

TSP 알고리즘을 이용한 관광노선 안내 시스템 개발

정영아* · 구자용**

The Development of a Tour Route Guidance System Using a Traveling Salesman Problem Algorithm

Young-A, Jung* · Cha Yong, Ku**

요 약

시스템은 관광정보를 효과적으로 제공하여, 관광자의 관광만족도를 향상시키는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서는 지리정보시스템을 이용하여 개별 관광자들의 여행 계획 수립을 돕는 관광안내 시스템을 개발하였다. 관광노선을 네트워크로 검색하고 분석하는 관광노선 안내 시스템을 개발하였다. 다수의 경유지를 최소 거리시간에 방문할 수 있는 TSP (Traveling salesman problem)을 네트워크 분석에 적용하였고, ArcGIS 8.3의 ArcObject 환경에서 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템을 제주시의 자료에 적용하여 그 효용성을 평가하였다. 본 연구에서 개발한 관광노선 안내 시스템은 다음과 같은 점에서 의미가 있다. 첫째, 개발된 시스템은 제한된 시간 내에 무엇을 볼 것인가라는 관광지 선택문제를 해결해준다. 둘째, 효율적 시간관리와 일정관리에 도움을 준다. 셋째, 낯선 장소에서의 활동에 대한 불안감을 낮추어 심리적 안정을 도모한다. 넷째, 그래픽적 표현 익숙한 관광자들에게 공간정보를 효과적으로 습득할 수 있도록 돕는다.

주요어 : 관광지리정보시스템, TSP 알고리즘, 네트워크 분석

ABSTRACT : This study focused on offering a helpful information for the touring. To develop a tour route guidance tool, it is needed to use a GIS function, which can suggest a possible shortest path based on time and distance. A Traveling salesman problem algorithm, which was developed to solve multi destination problem in network analysis, was used to

* 지노시스템 GIS 사업부

** 상명대학교 사회과학부 지리학과 조교수

implement a tour guidance system. This system was developed using ArcObjects programming components within ArcGIS 8.3. Jeju city was selected for the case study to apply the tool and to test the effectiveness of it. This study demonstrated that this tool was considerably effective for finding a probable optimum tour path in the following aspects. First, it can help tourists to select several attractions from numerous tour sites in an area given limited time. Second, tourist can manage time efficiently by organizing their tour courses on the basis of the tool. Third, tourists can reduce the uncertainties that may happen under unexpected situations in unfamiliar places by obtaining specific spatial information using the tool. Fourth, the Graphic User Interface of the tool can be easily used to obtain visual information of spatial data.

Keyword : Tourism Geographic Information System, Traveling Salesman Problem Algorithm, Network Analysis

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

정보산업의 발달과 정보의 전달 및 처리에 관한 기술혁신이 이루어지면서 현대 사회는 서비스와 정보지식에 보다 큰 가치를 부여하는 정보화 사회로 변화하고 있다. 많은 정보들 중에서 이용목적에 맞는 정보를 검색·추출하여 종합적인 문제 해결에 적용할 수 있도록 하는 효율적인 정보시스템(Information Systems) 구축에 관한 논의가 활발하게 진행되고 있다. 이러한 IT(Information Technology)분야의 기술 발전은 관광 분야에도 많은 변화를 가져왔다. 정보기술이 관광분야에 적용되면서, 관광객은 필요할 때 관광관련 정보들을 보다 신속하고 편리하게 획득할 수 있게 되었으며 정보 제공자는 그들의 전략적 의사결정에 있어 인구지리학적 경계마저 초월하게 되었다.

개인적 욕구충족에 보다 의미를 두는 현대 관광객들은 점차 ‘스스로 계획을 짜고 체험 하는’ 여행을 선호하고 있다. 따라서 관광정보 제공에 있어 개별 계획여행을 효율적으로 수행할 수 있도록 돕는 여행시간 비용에 대한 정보와 낯선 공간에서의 구체적 활동을 도울 수 있는 지도 기반의 공간정보 제공이 절실히 요구되고 있다. 이 같은 요구는 일정 지역의 제반 공간요소에 대한 속성정보와 공간정보를 지리적 공간위치에 맞추어 일정한 형태로 수치화하여 저장하고, 그 정보를 사용목적에 따라 관리·처리·분석하여 필요한 결과를 출력할 수 있도록 하는 지리정보시스템(GIS)을 기반으로 한 공간정보 제공을 통해 만족될 수 있다.

본 연구에서는 관광객의 관광만족도를 향상시키는 관광정보 제공에 관심을 가지고, 지리정보시스템을 이용하여 개별 관광객들의 여행계획 수립을 돕는 의사결정 지원도구를 개발하고자 한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 관광노선을 네트워크

크로 검색하고 분석하는 관광노선 탐색기능을 설계하고자 한다. 다수의 경유지를 최소 거리시간에 방문할 수 있는 TSP (Traveling salesman problem)을 네트워크 분석에 적용하여 다수 경유지 간의 최적경로를 검색하면서 지도 상에 직접 결과 노선과 소요시간에 대한 비용정보를 보여주는 기능을 구현하고자 한다.

이러한 과정을 통하여 관광자에게 최소 시간에 원하는 관광지들을 경유할 수 있도록 도와 효율적 계획여행을 수행토록 함으로써 궁극적으로 관광의 만족도를 높이고 결과적으로 관광의 생산성을 향상시키는데 도모하고자 한다.

