

부서간 의사결정 조정을 위한 분산 웹 의사결정지원시스템에 관한 연구

- 생산과 마케팅 상호의사결정을 중심으로 -

A Distributed Web-DSS Approach for Coordinating Interdepartmental Decisions

- Emphasis on Production and Marketing Decision -

이건창¹, 조형래², 김진성³

¹성균관대학교 경영학부 교수
Sung Kyun Kwan University
(Tel) 760-0505, (Fax) 745-4566
leekc@yurim.skku.ac.kr

²경상대학교 산업공학과 교수

³성균관대학교 경영학부 대학원 박사과정

요 약

인터넷을 기반으로 한 정보통신의 급속한 발전이라는 기업환경의 변화에 적응하기 위해서 기업은 점차 모든 경영시스템을 인터넷을 기반으로 하도록 변화시키고 있을 뿐만 아니라, 기업 조직 또한 전세계를 기반으로 한 글로벌 기업 형태로 변화하고 있다. 이러한 급속한 경영환경의 변화로 인해서 기업 내에서는 종전과는 다른 형태의 부서간 상호의사결정조정 과정이 필요하게 되었다. 일반 기업들을 대상으로 한 상호의사결정의 지원과정에 대해서는 기존에 많은 연구들이 있었으나 글로벌기업과 같은 네트워크 형태의 새로운 형태의 기업에 있어서의 상호의사결정과정을 지원할 수 있는 의사결정지원시스템에 대해서는 단순한 그룹의사결정지원시스템 또는 분산의사결정지원시스템과 같은 연구들이 주를 이루고 있다. 따라서 본 연구에서는 인터넷 특히, 웹을 기반으로 한 기업의 글로벌경영 및 분산경영에서 비롯되는 부서간 상호의사결정이라는 문제를 효율적으로 지원할 수 있는 메커니즘을 제시하고 이에 기반한 프로토타입 형태의 시스템을 구현하여 성능을 검증하고자 한다. 특히, 기업 내에서 가장 대표적으로 상호의사결정지원이 필요한 생산과 마케팅 부서를 대상으로 상호의사결정지원 메커니즘을 개발하고 실험을 진행하였다. 그 결과 글로벌 기업내의 생산과 마케팅 부서간 상호의사결정과정을 효율적으로 지원 할 수 있는 상호조정 메커니즘인 개선된 PROMISE (PROduction and Marketing Interface Support Environment)를 기반으로 한 웹 분산의사결정지원시스템 (Web-DSS: Web-Decision Support Systems)을 제안하는 바이다.

1. 서론

기업환경은 점차 글로벌화되어가고 있다. 이러한 환경의 변화 속에서도 결코 변하지 않는 것은 기업의 이윤추구라는 목표이다. 다시 말해서, 기업은 최대 이윤추구를 목표로 하고 있다. 그러나, 이를 달성하기 위해서는 많은 보이지 않는 문제점들을 해결해 나가야만 한다. 특히, 기업이 상호간의 이해관계가 자주 충돌하는 집단으로 구성되어 있다면 문제는 더욱 심각하다. 불행하게도 소규모 중소기업을 제외한 대부분의 기업은 이러한 집단들로 구성된 것이 대부분이다. 이러한 이해관계의 충돌은 집단과 관계된 경영자, 종업원, 원료 및 부품공급자 등이 서로 다른 목적과 방법론을 갖고 있기 때문에 발생한다. 그리고, 경영자가 이러한 각각의 이해관계자들이 갖고 있는 목표를 이들이 납득할만한 수준에서 만족시켜 주지 못하는 경우에는 전체 기업의 성과가 하향 조정될 가능성이 크다. (Shapiro 1977; Montgomery & Hausman 1986; Eliashberg & Steinberg 1993)

본 논문에서 연구대상으로 하고 있는 마케팅과 생산부서는 상호조정이 필요한 대표적인 갈등집단이다. 예를 들어, 마케팅부서는 자신들이 세운 광고 또는 마케팅 전략에 따라서 이익극대화 보다는 판매극대화를 추구할 것이다. 경영자들의 수입이 이익보다는 판매와 직접적으로 연결되어 있고, 판매량의 증가는 기업의 경쟁력을 강화시켜줌과 동시에 경영자들의 권위를 높이고 그들에 대한 보상이 증가하기 때문이다. 따라서, 경영자들은 장기적으로 판매를 극대화하려고 하며, 실제로 장기적으로 볼 때, 이익극대화는 판매극대화와 결코 모순된다고는 말할 수 없다. (Baumol 1959) 반면에 생산부서는 재고과다로 인한 원가, 품질, 관리상의 문제로 가능한 한 생산량의 수를 줄이고 원가를 절감하는 목표를 달성하려고 한다.

그렇다면 어떠한 방법을 사용해서 지리적으로 분산되어 있는 이들 부서간의 목표를 동시에 만족시켜줄 수 있을까? 여기에 대해서 기존에 많은 연구들이 행해졌다.

대표적인 연구로는 먼저, 조직이론 차원에서 부서간의 갈등의 원인과 결과에 대한 연구가 있었다. (Crittenden 1992; Irish 1975; 이재규 1998; Robbins 1998; March & Simon 1958; Thomas 1976) 이들의 연구에서는 주로 조직

차원에서 조직의 성과를 최대로 올릴 수 있는 최적수준의 갈등을 위한 효율적인 갈등관리 방안들을 제시하였다. 그러나, 이러한 연구는 현대에 들어서면서부터 실제 경영에 적용하기에는 너무 동떨어진 감이 있으며, 거시적인 관점에서의 대안만을 제시하고 있기 때문에 미시적인 입장에서의 대안들이 부족하다고 할 수 있다.

