

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2023.23.1.151>  
JIIBC 2023-1-22

## 광고홍보활동 문제의 다항시간 알고리즘

# Polynomial Time Algorithm for Advertising and Publicity Campaign Problem

이상운\*

Sang-Un Lee\*

**요약** 본 논문은 주어진 예산과 광고를 접하는 최소 인원수를 초과하는 제약조건을 만족시키면서 신제품에 대한 인지도를 극대화시키기 위해 다수의 광고매체들 중에서 어느 광고매체를 몇 회 광고해야 하는지를 결정하는 최적화 문제를 다룬다. 본 문제에 대해 지금까지는 선형계획법 (LP) 소프트웨어 패키지를 활용하는 수학적 접근법만이 활용되고 있으며, 다항시간 알고리즘은 제안되지 않고 있는 실정이다. 본 논문은 이 문제에 대해  $O(n \log n)$  수행 복잡도의 다항시간으로 최적 해를 얻을 수 있는 휴리스틱 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법은 광고매체를 가장 경제적으로 선정하는 평가기준을 제안하였으며, 이 평가기준을 적용하여 광고매체 선정과 광고횟수를 결정하였다. 제안된 알고리즘은 Excel을 활용하였음에도 불구하고, 실험 데이터에 적용한 결과 LP와 동일한 결과를 얻었다.

**Abstract** This paper deals with the optimization problem that decides the number of advertising for any media among various medium to maximize the perception quality index of new product meets the given budget and over the minimum reached people constraints. For this problem, there is only in used the mathematical approach as linear programming (LP) software package and has been unknown the polynomial time algorithm. In this paper we suggest the heuristic algorithm with  $O(n \log n)$  time complexity to solve the optimal solution for this problem. This paper suggests the evaluation index to select the media most economically-efficient way and decides the media and the number of advertisement. While we utilize Excel, the proposed algorithm can be get the same optimal solution as LP for experimental data.

**Key Words** : Advertising publicity campaign, Medium, Perception quality Index, Constraints, Economic efficiency index

## 1. 서론

회사(고객)는 신제품을 출시하는 시점에서 제품 홍보 효과(인지도)를 극대화하기 위해 홍보대행사에게 홍보업

무를 일임한다. 여기서, 회사는 광고비로 지출할 한정된 예산범위 내에서 제품인지를 극대화하면서 광고를 접하는 최소한의 인원수를 요청한다. 홍보대행사는 고객의 요구를 충족시키기 위해 주어진 예산과 광고를 접하는

\*정회원, 강릉원주대학교 과학기술대학 멀티미디어공학과  
접수일자 2022년 10월 22일, 수정완료 2023년 1월 22일  
게재확정일자 2023년 2월 3일

Received: 22 October, 2022 / Revised: 22 January, 2023 /  
Accepted: 3 February, 2023

\*Corresponding Author: [sulee@gwnu.ac.kr](mailto:sulee@gwnu.ac.kr)

Dept. of Multimedia Eng., Gangneung-Wonju National University, Korea

인원수 제약조건을 충족시키면서 제품 인지도를 극대화시키기 위해 다양한 광고매체에 여러 번의 광고를 게재한다. 따라서 홍보대행사는 제품 인지도를 극대화시키도록 어떤 광고매체에 몇 회의 광고를 해야 하는지를 결정해야 한다. 이를 광고매체 선정 최적화 문제(advertising publicity campaign optimization problem, APCOP)라 하자.

제품광고와 관련된 연구 분야는 광고의 경제성, 광고매체에 따른 광고효과, 다양한 광고매체들의 혼성 광고매체 (media mix) 활용에 따른 광고효과에 대해서는 많은 연구가 수행되었다. 대표적인 사례를 들면, 광고의 경제성에 대해서는 Becker와 Murphy<sup>[1]</sup>와 Slade<sup>[2]</sup>가 있으며, 광고매체에 따른 광고효과에 대해서는 Seldon et al.<sup>[3]</sup>과 Farr et al.<sup>[4]</sup>가, 혼성 광고매체 활용에 따른 광고효과에 대해서는 Färe et al.<sup>[5]</sup>이 있다.

