교통상황을 반영한 차량운송시스템 프로토타입 개발

오성록*, 이홍철*
*고려대학교 정보경영공학부
e-mail : osrwkd@korea.ac.kr, hclee@korea.ac.kr

Development of a Prototype System for Reflect Traffic Vehicle Routing

Sungrok Oh*, Hong-Chul Lee*
*Dept of Industrial Management Engineering, Korea University

요 약

물류정보 시스템은 차량경로의 효과적인 해를 찾기 위한 시스템이다. 효율성을 고려한 시스템은 최대 속력, 최단 거리를 고려하였지만 현실에서 교통상황에 따라 오차가 발생할 수 있다. 따라서 물류시스템에 실시간 교통상황 반영하여 그 방법을 모색하고자 한다. 본 논문은 물류운송 정보의 실시간 모니터링을 위해 GPS와 GIS시스템을 이용하여 해당차량이 위치한 교통상황을 반영한 시스템을 제안함으로서 도로 위에서 지체되는 시간을 최대한 줄여 시간과 비용을 절감하는 효과적인 해를 제시하고자 하였다. 본 연구는 각종 물류 운송 분야에 적용가능하다는 측면에서 큰 효과가 기대된다.

1. 서론

기술이 발전됨에 따라 물류정보화 추진 연구로 인한 효율성 극대화 및 물류 생산 라인이 정형화가 되고 있다. 이러한 이유로 많은 제품들의 생산비용 평준화 되고 있다. 반면에 전체 물류비용을 결정하게 되는 요인에서 물류 배송 비용의 중요도가 높아지고 있다[1]. 또한 다양한 소비자의 요구수준에 의해 시장의 규모는 다품종 소(중)량 생산 시스템으로 변하고 있다. 이에 생산자는 소비자의 다양한 요구수준에 맞는 다양한 물품을 제공해야 한다. 이러한 소비는 인터넷 쇼핑몰의 이용자 수의 증가를 가져왔으며 대리점 판매는 수많은 종류의 물품을 구비해놓지 못하고 주문을 받으면 생산지에서 소비자에게로 직접 배송을 하는 시스템으로 바뀌고 있다[2]. 이 소비 패턴은 물류 배송의 중요도를 높이고 있다. 기업은 효율적인 경로생성으로 운행거리나 차량의 수를 줄이는 노력을 했고, 효과적인 차량경로를 생성하는 것에 많은 노력을 하였다.

일반적인 차량경로문제는 외판원문제(Traveling Salesman Problem)의 확장된 개념이며[3], 다품종 소량생산 시스템에서는 배낭문제(Knapsack Problem)를 고려하여 차량의 제한된 용량의 효율성과 지리적으로 분산되고 수요량이 서로 다른 수요지를 고려하여 여러 제품에 대해 서비스를 효율적으로 배송 할 수 있도록 차량 배치와 운행경로를 결정하여야한다. 이러한 연구는 Dantzig and Ramser[4]에 의해 처음 제기 되어 다양한 형태의 문제유형으로 연구되어 왔다. 차량경로문제는 공급지에서 출발한 차량들이 서비스를 요구하는 수요지점들을 방문하고 다시 공급지로 복귀하는데 소요되는 최단거리의 경로를 결정하는 문제이다. 목적함수는 총 차량운행거리 및 시간의 최소화이며 제약조건은 가용 차량의 수, 가용 차량의 용량, 차량의 운행거리에 대한 제한, 수요지점의 수요량 등이 있다. 이 문제는 최적화 해법보다는 근사 최적 해를 찾기 위한 발견적 기법 위주로 연구되어왔다. 하지만 이 연구는 평균적인 최적 해를 발견할 수 있지만, 그날의 교통 상황에 따라서 최적의 해가 최악의 해가 될 수도 있다. 이런 기존의 경험적 경로 설정에서 벗어나 현 상황을 반영한 보다 더 나은 시스템이 필요하다. 여러 종류의 제약조건들 중에서 VRP에 시간제약(Time Window Constraints)을 추가한 시간제약이 있는 차량경로문제(Vehicle Routing Problem with Time Window ; VRPTW)의 해를 교통상황을 반영하여

효과적이고 우수한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 본 연구에서는 GIS, GPS, 물류정보시스템 등을 이용하여 실시간 교통상황을 반영한 보다 효율적인 시간제약이 있는 차량경로 문제의 최적 해를 찾아보고자 한다.