최근에는 차츰 많은 연구가들이 기업 전체의 성과에 관심을 가지게 되었고, 생산과 마케팅 부서와 같이 갈등상황에 있는 부서의 기능을 하나로 묶어서 해결하는 공동의사결정방안 (Joint decision making)에 대해서 연구가 이루어졌다. (Damon & Schramm 1972; Kim & Lee 1998; Sogomonian & Tang; Welam 1977) 그러나, 이들 연구를 현대 경영에 적용하는 경우에는 한가지 중요한 문제점에 부딪힌다. 문제는 갈등상황에 있는 생산과 마케팅 부서를 기능적인 입장에서 하나로 통합할 수 없다는 것이다. 왜냐하면 최근 대부분의 기업구조는 분산형태를 따르고 있기 때문이다. 여기에는 여러 가지 장점들이 있지만 가장 큰 장점으로는 특정 지역별로 생산비용이나 제품의 원가, 수송비용을 현저히 절감할 수 있다는 것이다.

이러한 단점들을 극복하기 위한 방안으로 최근에는 상호조정 (Coordination)에 의한 부서간의 협력에 대한 연구가 진행되고 있다. (Eliashberg & Steinberg 1993; Freeland 1980; Kim & Lee 1998; 이진창 등 1997; 이진창 1998) 특히, Freeland (1980)는 분산된 기업의 경영환경에 있어서 상호조정을 통한 마케팅 믹스와 생산계획 의사결정을 처음으로 제시하였다. 여기에서 사용하는 상호조정방식은 생산과 마케팅간의 정보교환에 의해서 이루어지며, 이 이론적 배경은 본 연구논문의 근간을 이루고 있다. 그러나, 본 논문에서 제시하고자 하는 상호조정은 이러한 단순한 정보교환에 의한 상호조정이 아니다. 왜냐하면 이러한 단순 정보교환에 의존해서는 진정한 상호조정이 이루어지기 어렵기 때문이다. 뿐만 아니라, 부서간에 서로 다른 목표를 추구하는 경우 단순 정보교환은 서로의 상이한 목표만을 확인할 뿐이기 때문이다.

이 밖에 상호조정에서 의한 갈등해결을 위한 또 다른 연구들로서 게임이론 (Davis 1977), 수리계획적 문제해결 (Whitin 1955; Damon & Schramm 1977; Welam 1977a, 1977b; Freeland 1980; Abad 1987; Sogomonian & Tang 1993; Porteus & Whang 1991; De Groote 1991; Cohen, Eliashberg & Ho 1992), 정보기술 (Information Technology: IT)과 정보시스템, 전문가시스템 (Expert System: ES) (Crittenden 1992), 또는 의사결정지원시스템 (Decision Support System: DSS) (Ashmore 1989; Bidgoli & Attaran 1988; Mockler 1989, 1992; Cook & Sterling 1989), 협상지원시스템 (Negotiation Support System: NSS) (Conry et al. 1991; Delaney 1997; Ehtamo et al. 1999) 등을 이용한 문제해결 방법이 있다.

본 논문에서는 이러한 연구 중에서 Lee & Lee (1999)가 제안한 기존의 PROMISE를 보완하여 개선된 PROMISE 상호조정 메카니즘을 제안함과 동시에 이를 기반으로한 Web-DSS를 제안하고자 한다. 특히, 개선된 PROMISE는 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

첫째, MR (Marginal Revenue) / MC (Marginal Cost) 곡선의 커브(Curve) 형태를 분류하고, 분류한 곡선커브의 형태에 따라서 가장 적절한 MDCA (Marketing Driven Coordination Approach) / PDCA (Production Driven Coordination Approach) 모델을 연결한다.

둘째, MDCA와 PDCA를 바탕으로 최적해로 접근해가는 수렴속도를 증대시키기 위한 새로운 EMC_t (Estimated MC) 및 EMR_t (Estimated MR) 계산방식을 제시한다.

셋째, 상호조정과정에서 수렴여부를 신속하게 판단할 수 있도록 판단 기준을 제시한다.

넷째, 분산컴퓨팅 환경을 효율적으로 활용하는 병렬처리 (parallel processing)가 가능하다

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 단원 2에서는 Lee & Lee(1999)의 연구에서 제시한 PROMISE에서 상호조정 과정 및 수렴속도가 개선된 상호조정 메카니즘을 제시한다. 단원 3에서는 실험을 통하여 개선된 PROMISE의 성능을 검증한다. 단원 4에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 논의한다.