혼성 광고매체 활용은 광고계획에서 광고 메시지가 구매자에게 가장 효율이 높은 매체로 도달할 수 있도록 광고 편성을 결정하는 일로, 최대 효과와 최소 비용이라는 경제성 원칙에 기초한 모델이 구축되어 있다. 현재 개발된 수학적 접근법으로는 선형계획법 (linear programming, LP), 시뮬레이션과 반복 등이 있다.

활용 가능한 다양한 광고매체들이 존재하는 혼성 광고매체에 대해, 각 광고매체들의 인지도, 인지 인원 수, 광고단가, 최대 광고 횟수 등이 다른 경우, 어떤 광고매체로 몇 회의 광고를 수행해야 인지도를 최대로 할 수 있는가에 대한 최적화 문제인 APCOP에 대해서는 LP 소프트웨어 패키지를 활용한 Guéret et al.<sup>[6]</sup>과 MATLAB 프로그램으로 CPLEX를 적용한 Edvall<sup>[7]</sup>이 있다.

결국, APCOP에 대해 수학적 접근법은 적용되고 있으나 다항시간으로 해를 얻을 수 있는 알고리즘은 제안되지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 APCOP의 해를 다항시간으로 얻을 수 있는 휴리스틱 알고리즘을 제안한다. 2장에서는 APCOP 개념에 대해 연구 사례를 중심으로 고찰해 본다. 3장에서는 단지 Excel을 활용하여  $O(\log n)$ 의 수행 복잡도로 최적 해를 구할 수 있는 휴리스틱 알고리즘을 제안한다. 4장에서는 제안된 알고리즘을 실험 데이터에 적용하여 알고리즘 적합성을 평가해 본다.

## II. 광고매체 선택 최적화 문제

표 1은 신제품에 대한 광고 홍보활동과 관련하여 Guéret et al.<sup>[6]</sup>과 Edvall<sup>[7]</sup>에서 인용된 문제이다.

Pronuevo라는 소규모 회사는 지역시장(regional market)에 신상품을 출시하기에 앞서 다양한 광고매체들(medium)을 통해 제품 홍보를 하고자 한다. 홍보활동은 PRCo라는 지역 홍보대행사와의 계약으로 진행되었다. PRCo사는 지역 홍보에 특화된 업체로 Pronuevo사는 신상품 홍보비용으로 €250,000을 지불하고, 적어도 100,000명 이상에게 홍보효과가 전달되도록 PRCo사와 계약을 체결하였다. PRCo 홍보대행사는 지역 신문사, 라디오 또는 지역 TV 채널을 통한 홍보 효과에 정통한 상황이다. PRCo는 6개의 다양한 광고매체들을 통해 제품을 홍보하기로 결정하였다.

표 1. 홍보활동 데이터

Table 1. Data for the publicity campaign

Medium No.	Media Type	People potentially reached (단위 : 명)	Unit cost (€)	Maximum use	Perception quality
1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4 weeks	3
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2 months	7
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8 weeks	8
4	Radio spot	6,000	9,000	60 broadcasts	2
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4 boards	6
6	TV spot	9,000	51,000	8 broadcasts	9
예산 : €250,000.			홍보 대상 인원 수 : 100,000명 이상		

PRCo사는 주어진 예산 €250,000을 사용하여 100,000명 이상에게 제품 홍보효과가 전달되도록 하면서 제품인지품질지수 (perception quality index, PQI)를 최대로 얻을 수 있도록 어떤 광고매체를 몇 회의 광고를 해야 하는가를 결정해야 한다.

이 문제와 관련된 용어들은 다음과 같으며, 최적 해  $z$ 는 식 (1)로 얻는다.

