

논문 2017-54-6-6

교통약자를 위한 시간 복잡도를 반영한 자동배차 알고리즘

(Automatic Vehicle Delivery Algorithm to reflect time complexity
for the Transportation Vulnerable)

박 형 수*, 김 훈 기*, 김 영 성**

(Hyungsoo Park, Hoonki Kim, and Youngseong Kim[©])

요 약

우리나라가 선진국 대열에 합류함에 따라 장애인에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히, 장애인들의 사회 활동이 더욱 활발해지면서 교통약자의 이동권 보장이 더욱 강력하게 요구되고 있다. 이에 각 지자체에서는 교통약자의 이동권을 보장하기 위해 다양한 노력을 해오고 있다. 본 연구에서는 각 지자체에서 현재 운행하고 있는 특별교통수단인, 교통약자를 위한 콜택시에 대한 전국 현황을 파악하고, 콜택시를 자동 배차해 주는 교통약자의 이동지원 시스템 구축 현황에 대해 고찰해 본다. 또한, 해당 시스템의 핵심 기능인 자동 배차의 문제점을 파악하고, 이를 개선할 수 있는 최선의 자동 배차 알고리즘을 설계하고 구현해 본다. 본 연구에서 제시한 알고리즘을 실제 특정 지자체의 상용 시스템에 적용하여 기존 문제점을 해결하고 정상적으로 동작함을 확인해 본다. 본 연구의 결과는 교통약자에게 보다 신속하고 정확한 자동 배차가 되고 교통약자의 교통수단 이동편의가 증진될 것으로 기대된다.

Abstract

Since Korea joined the ranks of the developed countries, the interests in people with disabilities are rising. In particular, as disabled people become more active, to improve the transportation vulnerable's the right of movement have been required more strongly. Thus each municipality has been various efforts to do this. In this study we provide a understanding of each local government authority status which associated with operation of special transport systems, a call-taxi for transportation vulnerable and investigate the implementation status of mobility support system for traffic vulnerable which provided with automatic vehicle delivery. Also, with identification of automatic vehicle delivery problems the system, we design and implement a best-effort automatic vehicle delivery algorithm to improve these problems. Algorithm proposed in this study actually applied to commercial system of local governments to resolve the existing problems and to check to operate normally. The results are expected to provide to more exact and faster automatic vehicle delivery to transportation vulnerable and to improve the convenience of transportation vulnerable's movement.

Keywords : transportation vulnerable, automatic vehicle delivery algorithm, mobility support system

I. 서 론

“교통약자의 이동편의 증진법”이 2005년 1월에 제정됨에 따라, 각 지자체에서는 교통약자의 이동권을 보장하기 위해 다양한 노력을 추진 중에 있다¹⁻³⁾. 그 중에

* 정회원, 동양미래대학교 컴퓨터소프트웨어공학과
(Department of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University)

** 정회원, (주)오래솔루션 (Ore Solution, Ltd.)

© Corresponding Author (E-mail : kimhk@dongyang.ac.kr)

※ 본 논문은 2016학년도 동양미래대학교 학술연구비 지원에 의하여 이루어졌습니다.

Received ; January 6, 2017 Revised ; February 6, 2017

Accepted ; April 28, 2017

지자체에서 운영하고 있는 콜택시는 교통약자의 이동편의 증진을 도모하는데 있어 상당히 중요한 교통수단이 되고 있다⁴⁾.

장애인의 사회활동이 더욱 활발해지면서 교통약자를 위한 특별 교통 수단이 국가의 복지 차원에서 반드시 없어서는 안될 요소가 되었고, 특히 교통약자를 위한 콜택시의 이용이 활성화되었다⁵⁾. 이에 각 지자체에서는 2005년 이후부터 지속적으로 콜택시를 도입하기 시작하였으며 올해에도 지자체에서 예산을 편성하여 콜택시 보유대수를 늘리고 있는 실정이다.

현재 지자체는 전국적으로 특별시 1개, 광역시 6개, 시군구 262개로 이루어졌는데, 이 중에 대략 30% 정도

인 90여개 지자체 만이 콜택시를 보유하여 운행하고 있다^[6~8]. 서울특별시 591대로 가장 많은 대수를 보유하여 운행하고 있다. 그 뒤를 이어 인천광역시 150대, 부산광역시가 117대를 보유하고 있다. 전국적으로는 2,000여대의 차량을 보유하여 운행하고 있다. 일반 사용자의 콜택시에 비해 상당히 적은 대수의 차량을 운행함을 알 수 있다. 콜택시의 서비스를 효율적으로 지원하기 위해서는 교통약자 이동지원 시스템이 지자체에 설치가 되어야 한다^[9]. 이 시스템을 통해 교통약자가 차량을 요구할 때 즉시 차량 서비스를 제공할 수 있다. 현재, 교통약자 콜택시를 보유하고 있는 90여개 지자체들 중에 해당 지원 시스템을 보유하고 있는 지자체는 20군데를 넘지 못하는 실정이다^[6]. 현재, 해당 시스템을 구축하는 산업체는 중소기업 세 개의 회사에서 진행하고 있다. 세 개의 회사들 중에 O사가 가장 많은 시스템을 구축하였으며, E사, I사가 그 뒤를 잇고 있다^[6].

우리나라 교통약자의 수는 매년 조금씩 늘어나고 있는 추세이다^[7~8]. 교통약자의 발이 되어 주는 특별교통수단인 콜택시의 대수 또한 조금씩 늘어나고 있지만, 보급률이 3~8% 정도이다. 각 지자체에서는 콜택시의 보유대수를 지속적으로 늘려 나가는 동시에, 콜택시를 효율적으로 관리하기 위한 관제 및 이동지원시스템을 앞으로 2~4년 동안 지속적으로 구축할 전망이다. 해당 시스템이 많은 지자체에 구축됨에 따라 콜택시 보급률과 이용률은 더 높아질 전망이다^[7~8, 10].

