

대기행렬 시뮬레이션을 활용한 외진버스 민간용역 사업 효과성 분석

A Study on the Effectiveness of Outsourcing Bus Service for Military Outpatient Transportation Using Queueing Simulation

박병호¹⁾ · 변재현¹⁾ · 조윤환¹⁾ · 배경기²⁾ · 김연우²⁾ · 이문걸³⁾ · 조남석⁴⁾
Byeongho Park · Jaehyeon Byeon · Yoonhwan Cho · Gyeonggi Bae ·
Yeonwoo Kim · Moongeol Lee · Namsuk Cho

ABSTRACT

Along with the rapid population decline, military manpower is also decreasing. As one solution to this crisis, the ROK Army is reducing military driver requirements, and one of which is outpatient transportation. The reduced number of military drivers will be replaced by civilian driver, and the Army has been conducting this 'outsourcing pilot project' for several years. This project is producing satisfactory results, but there is no scientific certification that analyze its effectiveness. In this study, we conduct queueing simulation to derive the effectiveness of the project. In particular, the time taken for soldiers to move to the hospital and time spent waiting at the hospital was considered as an opportunity cost. The results confirmed that 'outpatient outsourcing service' has an opportunity cost reduction effect of about 2.3 billion won per year than current system. In addition, we observe that outsourcing service could contribute to the improvement of patient satisfaction by reducing waiting time before, during, and after treatment.

Key Words : military medical system, patient satisfaction, medical waiting time, opportunity cost, simulation

논문접수일 : 2022년 11월 17일, 심사일 : 2022년 11월 17일, 게재확정일 : 2022년 11월 28일

† 본고는 국방대학교에서 수행한 2022년 정책과제 “사단 의무대(대) 외진버스 민간용역 사업 효과성 분석”을 기초로 내용을 추가·발전시켜 새로 작성하였음

- 1) 국방대학교 군사운영분석 석사과정
- 2) 육군본부 의무실
- 3) 국방대학교 군사운영분석 교수
- 4) 국방대학교 군사운영분석 교수 / 교신저자(ncho64@gmail.com)

1. 서론

우리나라의 인구성장률은 2018년을 기점으로 계속 하락 추세를 보인다. 이와 동일하게 군의 병역자원 또한 계속 감축하고 있다. 2016년 816.9만명에서 2022년에는 737만명으로 감축되었으며, 군 상비병력 또한 병역자원 감축과 복무기간 단축으로 인해 2019년 57.9만명에서 2022년 53만명으로 감축되었다.[1] 상비병력 부족 문제는 군무원, 공무원근로자와 민간용역 등 민간인력의 군 유입을 통해 해결해나가고 있다. 민간인력의 규모는 2017년 3.2만명에서 2026년에는 6.2만명으로 확대될 예정이다.[2]

한편, 현재 군 복무 중인 대다수 인원인 미래세대는 기성세대와 다른 특성을 보인다. 기성세대와 다르게 성장 과정에서 의료·교육·문화 등의 분야의 풍부한 인프라를 바탕으로 필요한 요구를 빠르게 충족해 가며 성장하였다. 특히, 입대 전까지 의원, 병원, 종합병원 등 규모는 상이하나 의료시설이 거주지 주변에 다수 분포하여 필요할 때는 언제나 편리하게 진료를 받았다. 미래세대가 익숙한 디지털 환경은 항상 빠른 속도로 끊임없이 변화하며 그 속에서 소통하고 관계를 유지한다. 미래세대는 무엇을 할 때 가성비와 효율성을 고려하며 공평성, 정당성, 당위성 등 명분을 중요하게 생각한다. 현재 군에 입대한 미래세대 역시 이들이 부여받은 임무 중 정당한 명분이나 근거 없이 기존에 해왔던 관습대로 하거나 정당하다고 생각되지 않은 임무에 대해서는 기존세대처럼 당연시하게 받아들이고 따르기를 어려워한다.

병역자원 감소에 따라, 비전투 분야의 민간인력 대체는 불가피하다. 육군에서도 이미 많은 직책이 군무원 등 민간인력으로 대체 중이다. 특히 의료분야는 간호사를 비롯한 의료종사자들이 군인에서 점차 군무원으로 대체 중이며, 군 병원의 셔틀버스는 이미 민간인 운전기사가

운행하고 있다. 육군은 장병의 복무 만족도를 향상하기 위해 다양한 노력을 하고 있으며, 의료분야에서 미래세대의 눈높이에 맞추기 위해 의료시스템을 다양하게 개선하고 있다.

1.1 現 군 의료시스템

『국방부 환자관리 훈령』에 따르면, 진료대상자에 대한 진료는 편제상의 상급부대 또는 지역진료 개념에 의거 지원 의료시설에서 진료하는 것을 원칙으로 한다고 규정하고 있다. 일반적으로, 외진을 받고자 하는 환자는 가장 가까운 지원 군 의료시설에서 1차 진료를 받은 후에 1차 진료결과에 따라 2차 또는 상급·전문 의료시설을 방문한다. 결론적으로 환자는 지역진료 개념에 의해 실시하는 것을 원칙으로 1차 진료결과에 따라 2차 또는 상급 진료시설에 진료가 필요한 경우에 후송하는 단계적 후송을 실시하고 있다.[3]

대대·여단(연대)급에서 발생한 환자는 1차적으로 대대·여단(연대) 의무실 진료 후 사단 의무(대)의 진료 또는 군 병원급 이상의 진료가 필요한 경우 상급의료시설을 방문하여 진료를 받는다. <그림 1>과 같이, 필요한 경우에는 군 보건의료기관이 아닌 민간병원을 이용 할 수 있으며 민간병원 이용 시 진료비 환급 등의 제도가 마련되어 있다.



