

# 컨벤션시스템의 서비스 품질제고를 위한 최적운영계획 수립

김창대\*\*·문재영\*

\* 동서대학교 경영학부

## The Optimal Operating Planning of Convention Systems for Service Quality

Chang-Dae Kim\*\*·Jae-Young Moon\*

\* Dept. of Management Information Management System, Dongseo University

Key Words : heuristic algorithm, mathematical model of scheduling, service quality

### Abstract

The purpose of this study is to rationally manage service facilities of convention center. This study is to develop the algorithm to consider optimal assignment and optimal operation system planning for convention center. The scheduling algorithm of this study develops through constructing the mathematical model and analyzing the mathematical structure of variables and constraints in model. The scheduling algorithm develops to consist eight stage of optimal operation planning and five stage of optimal assignment planning. Especially, this study indicates that optimum answer through mathematical model and results of algorithm is nondiscrimination.

## 1. 서 론

1990년대 이후 서비스산업의 부상과 정보통신 등 첨단과학의 발전으로 고부가가치와 고기술산업인 지식기반 서비스산업이 세계 경제발전의 핵심 동력원으로 부상하고 있다(정종인 외, 2006). 지식기반 서비스산업이 가지는 이 같은 중요성을 깊이 인식하고 미국, 유럽 등 경제 선진국은 지식기반 서비스산업에 대한 과학적이고 체계적으로 시스템적 접근이 가능한 다양한 학문적 인프라를 구축하기 위하여 최근 서비스 사이언스(Service science)라는 새로운 영역의 학문분야를 태동시켜 현재까지 활발한 연구활동을 추진하고 있다(남정태, 2007).

우리나라도 이러한 세계적 추세에 부응하여 지식기반 서비스산업을 미래 전략산업으로 설정하였으며

학계에서도 서비스 사이언스와 관련된 다양한 학술 활동을 활발히 전개하고 있다(백승익, 2007).

특히 지식기반 서비스산업 중 컨벤션산업은 컨벤션센터의 운영에 필요한 각종 시설과 관련 서비스의 효율적 결합을 통하여 부가가치를 창출하는 경제활동이라고 할 수 있다. 이는 컨벤션산업이 다른 서비스 산업분야에 미치는 광범위한 경제적 유발효과와 지식중심의 고부가가치산업이라는 매력 때문에 경제 선진국은 물론 아시아 지역에서도 지식기반 서비스 분야의 핵심 산업으로 떠오르고 있다(김창대와 주원식, 2006). 이러한 컨벤션산업이 발전하기 위해서는 합리적인 컨벤션시스템의 운영방안이 최우선적으로 심도 있게 연구, 검토되어야 한다. 즉 합리적으로 컨벤션시설을 운영하기 위해서는 일정한 계획대상기간 범위 내에서 컨벤션시설 이용의뢰자의 요구사항을 최대한 만족시키기 위하여 투입되는 서비스시설 및 관련 부수자원의 운영에 따른 제반 비용을 최소화

† 교신저자 cdkim@dongseo.ac.kr

할 수 있는 방안을 도출하는 것이 무엇보다 중요하다. 따라서 본 연구의 핵심은 의뢰 받은 컨벤션시설 이용수요(이하 이벤트라 함)를 만족시키기 위하여 컨벤션시스템이 보유하고 있는 각종 시설의 서비스 제공능력을 주어진 계획기간별로 합리적으로 할당하는 배정문제로 귀착된다.

그러나 컨벤션 서비스산업에 대한 기존 연구사례를 검토해 본 결과 이상에서 언급한 컨벤션시설의 효율적인 운영방안을 도출하기 위한 연구는 현재로서는 거의 찾아보기 어렵다. 지금까지 대부분의 연구를 살펴보면 컨벤션 유치를 위한 합리적인 절차와 컨벤션 선정에 관한 연구는 비교적 활발하게 수행되어 왔는데 반해 컨벤션 시설자원에 대한 보다 구체적인 운영계획에 관한 문제는 거의 언급하지 않고 있다 (Abbey and Luck, 1999 ; Crouch and Ritchie, 1998 ; Fred, 2000 ; Montgomery and Strick, 1995). 즉 서비스시설의 운영에 관한 연구가 많이 진행되어 왔으나 그 핵심은 발생하는 수요량을 능동적 또는 수동적인 방법으로 조정하여 이미 보유하고 있는 서비스 공급능력에 일치시키고자 하는 수요공급의 균형전략 수립에 관한 연구로서(Bitran and Mondschein, 1995 ; Metters and Vargas, 1999 ; Schemwell and Cronin, 1994) 본 연구의 주제와 관련된 서비스 시설의 최적인영 계획수립에 대한 연구사례는 매우 드문 것이 사실이다. 제조산업의 경우, 서비스산업과는 달리 이에 대한 연구를 오래 전부터 연구하여 다양한 현실 문제를 해결하고 있다(Baker, 1995 ; Morton and Pentico, 1993 ; Xie and Dong, 2002). 하지만 서비스산업에 적용할 수 있는 최적인영계획 수립문제는 서비스의 소멸성 및 동시성과 같은 서비스제품의 특성 때문에 관련된 연구성과가 많이 부족하다고 할 수 있다.

