

택배시스템에서의 배달시간 최적화에 관한 연구

*박상만, 윤영선, 은성배
한남대학교 정보통신공학과
e-mail:{smpark, ysyun, sbeun}@daniel.hannam.ac.kr

A Study on time optimization in door-to-door delivery system

Sang-Man Park, Young-Sun Yun, Seong-Bae Eun
Dept. of Information and Communication Engineering,
Hannam University

요약

최근의 택배사업은 단순한 우편물의 운송이라는 관점을 뛰어넘어, 좀 더 안정적이고 빠른 운송을 요구하고 있다. 특히, 오토바이를 이용한 택배사업은 요즘처럼 교통난이 심한 도심에서 주문받은 물품을 보다 짧은 시간에 운송하는 것을 최대목표로 삼는다. 본 논문에서는 보다 빠른 배송을 위해 실시간으로 배달자의 위치를 검출하여 주문에 대한 배달시간을 최소화시키는 배달자를 선정, 배달하는 시간 최적화 방법에 대한 알고리즘을 제안한다.

1. 서론

최근의 택배사업은 단순한 우편물의 운송이라는 관점을 뛰어넘어, 좀 더 안정적이고 빠른 운송을 요구하고 있다. 특히, 오토바이를 이용한 택배사업은 요즘처럼 교통난이 심한 도심에서 주문받은 물품을 보다 짧은 시간에 운송하는 것을 최대목표로 삼는다. 또한, 운송물에 있어서도 예전의 소포, 서류에서 다양화하고 특화되었으며, 빠른 운송을 요구하는 것이라면 무엇이든 운송하는 상황이 되었다. 이러한 상황속에서, 택배 회사는 늘어나는 주문량과 이윤을 높이기 위해서는 최적의 인원을 이용하여 최대의 효과를 보이는 물류시스템에 대한 연구를 계속하고 있다.

관련연구로는 “우편 경로 최적화 시스템 모델 설계 및 구현”[1], “방향성을 고려한 우편 경로 최적화 시스템의 최단 경로 생성 알고리즘 연구”[2]와 “효율적인 우편 물류 시스템에 관한 연구”[3]가 있는데, 이 논문들은 각 연구에서 제시한 알고리즘을 이용하여 운송경로를 설정하고 재배치하므로써 운송시간을 최소화하는데 그 목적을 두고 있다. 하지만 택배사

업 특히, 오토바이를 이용한 택배사업에서는 최초의 설정된 배달경로가 배달 도중에 다른 배달업무의 추가로 무의미해 질 수 있다. 따라서, 오토바이를 이용한 택배사업에서는 실시간으로 배달자의 위치를 검출하고, 동적인 경로설정(배달경로, 배달순서)이 이루어져야만 배달시간 최적화를 이룰 수 있다.

이 요구조건을 만족시키기 위해서는 여러 가지 방법들이 있겠지만, 실시간으로 배달자의 위치를 검출하여 주문에 대한 배달시간을 최소화시키는 배달자를 선정, 배달하는 시간 최적화 방법에 대한 연구를 제안한다.

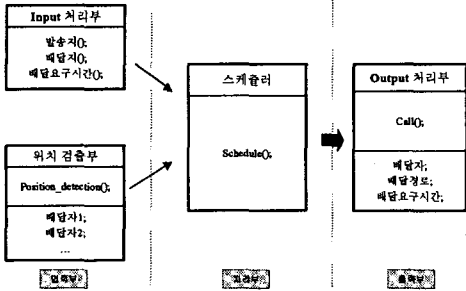
본 연구에서는, 주문에 대한 배달 시간 최적화를 목적으로 한 배달자 선정 알고리즘을 제시한다.

2. 시간 최적화 시스템의 설계

2.1 시스템의 개요

시간 최적화 시스템은 크게 입력부, 처리부, 출력부로 나뉜다. 입력부에서는 주문에 대한 배달요구 시간(deadline) 등의 요구사항, 발송지, 배달지의 입력을 담당하는 Input처리부와 배달자들의 현재 위치

를 파악하기 위한 위치검출부가 있다. 처리부에서는 스케줄러가 발송지, 배달지, 배달자들의 현재 위치를 바탕으로 배달자를 선정한다. 출력부에서는 선정된 배달자에게 배달요구시간(deadline), 배달순서(배달경로), 주문자의 추가 요구사항을 알려준다.