1.2 연구내용 및 방법

본 연구는 기존의 지식전달이나 홍보 목적의 관광정보 제공 형식에서 벗어나 관광자의 개별 욕구에 따라 계획여행을 수행할 수 있도록 돕는 의사결정지원 도구를 개발하는 것에 목적을 두었다. 개발된 도구는 관광자들이 방문하기를 원하는 다수의 경유지에 대해 최소 거리시간을 기반으로 '최적 관광 노선'을 제시하고 더불어 '노선 간의 거리시간과 총 여행시간비용' 정보를 제공하는 기능을 수행하고 있다.

도구의 핵심 기능인 최적노선 탐색을 수행하기 위하여 네트워크 데이터 구축과 기존 최단거리 알고리즘을 응용한 최적노선 도출에 비중을 두고 진행하였다. Traveling Salesman Problem 알고리즘을 ArcGIS 8.3 ArcObject의 개발환경에서 구현하였다. 구현된 최적노선 안내 시스템

은 국립지리원에서 제공하는 1:25000 수치지도 데이터를 기초로 구축된 제주시의 관광안내시스템에 적용하였다.

1.3 관광지리정보시스템의 현황

관광지리 정보시스템(Tourism-Geographic Information Systems)이란, 관광정보 시스템에 지도학적 분석 뿐만 아니라 통계적 분석까지도 수행하며, 자료의 입력·저장·분석·결과의 표현방식에 이르기까지의 정보처리체계를 통합한 지리정보시스템을 도입한 진보된 형태의 정보시스템을 말한다.

현재 우리나라에서는 16개 광역시도에서 관광 홈페이지를 통해 T-GIS를 제공하고 있다. 현재 우리나라 기관의 T-GIS 구현향과 GIS 기술 활용수준은 <표 1>과 같다.

16개의 광역 시도에서 운영하고 있는 관광홈페이지 중 서울시와 인천광역시, 대전광역시의 세 곳을 제외하고는 관광홈페이지 내에서 전자 지도를 제공하고 있다. GIS의 활용수준은 목적지 위치정보 제공과 출발지와 도착지에 대한 노선정보 제공으로 분류할 수 있다. 모든 전자지도는 GIS를 이용한 위치검색 서비스를 제공하고 있었으며 검색된 결과의 이용을 돕기 위해 지도검색 도구인 확대·축소·이동·거리재기 등의 도구를 갖추고 있다. 이 중 경기도, 경상북도, 전라북도, 전라남도의 경우 관광목적지 간 최단경로 탐색 서비스 도구를 제공하고 있다. 그러나 전라북도와 전라남도의 경우에는 기능도 구만 마련해 두었을 뿐 최단노선 검색 결과를 출력하지는 못하고 있다.

<표 1> 국내 광역시도의 T-GIS 서비스 현황

시/도명	서비스 유무	홈페이지내 관광 정보와 연계여부	GIS 응용수준	서비스 현황
서울특별시	무	-	-	상세한 이미지맵 제공으로 위치 검색만을 목적으로 할 경우에는 효과적임.
부산광역시	유	○	위치검색	명칭·분류별 목적지 위치검색
대구광역시	유	×	위치검색	명칭·분류별 위치검색, 반경검색
광주광역시	유	○	위치검색	명칭·분류별 목적지 위치검색
인천광역시	무	-	-	-
대전광역시	무	-	-	-
울산광역시	유	○	위치검색	명칭·분류별 위치검색
경기도	유	○	위치검색, 최단거리검색	명칭·분류별 목적지 위치검색, 최단거리 검색
강원도	유	×	위치검색	명칭·분류별 목적지 위치검색
경상북도	유	○	위치검색, 최단거리검색	명칭·분류별 검색, 반경검색, 최단거리 검색,맞춤여행검색.
경상남도	유	○	위치검색	명칭·분류별 검색, 반경검색
전라북도	유	○	위치검색, 최단거리검색	명칭·분류별 검색, 반경검색, 최단거리검색, 맞춤여행검색.
전라남도	유	×	위치검색, 최단거리검색	명칭·분류별 검색, 최단거리 검색.
충청북도	유	○	위치검색	명칭·분류별 검색, 반경검색
충청남도	유	○	위치검색	명칭·분류별 검색
제주시	유	○	위치검색	"

이들 관광지리정보의 현황을 파악한 결과, 각 지방자치단체의 정보화 수준이 과거에 비해 상당부분 향상되었음을 알 수 있다. 그러나 전자 지도를 활용한 효과적 공간정보 제공에 있어 문제점 및 한계를 드러내고 있다. 특히 단순한 관광정보의 나열에만 그치고 있으며, 실제 관광여행자가 원하는 노선이나 시간에 대한 정보는 많이 제공하고 있지 못하고 있다.

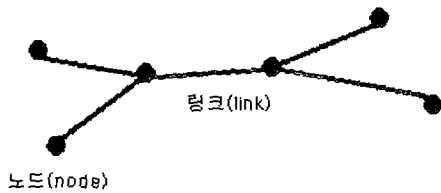
2. GIS의 네트워크 분석과 TSP 알고리즘

2.1 GIS의 네트워크 개념과 구조

네트워크란 일정한 패턴을 갖춘 선들이 상호 연결되어 망을 이루고 있는 형태를 의미한다. 실제로 사람들의 이동, 상품과

서비스의 운반, 정보의 교환, 에너지의 흐름 등의 일들이 이것을 통해 일어난다.

기본적으로 네트워크는 노드(node)와 링크(link)의 두 가지 요소로 이루어진다 ([그림 1]).



[그림 1] Network의 구성

자료 : ESRI, 2003, Modeling Our World, ESRI, p.128.