반면 제조산업의 경우 많은 기존연구에서 보여주는 것처럼 다양한 분야에서 체적운영계획의 수립 및 운영이 이루어지고 있다(김광재 외, 2006). 하지만 본 연구에서 제시하고자 하는 서비스산업의 최적인영계획 문제는 서비스 산업의 특성상 기존 제조산업의 최적인영 수립에 관한 연구결과를 직접 활용할 수 없으며 단지 제조산업의 최적인영원리를 이용하여 본 연구를 수행하는데 필요한 유의한 시사점만을 유추할 수밖에 없었다. 많은 서비스 산업연구에 관한 연구 중 본 연구에서는 최근에 발표된 전시·컨벤션시설의 스케줄링 개발사례(김창대 외, 2006)에 관한

연구가 본 연구의 진행에 상당히 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 위 연구는 이벤트별 희망 의뢰기간을 최대한 만족하면서 전시·컨벤션 시설 운영과 관련된 총 운영비용을 최소화 시킬 수 있는 이벤트별 일정계획을 수립하고는 있으나 각각의 이벤트 일정진행에 필요한 관련 서비스시설을 배정하는 문제는 해결하지 못하고 있다. 또한 컨벤션시설에 대한 운영계획을 수립할 때 시설이용 수요자, 시설 운영자 및 시설관리정책에 대한 다양한 정보가 전혀 고려되지 못하고 있는 점이 한계로 지적된다.

본 연구의 목적은 위에서 제시한 지금까지의 연구 결과가 가지는 한계점을 해결할 수 있는 보다 합리적인 컨벤션시스템의 최적인영계획을 수립하여 컨벤션시스템이 제공하는 관련 서비스의 품질을 제고하고자 하는데 연구목적이 있다. 또한 현재 컨벤션시스템의 일정계획을 수립 시 나타나는 문제점인 운영비용을 고려하지 않는 점과 시설이용 이벤트별로 각각 독립적으로 운영계획을 수립함으로써 발생할 수 있는 부분최적(sub optimization)의 문제를 동시에 해결하고자 한다.

본 연구에서 개발하고자 하는 컨벤션시스템의 최적인영계획은 최적일정계획과 최적배정계획으로 구성되며 최적일정계획의 결과는 최적배정계획을 수립하기 위한 중요한 정보의 역할을 수행하게 된다. 따라서 최적일정계획은 최적배정계획의 상위시스템으로서 최적배정계획의 제약조건이 된다. 이 같은 두 계획의 상호연관성을 고려하여 본 연구는 두 계획 간의 정보가 효과적으로 활용될 수 있는 수리모델과 알고리즘을 순차적으로 개발하도록 한다. 최적인영계획에서는 수요자의 시설이용 및 희망기간을 최대한 고려하면서 관련시설을 운영하는데 발생하는 총비용이 최소화될 수 있는 이벤트별 일정계획을 수립하며 최적배정계획에서는 최적인영계획에서 결정된 각 이벤트별 진행일정에 적합한 관련 서비스시설을 배정하여 원활한 컨벤션 서비스가 제공되도록 한다.

이상의 연구내용을 수행하기 위하여 본 연구는 컨벤션시스템의 시설운영 특성과 운영업무간의 관계가 합리적으로 반영될 수 있는 수리모델을 우선 구축한 후 수리모델의 해를 효율적으로 도출할 수 있는 알고리즘을 개발하고 이에 대한 수치예제를 적용함으로써 컨벤션시스템의 최적인영계획을 수립하기 위한 구체적인 절차를 확인하고 개발된 알고리즘의 타당성을 검증하도록 한다.

서론의 초두에서 이미 밝힌 바와 같이 컨벤션시스템의 최적운영계획을 수립하기 위한 구체적인 연구 사례는 찾아보기 어렵다. 따라서 최적운영계획을 구성하는 최적일정계획과 최적배정계획에 대한 선행 연구결과와 검토보다는 본 연구에서 구축하고자 하는 두 계획 각각의 수리모델과 알고리즘 개발을 중점적으로 2, 3장에서 서술하고자 한다.

## 2. 최적일정계획 수립

### 2.1 수리모델

컨벤션시스템의 최적운영계획을 수립하기 위한 각 이벤트별 최적일정계획의 수리모델 구축에 필요한 기호를 다음과 같이 정의한다.

