

휴리스틱 방법을 활용한 고객 생애 가치에 대한 단일 업체 일정계획 수립에 관한 연구

- A Study on Determining Single-Center Scheduling
for LTV(LifeTime Value) Using Heuristic Method -

양 광 모 *

Yang Kwang Mo

강 경 식 **

Kang Kyung Sik

Abstract

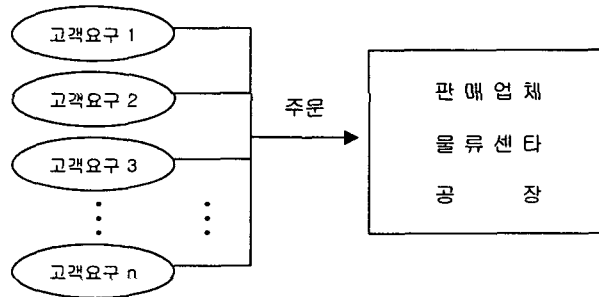
Scheduling plays an important role in shop floor planning. A scheduling shows the planned time when processing of a specific job will start on each machine that the job requires. It also indicates when the job will be completed on every process. Thus, it is a timetable for both jobs and machines. There is only one server available and arriving work require services from this server. Job are processed by the machine one at a time. The most common objective is to sequence jobs on the servers so as to minimize the penalty for being late, commonly called tardiness penalty. Based on other objectives, many criteria may serve as a basis for developing job schedules. The process also comprises all strategic planning, capital investments, management decisions, and tasks necessary to create a new product. manufacturing processes must be created so that the product can be produced in the product facility. Purchasing new equipment and training workers may be required if new technology is to be used. Tools, fixtures, and the sequence of steps in the manufacturing processes must all be developed to allow rapid, high-quality, cost effective production. Also, it may be needed to be rearrange the production facility to adapt to the new manufacturing processes. Therefore, this study tries to proposed that Scheduling by customer needs group for minimizing the problem and reducing inventory, product development time, cycle time, and order lead time.

* 명지대학교 산업시스템공학부 박사과정

** 명지대학교 산업시스템공학부 교수

1. 서론

생산 공정은 개발, 제조, 그리고 생산품 등 기업에서 반드시 수행하는 모든 요구되는 활동들의 일정한 순서이며, 이러한 활동들은 마케팅, 연구, 기술설계, 품질보증, 제조 그리고 벤더와 공급자의 모든 연결을 포함한다. 공정 또한 모든 정책적 계획, 자본 투자, 경영의 사결정 그리고 새로운 생산품 창조를 필요로 하는 작업들을 포함한다. 생산품 개발의 하나의 중요한 부분이 요구되는 고객의 요구와 만나는 공정으로 정의할 수 있는 공학적 설계 공정이다[4, 5]. 제조 공정은 반드시 제품이 생산설비 내에서 만들어질 수 있도록 구성되어야 하지만, 새로운 장비의 구매 및 작업자 교육은 만약 신기술이 필요하다면 요구될 것이다. [그림 1.1]은 본 논문의 모델이 될 수 있는 단일 업체의 고객 요구에 대한 모델이다. 이러한 모델에서는 고객의 요구에 대한 납기일을 준수함으로써 지체에 따른 손실비용을 최소화하는 것이다[6].

