

■ 論 文 ■

시뮬레이션 모형을 통한 관광정보서비스 효과 분석

Analysis of Tour Information Services using Agent-based Simulation

김 현 명

(Ph D. Candidate, UC, Irvine)

오 준 석

(조교수, Western Michigan University)

목 차

- I. 서론
- II. 관광수요 분석을 위한 simulation 기법의 개발
 - 1. 관광수요 추정기법
 - 2. Activity model을 이용한 Network 수요분석
 - 3. 여행계획의 불확실성
- III. 모형의 개발
 - 1. 모형의 개관
- IV. 모형의 실험
 - 1. 예제 교통망
 - 2. MD TSP 알고리즘 성능 평가
 - 3. 여행정보 시스템의 효과 분석
- V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 활동기반모형, 여행계획모형, 유비쿼터스 정보환경, 여행정보, 관광수요 분석
 Tour Scheduling model, Ubiquitous environment, Prize-Collecting Multiple-Day Traveling Salesman Problem, Tour Information

요 약

본 연구에서는 개별 관광객을 Simulation하는 모형을 개발하고, 이를 이용해 첨단 관광정보시스템 하에서의 여행객의 관광지 선택행태 변화와 관광 수요 패턴의 변화를 분석하였다. 관광객의 여행계획 목적함수는 기대효용 최대화로 가정하였고, 교통망에서 순차적 방문 계획 해를 얻기 위해 Traveling Salesman Problem(TSP)을 이용하였다. 단, 관광객들의 경우 하루 동안 주어진 여행시간과 여행예산의 제약이 존재하기 때문에, 제약이 존재하는 TSP, 즉 Prize-Collecting TSP를 이용하였으며, 하루 이상 관광지에 체류하는 관광객들의 여행계획 문제를 풀기위해 Prize-Collecting Multiple-Day Traveling Salesman Problem(PC MD TSP)을 개발하였다. 관광 정보의 형태는 사전정보, Off-line 정보, On-line 정보로 구분하여, 전체 관광객들을 이용 가능한 정보 형태에 따라 3가지 계층으로 구분하였으며, Simulation을 통해 각 관광지의 관광객을 계산하였다. 개발된 모형을 통해 Ubiquitous 환경에서의 On-line 정보가 관광객들뿐만 아니라 관광지에도 수요증가에 따른 운영 이익 증대를 가져다 줄 수 있음을 확인하였다.

This study develops an agent-based simulation model to evaluate tourist information systems under ubiquitous environment. In this study, individual tourist's activity chaining behavior is formulated as a utility maximization problem. The underlying assumption of the model is that tourists increase their activities within their time and budget constraints to maximize their utilities. The model seeks individual's optimal tour schedule by solving Prize-Collecting Multiple-Day Traveling Salesman Problem(PC MD TSP). The simulation-based evaluation framework allows investigating individual utility gains by their information type and the total expenditure at each tour attractions. The real-time tour activity scheduling system enables tourists to optimize their tour activities by minimizing their time loss and maximizing their opportunity to use high utility facilities.

I. 서론

최근 빠르게 발전중인 무선정보 통신 기술은 사람들의 통행행태에 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다. 본 연구에서는 미래 Ubiquitous 정보환경 하에서 최적 Activity 실행계획이 양방향 정보교환(Interactive two-way communication)을 통해 가능한 경우, 이러한 Activity 환경이 개인과 시스템에 미치는 영향을 Agent-based dynamic simulation model을 통해 분석하는 방법을 제시하고자 한다. 양방향 정보교환 환경에서는 중앙 시스템은 개인의 Activity 요구를 받아서 실시간으로 최적의 대안을 계산해준다. 현재 광범위하게 이용되는 휴대전화나 PDA(Personal Digital Assistants)를 통해 이러한 양방향 정보교환은 근시일내에 구현될 것으로 예상되며, 정보통신 기술의 발전에 따른 치열한 경쟁 환경 하에서 마케팅 전략수립에 필요한 소비자 행태관련 정보수요는 이러한 양방향 정보교환의 실현을 가속화 시킬 것이다. 하지만 Activity 실행 최적화를 위한 정보시스템이 실제로 실행되기 위해서는 개인들의 능동적 참여가 필요하고, 교환을 통해 중앙 시스템에 축적된 개인들의 Activity 관련정보의 보안문제를 어떻게 보장할 것인가 하는 문제가 대두된다. 이렇게 완전한 Activity 정보 교환 시스템의 실현 대신, 개인들이 비 주기적으로 수행하는 Activity에 대한 정보교환은 정보 제공자와 정보 이용자, 양자의 필요가 충족되는 경우 현재의 정보통신 환경에서도 충분히 실현 가능하다. 예를 들면, 휴일에 놀이공원을 방문한 가족은 전체 방문시간동안 놀이시설을 이용하는 시간보다는 대기시간이 차지하는 비중이 매우 높기 때문에, 양방향 정보 교환과 예약 서비스 등을 통해 대기시간을 줄일 수 있는 경우 양방향 정보교환 시스템에 능동적으로 참여할 가능성이 있다. 놀이공원 뿐만 아니라 박물관, 수족관, 또는 미술관 같은 경우에도 Hand-held PDA를 통해 각 위치에서 관람 가능한 관람물에 대한 정보들을 제공하거나 대기시간이 긴 관람물에 대한 예약 서비스를 제공함으로써 방문객의 만족도를 높이고, 시설의 운영효율을 높일 수 있다.

유사한 정보환경 구축이 관광지에서도 가능하다. 일반적으로 관광지를 방문하는 관광객들의 경우 지역 내 유명 관광지에 대한 사전 정보가 제한적인 경우가 많다. 관광객들은 주어진 여행 기간과 예산 하에서 자신들의 관광 계획을 수립하기 때문에, 불확실성이 높은 관광지보다는 자신이 충분히 정보를 가지고 있는 기 인

지된 유명 관광지를 중심으로 여행계획을 수립할 가능성이 높다. 또, 현재 갖고 있는 관광지의 정보가 얼마나 자세한가에 따라 자신이 선호하는 관광지의 조건에 해당 관광지가 얼마나 적합한지를 판단할 수 있기 때문에, 정보의 질은 관광객의 만족도를 결정하는 중요한 요소가 된다. 관광지를 보유한 해당 지방 자치단체의 경우, 관광객들의 선호도나 관광행태에 대한 정보를 수집할 경우, 향후 관광지 개발계획을 수립하는데 큰 도움이 되고, 현재 수요가 적지만 관광객들의 선호와 부합하는 경우에는 홍보 등을 통해 운영효율을 향상시킬 수도 있다.

본 연구에서는 Activity 정보 시스템의 적용 예의 하나로 관광 정보시스템의 실행효과를 분석할 수 있는 Simulation model을 개발하였다. 다양한 정보형태에 따른 관광객들과 관광지의 영향 분석을 위해 관광객들은 다음의 3개 계층으로 구분되었다: 1) 사전 정보만을 가진 관광객, 2) 관광지 소개 홍보물을 받은 관광객, 그리고 3) On-line 관광정보 서비스를 이용하는 관광객. 보다 현실적인 분석을 위해 관광객들은 그들의 연령과 여행 예산, 숙박기간 등을 이용해 이질적인 Agent들로 정의하였다. 전체 여행기간동안 시간 제약 및 예산 제약 하에서 관광객들의 여행 일정을 계산하기 위해 Prize-Collecting traveling salesman problem (PC TSP)을 여행계획문제를 구성하였다. 문제의 해법을 위해 Heuristic algorithm을 개발하였고, 제주도를 대상지역으로 하여 가상적인 여행지 속성자료를 기반으로 개발된 모형을 실험하였다.

II. 관광수요 분석을 위한 simulation기법의 개발

1. 관광수요 추정기법

관광수요 추정은 운영 중인 관광시설의 혼잡분석이나, 개발예정인 시설의 적정한 규모를 산정하기 위한 것으로(조광익, 1999), 크게 정성적 예측방법(Qualitative forecasting)과 정량적 예측방법(Quantitative forecasting)으로 구분된다(이종규, 2001). 정성적 방법은 분석에 필요한 자료가 충분하지 않은 경우나, 예측 목적이 소규모거나, 자료를 통해 예측분석이 유효하지 않을 것으로 판단되는 경우에 실시한다. 반대로 정량적인 예측이 가능한 경우는 자료가 충분한 경우, 수요와 수요인자간의 관계가 명확히 정의 가능한 경우, 수요의 변화가 일정한 추세를 갖는 경우이다.

하지만, 기존의 관광 수요추정 기법들은 주로 장기적 관점에서 추세 안정적이고, 거시적이며, 정적인 수요패턴을 추정하는데 적합한 기법들이다. 빠른 속도로 변화하고 있는 국내외의 관광산업 환경의 변화나 관광산업에 영향을 미칠 수 있는 연관 산업의 발전, 예를 들어 Ubiquitous 정보환경으로 대표되는 정보통신 산업의 발전을 고려하면, 기존의 수요예측 기법을 보완해 보다 상세하고 동적인 수요패턴을 묘사할 수 있는 동적, 미시적 모형이 필요하다고 판단된다. 특히, 관광지 내 개별 관광시설에 대한 미시적인 동적 이용패턴 분석, 지역 내 관광지들의 연계성 분석, 관광객들의 사회·경제적 배경에 따라 특성화된 관광시설 개발들을 위해서는 다계층 이질적 관광객들을 동적, 미시적으로 분석할 수 있는 기법의 개발이 필요하다고 판단하였다. 따라서 본 연구에서는 사회, 경제적으로 이질적인 관광객들을 발생시키고 예산 및 시간제약 하에서 기대효용 최대화를 기반으로 각 관광객의 여행계획을 도출하는 Tour scheduling model과 계산된 여행계획을 실행하는 Dynamic Simulation Model을 개발하였다.