#### (첨자 정의)

- $i$  : 컨벤션 시설이용을 의뢰한  $i$ 이벤트 ( $i=1, 2, \dots, N$ )
- $j$  : 일정계획 대상  $j$ 계획기 ( $j=1, 2, \dots, T$ )
- $ik$  : 대체가능한 다수( $K_i$ 개)의 특정기간을 시설 이용 희망기간으로 의뢰한  $i$ 이벤트의  $k$ 번째 시설 이용 희망기간( $k=1, 2, \dots, K_i$ )

#### (변수 및 상수 정의)

- $X_{ij}$ :  $j$ 계획기 부터 연속적으로 진행되는  $i$ 이벤트의 일정진행기간
- $Y_{ij}$ :  $j$ 계획기 부터  $i$ 이벤트의 일정이 시작되는 지 여부 결정
- $Y_{ij}=1$ ( $j$ 계획기부터 일정시작),  $Y_{ij}=0$ ( $j$ 계획기 일정시작 없음)
- $V_{ij}$ :  $i$ 이벤트가  $j$ 계획기에 일정이 진행되고 있는지 여부 결정
- $V_{ij}=1$ (일정진행 중),  $V_{ij}=0$ (일정진행 없음)
- $S_{ij}$ :  $i$ 이벤트의  $j$ 계획기 일정시작에 필요한 준비비용
- $O_{ij}$ :  $i$ 이벤트의  $j$ 계획기 일정진행에 필요한 운영비용
- $P_{ij}$ :  $i$ 이벤트의  $j$ 계획기 일정진행에 관련된 정책적 패널티비용
- $a_i$ :  $i$ 이벤트 진행에 필요한 계획기당 시설이용 소요량
- $C_j$ :  $j$ 계획기에 이용가능한 컨벤션시스템의 총시설능력

- $d_i$ :  $i$ 이벤트 일정진행에 소요되는 계획기간 수  $b_{ik}$ ,
- $lb_{ik}, e_{ik}$ :  $i$ 이벤트의  $k$ 번째 시설이용 희망기간이 가지는 최초시작 가능계획기, 최종시작 가능계획기, 최종 종료기 .

#### (수리모델)

이상의 기호정의를 활용하여 최적일정계획 수리모델을 작성하면 다음 문제(P)와 같다.

문제(P)

$$\text{Min } \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{K_i} \sum_{j=b_{ik}}^{lb_{ik}} S_{ij} Y_{ij} + \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{K_i} \sum_{j=b_{ik}}^{e_{ik}} (O_{ij} + P_{ij}) V_{ij}$$

subject to

$$\sum_{ik=1}^{K_i} \sum_{j=b_{ik}}^{lb_{ik}} X_{ij} = d_i, \forall i \tag{1}$$

$$X_{ij} \leq d_i Y_{ij}, \forall i, j = b_{ik}, b_{ik} + 1, \dots, lb_{ik} \tag{2}$$

$$V_{ij} - \sum_{s=1}^j Y_{is} = 0, \forall i, j = b_{ik}, b_{ik} + 1, \dots, e_{ik} \tag{3}$$

$$s = \begin{cases} b_{ik} & (\text{if } j < b_{ik} + d_i) \\ j - d_i + 1 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

$$\sum_{i=1}^N a_i V_{ij} \leq C_j, \forall j \tag{4}$$

$$X_{ij} \geq 0, Y_{ij} = \{0, 1\}$$

문제(P)의 목적함수는 이벤트 개최준비비용과 진행운영비용 및 정책적 패널티비용의 총합이 최소화 되도록 설정되어 있다. 목적함수에 패널티비용(big M 활용)을 포함시킨 것은 이벤트 진행일정을 특정 계획기간에 가능한 집중 배치함으로서 나머지 계획 대상기간의 여유시설을 보다 자유롭게 추가 활용하여 시설이용 수요에 효율적으로 대처하도록 한 것이다. 이것은 컨벤션시스템의 운영정책에 따라 특정 계획기간에 이벤트 개최를 집중 또는 회피할 수도 있다는 사실을 말하며 경우에 따라서는 특정 이벤트의 조기개최에 대한 정책적 배려도 가능하도록 한 것이다.

문제(P)의 목적함수에 사용되고 있는 비용정보는 경우에 따라 시설이용 수요자, 시설 운영자 및 시설 관리정책의 정보를 이용하여 다양한 형태의 계수 값으로 변환시켜 활용할 수도 있다. 예를 들어 시설이용 수요자 또는 시설 운영자가 선호하는 일정의 순서에 따라 서열척도 값을 비용정보로 대체할 수 있으며 시설관리정책에 따른 시설이용 우선순위 값 역시 비

용정보로 변환 처리하여 일정계획을 수립할 수도 있을 것이다.

식(1)은 이벤트 진행일정에 대한 다수의 시설이용 희망기간을 모두 고려하여 해당 이벤트의 진행에 필요한 소요기간을 확보하도록 한 것이며 식(2)는 각 이벤트의 진행기간에 대한 상한선을 규정한 것이다. 식(1)과 식(2)는 이벤트가 진행되는 기간 내에는 이벤트의 속성 상 휴지기 없이 계속 진행하여 해당 일정을 모두 완료하여야 하기 때문에 이벤트 개최일정을 나타내는 결정변수  $X_{ij}$ 의 값이 해당 계획기부터 연속적으로 진행되는 전체 일정진행기간의 값을 가질 수 있도록 설정된 것이다.

식(3)은  $Y_{ij}$ 를 활용하여 모든 이벤트의 계획기별 진행상황 여부를 판단해 줄 수 있는  $V_{ij}$ 를 도출하기 위해 설정된 수식이다. 식(4)는 각 계획기별로 진행되고 있는 모든 이벤트의 시설이용 소요량이 컨벤션센터의 전체 시설능력 범위를 만족할 수 있도록 설정한 것이다.