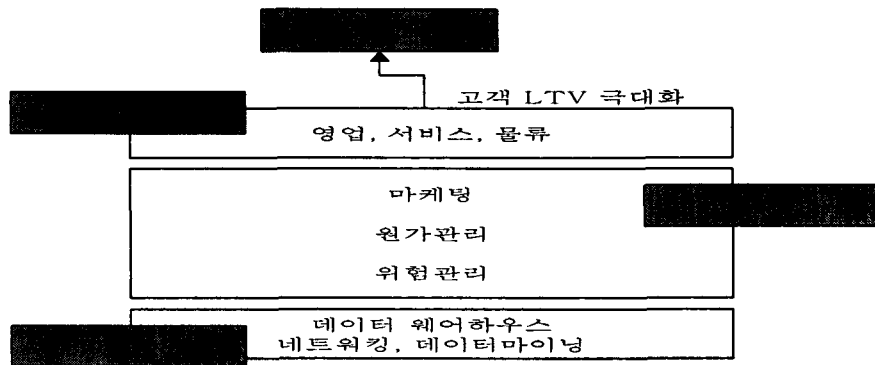


[그림 1.1] 단일 업체의 고객요구

본 논문에서는 이러한 단일 판매업체의 제품의 재고, 처리시간, 주문 대기시간을 줄여 본 논문의 목적함수가 되는 지체에 따른 손실 비용을 줄이기 위한 일정계획을 수립하고자 한다. 따라서, 고객 요구에 대한 가중치를 고객 생애가치(LTV : LifeTime Value)를 이용하여 정의하고, 이를 바탕으로 하여 휴리스틱 기법 중 COVET(Cost OVER Time)기법을 활용한 일정계획 수립 방법을 제시하고자 한다.

2. 고객 요구에 대한 LTV(LifeTime Value) 설정

고객에 대한 정보를 DB화하여 우량 고객을 중심으로 차별적인 서비스를 제공함으로써 고객과 장기적인 관계를 통해 LTV(Lifetime Value)를 극대화하는 전략이 필요하다. 즉, 고객이라는 대상을 관리의 핵심주체로 하는 모든 업무를 범위로 하여, 이익 또는 가치를 고객과의 장기적인 관계를 통해 획득하려는 입장을 취하며, 궁극적으로는 고객의 충성도를 높임으로써 이익을 확보하고자 하는 것이다[1, 2].



[그림 3-1] LTV의 필요성

LTV는 한 시점에서의 단기적인 가치가 아니라 고객과 기업간에 존재하는 관계의 전체가 가지는 가치를 말한다. [그림 2-1]에 나타나 있듯이 LTV를 산출함으로써 기업은 어떤 고객이 기업에게 이로운 고객인가를 판단 할 수 있으며 그 고객과 앞으로 어떤 관계를 가지도록 하는 것이 합리적인가를 파악할 수 있다.

LTV의 가중치를 결정하기 위하여 다음과 같은 절차로 수행한다[1, 2].

- 1단계 : 가중치 부여를 위한 변수를 결정하고 이를 구분하여 등급을 중요도에 따라 0.1~0.9사이에서 결정
- 2단계 : 변수 안의 서브변수들의 가중치를 1~10 사이에서 결정
- 3단계 : LTV공식을 응용한 다음과 같은 식(3.2)를 활용하여 고객등급을 결정

$$LTV = [(\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{10} A_i \cdot W_k) \times (\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{10} B_j \cdot W_k) \times \dots \times \sum_{l=1}^l \sum_{k=1}^{10} Z_l \cdot W_k] \quad (2.1)$$

A : 변수 1 (i = 1~n)

B : 변수 2 (j = 1~m)

Z : 변수 z (l = 1~z)

W : Sub 변수의 가중치 (k = 1~10)

<표 2.1>에 나타나있는 등급간의 결정은 CEO를 비롯한 고위 책임자 및 전문가들의 의사결정에 의해서 결정하게 되며 본 연구에서는 Wasserman 가중치를 사용하여 0.9, 0.5, 0.3을 이용한다. 또한 표에 나타나있는 등급간은 본 논문에서 LTV 결정을 설명하기 위한 하나의 예시이다. <표 2.1>는 고객의 LTV결정을 위한 스코어링 방법의 예를 들기 위해 K판매사의 예를 들어 등급을 만들었다. 다음절에서 이를 토대로 고객

요구에 대한 일정계획 수립방법을 제시하고자 한다.

<표 2.1> LTV 결정을 위한 고객 가중치

가중치	통계적 변수(0.3)		구매 변수(0.9)			충성도 변수(0.5)	
	월수입	지리적 위치 (반경 20km 내)	평균 구매액	상품구매횟수	고가구매횟수	반 품	카드 결 제(월)
1	120만 이하	4개 이상 (동일 판매상)	10만 이하	3 이하	1 이하	10회 이상	(-50만) 이상
2	120만-160만	4개	10만-30만	4-6	2	9회	(-50만)-0
3	160만-200만	-	30만-50만	7-9	3	8회	0-30만
4	200만-240만	3개	50만-70만	10-12	4	7회	30만-60만
5	240만-280만	-	70만-90만	13-15	5	6회	60만-90만
6	280만-320만	2개	90만-110만	16-18	6	5회	90만-120만
7	320만-360만	-	110만-130만	19-21	7	4회	120만-150만
8	360만-400만	1개	130만-150만	22-24	8	3회	150만-180만
9	400만-440만	-	150만-180만	25-27	9	2회	180만-210만
10	440만 이상	없음	200만	27 이상	10이상	1회 미만	210만 이상