2. Activity model을 이용한 Network 수요분석

본 연구에서 개발한 여행계획모형은 행태기반(Activity-based) 수요분석 기법에 기초하고 있다. 교통수요 분석에서 표준 기법으로 이용되어온 통행기반(Trip-based) 수요분석이 갖는 단점, 즉 통행 종점에서 수행되는 Activity자체의 속성이나 Activity들 간의 연결성을 고려하지 않는 한계를 극복하기 위해 시작된 행태기반 연구는 통행과 관련된 인간 심리분야의 연구부터, Activity scheduling에 관련된 분야까지 광범위한 주제를 다루어왔다(Kitamura, 1988; 배영석, 1990). 그 중에서도 교통망을 고려하는 경우만을 고려하면, 크게 두 가지 형태로 구분할 수 있는데, 첫 번째는 실제 자료를 통해 몇 가지의 대표적 Activity chain이나 규칙을 밝혀내고, 이를 이용해 Activity 패턴 분석을 시행하는 경우이다. 이러한 예로는 STARCHILD (Recker et. al., 1986), TRANSIM (Los Alamos National Laboratory, 2006)과 MATSIM(The SIM group, 2006), 윤대식(1997) 등을 들 수 있다. 잘 알려진 Activity 기반 교통망 분석 모형 중 하나인 TRANSIM의 경우, 기중점표 대신 외부에서 입력되는 각 계층 별 Activity chain을 확률적으로 개별 Agent들에게 배정한 뒤, Simulation을 통해 각 링크의 동적 통행량을 계산한

다(Balmer et al., 2006). 첫 번째 형태의 확장으로는 대표적인 통행패턴이나 위계를 미리 설정하고, Activity 간을 연결하는 통행의 선택확률을 개별행태 모형으로 결정하는 연구가 있다(Horowitz, 1980; 배영석, 1990; 1996). 이와 같은 형태의 모형을 Trip chaining model이라 구분하여 부르기도 하는데, 기존의 Trip-based model에 비해 통행간 연관성을 간접적으로 고려할 수 있는 장점은 있으나, 선택대상이 Activity가 아닌 통행이 되고 선택을 설명하는 변수들 역시 Activity 자체의 속성을 반영하지 못한다는 단점이 있다. 두 번째 형태는 규범적(Normative) 규칙, 예를 들면 효용 최대화와 같은 규칙을 통해 내생적으로 통행자들의 Activity chain을 그들의 사회경제적 조건들 하에서 내생적으로 계산해내는 모형들이다. 이러한 예로는 Kitamura (1984), HAPP(Recker, 1995), SAMS (Kitamura et al., 1996), PCATS(Kitamura et al., 1998), Bowman and Ben-Akiva(2000), ALBATROSS (Arentze et al., 2004), CEMDAP(Bhat et al., 2004), Kim et al.(2006) 등이 있다.

두 기법과 통행기반 수요분석과의 가장 큰 차이는 Activity chain을 구성하는 개별 Activity들간의 관계를 고려할 수 있다는 점이다. Kitamura(1984)가 설명한 바와 같이 하루 동안 발생하는 한 개인의 통행들은 개별 통행들을 독립적으로 고려해 선택되는 것이 아니라 통행들에 의해 연결된 전체 Activity chain을 선택함으로써 발생하는 것이다. 이러한 Activity chaining 기법을 관광수요 분석에 적용하면, 각 관광지의 수요유발 인자들과 각 관광객의 제약조건들을 고려해 Tour schedule들을 얻고 이를 합해 각 관광시설의 동적 이용수요를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구에서는 각 관광객들의 나이, 여행예산, 여행기간, 여행정보 수준은 기 가정된 분포를 통해 확률적으로 발생시킨다고 가정하고, 관광객은 자신의 제약을 고려해 기대 효용을 최대화하도록 자신의 여행계획을 수립한다고 가정한다. 개발된 모형은 효용을 최대화하는 지점 집합과 이들을 잇는 최적 여행계획을 동시에 내생적으로 결정한다. 이러한 문제는 PC(Prize Collecting)-TSP로 분류할 수 있다(Balas, 1989; Bienstock et al., 1993; Blum et al., 2003). 알려진 바와 같이 PC-TSP는 TSP의 특별한 예로서 TSP와 마찬가지로 NP-Hard 함이 증명되었으며(http://www.densis.fee.unicamp.br/~moscato/TSPBIB_home.html),

일반적인 교통망에서 문제의 정확한 해를 찾는 해법은 현재까지 개발되지 않았다. 본 연구에서 풀어야 할 문제는 기존의 PC-TSP에 비해 더 복잡한데, 그 이유는 계산해야 할 Tour가 하나가 아니라 체류일수와 같거나 작은 수만큼의 복수 Tour의 발생이 가능하기 때문이다. 이를 계산하기 위해 본 연구에서는 경험적인 해법을 제시하였다.

3. 여행계획의 불확실성

이용자 평형(User Equilibrium)과 같은 교통망 분석모형의 경우 모든 통행자들이 반복적인 선택을 통해 선택 대안들에 대한 완전한 정보를 가지고 있다고 가정한다. 이러한 가정을 완전정보 가정(Perfect information assumption, Nakayama et al., 2000 Kim et al., 2005) 이라고 하는데, 이렇게 통행자들이 완전 정보 하에 있는 경우 그 선택은 현실의 불완전한 정보 하에서의 선택에 비해 지나치게 효율적일 가능성이 높다. 하지만, 분석의 대상이 주기적, 반복적인 출퇴근 통행의 경우 이러한 가정이 일정 부분 현실을 반영한다.

하지만, 여행계획의 경우 대부분의 관광객들이 여행지역을 충분히 반복적으로 방문하지 않기 때문에 선택상황의 불확실성이 의사결정에 중요한 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 일반적인 통행수요 추정 모형의 경우 특정 관광시설이 관광객들에게 얼마나 매력이 있는지를 고려할 수는 있지만, 개별 시설이 얼마나 관광객들에게 인지되는지는 구체적으로 반영되지 않는다. 하지만, 제한된 예산과 시간 하에서 여행하는 상황을 고려하면, 관광객들이 해당 여행지역내의 관광시설을 얼마나 인지하고 있는지, 그리고 각 관광지에 대한 정보를 얼마나 정확하게 숙지하고 있는지가 개별 관광지 방문여부에 가장 중요한 요인이 된다. 이때, 경로나 출발시간 선택에 비해 Activity를 위한 위치 선택문제는 대안간의 속성중복이 발생하는 정도가 낮기 때문에 그 불확실성이 대단히 클 수 있다(Kim et al., 2006).

본 연구에서는 여행일정 계획 문제의 현실적 환경을 고려하기 위해 고려된 불확실성은 크게 다음과 같은 세 가지로 나눌 수 있다. 1) 관광지 인식의 불확실성, 2) 관광지 속성 인식의 불확실성, 3) 통행시간의 불확실성. 관광지 인식의 불확실성은 각 관광지에 인식율을 외생적으로 설정하여 구현하였다. 즉, A라는 관광지의 인식율이 60%인 경우 10명의 관광객 중 4명은 A라는 관광지

를 인식하지 못한다. 두 번째인 관광지 속성 인식의 불확실성은 관광지를 방문했을 때 관광객이 얻을 수 있는 만족도를 여행 계획 시점에는 정확히 알지 못한다는 것이다. 본 연구에서는 각 관광지를 방문했을 때 관광객이 얻게 되는 실제 만족도를 각 연령대별로 평균값과 분산이 다르게 정의된 정규분포를 통해 발생시킨다. 하지만, 여행계획 시점에서는 관광객들이 연령별로 다르게 정의된 평균과 분산을 인지하지 못한다고 가정하고, 모든 관광객들에 대해 동일한 평균과 분산을 통해 기대 만족도를 발생시켰다. 이는 관광객들이 자신이 인지한 관광지에 대해서도 완전한 정보(연령대별로 다른 만족도 분포)를 갖고 있지 못함을 가정한 것이다. 마지막으로 통행시간의 불확실성은 관광지와 관광지간을 이동하는 통행시간에 대해 여행계획 시점에서 정확하게 예측할 수 없다는 것이다. 본 연구에서 개발한 Simulation model에서는 각 링크의 통행시간도 미리 정의된 평균값과 분산에 의해 각 통행일마다 발생시킨다. 따라서 여행계획을 하는 시점에서는 정확한 통행시간을 예측할 수 없다고 가정하고, 여행계획에서 고려하는 통행시간은 평균 통행속도와 각 링크의 통행거리를 이용해 계산한 값을 이용하였다.