이에 따라서, 교통약자가 콜택시 요청 시, 신속·정확하게 배차해 주는 기능이 중요할 것이다. 교통약자들의 이용실태를 보면 주로 병원 방문(이용률 59.86%)이 상당히 많음을 알 수 있다^[3]. 이러한 상황을 고려해 볼 때, 일반 사용자들에 비해 보다 신속하고 정확한 배차가 필요하다고 할 수 있다. 이러한 자동 배차 기술은 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS) 또는 위성항법장치(Global Positioning System, GPS)을 기반으로 하는 위치기반서비스(Location Based Service, LBS)를 사용하는데, 이 기술은 주로 일반 콜택시, 화물차, 자전거, 카셰어링 등에 활용되고 있다^[11~15].

본 연구에서는 기존 시스템의 콜택시 이동지원 시스템의 자동 배차 알고리즘의 문제점을 파악하고, 이에 대한 개선점을 도출하여 이를 반영한 최선의 자동배차 알고리즘을 설계 및 구현하고, 더 나아가 상용화된 교통약자의 콜택시 이동지원 시스템에 적용하여 문제점을 개선하고자 한다. 해당 알고리즘이 적용된 시스템은 ㈜오래 솔루션에 개발한 모바스(MOVAbility support

System for traffic vulnerable, MOVAS) 교통약자 이동지원시스템이다. 현재, MOVAS 교통약자 이동지원시스템은 가장 많은 지자체에 상용화되어 운용되고 있다^[7].

II. 교통약자 이동지원 시스템 소개

교통약자 이동지원 시스템은 지원센터에 제공되는 운영 기능, 관제 기능, 차량의 위치 기반으로 배차 등에 활용할 차량 기능, 모바일 기능, 관리자 기능 등이 있다. 그림 1은 교통약자 이동지원 시스템의 기능 구조도를 나타낸 것이다.

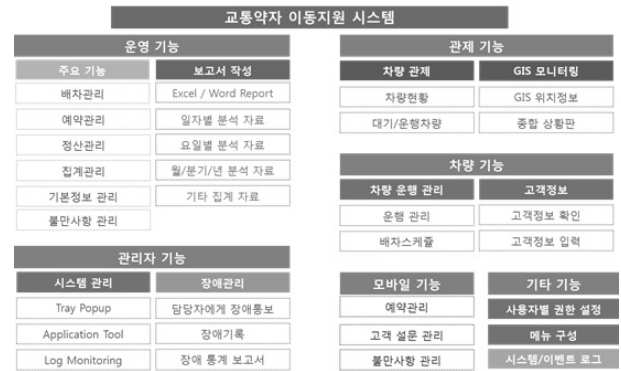


그림 1. 교통약자 이동지원 시스템의 기능 구조
Fig. 1. Function structure of transportation vulnerable's mobility support system.

운영 기능: 주요 기능으로 배차, 예약, 정산, 집계, 기본정보, 불만사항을 관리하는 기능들이 있고 이러한 데이터를 활용하여 다양한 통계 보고서(일자별, 요일별, 월별, 분기별, 연별)를 작성하고, 이를 기반으로 분석할 수 있다.

관제 기능: 대기/운행 차량현황을 파악하고 GIS 기반으로 차량의 위치정보를 확인하여 종합 상황판에 표시한다.

차량 기능: 차량을 이용하는 고객 정보를 확인 입력하며 차량을 배차 스케줄에 따라 운행 관리한다.

모바일 기능: 차량을 이용하는 고객이 앱을 통하여 차량 이용 예약을 할 수 있도록 지원하며 고객 설문 및 불만 사항을 접수 관리한다.

관리자 기능: 시스템에 문제가 되는 내용을 팝업시키고 로그로 관리하여 시스템에 발생하는 장애를 분석하고 해당 장애를 시스템 담당자가 신속하게 대처할 수 있도록 장애를 통보하며 기록 관리하고, 장애 보고서로 작성할 수 있도록 한다.

기타 기능: 사용자 등급에 따라 권한을 다르게 설정할 수 있고 메뉴 구성을 운전자 취향에 맞게 조정할 수 있으며 시스템/이벤트 로그도 관리할 수 있다.

Ⅲ. 자동 배차 알고리즘

1. 자동배차 기능 및 알고리즘의 문제점

자동 배차 기능은 교통약자가 차량 사용을 요청하였을 경우 지원 가능한 가장 빠른 차량을 배차 예약해 주는 기능이다. 이를 위해 운전원 정보와 차량 정보를 이용하여 배차 등록을 하고, 교통약자가 차량 지원 요청을 하였을 경우 해당 교통약자의 정보를 등록한다. 등록된 배차와 고객 정보 및 요청된 출발지, 도착지, 예약 시각으로 예약 가능한 차량을 조회하고 예약을 등록한다. 그림 2와 그림 3은 자동 배차 기능과 예약 등록을 나타낸 것이다.

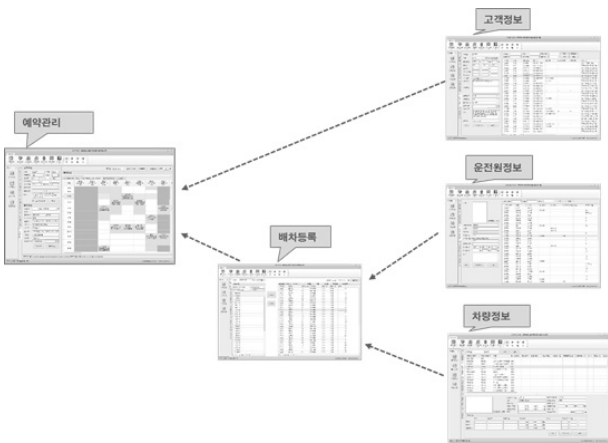


그림 2. 자동배차기능
Fig. 2. Automatic vehicle delivery function.



그림 3. 예약등록
Fig. 3. Reserved registration.

