

## u-Transportation UVS 단말기 시장수요예측

論 文

8-4-1

## Forecasting Market Demand of u-Transportation Vehicle Sensor OBU

정 언 수\*, 김 원 규\*, 김 민 현\*, 김 병 종\*, 김 송 주\*

Eon Su Jeong, Wonkyu Kim, Min Heon Kim, Byung Jong Kim, and Song Ju Kim

## Abstract

This study's purpose is to forecast the market demand of UVS (u-Transportation Vehicle Sensor) OBU (On-board Unit) of the ubiquitous Transportation. Bass model, Logistic model, and Gompertz model were used for the forecasting market demand. Firstly, this research focused on the market size for the u-T OBU. All three models were used for the market size prediction and the average values were used. The Bass model were calibrated and the market demand for the UVS OBU of the u-Transportation system were estimated using this model.

**Keywords** : u-Transportation, bass model, market penetration rate, market size

## I. 서 론

신제품의 정확한 수요예측은 적절한 도입 시기, 가격수준 설정 등 시장전략의 수립 및 시행을 가능하게 함으로써 제품의 성공여부에 매우 중요한 영향을 끼친다. 이러한 신제품의 수요 예측과 확산 분석을 위해 Bass(1969) 확산모형[3, 6], Logistic 모형[9] 및 Gompertz 모형[10]이 많이 사용되어 왔다.

이 방법들은 제품 간의 대체·보완·반복구매 등을 반영하고 제품 확산에 영향을 끼치는 경제 상황 등을 반영하며 발전하여왔다. 특히 Bass 확산모형은 제품의 확산을 반영하는 개념 및 수리적 구조가 간단하면서도 새로운 제품이 보이는 일반적인 S자형 생존주기에 대하여 매우 잘 설명하고 있는 것으로 평가를 받아 왔으며, 70년대 이후 계량경제학과 마케팅 분야에서 많은 연구가 이루어져 왔다.

하지만 Bass 확산모형, Logistic 모형 및 Gompertz

모형은 과거의 판매량 자료를 이용하여 수요 예측을 하기 때문에 아직 시장에 출시되지 않거나 시장 진입 초기의 신제품의 경우 확산과정을 예측하는데 있어 한계점을 가지고 있다. 특히 IT기술의 급속한 발전으로 인하여 시장이 더욱 복잡해지고 제품·기술간 경쟁이 치열해짐에 따라 기존에 존재하는 다른 제품들의 일반적인 확산과정을 정확하게 설명하지 못한다는 한계점도 있다.

본 연구의 목적은 Bass 확산모형, Logistic 모형, 그리고 Gompertz 모형을 활용하여 아직 시장에 출시되지 않은 ubiquitous transportation[1-2] 차량 단말기(UVS 단말기<sup>1)</sup>)의 수요예측을 하고자 함이다.

## II. 본 론

## 1. 연구개발 내용 및 방법

본 연구에서는 Bass 확산모형, Logistic 모형, Gompertz 모형을 사용하여 잠재시장 규모를 산출

1) 다른 차량(Vehicle to Vehicle) 및 시설(Vehicle to Infrastructure)과의 통신을 주고받으면서 각종 교통정보를 운전자들에게 제공이 가능한 단말기임.

접수일자 : 2009년 07월 24일

최종완료 : 2009년 12월 18일

\*한국항공대학교 항공물류학부

교신저자, E-mail : wkim@kau.ac.kr

하였으며, Bass 확산모형을 이용하여 시장 침투율을 산정하여 ubiquitous transportation 차량 단말기의 수요를 예측하였다.

Bass 확산 모형을 사용하기 위한 잠재시장규모의 예측 값은 “Bass 확산모형”과 “Logistic 모형”과 “Gompertz 모형”을 각각 이용하여 예측한 값의 평균값을 사용하였다. 나머지 Bass 모형 계수들은 현재 UVS 단말기와 가장 유사하다고 판단되는 차량 내비게이션 단말기 판매 자료를 활용하여 추정 하였으며, 이렇게 산정된 Bass 확산 모형 식을 활용하여 ubiquitous transportation 차량 단말기의 장래 수요를 예측하고자 한다.

