

시뮬레이션 기반 비상대비 정부연습모델 개발

- 감염병 연습모의 SW개발을 중심으로 -

Development of Simulation-Based Emergency Preparedness Government Practice Model - Focusing on SW Development of Infectious Disease Practice Caps -

김문겸*, 송재민**, 유수홍***, 손홍규***

연세대학교 공학원*, (주)엔코디**, 연세대학교 건설환경공학과***

Mun-kyom Kim(munkyom@hanmail.net)*, Jae-Min Song(jm.song@ncodi.co.kr)**,
Su-Hong Yoo(swenoir@yonsei.ac.kr)***, Hong-Gyoo Sohn(sohn1@yonsei.ac.kr)***

요약

현재 정부에서 실시하고 있는 비상대비 연습은 50여 년 이상 메시지에 의한 연습으로 진행하고 있다. 따라서 본 연구에서는 감염병 훈련상태를 중심으로 시뮬레이션 기반 정부연습모델을 개발하여 향후, 과학적 기법을 적용한 훈련체계의 가능성을 제시하고자 했다. 연구개발 결과 첫째, 감염병 발생을 모의하기 위해 모의논리를 개발하였다. 감염병 발생은 사망자에 대해 24시간 이내에 조치가 이루어지지 않을 경우와 오염된 식량(24시간)과 식수(12시간), 식수 부족(24시간)에 대해 적절한 조치가 이루어지지 않을 경우 감염병이 발생할 수 있도록 개발하였다. 둘째, 모의논리를 구현하기 위해 긴급의료반, 역학조사반, 사망자매장처리반, 방역소독반 등의 모의엔진 SW를 개발하였으며, 이와 같은 내용 등이 상황에 표현될 수 있도록 상황도 SW를 개발하였다. 이와 같은 과학적 기법을 적용한 시뮬레이션 기반 정부연습모델 개발을 확장할 경우 현실 세계에서 발생할 수 있는 실질적인 상황조성을 통한 훈련이 가능할 것이고, Chungmu 계획 및 각종 비상대비 계획에 대해 검증이 가능할 것이다.

■ 중심어 : | 시뮬레이션 | 모의논리 | 모의엔진 | 상황도 | DB 관리도구 |

Abstract

The emergency preparedness exercise currently conducted by the government has been conducted as a message-based exercise for more than 50 years. Therefore, in this study, a simulation-based maintenance practice model was developed focusing on infectious disease situations, and the possibility of a training system applying scientific techniques was presented. As a result, First, a simulation logic assuming an infectious disease outbreak situation was developed. The situation of an infectious disease outbreak was made to occur when measures are not taken within 24 hours for the death due to disease, and when appropriate measures are not taken for contaminated food (24 hours), drinking water (12 hours), and drinking water shortage (24 hours). Second, in order to implement the simulation logic, simulation engine SW was developed for emergency medical team, epidemiological investigation team, dead burial team, quarantine and disinfection team, etc., and situation map SW was developed so that these contents could be expressed in the situation map. As suggested in this paper, if scientific techniques are applied to the simulation-based government practice model to expand the scope, training will be possible by creating practical situations that can occur in the real world, and the Chungmu plan and various emergency preparedness plans will be verified.

■ keyword : | Simulation | Simulation Logic | Simulation Engine | Situation Diagram | DB Management Tool |

* 본 연구는 행정안전부 재난안전취약핵심역량 도약기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2018-MOIS33-001)

접수일자 : 2021년 10월 20일

심사완료일 : 2022년 01월 05일

수정일자 : 2022년 01월 05일

교신저자 : 손홍규, e-mail : sohn1@yonsei.ac.kr

I. 서론

정부에서는 비상대비 연습을 위해 1968년부터 '을지연습'을 전신으로 '을지포커스렌즈', '을지프리덤가디언', '을지태극연습'명칭으로 훈련을 진행해 왔다. 을지태극연습은 매년 1회씩 군사연습과 병행하여 전 중앙행정기관과 그에 소속된 공공기관 및 중점관리지정업체 등 약 4천여 기관 48만여 명이 참여하는 범정부적인 연습이다[1]. 즉, 을지태극연습은 비상대비자원관리법을 근거로 실시하고 있으며, 그 대상은 모든 정부기관, 공공기관 및 이 법에 정한 지정된 인력·물자 및 업체가 연습에 참여하는 것이다. 그러나 이와 같은 범정부 연습은 2018년 남북정상회담 이후 한-미 연합훈련방침 변경 등의 이유로 연습이 제대로 진행되지 못하고 있다.

1968년 이후부터 최근까지 진행해온 정부연습은 50여 년간 페이퍼 위주의 연습으로 군사연습과 연계성이 부족하고, 연습참가자가 메시지에 대한 답안 작성 위주의 형식적인 연습에 그쳤다[2]. 즉, 이와 같은 페이퍼 위주의 연습체계는 일회성 상황조치 보고만으로 상황이 종결되거나, 실무자 위주의 연습이 되었으며, 시대의 변화에 부응하지 못하는 연습이 된 것이다. 따라서 변화하는 훈련 상황이 반영된 과학적인 시뮬레이션 기반 연습체계가 필요하다.