본 연구에서 선택 대안의 불확실성을 포함시킨 또 다른 이유는 다양한 정보환경 하에서 여행계획이 어떤 영향을 받는지를 예측할 수 있는 모형을 개발하는 데 있다. 모형 내에서는 관광객들을 정보이용의 수준에 따라 세 가지 계층으로 분류하였는데, 그중 첫 번째는 여행지역 도착 전에 확보한 정보만으로 여행계획을 수립하는 계층이다. 이들의 경우 앞에서 설명한 제한된 인지 상황과 불확실한 기대 만족도, 그리고 평균 통행시간을 이용해 여행계획을 한다고 가정하였다. 두 번째 계층의 경우 관광지 방문 후 지역 내에서 방송이나 기타 수단을 통해 홍보중인 관광지들을 추가로 인지한다고 가정하였다. 마지막으로 세 번째 계층의 경우 On-line 여행정보 시스템을 통해 분석지역 내 모든 관광지의 정보를 소개받고, 이중에 필요한 통행시간도 실제 통행시간을 제공받는 것으로 가정하였다.

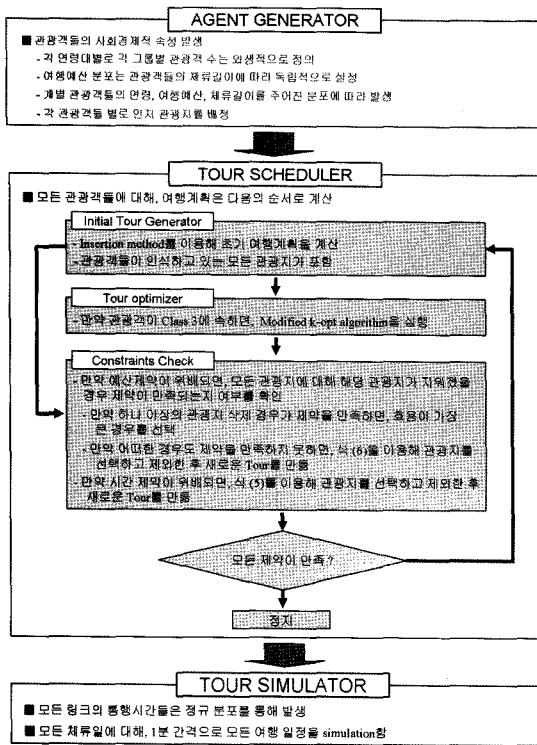
의사결정시 고려되는 대안의 만족도가 불확실성을 갖는 경우, 개인은 예측 실행 후 예상 만족도와는 다른 만족도를 얻을 수 있다. 주목할 점은 여행계획 실행에서 예상보다 낮은 만족도가 나타나면 장래 해당 지역이나 시설에 대한 관광수요가 영향을 받을 수 있다는 점이다. 일반 Activity 선택문제는 일반적으로 반복성을 갖기 때문에(예를 들어 Shopping이나 Leisure) 몇 차례의 만족

스럽지 못한 선택결과가 발생하더라도 반복적인 경험을 통해 대안의 객관적인 속성을 파악할 수 있다. 하지만, 관광지 선택의 문제는 비 반복적 선택 상황이 일반적이므로, 만족도가 기대보다 낮은 경우에는 더 이상 해당 대안에 대한 선택이 발생하지 않을 가능성이 높고, 이 경우 관광객이 더 이상 해당지역을 찾지 않을 가능성이 높다. 따라서 정확하고 풍부한 정보를 의사결정자들에게 공급하는 것은 거시적 여행수요 관점에서도 중요하다.

III 모형의 개발

3.1. 모형의 개관

본 연구에서 개발한 Agent-based Tourist Simulation model은 <그림 1>과 같이 3개의 하위 모형으로 구성되어 있다.



<그림 1> 모형의 개관

2. 관광객과 관광시설 속성발생

개발된 모형에서는 이질적인(Heterogeneous) 개별 관광객들을 기 정의된 사회경제적 속성 분포를 통해 발

생시킨 뒤, 각 개인(Agent)의 최적 여행계획을 계산하고 이를 합산하여 개별 관광 시설에 대한 동적 수요를 얻는 방법을 이용한다. 본 연구에서 고려되는 이질적인 속성은 나이, 여행예산, 숙박지점, 여행일수, 그리고 정보 이용행태이다. 이중 나이의 경우 20대부터 50대 이상까지 5개 계층으로 구분하였고 각 계층에 속하는 관광객들의 총수는 외생적으로 정의하였다. 각 관광객들이 고려하는 여행예산은 숙박기간에 따라 기 정의된 평균과 분산을 고려하여 정규 분포에 따라 발생시켰다. 이때, 비현실적으로 작은 여행예산의 발생을 막기 위해 각 숙박기간별로 최소 여행예산을 정의하였으며, 관광객들의 숙박지점은 외생적으로 정의하였다. 마지막으로 정보 이용행태의 경우 Off-line 정보나 On-line 정보 시스템을 이용하지 않는 계층(계층 1:No-add Info), Off-line 정보만을 이용하는 경우(계층 2:Off-line Info), 마지막으로 On-line 정보시스템을 이용하는 경우(계층 3:Real-time Info)로 나누었다. 먼저 계층 1의 경우 연령에 관계없이 평균적으로 정의된 각 관광지별 만족도 분포를 이용해 임의 발생된 예측 만족도를 여행계획 시 이용한다고 가정하였다. 계층 2의 경우 사전에 알고 있던 관광지에 각종 홍보수단을 통해 접한 관광지를 추가로 인지한다고 가정하며, 기대만족도의 경우는 각 연령대별로 독립적으로 정의된 정규분포에 따라 발생된 값을 이용한다고 가정하였다. 마지막으로 계층 3의 경우 모든 관광지들을 인지하며, 기대만족도는 각 연령대별로 정의된 만족도 분포를 통해 발생시킨다. 단, 분포의 분산은 계층 2보다 작거나 같은 분산을 이용한다고 가정한다. 또, 각 관광시설 간의 통행시간도 실시간 통행시간을 이용할 수 있다고 가정한다.

각 관광시설의 속성은 관광객 계층에 따라 다르게 정의된다. 관광시설의 속성은 1) 인지도, 2) 만족도, 3) 소요시간, 4) 이용비용으로 구성된다. 모형 분석에서는 각 관광시설에 대해 0~100(%)의 인지도를 임의로 배정하였다. 현장 자료 조사 시에는 사전 설문조사를 통해 각 관광시설의 개별 인지도를 조사할 수 있다. 두 번째 속성인 만족도의 경우 관광객들의 사회, 경제적 특성에 따라 다르게 정의될 필요가 있다. 본 연구에서는 관광객들의 연령에 의해 관광시설에서 얻게 되는 만족도가 다른 것으로 가정하고, 연령별로 만족도 분포를 다르게 정의하였다. 만족도는 0에서 10의 스케일을 갖도록 설정하였으며, 필요한 경우 동일한 스케일을 이용해 관광객들이 관광지를 방문한 뒤 체점을 하는 방식

으로 실제 만족도를 조사할 수 있다.

본 연구에서 이용하는 Activity modeling 기법은 주어진 제약아래 Activity 자체에서 오는 만족도를 최대화하도록 Activity 일정을 계산하는 방법을 취하고 있다. 이러한 기법은 선택에 영향을 미치는 모든 속성들을 설명변수로 포함시켜 효용을 설정하는 일반적인 효용최대화 기법과는 차이가 있다. 두 기법간의 가장 큰 차이점은 각 속성간 상보적(Compensatory) 관계가 존재하는가 하는 점과 각 개인의 현재 상태에서 실행 가능한 속성값의 한계를 고려하는가 하는 점이다. 개인이 이용 가능한 자원 즉, 시간이나 화폐예산에 제한이 없다고 가정하는 경우, 그리고 효용을 구성하는 모든 속성이 상호 상보성이 있다고 가정할 수 있는 경우에는 Activity에 필요한 시간이나 비용이 효용함수 내에 포함될 수 있다. 하지만, Recker and Golob(1979), 신동호(1993)에서 밝히는 바와 같이 각 속성간의 상보성이나 이용가능한 시간의 한계가 명확한 경우 비용이나 시간이 포함된 효용함수를 최대화하는 선택은 특정한 개인들에게는 실행 불가능한 대안을 최적해로 줄 수 있다. 특히, 개인을 기본단위로 하는 Agent기반의 Simulation model에서는 모든 속성들을 포함하는 효용함수를 통해서 실행 불가능 패턴이 나타날 확률이 높다. 따라서 본 연구에서는 Activity에서 오는 순수한 만족도만을 고려하는 제약있는 비상보 모형(Constrained Non-compensatory model)의 형태를 이용하였다.

시간 제약을 고려한 현실적인 여행계획을 위해 관광객들은 각 관광지에서 일정시간을 머물러야만 한다고 가정하였다. Activity 지속시간을 고려하는 기법에는 두 가지가 있는데, 그 중 첫 번째는 Recker(1995)와 같이 지점에서 소비하는 Activity 지속시간을 상수로 고려하는 방법이며, 두 번째 기법은 최소값만을 지정하고 개인이 자신의 효용이나 만족도를 극대화하도록 지속시간을 내생적으로 결정할 수 있는 방법이다(Kim et al., 2006). 이때, Activity 지속시간을 변수로 처리하면 보다 개별 Activity지속 시간을 개인별 상황에 따라 최적화 할 수 있으나, Activity의 효용을 시간 중속적으로 설정해야 하고, 이 경우 목적함수가 Non-convex해지는 등의 문제가 발생한다. 또, 모형에서 얻어진 Activity들의 지속시간이 현실과 얼마나 부합하는지를 실제 조사를 통해 검증해야 한다. 따라서 본 연구에서는 관광지 방문 시간을 상수로 설정하였다. 하지만, 이러한 가정은 실제 자료가 이용 가능한 경우

조사를 통해 얻어진 관광지시설 이용시간 분포를 통해 Random value로 처리됨으로써 완화될 수 있다.