2. 개선된 PROMISE

(1) 개선된 MDCA, PDCA

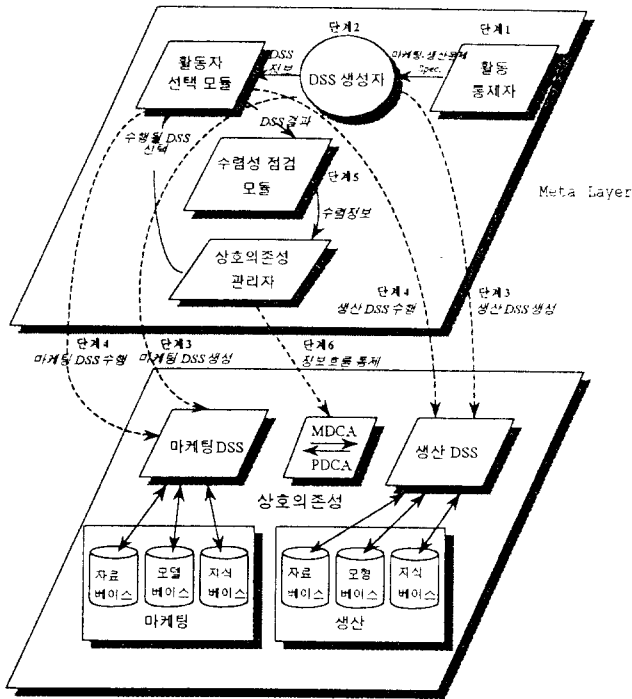
본 논문에서 제시하는 상호조정 메카니즘의 기본식은 기존의 PROMISE (Lee & Lee 1999)에서 사용하는 MDCA 및 PDCA를 기반으로 하고 있는 것이 사실이다. 그리고, MDCA와 PDCA는 기본적으로 다음 [그림 1]과 같은 전체 시스템 모형을 가정으로 시작하고 있다.

[그림 1]에서 보면 그림 상부의 계층은 메타레이어 (ML: Meta Layer, 이하 ML로 약칭)라고 부르는데 그 이유는 생산과 마케팅 DSS의 생성과 정보교환의 전체적인 작업 내용을 이곳에서 제어하기 때문이다. 생산과 마케팅부서는 각각 개별 DSS를 통하여 의사결정을 내리고, 마케팅DSS와 생산DSS의 정보교환 과정에서 MDCA, PDCA가 사용되는 것을 알 수 있다. 기타 세부 단계별 실행과정은 뒤쪽의 실험과정에서 설명하기로 한다.

본 논문에서는 이러한 전체적인 모형을 바탕으로 새롭게 개선된 MDCA와 PDCA를 제시한다. 지금부터 본 논문에서 제안하는 MDCA, PDCA에서 사용하는 노테이션 (notation)과 기본가정 및 사용하는 변수들에 대해서 설명하

고자 한다.

[그림 1] MDCA와 PDCA를 이용한 의사결정지원시스템의 개괄도



① 마케팅 주도 방식 (MDCA)

MDCA는 마케팅부에서 수행하는 MDCA_MP (MDCA Marketing Sub-Problem)와 생산부에서 수행하는 MDCA_PP (MDCA Production Sub-Problem)로 구성되며, MR=MC가 성립할 때까지 반복 실행함으로써 최적해를 구하는 방식이다. 현재 시점을 t라고 가정했을 때, t 번째 반복단계에서 실행되는 MDCA_t는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \text{MDCA}_t : \\
 & \quad (\text{MDCA_MP}_t) \text{ Maximize } D_t, M_t \quad \text{TR}(D_t, M_t) - \text{EMC}_t \cdot D_t \\
 & \quad (\text{MDCA_PP}_t) \text{ Minimize } x_t \quad \text{TC}(D_t^*, x_t)
 \end{aligned}$$

여기에서,

D_t = 수요(demand)

D_t^* = MDCA_MP_t의 실행 결과로 얻어진 D_t 의 최적값

M_t = 가격, promotion 등 수요에 영향을 미치는 마케팅관련 변수벡터

$\text{TR}(D_t, M_t)$ = D_t 및 M_t 의 함수로 나타나는 총수익(total revenue) 함수

EMC_t = MDCA_MP_t 수행을 위한 입력으로 사용되는 한계비용에 대한 예측치(estimated marginal cost)

x_t = 생산기술, 생산인력 수준, lot size 등 생산관련 변수벡터

$\text{TC}(D_t, x_t)$ = D_t 및 x_t 의 함수로 나타나는 총생산비용(total cost) 함수

를 의미한다. 이외에 위 식에 직접 나타나지는 않았으나 기타 MDCA와 관련된 용어 정의는 다음과 같다.

MR_t = 수요가 D_t^* 인 점에서의 한계수익이므로 EMC_t 와 일치한다. (왜냐하면 이 MDCA_MP_t는 입력으로 주어진 EMC_t 를 바탕으로 $\text{MR} = \text{EMC}_t$ 가 되는 점을 찾기 때문이다)

MC_t = 수요가 D_t^* 인 점에서의 실제한계비용

$\Pi(D_t^*)$ = MDCA_t 실행을 통해서 계산된 최적 수요 D_t^* 를 사용했을 때 얻을 수 있는 실제이익이므로, 이는 다시 $\text{TR}(D_t^*, M_t^*) - \text{TC}(D_t^*, x_t^*)$ 로 정의된다. (단 x_t^* 는 MDCA_MP_t의 실행 결과로 얻어진 x_t 의 최적값.)

이상에서 살펴 본 바와 같이 MDCA는 우선 마케팅부문에서 수요를 결정하고 이를 바탕으로 생산부문에서 생산비용을 최소화하는 과정을 $MR_t (= EMC_t) = MC_t$ 가 성립할 때까지 반복 실행함으로써 최적해를 구하는 방식이다.

② 생산주도 방식 (PDCA)

PDCA는 생산부문에서 수행하는 PDCA_PP와 마케팅부문에서 수행하는 PDCA_MP로 구성되며, MR=MC가 성립할 때까지 반복 실행함으로써 최적해를 구하는 방식이다. t 번째 반복단계에서 수행되는 PDCA_t는 다음과 같다.

$$PDCA_t : \\ (PDCA_PP_t) \text{ Maximize}_{D_t, x_t} EMR_t \cdot D_t - TC(D_t, x_t) \\ (PDCA_MP_t) \text{ Maximize}_{M_t} TR(D_t^*, M_t)$$

여기에서,

$EMR_t = PDCA_PP_t$ 수행을 위한 입력으로 사용되는 한계수익에 대한 예측치(estimated marginal revenue),

$D_t^* = PDCA_PP_t$ 의 실행 결과로 얻어진 D_t 의 최적값.