- $M_i, (i = 1, 2, \dots, n)$ : 광고매체 집합
- $P_i$ :  $i$ 번째 광고매체의 잠재적 도달 인원 수
- $C_i$ :  $i$ 번째 광고매체의 이용 단가
- $U_i$ :  $i$ 번째 광고매체의 최대 사용 기간 (또는 채널)
- $Q_i$ :  $i$ 번째 광고매체의 제품인지 품질 지수 (quality index)
- $u_i$ :  $i$ 번째 광고매체 이용 횟수
- $B$ : 주어진 예산
- $T$ : 홍보 효과 목표 인원수

- $\hat{B}_i$ :  $i$ 번째 광고매체에 사용된 비용 =  $c_i \times u_i$
- $\hat{P}_i$ :  $i$ 번째 광고매체의 실제 제품인지 인원수 =  $P_i \times u_i$
- $PQI_i$ :  $i$ 번째 광고매체의 총 제품인지 품질지수 =  $QI_i \times u_i$

$$z_{PQI} = \underset{i \in M}{\text{maximize}} \sum QI_i \times u_i \quad (1)$$

such that.  $\sum_{i \in M} C_i \times u_i \leq B$  /\* 예산 제약조건 \*/

$\forall_i \in M: u_i \leq U_i$  /\* 광고매체 최대 사용  
 횟수 조건 \*/

$\sum_{i \in M} P_i \times u_i \geq T$  /\* 홍보 대상 인원 조건 \*/

$\forall_i \in M: u_i \in \mathbb{N}$  /\* 정수 조건 \*/

표 1의 데이터에 대해 Guéret et al.<sup>[6]</sup>은 선형 계획법(LP)<sup>[8]</sup> 소프트웨어 패키지를 활용하였으며, Edvall<sup>[7]</sup>은 MATLAB을 이용하여 CPLEX<sup>[9]</sup>를 구현하여 표 2와 같이 해를 얻었다. 즉, 본 문제와 관련하여 수학적 접근법은 활용되고 있지만 다항시간으로 최적 해를 구하는 알고리즘이 제안되지 않고 있는 실정이다.

표 2. LP와 CPLEX의 결과  
 Table 2. Result of LP and CPLEX

Media No.	Media Type	$P_i$	$c_i$	$U_i$	$QI$	$u_i$	$\hat{P}_i$	$\hat{B}_i$	$PQI$
1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	2	3,000	16,000	14
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	8	16,000	96,000	64
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	4	24,000	36,000	8
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	4	12,000	96,000	24
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	0	0	0	0
결과							103,000	250,000	122
제약조건							$\geq 100,000$	$\leq 250,000$	-

3장에서는, 본 문제와 관련하여 다항시간으로 최적 해를 구할 수 있는 휴리스틱 알고리즘을 제안한다.

### III. 경제적 광고 알고리즘

주어진 예산 범위 내에서 원하는 인원수에게 제품인식 효과를 얻기 위해 적용할 수 있는 기준은 광고에 투자하

는 비용 대비 최대 광고효과를 얻는 경제성(economic efficiency)이 있다.<sup>[10]</sup> 여기서 고려할 변수는 광고 인지 인원수(people potentially reached,  $p_i$ ), 광고 단가(unit cost,  $c_i$ )와 광고 인지 품질(perception quality,  $q_i$ )이다. 이들 3가지 변수들로부터  $n$ 개 광고 매체들 중에서 선택 우선순위는 다음 지표 (index)들로 결정할 수 있다.

$$EI \text{ (economic index)} = \frac{p_i \times q_i}{c_i} \quad (2)$$

$$PI \text{ (perception index)} = \frac{c_i}{q_i} \quad (3)$$

EI는 클수록, PI는 작을수록 좋은 값이다. 경제성의 원칙에 의하면 PI에 비해 EI가 보다 효율적인 지표로 볼 수 있다. 그러나 실제 적용하면 PI가 보다 좋은 지표가 될 수 있다. 따라서, 본 장에서는 PI 오름차순으로 광고 매체를 선택하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 단순히  $\hat{B} \leq B$ 와  $\hat{T} \geq T$ 가 될 때까지 PI 오름차순으로 해당 광고 매체의  $U_i$ 로  $u_i$ 를 설정하는 방법을 적용한다. 제안된 알고리즘은 Excel을 활용하여 최적 해를 간단히 얻을 수 있으며, 다음과 같이 수행된다.