<그림 1> 군 의료기관 후송체계

육군에서는 사단급 부대 단위에서 2012년부터 자체적으로 ‘사단 외진버스’를 운용하여 의

료서비스 접근성을 강화하고자 노력하고 있다. ‘사단 외진버스’는 사단 의무대(대)의 외래진료를 위해 사단 의무대(대)와 각 여단(연대)급에서 외진버스 1대를 운용하여 정기적으로 여단의 예하 부대 또는 통합 수송을 위한 지정된 장소를 경유하여 의무대를 방문하는 시스템으로 운영하고 있다. 2012년 첫 보급 된 이후 2021년 기준으로 14개 사단에서 37대를 운영 중에 있다. ‘사단 외진버스’의 도입은 군 의료시설에 대한 접근성을 높이는데 크게 기여했다. [4] 육군 분석평가단(2020)은 ‘사단 외진버스’가 환자 수 대비 차량이 부족하다는 의견을 제시 하였으며, 김강환(2020)은 운전병의 낮은 숙련도 등의 사단 외진버스의 취약점을 제시하였다. [5] 또한 사단 외진버스의 고정된 시간과 노선에 따라 개별적으로 이동하는 소요가 지속 발생하고 있다.

의료 시스템과 변화하는 사회적 흐름에 따라 육군은 2021년부터 ‘외진버스 민간용역’ 시범사업을 하고 있다. 현재 5사단 등 7개 부대를 대상으로 시범사업 중이며, 2025년까지 14개 부대로 확대될 예정이다. [2] ‘외진버스 민간용역’ 사업이란 사단 지역 내의 버스업체를 통해 매일 각 대대 단위를 순환하여 사단 의무대까지 환자를 후송하는 사업을 의미한다. 용역버스는 버스업체를 통해 버스와 운전기사에 대한 매월 임대료를 지불하고, 차량의 정비, 보험, 사고처리 등은 버스업체에서 지불·관리하는 방안이다.

1.2 외진버스 민간용역 사업

외진버스 민간용역 시범사업은 2019년 군 의료시스템 개편 추진 로드맵(2019.2.14.) 군 병원 이용 편의성 향상 계획에 의거 ‘사단-군 병원’ 간 환자후송체계 보강과 함께 사단 작전지역 환자후송을 위한 버스 운행체계 보강이 필요하다는 소요에 의해 추진되었다. 민간용역은 사단 내 환자 전용 민간외진버스로 운행하여 피지원

부대의 임무 부담을 경감시켜주고 환자들이 원할 때 진료를 제공 받을 수 있는 여건을 보장하고 있다. 2022년 시범사업 대상은 7개 부대, 차량은 26대로 사단별 운행 중인 외진버스 민간용역의 세부 현황은 <표 1>와 같다.

<표 1> 2022년 외진버스 민간용역 현황 [6]

구분	운행 축선	차량 수	부대 수	거리 (km)	소요 시간 (분)
A	3개	3대	00개	5~11	10~15
B	3개	3대	00개	6~15	20~30
C	4개	4대	00개	14~24	30~50
D	4개	4대	00개	19~33	30~70
E	4개	4대	00개	24~30	45~60
F	4개	4대	00개	19~35	30~40
G	4개	4대	00개	34~54	40~70

대대급 주둔지부터 사단 의무대(대) 또는 군 병원을 이용하기 위해 제도화된 후송체계는 <그림 2>와 같다. ‘사단 외진버스’의 경우, A, B, C는 각 여단(연대)를 의미하며, 이때 차량은 ‘사단 외진버스’를 활용한다. ‘외진버스 민간용역’ 사업의 경우 A, B, C는 각 여단(연대)별 버스 노선을 의미하며, 차량은 계약된 민간용역 버스가 운용된다. 사단 의무대(대)의 진료는 외진버스를 활용하여 진료와 복귀가 이루어지며, 해당 차량이 제한되거나 불필요한 경우는 부대 자체적인 방법을 통해 의무대 진료를 실시한다.



<그림 2> 사단 내 후송 버스 운용 체계

‘사단 외진버스’와 ‘외진버스 민간용역 사업’의 효과성을 비교하기 위해 가장 좋은 방법은 기존의 방법과 외래환자 수를 비교하는 것이다. 그러나 본 사업의 기간에는 시범사업 부대 뿐만 아니라 육군 전 부대의 의무대(대) 및 군병원의 외래환자가 지속 감소 되어 환자 수를 기준으로 효과성을 분석하기란 제한되었다. 외래환자가 감소한 요인으로는 첫째, 시범사업이 코로나19 기간과 중복되어 전반적인 외래환자가 감소하였다. 군병원은 2019년 대비 2020년 12.5% 감소, 2020년 대비 2021년은 2% 감소하였다.[13] 둘째, 민간병원 진료비 지원사업 시행으로 민간병원 이용률이 점차 증가함에 따라 사단 의무대(대)를 방문하는 환자가 감소하였다. 셋째, 병역자원의 감소에 따라 사단 의무대(대)를 방문할 수 있는 모집단의 크기가 줄어들었다. 따라서 본 연구에서는 외래환자 수를 기준으로 효과성을 분석하는 방안이 아닌, 다른 개념을 적용하여 진행하고자 한다.

1.3 연구목적

본 연구의 목적은 사단급 ‘외진버스 민간용역’ 사업의 타당성을 파악하기 위해 시뮬레이션 방법론을 적용하여 타당성 평가 결과를 도출하고자 한다. 특히, ‘기회비용’의 개념을 통해 눈에 보이지 않는 비용을 산정하여 기존 ‘사단 외진버스’ 시스템과 ‘외진버스 민간용역’ 시스템의 효과성을 비교한다. 환자가 필요 이상 사단 의무대(대)에 체류하는 시간을 부대에서 경계근무·교육훈련·작전 등의 임무를 수행하지 못하는 기회비용으로 보고, 이러한 과정을 대기행렬이론(Queueing-Theory)을 통해 시뮬레이션 결과로 도출한다. 또한, 시뮬레이션 실험으로 시스템의 변화에 따라 도출되는 정보를 통해 의료 시스템 개선방향을 제시할 수 있는 기초 자료를 제공한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 문

헌연구와 이론적 배경에 대해 설명하며, 3장에서는 시뮬레이션 환경 및 실험에 대해 설명한다. 4장에서는 시뮬레이션 결과를 해석하며 5장에서는 연구 결론을 통해 외진버스 민간용역 사업의 효과성을 도출한다.