기타 MDCA와 관련된 용어 정의는 다음과 같다.

$MC_t =$ 수요가 D_t^* 인 점에서의 한계비용으로서 EMR_t 와 일치한다. (왜냐하면 이 PDCA_PP_t는 입력으로 주어진 EMR_t 를 바탕으로 $MC = EMR_t$ 가 되는 점을 찾기 때문이다)

$MR_t =$ 수요가 D_t^* 인 점에서의 실제한계수익으로서 총수익함수

$\Pi(D_t^*) = PDCA_t$ 실행을 통해서 계산된 최적 수요 D_t^* 를 사용했을 때 얻을 수 있는 실제이익으로서 $TR(D_t^*, M_t^*) - TC(D_t^*, x_t^*)$ 로 정의된다. (단 x_t^* 는 PDCA_PP_t의 실행 결과로 얻어진 x_t 의 최적값.)

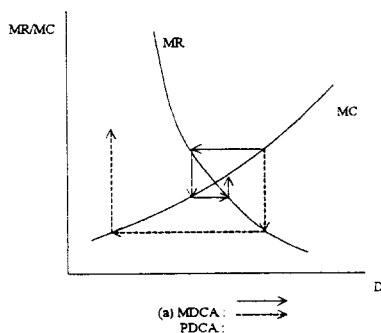
이상에서 살펴본 바와 같이 PDCA는 MDCA와는 반대로 우선 생산부문에서 생산량(수요)을 결정한 후 이를 바탕으로 마케팅부문에서 수익을 극대화하는 과정을 $MC_t (= EMR_t) = MR_t$ 가 성립할 때까지 반복 실행함으로써 최적해를 구하는 방식이다.

③ MR/MC 곡선의 형태에 따른 MDCA/PDCA의 수렴 특성

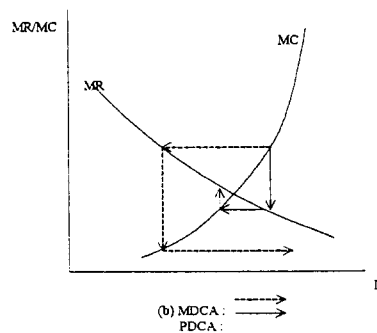
MR=MC가 되는 최적해를 찾아가는 과정에 있어서 MDCA와 PDCA 모두가 항상 최적해로 수렴하는 것은 아니다. MDCA 및 PDCA의 수렴여부는 주어진 문제의 MR 및 MC 곡선이 어떤 형태인가에 따라 결정된다. 이를 예시하기 위하여 MR=MC가 되는 최적해가 존재하는 경우 MR 및 MC 곡선이 어떤 형태를 가지는가를 살펴보자.

MR(D) 및 MC(D)를 각각 수요 D에 대한 함수로 나타나는 MR 및 MC 함수라 하고, MR'(D) 및 MC'(D)를 각각 D 점에서의 미분값이라 하자. MR=MC가 되는 점이 존재하기 위해서는 최적점 부근의 MR 및 MC 곡선의 형태가 다음 [그림 2]에서 제시하는 네 가지 중 하나가 되어야 한다. (단, 초기 입력값은 해당 부서로부터 얻게 되므로 최적점 부근의 값이라고 가정한다)

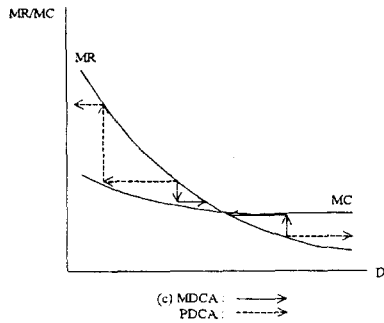
[그림 2-a]



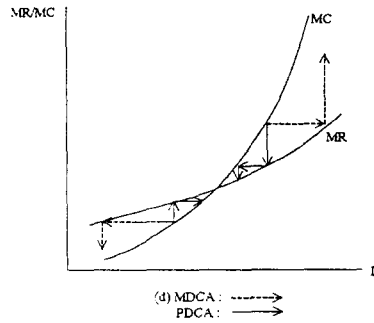
[그림 2-b]



[그림 2-c]



[그림 2-d]



CASE1 : $MR'(D) \leq 0$ AND $MC'(D) \geq 0$ AND $|MR'(D)| < |MC'(D)|$

이 경우 [그림 2-a]에서 보듯이 MDCA는 $MR=MC$ 가 되는 최적해로 수렴하고 PDCA는 수렴하지 않는다.

CASE2 : $MR'(D) \leq 0$ AND $MC'(D) \geq 0$ AND $|MR'(D)| > |MC'(D)|$

이 경우 [그림 2-b]에서 보듯이 PDCA는 $MR=MC$ 가 되는 최적해로 수렴하고 MDCA는 수렴하지 않는다. 따라서 이 경우에는 PDCA를 활용하게 된다.

CASE3 : $MR'(D) \leq 0$ AND $MC'(D) \leq 0$ AND $|MR'(D)| < |MC'(D)|$

이 경우 [그림 2-c]에서 보듯이 MDCA는 $MR=MC$ 가 되는 최적해로 수렴하고 PDCA는 수렴하지 않는다.

