 한다(Thomas, 2004).

$$ROI = \frac{\sum_{i=1}^n NPV \text{ 순기대효과}}{\sum_{i=1}^n NPV \text{ 투자비용}} \times 100 (\%) \quad (3)$$

$(i = \text{ROI를 측정하는 기간 } (i=1, 2, \dots, n))$

모든 비용항목 및 투자항목이 계산 되었고,



현금 할인률을 적용한 ROI 계산 방법 또한 살펴 보았다. 표 4.6은 앞에서 추출한 기대효과와, 투자비용을 사용하여 순 기대효과를 계산하고, 순 기대효과 및 투자비용에 현금 할인률을 적용하여 향후  $n$  년의 ROI를 계산하는 과정을 나타낸 것이다.

표 4.6 ROI 계산 방법

	Y e a r				
	1	2	3	...	n
기대효과 (㉔)	㉔	㉔	㉔		㉔
투자비용 합계 (㉕)	㉕	㉕	㉕		㉕
순기대효과 (㉔ = ㉔ - ㉕)	(㉔ - ㉕)	(㉔ - ㉕)	(㉔ - ㉕)		(㉔ - ㉕)
NPV 순기대효과 (㉔ = $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )	(㉔ - $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )	(㉔ - $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )	(㉔ - $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )		(㉔ - $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )
총 NPV 순기대효과 (㉔ )					
NPV 투자비용 (㉕ = $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )	(㉕ - $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )	(㉕ - $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )	(㉕ - $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )		(㉕ - $\{1/(1+\textcircled{d})\}^{(n-1)}$ )
총 NPV 투자비용 (㉕ )					
ROI ( (㉔ / ㉕ ) * 100 ) (%)					

## 5. 결론

유비쿼터스 시대에 핵심 기술로 인식되고 있는 RFID를 도입하기 위한 관심은 증가 하였으나 RFID에 대한 도입은 상당한 투자 비용과 운영 비용에 소요되기 때문에 RFID 도입의 활성화 되지 못하는 측면이 있다. 따라서 공급사슬의 물류 현장에 RFID가 더욱더 많이 활용되어 공급사슬의 물류 자동화 및 정보화가 실현될 수 있도록 공급사슬에 RFID 도입효과를 평가할 수 있는 ROI 분석 모형을 개발에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 공급사슬에 RFID 기술을 도입하였을 때 기대할 수 있는 효과를 분석하기 위해 SCOR 모형을 활용한 ROI 분석 모델에 대하여 연구하였다. 공급사슬상에는 여러 개의 기업이 하나의 공급사슬을 구성하고 있기 때문에 산업별 또는 기업별 구성하고 있는 재무구조, 가치 기준 및 성과측정의 상이함을 해결하기 위해 공급사슬의 표준프로세스로 구성된 SCOR 모형을 활용하였다.

SCOR 모형을 적용함으로써 산업별 또는 기

업별 구성하고 있는 프로세스를 표준화 함으로써 RFID가 공급사슬에 미치는 영향을 표준 프로세스의 성과항목과 비교하여 RFID가 영향을 미치는 프로세스를 구분 하였으며, 이는 RFID 도입에 따른 프로세스의 변화 예상 할 수 있게 되었다.

이와 같이 공급사슬의 RFID 도입에 대한 ROI 분석 모형의 구성요소인 효과 및 투자비용의 성과항목과 성과항목별 성과지표를 산업별 또는 기업별 가치 기준을 고려한 ROI 분석 모형을 개발함으로써 RFID 도입에 대하여 객관적이고 일관성 있는 경제성 평가가 가능해질 수 있으며 효율적인 의사결정이 할 수 있을 것으로 기대된다.

추후 연구 과제로는 공급사슬에 RFID 도입을 하기 위해 ROI 분석을 사용하기 위해서 산업별 또는 기업별 가치 기준은 정성적인 요소를 정량화하는 과정이 있기 때문에 이에 대한 연구는 지속적으로 연구되어야 할 것으로 판단된다. 즉, 퍼지 이론, 신경망 이론 등과 산업별 또는 기업별 가치 기준의 산출 방법에 대해 다양한 연구를 수행하여 ROI 분석 모형이 더욱더 개선될 수 있도록 지속적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김대기, 김정영. (2005), “RFID 기술도입으로 인한 효과분석 모형에 관한 연구”, *한국 SCM 학회 춘계학술대회 발표논문집*.
- 김대기, 권오경, 백인수. (2003), “우리 나라 기업의 SCM 성과에 관한 실증적 연구”, *IE Interfaces*, Vol. 16, No. 2, pp. 167-173.
- 산업자원부, 한국유통물류진흥원. (2004), *유통물류산업 RFID 시범사업 최종보고서*.
- 민대기, 박종덕. (2003), “지표기반 공급사슬

성과관리 시스템을 활용한 효과적인 공급사슬 관리”, *IE Interfaces*, Vol. 16, No. 3, pp. 382-391.

Anderson, D. I., Britt, F. E., and Favre, D. J. (1997), “The seven principles of supply chain management”, *Supply Chain Management Review*, I(1), pp. 31-43.

Beamon, B. M. (1999), “Measuring supply chain performance”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, No. 3, pp. 275-292.

Carmine, S., Stephen, B., and Paul H. (2007), “Information quality attributes associated with RFID-derived benefits in the retail supply chain”, *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 35, No. 1, pp.69-87.

Finkenzeller, K. (2003), *RFID handbook: fundamentals and applications in contactless Smart Card and Identification*, 2nd Edition, John Wiley & Sons.

Hartmut, S., and Christoph K. (2002), *Supply Chain Management and Advanced Planning*, 2nd Edition, Springer.

Phillips, J. J. (1997), *Return on Investment in training and performance improvement programs*, Gulf Publishing Company.

Michael, K., and McCathie, L. (2005), “The Pros and Cons of RFID in supply Chain Management”, *Proceedings of the international conference on mobile business*, IEEE computer Society.

SCOR model 6.0. (2004) <http://www.supply-chain.org> (accessed: Dec 1 2006).

Pisello, T. and Strassmann. (2004), *IT ROI & IT Value Chain Management*, Namo Books.

Agrwal, V. (2001), Assessing the Benefits of Auto-ID Technology in the Consumer Goods Industry, EPC Global, <http://epcglobalic.org> (accessed: Dec 11 2006).