여기서 링크(link)는 네트워크 분석에서 의미를 가지고 있는 두 개의 점 사상(node)을 잇는 선사상을 말하며 그 예로 도로·수도관·수계 등이 있다. 노드는 링크에 의해 연결된 교차점을 말하며 예로는 도로 상에서의 교차점·수도관을 이어주는 수도밸브관·수계에서의 합류점 등이 있다.

ArcGIS 8.3은 실세계 네트워크 분석을 위해 자원의 이동을 컴퓨터로 추적·검색·분석 하도록 하는 특별한 유형의 데이터 모델을 제공 하고 있다. 사상간에 위상관계를 가지는 네트워크데이터 모델이 그것이다.¹⁾ 네트워크데이터 모델을 생성하기 위해서는 ArcCatalog상에서 별도의 도구를 이용하여 위상관계 형성과정을 거쳐야 한다. 본 연구에 이용된 ArcGIS의

GDB(GeoDataBase) 파일포맷의 네트워크데이터 형성과정을 구체적으로 살펴 보면 다음과 같다([그림 2]).

GDB에서 네트워크 기능은 Geometric network와 Logical network의 구성 요소 간의 연계에 의해 수행된다. 각 네트워크는 모두 노드와 링크로 구성되어 있으며 이 중 Geometric network의 구성요소는 지리적 위치좌표값을 저장 하고 있다. 지리적 위치좌표값은 실제 네트워크 분석 시 필수적으로 수반 되어야 정보이다. 따라서 이러한 정보를 포함하고 있는 Geometric network의 구성요소는 network feature라 정의한다. 반면 Logical network의 구성요소는 지리적 위치좌표값 없이 단지 일정속성에 따른 network feature 간의 연결 정보를 저장하고 있다. 따라서 Logical network에서의 구성요소는 단순히 element라 정의한다. Logical network의 element들은 네트워크 분석에 직접 참여할 수는 없으나 network feature간의 관계 정보를 가지고 있어 network feature에 이동과 삭제와 같은 편집이 일어나면 자동으로 관계정보를 업데이트 하여 네트워크의 무결성을 유지하는 기능을 수행한다. 이것은 Geometric network내에서 내부적으로 수행되므로 프로그램을 통해 가시적으로 확인할 수는 없다. 이상의 원리로 network features간의 위상관계를 가지는 네트워크데이터가 형성되면 각 링크에 부여된 수치데이터값을 기반으로 네트워크 분석을 수행 할 수 있다.

1) 위상관계란 공간의 속성과 관계를 결정하는 수학적인 개념이다.이것은 arc의 길이, 방향, 폴리곤의 영역정의 arc의 연계성(connectivity), 폴리곤의 인접성(adjacency, contiguity) 등의 정의를 통해 구조화 된다. 위상관계의 정의에 있어서 공간속성을 다루기 위해서 공간관계를 이용한다.

GIS를 이용한 네트워크 분석을 위하여 다양한 알고리즘들이 개발되어 왔다. 대표적인 알고리즘이 최단경로 알고리즘이다. 출발지로부터 도착지사이의 가능한 모든 경로는 조사하고 최소비용을 가진 경로는 선택하는 알고리즘이다. 지금까지 개발된 최단경로 알고리즘 중에서 대표적인 알고리즘으로는 E. F. Moore의 알고리즘, Dijkstra의 알고리즘, Floyd와 Warshall 알고리즘 등이 있다. 이 중에서 Dijkstra 알고리즘은 하나의 출발지로부터 여러 목적지로의 최단경로는 찾는 알고리즘으로, 가장 효과적인 알고리즘으로 인정받고 있다. 이들 알고리즘은 출발지와 목적지간의 최단경로만을 찾아내는 것으로, 목적지가 다수일 경우 어느 목적지를 우선적으로 방문할 것인가에 대한 문제는 해결할 수 없다. 이러한 문제는 Travelling salesman problem으로 해결이 가능하다.

2.2 Traveling salesman problem

Traveling Salesman Problem(이하 TSP)는 지난 반세기에 걸쳐서 집중적으로 연구되어 온 수학적 문제해결 주제중의 하나이

다. TSP 문제는 1800년대 수학자 Hamilton과 Kirkman에 의해 처음 제기되었으며, 지금도 미국의 프린스턴 대학 수학과를 중심으로 활발히 연구되고 있는 주제이다²⁾. TSP를 간략하게 표현하면 다음과 같다.

TSP는 본사가 있는 도시에서 출발하여 다른 도시들을 특정한 순서 없이 순회 방문하고 돌아와야만 하는 외판원이 당면하는 상황에서 그 명칭이 유래되었다. 외판원은 모든 도시들을 한번만 방문하면서 전체의 이동시간은 최소화하기를 원한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 외판원이 방문하여야 할 모든 경로의 비용거리를 구하고, 총 비용거리가 최소화가 되는 경로를 선택하여야 한다. TSP의 문제는 개념적으로는 쉽게 표현되지만 수학적으로 표현하기는 매우 어렵다. 예를들어 20개 도시들을 방문하여야 할 경우, 500,000가지 이상의 경우의 수를 고려하여야 하며, 50개 도시의 경우에는 경우의 수가 500조를 넘게 된다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 알고리즘은 매우 어려운 수학적 과제이며, 지금도 이의 해결을 위한 효과적인 알고리즘이 개발되고 있다. TSP는 다양한 분야에 응용될 수 있

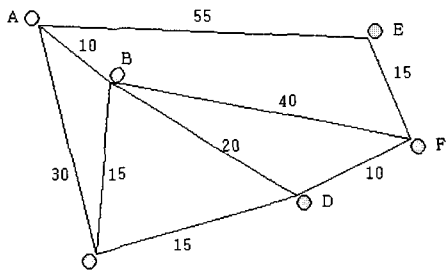
The Traveling Salesman Problem
1. n 개의 노드가 있다. 2. i 노드로부터 j 노드까지의 이동을 위해서는 C_{ij} 만큼의 단위비용(시간 또는 거리)이 필요하다. 목 표 : 모든 노드들을 단 한번만 방문하고 출발점으로 돌아오는 경로를 구성한다. 이때 방문에 필요 총 비용(시간 또는 거리)를 최소화하여야 한다.