2. 문헌연구

2.1 기회비용

기회비용의 사전적 정의는 여러 가능성 중 하나를 선택했을 때 그 선택으로 인해 포기해야 하는 가치를 비용으로 환산한 것이다. (한국은행, 2011) 자원의 희소성이 존재하는 한 어느 한쪽을 선택할 수 밖에 없으므로, 기회비용은 반드시 발생하게 되어 있고 이는 경제문제를 발생시키는 근본요인이 된다. 기업은 기업가가 투자를 선택할 경우 포기한 나머지 선택의 가치인 투자금액의 은행예금 이자 등이 기회비용이 된다. [7]

군에서 발생할 수 있는 기회비용은 위험관리(Risk Management)와 관련 있다. 위험관리란 위험에 대응하기 위한 행동이나 조치, 위험계획, 위험식별, 위험대응 방안수립, 모니터링 등으로 구성된다. [8] 즉, 군의 위험관리는 전투력을 떨어뜨릴 수 있는 위협의 영향을 확인, 통제, 제거, 최소화하는 전체 과정이라고 정의할 수 있다. 군에서 기회비용은 항상 위험을 초래한다. 지금까지 외래진료 간 발생하는 불필요한 대기시간은 경계, 교육, 훈련, 개인임무수행의 시간이 줄어드는 기회비용을 발생시켰다.

군에서 발생 가능한 위험 요인으로는 아군의 전투준비태세가 낮아지는 것을 꼽을 수 있다. 적절한 위험관리를 통해 전투력 수준을 유지하는 군인의 본연 임무를 수행하지 못하게 된다면, 전투력 수준은 낮아지고 결국 경계실패, 작

전실패 등의 커다란 비용을 치르게 될 것이다. 여기서 적절한 위험관리란, 전투력을 유지하고 진료권을 보장할 수 있는 적절한 균형 중심점을 찾는 것이다. 본 연구는 ‘사단 외진버스’와 ‘외진버스 민간용역’ 시스템을 비교하여 어떠한 방법이 기회비용을 최소화하여 위험관리가 가능한 방안인지 살펴본다.

‘사단 외진버스’와 ‘민간용역 버스’ 경제성 비교는 육군본부 의무실에서 작성한 자료를 발췌하였다. 외진버스 민간용역과 직접운용의 소요비용은 직접운용이 월 약 250만원 적다. 산출된 민간용역 비용은 2022년 외진버스 민간용역 계약상대자인 업체에서 제출받은 자료를 검증하여 산정한 것으로 일반관리비의 간접비용과 이윤이 포함되지 않았으며, 이윤은 2022년 계약 체결을 위한 국군재정관리단 원가 산정 시 예산금액의 약 11%로 산출되었다. 직접운용의 경우 식별할 수 있는 소요 비용을 모두 포함하였으나, 군 특성상 간접비(정비 및 근무지원 등)를 산정할 수 없어 포함하지 못하였으며, 특히 선탭자 운용과 차량정비 등으로 미운영되는 점을 고려하였을 경우 민간용역과 직접적인 비용 비교는 제한된다.

군의 기회비용을 산정하기 위한 기준을 설정해야 한다. 앞서 언급한 경계, 교육훈련, 작전을 비용으로 추정하는 것은 복잡하고 제한적이다. 예를 들어 현행작전인 경계 시스템의 취약점이 발견되거나 경계작전이 실패했을 때에는 매우 큰 비용이 들어갈 것이라는 건 당연한 일이나, 그 비용을 추정하기란 매우 복잡하다. 훈련도 마찬가지이다. 평소에 받지 않은 훈련을 전쟁에서 패배했을 때, 목숨을 잃었을 때의 비용으로 추정하기란 제한적이다. 군인의 임무에 있어 기회비용이라는 것은 일반적인 의미의 기회비용보다 그 가치가 상대적으로 높으며, 산정하기 어렵다는 특성이 있다. 따라서 본 연구에서는 경계, 교육훈련, 작전 등을 하지 못하는데 발생하는 기회비용을 추정하는 데 있어서 경계작전,

전쟁 등이 실패된 경우까지 염두 하지 않고 현실에서 쉽게 이해 가능한 군인의 노무공수(봉급)을 기준으로 기회비용을 평가한다. 봉급은 군인의 기회비용을 추정하는 데 있어 가능한 비용 중 하한값(Infimum)으로 볼 수 있다.

2.2 의료서비스 대기시간

‘30분 대기, 3분 진료’는 진료를 받기 위해 의료시설을 방문한 환자들이 짧은 시간에 급하게 진료를 받는 현상을 묘사하는 말이다. [7] 구성원의 대다수가 미래세대인 군 병원 환자들은 대기시간에 대한 체감 정도는 더 민감해지고 있으며, 속도는 점점 중요한 서비스 요소가 되었다.

의료시설에서 대기시간 관련 선행연구는 다음과 같다. 조정은(2007)은 대기시간이 진료 평가과정에서 부정감정과 수용성의 매개변수로서 역할을 하는 것을 확인하였으며, 박찬권(2009)은 대기시간 중 고객만족과 서비스가치에 미치는 요인을 분석하였다. 김일권(2010)은 대기시간의 단축이 고객들의 서비스 만족을 제고시키고, 이는 서비스의 가치를 증대시킴을 확인하였으며, 정태준(2020)은 대기시간 대기줄의 밀집 정도에 따라 병원 재방문 의도를 분석하였다.

