

개미 알고리즘을 이용한 택배 배송 최단경로 탐색 시범 시스템의 개발 : 양양지역을 중심으로

(The Development of a Shortest Route Search
Demonstration System for the Home Delivery Using
Ant Algorithm : Limiting to Yangyang Province)

이성열*, 박영한**, 이정민***

(Sung-Youl Lee, Young-Han Park, Jung-Min Lee)

요약 온라인 시장의 증가로 택배의 물량이 나날이 늘어나고 있다. 이러한 환경은 수많은 택배회사들의 출현을 가져와서 치열한 고객유치 경쟁을 유발하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 개미 알고리즘을 이용하여 보다 체계적으로 최단 택배배송경로를 찾아 주는 시스템의 개발에 그 목표를 두고 있다. 개발된 시스템은 숙련된 택배기사는 물론 마을 위치에 익숙지 않은 초보 택배기사에게도 배송경로탐색 및 배송시간에 큰 도움을 줄 것이며, 고객은 택배경로를 사전에 알 수 있어서 택배에 대한 신뢰성과 만족도를 높일 수 있을 것이다.

핵심 주제어 : 개미 알고리즘, 택배 시스템, 최단 경로, 메타 휴리스틱

Abstract The amount of home deliveries are increasing day by day owing to the increment of the on-line market. This environment brings along generating many delivery companies and keen competition with each other in its customer hold. Therefore, this study aims at the development of a shortest delivery route search demonstration system using Ant Algorithm. The developed system reduces the time consumption significantly in search of delivery path and time of the products for the novice delivery driver as well as experienced driver. Ultimately, the developed system will give the customer reliability and satisfaction, knowing a delivery route in advance.

Key Words : Ant algorithm, a home delivery, a shortest route

1. 서론

온라인 시장이 급속도로 증가하면서 전국적으로 매일 수많은 양의 택배가 배달되고 있다. 이에 따라 택배회사 또한 기하급수적으로 증가하

고 있는 추세다. 이러한 때에 택배 물량을 보다 신속하고 효율적으로 고객에게 전달할 수 있다면 동업종 경쟁사들 사이에 우위를 점할 수 있으며, 고객에게도 신뢰받는 기업으로 인정받을 수 있을 것이다. 양양군지역의 우체국 택배 현황만 보더라도 하루에 200에서 300건에 해당하는 택배물이 적게는 1~2개의 리를 많게는 3~4개의 리를 한사람이 담당하며 오전 9시 30분부터 이르면 오후 4시

* 관동대학교 공과대학 컴퓨터학과 교수

** (주)MCurix, 인프라 개발팀 연구원

*** (주)대성공업 영업부

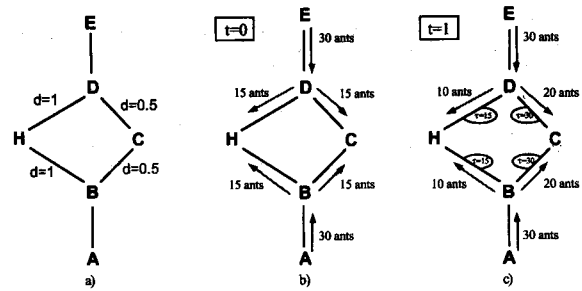
늦으면 7시까지도 배달이 되고 있다. 그러므로, 본 연구에서는 양양군을 중심으로 택배배송 최단경로 탐색시스템을 구축하였으며, 개발된 프로그램은 지역 간 거리 데이터만 주어지면 쉽게 다른 지역의 경우에도 적용 가능하도록 설계 되었다. 최단 경로 탐색방법으로 메타 휴리스틱의 한 종류인 개미 알고리즘을 이용하여 Visual Basic 6.0으로 제작하였다.[1] 개미 알고리즘은 실제 개미의 이동 행태를 모방한 것으로 (그림 1)에서 보여 주는 것처럼, 개미가 먹이가 있는 곳에서 개미집으로 먹이를 옮기기 위해 이동할 때 페르몬이라는 물질을 이동 경로 상에 남기며 다른 개미들이 이 페르몬의 흔적을 따라 그 길을 택하게 되면서 궁극적으로 개미 군이 최단경로를 찾는다는 것에서 착안한 것이다. 개미 알고리즘의 가장 큰 특징은 다른 알고리즘에 비하여 매개변수 선정이 그다지 민감하지 않고 경우의 수가 많아질수록 계산 시간도 다른 기법에 비해 상대적으로 빠르고, 더 안정적으로 우수한 결과를 얻는 장점을 갖고 있다[2, 3]. 이러한 개미 알고리즘을 택배 배송 최단경로 탐색에 적용하여 보다 안정적이고 신속하게 최단 경로를 탐색할 수 있었다.