따라서 <표 2.1>에 대한 LTV 결정 식은 식(2.2)와 같다.

$$LTV = [(\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{10} A_i \cdot W_k) \times (\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{10} B_j \cdot W_k) \times \sum_{l=1}^z \sum_{k=1}^{10} Z_l \cdot W_k] \quad (2.2)$$

A : 통계적변수 (i = 1~n)

B : 구매변수 (j = 1~m)

Z : 충성도변수 (l = 1~z)

W : Sub 변수의 가중치 (k = 1~10)

식 (2.2)를 적용하여 일정계획 수립과정을 설명하기 위한 7명의 고객에 대한 고객생애가치의 가중치 결과는 다음 <표 2.2>와 같다.

<표 2.2> LTV에 의한 고객 가치

	통계적 변수 (0.3)		구매 변수 (0.9)			충성도 변수 (0.5)		LTV
	월수입	지리적 위 치	평 균 구매액	상품구매 횟 수	고가구매 횟 수	반 품	카 드 결 제	
1	3	4	3	4	1	10	3	98.28
2	8	2	6	7	4	8	5	298.35
3	6	6	6	7	3	5	5	259.20
4	1	6	2	2	1	7	2	42.53
5	5	4	5	5	2	9	4	189.54
6	9	1	6	4	3	8	6	245.70
7	4	4	6	5	2	5	7	168.48

고객 생애 가치를 통하여 고객의 가치를 $(3 \times 0.3 + 4 \times 0.4) \times (3 \times 0.9 + 4 \times 0.9 + 1 \times 0.9) \times (10 \times 0.5 + 3 \times 0.5)$ 와 같은 계산 방법으로 결정하였으며, 이를 바탕으로 하여 3장에서 제시 될 단일창구의 가정과 휴리스틱 방법 중 COVERT(Cost OVER Time) 규칙을 사용하여 단일창구 내에서의 목적함수인 벌금함수를 최소화할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

3. Heuristic 방법을 활용한 고객 요구에 대한 일정계획

3.1 가정

휴리스틱 기법을 적용하여 각 고객 요구에 대한 지체비용의 합으로 정의된 지체 손실을 최소화하기 위한 일정계획을 수립하기 위해서 다음과 같은 가정을 세운다.

- 1) 모든 처리시간은 0에 처리 가능하다.
- 2) 준비시간은 순서적으로 독립이고, 처리시간에 포함된다.
- 3) 고객 주문이 작업에 들어가면 중단 없이 계속되며, 돌발변수는 없다.
(다시 말하면, 처리시간의 중단은 없다.)

3.2 기호 정리

휴리스틱 기법을 사용하여 일정계획을 수립하는 것을 정의하기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 기호가 필요하다.

- 1 ~ n : 고객요구
- t : 시간단위
- P_i : 처리시간
- D_i : 납기일
- L_i : 고객에 대한 가중치

- C_i : 지체에 따른 손실비용 (목적함수 : $Min C_i$)
- TT : 모든 처리시간의 합
- RT : 아직 일정계획 되지 않은 고객 요구들의 처리시간의 합
- ST : 다음 일정계획 될 고객 요구의 시작시간 (첫 번째 작업은 0)
- CF : 계수
- PR : 우선권

3.3 COVERT(Cost OVER Time) 규칙을 활용한 일정계획 수립

COVERT 규칙은 3단계로 구성된다[3, 6, 8].

1) 단계 1 : PR 을 계산한다. 아직 일정계획이 되지 않은 고객 요구에 대하여 PR 을 다음과 같이 계산된다.

- ① 경우 1 : 만약 $D_i < (ST + P_i)$ 이면,

$$PR = 1 \dots \dots \dots (1)$$
- ② 경우 2 : 만약 $D_i > (ST + P_i)$ 이고, $D_i < TT$ 이면,

$$PR = \frac{(TT - D_i)}{(RT - P_i)} \dots \dots \dots (2)$$
- ③ 경우 3 : 만약 $D_i \geq TT$ 이면,

$$PR = 0 \dots \dots \dots (3)$$

2) 단계 2 : 아직 일정계획 되지 않은 작업 i 에 대한 CF 를 다음과 같이 계산한다.

$$CF_i = PR \left(\frac{L_i}{P_i} \right) \dots \dots \dots (4)$$

3) 단계 3 : 최대 CF 를 가진 작업을 일정계획 한다.