의료시설에서의 대기는 보편적이지만 환자들에게 기다림은 지루하고 때로는 시간 낭비로 간주되며, 특히 환자는 본인의 건강에 대한 염려로 심리적으로 더 불안하고, 육체적으로 불편한 상태에서 대기는 체감되는 시간의 크기는 확장된다. [9] 실제 국가인권위 군 의료체계 실태조사 결과 군 병원 이용 시 병사들에게 가장 불만족스러운 사항으로 ‘지연된 대기시간’과 ‘예약 시스템 구축 미흡’ 등이 선정되었다. [10] 따라서 의료서비스의 고객중심의 사고는 어느 서비스보다 중요하며, 대기시간의 관리는 중요한 과제이다. 육군의 시범사업으로 도입된 ‘외진버스 민간용역’ 사업은 위 언급된 문제를 해결하

는데 좋은 대안을 제공한다.

앞장에서 확인할 수 있듯이 용역버스 1대당 운용비용은 군 직접 운용보다 월 평균 약 250만원 정도 추가 비용이 발생한다. 단순 계산으로만 살펴보면 민간용역이 편리하지만, 비용은 더 비싸다고 생각할 수 있다. 하지만 기회비용의 측면에 주목하면 그 결과는 달라진다. 본 연구는 의무대(대)에서의 대기시간이라는 눈에 보이지 않는 요소를 기회비용으로 산정하여 시범사업의 효과성을 분석한다. 분석결과, 외진버스 민간용역 사업의 도입이 기회비용 감소로 경제적으로 이익을 가져오며, 앞서 언급한 대기시간이 길어짐에 따라 수반되는 문제를 해결하여 환자만족도 향상에 기여할 수 있음을 확인하였다. [11]

2.3 대기행렬이론

대기행렬이론(Queueing-Theory)은 대기행렬의 수리적 측면을 연구하는 이론이며, 대기행렬(Queue)에 도착과 대기 그리고 서비스 프로세스에 대한 수리통계적 분석을 가능하게 하는 연구 분야이다. 시스템 내의 평균 대기시간과 행렬의 길이 추정 및 서비스 품질의 예측 등을 현실을 기반한 모형의 성능을 측정하는 유용한 도구로 많은 연구가 진행되었다.[12] 해당 이론은 경영 효율화, 운영분석, 네트워크의 분석 및 설계 등 다양한 도메인에서 활용 중이며, 본 보고서에서는 의료서비스 대기시간에 따른 기회비용의 비용 대 편익분석을 분석하기 위하여 대기행렬이론을 적용하였다.

대기시간의 학술적 정의는 “서비스를 희망하는 고객이 준비가 완료된 시간부터 서비스가 시작되기까지의 시간”을 말하며, 대기는 제공자와 고객 간의 역할에 있어 고객의 기다림이 발생하는 상황이다.[13] Leclerc 등은(1995) 소비자가 처음 서비스에 도착 후 이탈까지의 단계는 크게 세 단계로 구분되며, 각 단계별에서 모

두 대기가 발생한다고 정의하였다.[9] 대기행렬은 서비스가 소비자에게 제공되기 전 단계에서 제공자의 공급에 비해 소비자가의 대기가 더 많은 비대칭적인 구조에서 필연적으로 발생하는 기다리는 열(line)을 의미한다. 군 의료시설에서 병원에서 자신의 차례를 기다리는 단계(Pre-process Phase), 진료를 받는 단계(In-process Phase), 진료 후 약(처방전) 제조 및 부대복귀 출발까지의 단계(Post-process Phase) 세 단계로 구분할 수 있다. 고객은 이러한 모든 단계에서 대기를 경험하게 된다. 이를 표로 나타내면 아래의 <표 2>과 같다.

<표 2> 의료서비스 대기 유형

유형	사 레
진료 전	접수대기 / 진료대기 / 예약대기 등
진료 중	검사대기 / 입원대기 / 결과대기 등
진료 후	처방전 제조 대기 / 투약대기 / 부대복귀 등

2.4 본 연구의 기여점

선행연구는 주로 고객이 느끼는 대기시간과 해결방안을 중점적으로 다루었다. 또한, 군병원을 대상으로 한 연구는 국군간호사관학교를 중심으로 다루어져 왔으나, 조직진단, 경영최적화 등을 중점적으로 다루었으며, 군 병원의 의료서비스 대기시간 및 경제성 분석에 관한 연구는 전무 하였다. 따라서 본 연구에서는 외진버스 용역버스 사업에 따른 사단 의무대(대)의 대기행렬 시뮬레이션을 통해 여러 대안에 따른 외래환자 대기시간의 변화를 살펴보고 그에 따른 기회비용을 산정하였다. 이를 통해 어느 대안이별 기회비용과, 대기시간을 도출하여 좋은 대안을 선택할 수 있다.. 따라서 군 의료서비스 내 외래환자의 대기시간과 관련한 불만요인을 감소시키고 의료서비스 만족을 제고하고 동시에 경제성을 확보하는 하나의 역할모델이 될 수 있다.

3. 방법론

3.1 문제정의

시범사업 이전 각 사단별 자체 운행하던 외진버스는 운전병의 기량 미숙, 병력 부족 등의 이유로 일 평균 2회 미만의 운영을 실시하였다. [14] 이는 사단 의무대(대)를 방문한 외래환자들의 불필요한 병원 내 체류시간의 증가를 가져왔다. 또한 외래진료 병력이 특정한 시간에 집중되어 진료 전 대기시간의 증가는 환자의 진료 만족도를 감소시켰다. [10]

일반적으로, 09:00에 도착한 외진버스는 승차한 모든 병력이 진료가 마무리된 이후에 부대로 복귀할 수 있었으며, 그 과정에서 점심시간 등 휴진 시간과의 중복으로 불필요 대기시간은 증가하였다. 또한, 외래진료 방문 환자들은 17:00에 소속부대로 복귀하게 되었으며, 이런 이유로 해당 환자들은 하루 근무시간 중 대부분을 부대 밖에서 보내게 된다.