마지막으로 관광객들의 예산 제약을 고려하기 위해 관광지 이용에 따른 금전비용을 관광지 속성에 포함시켰다. 이 값은 관광지가 사기업에 의해 운영되는 관광시설인 경우 입장료를 포함한 총 비용을 고려해야 하며, 비용이 필요 없이 이용할 수 있는 경우에는 관광시설에 접근하기 위한 최소한의 비용을 고려하거나 이용 비용을 0으로 설정할 수 있다.

3. 여행계획모형

개발된 모형에서 관광객들은 여행기간 동안 자신들의 기대 효용을 최대화할 수 있는 관광지들을 조합해 그들의 여행일정을 결정한다고 가정한다. 따라서 아무런 제약이 없다면 그들이 인지하고 있는 모든 관광지들을 순회하는 것이 효용을 극대화하는 여행 일정이 된다. 하지만, 본 논문에서는 각 관광객들이 예산제약과 여행시간 제약 하에 있다고 가정하기 때문에, 각 체류일에 대해 $T_{d,abg}^d$ 로 정의되는 최대 여행시간제약을 만족하고 전체 여행일정에서 소요비용이 자신들의 최대 예산 $M_{d,abg}$ 보다 작거나 같도록 여행계획을 수립한다. 이때, 각 관광지들은 효용을 얻기 위해 필요한 소요시간(T_s)과 소요 비용(C_s)을 가지고 있다. 이러한 문제는 다음과 같이 수학적으로 구성될 수 있다.

1) Mathematical formulation

$$\max \sum_d \sum_{(s)} \delta_s^d U_s^E \quad s \in S (\text{a set of tour sites}) \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{s1} \sum_{s2} \delta_{s1s2}^{dt_s} + \sum_s \delta_s^{dt_s} \leq T_{d,abg}^d, s, s1, s2, \in S \quad (2)$$

$$\sum_d \sum_s \delta_s^d C_s \leq M_{d,abg} \quad (3)$$

여기서, S : 관광지시설 집합

U_s^E : 관광지시설 s 의 기대효용

δ_s^d : 1, 만약 day d 에 시설 s 가 여행계획에 포함되면, 0, 그렇지 않으면

t_{s1s2}^E : 시설 $s1$ 과 $s2$ 간의 예상 통행시간

- δ_{s1s2}^d : 1. 만약 시설 s1과 s2가 여행계획에서 연이어 위치하는 경우 0, 그렇지 않으면
- T_s : 관광시설 s의 이용시간
- T_{dbg}^d : 여행일 day d의 최대 여행시간
- M_{dbg} : 여행예산

2) Prize-Collecting Multiple-Day traveling salesman problem

식(1)은 전형적인 선형 최적화 문제의 예이다. 따라서 모든 방문지를 다 방문하는 것이 제약이 없는 문제의 해가 된다. 하지만, 제약식(2)와(3)이 더해지는 경우 관광객들은 자신들에게 주어진 제약 내에서 최대의 효용을 줄 수 있는 노드 집합을 선정함과 동시에 이들을 가장 빠른 시간 내에 모두 방문할 수 있는 경로를 찾아야한다. 이러한 문제를 제약하의 TSP, 좀 더 정확히 말하면 Prize-Collecting(PC) TSP 라고 정의한다(Balas, 1989). 미리 정해진 노드집합을 가장 빠르게 순회하는 문제를 푸는 TSP와는 달리 PC TSP에서는 제약 내에서 Prize를 최대화하는 노드집합과 최단 Tour를 동시에 찾는 것을 목표로 한다. 본 연구에서는 시간과 예산 제약이 고려되며, 이들 이상의 숙박을 포함하는 일정을 고려하기 때문에 하나의 Tour를 만드는 것이 아니라 둘 이상의 Tour들을 통해 노드를 방문할 수 있어야 한다. 즉, 일반적인 PC TSP에서처럼 노드가 포함될 것인가 여부와 포함될 경우 어떤 순서로 배치되어야 하는 가만을 푸는 것이 아니라, 어느 날 노드가 방문되는 것이 최적인가도 계산되어야 한다. 이에 따라 본 연구에서 풀어야 할 문제는 일반적인 PC-TSP 보다 복잡한 계산을 필요로 하며, 본 연구에서는 이 문제를 Prize-Collecting Multiple-Day Traveling Salesman Problem(PC MD TSP)로 정의한다.

3) Solution algorithm

(1) Solution Algorithms for MD TSP

본 연구에서는 관광객의 여행계획문제를 기존의 PC TSP를 확장한 MD PC TSP로 정의하였다. 이 문제를 풀기위해 저자들은 경험적인 Solution 알고리즘을 개발하였다. MD PC TSP를 푸는 첫 번째 단계는 제약을 고려하지 않고 MD TSP를 푸는 것이다. 관광객들은 그들이 이용 가능한 정보 수준에 따라 세 계층으로 나누어지는데, 두 개의 TSP Solution 알고리즘이 계

층에 따라 다르게 적용된다. 계층 1과 2의 경우 자신들이 좋아하는 순서대로 순차적으로 기존의 여행계획에 새로운 관광시설 노드를 추가하며 여행계획을 구축한다고 가정한다. 계층 3의 경우 최적 여행계획 서비스를 통해 그들의 계획을 짚다고 가정한다. 즉, 계층 1과 2는 Insertion 알고리즘을 이용한다고 가정하고, 계층 3은 경험적 TSP 해법중 하나인 k-opt 알고리즘을 Multi-Day TSP를 풀 수 있도록 변형한 Modified k-opt 알고리즘을 통해 여행 계획을 계산한다고 가정한다.

Insertion 알고리즘의 경우 관광객의 인지 관광시설을 선호 순서에 따라 현재 구축된 Multi-Day의 Tour 중 최소의 통행시간 증가를 필요로 하는 Tour에 순차적으로 추가하는 과정을 반복한다. 만약 현재 만들어진 Tour가 여행일수에 비해 작고, 기존의 Tour에 관광시설 노드를 추가하는 것 보다는 기점에 직접 연결해 독립적인 Tour를 만드는 것이 통행시간이 짧다면, 새로운 Tour를 만드는 것이 최적해가 된다. Insertion 알고리즘은 계층 1과 2의 여행계획 및 계층 3의 여행계획 초기해를 계산하는 알고리즘으로 이용된다.

Insertion 알고리즘을 통해 여행계획을 만든 뒤 계층 3의 여행계획은 Modified k-opt 알고리즘을 통해 개선된다. 전통적인 k-opt 알고리즘의 경우 현재 Tour에서 임의로 k개의 연결(링크)을 지우고, 지워진 링크를 가능한 모든 연결을 이용해 복구해본 뒤 그 중 가장 통행시간이 작은 Tour를 만드는 연결을 새로운 연결로 결정한다. 이러한 삭제와 재 연결 과정은 k-opt 알고리즘이 더 이상 Tour를 향상시킬 수 없을 때까지 계속된다. 즉, 가능한 모든 조합을 계산하는 대신 부분적 조합의 개선을 통해 최적 조합을 찾아가고자 하는 기법이다. 3-opt 알고리즘을 이용하는 경우 평균적으로 the Held-Karp bound(Held and Karp, 1970)보다 3%도 큰 Tour가 계산되는 것으로 알려져 있다. 하지만, 본 연구에서 고려하는 MD TSP의 경우 하나의 독립된 Tour내에서 삭제와 재연결을 하는 것만으로는 다른 여행 일에 방문하는 경우를 고려할 수 없다. 따라서 기존 k-opt 알고리즘과 같이 링크를 삭제하는 것이 아니라, 복수의 노드를 삭제한 뒤 이를 모든 여행일, 모든 순서에 삽입하여 가장 통행시간이 줄어드는 경우를 찾아내는 방법으로 Tour를 개선한다. 즉, 삭제된 노드는 통행시간이 감소할 수 있다면, 다른 여행일, 다른 위치로 이동할 수 있다.

(2) Node Reduction Algorithm for Constraints

계약 없이 MD TSP를 푼 뒤 제약이 만족되지 않는 경우에는 노드를 순차적으로 지우는 과정을 제약이 만족될 때까지 반복한다. 어떤 노드를 지워야하는가를 결정하는 기준은 해당 노드를 방문하는데 필요한 시간과 예산을 노드 방문시 얻는 효용과 비교하는 것이다. 식 (4)는 노드 s 를 방문하는데 필요한 추가시간에 대한 단위기대효용을 나타낸다.

$$u_{Ts}^E = \frac{U_s^E}{t_{n,s}^E + t_{s,n+1}^E - tn,n+1^E + T_s} \quad (4)$$

여기서,

u_{Ts}^E : 관광시설 s 를 방문할 때 단위 시간 당 기대 효용,

U_s^E : 관광시설 s 방문에 따른 효용,

t_{ns}^E : 노드 n 에서 s 까지의 예상 통행시간,

예산 제약 만족을 위한 노드 삭제 시 기준은 노드 방문을 위해 필요한 비용과 방문을 통해 얻는 예상 효용을 비교하는 것이다. 이는 식(5)의 단위기대효용을 통해 계량화된다.

$$u_{ms}^E = \frac{U_s^E}{C_s} \quad (5)$$

여기서,

u_{ms}^E : 관광시설 s 를 방문할 때 단위비용 당 기대 효용,

C_s : 관광시설 s 방문에 필요한 비용.