교통약자의 이동지원 시스템을 상용화하여 운용 중에 자동 배차 기능에 몇 가지 기능 오류들이 있음을 발

견하고 이에 대한 기능 오류들을 분석하여 문제점으로 정리하였다.

기능 오류 1: 요청된 출발지 시각이 이전 출발지 시각과 다음 예약 출발지 시각 사이에 있음을 확인한 차량에 대해 모두 배차 예약 등록을 처리하였다.

문제점 1: 기능 오류 1을 분석한 결과, 요청된 출발지 시각이 이전 도착지 시각보다 이전임에도 불구하고 배차 예약 등록이 되어 해당 차량이 배차될 경우 교통약자가 원하는 시각보다 늦게 차량이 지원된다.

예를 들어, 이전 출발지 시각이 14:00이고 도착지 예정 시간이 25분, 다음 예약 출발지 시각이 15:00라고 할 때, 14:20에 차량 요청이 되었다고 가정하자. 기능 오류 1 처럼 배차 예약 등록이 되었을 경우, 이전 도착지 시각이 14:25이고 요청 시각이 14:20이므로 정상적으로 해당 차량은 배차 예약 등록이 되지 않아야 하는데도 불구하고 정상적으로 배차 예약 등록이 됨을 알 수 있다.

기능 오류 2: 현재 출발지에서 요청 출발지까지 가는 소요시간을 고려하지 않고 배차 예약 등록을 하였다.

문제점 2: 기능 오류 2를 분석한 결과, 현재 위치에서 요청 출발지까지 이동하는 소요시간을 고려하지 않고 배차 등록을 할 경우, 해당 차량이 소요 시간만큼 늦게 차량이 지원되고 이로 인해 다음 예약 스케줄에도 문제가 될 수 있다. 예를 들어, 현재 차량 위치에서의 시각이 14:40이고 요청 출발지까지 이동하는데 20분이 소요되며, 요청 출발 시각이 14:55분이라고 가정하자. 현재 출발지에서 요청 출발지까지 가는 소요시간을 고려하지 않고 배차 등록을 예약하면 해당 차량은 14:40부터 15:00까지로 정상적으로 배차 등록 예약이 되어질 것이다. 하지만, 정상적으로 고려할 경우에는 해당 차량은 요청 출발지에 도착하는 시각이 15:00이 되므로 요청 시각보다 5분 늦으므로 배차 등록 예약에서 제외가 된다.

기능 오류 3: 요청 도착지에서 다음 출발지까지 가는 소요시간을 고려하지 않고 배차 예약 등록을 하였다.

문제점 3: 기능 오류 2를 분석한 결과, 요청 도착지에서 다음 출발지까지 가는 소요시간을 고려하지 않아 다음 예약 출발지 시각에 맞추지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 예를 들어, 해당 차량이 요청시각 14:40까지 요청 출발지에 도착할 수 있고, 요청 출발지에서 요청 도착지까지 이동하는데 20분이 소요되고, 요청 도착지에서 다음 예약 출발지까지의 소요시간을 20분, 다음 예약 시각이 15:10이라고 가정하자. 현재 요청 도착지에서 다음 출발지까지 가는 소요시간을 고려하지 않고 배차

등록하게 되면 해당 차량은 14:40부터 15:00까지로 정상적으로 배차 등록 예약이 되어질 것이다. 하지만, 정상적으로 고려할 경우 예약 도착지에서 다음 예약 출발지까지 시간 20분을 고려하면 해당 차량에 대해 다음 예약 출발지에 도착하는 시각이 15:20이 되어 배차 등록 예약에서 제외된다.

2. 최선의 자동배차 알고리즘 설계 및 구현

본 절에서는 앞에서 분석된 문제점들을 개선하고 최선의 자동배차 알고리즘을 설계하여 구현한다. 먼저 해당 알고리즘을 위해 몇 가지 전제 조건을 제시한다.

교통약자가 차량 지원 요청 시, 가장 빠르고 적합한 차를 배차하기 위한 알고리즘으로 해당 알고리즘은 하루 24시간 내(00:00~24:00)에서만 처리하도록 설계되어 있다. 시각은 분 단위까지만 계산되며, 00:00은 integer 0으로 표현되고, 24:00은 integer 1440 표현된다. 예를 들어, 10:30은 integer 630, 15:15은 integer 915로 표현된다. Integer 시각을 시각으로 표현하고자 할 때는 60으로 나누어 몫을 시, 나머지를 분으로 표현하면 된다. 예를 들어, integer 915이면 15:15이 된다. 배차 우선순위는 다음과 같다.

- 1순위: 현재 요청되어진 출발지에 도착하는데 걸리는 소요 시간이 가장 짧은 차를 배정
- 2순위: 요청 수가 가장 작은 차를 배정
- 3순위: 운행 시간이 적은 차를 배정
- 4순위: 배열 인덱스 낮은 차를 배정

알고리즘에서 사용하는 입력/출력 파라미터는 다음과 같다.

• 입력 파라미터

- 1. 운행 차량 대수 (OpCarCnt)
- 2. 영업 시작 시각 (OpenTime)
- 3. 영업 종료 시각 (CloseTime)
- 4. 현재 요청되어진 출발 시각 (RequestedCallTime)
- 5. 현재 요청되어진 소요 시간 (RequestedCallTimeDuring)
- 6. 예약된 배차 정보 자료구조 (배열, ReservedCallData)
 - 6-1 기사이름 (DriverName)
 - 6-2 차량번호 (CarNumber)
 - 6-3 기사 영업 시작 시각 (DriverOpenTime)
 - 6-4 기사 영업 종료 시각 (DriverCloseTime)
 - 6-5 현재 시각 기준으로 예약된 요청 수 (ReservedCallCnt)
 - 6-6 현재 시각 기준으로 예약된 요청의 운행시간의 합계 (ReservedCallOpTimeDuringTotal)