문제(P)를 컨벤션시스템의 현장에 적용하게 되면 대규모 혼합정수계획문제가 된다. 지금까지 기존연구에서 검증한 대부분의 혼합정수계획문제는 문제규모가 커지거나 변수간의 관계가 복잡해지면 NP-hard의 속성을 가지게 되어(Belvaux and Wolsey, 2000 ; Drexl and Kimms, 1997 ; Florian, Lenstra and Rinnoy Kan, 1980) 비교적 합리적인 시간 내에 그 해를 풀기가 쉽지 않다.

본 연구에서 구축하고자 하는 최적일정계획 수리모델도 문제규모가 대단히 크다는 점과 (0-1)변수의 활용, 컨벤션 개최일정의 연속성 제약, 시설운영의 정책적 제약 등으로 인하여 변수간의 관계가 대단히 복잡해져 합리적인 시간 내에 주어진 문제의 해를 풀기가 상당히 어려워지거나 거의 불가능해진다. 따라서 수리모델 문제(P)의 해는 각 변수 및 제약식이 갖는 수학적 특성을 활용한 알고리즘을 개발하여 보다 빠른 시간 내에 해를 도출하는 것이 합리적이라고 판단된다.

## 2.2 알고리즘

### (개발 접근방법)

최적일정계획 수리모델의 해를 효율적으로 도출하기 위하여 다음과 같이 3단계로 구성된 알고리즘을 구축한다.

### 1) 이벤트별 스케줄링단계(scheduling step)

각 이벤트의 계획기별 총비용 중 가장 낮은 비용과 두 번째 낮은 비용의 차이값을 구한 후 그 차이값이 가장 큰 이벤트를 선택하여 총비용이 가장 낮은 계획기부터 일정진행을 시작하여 일정완료 소요기간까지 해당 이벤트의 스케줄링을 진행한다.

### 2) 실행가능성 검토단계(feasibility routine)

이벤트별 스케줄링단계에서 선택된 이벤트의 시설이용 소요량이 현재 확보하고 있는 전사·컨벤션센터의 전체 시설능력 범위를 만족하고 있는지 여부를 우선 확인하고, 현재 선택된 이벤트의 스케줄링에 따라 나머지 다른 이벤트의 향후 스케줄링에 발생할 수도 있는 실행불가능성을 사전에 조정한다.

### 3) 해 개선단계(improvement step)

실행가능성을 확보할 수 있는 범위 내에서 스케줄링이 이미 완료된 이벤트의 스케줄을 다른 이벤트의 스케줄과 상호 교환시켜 총비용이 보다 절감될 수 있는 경우를 파악한 후 해당 이벤트간의 스케줄링을 상호 조정하도록 한다.

### (기호정의)

전항 수리모델의 기호정의와 함께 스케줄링 알고리즘 개발에 필요한 기호를 다음과 같이 정의한다.

$I$  : 시설이용을 의뢰한  $i$ 이벤트의 총집합,  $i \in I$

$L$  :  $i$ 이벤트의 일정시작 가능계획기  $j$ 를 원소로 하는 총집합

$(i, j) \in L, i \in I, j = b_{ik}, b_{ik} + 1, \dots, lb_{ik}$

$TC_{ij}$ :  $i$ 이벤트가  $j$ 계획기에 일정을 시작할 경우 발생하는 총비용

$$TC_{ij} = S_{ij} + O_{ij} + P_{ij}, (i, j) \in L$$

$dTC_i$ :  $i$ 이벤트의  $TC_{ij}$  중 두 번째 적은 값에서 가장 적은 값을 차감한 값

### (알고리즘)

(단계1)  $TC_{ij}$  계산,  $(i, j) \in L$

(단계2)  $dTC_i$  계산,  $i \in I$

(단계3) 스케줄링 대상 이벤트 선택( $p$ 이벤트,  $t$ 계획기)

- $p = \arg \text{Max} \{dTC_i, i \in I\}$
- $t = \arg \text{Min} \{TC_{pj}, j = b_{pk}, b_{pk} + 1, \dots, lb_{pk}\}$

(단계4)  $p$  이벤트 실행가능성 검토

- $C_j - a_p \geq 0, \forall_j (j = t, t+1, \dots, t+d_p - 1)$  이면 (단계5) 아니면

$$L = L \setminus \{(p, t)\}, \text{ (단계 7)}$$

(단계5)  $p$  이벤트를 제외한 다른 이벤트의 실행 가능성 검토

- $b_{i1} + d_i - 1 \geq lb_{i1} (i \in I \setminus \{p\}, K_i = 1 \text{인 경우})$
- 시설능력 최소소요량( $mrc_j$ ) 계산

$$mrc_j = \sum a_i (i \in I \setminus \{p\}, j = lb_{i1}, lb_{i1} + 1, \dots, b_{i1} + d_i - 1)$$

- $C_j - mrc_i \geq a_p, \forall_j (j = t, t+1, \dots, t+d_p - 1)$

이면 (단계 6) 아니면  $L = L \setminus \{(p, t)\},$

(단계7)