### 1.1 Bass 확산 모형

일반적으로 수요예측 연구에서 널리 이용되는 Bass 모형의 경우 과거자료에 기초하여 시장수요를 예측한다. 그러나 신제품의 경우 이러한 과거 시장자료가 존재하지 않으므로 제품의 확산을 예측하는데 어려움이 존재하며, 이를 위해 많은 연구가 진행되고 있다.

신제품의 수요예측을 위한 많은 방법론 중 대표적인 방법론으로 유사추론방법이 있다. 신제품의 유사제품을 선택하여 이를 바탕으로 신제품의 수요예측을 하는 방법이다. Ubiquitous transportation 차량 단말기의 경우 그 성격이 유사할 것이라 판단되는 제품으로는 차량 내비게이션을 고려해볼 수 있을 것으로 판단되어 차량 내비게이션의 판매량 자료를 사용하여 Bass 모형을 적용하고자 한다.

유사추론 이외의 다른 방법으로 이산선택모형(discrete choice model)을 확산모형에 도입한 소비자의 선택을 고려한 확산모형(choice-based diffusion model)이다. 이모형은 선택을 고려한 확산모형으로 신제품의 확산 예측과 제품 간의 경쟁·대체 관계를 설명하는데 뛰어난 장점을 가지고 있다. 하지만 일반적인 선호 자료를 이용하여 설문조사를 하는 경우 실제 구매하는 상황보다 과대 진술하는 경향이 있는 것으로 알려져 있기 때문에, 정확한 수요예측을 하기 위하여 초기 시장에 대한 현시자료(revealed preference)를 이용하여 베이지안 업데이트를 통해 계수를 도출하는 방법이 연구되고 있다. 그러나 ubiquitous transportation 차량 단말기의 경우 아직 시장에 출시되지 않은 제품으로 초기 시장에 대한 자료조차 없기 때문에 베이지안 업데이트를 통한 계수의 사후분포 추정은 불가능하다.

따라서 본 연구에서는 확산모형 및 기술성장모형을 적용하여 수요예측을 수행하고자 한다.

Bass 확산 모형은 주어진 집단내의 수요자들에 특정한 상품이 퍼지는 속도를 이론적으로 모형화한 것으로, 상품을 선택하는 수요자들의 수가 연속적으로 증가하는 것으로 가정하여 향후 확산과정 형태를 방정식으로 추정하여 예측하는 방법이다. Bass 확산모형은 제품의 신규 확산과정을 모방계수(imitation coefficient) 및 혁신계수(innovation coefficient), 포화시장규모(saturation level)를 이용하여 상품의 향후 수요를 예측한다. 즉 Bass 모형은 향후에 신규 제품이 추가로 판매되는 량을 추정하는데 사용하기 적합한 모형이다.

$$\frac{dS_t}{dt} = (p + q \frac{S_{t-1}}{N})(N - S_{t-1}) : \text{Bass 기본모형}$$

$p$ : 혁신계수,  $q$ : 모방계수,  $N$ : 포화시장규모  
 $S_t$ :  $t$ 시점의 누적수요,  $\frac{dS_t}{dt}$ :  $t$ 시점의 신규수요

$$\frac{dS_t}{dt} = \Delta S_t = pN + (q-p)S_{t-1} - \frac{q}{N}S_{t-1}^2$$

$$\beta_0 = pN, \beta_1 = q-p, \beta_2 = -\frac{q}{N}$$

$$\Rightarrow \frac{dS_t}{dt} = \Delta S_t = \beta_0 + (\beta_1)S_{t-1} - \beta_2 S_{t-1}^2$$

그림 1. Bass 확산모형의 구조

### 1.2 Logistic 모형과 Gompertz 모형

제품의 시장수요를 예측하는 또 다른 방법으로는 Logistic 모형과 Gompertz 모형이 있다. Logistic 모형은 시장의 단계별 성숙도를 추세선에 포함하고 있는 모형으로 혁신적 기술이 시장에 침투하는 과정에서 시간과 시장침투율과의 관계를 설명함으로써 기술대체 현상을 효과적으로 설명하는 모형이다.