- 6-7 현재 시각 기준으로 차량별 예약된 요청 자료구조 (배열, ReservedCallPerDriver)
 - 6-7-1 기 예약된 요청 출발 시각 (ReservedCallStartTime)
 - 6-7-2 기 예약된 요청 도착 시각 (ReservedCallEndTime)
- 6-8 현재 요청된 시각에 가장 근접한 이전 시각의 예약 요청 도착 장소에서 현재 요청된 출발장소에 도착하는 시각 (해당되지 않을 경우, -1로 세팅, FromClosestRCToReqCTime)
- 6-9 현재 요청된 시각에 가장 근접한 이전 시각의 예약 요청 도착 장소에서 현재 요청된 출발장소까지 이동하는 데 걸리는 소요시간 (해당되지 않을 경우, -1로 세팅, FromClosestRCToReqCTimeDuring)
- 6-10 현재 진행되고 있는 요청 종료 위치에서 현재 요청된 출발장소에 도착하는 시각 (해당되지 않을 경우, -1로 세팅, FromNowCtoReqCTime)
- 6-11 현재 진행되고 있는 요청 종료 위치에서 현재 요청된 출발장소까지 이동하는 데 걸리는 소요 시간 (해당되지 않을 경우, -1로 세팅, FromNowCtoReqCTimeDuring)
- 6-12 현재 비어있는(Idle상태) 차의 현재 위치에서 현재 요청된 출발장소에 도착하는 시각 (해당되지 않을 경우, -1로 세팅, FromIdleCtoReqCTime)
- 6-13 현재 비어있는(Idle상태) 차의 현재 위치에서 현재 요청된 출발장소까지 이동하는 데 걸리는 소요시간 (해당되지 않을 경우, -1로 세팅, FromIdleCtoReqCTimeDuring)
- 6-14 현재 요청된 도착지 도착 예정 시각에서 가장 근접한 이후 시각의 예약 출발 장소에 도착하는 시각 (현재 요청된 도착지 도착 예정 시각에서 가장 근접한 이후 시각의 예약 요청이 없는 경우, -1로 세팅, FromReqCToClosestRCTime)

• 출력 파라미터

- 1. 요청에 지원 가능한 차량 대수 (OparamDataCnt)
- 2. 요청에 지원 가능한 차량 (배열, RequestCallOKCar)
 - 2-1 기사 이름 (ODriverName)
 - 2-2 차량 번호 (OCarNumber)
 - 2-3 현재 요청된 차량 도착 예정 시각 (OArrivedTime)
 - 2-4 종료 시각 (OEndTime)
 - 2-5 현재 요청된 출발지에 도착하는데 걸리는 소요시간 (소요 시간의 오름차순으로 정렬 시 활용, ArrivedTimeDuring)

2-6 현재 시각 기준으로 예약된 요청 수

(OReservedCallCnt)

2-7 현재 시각 기준으로 예약된 요청의 운행시간의

합계 (OReservedCallOpTimeDuringTotal)

입력 파라미터의 6-8/6-9, 6-10/6-11, 6-12/6-13 세 항목 중에 차량에 해당되는 경우는 한 경우만 존재한다. 최선의 자동배차 알고리즘의 흐름도는 그림 4부터 그림 12까지와 같다. 그림 4는 현재 요청된 출발 시각과 소요 시간을 영업 시작/종료 시각과 비교하여 배차 등록 예약이 가능한지를 확인한다.

그림 5는 요청된 배차 시각이 각 기사의 영업 시작/종료 시각 사이에 존재하는지를 확인하는 절차이고 그림 6은 요청된 시작/종료 시각이 기 예약된 출발시각과 도착 시각 사이에 포함되는지 확인하는 절차이다.

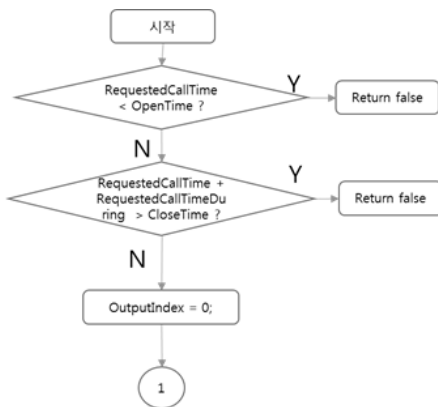


그림 4. 영업 시작/종료 시간에 의한 배차 예약 등록절차
Fig. 4. Reserved registration procedure by open/close time.

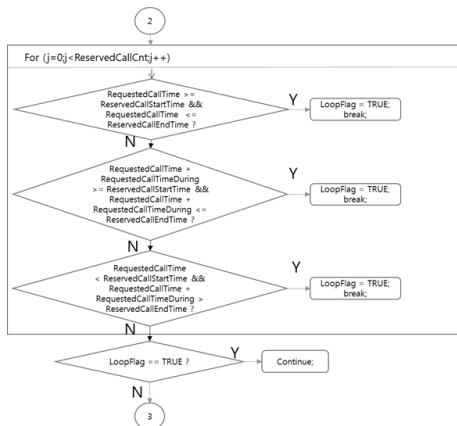


그림 5. 기사의 영업 시작/종료 시간에 의한 배차 예약 등록 절차
Fig. 5. Reserved registration procedure by a driver's open /close time.

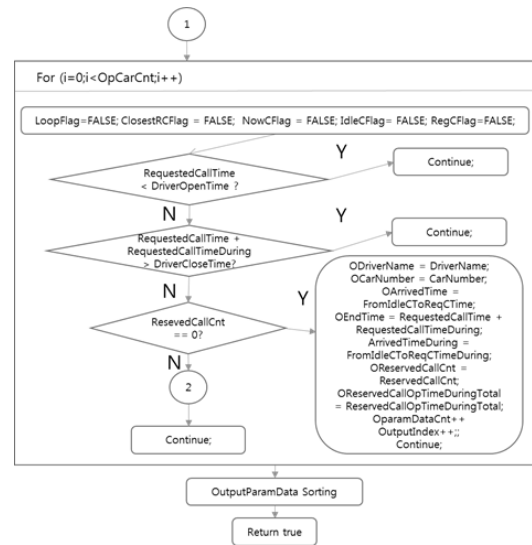


그림 6. 요청된 시작 / 종료 시각과 기 예약된 출발 / 도착 시각의 중복 확인 절차
Fig. 6. Overlapping check procedure between requested start /end time and the already reserved departure / arrival time.