그 동안 택배 및 차량경로문제를 다루는 연구논문은 여러 편이 발표되었지만 대부분 타부서치, 시물레이티드 아닐링, 유전 알고리즘 등 전통적인 메타 휴리스틱 기법을 이용하고 있다.[4, 5, 6] 최근 들어, 개미 알고리즘을 이용한 논문이 몇 편이 발표되었지만, 모두가 이론적인 접근이었으며, 실제의 택배시스템으로 구축된 사례의 발표는 없었다.[3, 7] 그러므로, 본 연구에서는 개미 알고리즘을 이용하여 택배 배송 최단경로 탐색시스템의 구축절차와 구현방법을 구체적으로 소개하고 추후의 보완사항을 모색하는 구축 사례연구로서 그 의미를 두고 있다.

2. 시스템의 구성

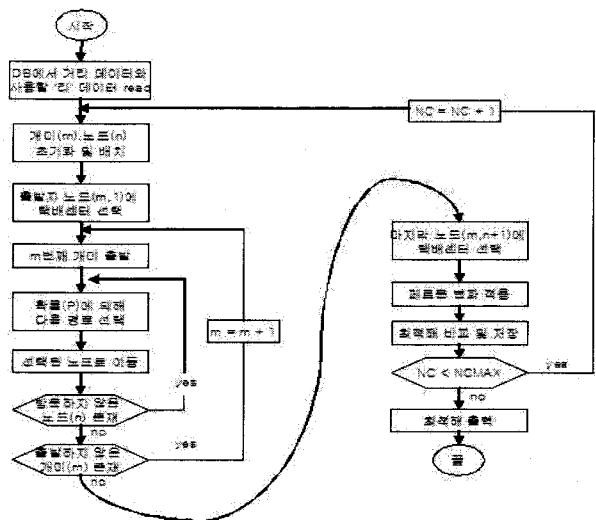
2.1 시스템 흐름도

최단경로 탐색 버튼을 클릭하면 거리정보가 들어있는 데이터베이스에서 거리 전체의 데이터를



(그림 1) 개미 군의 이동행태[8]

읽어오고 사용자가 입력한 마을에 관한 데이터도 모듈을 통해 읽어온다. 또한, 탐색을 원하는 마을의 수를 파악하여 마을 수만큼의 개미와 노드가 생성되고 배치가 된다. 마을 수에 해당하는 각각의 개미들의 출발지 노드에는 택배센터를 위치시켜주고 선택확률에 따라 다음 방문마을을 선정하면서 모든 노드들을 이동하게 한다. 이렇게 모든 개미들의 이동이 끝나면 각각의 경로 마지막에 자동으로 택배센터를 선정하게 하여 다시 출발지로 되돌아오게 한다. 그런 후 각각의 모든 경로에 대한 페르몬 양을 갱신하고 각 개미들이 이동한 경로에 대한 총거리의 값이 현재까지의 최소값보다 작으면 그 값을 새로운 최소값으로 대체한다. 이러한 과정을 주어진 최대 반복횟수에 도달할 때 까지 반복한다. 모든 반복이 끝났으면 현재까지 기억된 최소값을 갖는 경로를 최단경로값으로 하여 그 경로를 출력한다.



(그림 2) 시스템 흐름도

2.2 거리 데이터베이스의 구축

현재의 데이터는 시범시스템으로 지도상 마을들 사이의 직선거리를 텍스트 파일에 저장하여 읽어 오게 했다. 그러나 시스템을 실제로 택배 회사에서 사용할 경우에는 사용자가 프로그램의 수정 없이 지형과 환경에 맞는 실제의 도로 거리 값으로 데이터베이스를 대체하여 사용할 수 있다. (그림 3)은 지역간 거리를 행렬형태로 저장한 데이터베이스 파일을 보여 주고 있다. 프로그램의 편의상 동일 지역간 거리를 나타내는 대각선은 임의의 큰 값 99.9를 넣었으며, 대각선의 위, 아래는 같은 값을 중복하여 넣었다.