식(4)와 (5)를 이용해 가장 단위 시간이나 비용 당 효용이 작은 관광시설이 제약이 만족될 때 까지 제외된다. 노드 삭제 과정은 항상 모든 관광시설이 모두 포함된 경우부터 시작하며, 만약 반복적인 삭제를 통해 제약이 만족된 경우 현재 제외된 노드 중 제약을 만족시키면서 추가가 가능한 노드가 있는지를 확인한다. 만약, 그러한 경우가 있다면 방문 노드 집합에 추가하며, 그러한 노드가 하나 이상 존재하는 경우 가장 기대효용이 큰 노드를 추가한다.

4. Tour Simulator

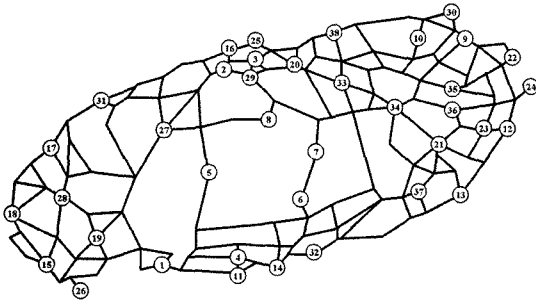
이상의 과정을 통해 각 개인 별 여행계획이 수립되면, 동적, 확률적 교통망을 통해 여행계획이 Simulation된다. Simulator는 계획된 여행일정에 따라 각 Agent들을 숙박지점에서 출발시켜 예정된 관광지를 순차적으로 방문하도록 한다. Agent들이 계획된 관광지에 도착하면 기 설정된 관광시간 까지는 관광지에 머물다 관광이 끝나면 다음 관광지로 출발한다. 각 관광지에서의 관광 순서는 First-In-First-Out 규칙을 이용하며, 1회 최대 관람인원을 설정하여 각 관광지간의 경로는 계층 1과 2의 경우 관광객의 예상 통행시간을 계층 3의 경우 실시간 통행시간을 이용해 최단 경로로 결정된다. 각 Agent들의 위치는 오전 9시부터 오후 6시까지 1분 간격으로 Simulation된다. 개발된 Simulator는 링크 통행시간, 여행시간, 시설 접근시간 등의 변화에 따른 시나리오 분석이 가능하다. 통행시간이 확률분포를 통해 예상 통행시간과는 다르게 얻어질 수 있기 때문에, 관광객은 계획한 방문지를 다 방문하지 못하고 돌아오거나 주어진 여행시간을 초과해 숙박 지점에 돌아올 수 있다. 이 경우 관광객의 만족도를 감소시켜 통행환경이 갖는 불확실성을 관광객들의 만족도에 반영할 수 있다.

V. 모형의 실험

1. 예제 교통망

개발된 모형의 성능 평가를 위해 <그림 2>와 같이 제주도 간선도로 교통망과 관광시설을 가상 자료와 함께 사용하였다. 교통망은 137개 노드와 434개 링크로 구성되어 있다.

숙박지점은 노드 1과 2로 한정하였으며, 각 지점에 50%의 관광객들이 각각 숙박하는 것으로 가정하였다. 총 39개의 관광시설을 가정하였으며, 각 관광시설은 10%~100%의 인지도를 갖는다. 노드 5, 6, 7, 8은 한 라산으로 접근하는 지점을 나타내는 것으로 동일한 종점을 갖는다. 따라서 네 노드 중 한 노드를 방문하는 경우 다른 노드는 방문해도 추가효용은 없는 것으로 가정한다. 각 관광시설이 갖는 속성은 인지도, 20대, 30대, 40대, 50대 이상으로 나뉘는 각 연령별로 정의되는 평균 만족도와 만족도 표준편차, 관람에 필요한 최소 시간, 소



〈그림 2〉 분석 대상지역

요비용, 그리고 Off-line을 통한 홍보여부이다.

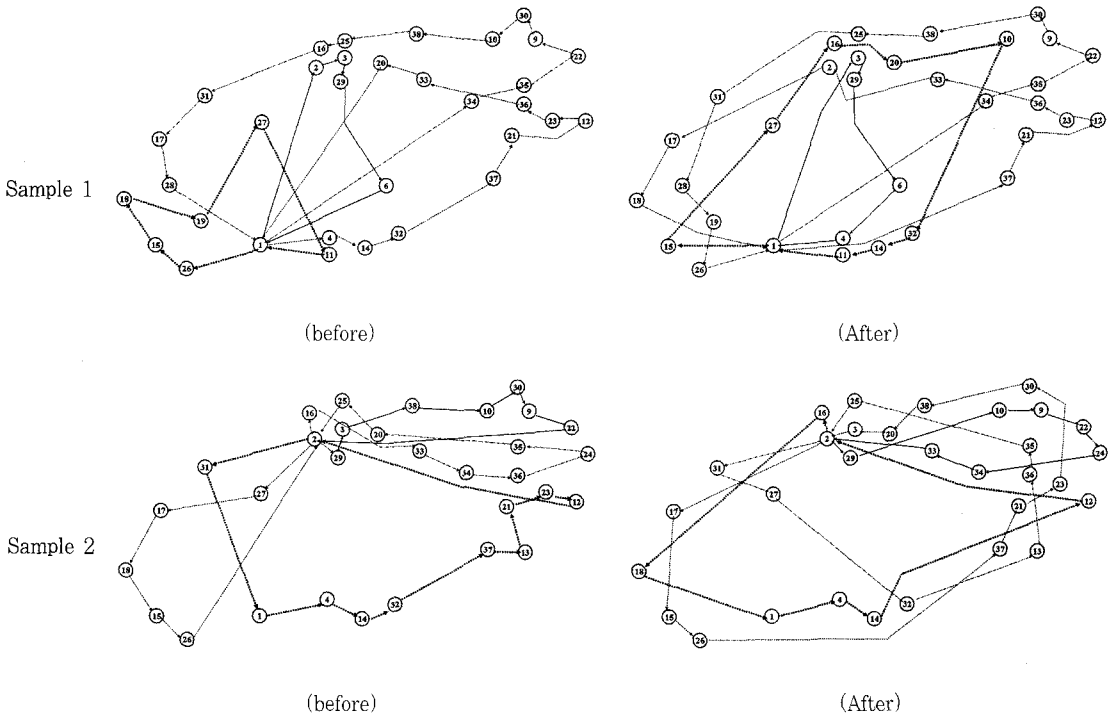
Simulation에서는 총 300명의 관광객들을 고려하였으며, 각 그룹 당 100명의 관광객들을 가정하였다. 관광객들의 연령 별 분포는 20대가 30%, 30대가 40%, 40대가 20%, 그리고 50대 이상이 10%이다. 여행기간의 경우 2일 체류가 30%, 3일 체류가 40%, 4일 체류가 30%로 가정하였다. 여행예산의 경우 여행기간이 2일인 경우 평균 10만원에 2만5천원의 표준편차를 갖는 정규분포를 통해 임의 발생시켰고, 3일인 경우 평균 20만원, 표준편차 6만원, 4일인 경우 평균 30만원, 표준편차 9만원으로 가정하였다. 최소 예산은

1일 2만원으로 제한하였다.

본 연구에서는 모든 형태의 관광정보는 관광객의 만족도 예측에 대한 분산을 감소시킨다고 가정하였다. 즉, 관광객은 시설을 방문한 뒤 연령대 별로 정의된 정규분포에서 임의 추출된 만족도를 얻게 되는데, 여행을 계획하는 시점에서 사전 정보만을 가지고 있다면 예측 만족도는 전 연령대에 대한 평균과 표준편차로 정의되는 분포를 통해 얻게 된다고 가정한다. 하지만, 관광객이 Off-line 정보를 이용하는 경우 기대 만족도를 위한 분포는 홍보가 된 시설에 한해 실제 연령별 분포의 표준편차를 25% 줄여 적용하고, 만약 On-line 여행정보를 이용하는 경우라면 표준편차를 50% 줄여 적용한다. Off-line 홍보를 실시하는 시설의 경우 계층 2에 대한 인지도를 30% 증가시킨다고 가정하였다.

2. MD TSP 알고리즘 성능 평가

본 연구에서는 관광객들이 Insertion 알고리즘에 의해 그들의 여행계획을 수립한다고 가정하고, 여행정보 시스템을 이용하는 경우에는 Modified k-opt 알고리즘을 이용해 개선된 여행계획을 제공받았다고 가정하였



〈그림 3〉 Modified k-opt 알고리즘에 의한 여행계획 개선

다. 본 연구에서 개발한 Modified k-opt 알고리즘의 평가를 위해 두 가지 경우에 대한 Insertion 알고리즘과 Modified k-opt 알고리즘의 계산결과를 <그림 3>에서 비교하였다. 알고리즘은 3-opt인 경우를 가정하였고, 계산 반복횟수는 최대 50회로 제한하였다.