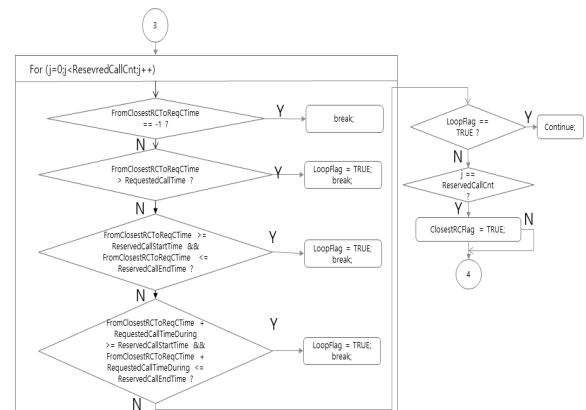


그림 7. 입력 파라미터 6-8과 기 예약된 출발 / 도착 시각의 중복 확인 절차
Fig. 7. Overlapping check procedure between 6-8 in input parameter and the already reserved departure / arrival time.

그림 7, 8, 9는 입력파라미터의 6-8, 6-10, 6-12의 시각이 요구된 요청 시각 이전이어야 하고 모든 기 예약된 출발 시각과 도착 시각 사이에 포함되지 않아야 하며, 6-8, 6-10, 6-12의 도착지 예정 시각이 모든 기 예약된 출발 시각과 도착 시각 사이에 포함되지 않아야 각 ClosestRCFlag, NowCFlag, IdleCFlag를 “TRUE”로 세팅할 수 있음을 나타낸 것이다.

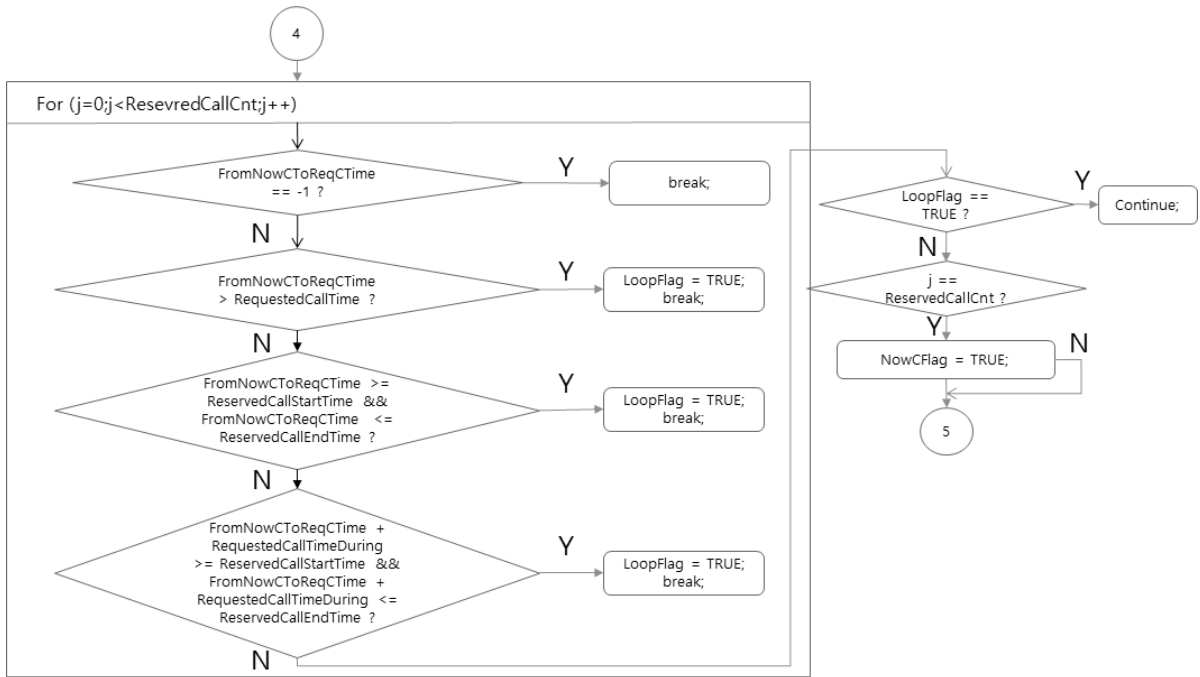


그림 8. 입력 파라미터 6-10과 기 예약된 출발/도착 시각의 중복 확인 절차
 Fig. 8. Overlapping check procedure between 6-10 in input parameter and the already reserved departure/arrival time.