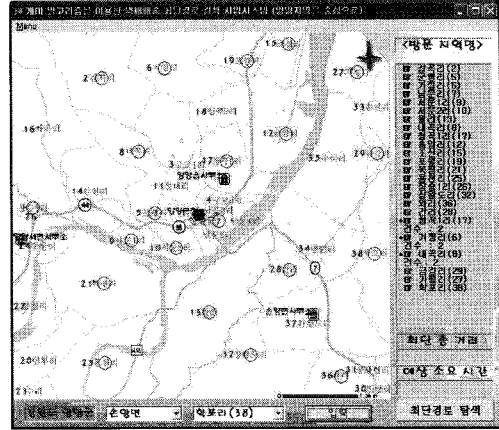
(그림 3) 각 지점들 사이의 거리 데이터베이스 파일

2.3 주소 입력 방법

양양군 지도는 양양군청 홈페이지 (<http://www.gwgis.com/default.htm>)에서 스캔하여 이용하였고, 축척은 1: 43733이다.[9] 시범 시스템으로 우선적으로 개발대상이 된 지역은 양양읍을 중심으로 서면과 손양면의 일부분이다. 양양읍에는 18개의 리, 서면에는 7개의 리, 그리고 손양면에는 12개의 리로 구성되어 있다. 배송센터(양양군청)를 1로 시작하여 양양읍에 있는 18개의 리를 가나다순으로 정렬하여 2번부터 19번까지 일련번호를 부여하였고, 서면에 있는 7개의 리에는 20번부터 26번까지 번호를, 그리고 손양면에 있는 12개의 리에는 27번부터 38번까지 번호를 부여하여 프로그램과 지도에 입력되었다.

택배의 시작지점(배송센터)으로 편의상 양양군

청을 선정하였고, 사용자가 택배가 전달될 모든 지역의 '면'과 '리'를 선택하여 반복적으로 입력버튼을 누르면, 사용자의 입력내용이 오른쪽 창에 보여지게 되어 입력여부를 확인할 수 있도록 하였다.[10]



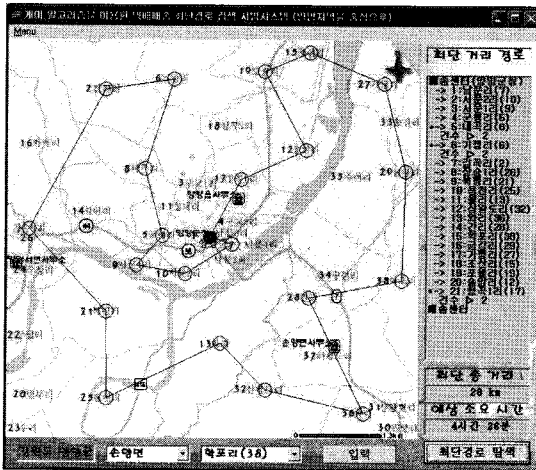
(그림 4) 방문마을 입력 및 화면 출력

2.4 최단경로 출력 설계

주소입력 후, 우측하단의 최단 경로 탐색버튼을 누르면 수초 이내에 택배배송 센터(양양군청)로부터 사용자가 입력한 지역을 모두 방문하고 다시 배송 센터로 돌아오는 최단 경로를 지도상에 방문 지역 순서로 직선으로 연결된 경로를 보여준다. ((그림 5) 참조) 택배배송의 특성상 한 지역에 여러 건의 배송이 있을 경우, 방문 건 수당 10분씩 평균 소요시간이 추가 되도록 프로그램 하였다. 최종 출력은 최단거리경로와 함께 그에 따른 예상 소요시간도 보여준다.

3. 개미 알고리즘의 응용

유전 알고리즘 등 기존의 전통적인 메타 휴리스틱 기법의 이용에 있어서의 큰 걸림돌은 매개변수 선정이 까다롭고, 잘못된 매개변수의 선정은 극단적으로 해를 찾을 수 없어서 알고리즘 및 이용환경에 대한 충분한 지식습득과 함께 매개변수 선정에 막대한 시간이 요구되는 경우가 보통이다. 하지만, 개미 알고리즘은 다른 기법들에 비해 α , β , τ ,



(그림 5) 최단 경로 및 소요시간 출력

ρ 등의 매개변수 선정이 상대적으로 덜 민감하여 선정에 따른 지식과 시간이 크게 절감된다. 이러한 장점 덕분에 본 시스템에서 개미 알고리즘을 이용하게 되었다. 방문마을수가 지역마다 크게 다른 실제의 경우에, 시스템 이용자는 개미 알고리즘에 대한 충분한 지식이 없이도 초기에 한 차례 해당 지역의 방문마을 수에 적합한 매개변수 값만 설정해 주면, 그 뒤에는 매개변수 값의 수정 없이 쉽게 이용이 가능하게 된다.