2) <http://www.math.princeton.edu/tsp> 참조

다. 예를들면 통학 버스의 운행노선 설계, 순회공사계획, 폭격기의 출격노선 등을 들 수 있다. 이러한 알고리즘을 관광분야에 적용한다면 효과적인 관광노선 설계에 이용할 수 있다.

2.3 TSP 알고리즘

TSP 알고리즘은 다수의 경유 목적지를 거칠 때 총 비용거리가 최소화가 되는 경로를 선정하는 알고리즘이다. TSP의 해결을 위한 다양한 알고리즘이 개발되어 왔다. 그중에서 네트워크의 그래프 이론을 이용한 알고리즘이 GIS 분야에서 이용되고 있다. 여기에서는 하나의 출발지점과 다수의 경유지, 각 노드쌍 사이의 장애요소값 (impediment) 을 산정하여 이용한다. 네트워크에 참여된 노드간 장애요소값을 계산하여 총 장애요소값을 최소로 하는 노선을 찾아내는 것이다. 다음의 [그림 3]의 네트워크를 예들들어 TSP 알고리즘을 수행하여 해결하는 과정은 다음과 같다.³⁾



[그림 3] TSP 네트워크의 예

자료 : Chou, Yue-hong, 1997, *Exploring Spatial Analysis in Geographic Information System*, OnWord Press, p.236.

제1단계로 각 지점간의 비용 매트릭스

를 구성한다. 비용 매트릭스는 각 노드간의 직접 이동비용을 행렬의 형태로 표현한 것이다. 이때 두 노드간에 경로가 직접 연결되어 있지 않으면 무한대의 값으로 이동비용을 부여한다. 표2는 그림3의 비용거리를 매트릭스로 표현한 예이다.

<표 2> 지점간 비용 매트릭스 산출

		출발 Node					
		A	B	C	D	E	F
목적 Node	A	-	10	30	-	55	-
	B	10	-	15	20	-	40
	C	30	15	-	15	-	-
	D	-	20	15	-	-	10
	E	55	-	-	-	-	15
	F	-	40	-	10	15	-

제2단계로 각 경로마다 장애요소값을 계산하고 최대 장애요소값을 가지는 경로는 최소비용 경로로 선택한다. 구체적으로는 다음의 과정을 반복한다. 첫째, 각 열(row)의 최소값을 추출하고 각 링크값에서 즉, 매트릭스의 각 셀값에서 해당 열의 최소값을 뺀다. 둘째, 각 행(column)의 최소값을 추출하고 각 링크값에서 해당 행의 최소값을 뺀다. 셋째, 0의 값을 가지는 셀의 해당 열과 행에서 자기 자신을 제외한 나머지 중 최소값을 추출한다. 넷째, 해당 행·열에서 최소값으로 추출된 셀의 값을 더하여 0값을 가지고 있는 셀에 장애 요소값(impediment)으로 할당한다. 다섯째, 가장 큰 장애요소값을 가지는 셀의 노선을 최소비용경로를 구성하는 경로로 선택한다.

제3단계로 비용 매트릭스를 새롭게 구성

3) Chou, Yue-hong, 1997, *Exploring Spatial Analysis in Geographic Information System*, OnWord Press, pp.236-248.

하고 모든 경로가 선택될 때까지 제1단계부터 반복한다. 최소 비용경로로 선택된 노선의 해당 열과 행을 삭제하고 각 지점간의 비용 매트릭스를 새롭게 구성한다. 새로이 구성된 매트릭스를 이용하여 다시 첫경유지 간 최소 거리값 추출절차를 반복한다.