(단계6)  $p$  이벤트 스케줄링

- $p$  이벤트를  $t$ 기부터  $(t+d_p - 1)$ 기 까지 스케줄링
- $C_j = C_j - a_p (j = t, t+1, \dots, t+d_p - 1)$
- $I = I \setminus \{p\}, L = L \setminus \{(p, t)\}$

(단계7) 스케줄링 중지 규칙

- $I = \emptyset$  이면 (단계 8) 아니면 (단계 2)

(단계8) 해 개선 및 종료

- 각 이벤트별 스케줄의 상호조정에 따른 총비용의 절감여부 검토 및 해 개선
- 모든 이벤트에 대한 해 개선가능성 검토 완료되면 알고리즘 종료

### 3. 최적배정계획 수립

#### 3.1 수리모델

전절 최적일정계획에서 수립한 각 이벤트의 일정을 진행하는데 적합한 서비스시설을 배정하기 위하여 구축한 최적배정계획 수리모델에 이용되는 기호를 다음과 같이 정의한다.

(첨자 정의)

$i$  : 컨벤션시설 이용을 의뢰한  $i$  이벤트( $i \in I$ )

$r$  :  $i$  이벤트에 배정될  $r$  서비스시설( $r = 1, 2, \dots, R$ )

$j$  : 일정계획 대상  $j$  계획기( $j = 1, 2, \dots, T$ )

(변수 및 상수 정의)

$Z_{irj}$ :  $i$  이벤트가  $j$  계획기에  $r$  서비스시설을 배정 받았는지 여부 결정  $Z_{irj} = 1$ (서비스시설 배정),  $Z_{irj} = 0$ (서비스시설 미배정)

$ST_i$ : 최적일정계획에서 결정된  $i$  이벤트의 일정진행 시작계획기

$ET_i$ :  $i$  이벤트의 일정진행 종료계획기

$$ET_i = ST_i + d_i - 1$$

(수리모델)

최적일정계획에서 결정된 각 이벤트의 일정계획 정보를 토대로 적합한 서비스시설을 각 이벤트에 배정하기 위한 최적배정계획 수리모델은 다음 문제(Q)와 같다.

문제(Q)

$$\text{Min } \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^T \left| \sum_{i=1}^N Z_{ir, j+1} - \sum_{i=1}^N Z_{irj} \right|$$

subject to

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T Z_{irj} = \sum_{i=1}^N d_i \tag{1}$$

$$\sum_{r=1}^R \sum_{t=ST_i}^{ET_i} Z_{irt} = d_i, \forall_i \tag{2}$$

$$d_i Z_{ir, ST_i} - \sum_{t=ST_i}^{ET_i} Z_{irt} = 0, \forall_i, r \tag{3}$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T Z_{irt} \leq 1, \forall_{r, j} \tag{4}$$

$$Z_{irj} = \{0, 1\}, \forall_i, r, j$$

문제(Q)의 제약조건 식(1)은 최적운영계획의 대상이 되는 모든 이벤트의 일정진행에 필요한 서비스시설의 총 제공능력을 뜻한다. 식(2)는  $i$  이벤트의 일정진행에 필요한 컨벤션 서비스를 주어진 서비스시설( $r = 1, 2, \dots, R$ )로부터 확보하는 것을 의미하며 식(3)에 의해  $i$  이벤트의 일정진행에 적합한 특정 서비스시설이 선택되어 일정진행기간 동안 연속적으로 해당 서비스시설을 활용할 수 있도록 설정된 것이다. 이상의 식(1),(2),(3)에 의해 유희상태의 계획기 경우는  $Z_{irj}$ 가 "0"의 값을 가지게 되어 서비스시설의 활용정보를 정확히 파악할 수 있다. 식(4)는 동일한 서비스시설이 동일한 계획기에 중복 배정되지 않도록

설정된 제약식이다.

문제(Q)의 목적함수는 특정 서비스시설이 가능한 중간 유희상태 없이 컨벤션 서비스를 계속적으로 제공함에 따라 유희상태를 서비스제공이 가능한 상태로 전환하는데 발생하는 준비비용을 절감하고 일정 계획 대상기의 후반기에 보다 많은 유희시간을 확보하여 서비스시설을 추가 공급할 수 있는 여유분을 확보할 수 있도록 설계되어 있다.

### 3.2 알고리즘

#### (개발 접근방법)

최적배정계획 알고리즘을 개발하기 위한 기본 접근방법은 선후행 이벤트 진행일정간의 유희기의 총합이 최소화되도록 최적일정계획에서 결정된 이벤트별 일정이 각 서비스시설에 배정될 수 있도록 연산 논리식을 구성한다.