CASE4 : $MR'(D) \geq 0$ AND $MC'(D) \geq 0$ AND $|MR'(D)| > |MC'(D)|$

이 경우 [그림 2-d]에서 보듯이 PDCA는 $MR=MC$ 가 되는 최적해로 수렴하고 MDCA는 수렴하지 않는다.

이상에서 보듯이 MDCA 및 PDCA의 수렴 여부는 주어진 문제의 MR 및 MC 곡선이 어떤 형태인가에 따라 달라짐을 알 수 있다. 특히 각 CASE 별로 MDCA와 PDCA 둘 중 하나만 수렴함을 알 수 있다. 즉 CASE1 과 CASE3의 경우에는 MDCA를, CASE2 와 CASE4의 경우에는 PDCA를 활용해야 한다.

(2) ML의 상호조정 알고리즘 (Coordination Algorithm)

[그림 1]에서 본 바와 같이 ML은 MDCA 또는 PDCA와는 달리 전사적(global) 목표인 $\Pi = TR(D_t, M_t) - TC(D_t, x_t)$ 의 극대화를 달성하기 위해 MDCA와 PDCA의 실행을 조정한다. 따라서, ML의 주요기능은 다음과 같이 세 가지로 나누어진다.

- 첫째, 수렴여부 판단을 통한 모델 선택
- 둘째, MR 및 MC 곡선의 형태 파악
- 셋째, 상호조정과정에서 사용되는 입력값인 EMC_t 및 EMR_t 계산

지금부터 이 세 가지 기능에 대해서 적용된 알고리즘을 자세하게 살펴보기로 한다.

① 수렴여부 판단을 통한 모델 선택

기본적으로 MDCA 및 PDCA는 $MR=MC$ 가 되는 최적점을 찾는 모형이다. 따라서 수렴하는 경우 매 반복실행이 진행될수록 MR 과 MC의 차이가 줄어들다고 생각할 수 있다. 이를 바탕으로 MDCA 및 PDCA의 수렴여부를 판단하기 위해 본 논문에서 이용하는 규칙은 다음과 같다.

(MDCA인 경우) IF ($|MR_2(= EMC_2) - MC_2| < |MR_1(= EMC_1) - MC_1|$) THEN CONVERGE
ELSE DIVERGE

(PDCA인 경우) IF ($|MC_2(= EMR_2) - MR_2| < |MC_1(= EMR_1) - MR_1|$) THEN CONVERGE
ELSE DIVERGE

이상의 규칙에서 보듯이 초기 두 번의 반복실행을 통해 MDCA 및 PDCA의 수렴여부를 판단할 수 있음을 알 수 있다. 기존의 PROMISE 논문에서는 다음과 같이 각각의 경우에 대해서 세 번의 반복계산이 필요했다. 참고로 그 내용을 소개하면 다음과 같다.

$$D_t = |MC - MR|$$

$$\Delta D_t = |D_t - D_{t-1}|$$

If $\Delta D_t \leq D_{t-1}$ THEN CONVERGE
ELSE DIVERGE

② MR 및 MC 곡선의 형태 파악

주어진 문제의 MR 및 MC 곡선의 형태가 [그림 2]에 나타난 네 가지 CASE 중 어느 경우에 해당하느냐에 따라 다음에 설명할 EMC_t (또는 EMR_t) 계산 방식이 달라진다. MDCA와 PDCA의 반복실행 과정에서 계산되는 값을 통해 주어진 문제가 어느 경우에 해당하는가를 판단하기 위해 각 경우의 특징을 살펴보자. 우선 앞서도 언급하였듯이 CASE1과 CASE3의 경우에는 MDCA가, CASE2와 CASE4의 경우에는 PDCA가 수렴한다. 따라서 앞에서 설명한 바 있는 수렴여부 판단 결과를 바탕으로 다음과 같은 중간 결과를 얻을 수 있다.

IF MDCA가 수렴 THEN 형태 = CASE1 또는 CASE3
IF PDCA가 수렴 THEN 형태 = CASE2 또는 CASE4

추가적인 분류를 위해 각 CASE의 특징을 살펴보자. 우선 [그림 2-a] 과 [그림 2-b]에 나타난 CASE1 과 CASE2 를 보면 각 모형이 수렴하는 과정에서 매 반복실행마다 해당하는 MR과 MC의 크기가 교차함을 알 수 있다. 예를 들어, t 단계에서 $MR_t < MC_t$ 이 성립하면 t+1 단계에서는 $MR_{t+1} > MC_{t+1}$ 이 되고, 다시 t+2 단계에서는 $MR_{t+2} < MC_{t+2}$ 가 되는 식으로 교차한다는 것이다. 반면에 [그림 2-c] 와 [그림 2-d]에 나타난 CASE3 와 CASE4를 보면 각 모형이 수렴하는 과정에서 MR 과 MC의 크기가 교차되지 않고 일정하게 유지됨을 알 수 있다. 즉 반복과정을 통해 MR 이 MC 보다 지속적으로 크거나 아니면 지속적으로 작은 상태가 유지된다는 것이다.

이러한 성질을 바탕으로 작성된 주어진 문제의 MR 및 MC 곡선의 형태를 파악하기 위한 규칙은 다음과 같다.

IF MDCA가 수렴 {
 IF $(MR_1 - MC_1) \cdot (MR_2 - MC_1) < 0$ THEN 형태 = CASE1
 ELSE 형태 = CASE3
}
ELSE PDCA가 수렴 {
 IF $(MR_1 - MC_1) \cdot (MR_2 - MC_1) < 0$ THEN 형태 = CASE2
 ELSE 형태 = CASE4
}

위와 같은 방법에 의해서 그래프의 모양을 판별한다.

