

## LTV(Lifetime Value)를 적용한 일정계획의 시뮬레이션 분석에 관한 연구

- A Study on Simulation Analyze on Scheduling Application to  
Lifetime Value(LTV) -

양 광 모 \*

Yang Kwang Mo

박 재 현 \*\*

Park Jae Hyun

강 경 식 \*\*\*

Kang Kyong Sik

### Abstract

We can be acquire the conformation about on the due date of supplier by using the ATP(Available to Promise) function of management about real and concurrent access on the supply chain, also decide the affect about product availability due to forecasting or customer's orders through the ATP. Under the these environments, defines the ATP rule that can improve the customer value and data flow related the LTV(Life Time Value) and builds on a algorithm. In this paper, It consolidates the necessity on a LTV(Life Time Value) and analyzes data which is concerned of Customer Value. Under the these environments, defines the LTV rule that can improve the customer value. And then, Scheduling plays an important role in shop floor planning. Therefore, this study tries to proposed that Scheduling by customer needs group for minimizing the problem.

**Keyword : LTV, Wasserman's Weight, AHP, Simulation**

---

† 이 논문은 산학재단법인의 후원으로 이루어진 논문입니다.

\* 명지대학교 산업시스템공학부 박사과정

\*\* 서일대학 산업시스템경영과 초빙교수

\*\*\* 명지대학교 산업시스템공학부 교수

## 1. 서론

지난 2003년 CRM 시장은 눈에 띄게 활발하지는 않았다. 연초에 예측된 것의 절반 이하의 성과를 거두었다고 할 수 있을 것이다. 기업들은 당초 계획했던 CRM프로젝트를 실행에 옮기지 않았거나 아예 2004년으로 투자계획을 미룬 경우가 많은 것으로 보인다. 이는 아직까지 CRM의 데이터분석과정의 정확성이 떨어져 기업들의 투자가 미비하게 된 것이라 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 데이터 분석기법인 LTV(Lifetime value)[6]를 대상으로 이를 일정계획에 적용하여 고객의 납기 요구일에 충분한 가용재고가 존재하지 않는 경우의 고객 납기를 만족시켜 주기 위한 ATP Rule전략에 따라 다단계 가용성 체크를 수행하여, 유연성 있는 다단계 ATP가용성 체크를 수행하기 위해서는 ATP 체크 Rule과 CTP를 이용하여 고객에게 납기일을 확약하여 줄 수 있는 최적의 방법을 시뮬레이션을 통하여 분석하고자 한다.

## 2. LTV(Lifetime Value)의 이론적 배경

### 2.1 LTV의 개념

고객의 평생가치는 한 고객이 한 기업의 고객으로 존재하는 전체기간 동안 기업에게 제공할 것으로 추정되는 재무적인 공헌도의 합계라고 할 수 있다. LTV산정은 크게 단순 LTV산정과 이의 단점을 보완한 개선된 LTV모델이 있다. 단순 LTV모델의 경우 평균 구매력을 기준으로 거래기간에 대한 구매액을 산정하는 방식으로 다음과 같이 나타낼 수 있다[1].

$$\text{LTV(Lifetime Value)} = \text{평균구매액} \times \text{거래기간} \quad (2.1)$$

그러나 이러한 단순 LTV계산은 미래의 불확실성을 고려하지 않는 경우로서 고객행동의 변동, 현재가치, 이익 관점 등을 고려하지 않은 방법이라고 할 수 있다. 이의 단점을 보완한 것이 발생할 수 있는 여러 가지 불확실성을 염두에 둔 LTV 산정방식이다. 즉 변동가능성이 높은 고객행동의 변동, 현재가치, 이익관점 등을 고려하여 LTV를 산정하는 방식으로 고객의 평생가치를 산정하는 방식이다. 불확실성을 고려한 즉, 여러 가지 환경을 고려한 LTV산정방식으로 통하여 좀 더 정확한 고객수익성을 계산할 수 있게 되고, LTV값을 통하여 더욱 세밀한 고객세분화를 이루게 된다[2].