근본적인 문제의 원인은 복귀 수단인 외진버스 및 대형버스 운전병 수의 부족으로 외래진료가 종료된 병력들이 불필요하게 사단 의무대(대)에서 체류하는 시간이 증가하였기 때문이다. 이는 소속 부대에서 해당 병력을 활용하여 얻을 수 있었던 기회비용 발생으로 귀결되었다.

따라서 본 장에서는 시범사업 도입에 따른 진료 후 대기시간 단축이 병력운영의 기회비용의 감소 및 의료서비스의 효율성 증진에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

3.2 실험계획 및 자료 수집

본 장에서는 육군 사단급 부대의 의료서비스를 제공하는 사단 의무대(대)를 모사하고 시뮬레이션을 통해서 시범사업의 효과성을 검증한다.

타당한 시뮬레이션 모형구축에 집중하여, 입력값으로 사용할 데이터의 수집에 중요성을 간과하는 경우가 발생할 수 있다. "쓰레기가 들어

가면 쓰레기가 나온다"는 GIGO(Garbage In, Garbage Out)은 데이터 분석 및 시뮬레이션 학문 분야에 자주 인용되는 문구로 양질의 입력 데이터의 중요성을 강조하는 말이다. 잘못된 가정과 입력자료로 구축된 시뮬레이션을 통해 도출된 결과는 잘못된 결론을 도출할 수 있다.

본 장에서 다루는 시뮬레이션 모형에 사용한 입력 데이터는 사단 의무대(대)의 진료시스템을 모사하기 위해 외래환자 도착시간, 평균 진료시간, 시간대별 환자의 도착비율 등의 자료를 사용하였다. 군 통계 및 과거 관찰 값을 통해 확보가 가능한 자료 외 정보는 전문가 의견 및 각 야전부대의 운영실태 조사 등을 통해 판단한 값을 사용하였다. [15]

시뮬레이션 도구는 NetLogo(ver 6.2.2)를 사용하였고, 이를 통해 사단 의무대(대) 대기행렬 이론 모형을 구현하였다. NetLogo는 다중 에이전트 프로그래밍이 가능한 모델링 환경으로, 시간이 지남에 따라 발전하는 복잡한 시스템을 모델링하는 데 적합하다.

3.3 대안 제시 및 MOP 선정

본 절에서 대안은 시범사업 도입 전 사단 외진버스를 시스템<1>, 시범사업 도입 후 외진버스 민간용역을 시스템<2-A>, <2-B>로 <표 3>과 같이 제시한다.

<표 3> 대안별 버스운영 방안

구 분	내 용
시스템 1	1일 1회 의무대(대) 도착
시스템2-A	1일 2회 의무대(대) 도착
시스템2-B	1일 3회 의무대(대) 도착

이때 시스템<2-A>, 시스템<2-B>에 적용한 환자도착의 비율은 실험 결과에 큰 영향을 주는 모수(Parameter) 값이므로 객관성을 확보하기 위하여 전문가 의견 및 7개 시범사업부대 현황조사 결과를 참고하여 반영하였다. [15] 시스템<2-A>는 1일 2회 운영하는 대안이며, 09:00 이전에 전체 환자의 70%가 도착하고, 오후 13:00에 전체 환자의 30%가 도착한다. 시스템<2-B>는 1일 3회 운영하는 대안으로, 전체 환자는 09:00 이전에 40%, 10:30에 30%, 13:00 나머지 30% 환자가 도착한다.

한편, 시뮬레이션의 성과를 측정하기 위한 기준으로 연구자는 MOP (Measure of Performance)를 제시하며, 주로 업무의 효과성을 측정하기 위한 척도로 사용된다. 일반적으로 대기행렬이론에서는 Queue 내 대기시간, 지연 시간, 대기줄의 소비자의 숫자, 특정 시점에서의 소비자의 숫자 등의 MOP를 모형의 척도로 사용한다.

본 연구에서 제시한 시뮬레이션 모형은 대안에 따른 기회비용 절감 및 의료서비스 효율성 증진 분석을 목적으로 진행되었으며, 이를 위해 ① 기회비용, ② 진료 전 대기시간의 평균, ③ 진료대기 줄 길이의 평균, ④ 진료 후 대기시간의 평균을 MOP로 선정하였다

3.3 가설 설정

군사 시뮬레이션의 구현을 통한 모의실험은 수리 및 사고적으로 설계되었기 때문에 현실과 완전하게 똑같은 모방의 한계점이 발생하므로 필연적으로 연구자의 가정이 반영된다. 본 장에서 시뮬레이션 모형의 가정은 다음과 같다.

첫째, 사단 의무대의 의료시스템은 환자 도착 시간의 간격은 포아송분포를 따르며, 의료서비스 제공시간은 지수분포를 따른다. 서비스 규칙은 진료 접수 선착순 'FIFO(First In First Out)'이며, 서버의 수는 단일서버를 가정한다. ($s=1$)

둘째, 일일 평균 외래환자 수는 3개년 사단 의무대(대) 외래환자 통계값에 따라 82명으로 가정한다. [15]

셋째, 지수분포를 따르는 서비스 제공 시간의 모수는 1회 진료당 21분을 가정하였으며 [15], 이는 군의관 진료 후 처방전 제조 등의 업무를 포함한다.