Gompertz 모형은 시장의 단계별 성숙도를 추세선에 포함하고 있는 모형으로 혁신적 신기술에

$$f = \frac{1}{1 + ce^{-bt}} \quad \text{or} \quad Y = \frac{L}{1 + ce^{-bt}}$$

$f$  = market penetration rate  
 $Y$  = 누적판매량  
 $t$  = time  
 $L$  = market limit or potential  
 $b, c$  = 기술특성과 시장성장과정의 형태를 결정짓는 parameters

그림 2. logistic 모형의 구조

$$f = \frac{Y}{L} = e^{-be^{-ct}}$$

$f$  = market penetration rate  
 $Y$  = 누적판매량  
 $t$  = time  
 $L$  = market limit or potential  
 $b, c$  = 기술특성과 시장성장과정의 형태를 결정짓는 parameters

그림 3. Gompertz 모형의 구조

의한 대체보다는 기술노후화에 따른 기술대체를 설명하는데 적합하다.

Logistic 모형과 Gompertz 모형은 둘 다 잠재시장(market limit or potential)의 규모를 산정한 후 각 모형에서 나온 시장 침투율(market penetration rate)을 곱하여 수요예측을 하는 구조이다. 따라서 Logistic 모형과 Gompertz 모형을 적용하여 ubiquitous transportation 차량 단말기의 잠재시장인 차량시장의 규모를 구하기 위해서는, 차량 예측에 주로 이용되는 인구수를 차량시장의 잠재시장으로 삼아 예측 값을 구하여야 한다. 차량시장의 잠재시장인 인구수의 예측 값은 공신력 있는 기관(통계청)의 예측 값을 사용하였다.

2. 잠재시장 규모 예측

ubiquitous transportation 차량 단말기의 잠재시장은 단말기 설치 가능성이 높은 승용차와 승

표 1. 승용차 및 승합차 등록대수 (출처: 국토해양부)

년도	승용차 및 승합차의 차량등록대수 (대)	차량 증가량(대)
1987	1,044,806	225,953
1988	1,377,599	332,793
1989	1,882,062	504,463
1990	2,458,660	576,598
1991	3,155,502	696,842
1992	3,944,632	789,130
1993	4,799,211	854,579
1994	5,730,782	931,571
1995	6,618,874	888,092
1996	7,556,674	937,800
1997	8,305,601	748,927
1998	8,330,246	24,645
1999	8,830,375	500,129
2000	9,511,147	680,772
2001	10,146,335	635,188
2002	11,012,747	866,412
2003	11,525,552	512,805
2004	11,824,870	299,318
2005	12,246,844	421,974
2006	12,712,607	465,763
2007	13,204,728	492,121
2008	13,580,507	375,779

합차 차량 대수로 제한하였다. 일부 화물차와 특수차 등에서도 단말기를 사용할 수 있지만 그 가능성이 적으며, 또 화물차와 특수차의 시장 규모가 작아서 수요예측 대상에서 제외하였으며, 여기서 차량 증가량은 해당년도의 등록대수에서 전년도 등록대수를 뺀 값을 말한다.

과거의 승용차와 승합차의 차량 증가량을 바탕으로 SAS 9.1 소프트웨어를 활용하여 Bass 모형의 계수를 추정하고, 이를 적용하여 최종 수요 예측식을 산출하였다. 각 계수 추정 값과 수요 예측식은 표 2와 같다.