### 2.2 LTV의 가중치 적용

2.1에서 제시된 LTV 계산은 제조업체 및 생산형태를 고려하지 않는 경우로 단순 유통상의 거래액과 거래횟수에 대한 계산치이다. 제조업체 및 생산현장에서 적용할 수

있는 고객가치 결정방법을 제시하고자 LTV 가중치를 부여하여 고객가치를 결정한 계산식은 다음과 같다[2].

LTV의 가중치를 결정하기 위하여 다음과 같은 절차로 수행한다.

- 1단계 : 가중치 부여를 위한 변수를 결정하고 이를 구분하여 등급을 중요도에 따라 1~10사이에서 결정
- 2단계 : 변수 안의 서브변수들의 가중치를 0.1~0.9 사이에서 결정
- 3단계 : LTV공식을 응용한 다음과 같은 식(2.2)을 활용하여 고객등급을 결정

$$LTV = Max [ ( \sum_{i=1}^n \sum_{k=0.1}^{0.9} A_i \cdot W_k ) \times ( \sum_{j=1}^m \sum_{k=0.1}^{0.9} B_j \cdot W_k ) \times \dots \times \sum_{l=1}^y \sum_{k=0.1}^{0.9} Z_l \cdot W_k ] (2.2)$$

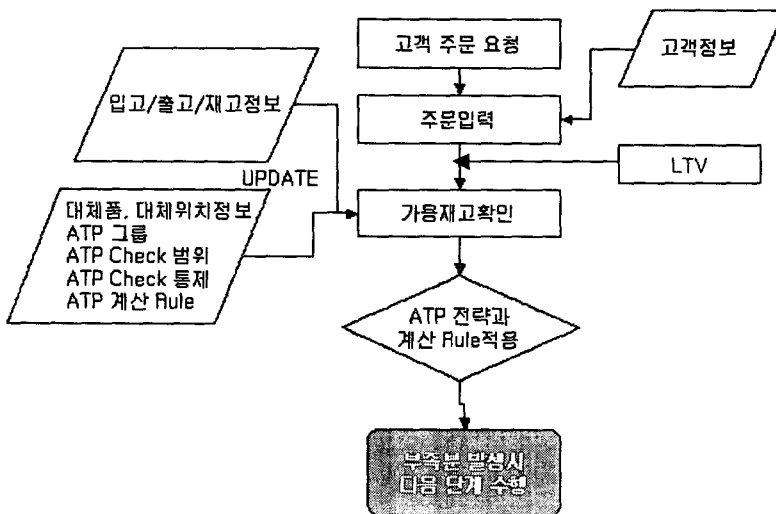
A : 변수 1 ( i = 1~n )

B : 변수 2 ( i = 1~m )

Z : 변수 z ( i = 1~y )

W : Sub 변수의 가중치 ( j = 0.1~0.9 )

위에서 제시한 LTV 알고리즘을 적용하기 위해서는 고객의 납기 요구일에 충분한 가용재고가 존재하지 않는 경우의 고객 납기를 만족시켜 주기 위한 ATP Rule 전략에 따라 [그림 2.1]과 같이 다단계 가용성 체크를 수행하여, 유연성 있는 다단계 ATP가용성 체크를 수행하기 위해서는 ATP 체크 Rule과 CTP를 이용하여 고객에게 납기일을 약속하여 준다.