(그림 1) 시간 최적화 시스템 구성도

2.2 배달자 선정 알고리즘

이 알고리즘의 목적은 주문에 대한 배달을 어느 배달자가 가장 빠른 시간에 배달을 할 수 있는지를 찾는 것이다. 즉, 현재의 주문에 대한 발송지와 배달자들의 현재 상태(대기 혹은 배달), 위치를 조건으로 가장 빠른 시간에 배달할 수 있는 배달자 선정 목적적으로 한다.

알고리즘에 대한 설명에 앞서 몇 가지 전제 조건이 있다. 첫째, 위치를 나타내기 위해서 city block distance를 이용하기로 한다. 둘째, 시간에 대한 계산은 거리에 대한 시간 가중치의 곱으로 하기로 한다 (시간 = 거리 * w_t). 본 논문에서는 실질적인 도로조건, 정체상황을 고려하지 않고 $w_t = 1$ 로 설정한다. 그러나, 추후 연구에서는 시간 가중치 w_t 를 도로 상태등에 따라 시간대별로 다른 분포를 가질 수 있도록 고려하겠다.

<알고리즘>

1. 발송지 및 배달지

A. 발송지 : $s(x, y)$

B. 배달지 : $d(x, y)$

2. 거리비용에 따른 시간

A. $T =$ 발송지와 배달지가 결정된 경우의 예측 배달 시간

$$= D(x, y) * w_t$$

$$= |d(x, y) - s(x, y)| * w_t$$

B. $T =$ 배달자로 선정된 경우, 현재

배달중인 운송물품이 지연되는 시간

C. $T^i =$ 알고리즘에 따른 예측 배달 시간

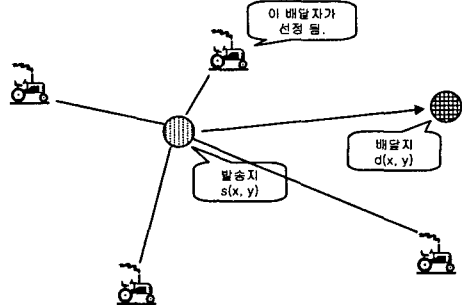
3. 배달자의 표시

A. 배달자 i : P_i

B. 배달자 i 의 위치 : $P_i(x, y)$

(상황 1)

대기상태에 있는 배달자중에서 주문의 발송지와 가장 가까운 서버를 선정하는 방법이다.



(그림 2) 대기자 중에서 선정하는 방법

$$1. T_i = T_i$$

$$2. T_i^1 = (|s(x, y) - P_i(x, y)| + |d(x, y) - s(x, y)|) * w_t$$

$$3. P_i = \underset{i}{\operatorname{argmin}} T_i^1$$

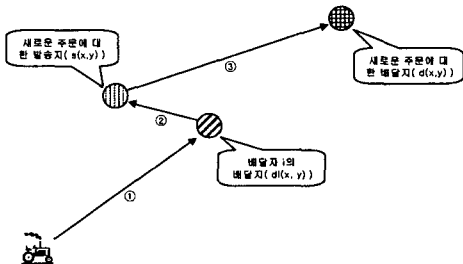
· $s(x, y)$: 주문해야 할 발송지의 위치

· $d(x, y)$: 주문해야 할 배달지의 위치

· $P_i(x, y)$: P_i 의 현재위치

(상황 2)

현재 배달중인 배달자가 자신의 배달업무를 끝낸 후, 새로운 주문을 처리하는 방법이다.



(그림 3) 자신의 배달을 끝낸 후, 새로운 주문을 처리하는 방법

$$1. T_i = T_i$$

$$2. T_i^2 = (|d_i(x, y) - P_i(x, y)| + |s(x, y) - d_i(x, y)| +$$

$$|d(x, y) - s(x, y)| * w_i$$

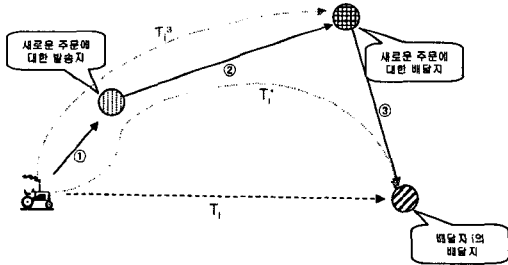
$$3. P_i = \underset{i}{\operatorname{argmin}} T_i^2$$