#### (알고리즘)

(단계1) 서비스시설 우선 배정 이벤트  $k$  선택

$$\bullet k = \arg \min_i \{ST_i, i \in I\}$$

(단계2) 시설배정이 중복되지 않는 서비스시설 집합  $S$  구성

$$\bullet S = \{r | ST_k > FT_r, r = 1, 2, \dots, R\}$$

단,  $FT_r$ 은  $r$  서비스시설의 서비스제공 최종 완료기

(단계3)  $k$  이벤트에 배정될 서비스시설  $f$  선택

$$\bullet f = \arg \min_s \{ST_k - FT_s, s \in S\}$$

(단계4)  $f$  서비스시설에  $k$  이벤트 일정계획 배정

$$\bullet Z_{kft} = 1, t = ST_k, ST_k + 1, \dots,$$

$$ST_k + d_k - 1$$

$$\bullet FT_f = ST_k + d_k - 1, I = I \setminus \{k\} \text{ (단계 7)}$$

(단계5) 서비스시설 배정 중지 규칙

$$\bullet I = \emptyset \text{ 이면 종료 아니면 (단계 1)}$$

## 4. 수치예제

### 4.1 최적일정계획 해 도출 결과

2.2 알고리즘에서 제시한 알고리즘을 이용하여 다음 <표 1>의 수치예제를 풀이한다. 스케줄링 대상 이벤트는 8개, 계획대상기간은 12개 계획기로 구성되며 목적함수 계수정보는 일정진행이 가능한 최초

시작 가능계획기 각각에 대한 시설이용자와 시설운영자의 각 계획기별 시설활용 선호도 및 시설 관리정책에 따른 시설활용도 지수 등을 고려하여 결정한 값으로 그 값이 적을수록 해당 계획기에 대한 선호도가 높다는 것을 의미한다. 12개 계획기의 이용 가능한 총 시설능력  $C_j$ 는 각 계획기별 3개의 서비스시설로 한다. 각 이벤트의 시설이용 희망기간 대체안의 수 ( $K_i$ )는 이벤트별로 각각 2, 1, 1, 1, 2, 2, 1, 2이며 각 이벤트의 시설이용 소요량은 서비스시설 1개이다. 수치예제 풀이 결과는 다음과 같다.

(단계1)

$$TC_{ij} \text{ 계산 <표 1> 참조}$$

(단계2)

$$\bullet dTC_1 = 5, dTC_2 = 11, dTC_3 = 10, dTC_4 = 6, \\ dTC_5 = 3, dTC_6 = 14, dTC_7 = 15, dTC_8 = 7$$

(단계3)

$$\bullet p = \arg \max_i \{dTC_i, i \in I\} = 7$$

$$\bullet t = \arg \min_j \{TC_{7j}, j = 3, 4, 5, 6\} = 3$$

(단계4)

$$\bullet C_j - a_7 > 0, \forall j (j = 3, 4, 5, 6)$$

따라서 (단계5)

(단계5)

$$\bullet K_i = 1 \text{ 인 이벤트는 } 2, 3, 4$$

$$\bullet b_{21} + d_2 - 1 \geq lb_{21}, b_{31} + d_3 - 1 \geq lb_{31} \text{ 이므로 } mrc_j$$

계산

$$mrc_3 = mrc_4 = mrc_5 = 0,$$

$$mrc_6 = 1$$

따라서,

$$C_j - mrc_j \geq a_7, \forall j (j = 3, 4, 5, 6)$$

이므로 (단계6)

(단계6)

이벤트 7을 3계획기 부터 연속일정 4기간 까지 스케줄링

$$C_3 = C_4 = C_5 = C_6 = 2 \text{ 로 조정,}$$

$$I = I \setminus \{7\}, L = L \setminus \{(7, 3)\}$$

(단계7)

$$I \neq \emptyset \text{ 이므로 (단계2)}$$

(단계2)

$$\bullet dTC_1 = 5, dTC_2 = 11, dTC_3 = 10,$$

$$dTC_4 = 6, dTC_5 = 3, dTC_6 = 14, dTC_8 = 7$$

(단계3)

- $p = \arg \max_i \{dTC_i, i \in I\} = 6$
- $t = \arg \min_j \{TC_{6j}, j = 1, 2, 3, 7, 8\} = 2$

(단계4)  $C_j - a_6 > 0, \forall j(j = 2, 3, 4, 5)$

따라서 (단계5)

(단계5)

- $K_i = 1$  인 이벤트는 2, 3, 4
  - $b_{21} + d_2 - 1 \geq lb_{21}, b_{31} + d_3 - 1 \geq lb_{31}$
- 이므로  $mrc_j$  계산

$mrc_2 = mrc_3 = mrc_4 = mrc_5 = 0,$

따라서,  $C_j - mrc_j \geq a_6,$

$\forall j(j = 2, 3, 4, 5)$ 이므로 (단계6)

(단계6)

이벤트 6을 2계획기 부터 연속일정 4기간까지 스케줄링

$C_2 = 2, C_3 = C_4 = C_5 = 1$ 로 조정,

$I = I \setminus \{6\}, L = L \setminus \{(6, 2)\}$

(단계7)  $I \neq \emptyset$ 이므로 (단계2)

이상과 같은 연산절차를 계속 진행하면 이벤트 2는 6계획기부터, 이벤트 3은 9계획기부터, 이벤트 8은 2계획기부터, 이벤트 4는 7계획기부터, 이벤트 1은 5계획기부터, 이벤트 5는 10계획기부터 이벤트별 일정소요기간까지 연속적으로 스케줄링이 이루어지며 (단계8)의 해 개선은 위 수치예제의 경우 해당되지 않았다. 알고리즘 계산이 종료된 후의 선호도 계수의 총합은 81이다. 위 수치예제를 문제(P)에 적용시켜 혼합정수계획법으로 풀이한 결과 역시 개발된 알고리즘의 해 도출결과와 동일한 스케줄링을 얻을

수 있었으며 목적함수 값도 81로 나타나 최적해와 알고리즘의 해가 일치하였다.