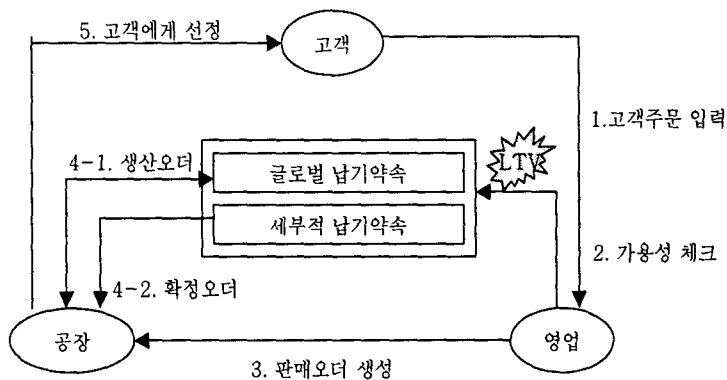


< 그림 2.1 > LTV를 이용한 납기확약 체계

2.1절에서 제시된 LTV 계산(식 2.1)은 제조업체 및 생산형태를 고려하지 않는 경우로 단순 유통상의 거래액과 거래횟수에 대한 계산치이다. 따라서 본 논문에서는 제조업체 및 생산현장에서 적용할 수 있는 LTV 알고리즘을 구현하고자 모 기업을 모델로 하여 LTV 가중치를 부여하고 이로 인해 ATP와 CTP를 위한 우선순위를 결정하고자 한다. 또한 본 연구에서는 총생산시간의 단축은 물론 납기지연 시간을 단축하여 고객 충성도를 높이기 위해 위에서 제시한 LTV 알고리즘(식 2.2)의 Wasserman 가중치와 AHP(Analytic Hierarchy Process)[7]가중치 변화에 따른 일정계획 분석을 시뮬레이션을 통하여 분석하고, 이에 대한 총 작업시간, 준비시간과 총 납기지연시간에 대한 결과를 분석하였다.

### 2.3 납기확약시스템의 필요성

ATP(Available to Promise)와 CTP(Capable to Promise)시스템은 완성품의 재고 할당 조절과 고객에 대한 납기 약속의 질을 향상시키는 것과 고객 수요, 안전재고, 제품리드타임, 납기 확정에 대한 관리를 지원하기 위해 시작되었다. ATP와 CTP는 유사한 개념이며 생산공정의 현황과 생산능력을 고려하는 것이 CTP와 ATP를 구분하는 이유이다. CTP란 공급사가 고객으로부터 수주시 자사의 생산 스케줄 등을 종합적으로 검토하여 고객주문을 납품 가능한 시점을 산출하여 이를 제공하고, 필요시 고객과 협의를 거쳐 납기일을 확정하는 업무방식이다.