③ EMC_t 및 EMR_t 계산

t-1 단계의 실행을 통해 최적해를 구하지 못했을 경우 ML은 다음 단계의 실행을 위한 입력값인 EMC_t (MDCA인 경우) 및 EMR_t (PDCA인 경우)를 계산하게 된다. EMC_t 및 EMR_t 계산방식은 전반적인 수렴속도에 큰 영향을 미치게 되는데 본 논문에서 사용하는 방식은 다음과 같다. 우선 초기 입력값인 EMC_1 및 EMR_1 은 자체적으로 예측한 값을 사용하거나 정확도를 높이기 위해 관련부문으로 전달받아 사용한다. EMC_2 및 EMR_2 는 각각 $MDCA_1$ 및 $PDCA_1$ 의 실행을 통해 얻어진 MC_1 과 MR_1 을 사용한다. 두 번의 반복실행을 통해 MR 및 MC 곡선의 형태가 결정된 이후($t \geq 3$)의 계산방식은 다음과 같다.

CASE1 및 CASE2

이 경우 [그림 2]에서 보듯이 매 반복실행을 통해 얻어지는 MR_t 및 MC_t 중 하나는 최적값보다 크고 다른 하나는 최적값보다 작게 된다. 즉 최적점은 항상 MR_t 와 MC_t 사이에 존재한다는 것이다. 이러한 성질을 이용한 계산방식은 다음과 같다.

CASE1(MDCA) : $EMC_t = (MR_{t-1} + MC_{t-1}) / 2$.

$$\text{CASE2(PDCA)} : \text{EMR}_t = (\text{MC}_{t-1} + \text{MR}_{t-1}) / 2.$$

CASE3 및 CASE4

이 경우 [그림 2]에서 보듯이 매 반복실행을 통해 얻어지는 MR_t 및 MC_t 는 지속적으로 최적점보다 크거나 아니면 작은 상태(이는 초기 입력값의 위치에 의해 결정됨)를 유지하면서 수렴하는 것을 알 수 있다. 이 성질을 이용한 계산방식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{CASE3(MDCA)} : & \text{IF } \text{MC}_2 > \text{MC}_1 \\ & \text{THEN } \text{EMC}_t = (1 + \alpha_t) \text{MC}_{t-1} \\ & \text{ELSE } \text{EMC}_t = (1 - \alpha_t) \text{MC}_{t-1} \\ \text{CASE4(PDCA)} : & \text{IF } \text{MR}_2 > \text{MR}_1 \\ & \text{THEN } \text{EMR}_t = (1 + \alpha_t) \text{MR}_{t-1} \\ & \text{ELSE } \text{EMR}_t = (1 - \alpha_t) \text{MR}_{t-1} \end{aligned}$$

위의 식에서 $\alpha_t(>0)$ 는 수렴속도를 증대시키기 위한 상수로서 전문가로부터 상호대화식으로 입력될 수도 있고 이전의 반복실행을 통한 수렴 패턴을 분석하여 시스템이 자체적으로 계산할 수도 있다. (단, $\alpha_t=0$ 이라고 놓으면 기존 Lee & Lee (1999) 논문과 같은 결과를 얻는다)

④ 조정과정 (Coordination Procedure)

이상의 내용을 바탕으로 ML의 Coordination Procedure를 설명하면 다음과 같다. 기본적으로 처음 두 단계에서는 MDCA와 PDCA를 동시에 수행한다. 이는 분산컴퓨팅 환경을 최대한 활용하여 수렴하지 않는 모델을 선택함으로써 발생할 수 있는 시간손실을 제거하기 위함이다.

STEP 1. (t=1)

1. MDCA₁ 및 PDCA₁ 실행 (최적해라고 판단되면 여기서 실행을 멈춤)
2. EMC₂(= MC₁) 및 EMR₂(= MR₁) 계산

STEP 2. (t=2)

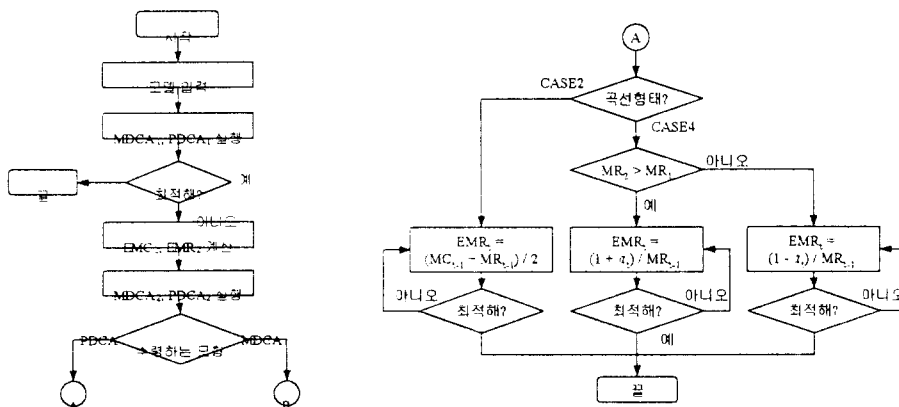
1. MDCA₂ 및 PDCA₂ 실행 (최적해라고 판단되면 여기서 실행을 멈춤)
2. 수렴하는 모형 선정
3. 주어진 문제의 MR 및 MC 곡선의 형태 파악
4. EMC₃ 또는 EMR₃ 계산