<그림 3>을 보면 Sample 1과 2 모두 Modified k-opt 알고리즘 적용 전에는 각 여행일마다 관광지 전 지역의 절반 이상을 순회하는 긴 여행 일정이 계산되었으나, 알고리즘 적용 후에는 여행일별로 전 지역을 분할하여 순회하는 형태를 나타낸다. Sample 1의 경우 4일의 여행일정동안 북쪽의 관광지를 하루 동안 순회하고 나머지 지역을 서쪽, 중간지역, 동쪽으로 나누어 순회하였다. 이 경우 개선 전에는 관광지를 방문하기 위한 총 통행시간이 540분이었으나, 개선 후에는 427분으로 약 26.4%의 개선이 이루어졌다. Sample 2의 경우 전체 여행지역을 서쪽부터 동쪽으로 4개 권역으로 나누어 순회하는 것이 개선된 여행계획으로 계산되었고, 개선 전 646 분에서 알고리즘 적용 후 383 분만을 소비하여 동일한 노드집합을 방문할 수 있는 것으로 계산되어 40.7%의 큰 총 통행시간 개선이 이루어졌다. 주목할 점은 단순히 총 통행시간을 줄이는 것뿐만 아니라, 복수의 Tour를 이용해 전체 지역을 분할하는 경향이 명확히 확인된다는 점이다. 비록 2개의 sample을 분석하였으나 실험 결과에서 초기해에 큰 증속 없이 성공적인 공간 분할을 확인할 수 있다. 따라서 Modified k-opt 알고리즘은 초기 여행계획 개선능력이 있는 것으로 판단되었다

3. 여행정보 시스템의 효과 분석

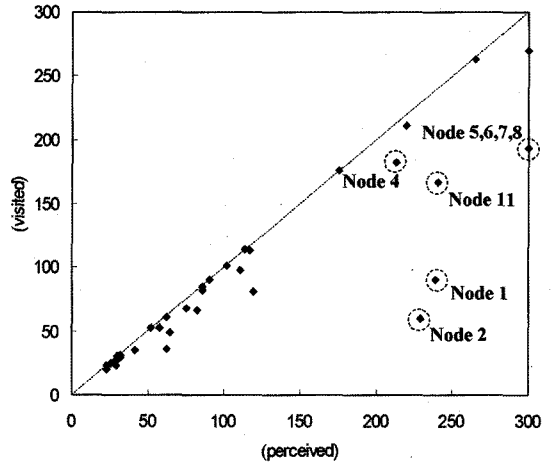
여행정보의 효과를 분석하기 위해 서로 다른 세 가지의 정보 시스템 이용 예를 <표 1>과 같이 가정하였다. 각 경우에 대해 관광객 그룹별로 서로 다른 이용자 숫자를 가정하였다. Case 2와 3에서 Off-line을 통한 홍보는 관광시설 14, 17, 18, 24, 29, 36에 대해 시행된다고 가정하였다.

<표 1> Test Scenarios

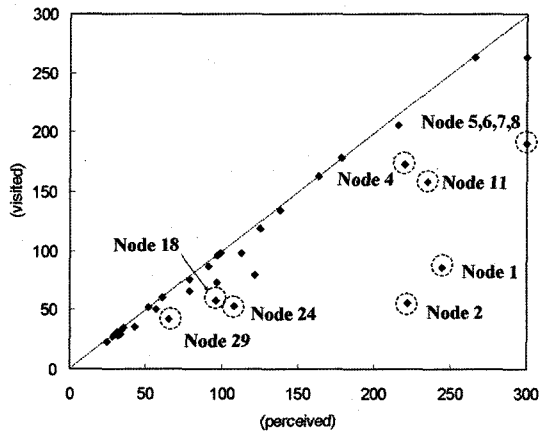
	Group 1 (사전 정보)	Group 2 (Off-line 정보)	Group 3 (On-line 정보 & 최적 여행계획 서비스)
Case 1	300(명)	0	0
Case 2	150	150	0
Case 3	100	100	100

1) Off-line을 통한 홍보 효과

<그림 4>는 Case 1과 Case 2의 인지 관광객 수와 방문 관광객 수의 비교를 보여준다. 이때, 1과 2의 경우 각각 150명의 관광객에게는 숙박지점이기 때문에 100% 인지되지만, 관광지로는 포함시키지 않았다. 따라서 타 지점에 비해 인지율은 높지만 방문자수는 낮았다. 노드 5, 6, 7, 8의 경우 동일한 관광지(한라산)이므로 하나의 지점으로 간주하였다. 따라서 인지율은 높지만 방문자수가 많지 않은 관광지들은, 지점(5, 6, 7, 8)을 포함해 노드 4와 11을 들 수 있다. Case 2에서도 노드 4와 11은 방문자수가 많지 않은 것으로 나타났는데, 이 두 지점의 지리적 위치가 가깝다는 사실은 이들이 위치한 지역이 관광객들의 주요 여행 경로에서



(a) Case 1



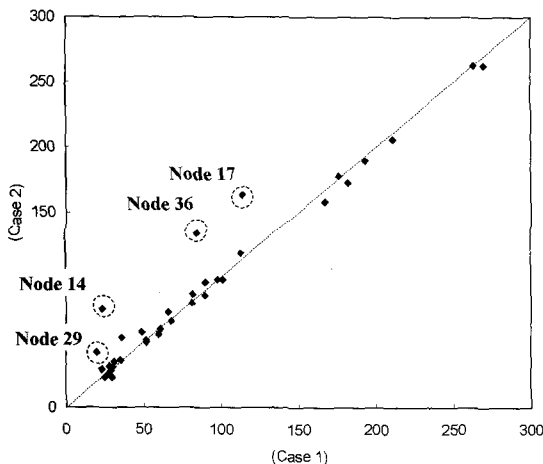
(b) Case 2

<그림 4> 각 지점 별 인지 관광객 수와 방문 관광객 수 비교

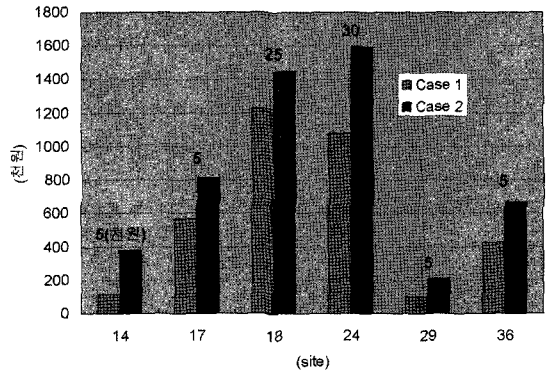
벗어나있음을 의미한다. 이 두 지점이 높은 인지율에도 많은 관광객들을 확보하지 못한 이유는 이 두 지점이 다른 지점들에 비해 상대적으로 높은 비용을 요구하기 때문으로 추정된다. 노드 4의 경우 소요시간 60분, 방문비용 2만원이며, 노드 11의 경우 60분에 3만원의 소요시간과 비용을 요구한다. 이는 전체 관광지의 평균 이용비용 13,290원에 비해 크게 높은 수준이다.

Case2의 경우 홍보가 된 모든 관광지에 대해 인지율을 일괄적으로 30% 높여주었기 때문에 홍보전 인지율에 따라 효과의 차이가 있을 수 있으나, 홍보되는 전 관광지에 걸쳐 균등한 인지율 상승이 발생하였다. 하지만, <그림 4>의(b)에서 보는 바와 같이 인지율의 증가가 실제 방문객들의 증가로 이어지지는 않았다. 관광지 18, 24의 경우 Case 1과 비교하였을 때 인지율은 상승하였으나, 실제 방문 관광객 수는 많이 증가하지 않아 좌표들의 위치가 Case 1에 비해 우측으로 편기하였음을 알 수 있다.

보다 자세한 분석을 위해 <그림 5>에서 Case 1과 Case 2간의 관광객 수를 비교하였다. 관광지 14, 17, 36의 경우 홍보 후 관광객 수가 현저히 증가하였고, 29의 경우도 45도 선상에서 상당히 상향 편기하였음을 확인할 수 있으나, 18과 24의 경우 방문자 수가 크게 증가하지 않았다. 관광지 18과 24 경우 소요비용이 각각 \$25와 \$30, 소요시간이 120과 300분으로 비용과 소요시간이 다른 관광지들에 비해 높은 것이 인지율 상승에도 불구하고 관광객들의 방문이 크게 늘지 않은 이유로 추측된다. Off-line홍보 후 수요 분석 결과, 홍보를 하지 않은 관광지의 경우 일부 관광객 수가 소폭 감



<그림 5> Off-line 홍보에 따른 방문자 수 증가



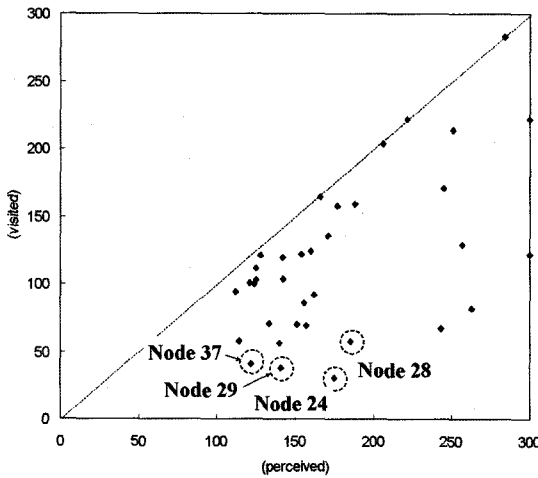
<그림 6> Off-line 홍보에 따른 시설별 수입증가

소하였으나, 그 크기는 미미한 것으로 나타났다. 따라서 현 시나리오에서 관광시설들 간의 경쟁은 심각하지 않은 것으로 나타났다.