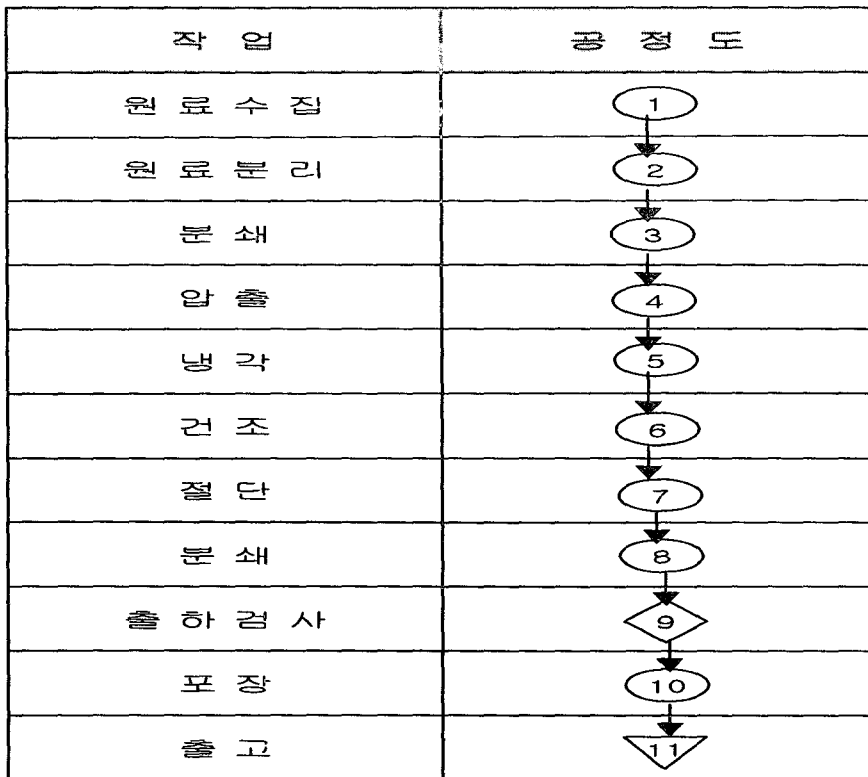
< 그림 2.2 > 납기확약시스템의 필요성

그리고 ATP는 재고를 보유하고 있는 품목에 대하여 주문량만큼의 물량이 어느 창고에 있는지 또는 이미 확정된 생산스케줄[5]에 따라 언제 생산될 예정인지를 신속하게 검토하여 고객에게 가능한 납기일을 제공하여 영업을 지원하는 것이다. 반면에 CTP는 재고를 유지하지 않는 수주생산품에 대하여 만일 주문량을 생산스케줄에 입력한다면 언제 완성 납품 가능하겠는지를 신속하게 조회하여 영업을 지원하는 것이다[그림 2.2].

납기확약체제를 통하여 공급사는 생산계획의 안정화, 납기준수율 제고의 효과를 얻을 수 있고, 고객은 납품일의 불확실성을 제거함으로써 안정된 생산/판매계획 수립이 가능해진다. 이러한 시스템은 결국은 기업의 생산성을 증가시키고 이익을 창출하는 기본이 되는 것이기 때문에 반드시 필요하다고 본다[3, 4, 8].

### 3. 대상 공정 분석

본 연구의 대상 업체는 경기도에 위치하고 있는 K업체로서 총 근로자 250명이 작업을 하고 있는 중소기업체로서 총 작업시간과 납기 지연일이 길다는 문제점을 가지고 있으며, 국내 중소기업이 가지고 있는 각각의 주문에 따른 생산공정의 변경에 따른 준비시간이 길다는 문제점을 가지고 있다.



< 그림 3.1 > K업체의 공정도

또한 제조업체의 공정은 자재를 투입하여 [그림 3.1]의 공정도와 같이 원료수집, 원료 분리, 분쇄, 압출, 냉각, 건조, 절단, 분쇄, 출하검사, 포장 작업 그리고 출하 순으로 작업을 시행하고 있으며, 각기 다른 로트 사이즈(lot size)로 작업을 하고 있다. 하지만

각각의 주문에 따라 공정의 순서가 변경이 온다는 문제점이 있다. 따라서 본 연구는 본 업체의 공정을 대상으로 총 작업시간과 납기지연일 총준비시간을 단축시킬 수 있는 생산공정 운영 시스템을 LTV를 적용하여 설계하여 제시하고자 한다.

K사는 생산 공정 라인의 공정별 LOT당 준비시간은 <표 3.1>과 같으며, 제품당 라인 교체시간은 <표 3.2>와 같다. 아래의 표들은 K사의 생산 공정을 시뮬레이션 하기 위한 기본 정보로 사용된다.

< 표 3.1 > K업체 각 공정별 준비시간

공정번호	공정명	준비 시간(분)
1	원료수집	10
2	원료분리	10
3	분쇄	25
4	압출	30
5	냉각	15
6	건조	10
7	절단	5
8	분쇄	15
9	출하검사	10
10	포장	25
11	출하	5

< 표 3.2 > 라인 교체시간(분)

교체 시간	A 제품	B 제품	C 제품	D 제품
A 제품	0	40	80	100
B 제품	40	0	50	90
C 제품	80	50	0	60
D 제품	100	90	60	0

따라서, 본 연구에서는 LTV 알고리즘을 적용하여 위의 표들에서 제시한 라인교체시간과 준비시간의 단축을 통하여 총 생산시간과 납기지연일을 단축하고자 한다.