넷째, 사단 의무대에 도착하는 대부분 외래환자는 이동수단(외진 또는 용역버스)에 따라 움직이며, 개별차량 이동하는 병력과 비율은 시범사업부대 통계자료 및 전문가 의견을 반영하였다. [15] 예를 들어, 시스템<1> 기존 외진버스(운전병) 시스템상 전체 환자 중 오전에 방문하는 환자의 비율은 70%이며, 진료 시작시간 09:00 기준 오전 환자 중 60%의 환자가 도착하였고 나머지 40%의 환자는 09:00 ~ 12:00 사이에 개별적인 이동수단으로 사단 의무대(대)에 도착한다.

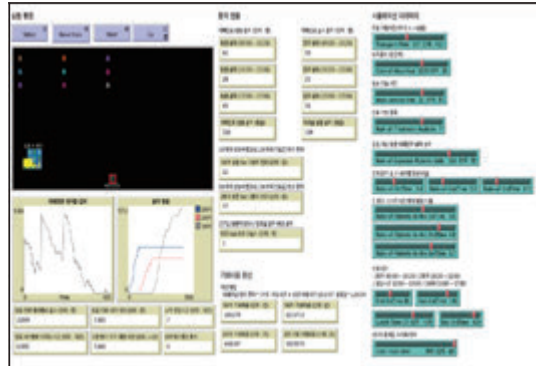
이때, 시뮬레이션의 가정사항 중 단일서버에 대한 타당성 여부에 대한 반대 의견이 제시될 수 있다. 서버의 숫자를 사단 의무대(대)별 진료가능 분야에 따라 복수서버($s>1$)로 보는 것이 어찌면 더 타당할 수 있다. 하지만 군 의료기간 진료 분야별 방문 환자의 숫자 및 진료시간 등에 관한 통계적인 정보가 부재하며, 군 조직 의료서비스 이동수단은 (외진버스 또는 용역버스) 모든 환자의 서비스가 종료된 시점에 소속부대로 복귀하는 특성을 고려하여 단일서버를 가정하였다.

3.4 입력자료 수집

사단급 의무대 1일 평균 방문 외래환자 관련 데이터는 육본 의무실 현황자료를 참고하였으며, 세부 내용은 아래와 같다.

- 연도별 근무일 ('19년 247일, '20년 251일, '21년 252일)
= (3개년 근무일 수) 750일
- 일 평균 외래환자 = 82명
(432,436명 ÷ 7개 사단 ÷ 750일)

- 1시간 당 평균 진료 환자 수 = 1.67명
(82명 ÷ 7시간(근무시간) ÷ 7개 진료실)
- 환자 1명당 평균 진료 시간 = 36분
(60분 ÷ 1.67명) → ‘21분’으로 조정
- 환자 1명 당 평균진료 시간 산출결과는 9 ~ 12시, 13 ~ 17시 중 진료실에 휴진시간 없이 환자가 계속 있는 경우로 산정
- 전문가 의견을 반영하여 환자 평균 진료시간은 진료시간, 검사시간, 약 수령 시간과 군의관의 휴식시간을 고려하여 평균 21분으로 산정



<그림 3> 구축한 시뮬레이션 UI 화면

사단별 시범사업 용역버스 운용은 부대의 임무 및 지형 특성을 반영하여 운행 중이었으며, 요약 결과는 <표 4>와 같다. [15]

<표 4> 외진버스 민간용역 시범사업 버스 운용(안)

구분	도입 전	도입 후
A	-	주 5일, 2회
B	-	주 5일, 4회
C	주 3일 (월, 화, 목), 1회	주 4일, 4회
D	-	주 5일, 4회
E	주 5일, 3회	주 5일, 4회
F	-	주 5일, 4회
G	-	주 5일, 2회

3.5 시뮬레이션 실험

시뮬레이션 모형은 (M/M/1) : (FCFS/∞/∞)로 설계하였고 세 가지 대안 시스템<1>, 시스템<2-A>, 시스템<2-B>에 따라 <그림 3>과 같이 제작하였다.

시뮬레이션에서 시간의 흐름은 tick을 통하여 묘사되며, 본 모형에서는 1 tick은 현실 세계의 1분과 동일하다. 각 대안에 따른 세 가지 모형을 제작하였고, 대안별 사용한 모수값 들은 대부분 동일하나, 외래환자 도착시간 별 비율은 시범사업 실적조사에 따른 값을 반영하였다. [15] 통계적으로 유의미한 값을 추정(Estimate)하기

위하여 본 실험을 3년 근무일에 해당하는 750회 반복실험을 진행하였다.

그리고 NetLogo에서는 BehaviorSpace를 통한 통계적 반복 실험이 가능하다. Parameter - Sweepin을 통해 모델의 가능한 동작의 ‘공간’을 탐색하고 관심 동작을 유발하는 설정 조합을 확인할 수 있다. 모든 실행이 끝나면 스프레드시트 또는 시각화 응용 프로그램과 같은 다른 도구에서 열고 탐색할 수 있는 데이터 세트가 (.csv, .xlsx 등 파일형태) 생성된다.

4. 실험결과

4.1 기초통계량 분석

앞서 입력자료 수집단계에서 획득한 데이터를 기반으로 1일 8시간 단위 실험을 (근무시간 7시간 + 점심시간 1시간) 진행하여 <표 5>과 같은 결과를 도출하였다.

이때 기회비용 계산을 위한 병사 1인당 시간별 노무공수는 계급별 복무기간 및 봉급, 월 근로시간을 고려한 가중평균값인 2,844원을 적용하였다. 계급별 복무기간 및 봉급은 2022년 기준 이병(510,000원/2개월), 일병(552,100원/6개월), 상병(610,200원/6개월), 병장(676,100/4개월)을 적용하였다.