3.1 개미 알고리즘의 개요

알고리즘의 원리는 개미가 지나간 경로에 적당량의 페르몬 값을 저장하고, 최종경로에 도달하면, 총 방문거리의 역수를 가시도로 나타내어 페르몬 양과 가시도가 좋은 경로를 확률적으로 탐색하는 원리이다. 이때, 전에 찾았던 경로에 대한 페르몬 값은 시간이 경과하면 일정하게 증발하게 하여, 최근 경로가 선택될 확률이 높아지도록 되어 있다. 선택확률 계산후의 다음 마을 선정방법은 확률바퀴선택방식 (Roulette wheel)을 이용한 몬테카를로 시뮬레이션 방법이 이용되었다. 이러한 방식으로 모든 개미들이 모든 경로를 다 지나간 후에는 마지막에 1번 지역을 추가하여 다시 탐색센터로 되 돌아오도록 프로그램 되었다. 각각의 개미들이 지나간 경로들의 거리의 합을 각각 계산하여 가장 짧은 거리의 값이 나온 최단 경로에 대한 정보를

저장한다. 이와 같은 절차를 수렴 값이 나오거나 최대반복횟수에 도달할 때까지 반복 수행하여 최소값을 찾는 개념이다.

3.2 개미 알고리즘 계산식

개미 알고리즘에서 사용되는 계산식은 크게 선택확률(P_{ij})과 페르몬 양의 갱신에 관한 식이 있다. 각 경로의 개미들이 어느 노드 (마을)로 가야 할지를 선택할 때 사용되는 선택확률(P_{ij})은 식 (1)에서처럼, 각 노드들 사이의 페르몬값(τ_{ij})의 페르몬 강도 조정계수(α) 승과 각 노드들 사이의 거리의 역수인 가시도값(n_{ij})의 가시도 조정계수(β) 승과의 곱들의 합으로 각 경로의 $[\tau_{ij}]^\alpha \times [n_{ij}]^\beta$ 를 나누어 주는 값이다. 식 (2)는 각 경로들 사이의 페르몬 값을 갱신시키는 계산식 이다. 여기서 ρ 는 페르몬의 증발 조정계수로 τ 값을 점점 감소 시키는 역할을 한다. 이 프로그램에서는 페르몬 증발 조정계수의 값으로 0.7의 값을 넣었을 때가 가장 안정적이었다. 그리고 $\Delta\tau$ 는 τ 의 1회 증분량을 나타낸다[2].

$$P_{ij} = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [n_{ij}]^\beta}{\sum_{k \in \Omega} [\tau_{ik}]^\alpha [n_{ik}]^\beta} \text{ while } j \in \Omega \dots\dots\dots (1)$$

여기서, $n_{ij} = 1/d_{ij}$ 이며, d_{ij} 는 i 마을과 j 마을 사이의 거리를 뜻한다.

$$\tau_{ij} = (1-\rho) \times \tau_{ij} + \Delta\tau_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

여기서,

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k$$

$$\Delta\tau_{ij}^k = \begin{cases} \frac{Q}{L_k} & \text{만약 } k\text{번째 개미가 경로}(i,j)\text{사이를 이동하면} \\ 0 & \text{그렇지 않으면} \end{cases}$$

L_k : k 번째 개미가 생성한 경로의 총이동거리 합

4. 시스템 이용방법

4.1 메인 페이지

(그림 6)에서처럼, 초기 화면은 시스템 로고와 함께 두 개의 메뉴로 구성되어 있다. Start의 로그인(Log In)과 Exit으로 최단경로 탐색시스템 프로그램의 사용자 접근을 통제하고, 시스템을 종료하는 메뉴이다. 로그인 버튼을 클릭하면, 로그인 창이 뜨고 Exit 버튼을 클릭하면 프로그램은 종료된다.[1]