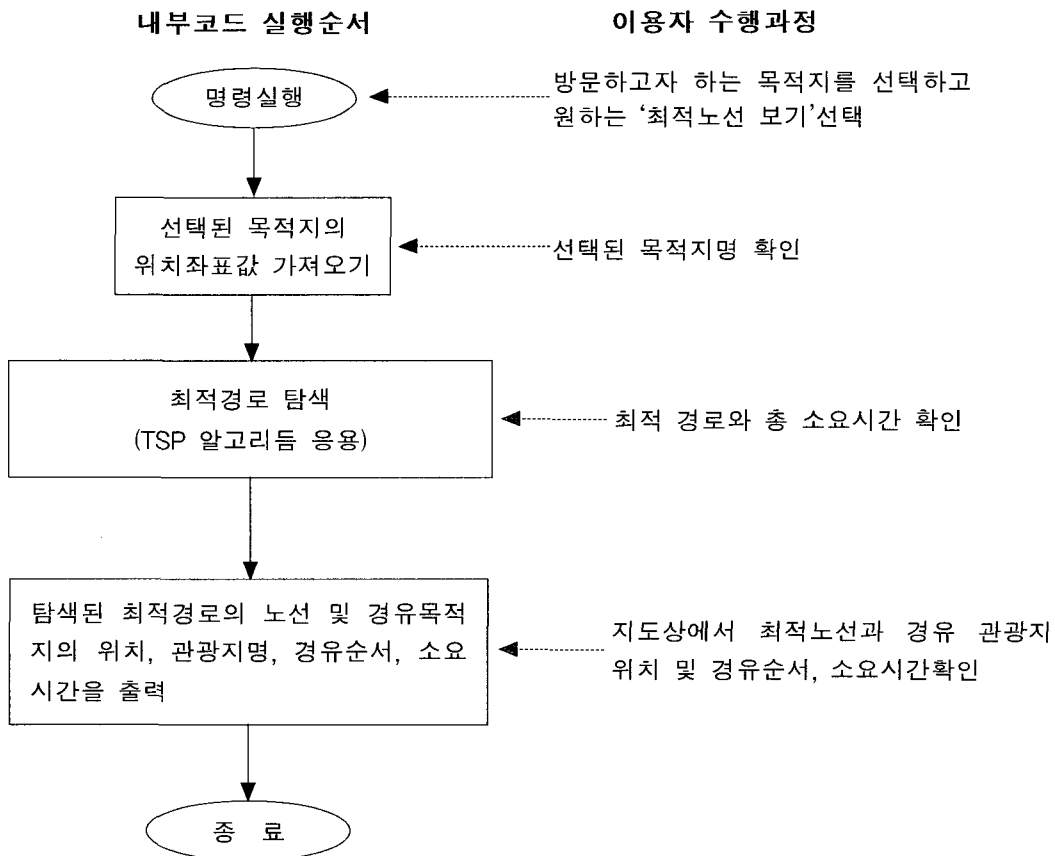
TSP 알고리즘은 이상의 반복절차를 통해 추출된 노선들을 연결하여 전체 가중치(총 순회시간)가 최소가 되는 최종 경로를 찾아내는 것이다. TSP 알고리즘을 응용한 전형적 응용 예로는 최적 배달경로 네트워크 분석이 있다.

3. 관광노선 안내 시스템의 설계

3.1 전체 시스템 설계

최적노선 탐색을 수행하기 위한 ‘선택 목적지 간 최적 관광노선 검색 시스템’의 수행과정은 다음과 같다([그림 4]).

먼저 선택한 관광지명과 그 위치좌표값을 선택된 순서대로 배열로 저장한다. 그 다음 목적지간의 거리를 산출한다. 산출된 거리를 가지고 TSP 알고리즘을 응용



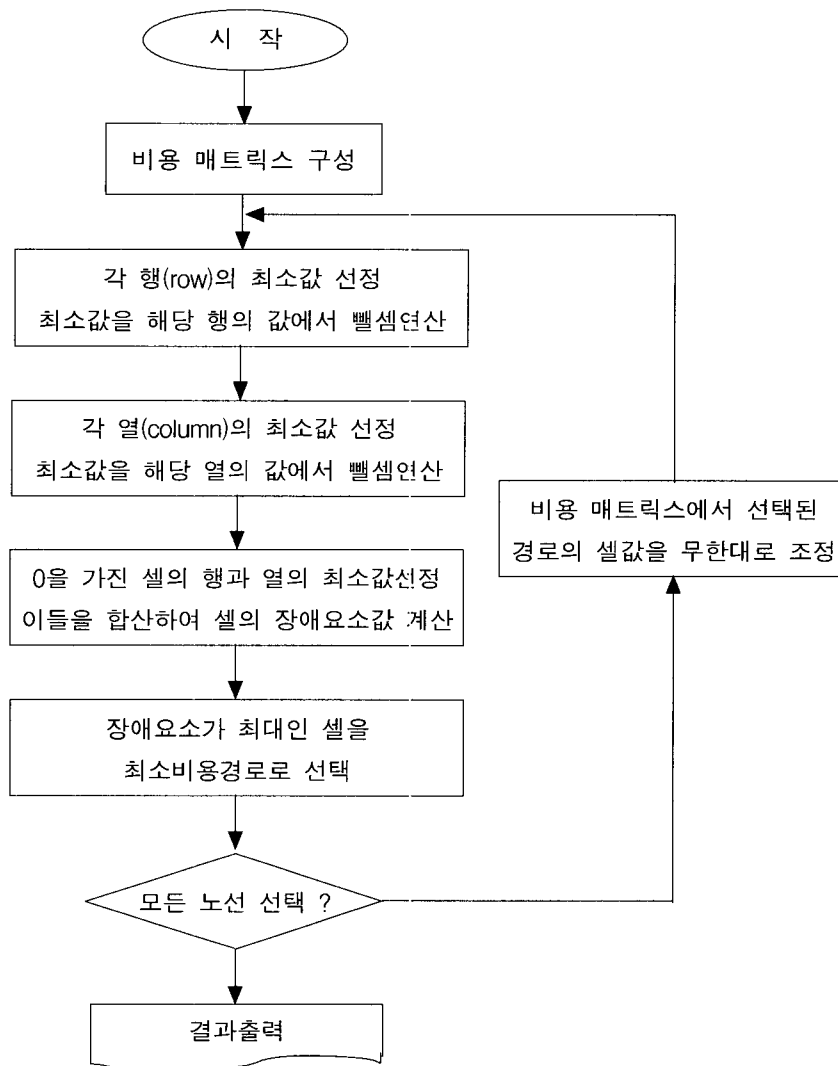
[그림 4] 관광노선 안내 시스템 흐름도

하여 최적노선을 탐색하고, 탐색된 최적 노선을 제시한다. 마지막으로 최적노선의 노선과 경유 관광지 위치, 관광지명, 경유 순서, 소요시간을 출력한다.