## 4. LTV를 적용한 일정계획의 분석

### 4.1 일정계획 수립을 위한 성과지표.

일정계획 중에서 하나를 선택할 때 기준이 되는 성과지표는 관리자의 입장에서는 매우 중요한 의미를 가진다. 조직의 전체적인 목표를 달성하려면 관리적 입장에서 성과지표를 충족시키는

일정계획을 수립해야 한다. 다음에 열거되는 항목들은 본 연구에서 사용한 지표들이다.

- ① 총 준비시간 (Total setup time)  
작업을 하는데 필요한 총 준비시간을 말하며, 적을수록 좋은 척도이다.
- ② 평균 납기 지연 시간 (Average tardiness)  
지연된 공정의 평균 지연시간으로 적을수록 좋다.
- ③ 총 생산시간 (Total production time)  
가장 늦게 끝나는 작업의 완료시간(maximum completion time)으로 총소요시간 (makespan)이라고도 한다. 예를 들어서 흐름생산의 경우 어느 lot이 n개의 작업으로 이루어졌을 때 n번째 작업이 끝나는 시간이 총생산시간이 된다. 총생산시간은 짧을수록 좋다.

#### 4.2 LTV 적용을 위한 알고리즘 적용

일정계획 수립을 위해 고객의 등급을 결정하기 위한 변수를 다음<표 4.1>과 같이 정의한다. <표 4.1>에 제시된 변수들에 적용될 LTV 가중치는 <표 4.2>와 같이 정의할 수 있는데, 이는 이전에 연구되었던 참고문헌의 가중치를 활용하여 단순 LTV, Wasserman LTV[1]과 AHP LTV[3]으로 분류하여 가중치를 적용하였다.

따라서 본 논문에서는 제조업체 및 생산현장에서 적용할 수 있는 LTV 알고리즘을 구현하고 K기업을 모델로 하여 LTV 가중치를 적용방법에 따라 부여하고 이로 인해 ATP와 CTP를 위한 우선순위를 결정하고자 한다.

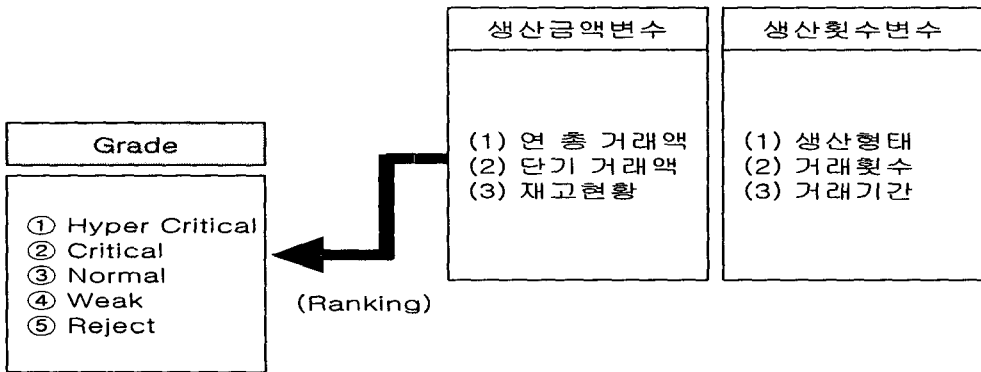
< 표 4.1 > LTV 적용을 위한 변수정의

		생산금액		생산횟수	
변수1	연 총 거래액	5억 이상	생산형태	Pilot	
		1억-5억		양산	
		1억 미만		시험	
변수2	단기거래액	5천만 이상	거래횟수	10회 이상	
		천만-5천만		10회 미만	
		천만 이하		단기	
변수3	재고현황	가요재고 여유	거래기간	10년 이상	
		Just		3년-10년	
		가용재고 부족		3년 미만	