(그림 6) 시스템 초기 화면

4.2 시스템 로그인

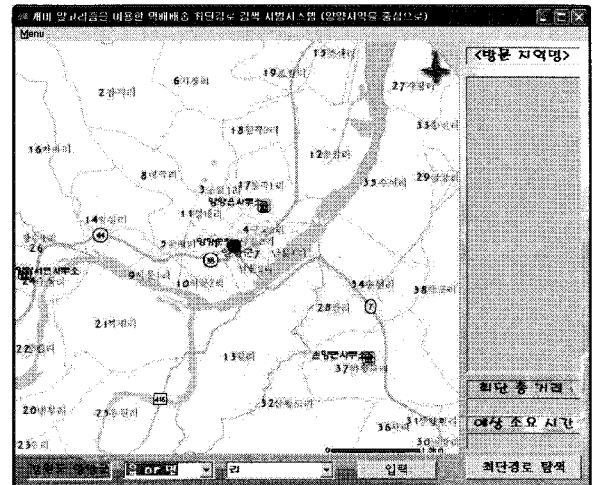
승인된 아이디와 비밀번호를 입력하면 프로그램에 접속할 수 있고, 틀리면 경고 메시지와 함께 다시 입력을 요구한다. 취소 버튼을 누르면 로그인 창이 닫히고 다시 초기 화면으로 돌아간다.



(그림 7) 로그인 화면(잘못된 ID 또는 패스워드 입력화면과 올바른 입력 및 그 응답화면)

4.3 최단경로 탐색 창

최단경로 시스템 창은 (그림 8)에서 보여 주는 것처럼, 1개의 주 메뉴, 2개의 콤보박스, 1개의 리스트박스, 2개의 텍스트박스, 2개의 버튼, 그리고 양양군 지도로 구성이 되어 있다.[4]



(그림 8) 택배배송 최단경로 탐색 창

4.3.1 최단경로 탐색의 주 메뉴

메뉴에는 (그림 9)에서 보여 지는 것처럼, Refresh(Ctrl + R), Log_out(Ctrl + L), Exit(Ctrl + X)의 세 가지 기능이 있다. Refresh 기능은 최단경로 탐색 시스템을 초기상태로 만들어 주는 것이고, Log_out은 프로그램을 초기 화면으로 이동시켜 준다. 그리고 Exit는 프로그램을 종료시키는 기능을 갖는다.



(그림 9) 탐색 창에서의 메뉴

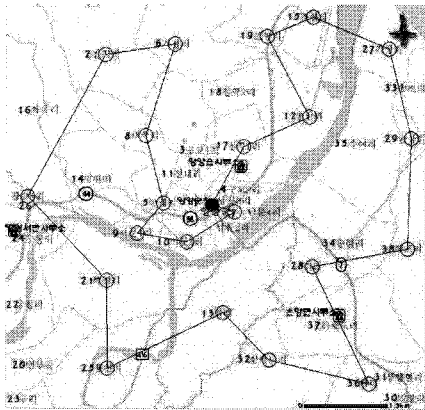
4.3.2 최단경로 출력 지도

양양군 지도 창에는 양양읍, 서면, 손양면 순서로 '리'이름을 가나다순으로 일련번호를 부여하여 지도상에 표시하였고 처음에 택배가 짐결되고 택배원이 배송후 되돌아오는 지점으로 지도상의 중앙점인 양양군청을 택배센터로 지정하여 붉은색 원으로 표시하였다. 그리고 콤보박스에서 배송 '리' 이름을 선택한 후 입력버튼을 누르면 지도상에 해당지역의 마을에 붉은색의 원이 그려지며, 최단거리 탐색 버튼을 클릭하면 택배센터(양양군청)에서 시작하여 사용자가 입력한 모든 마을을 한 차례

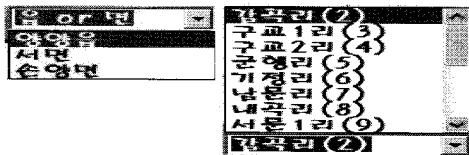
방문하고 다시 택배센터로 돌아오는 최단 직선거리 경로를 찾아서 선으로 표시해준다. 여기서 시작 위치선을 구분하기 위하여 처음에 택배센터에서 시작하는 선은 붉은색으로 표시하였고 그 외의 선은 짙은 파랑색으로 표시하였다. 또한 최단거리의 값은 같은데 경로가 다른 경우를 구하기 위해서는 최단거리 탐색 버튼을 중복하여 누르면 파란색, 연두색, 노란색의 순으로 구분되어 경로색이 표시되게 하여 필요한 경우, 대안경로를 찾을 수 있도록 하였다.