3.2 TSP 알고리즘의 구현

TSP 알고리즘의 흐름도는 [그림 5]와

같다. TSP 알고리즘은 크게 5가지 단계로 구성된다. 제1단계로 각 노드들간의 비용 거리를 산정하여 비용 매트릭스를 작성한다. 제2단계에서는 작성된 매트릭스에서 각 행의 최소값을 선정하고, 그 값을 각 행의 값에서 뺀다. 제3단계에서는 각 열의 최소값을 구하고 그값을 뺄셈연산한다. 제4단계는 연산후 변형된 매트릭스에



[그림 5] TSP 알고리즘 흐름도

서 거리가 0의 값을 가진 셀을 찾고, 해당 위치가 포함된 행의 최소값과 열의 최소값을 찾아 합산한다. 합산된 결과가 해당위치의 장애요소값이 된다. 마지막 제5단계는 장애요소가 최대값인 셀을 찾고, 해당 위치의 출발지와 목적지를 최소비용노선으로 선택한다. 선택한 노선을 제외하고 다른 노드들간의 최단노선을 다시 탐색한다. 이를 위하여 비용 매트릭스에서 선택된 셀의 값을 무한대로 조정하고 다시 제2단계로 반복한다. 모든 노드들을 경유하는 노선을 탐색할 때까지 이러한 과정이 반복된다.

TSP 알고리즘을 구현하기 위한 핵심내용은 제2단계와 제3단계의 최소값 결정과 연산, 그리고 제4단계의 장애요소값의 계산이다. 제2단계의 구현을 위한 소스코드는 다음과 같다. 비용 매트릭스의 값은 *dis*라는 배열에 저장되어 있다. 먼저 각 행의 최소값을 찾아 *min_R*이라는 배열에 저장한다. 이후 각 행의 최소값들을 원래의 값으로부터 뺄셈하여 매트릭스를 변형시킨다. 제3단계는 각 열을 대상으로 같은 과정을 진행한다.

```

'''row의 최소값 구하기
For rep = 1 To A.Count
For i = 1 To A.Count
    For j = 1 To A.Count
        If dis(i, j) <> -999999 Then
            If dis(i, j) < min_R(i) Then
                min_R(i) = dis(i, j) End If End If
    Next j
Next i

'''구해진 최소값을 자기자신을 제외한 각 row의 셀 값에서 빼기
For i = 1 To A.Count
    For j = 1 To A.Count
        If dis(i, j) <> -999999 Then
            dis(i, j) = dis(i, j) - min_R(i) End If
    Next j
Next i
    
```

제4단계의 구현을 위한 소스코드는 다음과 같다. 먼저 매트릭스의 값이 0인 셀을 찾는다. 즉 *dist* 배열의 값이 0인 경우를 찾고, 이때의 행(*i*)과 열(*j*)의 위치를 찾는다. 찾은 셀에서 행의 최소값을 찾아 *minR2*라는 변수에, 열의 최소값을 찾아 *minC2*라는 변수에 저장한다. 이 두 변수를 합하여 해당 행과 열의 장애요소값을 표현하는 배열 *Px(i, j)*에 저장한다.

이러한 과정에서 구해진 *Px* 배열의 값에서 최대값을 찾고, 해당 위치의 행과 열의 값이 최소비용노선으로 선정된다. 선정된 위치의 값은 *dist* 배열에서 무한대로 처리하고 다시 제2단계부터 최소비용노선의 탐색을 반복한다.

```

'''장애요소값 부여하기
For i = 1 To A.Count
    For j = 1 To A.Count
        If dis(i, j) = 0 Then
            minR2 = 999999: minC2 = 999999
            For k = 1 To A.Count
                If k <> j Then
                    If dis(i, k) <> -999999 And dis(i, k) < minR2 Then
                        minR2 = dis(i, k) End If End If
                If k <> i Then
                    If dis(k, j) <> -999999 And dis(k, j) < minC2 Then
                        minC2 = dis(k, j) End If End If
            Next k
            Px(i, j) = minR2 + minC2
        End If
    Next j
Next i
    
```

4. 관광노선 안내 시스템의 구현과 평가

4.1 사례지역 선정

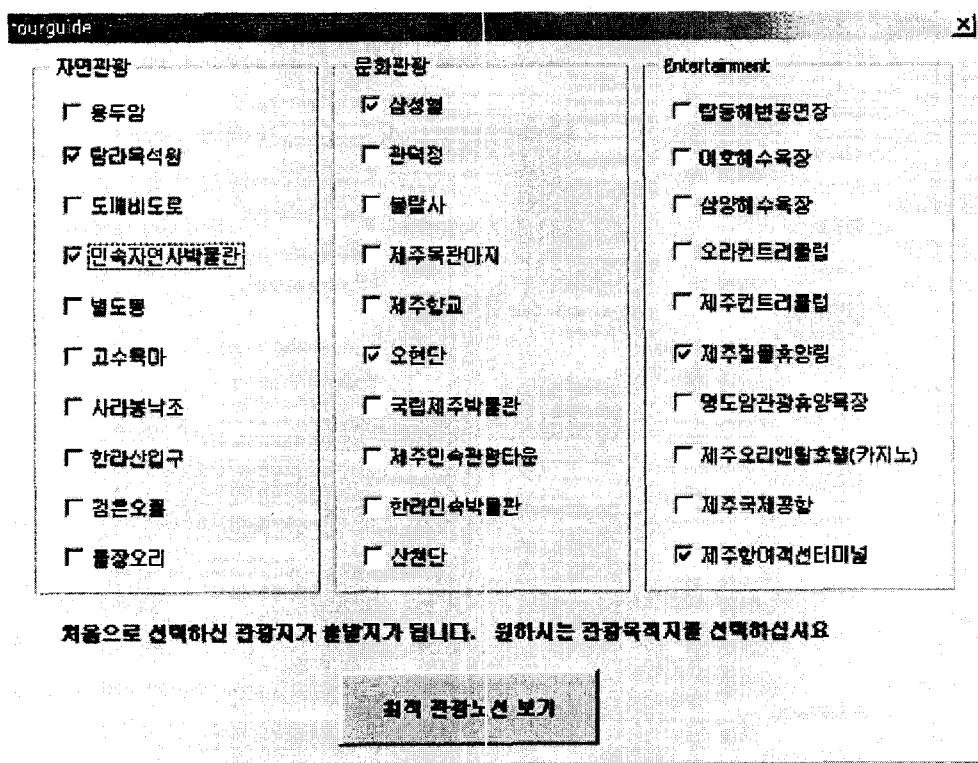
관광노선 안내시스템을 구현하기 위한 사례지역으로 제주시를 선정하였다. 제주