Step 1. 경제성 지표 계산

for  $i = 1$  to  $n$  /\* 수행 복잡도 :  $O(n)$  \*/  
 $PI_i$  계산.

Step 2. 광고매체들을 PI 오름차순 정렬

/\* 수행 복잡도 :  $O(n \log n)$  \*/

Step 3. 광고매체별 광고횟수 결정

for  $i = 1$  to  $n$  /\* 수행 복잡도 :  $O(n)$  \*/

해당 광고매체의  $U_i$ 로  $u_i$  선택시  $\hat{B} \leq B$  이면 선택 만약,  $\hat{B} > B$ 를 초과하는 광고 매체가 발생하면 해당 광고 매체의  $u_i < U_i$ 는  $\hat{B} \leq B$ 가 되도록  $u_i$  결정

end

제안된 방법을 경제적 광고 알고리즘(economic advertisement algorithm, EAA)이라 한다.

제안된 알고리즘은  $O(n \log n)$ 의 수행 복잡도로 최적 해를 얻을 수 있으며, 단순히 Excel 프로그램으로도 쉽게 적용할 수 있어 실무에 즉시 활용 가능한 장점을 갖고 있다.

표 3. PI-EAA의 결과

Table 3. Result of PI-EAA

Perception index (PI)=Unit cost/Perception quality 계산, PI 으뜸차순 정렬						
Media No.	Media Type	$P_i$	$c_i$	$QI$	$PI$	$U_i$
1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	3	500.00	4
2	Monthly magazine	1,500	8,000	7	1142.86	2
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	1500.00	8
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	6	4000.00	4
4	Radio spot	6,000	9,000	2	4500.00	60
6	TV spot	9,000	51,000	9	5666.67	8

  

PI 으뜸차순 광고매체별로 $u_i = U_i$ 선택									
Media No.	Media Type	$P_i$	$c_i$	$U_i$	$QI$	$u_i$	$\hat{P}_i$	$\hat{B}_i$	$PQI$
1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	0	0	0	0
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	0	0	0	0
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	0	0	0	0
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	0	0	0	0
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	0	0	0	0
결과							48,000	6,000	12
제약조건							100,000	250,000	-
부족/여유							-52,000	244,000	

  

1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	2	3,000	16,000	14
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	0	0	0	0
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	0	0	0	0
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	0	0	0	0
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	0	0	0	0
결과							51,000	22,000	26
제약조건							100,000	250,000	-
부족/여유							-49,000	228,000	

  

1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	2	3,000	16,000	14
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	8	16,000	96,000	64
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	0	0	0	0
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	0	0	0	0
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	0	0	0	0
결과							67,000	118,000	90
제약조건							100,000	250,000	-
부족/여유							-33,000	132,000	

  

1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	2	3,000	16,000	14
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	8	16,000	96,000	64
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	4	12,000	96,000	24
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	0	0	0	0
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	0	0	0	0
결과							79,000	214,000	114
제약조건							100,000	250,000	-
부족/여유							-21,000	36,000	

  

1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	2	3,000	16,000	14
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	8	16,000	96,000	64
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	4	12,000	96,000	24
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	3	18,000	27,000	6
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	0	0	0	0
결과							97,000	241,000	120
제약조건							100,000	250,000	-
부족/여유							-3,000	9,000	

Media No.	Media Type	$P_i$	$c_i$	$U_i$	$QI$	$u_i$	$\hat{P}_i$	$\hat{B}_i$	$PQI$
1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	2	3,000	16,000	14
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	8	16,000	96,000	64
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	4	12,000	96,000	24
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	4	24,000	36,000	8
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	0	0	0	0
결과							103,000	250,000	122
제약조건							100,000	250,000	-
부족/여유							3,000	0	

  

Media No.	Media Type	$P_i$	$c_i$	$U_i$	$QI$	$u_i$	$\hat{P}_i$	$\hat{B}_i$	$PQI$
1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	2	3,000	16,000	14
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	8	16,000	96,000	64
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	4	12,000	96,000	24
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	5	30,000	45,000	10
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	0	0	0	0
결과							109,000	259,000	124
제약조건							100,000	250,000	-
부족/여유							9,000	-9,000	