< 표 4.2> LTV알고리즘을 위한 가중치 결정

구 분	단순 LTV 적용		Wasserman LTV		AHP LTV	
	생산금액	생산횟수	생산금액	생산횟수	생산금액	생산횟수
변수1	1	1	0.9	0.9	0.74	0.52
변수2	1	1	0.7	0.5	0.14	0.27
변수3	1	1	0.3	0.3	0.12	0.21

<표 4.2>의 가중치를 적용방법에 따라 계산한 후 [그림 4.1]과 같이 고객 등급이 Hyper Critical나 Critical로 결정이 되면 ATP 체크 Rule은 고객 주문에 대한 부족분에 대하여 ATP Rule에 대한 전략을 적용시켜 납기지연에 따른 고객이 요구하는 납기일에 부족분을 수요계획에 할당해야 하며, 대체품 또는 대체위치에 제품이 존재하는 경우는 고객에게 납기를 확약한다. 또한 Hyper Critical의 경우에는 납기지연을 허락하고 고객이 가장 빠른 납기를 요구하는 경우를 허락하거나 Critical의 경우에는 고객이 분할 납기를 허용하는 경우 고객의 분할 납기 요구일을 지정하는 것을 허락하여 단계별 우선순위를 둔다.



<그림 4.1 > 고객등급과 변수

### 4.3 LTV를 적용한 일정계획 시뮬레이션 결과

<표 4.1>과 <표4.2>의 결과를 납기와 총생산시간을 단축시키기 위한 K업체의 주문 일정에 적용한 결과 일정순서는 <표4.3>과 같으며, 결정된 순서에 따라 동일한 방법과 조건으로 시뮬레이션 한 결과치를 성과지표에 따라 정리하면 다음과 같다.

< 표 4.3 > LTV를 적용한 일정계획 순서

LTV적용	할당 오더 순서
LTV 미적용	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15
단순 LTV	5-12-7-3-11-8-1-15-9-4-13-2-10-14-6
Wasserman LTV	5-7-9-2-8-11-4-12-1-13-10-3-15-14-6
AHP LTV	5-13-9-2-4-14-1-12-3-8-11-6-10-15-7



1) 총 준비시간

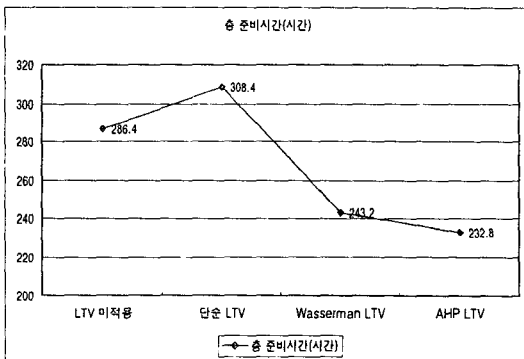
위의 4가지 방법에 대한 총 준비시간의 결과치는 [그림 4.2]와 같다. 총 준비시간을 성과지표로 하여 4가지 LTV방법을 비교하면 AHP LTV방법이 232.87시간으로 가장 짧게 나타나고 있으며, AHP LTV, Wasserman LTV, LTV 미적용, 단순 LTV순으로 나타나고 있다.

2) 평균 납기지일

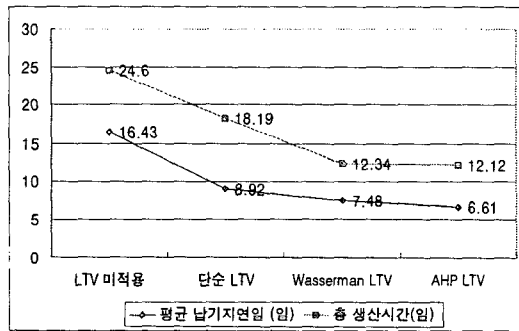
위의 4가지 방법에 대한 평균 납기지연도의 결과치는 [그림 4.3]과 같다. 평균 납기지연도 성과지표를 가지고 4가지 LTV방법을 비교하면 AHP LTV방법이 6.61일로 가장 짧게 나타나고 있으며, AHP LTV, Wasserman LTV, 단순 LTV, LTV 미적용 순으로 나타나고 있다.