시는 국내 유수의 관광 중심지이지만, 단순히 제주도 관광을 위한 관문으로만 이용되어 왔던 지역이다. 최근 국민소득의 향상과 여가시간의 증가에 힘입어 여행체류기간이 늘어나고 여행행태가 개별화 되어감에 따라 개별육구 충족을 목적으로 한 개인이나 가족여행이 증가하면서 항공기나 선박의 입출항시간 및 임대 승용차(rent car)의 반납시간에 맞추어 여분의 시간을 제주시 일원에서 활용하기 원하는 여행객들이 증가하고 있다. 이에 계획여행을 수행할 수 있도록 돕는 의사결정지원도구의 제공이 절실한 상황이다. 따라서 제주시에 개발된 관광노선 안내 시스템을 적용한다면, 최근의 제주시 관광환경에서 매우 가치있는 의사결

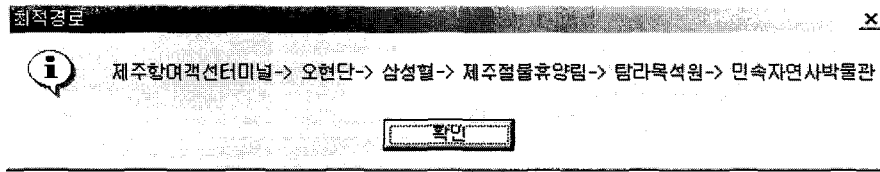
정지원도구로 활용될 수 있을 것이다.

4.2 시스템의 구현사례

ArcGIS 8.3의 ArcMap 프로그램에서 도구실행버튼을 눌러 tourguide창을 실행시킨다. [그림 6]과 같은 선택화면에서 방문하고자 하는 관광지를 선택한다. 처음으로 선택된 관광지가 출발지가 되므로 출발하고자 하는 관광지를 가장 먼저 선택한다. 여기서는 관광자가 제주항여객센터미널에서 출발하여 자연관광의 탐라 목석원과 민속자연사박물관, 문화관광의 삼성혈과 오현단, Entertainment의 제주절물휴양림을 경유지로 선택하였다.



[그림 6] 관광목적지 선택화면



[그림 7] 최적노선 검색결과 메시지

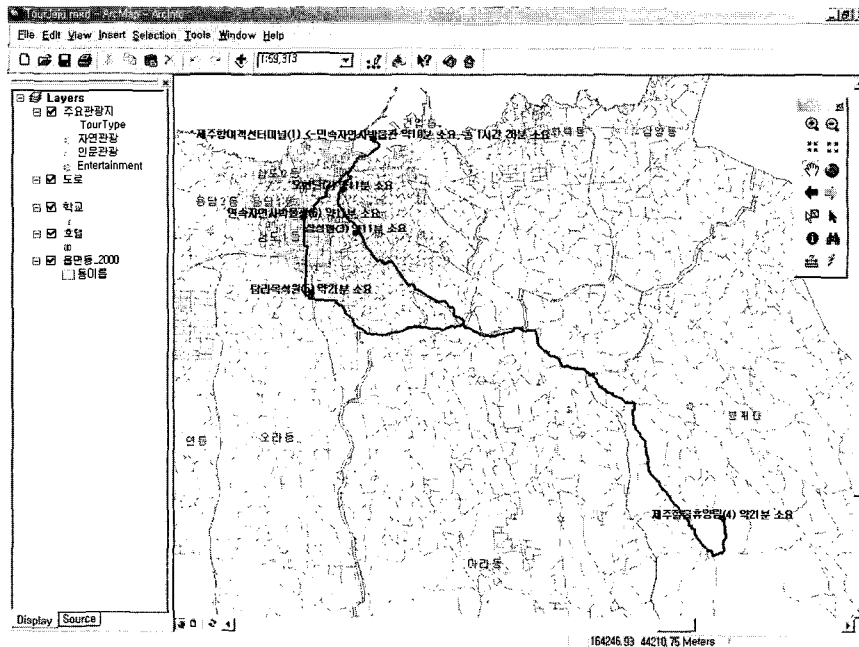
‘최적 관광노선 보기’ 버튼을 선택한다. 이후 TSP 알고리즘이 적용되어 최적노선을 탐색한다. 그 결과 탐색된 최적노선 메시지의 형태로 알려준다([그림 7]).

앞서 메시지 형태로 제시된 최적노선의 노선 범위로 지도가 확대되면서 최적노선과 관광지위치, 관광지명 및 경유순서, 경유 관광지간 소요시간, 총 소요시간을 지도 위에 출력한다([그림 8]). 그림과 같이 최적 관광노선과 함께 경유 관광지와 소요시간에 대한 정보가 지도 위에 레이블

형태로 출력된다.