### 4.2 최적일정계획 해 도출 결과

최적일정계획 알고리즘의 결과로 얻은 각 이벤트의 일정 정보를 활용하여 각 이벤트의 일정진행에 적합한 서비스시설을 배정하기 위한 알고리즘의 계산 결과는 다음과 같다.

(단계1)

서비스시설 우선 배정 이벤트  $k$  선택

- $ST_1 = 5, ST_2 = 6, ST_3 = 9, ST_4 = 7,$   
 $ST_5 = 10, ST_6 = 2, ST_7 = 3, ST_8 = 2$
- $k = \arg \min_i \{ST_i, i \in I\} = 6$

(단계2)

시설배정이 중복되지 않는 서비스시설 집합  $S$ 구성

- $ST_6 > FT_r, r = 1, 2, 3$  이므로
- $S = \{1, 2, 3\}$

(단계3)

6 이벤트에 배정될 서비스시설  $f$ 선택

- $ST_6 - FT_1 = ST_6 - FT_2 = ST_6 - FT_3 = 2$  이므로 임의의 서비스시설 선택
- $f = \arg \min_s \{ST_k - FT_s, s \in S\} = 1$

(단계4)

서비스시설 1에 6 이벤트 일정계획 배정

- $Z_{612} = Z_{613} = Z_{614} = Z_{615} = 1, FT_1 = 5,$   
 $I = I \setminus \{6\}$

<표 1> 수치예제

이벤트	최초시작 가능계획기( $b_{ik}$ )	목적함수 계수정보	일정소요기간( $d_i$ )
1	3, 4, 5, 9, 10	5, 10, 13, 20, 17	3
2	2, 3, 4, 5, 6	27, 28, 20, 29, 9	5
3	7, 8, 9	13, 22, 3	4
4	5, 6, 7, 8	21, 19, 13, 20	3
5	1, 2, 8, 9, 10	8, 12, 5, 28, 20	3
6	1, 2, 3, 7, 8	28, 10, 30, 25, 24	4
7	3, 4, 5, 6	3, 24, 18, 20	4
8	1, 2, 3, 9, 10	17, 10, 26, 25, 20	3

(단계5)

$I \neq \emptyset$ 이므로 (단계 1)

(단계1) 이벤트  $k$  선택

- $ST_1 = 5, ST_2 = 6, ST_3 = 9, ST_4 = 7, ST_5 = 10,$   
 $ST_7 = 3, ST_8 = 2$
- $k = \arg \min_i \{ST_i, i \in I\} = 8$

(단계2) 집합  $S$  구성

- $ST_8 > FT_r, r = 2, 3$  이므로
- $S = \{2, 3\}$

(단계3) 8 이벤트에 배정될 서비스시설  $f$  선택

- $ST_8 - FT_2 = ST_8 - FT_3 = 2$  이므로  
임의의 서비스시설 선택
- $f = \arg \min_s \{ST_k - FT_s, s \in S\} = 2$

(단계4) 2 서비스시설에 8 이벤트 일정계획 배정

- $Z_{822} = Z_{823} = Z_{824} = 1, FT_2 = 4, I = I \setminus \{8\}$

(단계5)  $I \neq \emptyset$ 이므로 (단계 1)

위의 최적배정계획 알고리즘을 계속 반복하면 서비스시설 1에는 이벤트 6, 2가, 서비스시설 2에는 이벤트 8, 1, 3이, 서비스시설 3에는 이벤트 7, 4, 5가 각각 배정되어 각 이벤트의 일정이 연속적으로 진행된다. 위 최적배정계획의 수치예제를 문제(Q)에 적용시켜 이진정수계획법으로 풀이한 결과 역시 개발된 알고리즘의 해 도출결과와 동일한 시설배정 결과를 얻을 수 있었다.

## 5. 결론 및 한계점

본 연구는 컨벤션 서비스시설을 합리적으로 운영하기 위한 최적운영계획을 수립하는데 연구목적이 있다. 본 연구에서 개발하고자 하는 최적운영계획은 최적일정계획과 최적배정계획으로 구성되며 최적일정계획의 결과는 최적배정계획을 수립하기 위한 중요한 정보의 역할을 수행하게 된다. 따라서 최적일정계획은 최적배정계획의 상위시스템으로서 최적배정계획의 제약조건이 된다. 이 같은 두 계획 간의 상호연관성을 고려하여 본 연구는 두 계획 간의 정보가 효과적으로 활용될 수 있는 수리모델과 알고리즘을 순차적으로 개발하였다.