4.2 비용절감 측면

대안별 1일 기회비용의 비교를 위한 산출식은 다음과 같다.

$$\text{1일 기회비용} = \text{외진 환자 수} \times (\text{차량이동 시간}^* + \text{병원체류 시간}^{**}) \times \text{노무공수}$$

- * 차량이동 시간 : 모든 시스템 고정 (40분)
- ** 병원체류 시간 = 진료 대기시간 + 점심시간 (1시간) + 복귀 대기시간

<표 5>의 결과를 살펴보면 시범사업 도입 전 각 부대별 외진버스(운전병) 체계에서는(시스템<1>) 1일 평균 약 219.2만원의 기회비용이 발생하였음을 알 수 있다. 이는 A사단에서 1일 평균 82명의 환자들이 의무대 진료를 위해 이른 오전 부대에서 출발하여 늦은 오후에 복귀하는 과정에서 장기간의 부재가 발생 하였으며, 그 시간을 노무공수 2,844원을 적용한 비용이 219.2만원이다. 이 금액은 병력공백에 따른 작전 및 부대운용의 제한이 제외된 하한값의 환산액임을 감안하면 시범사업 도입 전 체계에서는 큰 기회비용이 발생하였음을 알 수 있다. 추가로 최근 병사월급은 꾸준히 증가하고 있으며, 2025년에는 '병사 봉급 + 자산형성 프로그램'을 통해 월 200만원에 도달할 것으로 예상

된다.[16] 그렇다면 본 논문의 노무공수 기준금액 2,844원의 약 3배가 되므로 제시한 기회비용의 절감효과는 더 커질 것이다.

한편, 시스템<1>에서는 진료 후 사단 의무대(대)에서 체류하는 시간이 약 4.49시간으로 계산되었는데, 이는 단체 출발, 복귀를 가정한 군 의료시스템의 특성이 반영된 결과이며, 앞 장에서 언급한 기존의 사단 외진버스(직접운용) 시스템은 자원의 한계에 따른 운행 횟수 제한의 결과로 해석할 수 있다.

반면, 민간용역 버스가 도입된 시스템<2-A>, 시스템<2-B>의 실험결과를 살펴보면 상당한 개선효과가 발생하였음을 확인할 수 있다. 현 시범사업을 진행중인 7개 부대는 각 부대의 지형 및 임무특성에 맞추어 <표 4>처럼 1일 평균 3~4회 용역버스를 운영하고 있다. 일일 1회 더 많은 운행횟수를 반영한 시스템<2-B>가 시스템<2-A>보다 더 많은 기회비용의 절감을 가져오는 것으로 확인하였다. 하지만 그 차이가 시스템<1>과의 차이처럼 극단적으로 크지 않았음(1일 평균 17.4~20.6만원)을 알 수 있다. 이는 추가적인 이동수단의 투입으로 인하여 진료가 완료된 환자들이 불필요하게 병원에서 체류하는 시간이 획기적으로 감소한 결과이며, 특히 외래진료 방문 환자의 숫자는 적지만 진료

<표 5> 실험결과 기초통계량 값

구 분	시스템<1>	시스템<2-A>	시스템<2-B>
총 기회비용 점 추정값 (단위 : KRW)	2,494,324	1,331,598	1,135,115
총 기회비용 95% CI (단위 : KRW)	[2,481,667, 2,506,981]	[1,330,606, 1,331,530]	[1,121,146, 1,149,084]
진료 전 대기시간 (단위 : 분)	12.343	7.89	4.89
대기줄의 길이 (단위 : 명)	2.48	1.59	0.89
진료 후 병원 체류시간 (단위 : 시간)	4.47	1.94	1.32

시간은 더 긴 오후에 진료 대기줄을 감소시킴으로써 효과를 발휘하였다. 개선된 시스템 <2-A>, 시스템<2-B>는 과거의 시스템<1>에 비하여 일 평균 각각 1,012,021원, 1,202,414원의 경제적 이익이 발생하였으며, 연 근무일 270일, 시범사업부대 7개를 적용하면 연간 약 22.3억~23.1억원의 기회비용 절감이 가능하다. 본 사업은 지속 사업으로서 2025년까지 육군 14개 부대로 확대 운영될 예정이며, 그에 따른 경제적 이익은 부대별 병력 수에 비례하여 선형적으로 증가할 것이다.

4.3 환자만족도 향상 측면

국가인권위 군 의료체계 실태조사에서 꼽은 장병들의 의료시스템 불만족 사항 1위는 ‘긴 대기시간’이었다.[10] 환자의 만족도는 다소 주관적인 감정이며 객관화 및 정량화하는 것은 측정의 척도를 구성하는 것에 의존하므로 별도의 사회과학 분야 연구주제가 될 수 있다. 본 연구는 시범사업의 경제적 효과성을 중심으로 다루었지만, 구축한 군사 시뮬레이션을 통하여 대기행렬에(Queue) 머무르는 시간이 수치로서 제시되기에 대안별 고객 만족도의 변화를 간접적으로 예상할 수 있었다.

<표 5>의 진료 전 대기시간, 대기줄의 길이, 진료 후 체류시간의 실험결과를 살펴보면 시스템<1>은 진료 전 평균 12.28분을 대기하였고, 진료 대기줄에 2.48명이 있으며, 진료가 종료된 후 부대로 복귀하는 외진버스에 탑승하기전까지 4.49시간을 대기하였다. 외진버스의 경우 이전에 사단 의무대에 병력들을 후송해준 이후 소속 부대에 복귀하여 다른 배차 임무를 수행하거나, 정비 및 기타 사유로 복귀시간을 명확히 단정하기 힘든 경우가 많은 야전부대의 현실을 고려하면 타당한 수치로 볼 수 있다. 반면 용역버스 도입 후 개선된 시스템<2-A>, 시스템<2-B>에서는 상당한 개선 효과를 확인할 수

있다. 진료 전 대기시간은 7분 이상, 진료 대기줄은 2명, 진료 후 체류시간은 2시간 이상 감소하였다. 이는 앞서 언급한 기회비용의 절감에 따른 경제성 측면뿐만 아니라 병사들 개개인의 군 의료시설에 대한 환자만족도의 상당한 향상을 예상해볼 수 있다. 비록 절감된 대기시간에 따른 정량화 된 환자만족도 상승의 수치를 제시할 수는 없지만, 직관적인 통계적 수치만을 통해서도 의미 있는 결과를 도출할 수 있었다.