표 2. Bass 확산모형 계수의 추정값 및 수요예측식

구분	F-value	R-square	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$
추정값	89.76	0.8638	17830	0.23868	-1.63028E-8
수요 예측식	$\Delta S_t = 17830 + 0.23868 S_{t-1} - 1.63028 S_{t-1}^2$				

수요 예측식을 통해 예측한 승용차 및 승합차의 장래 차량대수는 아래 그림 4와 같으며, 약 1,510만대에서 더 이상 증가하지 않는 것으로 나타났다.

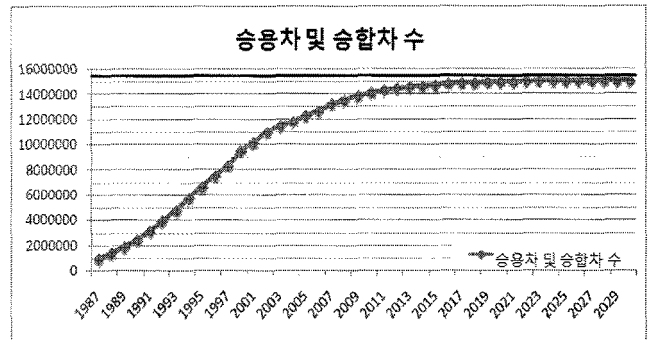


그림 4. Bass 모형으로 예측한 잠재시장 규모

표 3. Bass 모형으로 추정된 잠재시장의 규모

년도	승용차 및 승합차의 장래 차량대수(대)	차량 증가량(대)
2010	14,108,095	237,973
2015	14,766,418	80,522
2020	14,978,273	25,084
2025	15,043,206	7,609
2030	15,062,804	2,289

본 연구에서는 시장수요를 예측하는 또 다른 방법인 Logistic 성장 모형 및 Gompertz 모형을 활용하여 미래 승용차 및 승합차 차량 대수를 예측하였다. Logistic 모형과 Gompertz 모형의 경우 수요예측을 위하여 잠재시장규모에 대한 제품의 표준화된 시장규모자료가 필요하며, 승용차 및 승

표 4. 승용차 & 승합차 등록대수 (출처: 국토해양부, 통계청)

년도	인구수(인)	승합차 및 승용차(대)	표준화된 시장규모(%)
1987	42,031,247	1,377,599	3.28
1988	42,449,038	1,882,062	4.43
1989	42,869,283	2,458,660	5.74
1990	43,295,704	3,155,502	7.29
1991	43,747,962	3,944,632	9.02
1992	44,194,628	4,799,211	10.86
1993	44,641,540	5,730,782	12.84
1994	45,092,991	6,618,874	14.68
1995	45,524,681	7,556,674	16.60
1996	45,953,580	8,305,601	18.07
1997	47,008,111	9,511,147	20.24
2000	47,008,111	9,511,147	20.24
2001	47,353,519	10,146,335	21.43
2002	47,615,132	11,012,747	23.13
2003	47,849,227	11,525,552	24.09
2004	48,082,163	11,824,870	24.59
2005	48,294,143	12,246,844	25.36
2006	48,497,166	12,712,607	26.21
2007	48,456,369	13,204,728	27.25
2008	48,606,787	13,580,507	27.94

합차의 대수를 예측하기 위한 과거 자료의 데이터는 표 4와 같다.

SAS 9.1 소프트웨어를 활용하여 logistic 모형 및 Gompertz 모형의 계수를 추정하고 수요 예측식을 산출하였으며 그 결과는 다음과 같다. Logistic 모형과 Gompertz 모형의 수요 예측식을 통해 예측한 승용차 및 승합차의 장래 차량대수는 각각 약 1,440만대 ~ 1,430만대 정도에서 포화되는 것으로 나타났다. 이는 Bass 확산모형을 통한 결과와 유사하다.