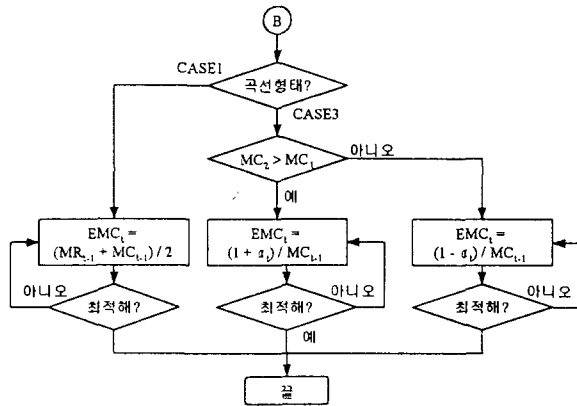
STEP 3. (t ≥ 3)

STEP2에서 선정된 모형을 최적해를 얻을 때까지 반복 실행

조정과정에 대한 구조를 도식화하면 [그림 3]과 같다.

[그림 3] 조정과정





3. 실험 및 검증 (Experiment and Illustration)

본 논문에서 제시한 알고리즘을 다음과 같은 실험을 통하여 검증해 보았다. 실험은 Lee & Lee (1999)에서 사용한 자료를 근거로 하여 실시하였으며, 이 과정에서 동일한 결과를 얼마나 빠른 시간내에 효율적으로 얻을 수 있는지 살펴보았다. 먼저, STEP 1 (t=1)과 STEP 2 (t=2)에서 각각 MDCA와 PDCA의 진행과정을 단계별로 자세히 살펴보면 다음과 같다.

MDCA

t	EMC=MR	D	p	m	MC	profit
(t=1) STEP 1	3.00	111,111.11	9.00	333,333.33	6.85	8,230.45
(t=2) STEP 2	6.85	21,300.22	20.56	145,945.96	2.78	251,687.53

PDCA

t	EMR=MC	D	p	m	MR	profit
(t=1) STEP 1	3.00	24,000.00	19.36	154,919.33	6.45	261,838.67
(t=2) STEP 2	6.45	87,298.33	10.15	295,462.92	3.38	90,925.83

STEP1.

MDCA₁ 및 PDCA₁ 모두 MC₁ ≠ MR₁ 이다. 즉 최적해가 아니다.

STEP2.

- (1) MDCA₂ 및 PDCA₂ 모두 MC₂ ≠ MR₂ 이다. 즉 최적해가 아니다.
- (2) 수렴여부 판단: 두 번의 반복실행 결과를 보면 PDCA는 MC와 MR의 차이가 줄어드나 MDCA는 MR과 MC의 차이가 커짐을 알 수 있다. 따라서 수렴하는 모형은 PDCA라는 결론을 얻는다.
- (3) MC/MR 곡선 형태 파악: PDCA에서 $(MR_1 - MC_1) \cdot (MR_2 - MC_1) = (6.45 - 3.00) \times (3.38 - 6.45) < 0$ 이므로, 현재 진행하고 있는 문제는 CASE 2에 해당한다는 결론을 얻는다.

STEP3.

CASE2에 해당하는 입력계산방식인 $EMR_t = (MC_{t-1} + MR_{t-1}) / 2$ 를 이용하여 최적해를 얻을 때까지 반복계산을 실행한다.

반복 계산결과 t = 4에서 최적해를 얻을 수 있었다. 즉, 4번의 반복 계산을 통해서 최적해를 구한 것이다.

이상과 같은 상호조정 과정을 표로 요약하면 다음과 같다.

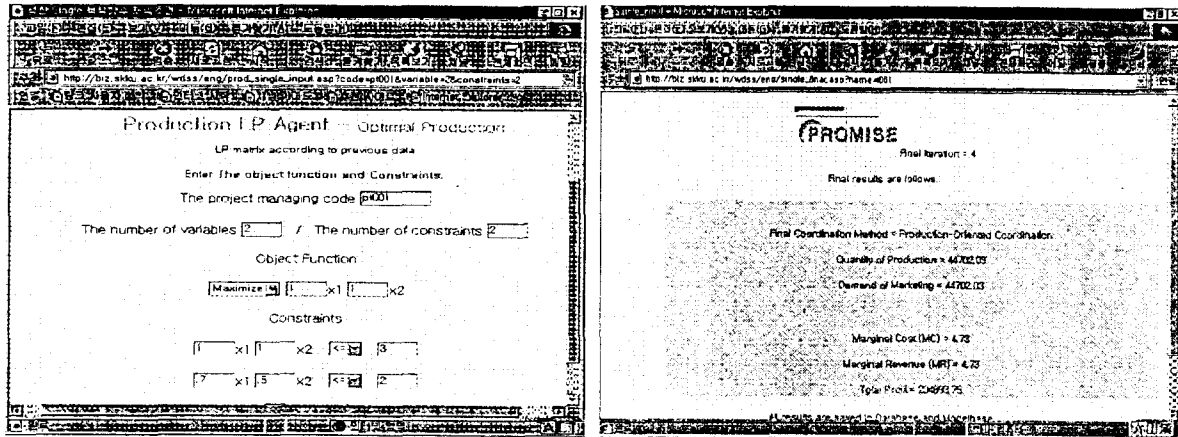
[표 1] 상호조정 과정

t	EMR=MC	D	p	m	MR	profit
(t=1) STEP 1	3.00	24,000.00	19.36	154,919.33	6.45	261,838.67
(t=2) STEP 2	6.45	87,298.33	10.15	295,462.92	3.38	90,925.83
(t=3) STEP 3	4.725	44,700.00	14.19	211,445.53	4.73	294,893.72
(t=4) STEP 4	4.73	44,702.03	14.19	211,428.53	4.73	294,893.75

이 경우, 병렬처리를 수행하므로 MDCA에 의한 시간손실이 없다. 따라서, 기존의 PROMISE 논문에서 제시하고 있는 18 iteration에 비해 상당히 효율적이라는 것을 알 수 있다. 이러한 실험과정이 웹 상에서 이루어진 결과는 다음과 같다.