5. 결론

본 연구는 시뮬레이션 방법론을 통해 사단 의무대(대) 외진버스 민간용역 사업 효과성을 분석하였다.

시뮬레이션 모델링은 총 3가지 유형으로 진행했으며, 유형별 차이점은 1일 사단 외진버스 운행횟수이다. 시뮬레이션 결과 진료 전 대기과 진료 후 부대로 복귀하는 총 대기시간이 시스템<1>에 비해 시스템<2-A>, 시스템<2-B> 모두 감소하였다. 기회비용은 시스템<1>에서 시스템<2-B>로 변경 시 연간 약 22.3억 ~ 23.1억원의 기회비용을 절감할 수 있다.

이번 연구는 정부의 예산을 지원받은 육군이 일부 부대를 대상으로 시행한 시범사업에 대한 효과성 분석이다. 만약, 이 시범사업이 확대되어 전 군에 적용된다면, 군 장병들은 민간사회와 같이 많은 편익을 누릴 수 있게 될 것이다. 그 대표적인 예가 BIS(Bus Information System)이다. [17]

BIS는 수신기와 무선통신 장치를 통해 버스의 실시간 운행상황을 파악하고, 버스위치, 운행상태, 배차간격, 도착예정시간 등의 정보를 운수회사가 시민들에게 제공하는 시스템이다. 도입 사례로는 2004년 서울시 시내버스 운행노선 개편이 있다.

서울시 시내버스와 같은 BIS가 군에 적용된다면, 미래세대의 일원인 군 장병들은 자율이 보장된 여건 속에서, 능동적이고 생산적인 군 복무를 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 통계청, 2021 병무통계연보 2022
- [2] 국방부, '22~'26 국방부 중기계획, 2022
- [3] 국방부, 훈령 제1945호 국방 환자관리 훈령
- [4] 육군본부 분석평가단, 사단급 이하 기능 조정 사업분석 결과, 2020
- [5] 김광환, 사단 내 외진버스용 민간버스 용역 도입에 대한 효과분석, 2020
- [6] 육군본부 의무실, 사단 외진버스 민간 용역 사업설명 참고자료, 2021
- [7] 한국은행, 경제용어사전
- [8] 국방기술진흥연구소, 국방과학기술용어사전
- [9] 박찬권 등, 의료서비스에서 고객 만족도 제고를 위한 대기시간 관리에 관한 사례 연구, 병원경영학회지, 14, 3, pp. 132-153, 2009
- [10] 국가위원회, 장병 건강권 보장을 위한 군 의료체계 실태조사, 2020
- [11] 고성혁, 병역자원 감소에 따른 한국군 병력구조 개편 발전방향 연구, 한국군사, 8, pp.185-211, 2020
- [12] Ross, S., "Introduction to Probability Models, 11th edition", Elsevier Inc, pp.411-470, 2016
- [13] Taylor *et al.*, Waiting for Service : The Relationship Between Delay and Evaluation of Service, Marketing, Vol. 55, No. 2, pp.56-59, 1994
- [14] 육군본부 의무실, 사단 의무대 외진 용역 버스 사업 현황 및 실적조사, 2022
- [15] 육군본부 의무실, 사단 의무대 외진 용역버스 사업 현황 및 실적조사, 2022
- [16] 김나경, '내년 '병사월급 200만원' 시대 열리나.. 인수위·민주당 속도전, 파이낸셜 뉴스, 2022, <https://www.fnnews.com/news/202204191645364295>
- [17] 서울정책아카이브, 서울 지능형교통체계(ITS) 서울 TOPIS, 2016

저 자 소 개



박병호(E-mail: pbhbh0307@gmail.com)
2014 육군3사관학교 상담심리학과 학사
현재 국방대학교 군사운영분석전공 석사과정
관심분야 : 인공지능, 시뮬레이션



변재현(E-mail: uce03211@gmail.com)
2014 육군사관학교 지역연구학과 학사
현재 국방대학교 군사운영분석전공 석사과정
관심분야 : 강화학습, 객체인식 시뮬레이션



조윤환(E-mail: boxer4090@naver.com)
2014 육군사관학교 운영분석학과 학사
현재 국방대학교 군사운영분석전공 석사과정
관심분야 : 최적화, 시뮬레이션



배경기(E-mail: loda2001@daum.net)
2001 육군사관학교 무기공학과 학사
2011 서울대학교 보건대학원 석사
현재 국군의무사령부 정작과장
관심분야 : 보건정책



김연우(E-mail: kywboom@naver.com)
2013 육군3사관학교 화학환경과학과 학사
관심분야 : 군 의료, 보건통계



이문걸(E-mail: bombslee@naver.com)
1995 공군사관학교 산업공학과 학사
2004 미국 Naval Postgraduate School
Operation Research 석사
2009 서울대학교 산업공학과 박사
현재 국방대학교 군사운영분석전공 교수
관심분야 : 군사 OR 응용연구, 대형문제
최적화, 무기체계 효과분석,
국방분석평가



조남석(E-mail: ncho64@gmail.com)

2002 육군사관학교 전산학과 학사

2007 미국 공군대학원 운영분석 석사

2016 미국 위스콘신대학 산업공학 박사

현재 국방대학교 군사운영분석전공 부교수

관심분야 : 최적화, 시뮬레이션