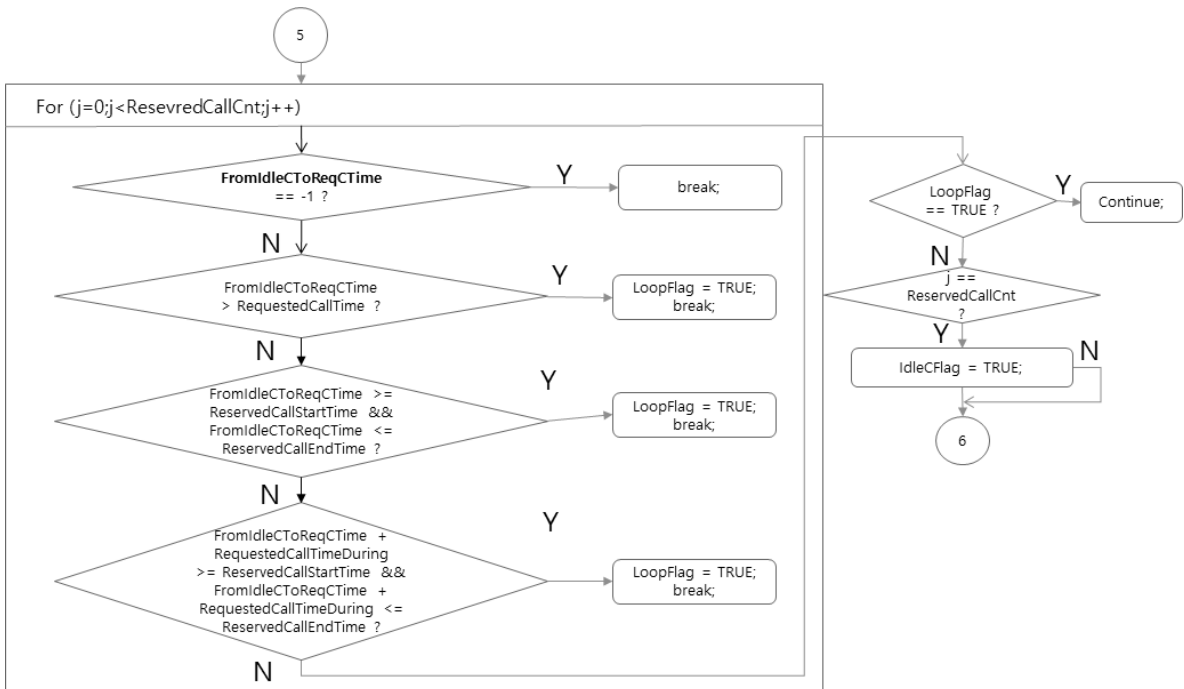


그림 9. 입력 파라미터 6-12와 기 예약된 출발/도착 시각의 중복 확인 절차
 Fig. 9. Overlapping check procedure between 6-12 in input parameter and the already reserved departure/arrival time.

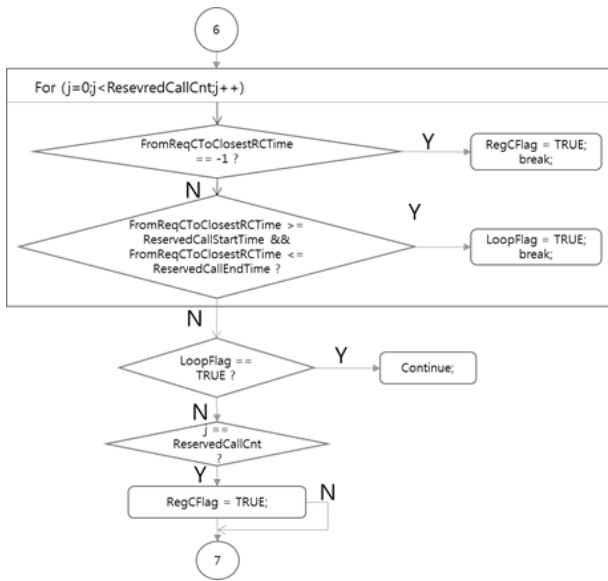


그림 10. 입력 파라미터 6-14와 기 예약된 출발/도착 시각의 중복 확인 절차
Fig. 10. Overlapping check procedure between 6-14 in input parameter and the already reserved departure /arrival time.

그림 10은 6-14의 시각이 모든 기 예약된 출발 시각과 도착 시각 사이에 포함되지 않거나 현재 요청된 도착지 도착 예정 시각에서 가장 근접한 이후 시각의 예약 요청이 없는 경우에 RegCFlag를 “TRUE”로 세팅하는 절차이다. 그림 11은 RegCFlag이 “TRUE”이고 Closest RSFlag 또는 NowCFlag 또는 IdleCFlag가 “TRUE”일 경우 요구된 배차 요청을 예약 등록할 수 있는 절차를 표현한 것이다. 배차 요청에 지원 가능한 차량이 없는 경우에는 요청에 지원 가능한 차량 대수가 0으로 세팅된다.

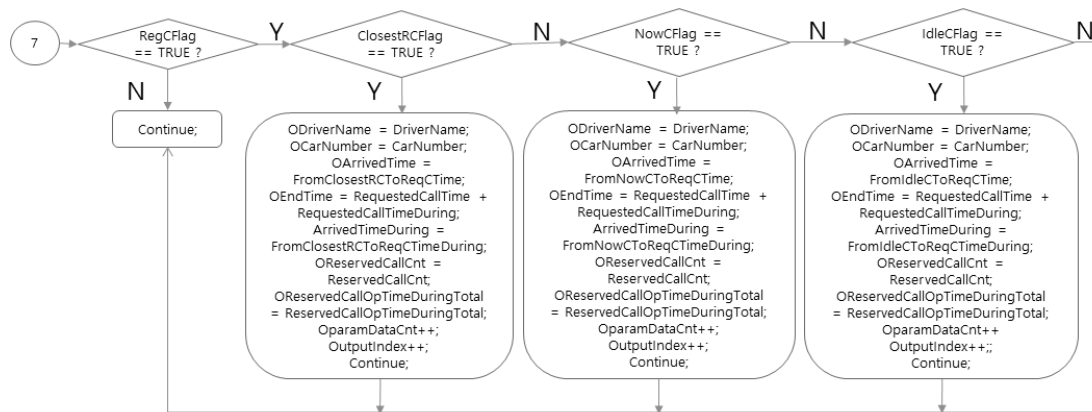


그림 11. 출력 파라미터 설정 절차
Fig. 11. Output parameter setting procedure.

IV. 시험 결과

1. 추가된 파라미터들에 의한 시험 결과

그림 12는 추가된 입력 파라미터들이 본 논문에서 제안된 알고리즘에 반영되어 기능오류들에 의해 비정상적으로 예약된 차량이 제외되는 것을 나타낸 것이다. 기 예약된 도착시각 입력 파라미터(ReservedCallEndTime)를 추가하여 문제점 1이 수정됨을 확인할 수 있었다. 76주xxxx 차량은 그림 2의 예약관리 DB에서 기 예약된 도착시각이 14:20 이후임을 확인할 수 있었다. 현재 시각에서 예약 요청된 출발시각 이전에 도착해야 하는 차량을 예약하기 위해서 입력 파라미터의 6-8(From ClosestRCTo ReqCTime)에서 6-13(FromIdleCToReqCTimeDuring)까지 적용하였다. 71나xxxx 차량에 대해서 예약 요청한 시각 14:20 이후에 도착함을 확인하여 문제점 2를 개선할 수 있었다.