- $s(x, y)$: 주문해야 할 발송지의 위치
- $d_i(x, y)$: 배달자 P_i 의 배달지 위치
- $P_i(x, y)$: 배달자 P_i 의 현재 위치
- $d_i(x, y) - P_i(x, y)$: 배달자 P_i 의 배달지와 P_i 의 현재 위치와의 거리차
- $s(x, y) - d_i(x, y)$: 새로운 주문의 발송지와 배달자 P_i 가 배달하는 배달지의 거리차

4. 요구조건 : 두 개의 주문에 대한 각각의 deadline을 만족시켜야 한다.

(상황 3)

현재 배달중인 배달자중에서 새로운 주문을 먼저 처리하고 자신의 배달 업무를 다음으로 미루어 처리하는 방법이다.



(그림 4) 새로운 주문을 우선적으로 처리하는 방법

$$1. T_i^3 = (|s(x, y) - P_i(x, y)| + |d(x, y) - s(x, y)|) * w_i$$

$$2. T_i = T_i^3 + |d(x, y) - d_i(x, y)| * w_i$$

$$3. P_i = \underset{i}{\operatorname{argmin}} T_i^3$$

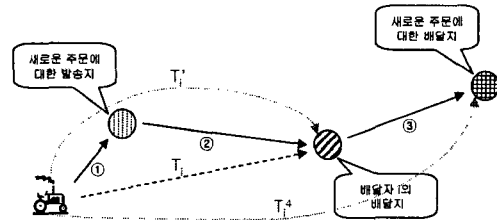
- $s(x, y)$: 주문해야 할 발송지의 위치
- $d(x, y)$: 주문해야 할 배달지의 위치
- $P_i(x, y)$: 배달자 P_i 의 현재 위치
- $d_i(x, y)$: 배달자 P_i 가 배달중인 일의 배달지 위치
- $s(x, y) - P_i(x, y)$: 새로운 주문의 발송지와 배달자 P_i 의 현재 위치와의 거리차
- $d(x, y) - s(x, y)$: 새로운 주문의 배달지와 발송지와의 거리차
- $d(x, y) - d_i(x, y)$: 새로운 주문의

배달지와 배달자 P_i 의 본래 배달지와의 거리차

3. 요구조건 : 두 개의 주문에 대한 배달시간 T_i^3 와 T_i^4 가 각각의 deadline을 만족시켜야 한다.

(상황 4)

현재 배달중인 배달자가 배달 도중에 새로운 주문에 대한 발송지에 가서 운송물품을 받아놓고 자신의 일을 끝낸 다음, 배달하는 방법이다.



(그림 5) 새로운 주문에 대한 운송 물품을 수령 후, 자신의 배달업무를 처리한 후 배달하는 방법

$$1. T_i^4 = (|s(x, y) - P_i(x, y)| + |d(x, y) - s(x, y)|) * w_i$$

$$2. T_i^4 = T_i^4 + |d(x, y) - d_i(x, y)| * w_i$$

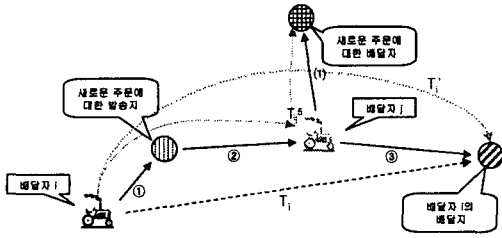
$$3. P_i = \underset{i}{\operatorname{argmin}} T_i^4$$

- $s(x, y) - P_i(x, y)$: 새로운 주문의 발송지와 배달자 P_i 의 현재 위치와의 거리차
- $d_i(x, y) - s(x, y)$: 배달자 P_i 가 배달중인 일의 배달지와 새로운 주문의 발송지와의 거리차
- $d(x, y) - d_i(x, y)$: 새로운 주문의 배달지와 배달자 P_i 가 배달중인 일의 배달지와의 거리차

3. 요구조건 : 두 개의 주문에 대한 각각의 deadline을 만족시켜야 한다.