4.3.3 최단경로 탐색의 콤보박스

2개의 콤보박스는 각각의 방문 마을을 면과 리 단위로 사용자가 주소 입력 시에 선택할 수 있도록 하였다.



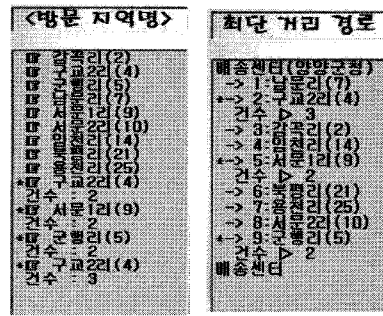
(그림 10) 최단경로를 선으로 표시한 출력화면



(그림 11) 배송주소 선택 콤보박스

4.3.4 최단경로 탐색의 리스트 박스

(그림 12)에서, 좌측에 있는 리스트박스는 처음에 사용자가 입력하는 마을의 이름과 마을의 Index번호를 알려주고 또한 한 마을에 여러 개의

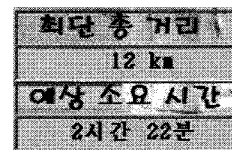


(그림 12) 입력데이터 디스플레이 창과 최단거리 경로 출력 창

택배물이 있을 경우를 고려하여 마을을 중복하여 클릭하면 앞에 '*'표가 붙으면서 배송 건수를 알려준다. 배송주소입력 완료 후, 최단경로 탐색 버튼을 클릭하면 창 제목이 "방문 지역명"에서 "최단거리 경로"로 바뀌면서 각 마을 간의 최단거리 경로를 택배센터(양양군청)에서부터 순차적으로 마을의 이름으로 표시 되도록 하였다. 배송건수가 여러 건일 경우에는 해당 마을에 건수도 출력하게 된다.

4.3.5 최단경로 탐색의 텍스트 박스

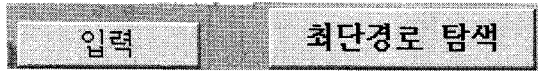
(그림 13)에서, 2개의 텍스트 박스는 최단 총거리와 예상 소요시간을 나타내어 주는 창이다. 최단 총거리는 배송센터에서부터 시작하여 사용자가 입력한 모든 마을을 경유한 후 다시 배송센터로 돌아왔을 때의 최단 거리를 나타내어 주는 것으로 거리 데이터베이스에서 값을 읽어와 합산하여 Km의 단위로 나타낸다. 예상 소요시간은 최단 총거리의 값을 택배배송차량의 속도를 양양지역의 도로 환경을 고려하여 평균시속 60Km로 가정하고 계산한 값에 택배물의 건수마다 10분의 시간을 더한 값을 시간과 분으로 보여준다.



(그림 13) 최단거리와 예상 소요시간 출력 창

4.3.6 최단경로 탐색 버튼

(그림 14)에서, 2개의 버튼은 사용자가 콤보박스로 선택한 마을을 프로그램에 입력할 때 사용하는 '입력 버튼'과 모든 마을을 입력한 후 최단경로 탐색을 할 때 사용되는 '최단경로 탐색' 버튼이다.



(그림 14) 입력 버튼과 최단경로 탐색 버튼

5. 결론 및 추후과제

메타 휴리스틱 기법중 비교적 최근에 발표되고 성능이 입증된 개미 시스템 알고리즘 (Ant System Algorithm)을 이용하여 단시간에 최단 택배배송경로를 효율적으로 찾아 주는 시스템의 개발을 소개하였다. 사용자는 배송주소를 시스템에 입력해주면, 수초 내에 최적 배송경로를 방문순서별 지역명 출력과 함께 지도상에 방문 경로를 표시해 줌으로써, 숙련된 택배기사는 물론 방문지역 위치에 익숙지 않은 초보 택배기사도 배송 경로선정 및 배송시간을 미리 예측할 수 있으며, 하루의 적정 배송물량도 예측이 가능하게 되었다. 고객에게는 빠른 배송 및 경로예측으로 신뢰감을 증진시킬 수 있을 것이다. 시스템의 프로그램 구조는 거리 데이터베이스에서 거리 정보를 읽어서 1일 방문 총거리를 최소로 하는 방문 경로를 찾도록 프로그램 되어 있어서, 새로운 도로신설이나, 도로의 실제거리 데이터에 변화가 생기면, 변경된 데이터로 간단히 데이터베이스만 대체하면 시스템 프로그램의 수정 없이 이용할 수 있다.