  

Media No.	Media Type	$P_i$	$c_i$	$U_i$	$QI$	$u_i$	$\hat{P}_i$	$\hat{B}_i$	$PQI$
1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	2	3,000	16,000	14
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	8	16,000	96,000	64
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	4	12,000	96,000	24
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	4	24,000	36,000	8
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	0	0	0	0
결과							103,000	250,000	122
제약조건							$\geq 100,000$	$\leq 250,000$	-
부족/여유							3,000	0	

표 4. EI-EAA의 결과

Table 4. Result of EI-EAA

Media No.	Media Type	$P_i$	$c_i$	$U_i$	$QI$	$u_i$	$\hat{P}_i$	$\hat{B}_i$	$PQI$	$EI$
1	Free weekly newspaper	12,000	1,500	4	3	4	48,000	6,000	12	24,000
6	TV spot	9,000	51,000	8	9	4	36,000	204,000	36	1,588
3	Weekly magazine	2,000	12,000	8	8	0	0	0	0	1,333
4	Radio spot	6,000	9,000	60	2	0	0	0	0	1,333
2	Monthly magazine	1,500	8,000	2	7	0	0	0	0	1,313
5	Billboard 4x3 m	3,000	24,000	4	6	0	0	0	0	0.750
결과							84,000	210,000	48	
제약조건							100,000	250,000	-	
부족/여유							-16,000	40,000		

#### IV. 실험 및 결과 분석

본 장에서는 Guéret et al.<sup>[6]</sup>에서 인용된 표 1의 실험 데이터에 대해 EAA를 적용하여 본다. PI-EAA를 수행한 과정은 표 3에 제시하였다. 표 4에서는 EI 내림차순에 대한 EI-EAA 결과를 참고로 제시하였다.

제안된 EAA와 LP와 CPLEX의 성능을 비교한 결과는 표 5에 제시하였다.

표 5. 알고리즘 성능 비교

Table 5. Compare with algorithm performance

알고리즘	수행 복잡도	사용 예산	제품 인지 인원	제품인지 품질 지수
LP & CPLEX	$O(m^4)$	€250,000	103,000명	122
PI-EAA	$O(n \log n)$	€250,000	103,000명	122
EI-EAA	$O(n \log n)$	€210,000	84,000명	48

LP는  $n$ 개 광고매체에 대한 선형 방정식들 뿐만 아니라 제약조건 방정식들을 만족하여야 하기 때문에 일반적으로  $O(m^4)$ 의 수행 복잡도를 갖는다.

반면에, EAA는 입력 변수 개수  $n$ 에 대해  $PI$  오름차순이나  $EI$  내림차순 정렬에  $O(n \log n)$ 의 복잡도가 요구되어 보다 간단히 수행된다. 이러한 단순한 방법임에도 불구하고, 단지 Excel을 활용하여도 LP의 소프트웨어 패키지를 활용할 경우와 동일한 해를 얻었음을 알 수 있다. EAA 중에서  $EI$ 는 최적 해를 얻지 못한 반면에  $PI$ 는 최적 해를 얻었다. 따라서 평가기준으로  $PI$ 를 추천한다.

### V. 결 론

본 논문은 선형계획법과 같은 소프트웨어 패키지를 활용하지 않고는 다항시간으로 최적 해를 얻는 알고리즘이 알려져 있지 않은 광고홍보활동 문제에 대해  $O(n \log n)$  수행 복잡도로 단순히 Excel을 활용하여 풀 수 있는 알고리즘을 제안하였다.

제안된 알고리즘은 주어진 예산 범위 내에서 주어진 제품인지 인원수 조건을 충족시키면서 최소의 광고비용으로 광고효과인 제품인지 품질지수를 최대를 얻기 위한 방법으로 광고 단가( $c_i$ )와 광고 인지 품질( $q_i$ )에 대한  $PI = c_i/q_i$ 를 제안하고, 다음으로  $PI$  오름차순으로 해당 광고매체의 최대 광고 가능 횟수로 실제 광고를 수행하는 단순한 방법을 제안하였다.