(상황 5)

현재 배달중인 배달자 i 가 새로운 주문의 발송지에 가서 운송물품을 갖고 도중에 다른 배달자 j 로 인계하는 넘겨주는 방법이다. 이때, 배달자 j 는 대기 상태인 배달자로 가정한다.



(그림 6) 새로운 주문에 대한 운송 물품을 수령 후, 자신의 배달 업무를 수행하면서, 다른 배달자에게 인계하는 방법

1. $T_i^5 = (|s(x, y) - P_i(x, y)| + |P_j(x, y) - s(x, y)| + |d(x, y) - P_j(x, y)|) * w_i$
2. $T_i^4 = (|s(x, y) - P_i(x, y)| + |P_j(x, y) - s(x, y)| + |d_i(x, y) - P_i(x, y)|) * w_i$
3. $P_i = \underset{i}{\operatorname{argmin}} T_i^6$
 - $s(x, y) - P_i(x, y)$: 새로운 주문의 발송지와 배달자 P_i 의 현재 위치와의 거리차
 - $P_i(x, y) - s(x, y)$: 배달자 P_i 와 새로운 주문의 발송지와의 거리차
 - $d(x, y) - P_j(x, y)$: 새로운 주문의 배달지와 배달자 P_j 의 거리차
 - $d_i(x, y) - P_i(x, y)$: 배달자 P_i 의 배달지와 P_i 의 현재 위치와의 거리차
4. 요구조건 : 두 개의 주문에 대한 배달시간 T_i^6 와 T_i^4 가 각각의 deadline을 만족시켜야 하고, 배달자 j 는 대기상태인 배달자로 가정한다.

(결정)

위의 상황 중에서 시간 최적화를 고려하여 최적의 배달자를 결정한다. 이 경우에 배달중인 상태의 배달자가 선정이 되는 경우, 지연되는 배달이 최소가 되도록 배달 알고리즘을 선택한다.

$$P_i = \underset{i}{\operatorname{argmin}} T_i^j + |T_i - T_d^j|, j=1, \dots, 5$$

위 식에서 배달자가 선정된 경우 T_i^j 은 지연되는 시간을 표시하고, T_i 는 배달자로 선정되지 않았을 경우의 예측 배달시간을 나타낸다.

2.3 운영의 예

새로운 주문이 들어오면 발송지, 배달지, 배달요구시간 그리고, 추가 요구사항등을 시스템에 입력한다. 이렇게 입력되는 동시에 배달자들의 현재 상태, 위치가 파악되고, 이들 정보(발송지, 배달지, 배달요구시간, 배달자들의 상태, 위치정보)를 바탕으로 스케줄러는 위에 기술된 알고리즘을 통하여 배달자를 선정하게 된다. 이렇게 배달자가 선정되면, 선정된 배달자에게 배달요구시간(deadline), 배달경로(배달순서), 주문자의 추가 요구사항이 실시간으로 전달된다.

3. 결론 및 향후 개발 방향

본 논문에서는 배달자 선정 알고리즘을 통한 시간 최적화를 살펴보았다.

오토바이를 이용한 택배사업에서는 배달시간을 최소화하는 것이 가장 중요하다. 위에서 제시한 시스템 즉, 배달자 선정 알고리즘은 이를 만족시킬 수 있다.

추후 연구에서는 시물레이션을 개발, 얼마만큼의 효율성을 갖는지, 얼마의 인원에서 가장 효율적인지 등의 성능평가가 이루어져야 하겠다. 또한, 시간가중치 w_i 가 시간대별로 다른 분포 값으로 표현된 경우에 대한 택배시스템의 시물레이션에 대한 연구가 필요할 것이다.

4. 참고문헌

참고문헌
 [1] 남상우 "우편 경로 최적화 시스템 모델 설계 및 구현" '96 정보처리논문지 1996, v.3, n.6, pp.1483-1492
 [2] 남상우, 박문성 "방향성을 고려한 우편 경로 최적화 시스템의 최단 경로 생성 알고리즘 연구" '97 정보처리논문지 1997, v.4, n.2, pp.491-498
 [3] 김의창, 조태경, 오세동 "효율적인 우편 물류 시스템에 관한 연구" '99 정보처리논문지 1999, 04 v.6, n.1, pp.879-882