ST 와 RT 는 남은 작업들에 대해 다시 계산되고 이 단계들이 반복된다.

4. 단일업체에서의 LTV를 적용한 일정계획 수립

<표 2.2>의 고객생애가치 결과를 포함한 처리시간과 납기일에 대한 내용은 <표 4.1>과 같이 나타낼 수 있다.

<표 4.1> 단일 판매업체의 고객 요구 자료

작업번호	처리시간(P_i)	납기일(D_i)	가중치(L_i)
1	37	49	98.28
2	27	36	298.35
3	28	37	259.20
4	24	38	42.53
5	13	22	189.54
6	32	62	245.70
7	9	47	168.48
TT	170		

<표 4.1>에 대한 COVERT 규칙의 적용과 관련하여 다음과 같은 단계로 계산한다.
 단계1 : 아직 일정계획이 되지 않은 모든 작업들로 구성되는데, 여기서는 작업 1~7이다. 일정계획이 되지 않은 모든 작업에 대한 PR과 CF를 계산한다.

1) $TT = 170, RT = 170, ST = 0$

2) 작업 1 : $49 > 0 + 37$

$$PR_1 = \frac{170-49}{170-37} = 0.910$$

$$CF_1 = 0.910 \times \frac{98.28}{37} = 2.417$$

3) 작업 2 : $36 > 0 + 27$

$$PR_2 = \frac{170-36}{170-27} = 0.937$$

$$CF_2 = 0.937 \times \frac{298.35}{27} = 10.354$$

4) 작업 3 : $37 > 0 + 28$

$$PR_3 = \frac{170-37}{170-28} = 0.937$$

$$CF_3 = 0.937 \times \frac{259.20}{28} = 8.640$$

5) 작업 4 : $38 > 0 + 24$

$$PR_4 = \frac{170-38}{170-24} = 0.904$$

$$CF_4 = 0.904 \times \frac{42.53}{24} = 1.602$$

6) 작업 5 : $22 > 0 + 13$

$$PR_5 = \frac{170-22}{170-13} = 0.943$$

$$CF_5 = 0.943 \times \frac{189.54}{13} = 13.749$$

$$7) \text{ 작업 6 : } 62 > 0 + 32$$

$$PR_6 = \frac{170-62}{170-32} = 0.783$$

$$CF_6 = 0.783 \times \frac{245.70}{32} = 6.004$$

$$8) \text{ 작업 7 : } 47 > 0 + 9$$

$$PR_7 = \frac{170-47}{170-9} = 0.764$$

$$CF_7 = 0.764 \times \frac{168.48}{9} = 14.302$$

작업7이 가장 큰 CF값(=14.302)을 가졌기 때문에 선정되고, 제일 먼저 작업이 시작되도록 일정계획이 된다. 또한 작업 7을 일정계획이 되지 않은 작업목록에서 삭제한다.

단계 2 : 단계1의 결과로 인해서 아직 일정계획이 되지 않은 작업은 1~6이며, 아직 일정계획이 되지 않은 작업에 대한 가장 큰 CF값을 가진 작업을 선정하고 이에 따른 일정계획 순서를 결정한다.