4.3 시스템 구현 평가

본 연구의 개발도구는 관광노선 및 여행 시간비용에 대한 정보를 필요로 하는 제주시를 사례지역으로 본 시스템을 적용하였다. 최소 거리시간에 따른 다수 관광 경유지 간의 최적노선을 탐색하고 탐색결과 의 용이한 정보 습득을 돕기 위해 지도 위에 직접 결과노선과 소요시간에 관련된



[그림 8] 최적 관광노선 안내 결과화면

정보를 출력하였다.

기존의 관광지리정보 안내 시스템과 비교하여 본 연구에서 개발된 시스템은 다음과 같은 강점을 가지고 있다. 기존의 관광지리정보 안내 시스템은 단순히 지리 정보와 속성정보만을 나열하여 제공하였으나, 개발된 시스템은 상세한 이동경로도 안내할 수 있다. 둘째, 비용이 저렴하면서도 관광 만족도는 높이는 효율적인 관광노선을 안내할 수 있다. 셋째, 관광노선에 대한 비용과 시간에 대한 사전계획이 가능하기 때문에 관광객이 미리 관광 계획을 세우고 검토할 수 있다.

본 연구의 개발도구는 잠재관광자의 관광의사결정을 지원하고 효율적 계획여행을 수행할 수 있는 기능을 수행하고 있다. 이는 기존의 국내 전자지도에서 제공하고 있는 최단경로 수행효과에 비하여 보다 높은 수준의 정보 이용만족도를 제공하여 제주시의 관광생산성 향상에 긍정적인 영향을 미칠 것이라 예상된다.

5. 결론

현대 관광은 전세버스와 획일화되고 값싼 숙박으로 대표되는 표준화된 대중관광 패키지형태에서, 유연하고 독특하며 자기 만족을 목적으로 하는 개별 관광형태로 변화하고 있다. 이에 개별 관광객들의 관광행동을 유도하기 위해서 효율적 관광정보시스템을 기반으로 한 가치있는 관광정보 제공과 다양한 의사결정지원도구의 제공이 요구되고 있다.

본 연구에서는 현재 관광객이 가장 필

요로 하는 의사결정지원도구로 인정되는 관광노선 탐색도구를 개발하였다. 구체적으로 최근 관광노선 및 여행 시간비용에 대한 정보를 주요하게 필요로 하는 제주시를 사례지역으로 하여 관광자가 최소 시간에 원하는 다수의 관광지를 경유할 수 있도록 돕는 최적 관광노선 안내 시스템을 개발하였다.

TSP 알고리즘을 이용하여 ArcGIS 8.3의 ArcObject 환경에서 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템을 제주시의 자료에 적용하여 그 효용성을 평가하였다.

본 연구에서 개발한 관광노선 안내 시스템은 다음과 같은 점에서 의미가 있다. 첫째, 개발된 시스템은 제한된 시간 내에 무엇을 볼 것인가라는 관광지 선택문제를 해결해준다. 둘째, 효율적 시간관리와 일정관리에 도움을 준다. 셋째, 낯선 장소에서의 활동에 대한 불안감을 낮추어 심리적 안정을 도모한다. 넷째, 그래픽적 표현 익숙한 관광객들에게 공간정보를 효과적으로 습득할 수 있도록 돕는다. 즉 계획여행을 효율적으로 수행하도록 도와 관광의 만족도를 높임으로써 결과적으로 관광생산성 향상에 기여할 것으로 예상된다.

이와 같은 기대효과는 기존의 국내 전자지도에서 제공하고 있는 최단노선 수행효과에 비해 보다 높은 수준의 정보 이용 만족도를 제공하여 결과적으로 관광생산성 향상에 긍정적 영향을 미칠 것이라 예상된다.

향후 정확한 위치좌표구현을 위한 GPS와의 연계에 대한 연구가 수반되어야 할 것이다. 또한 이러한 관광지리정보를 효율적으로 제공할 수 있도록 인터넷과

Web GIS 기술을 적용하여 보완하여야 할 것이다.

참고문헌

- 계용훈, 2001, 관광정보시스템 구축을 위한 GIS 응용프로그램 개발에 관한 강원대학교 대학원 조경학과 석사학위논문.
- 김진우, 2001, 이용자 관점에서 본 인터넷 관광정보시스템의 평가, 계명대학교 관광경영학과 석사학위논문.
- 김천중, 1998, 관광정보론, 대왕사.
- 노요한, 2001, GIS를 이용한 관광경로안내시스템 개발: 강원도지역을 사례로, 전남대학교 대학원 협동과정 지리정보체계 석사학위논문.
- 유영준, 2001, 관광지리정보시스템, 대왕사.
- 이수원, 2002, 관광정보와 인터넷 활용, 한울.
- 이신준, 1998, GIS 네트워크 상에서의 효율적인 경로탐색 알고리즘, 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과 석사학위논문.
- 이은영, 1999, GIS를 이용한 관광정보체계 활용방안에 관한 연구, 중앙대학교 대학원 지리개발학과 석사학위논문.
- Chou, Yue-hong, 1997, Exploring Spatial Analysis in Geographic System, OnWord Press.
- ESRI, 2003, Modeling Our World, ESRI.
- Martin, P. Elliott-White & Mick Finn, 1998, "The Application of Geographical Information Systems in Post-Modern Tourism Marketing," Journal of Travel & Tourism Marketing, Vol.7(1), pp.65-83.