차량	기사	시작	종료	시간(분)	거리(Km)	
78가xxxx	최xx	14:20	14:45	34	14.9	
78나xxxx	문xx	14:20	14:45	36	15.82	
70버xxxx	김xx	14:20	14:45	37	16.28	
76주xxxx	조xx	14:20	14:45	41	18.23	문제점1
71나xxxx	황xx	14:20	14:45	34	14.9	문제점2
77러xxxx	정xx	14:20	14:45	40	17.57	문제점3

차량	기사	시작	종료	시간(분)	거리(Km)
78가xxxx	최xx	14:20	14:45	34	14.9
78나xxxx	문xx	14:20	14:45	36	15.82
70버xxxx	김xx	14:20	14:45	37	16.28

그림 12. 추가된 입력 파라미터들에 의한 정상 배차 예약 등록
Fig. 12. Normal vehicle delivery reserved registration by added input parameters.

입력 파라미터 FromReqCToClosestRCTime를 추가하여 예약 요청된 도착지에서 가장 근접한 다음 예약 출발지까지의 소요시간을 고려하였다. 77리xxxx는 14:45에서 다음 예약 출발지에 도착했을 때의 시각이 예약관리 DB에서 가장 근접한 다음 예약 출발시각 이후임을 확인하여 해당 차량이 예약 등록에서 제외됨을 확인하였다.

2. 상용 시스템 적용 후 통계치에 따른 시험 결과

앞 절에서 설계 및 구현한 최선의 자동배차 알고리즘을 시스템에 적용하여 정상 동작하는 지를 확인하였다. 본 연구의 시험은 O사의 개발실에서 진행되었으며 현재, 본 논문의 알고리즘은 O사에서 개발한 MOVAS 교통약자 이동지원 시스템에 적용되었다^[9]. 해당 시스템이 상용 적용된 모든 지자체에 적용되어 문제없이 잘 동작하고 있음을 확인하였다. 그림 13은 배차가 정상적으로 동작한 화면을 캡처한 것이다.

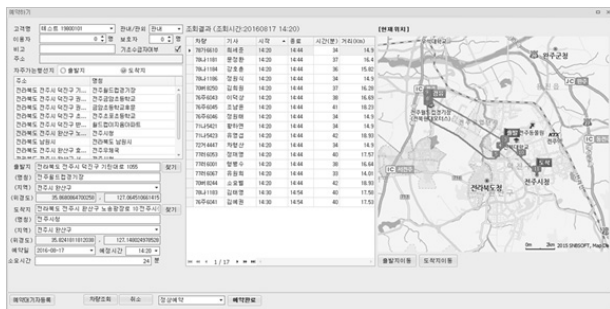


그림 13. 정상 배차 예약 등록 화면
Fig. 13. Normal vehicle delivery reserved registration display.

본 논문의 최선의 자동배차 알고리즘은 4월에 상용 시스템에 적용하였는데, 그림 14는 월별 자동 배차 통계이고 그림 15는 분기별 자동배차 통계이다. 그림 14의 3,609/3,482/3,493는 3, 4, 5월별 통계값이고, 10,584는 세달 동안의 합계 통계값이다. 그림 15의 5,746/5,678/5,265는 2, 3, 4분기별 통계값이다. 해당 통계값은 자동배차가 정상적으로 처리된 수치를 의미한다. 월별 자동배차 통계를 비교해 볼 때 4, 5월 통계값이 3월 통계값보다 4% 정도 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

통계값이 줄어든다는 의미는 본 논문의 최선의 자동배차 알고리즘이 기존 알고리즘에서 발견된 3가지 문제점을 개선하고 잘못된 배차가 되지 않도록 했다는 것을 의미한다. 즉, 4%가 기존 알고리즘에서 잘못된 자동배차된 통계값임을 알 수 있다. 분기별 통계에서도 3, 4분기별 통계값이 2분기별 통계값보다 2~8% 범위 내에서 통계값이 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 2분기 통계는 3월의 잘못된 자동배차 횟수가 포함된 가장 높은 통계값임을 알 수 있고 이후로 3, 4분기별 통계에서는 줄어든 수치만큼 잘못된 자동 배차의 횟수가 제외되고 통계

처리됨을 확인할 수 있다.

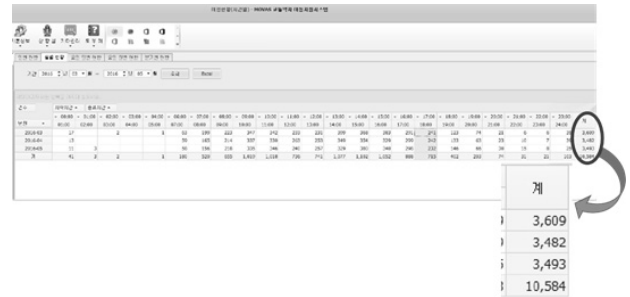


그림 14. 2016년 3~5월별 자동배차통계(광명)
Fig. 14. Automatic vehicle delivery monthly statistic from March to May in 2016. (Kwangmyeong)

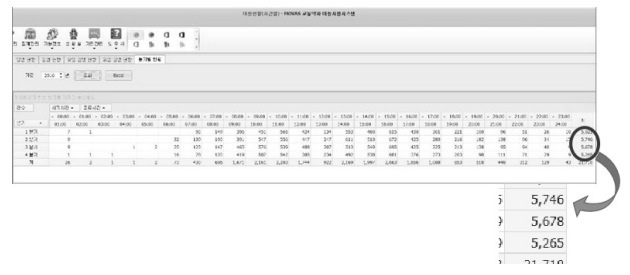


그림 15. 2016년 분기별 자동배차통계(광명)
Fig. 15. Automatic vehicle delivery quarterly statistic. (Kwangmyeong)

V. 결 론

본 연구에서는 교통약자의 이동권을 보장하기 위한 특별교통수단인 콜택시를 운용하는 교통약자 이동지원 시스템에 대해 분석하고 고찰하였다. 앞으로 각 지자체에서 보다 많은 콜택시를 확보함에 따라 교통약자의 콜택시 이용은 더욱더 활성화될 것이다. 따라서 이동지원 시스템의 보급이 2~4년 이내에는 모든 지자체에 설치되어 운용될 것으로 보인다.