표 5. logistic 모형 계수의 추정값 및 수요예측식

구분	F-value	R-square	$\alpha$	$\beta$
추정값	3475.09	0.9951	9.042358	0.26924
수요 예측식	$N_t = \frac{29.13}{1 + 9.042358 \times \exp(-0.26924t)}$			

표 6. Gompertz 모형 계수의 추정값 및 수요예측식

구분	F-value	R-square	$\alpha$	$\beta$
추정값	1033.22	0.9838	3.253137776	0.20597
수요 예측식	$\ln\left(-\ln \frac{N_t}{m_i}\right) = \ln \alpha_i - \beta_i t$ $t = 1, 2, \dots, k = 11n$			

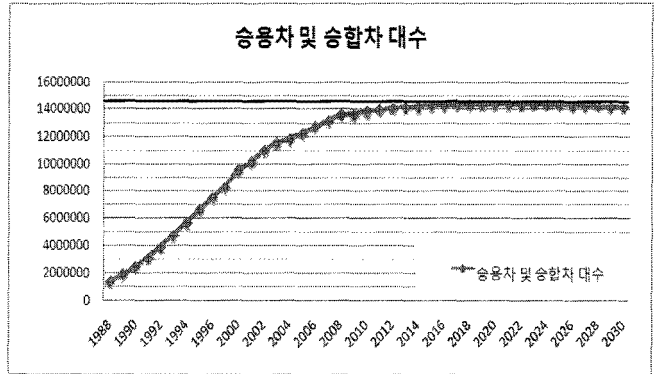


그림 5. Logistic 모형으로 예측한 잠재시장 규모

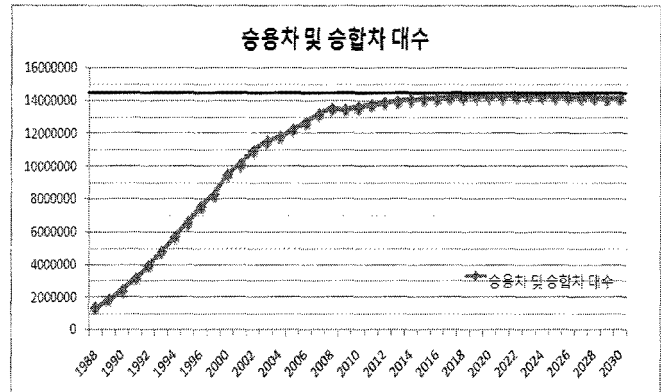


그림 6. Gompertz 모형으로 예측한 잠재시장 규모

표 7. 승용차 및 승합차 등록대수 및 표준화된 시장규모 예측값 (Logistics 모형)

년도	인구수(인)	승용차 및 승합차의 장래 차량대수(대)	표준화된 시장규모(%)
2010	48,874,539	13,801,397	28.24
2015	49,277,094	14,237,439	28.89
2020	49,325,689	14,337,917	29.07
2025	49,107,949	14,297,191	29.11
2030	48,634,571	14,165,200	29.13

표 8. 승용차 및 승합차 등록대수 및 표준화된 시장규모 예측값 (Gompertz 모형)

년도	인구수(인)	승용차 및 승합차의 장래 차량대수(대)	표준화된 시장규모(%)
2010	48,874,539	13,637,459	27.90
2015	49,277,094	14,135,534	28.69
2020	49,325,689	14,289,955	28.97
2025	49,107,949	14,277,149	29.07
2030	48,634,571	14,157,344	29.11

본 연구에서는 Bass 확산모형에서 예측된 1,510만대, Logistic 모형에서 예측된 1,440만대, 그리고 Gompertz 모형에서 예측된 1,430만대의 평균값을 ubiquitous transportation 차량 단말기 잠재시장 규모로 하여 수요예측을 수행하였다.

### 3. Ubiquitous Transportation 차량 단말기의 시장수요 예측

Ubiquitous transportation 차량 단말기 시장수요 예측에 있어 시장 점유율의 산정은 가장 일반적인 Bass 확산모형을 사용하기로 한다. UVS 단말기는 기존의 내비게이션 단말기의 업그레이드된 형태로 보급될 확률이 가장 크다고 할 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 내비게이션의 판매 자료를 활용하여 Bass 모형의 계수를 추정하였으며 이를 이용해 UVS 단말기의 신규판매량을 추정하였다. Bass모형의 OLS(ordinary least square) parameter를 추정한 결과는 다음 표 9와 같다.