[그림 4] 웹 의사결정지원시스템에 의한 중간계산 화면 및 최종 의사결정 화면

(a) 초기 생산량을 구하기 위한 생산부서의 LP 에이전트 실행화면 (b) 최종 상호조정 결과 화면



4. 결론 및 향후연구방향

본 연구논문에서 제시한 개선된 PROMISE 상호조정 알고리즘의 효율성을 따지자면 본 논문이 제시하는 방법이 기존의 PROMISE 논문에서 제시한 알고리즘보다 수렴 속도에서 훨씬 효율적이다. 이 밖에 본 논문의 공헌도를 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 첫째, MR/MC 곡선의 형태에 대한 적절한 분류방안을 제시하였으며, 곡선의 형태에 따라서 가장 적절한 MDCA/PDCA 알고리즘을 제시하였다.
- 둘째, 새로운 EMC_t (Estimated MC) 및 EMR_t (Estimated MR) 계산방식을 제시함으로써 최적해로 접근하는 수렴속도를 증대시켰다.
- 셋째, 상호조정과정에서 수렴여부를 신속하게 판단할 수 있는 판단 기준을 새롭게 제시하였다.
- 넷째, 분산컴퓨팅 환경을 효율적으로 활용하는 병렬처리 방안을 제시하였다.

향후 연구로는 실세계에서 많은 연구대상이 되고 있는 인터넷을 이용한 기업과 고객 또는 기업과 기업간의 상호조정 또는 부서간의 협상이라는 관점에서 문제를 해결하는 방안에 대한 연구가 필요하리라 생각한다.

【참고문헌】

이건창, "마케팅과 생산관리 부서간의 전략적 갈등을 해결하기 위한 전사적 경영전략지원시스템에 관한 연구," 성곡논총, 제29편, 1998.

이건창, 권오병, 이원준, "지능형 에이전트를 이용한 인터넷 DSS 설계에 관한 연구 - 마케팅과 생산관리간의 전략적 통합문제를 예로 하여," 경영정보학연구, 제7권 3호, 12월 1997.

이재규, 조직갈등관리론, 박영사, 1998.

Baumol, W.J., Business Behavior - Value and Growth, Macmillan, New York, 1959.

Conry, S.E., K. Kuwabara, V.R. Lesser, and R.A. Meyer, "Multistage Negotiation for Distributed Constraint Satisfaction," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 21, No. 6, November/December 1991, pp. 1462-1477.

Crittenden, V.L., "Close the Marketing Production Gap," *Sloan Management Review* 33, 1992, pp. 41-52.

Damon, W.W., and R. Schramm, "A Simultaneous Decision Model for Production, Marketing and Finance",

Management Sci., 19, 1977, pp. 161-172.

Davis, K.R., "The Process of Problem Finding: A Production-Marketing Example," *Interfaces*, Vol. 8, No. 1, 1977. pp. 82-86.

Eliashberg, J., and R. Steinberg, "Marketing-Production Joint Decision Making", *Management Science in Marketing* (Eliashberg and Lilien, eds.), *Handbooks in Operations Research and Management Science*, North-Holland, 1993, pp. 827-880.

Ehtamo, H., M. Verkama, and R.P. Hämäläinen, "How to Select Fair Improving Directions in a Negotiation Model over Continuous Issues," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Part C: Applications and Reviews, Vol. 29, No. 1, February 1999, pp 26-33.

Freeland, J.R., "Coordination Strategies for Production and Marketing in a Functionally Decentralized Firm," *AIIE Trans*, 12, 1980, pp. 126-132.

Irish, R.K., "If things don't improve soon, I may ask you to fire me," Anchor Press, 1975.

Kim, D. and W.J. Lee, "Optimal Coordination Strategies for Production and Marketing Decisions," *OR Letters* 22, no. 1, 1998, pp. 41-47.

Lee, W.J. and K.C. Lee, "PROMISE: a Distributed DSS Approach to Coordinating Production and Marketing Decisions," *Computers and Operations Research* 26, 1999, pp.901-920.

March, J.G. and H.A. Simon, *Organizations*, New York: John Wiley and Sons, 1958.

Montgomery, D.B. and W.H. Hausman, "Managing the Marketing Manufacturing Interface", *Gestion 2000: Management and Perspective* 5, 1986, pp. 69-85.

Robbins, S.P., *Organizational Behavior: Concepts, controversises, Applications* (8th ed), Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1998.

Shapiro, B.P., "Can Marketing and Manufacturing Coexist? ", *Harvard Business Review*, 55, 1997, pp. 104-114.

Sogomonian, A.G. & C.S. Tang, "A Modeling Framework for Coordinating Promotion and Production Decisions within a firm", *Management Science*, 39, 1993, pp. 191-203.

Thomas, K.W., *Conflict and Conflict Management in M. D. Durnette (ed)*, Handbook of Industrial Organizational Psychology, Chicago: Rand McNally, 1976.

Welam, U.P., "Synthesizing Short Run Production and Marketing Decisions," *AIIE Transactions* 9, 1977, pp. 53-62.

_____, "On a Simultaneous Decision Model for Marketing, Production and Finance", *Management Science*. 23, 1977, pp. 1005-1009.