그러므로, 본 시스템의 이용은 택배회사에게는 동업종 다른 회사에 대해 경쟁력을 갖게 하고, 고객에게는 신뢰를 심어 주게 되어 궁극적으로 택배회사의 이익창출에 큰 기여가 될 것으로 기대된다.

본 연구에서 개발된 시스템은 우체국 탐방 및 관련자 인터뷰를 통해서 작성된 시범 프로그램으로써 개미 알고리즘을 이용한 택배시스템의 구현에 목표를 두었으며, 실제 이용 가능한 시스템의 구축 시에 기초자료를 제공하는 데 본 연구의 의

의를 두고 있다.

이 프로그램을 택배 회사에서 사용하기 위해서 보완되었으면 하는 사항들은 각각의 실제거리에 대한 정확한 데이터 값과 택배물에 부착되어있는 바코드를 읽어 들일 수 있는 장치의 보완이다. 택배물에 부착되어있는 바코드에는 도착지의 주소정보가 들어 있기 때문에 바코드를 이 프로그램으로 읽어 들이기만 하면 프로그램 상에서 그 바코드에 대한 지역 정보를 읽어 입력시간을 최소화할 수 있을 것이다. 이 시스템을 웹상에 구축하게 되면, 고객들은 인터넷을 통하여 자신의 택배경로와 배송시간을 예측할 수 있으며, GPS와의 연계한다면 택배기사에게 더 편리한 안내 시스템을 제공하여 줄 것이다.

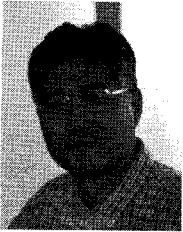
참고 문헌

- [1] 이정길, *단계별로 배우는 VISUAL BASIC*, 정보문화사, 1996.
- [2] 이월선, "개미 알고리즘을 이용한 설비배치계획에 관한 연구", *관동대학교 석사학위논문*, 2003.
- [3] 조원경, "개미시스템 알고리즘을 이용한 차량 경로탐색에 관한 연구", *경기대학교 석사학위논문*, 2002.
- [4] 황홍석, 최배석, "GIS 기반의 물류/SCM 시스템", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 제 3권, 제 2호, pp. 111~118, 2003.
- [5] 김현명, 임용택, "유전 알고리즘을 이용한 전역탐색 최단경로 알고리즘 개발", *대한교통학회지 제 17권 제 2호*, 1999.
- [6] 황홍석, 임해용, "GIS를 이용한 차량운송시스템", *한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동 학술대회논문집*, 2001.
- [7] 조원경, 이종호, "국내택배시스템에 개미시스템 알고리즘의 적용가능성 검토", *대한교통학회지*, 제23권, 제4호, 2005.
- [8] Dorigo, Marco, Maniezzo, Vittorio, and Colorni Alberto, "The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents," *IEEE*

Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B, Vol. 26, No. 1, pp. 1-13, 1996.

[9] 양양군청 홈페이지, www.yangyang-gun.gangwon.kr.

[10] 강원지도정보서비스, www.gwgis.com.



이 성 열 (Sung-Youl Lee)

- 종신회원
- 1977년 인하대학교 기계공학과 (학사)
- 1980년 인하대학교 산업공학과 (석사)
- 1985년 텍사스 주립대 산업공학(석사)
- 1988년 노스다코타 주립대 산업공학(박사)
- 1997년 아이오와대 방문교수
- 현재: 관동대학교 컴퓨터학과 교수
- 관심분야: CAPP, 로봇비전, 인공신경망/유전자 알고리즘 등



박 영 한 (Young-Han Park)

- 2005년 인도 V.I.T 공대 IT 과정(수료)
- 2007년 관동대학교 컴퓨터 공학과(학사), 멀티미디어 공학과(학사)
- 현재: (주) MCurix 인프라 개발팀 연구원
- 관심분야: PKI, 인공지능 알고리즘, Mensa, 등산 등



이 정 민 (Jung-Min Lee)

- 2004년 독일 Ganzheit kosmetik (수료)
- 2007년 관동대학교 멀티미디어 공학과(학사)
- 현재: (주) 대성공업 영업부
- 관심분야 : 애니메이션 디자인, 음악 등