표 9. Bass 확산모형 계수의 추정값 및 수요예측식

구분	F-value	R-square	$\beta_0$	$\beta_1$
추정 값	183.15	0.9786	914.72221	0.18678
수요 예측식	$\Delta S_t = 914.72221 + 0.18678S_{t-1}$			

추정된 수요 예측식을 이용하여 UVS 판매수요를 예측한 결과를 정리하면 다음 표 10과 같다. 표 10에서 보는바와 같이 2011년 시장투입이 형성된다고 가정하였을 때 신규 OBU 구입자는 초기년도 246만대에서 2020년 379만대 규모에 이를 것으로 산정되었다.

### III. 결 론

본 연구에서는 Bass 확산모형, Logistic 모형, Gompertz 모형을 사용하여 ubiquitous transportation 차량 단말기 잠재시장인 장래 차량대수 및 Bass 확산모형으로 ubiquitous transportation 차량 단말기 대수를 예측하였다.

잠재시장에서 차량대수는 Bass 모형이 약 1,510만대, Logistic 모형이 약 1,440만대, Gompertz 모형이 약 1,430만대로 예측되었으며, Bass 모형으로 예측된 단말기 대수는 2020년에 379만대로 예측되었다.

본 연구는 아직 ubiquitous transportation 차량 단말기가 시장에 출시되지 않아 유사상품을 이용한 추정 방법론을 사용하였다. 하지만 유사추론 대상인 내비게이션 시장이 아직 성숙되지 못한데 기인한 자료의 부족으로 인하여 정확성 결여 및 다른 유

표 10. Bass 확산모형을 이용한 UVS OBU 판매대수 예측  
단위 : 천대

연도	신규 구매자 수
2011	2,460
2012	2,793
2013	3,114
2014	3,147
2015	3,404
2016	3,449
2017	3,634
2018	3,673
2019	3,779
2020	3,798
2021	3,819
2022	3,813
2023	3,748
2024	3,718
2025	3,571
2026	3,527
2027	3,304
2028	3,263
2029	2,973
2030	2,953

사제품의 선택과 관련된 가격의 영향을 반영하지 못한 점 등이 수요 추정에 있어 본 연구의 한계점으로 지적될 수 있다.

현재 자료의 부족의 문제는 우리나라에서 내비게이션 단말기가 도입 된지 오래되지 않아 추가적인 자료의 수집이 어려워 해결이 어려운 상황이다.

본 연구는 UVS 차량 단말기의 수요를 최초로 예측한 만큼 장기간의 예측 값을 제시함으로써, 추후에 진행될 단말기 수요연구 및 UVS 단말기의 시장 성공여부에 대한 가이드라인을 제시하고 있다고 판단된다.

향후에는 정확한 단말기의 수요를 예측하기 위해서 진술선호(stated preference)이론[11]에 입각한 선택기반확산모형(choice-based diffusion model)을 사용하여 개별 소비자의 선호 및 이질성 [11]을 반영하며, 시장에 출시되기 전의 시장수요 예측에 정확성을 높여야 할 것이라 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비 지원(06-교통핵심-A01-01)에 의해 수행되었습니다.

[ 참고 문헌 ]