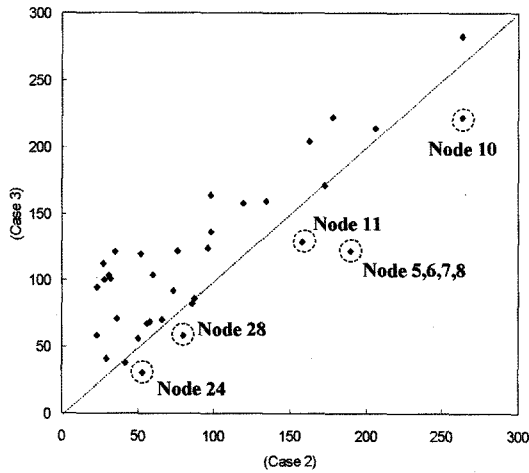
하지만 <그림 6>의 분석을 보면 홍보에 따른 실질적 효과라고 할 수 있는 수입의 경우 관광지 18과 24가 다른 관광지에 비해 그 증가 폭이 작지 않음을 알 수 있다. 특히, 관광지 24의 경우 수입을 비교하면 다른 관광지에 비해 훨씬 큰 증가폭을 보임을 알 수 있다. 이는 인지율 상승이 실제 방문으로 100% 이어지지 않더라도, 소요비용이 큰 관광지의 경우 작은 폭의 관광객 증가를 통해서도 홍보효과를 거둘 수 있음을 시사하는 것이다.

2) Online-여행정보 및 계획 최적화 서비스의 효과

여행정보 서비스에 가입한 관광객 100명의 경우 모든 관광지에 대한 정보를 제공 받으므로, Case 3에서는 모든 관광지들이 균일하게 100명씩의 최소 인지 관광객들을 확보하게 된다. Online-여행정보를 공급받는 관광객들의 경우 보다 효율적인 TSP 알고리즘 (Modified 3-opt)에 의한 여행계획을 제공받으므로, 관광지 전체로 보면 동일한 시간에 더 많은 관광지를 방문할 수 있어, 실질적인 관광수요 증가 효과를 기대할 수 있다. 하지만, 개별 관광지를 고려하면 관광객들이 더 많은 관광지들은 인식한다는 것은 영업환경이 보다 경쟁적이 됨을 의미한다. 즉, 정보 서비스 제공 전에는 관광객들이 방문할 관광지가 부족하기 때문에 불가피하게 방문했던 지점의 경우 보다 많은 관광지들을 인지하게 되면 더 이상 방문되지 않을 수 있다. 따라서 단위 시간 당, 단위 비용 당 기대만족도가 낮은 관광지의 경우 인지도가 높아지더라도 실제 방문 관광객 수는



〈그림 7〉 (Case 3) 인지/방문 관광객 수



〈그림 8〉 (Case2/Case3) 관광객 수

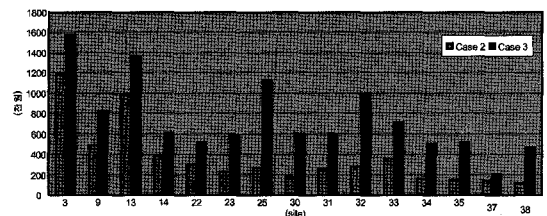
줄어들 수 있다.

실제로 〈그림 7〉을 보면 〈그림 4〉와 비교해 점들의 분포가 우측으로 이동 했음에도 불구하고 위쪽으로는 크게 증가하지 않음을 볼 수 있다. 특히 일부 관광지들은 인지율에 비해 방문 관광객 수가 크게 낮음을 알 수 있는데, 그 이유는 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 그 첫 번째 이유는 관광지 18(157/69)이나 24(175/31)처럼 방문비용이 높아서 인지가 방문으로 직접 연결되기 어렵기 때문이며, 두 번째 이유는 관광지 자체가 다른 관광지에 비해 경쟁력이 없어 방문 수요를 확보할 수 없기 때문이다. 이 중 첫 번째 경우는 소요시간에 따라 정보 제공에 따른 수요 변화가 다르게 나타날 수 있는데, 그 이유는 소요시간이 긴 경우 관광객들의 관광기간이 늘어나지

않는 상태에서 인지 관광지의 수가 늘어나면 상대적으로 여행계획에서 제외 될 가능성이 높아지기 때문이다. 이에 대한 분석은 〈그림 8〉에서 확인할 수 있다.

여행정보 이용자 계층 고려 후 관광객 수가 줄어든 관광지는(5, 6, 7, 8), 9, 11, 24, 그리고 28이다. 이 중(5, 6, 7, 8)과 24는 소요시간이 300분으로 길기 때문에 경쟁 관광지들이 많아지자 관광객 수가 줄어든 경우이며, 10, 11의 경우 소요비용이 2만5천원과 3만원으로 높아서 방문수요가 줄어든 것으로 판단된다. 특히, 관광지 10의 경우 아무런 홍보 없이도 인지도가 100%인 유명 관광지였기 때문에 다른 관광지의 인지도가 상승한다면, 추가 수요 유입이 없는 한 상대적으로 방문객 수는 줄어들 가능성이 높다. 이외에 관광지 28의 경우 관광객들의 관광패턴 변화와 자체적인 경쟁력 부족(평균 만족도가 각 연령대별로 1/1/3/4 10이 최고값)으로 방문 관광객 수가 줄어든 것으로 판단된다.

〈그림 9〉에서는 Case 2에 비해 Case 3에서 수입이 크게 증가한 관광지들의 수입증가를 제시하였다. 대부분의 경우 수입이 크게 증가한 관광지들은 평균 만족도는 일정 값 이상을 갖지만 인지율이 낮은 경우였다. 특히, 만족도가 크게 높지 않더라도 인지율이 높아지면 주변 주요 관광지를 방문할 때 연계 방문하는 관광객들이 증가하는 효과가 나타났다. 이에 따라, 정보제공을 통해 관광지의 인지를 높이는 경우 전체적으로 관광지들의 수입을 균등하게 증가시킬 수 있는 것으로 나타났는데, 예를 들면 Case 2의 경우 전체 관광지의 평균 수입은 130만6천원이었으나, 〈그림 9〉에 제시한 관광지들의 수입은 36만6천원에 불과하였다. 하지만, Case 3의 경우 전체 관광지의 평균 수입은 138만8천원인 반면, 〈그림 9〉의 관광지들은 74만7천원으로 크게 증가하였다. 마지막으로 각 Case의 총 관광수입을 보면 Case 1이 4천486만원, Case 2가 4천517만5천원, Case 3이 4천857만5천원으로 나타나 인지율과 관광수입은 고정 수요 내에서도 밀접한 관계가 있는 것



〈그림 9〉 Case 2에 비해 Case 3에서 수입이 30%이상 증가한 관광지

으로 분석되었다.

마지막으로 대한 관광객들의 만족도 평가를 위해 체제 기간별/여행 예산별 평균 만족도를 <표 2>에 제시하였다. 우선 여행 예산이 클수록 평균 만족도도 높아지는 경향이 있다. 하지만 여행예산이 25만 원 이상이면 더 이상 만족도 증가가 나타나지 않는다. 이는 분석 지역내에 예산이 더 있더라도 방문할 곳이 없음을 의미한다. 따라서 이러한 계층을 위한 고비용/고효용의 관광지의 추가제공이 필요할 것으로 판단된다. 체제 기간별 분석을 보면 25만 원 이상의 경우를 제외하면 체제 기간 증가에 따른 만족도 증가는 2일과 3일 간에는 큰 차이가 없다. 단, 4일의 경우 만족도 증가가 나타나는데, 체제 기간이 긴 관광객들이 소요시간이 크고 만족도가 높은 관광지를 이용할 수 있기 때문이다. 단, 이러한 경향은 명확하지 않다. 따라서 체제기간이 증가하더라도 여행예산이 증가하지 않으면 관광객의 만족도는 증가하지 않는다고 결론내릴 수 있고, 이는 분석 지역내에 낮은 비용으로 방문할 수 있는 만족도 높은 관광지가 충분하지 않음을 의미한다.

마지막으로 각 정보 계층별 만족도를 보면 계층 1의 경우 평균 기대 만족도와 경험만족도는 각각(62.3/59.7), 계층 2의 경우(65.3/61.3), 계층 3의 경우(93.9/92.7)이었다. 따라서 Off-line 홍보의 경우 그 효과가 크지 않았지만, On-line 여행정보의 경우 큰 효과를 보였다. 이는 관광지 인식율의 증가가 큰 영향을 미친것으로 분석된다. 예상 만족도와 경험 만족도간의 차이도 계층 3의 경우가 가장 작았는데, 이는 정보서비스 이용에 따라 관광지의 예상 만족도 계산 시 분산을 줄여 주었기 때문이다. 만약, 실제 조사를 통해 위와 같은 추세가 나타난다면 관광지에 대한 정확하고 상세한 정보제공이 예상만족도와 경험만족도간의 편차를 줄일 수 있음을 의미하는 것이며, 이는 궁극적으로는 전체 지역에 대한 긍정적인 feed-back, 즉 관광지 재방문으로 이어질 수 있음을 의미하는 것이다.