2. 기존 연구

물류정보시스템은 종합적인 물류활동의 원활화를 도모하는 도구로서 생산에서 소비에 이르기까지 물류활동을 구성하고 있는 운송, 보관, 하역, 포장 등의 기능을 유기적으로 결합시켜 전체적인 물류관리를 효율적으로 수행하게 하는 정보시스템이다[5]. 특히 보다 선진화된 경영과 관리를 위해 지리정보시스템(Geographic Information System)을 활용하려는 연구가 수행되어오고 있다. 지리정보시스템을 이용한 차량 운행경로 조회는 현재 차량의 이동 경로와 도착 시간을 표시하고 남아있는 경로탐색을 통해 예정 운송시간을 파악할 수 있다[7]. 현실적인 정보를 반영하기 위해서 2차원의 (X, Y)좌표를 이용하여 GIS에서 실제 지형의 위에 그 위치를 나타낸다[6]. 경로는 최적과 최단의 두 가지로, 최적은 도로의 제한 속도를 기준으로 가장 빠른 길을 나타내며, 최단은 거리 상 가장 가까운 길을 나타낸다. 기존의 차량경로문제가 제시한 알고리즘은 비 결정 다항식(NP-hard)의 조합최적화문제로 노드의 수가 늘어남에 따라 최적 해를 구하기 위한 계산적 시간이 급격히 늘어날 뿐만 아니라 큰 사이즈의 문제는 최적 해를 구하기 어렵다. 일반적으로 여러 개의 작은 사이즈 클러스터로 나누어 해를 구하게 되며 클러스터를 나누는 방법에 따라 해의 성능이 달라진다. 이 방법은 하나의 차고지(원점)를 중심으로 클러스터를 생성하기 때문에 여러 개의 차고지를 지닌 문제의 경우 실행 불가능한 클러스터를 생성할 수 있다[6]. 기존 연구에서는 최대 속도와 최단 거리 두 가지의 초점에서 접근하여 최적 해를 찾았으나, 예상치 못한 교통 정체 시 그 값을 예측하기 어려워지는 한계를 가진다.

3. GIS 차량운송 지리정보 시스템

본 논문에서 제시한 연구는 ESRI사의 ArcGIS와 네이버 맵을 사용하였다. 그 대상은 서 서울 지역으로서 적용 시 효율을 살펴볼 수 있도록 하였다.