- [1] 강연수, u-Transportation 기반기술개발, 교통기술과 정책, vol. 3, no. 4, pp. 47-60, 2006.
- [2] 국토해양부 한국건설교통기술평가원, u-Transportation 자료수집통합기술 개발, 교통체계효율화사업 제2차년도 중간보고서, 2008.
- [3] 이철용, 이정동, 김연배, "소비자 선택을 고려한 신기술 혁신의 확산 예측: 한국의 홈네트워킹 시장을 대상으로", 기술혁신연구, vol. 13, no. 1, pp. 1-24, 2005.
- [4] 이철용, 이종수, "진술선호 자료와 현시선호 자료를 이용한 신제품의 수요예측: 한국의 텔레매틱스 시장을 대상으로", Telecommunications Review, vol. 17, no. 5, pp. 855-865, 2007.
- [5] 이흥재, 김용규, 유제국, "통신서비스 수요예측 방법론", 정보통신정책연구원 연구보고서, 2000.
- [6] 김철완, 김근배, 오영석, "확산모형을 이용한 정보통신 시장의 수요예측방법", 정보통신정책연구원 연구보고서, 2001.
- [7] C. R. Bhat, "Econometric choice formulations: alternative model structures, estimation techniques and emerging directions", in *Proceedings of the International Conference on Travel Behaviour Research*, pp. 1-36, 2003.
- [8] T. A. Domencich and D. McFadden, "Urban travel demand - a behavioral analysis", Elsevier, New York, 1975.
- [9] C. Atle, L. Klimko and W. Harkness, "Confidence intervals for the parameters of the logistic distribution," in *Biometrika*, vol. 57, no. 2, pp. 397-402, 1970.
- [10] Y. H. Ko, S. P. Hong, and C. H. Jun, "On parameter estimation of growth curves for technological forecasting by using non-linear least squares," in *International Journal of Management Science*, vol. 14, no. 2, pp. 89-104, 2008.
- [11] 김상수, "Stated Preference 조사 설계 및 분석 방법론에 대한 연구(1단계, 2단계)", 교통개발연구원 연구보고서, 2001, 2002.

Biography

김 원 규



1988년 연세대학교 건축공학과 졸업  
 1990년 연세대학교 본 대학원 건축공학과 도시 계획전공(공학석사)  
 1996년 Virginia Tech 토목공학과 교통공학전공(Ph.D)  
 1997년 ~ 1999년 한국교통연구원 책임연구원

1999년 ~ 현재 한국항공대학교 항공교통물류학부 교수

<관심분야> 지능형교통체계, u-Transportation, 교통시스템 분석

<e-mail> [wkim@kau.ac.kr](mailto:wkim@kau.ac.kr)

김 병 종

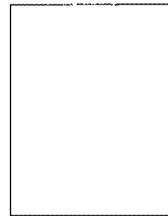


1982년 고려대학교 산업공학과 졸업  
 1990년 Virginia Tech 토목공학과 교통공학전공(공학석사)  
 1993년 Virginia Tech 토목공학과 교통공학전공(공학박사)  
 1993년 국토개발연구원 교통연구실 책임연구원  
 1994년 ~ 현재 한국항공대학교 항공교통물류학부 교수

<관심분야> 교통시스템분석, 교통계획, 공항계획

<e-mail> [bjkim@kau.ac.kr](mailto:bjkim@kau.ac.kr)

김 송 주



1996년 한국항공대학교 항공교통학과 졸업  
 2001년 Best of Science University of California, Berkeley 교통공학전공(공학석사)  
 2006년 Best of Science University of California, Berkeley 교통공학전공(공학박사)

2008년 ~ 현재 한국항공대학교 교통물류연구실 선임연구원

<관심분야> 지능형교통체계, 교통시스템분석, 교통계획

<e-mail> [songjuk@kau.ac.kr](mailto:songjuk@kau.ac.kr)

김 민 현



2009년 한국항공대학교 항공교통물류학부 졸업  
 2009년~현재 한국항공대학교 항공교통물류학과 교통전공, 석사과정

<관심분야> 교통시스템분석, 교통공학, 교통계획

<e-mail> [valam83@kau.ac.kr](mailto:valam83@kau.ac.kr)

정 언 수



2008년 한국항공대학교 항공교통물류학부 졸업  
 2008년~현재 한국항공대학교 항공교통물류학과 교통전공, 석사과정

<관심분야> 교통시스템분석, 교통공학, 교통계획

<e-mail> [ulssu69@kau.ac.kr](mailto:ulssu69@kau.ac.kr)