수리모델과 알고리즘의 개발은 컨벤션 실무현장에서 현재 진행하고 있는 컨벤션시설의 운영방법에 나

타나고 있는 문제점을 파악한 후 이를 해결할 수 있는 수리모델을 구축하고 수리모델의 특성과 각 변수 간의 수학적 구조관계를 이용하여 보다 쉽게 해를 도출할 수 있는 알고리즘을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 알고리즘에 대해 수치예제를 활용하여 구체적인 계산절차를 확인 하였으며 각 계획의 수리모델이 갖는 최적해와 알고리즘의 계산결과가 동일한 것으로 나타났다.

수치예제 풀이를 통하여 본 연구의 최적운영계획 수립방법이 비교적 만족할만한 결과를 얻었으나 컨벤션 산업현장에서 발생하는 모든 정보들이 본 연구의 연구진행에 충실하게 반영되어 있다고 보기 어렵기 때문에 다음과 같은 추가 연구가 필요하다고 본다. 우선 본 연구의 알고리즘을 활용하여 현장문제를 보다 원활히 해결하기 위해서는 제약조건에 대한 보다 상세한 추가검토와 알고리즘의 논리적 검증이 지속적으로 연구되어야 할 것이다. 또한 본 연구에서 개발한 알고리즘의 타당성 검증을 위해서는 현장의 데이터를 직접 활용하여 분석하는 것이 바람직하나 현장의 데이터가 다소 불명확하여 부득이 수치예제를 이용한 검증에 그쳤다. 이 부분도 향후 면밀히 재검토하여 정확한 현장데이터를 알고리즘에 적용시켜 실무의 진행결과와 알고리즘의 해를 비교분석해 볼 필요가 있으며 다양한 경우의 자료를 활용하여 보다 폭 넓은 검증실험이 실시되어야 할 것으로 본다.

## 참고문헌

- [1] 정종인, 김진용, 황문우(2006), 「우리나라 지식기반서비스업의 현황 및 발전방향」, 한국은행 조사보고서.
- [2] 김광재, 민대기, 육진범, 박정석, 이지형, 최재경, 류경석(2006), “고객 중심의 컨버전스 서비스 컨셉 개발 : 절차 체계 및 통신 컨버전스 서비스 사례 연구”, 「IE Interface」, 19권, 2호, pp. 140-152.
- [3] 김창대, 주원식(2006), “전사컨벤션 시설의 합리적 운영을 위한 스케줄링 개발”, 「IE Interface」, 19권, 2호, pp. 153-159.
- [4] 남정태(2007), “서비스사이언스의 진전현황과 IBM의 서비스사이언스 전략”, 「IE 매거진」, 14권, 1호, pp. 22-25.
- [5] 백승익(2007), “서비스사이언스 소개”, 「IE 매거진」, 14권, 1호, pp. 10-14.
- [6] Abbey, J. R. and Luck, C. K.(1999), *The Convention and Meetings Sector: Its Operation and Research*



- Needs*, Waterbury Press, Cranbury, New York.
- [7] Baker, K. R.(1995), *Elements of Sequencing and Scheduling*, Hanover, Baker Press, New Hampshire.
- [8] Fred, L.(2000), *Congress, Convention and Exhibition Facilities : Planning, Design and Management*, Architectural Press.
- [9] Montgomery, R. J. and Strick, S. K.(1995), *Meetings Conventions and Exposition, An Introduction to the Industry*, Kendal/Hunt Publishing
- [10] Morton and Pentico(1993), *Heuristic Scheduling System*, John Wiley and Sons, New York.
- [11] Belvaux, G. and Wolsey, L.A.(2000), "A Specialized Branch-and-cut System for Lot-Sizing Problems", *Management Science*, Vol. 46, No. 5, pp. 724-738.
- [12] Bitran, G. R. and Mondschein, S. V.(1995), "An Application of Yield Management to the Hotel Industry Considering Multiple Day Stays", *Operations Research*, Vol. 43, No. 3, pp. 427-443.
- [13] Crouch, G. L. and Ritchie, J. R. B.(1998), "Convention Site Selection Research : A Review, Conceptual Model and Propositional Framework", *Journal of Convention and Exhibition Management*, Vol. 1, No. 1, pp. 50-64.
- [14] Drexl, A. and Kimms, A.(1997), "Lot Sizing and Scheduling - Survey and Extension", *European Journal of Operational Research*, Vol. 110, No. 3, pp. 525-547.
- [15] Florian, M., Lenstra, J. K. and Rinnooy Kan, A. H. G.(1980), "Deterministic Production Planning : Algorithms and Complexity," *Management Science*, Vol. 26, No. 7, pp. 669-679.
- [16] Metters, R. and Vicente, V.(1999), "Yield Management for the Nonprofit Sector", *Journal of Service Research*, Vol. 1, No. 3, pp. 215-226.
- [17] Shemwell, D. J. and Cronin, J. J.(1994), "Service Marketing Strategy for Coping with Demand/Supply Imbalance", *Journal of Service Marketing*, Vol. 8, No. 4, pp. 14-24.
- [18] Xie, J. and Dong, J.(2002), "Heuristic Genetic Algorithms for General Capacitated Lot-Sizing Problems", *Computers and Mathematics with Applications*, Vol. 44, No. 1, pp. 263-276.