3.1 TM좌표 데이터 변환 및 분석

TM(Transverse Mercator)좌표란 횡단좌표계를 뜻한다. 횡단좌표계의 기준점은 세 가지로 변환 시 지역을 맞추어 변환을 해야 한다. 국토지리정보원의 TM좌표 체계에 의하여 그림 1에서와 같이 API오픈소스를 이용하여 위도, 경도 좌표를 구할 수 있다. 모델에 따른 약간의 오차가 존재하므로[9] 산출된 위치에서 근접한 곳으로 위치를 정하여 배송 시뮬레이션을 실시하였다.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
  <root>
    <ResultSet>
      <head>
        <publisher>YahooKorea GUGI</publisher>
        <Error>0</Error>
        <ErrorMessage>No Error</ErrorMessage>
        <Found>1</Found>
      </head>
      <body>
        <befor>
          <coordsystem>WGS</coordsystem>
          <x>126.554990000</x>
          <y>37.350089000</y>
        </befor>
        <after>
          <coordsystem>TM</coordsystem>
          <x>193609</x>
          <y>553787</y>
        </after>
      </body>
    </ResultSet>
</root>
```


[그림 1] YahooKorea AIP 오픈 소스

[표 1] TM좌표에서 위경도좌표로 변환

구분	TM좌표		위경도 좌표	
	N좌표	E좌표	위도	경도
물류지	445035	204874	37.50750	127.0559
배송지1	552553	194788	37.34208	126.5637
배송지2	550703	194787	37.33208	126.5637

[그림 2] ArcGIS Street Map

그림 2에서와 같이 ArcGIS 오픈 맵으로 확인 결과 위 지역은 서대문 지역으로 확인 되었다[10].

3.2 GIS를 이용한 경로설계

본 시스템은 S전자 서부 제일점에서 출발하여 두 곳의 배송지를 들러 복귀하는 시스템으로 실험은 최

대 속도와 최단 거리 및 교통 상황 반영 세 가지로 하였고, 상황은 도로 정체가 심한 출퇴근 시간과 평소 시간으로 하였다.

[그림 3] 최대 속도 운행경로 조회

그림 3은 출근길 교통상황이다. 이 경로의 경우 거리는 10.10Km로 시간은 약 39분이 소요되는 것 측정된다. 하지만 신사오거리와 증산역 부근 서행을 하며 서대문구청, 세검정길, 사천교에서는 정체현상을 확인할 수 있다. 정체 구간에서의 시간을 감안하게 되면 예상 시간은 대략 한 시간으로 측정된다. 이 시간대에 정체 구간을 피한 경로는 총 9.07Km로 소요시간은 약 35분으로 측정된다. 정체구간을 피하여 경로를 설정 시 운행 시간도 절약되며 예상 시간도 정확히 예측 가능하다.

[그림 4] 최단 거리 운행경로 조회

그림 4는 일반 시간대 교통상황이다. 이 경로는 최단 거리 운행 경로로 거리가 9.07Km이며 미 정체 시 약 36분이 소요 된다. 도로가 좁아 차량 유입이 크지 않아도 서행이 이루어지며 증산역부근, 남가좌동 사거리 연희지하차도 서행하는 것을 확인할 수 있다. 따라서 예상 소요시간은 약 50분으로 증가 된다. 정체구간을 벗어난 경로의 거리는 총 10.10Km로 소요 시간은 약 38분으로 측정된다.

위의 결과에서 최단 거리나 최대 속도의 경로는 교통 상황에 따라 최적 해가 최악의 해로 바뀔 수 있다. 운행 중 도로 상황이 더 악화 될 시 운행시간은 더 늘어날 수 있으며, 오차의 범위를 장담할 수 없게 된다. 교통량을 반영하여 경로를 설정하면 소요시간도 예측 할 수 있다.

4. 결과분석

본 실험에서는 최대 속력 및 최단 거리를 통해 이동을 하게 되면 데이터를 통해 얻을 수 있는 시간은 가장 짧고 효율적으로 보인다. 그러나 지도에 보이듯이 빨간색이나 주황색으로 표시된 도로를 통과하는 시간은 차량 정체로 인해 측정 시간보다 실제 소요시간은 증가하며 따라서 그 값은 장담할 수 없게 되어 무의미 해진다. 따라서 교통상황을 반영한 경로는 실제 운행 시 최적의 해가 될 뿐만 아니라 운행 결과의 예측도 가능하다는 측면에서 업무처리의 효율성을 증대시킬 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문은 현재 물류시스템에 교통량을 반영하였을 때 얻을 수 있는 이점에 관한 연구이다. 좌표 데이터들을 이용하여 거리산정을 하여 보다 현실적인 도로 상황에 맞게 변화될 수 있는 차량 경로를 얻을 수 있는 장점을 지니며, 교통량을 반영하여 물류 배송 시 비용 절감과 시간 예측을 비교적 정확하게 할 수 있다는 장점을 지닌다. 하지만 실험은 단순 경로에 의한 효과만을 보이는 한계를 가지고 있다. 실제 물류 배송은 실험보다 복잡하며, 용량에 따른 차량의 효율성을 고려하면 더욱 복잡해진다. 이에 현실적인 차량경로문제의 해결을 위하여 다목적 알고리즘으로의 발전이 필요하다. 따라서 앞으로 모든 면을 반영한 복잡한 차량 경로 문제에 대한 예측 시스템의 개발이 필요하다.

참고문헌

[1] 김동희, 안경림 “국가물류정책 및 물류정보화 현황과 시사점” 대한안전경영과학회, 2008 춘계학술대회, pp. 373-382

[2] 이병엽, 임승빈, 박용훈, 유재수 “제조업분야의 고객 성향 및 추이 분석” 한국콘텐츠학회논문지, 2009년 6월, pp. 336-343

[3] 이상헌, 이승원 “시간제약이 있는 차량경로문제에 대한 개미군집 시스템 해법” 한국경영과학회지, 2009년 3월, pp. 153-165

[4] Dantzig, G.B. and J.H Ramser “The Truck Dispatching Problem” Management Science, Vol.6, 1959, pp. 80-91

[5] 이재기, 한동석, 박경식 “Web GIS기반의 실시간 물류정보시스템 구축” 한국측량학회지, 2007년 8월, pp. 365-372

[6] 장희정, 이경식, 최은정, 박성수 “시간제약과 하역장 용량제약이 있는 차량경로문제에 대한 타부탐색 알고리즘” 한국경영과학회지, 2005년 12월, pp. 45-60

[7] 황흥석, 임해용 “GIS를 이용한 차량운송시스템” 한국과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회, 2001년 4월, pp. 703-709

[8] 국토해양부 국토지리정보원, GIS DB세계측지계 좌표변환

[9] 야후 API 오픈 소스

[10] 한국ESRI GIS교육센터, ArcGIS Desktop, pp. 6_1-6_22