교통약자 이동지원 시스템의 핵심 기능이라 할 수 있는 자동 배차 기능은 보다 효율적이고 신속하게 작동되어야 할 것이다. 본 연구에서는 상용 중에 나타난 자동배차의 기능 오류들을 분석하였으며, 이 오류들로 인해 발생하는 문제점들을 시스템에서 확인하여 이를 개선하는 최선의 자동배차 알고리즘을 설계하고 개발하였다. 개발된 자동배차 알고리즘을 상용 시스템에 적용하여 보다 효율적인 배차가 이루어짐을 확인하였다. 해당 이동지원 시스템이 보다 많은 지자체에 적용되면 교통약자의 이동편의 증진에 기여할 것으로 기대해 본다.

앞으로 교통약자의 콜택시 이용률이 더욱 높아져서 활성화되면 각 지자체에서는 보다 많은 콜택시를 보유해야 할 것이다. 현재는 보유 대수가 1,000대 미만이어

서 최선의 자동배차 알고리즘에 대해 복잡도에 대해 고려하지 않아도 되지만, 향후에 도 단위 또는 전국 단위로 통합한 이동지원시스템을 구축할 경우에는 보다 효율적인 시간 복잡도를 갖는 알고리즘에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

[1] Namcheol Baek, "Transportation Vulnerable Term", Transportation Technology and Policy, Vol. 3 No. 4, 2006.

[2] Taeho Kim, Suil lee, Juntae Park, Subeom Lee, "Forecasting and Defining of Vulnerable Pedestrians Type Utilizing Statistics Data", Transportation Technology and Policy, Vol. 9 No. 1, 2012.

[3] Hunyoung Jung, Sangyong Lee "Analysis of Traffic Characteristics for the Transportation Vulnerable", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol. 33, No. 1, pp. 241-249, 2013.

[4] Sanggu Kim, Hongjoong Cho, "A Study on the Operation and Utilization Status of the Special Transport Systems for the Transportation Vulnerable", Korean Council of Physical & Health Disabilities, Vol. 55, No. 3, pp. 185-211, 2012.

[5] Yongeun Shin, Hyemi Choi, Kiwook Song, Heedae Lee, "Travel Patterns of Disabled Persons Using Special Transport Systems : Case of Gyeongsangnam-do", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol. 34, No. 1, PP. 213-221, 2014.

[6] Ore Solution, Ltd., "the implementation status of mobility support system for traffic vulnerable", 2016.

[7] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, "Survey on the barrier free transportation for traffic vulnerable", 2009.

[8] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Survey on the barrier free transportation for traffic vulnerable", 2016.

[9] Ore Solution, Ltd., "Movability Support System for Traffic Vulnerables", 2013

[10] Hangung Cho, Woonggu Han, "Improvement Plan of Traffic Vulnerable Barrier-free transportation (Case of Seongnam-si)", Transportation Technology and Policy, Vol. 6, No. 2, 2009.

[11] Hyunbo Shim, "LBS Technical Element & Research Trends", Korea Information Processing Society, Vol. 20, No. 6, PP. 3-12, 2013.

[12] Cheol Ahn, "LBS Commercial Service Car Sharing Development & Deployment Case", Korea Information Processing Society, Vol. 20, No. 6, PP. 38-43, 2013.

[13] Myeongho Lee, Naehun Kim, Jaeyuil Shin, "Design of Heuristic Algorithm of Automatic Vehicle Delivery Support System", Korea Industrial and Systems Engineering, Vol. 23, No. 58, 2000.

[14] Hyungbong Lee, Seunghee Cho, "Development of a LBS-based Bicycle Monitoring System using GPS-CDMA Modem Combined Terminals", Journal of the Korean Society of Computer and Information, Vol. 17, No. 8, 2012.

[15] Myeongho Lee, "Design of Heuristic Algorithm of Automatic Vehicle Delivery Support System", The Korea Society of Digital Policy and Management Vol. 11, No. 3, PP. 181-187, 2013.

저자 소개



박 형 수(정회원)

1992년 고려대학교 전산학과 학사 졸업
1995년 고려대학교 전산학과 석사 졸업.
2008년 고려대학교 정보보호 박사 졸업.

1995년~2003년 LG전자 정보통신연구소
2004년~2015년 (주)엔텔리아 연구소
2016년~현재 동양미래대학교 컴퓨터공학부
<주관심분야: 정보보호, 이동통신보안>



김 훈 기(정회원)

1988년 한양대학교 전자공학과 학사 졸업.
1990년 한양대학교 전자공학과 석사 졸업.
2002년 한양대학교 전자공학과 박사 졸업.

1990년~2001년 LG전자 정보통신연구소
2001년~현재 동양미래대학교 컴퓨터공학부
<주관심분야: 임베디드시스템, 통신SW>



김 영 성(정회원)

1997년 고려대학교 전산학과 학사 졸업.
1998년 C& 그룹 전산실 근무
2000년 그룹 GIS 솔루션 개발
2008년 (주)씨이기술 대표
2012년 (주)오래솔루션 대표

2013년 OpenGIS-LBS 기반 실시간 자동배차 알고리즘(IDEAL) 개발
2014년 MOVAS (교통약자 이동지원 알고리즘) 개발
2017년 (주)아이넷서비스코리아 대표
<주관심분야: GIS, LBS, 차량위치관제>