$$1) TT = 170, RT = 170 - \text{작업 7의 처리시간}(9) = 161, ST = 9$$

$$2) \text{ 작업 1 : } 49 > 9 + 37$$

$$PR_1 = \frac{170-49}{161-37} = 0.976$$

$$CF_1 = 0.976 \times \frac{98.28}{37} = 2.592$$

$$3) \text{ 작업 2 : } 36 = 9 + 27$$

$$PR_2 = 0$$

$$CF_2 = 0$$

$$4) \text{ 작업 3 : } 37 > 9 + 28$$

$$PR_3 = 0$$

$$CF_3 = 0$$

$$5) \text{ 작업 4 : } 38 > 9 + 24$$

$$PR_4 = \frac{170-38}{161-24} = 0.964$$

$$CF_4 = 0.964 \times \frac{42.53}{24} = 1.708$$

$$6) \text{ 작업 5 : } 22 > 9 + 13$$

$$PR_5 = 0$$

$$CF_5 = 0$$

7) 작업 6 : $62 > 9 + 32$

$$PR_6 = \frac{170 - 62}{161 - 32} = 0.837$$

$$CF_6 = 0.837 \times \frac{245.70}{32} = 6.427$$

작업6이 가장 큰 CF값(=6.427)을 가졌기 때문에 선정되고, 제일 먼저 작업이 시작되도록 일정계획이 된다. 또한 작업 7을 일정계획이 되지 않은 작업목록에서 삭제하여, TT=170, RT = 161 - 32 = 129, ST = 41이 된 것으로 인하여 다음 계획을 세우며 계속해서 작업 일정이 결정될 때까지 단계2를 반복한다. 반복된 결과 <표 4.1>에 대한 작업일정의 최종순서는 7-6-5-2-3-1-4로 나타났으며, 결과는 <표 4.2>와 같다. 이것이 벌금함수가 가장 적은 일정계획 순서라 할 수 있다.

<표 4.2> 작업 1~5의 CF_i 의 결과

	작업1	작업2	작업3	작업4	작업5
PR_i	1	1	1	1	1
CF_i	2.656	11.05	9.257	1.772	14.58

5. 결론

생산품 개발의 하나의 중요한 부분이 요구되는 고객의 요구와 만나는 공정으로 정의할 수 있는 공학적 설계 공정이다. 제조 공정은 반드시 제품이 생산설비 내에서 만들어질 수 있도록 구성되어야 하지만, 새로운 장비의 구매 및 작업자 교육은 만약 신기술이 필요하다면 요구되어질 것이다. 본 논문의 모델은 단일 업체의 고객 요구에 대한 모델이다. 이러한 모델에서는 고객의 요구에 대한 납기일을 준수함으로써 지체에 따른 손실비용을 최소화하는 것이다.

따라서 본 논문에서는 이러한 단일 판매업체의 제품의 재고, 처리시간, 주문 대기시간을 줄여 본 논문의 목적함수가 되는 지체에 따른 손실 비용을 줄이기 위한 일정계획을 수립하였으며, 이를 위해서 휴리스틱 기법 중 COVET(Cost OVER Time)기법을 활용한 일정계획 수립 방법의 가중치 부분을 고객 요구에 대한 가중치를 고객 생애가치(LTV : LifeTime Value)를 이용하여 정의하고, 이를 바탕으로 하여 벌금 함수를 최소화하는 방법을 제시하였고 예시를 통해서 7개의 고객요구를 가지고 작업일정의 최종순서를 7-6-5-2-3-1-4 라고 제시하였다. 하지만 이러한 이론이 단일창구에서 실용화되기 위해서는 정보화과정이 필수적이라 할 수 있겠다. 실시간으로 고객의 요구를 파악하여 일정계획에 반영될 수 있도록 앞으로 일정계획 정보화 연구가 계속되어야 하겠다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 박재현, 양광모, 강경식, “LTV를 이용한 eCRM을 연계한 ATP 모델 구현에 관한 연구”, 산업경영시스템학회, 제25권 제4호, pp54~60
- [2] 양광모, 박재현, 강경식, “고객 요구 집단에 의한 일정계획 수립에 관한 연구”, 안전경영과학회 2002 추계학술대회, pp221~226
- [3] Dileep R. Sule, “Industrial Scheduling”, PWS Publishing Company, 1996
- [4] Erhom, Craig, and John Stark, *Competing by Design : Creating Value and Market Advantage in New Product Development*, Essex Junction, Vermont : Omneo, 1994
- [5] Ertas, Atila, and Jesse C. Jones, *The Engineering Design Process*, 2nd edition, New York : John Wiley & Sons, 1996
- [6] Michael Pinedo, “Scheduling -Theory, Algorithm, and systems- 2e”, Prentice Hall, 2002
- [7] Ranjit Bose, “Customer relationship management: key components for IT success” *Industrial Management & Data Systems*, Volume 102, Number 2 (March 1, 2002)
- [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

양광모 : 명지대학교 대학원 석사, 명지대학교 대학원 박사과정.
관심분야 생산관리, 통계.

강경식 : 현 명지대학교 산업공학과 정교수.
명지대학교 산업안전센터 소장 및 안전경영과학회 회장.
관심분야 생산운영시스템, 시스템 안전.