V. 결론

<표 2> 관광객의 체제기간/여행예산 별 평균 만족도 (단위:만원)

	~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~
2 days	25.5	44.5	58.6	69.3	0	0	0
3 days	0	39.2	58.5	67.1	80.5	80.3	86.6
4 days	0	42.6	65.3	68.8	82.2	95.2	90.5

본 연구에서는 유비쿼터스 정보환경 하에서 여행정보시스템의 효과를 평가할 수 있는 Agent-based simulation model을 개발하였다. 본 연구에서는 관광객들의 여행계획문제를 Prize-Collecting Multiple-Day Traveling Salesman Problem(PC MD TSP)로 정의하였으며, 관광객들이 여행일정을 계획하는 과정을 Insertion algorithm이라는 Heuristic 알고리즘을 통해 묘사하였다. 또, 여행정보 시스템을 이용하는 관광객들의 일정은 TSP문제를 푸는 일반적인 Heuristic 알고리즘 중 하나인 K-opt algorithm을 이용해 계산하였다. 본 연구의 분석 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 1) 제시된 문제에 대한 경험적 해법인 Modified k-opt algorithm은 Tour 개선효과가 있는 것으로 밝혀졌다.
- 2) Off-line을 통한 홍보의 경우 인지율 증가를 통해 방문 관광객 수를 증가시킬 가능성이 높으나, 관광에 필요한 시간이나 비용에 따라 그 효과는 영향을 받을 수 있다. 하지만 수입측면에서는 Off-line 홍보에 의한 증가효과가 있는 것으로 판단된다.
- 3) On-line을 통한 여행정보 서비스를 실시하는 경우 일부 관광지에서는 방문 관광객 수가 감소하는 것으로 나타났다. 이는 의사결정을 지원하는 정보의 양이 증가하는 경우, 선택의 대상이 되는 관광지 관점에서는 영업환경이 보다 경쟁적이 되기 때문이다.
- 4) On-line 정보서비스에 따른 인지율 상승의 효과가 큰 관광지들은 기존에 인지율은 낮았으나, 만족도 수준이 높은 관광지들이므로 나타났다. 이는 정보보급이 이용자에게는 올바른 선택을 유도할 수 있음을 보여주는 것이다.
- 5) 관광지 인지율과 전체 방문자 수는 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났으며, On-line 정보서비스에 따른 전체 관광지의 인지율 상승은 관광수입을 증가시킬 것이라 예측되었다.

6) 여행일정과 소득별 만족도를 분석하여, 어떠한 관광지가 개발되어야 현재 관광객 수요패턴하에서 관광수입이 증가되고 관광객들의 만족도가 높아지는지를 예측하였다. 이는 본 연구에서 개발된 모형을 통한 다양한 정책 분석 가능성을 보여준 것이다.

마지막으로 본 연구의 한계이자 향후연구를 통해 보완되어야 할 사항들은 다음과 같다.

- 1) 실제 조사된 자료를 통해 정보를 이용하지 않는

관광객들의 여행계획 수립행태를 살펴보고, 현재 개발된 모형을 평가하는 과정이 필요하다.

2) 현재 단일 값으로 설정된 관광지의 만족도를 복수의 구체적 속성, 즉 접근성, 경관, 이용 편의성 등으로 세분화하고, 관광지의 선호도에 각 속성이 미치는 위계적 영향을 실제 조사를 통해 확인할 필요가 있다. 이러한 조사 분석을 통해 Non-compensatory model을 구축하고 이를 기존의 Compensatory model(예를 들어 선형 효용함수를 이용한 Logit model)과 비교할 수 있다.

3) 실제 적용 가능한 구체적인 여행정보 형태를 시장 조사를 통해 개발하고, 이러한 구체적 정보형태를 관광객의 의사결정 과정에서 포함시킬 수 있는 정밀한 행태모형의 개발이 필요하다.

참고문헌

- 배영석·김대웅(1990), 개별 로짓 모형을 이용한 비취업자의 1일 통행행태에 관한 연구, 대한교통학회지, 제8권 제1호, 대한교통학회, pp.89~102.
- 배영석(1996), 개별행태모형을 이용한 통근인구의 교통행동분석에 관한 연구, 대한교통학회지, 제14권 제4호, 대한교통학회, pp.31~48.
- 신동호(1993), 교통수단 선택행태 분석을 위한 태도모형의 적용 및 평가, 대한교통학회지, 제11권 제2호, 대한교통학회, pp.5~26.
- 윤대식(1997), 통근통행자의 통행패턴 선택행태의 분석, 대한교통학회지, 제15권 제4호, 대한교통학회, pp.35~51
- 이종규(2001), 서울시 권역별 관광개발계획 연구, 서울시정개발연구원.
- 조광익(1999), 관광수요 예측 및 경제적 파급효과 분석, 한국관광연구원.
- 전효재(2003), 국제관광 수요예측, 한국문화관광정책연구원.
- Arentze, T. A., H. J. P. Timmermans(2004) A learning-based transportation oriented simulation model, Transportation Research part b. vol. 38B. pp.613~633.
- Balas, E.(1989), The Prize Collecting Traveling Salesman Problem, Networks 19, pp.621~636.
- Balmer, M., K. Axhausen, K. Nagel(2006), An agent-based demand-modeling framework for large scale micro-simulations, Transportation Research Board Meeting at Washington D.C.
- Bhat, C.R., J. Y. Guo, S. Srinivasan, and A. Sivakumar(2004), Comprehensive econometric microsimulator for daily activity-travel patterns, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 1894, pp.57~66.
- Bienstock, D., M. X. Goemans, D. Simchi-Levi, and D. Williamson(1993), A note on the prize collecting traveling salesman problem. Mathematical Programming, 59:413-420.
- Blum, S. Chawla, D. Karger, T. Lane, A. Meyerson, and M. Minkoff(2003), Approximation algorithms for orienteering and discounted-reward tsp. In Proceedings of the 44th Foundations of Computer Science.
- Bowman, J.L. and Ben-Akiva, M.E.(2003), Activity based disaggregate travel demand model system with activity schedules, Transportation Research 35A, pp.1~28.
- Held, M. and R. M. Karp(1970), The travelling salesman problem and minimum spanning trees. Oper. Res. 18, pp.1138~1162.
- Horowitz, J.(1980), A utility maximizing model of the demand for multi-destination non-work travel, Transportation Research part b. vol. 14B. pp.369~386.
- Kim H., J. Oh, R. Jayakrishinan(2005), Relaxing the user equilibrium assumptions and its effects on traffic pattern and network behavior, Transportation Research Board Meeting at Washington D.C.
- Kim H., J. Oh, R. Jayakrishinan(2006), Activity Chaining Model Incorporating Time Use Problem and Its Application to Network Demand Analysis, accepted for Transportation Research Record.
- Kitamura R.(1984), Incorporating trip chaining into analysis of destination choice, Transportation Research part b. vol. 18B. pp.67~81.
- Kitamura R.(1988), An evaluation of activity-

- based travel analysis, *Transportation*, 15, 9-34.
21. Kitamura R., E. I. Pas, C. V. Lula, T. K. Lawton, Benson, P. E.(1996), The sequenced activity mobility simulator(SAMS) : an integrated approach to modeling transportation, land use and air quality, *Transportation*, 23, pp.267~291.
 22. Nakayama, S. and R. Kitamura(2000), A Route Choice Model with Inductive Learning, *Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board*, No. 1725, pp.63~70.
 23. Pendyala, R. M., R. Kitamura and D. V. G. P. Reddy(1998), Application of an activity-based travel demand model incorporating a rule-based algorithm, *Environment and Planning B*, 25, pp.753~772.
 24. Recker W. W., T. F. Golob(1979), A non-compensatory model of Transportation behavior based on sequential consideration of attributes, *Transportation Research part b*. vol. 13B. pp.269~280.
 25. Recker W. W., M. G. McNally, G. S. Root(1986a), A model of complex travel behavior : Part I-Theoretical development, *Transportation Research part a*. vol. 20A. pp.307~318.
 26. Recker W. W., M. G. McNally, G. S. Root(1986b), A model of complex travel behavior : Part II-Operational model, *Transportation Research part a*. vol. 20A. pp.319~330.
 27. Recker W. W.(1995), The household activity pattern problem: general formulation and solution, *Transportation Research part b*. vol. 29B. pp.61~77.
 28. MATSIM, Multi Agent Traffic SIMulation, The SIM group, <http://www.matsim.org>, Accessed July 2006.
 29. TRANSIM, TRansportation ANalysis and SIMulation System, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM., <http://transimtsa.lanl.gov>, Accessed July 2006.
 30. <http://lcm.csa.iisc.ernet.in/dsa/dsa.html>
 31. http://en.wikipedia.org/wiki/Traveling_salesman_problem
 32. http://www.densis.fee.unicamp.br/~moscato/TSPBIB_home.html

- ✉ 주 작성자 : 김현명
- ✉ 교신저자 : 김현명
- ✉ 논문투고일 : 2006. 7. 11
- ✉ 논문심사일 : 2006. 8. 18 (1차)
2006. 9. 7 (2차)
- ✉ 심사판정일 : 2006. 9. 7
- ✉ 반론접수기한 : 2007. 2. 28