제안된 알고리즘은  $O(n \log n)$ 수행 복잡도로 단지 Excel을 활용하여도  $O(n^4)$  수행 복잡도의 선형계획법 소프트웨어 패키지를 활용하는 경우와 동일한 해를 얻었다.

결론적으로, 제안된 알고리즘은 단지 Excel을 활용하여 간단하고 쉽게 해를 구할 수 있는 관계로, 특정 제품의 광고효과를 최대로 달성하기 위해 어떤 광고매체에 몇 회의 광고를 해야 하는가를 결정하는 광고대행사에게 실제로 큰 도움을 줄 수 있을 것이다.

### References

[1] G. S. Becker and K. M. Murphy, "A Simple Theory of Advertising as a Good and Bad," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, No. 4, pp. 941-964, Nov. 1993. DOI: <https://doi.org/10.2307/2118455>

[2] S. J. Farr, C. H. Tremblay, and V. J. Tremblay, "The Welfare Effect of Advertising Restrictions in the U.S.

Cigarette Industry," *Review of Industrial Organization*, Vol. 18, No. 1, pp. 147-160, Mar. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1007801608741>

[3] B. J. Seldon, R. T. Jewell, and D. M. O'Brien, "Media Substitution and Economies of Scale in Advertising," *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 18, No. 8, pp. 1153-1180, Dec. 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-7187\(99\)00010-7](https://doi.org/10.1016/S0167-7187(99)00010-7)

[4] M. E. Slade, "Product Rivalry with Multiple Strategic Weapons: An Analysis of Price and Advertising Competition," *Journal of Economics and Management Strategy*, Vol. 4, No. 3, pp. 445-476, Aug. 1995.

[5] R. Färea, S. Grosskopf, B. J. Seldon, and V. J. Tremblay, "Advertising Efficiency and the Choice of Media Mix: a case of Beer," *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 22, No. 4, pp. 503-522, Apr. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2003.10.002>

[6] C. Guéret, X. Prins, and M. Sevaux, "Applications of Optimization with Xpress-MP: 13.2 Publicity Campaign," *Dash Optimization Ltd.*, pp. 196-197, Feb. 2005.

[7] M. Edvall, "Publicity Campaign," Tomlab Optimization Inc, [http://tomsym.com/examples/tomsym\\_publicity\\_campaign.html](http://tomsym.com/examples/tomsym_publicity_campaign.html), Apr. 2009.

[8] M. Padberg, "Linear Optimization and Extensions," 2nd Edition, Springer-Verlag, 1999.

[9] H. D. Mittelmann, "Recent Benchmarks of Optimization Software," 22nd European Conference on Operational Research, Jul. 2007.

[10] J. T. Froomkin, D. T. Jamison, and R. Radner, "Education as an Industry, Chapter 4. Concepts of Economic Efficiency and Educational Production," pp. 149-198, NBER, 1976.

### 저 자 소 개

#### 이 상 윤(정회원)



- 1987년 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (학사)
- 1997년 : 경상대학교 컴퓨터과학과 (석사)
- 2001년 : 경상대학교 컴퓨터과학과 (박사)
- 2003년 : 강원도립대학 컴퓨터응용과 전임강사

- 2004년 ~ 2007.2 : 국립 원주대학 여성교양과 조교수
- 2007.3 ~ 2015.3 : 강릉원주대학교 멀티미디어공학과 부교수
- 2015.4 ~ 현재 : 강릉원주대학교 멀티미디어공학과 정교수
- 관심분야 : 소프트웨어 프로젝트 관리, 개발 방법론, 분석과 설계 방법론, 시험 및 품질보증, 소프트웨어 신뢰성, 인공지능과 빅데이터분석, 최적화 알고리즘
- e-mail : [sulee@gwnu.ac.kr](mailto:sulee@gwnu.ac.kr)