3) 총 생산시간

위의 4가지 방법에 대한 총생산시간의 결과치는 [그림 4.3]과 같다. 총생산시간 성과지표를 가지고 4가지 LTV방법을 비교하면 AHP LTV방법이 12.42일로 가장 짧게 나타나고 있으며, AHP LTV, Wasserman LTV, 단순 LTV, LTV 미적용 순으로 나타나고 있다.



<그림 4.2> LTV 적용에 따른 총준비시간 비교



<그림 4.3> LTV 적용에 따른 총 생산시간 및 평균 납기지연일 비교

5. 결론

본 논문에서는 고객 데이터 분석기법인 LTV(Lifetime value)[6]를 대상으로 이를 일정계획에 적용하여 고객의 납기 요구일에 충분한 가용재고가 존재하지 않는 경우의 고객 납기를 만족시켜 주기 위한 ATP Rule 전략에 따라 ATP 체크 Rule과 CTP를 이용하여 고객에게 납기일을 약속하여 줄 수 있는 최적의 방법을 시뮬레이션을 통하여 분석하고자 하였다. 분석 방법인 단순 LTV, Wasserman LTV, 그리고 AHP LTV를 적용하여 시뮬레이션을 한 결과 Wasserman LTV와 AHP LTV의 적용 시에 짧은 준비시간과 납기지연일을 나타내어 총생산시간을 단축시킬 수 있었다. 이는 정확한 데이터의 분석이 일정계획 수립에 많은 영향을 준다는 것을 알수 있다. 하지만 본 연구는 대상업체를 기준으로 분석한 결과이기 때문에 아직 전체기업에 적용할 수 있는 표준화된 방법이 아니라는 것이다. 따라서 업체마다의 특성을 살려서 LTV 기법의 변수와 가중치를 적용해야 할 것이다.

## 6. 참고 문헌

- [1] 박재현, 양광모, 강경식, "LTV를 이용한 eCRM을 연계한 ATP 모델 구현에 관한 연구", 산업경영시스템학회, 제25권 제4호, pp54~60
- [2] 양광모, 강경식, "계층과정분석을 활용한 고객생애가치 가중치 결정에 관한 연구" 안전경영과학회지. 제4권 제3호, pp131~140
- [3] 양광모, 강경식, "휴라스틱 방법을 활용한 고객 생애 가치에 대한 단일 업체 일정 계획 수립에 관한 연구", 안전경영과학회지. 제5권 제1호, pp83~92
- [4] Dileep R. Sule, "Industrial Scheduling", PWS Publishing Company, 1996
- [5] Michael Pinedo, "Scheduling -Theory, Algorithm, and systems- 2e", Prentice Hall, 2002
- [6] Ranjit Bose, "Customer relationship management: key components for IT success" Industrial Management & Data Systems, Volume 102, Number 2 (March 1, 2002)
- [7] Saaty Thomas L., "Highlight and Critical Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy process, Eur. J. Operational Research (74)3 (1994) pp.426-447
- [8] SIMON FRENCH, B. A., M. A., D.Phil, "Sequencing and Scheduling - An Introduction to the Mathematics of the Job-Shop", John Wiley & Sons, 1982

## 저 자 소 개

양 광 모 : 명지대학교 대학원 석사, 명지대학교 대학원 박사과정.  
관심분야 생산관리, 통계, 품질관리, 공정관리 등

박 재 현 : 명지대학교 산업공학과 학사·석사·박사수료.  
현재 서일대학 공업경영과 초빙교수로 재직중.  
주요 관심분야는 생산관리, 품질관리, 공정관리 등.

강 경 식 : 현 명지대학교 산업공학과 교수. 경영학박사, 공학박사.  
명지대학교 안전경영연구소 소장, 산학연 컨소시엄 센터장 및  
안전경영과학회 회장. 관심분야 생산운영시스템, 시스템 안전.