범정부연습체계와 다르게 군 조직에서는 1996년부터 위게임 모델을 개발하기 시작하여 합참에서는 태극JOS, 육군은 창조21·화랑21·전투근무지원, 공군은 창공, 해군은 청해, 해병대는 천자봉 등과 같은 위게임 모델을 이용하여 훈련을 하고 있다[1]. 이와 같은 시뮬레이션 기반 연습체계는 다양한 환경에서 발생 가능한 다양한 상황을 묘사할 수 있으며, 훈련결과에 대한 피드백이 가능하여 훈련 간 발생한 문제점을 확인할 수 있고, 이를 기초로 다양한 계획문서를 과학적 근거에 의해 보완 발전시킬 수 있게 된 것이다. 따라서 군에서 적용하고 있는 시뮬레이션 기반 훈련체계를 정부연습체계에 적용하고자 연구를 진행하였으며, 본 연구에서는 감염병 상황 발생을 중심으로 연구를 진행하였다.

정부연습모델을 개발하는 데, 모델링 또는 모델링의 산물인 모델은 수식(수학) 모델과 물리 모델, 프로세스(절차) 모델 등으로 구분할 수 있으며, 시뮬레이션은 실

제(Live), 가상(Virtual), 구성(Constructive)으로 구분된다[3]. 수학 모델은 수학적 기호와 관계식을 표현한 것이고, 물리 모델은 시스템의 물리적 특성을 표현한 것이며, 프로세스 모델은 시스템에서 수행되는 과정을 표현한 것이다. 그리고 시뮬레이션의 실제 시뮬레이션은 인간과 장비 모두가 실제 운용되는 것이며, 가상 시뮬레이션은 인간은 실제 운용되고, 장비는 모의 되고, 구성 시뮬레이션은 인간과 장비가 모두 모의 되는 것이다[4]. 따라서 본 연구에서는 모델링 및 시뮬레이션의 특성을 고려하여 수식 모델과 프로세스 모델, 구성 시뮬레이션 기법을 적용하고자 했다. 즉, 정부연습모델을 개발하는데 피해 모의(시설, 인원, 장비)를 위해 수학 모델을 적용하고, 피해 발생에 따른 총무계획 절차 수행을 위해 프로세스 모델을 적용하는 것이다.

감염병이란 제1급감염병, 제2급감염병, 제3급감염병, 제4급감염병, 기생충감염병, 세계보건기구 감시대상 감염병, 생물테러감염병, 성매개감염병, 인수공통감염병 및 의료 관련 감염병을 말한다[5]. 을지태극연습 간 감염병 관련 연습사태는 통상적으로 제1·3급감염병을 중심으로 연습사태를 구성하였다. 2017년 을지태극연습을 중심으로 감염병과 관련된 연습사태를 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 주요사태를 보면 전재민 수용소 내 장티푸스(40명), 콜레라 환자(20명)가 확산되고 있으나 환자를 위한 치료제 및 항생제가 부족한 상황과 ○○초등학교에서 생물학 공격 추정 콜레라 의심환자(교사 2명, 학생 3명)가 발생함에 따라 학교수업에 차질이 예상되는 상황 등이다. 이와 같이 메시지에 의한 연습체계는 감염병 발생 인원과 감염병 종류에 대해 사전에 모두 정해져 있기 때문에 상황보고서를 사전에 작성하여 보고가 가능하다. 둘째, 감염병 발생 후 상황보고가 이루어지면 추가 확산이 발생하지 않고, 상황이 종료되는 시스템으로 되어 있어 실전적인 훈련 상황조성이 미흡하다. 따라서 본 연구의 목적은 을지태극연습에서 주요사태 중 하나로 연습을 진행하고 있는 감염병 발생 상황을 중심으로 정부연습모델을 개발하고자 했다. 첫째, 감염병 관련 SW개발을 위한 모의논리를 개발하는 것이다. 둘째, 감염병 발생 연습을 위한 모의엔진 SW, 상황도 SW, DB관리도구 SW, 평가모델 SW를 개발하는 것이다. 셋째, 감염병 상황과 관련하여 개발된 SW에

대해 테스트베드를 설치하여 검증하는 것이다.

II. SW개발을 위한 모의논리 개발

감염병 상황 발생에 따른 상황조치는 감염병 재난 위기 대응 실무매뉴얼[6] 절차를 참고하였으며, 시뮬레이션에 의한 적 공격이 수반되지 않는 감염병 상황모의는 해당 피해 발생 대상의 특성과 실제 통계수치 등 알고리즘을 적용하여 정부연습모델에 부합되도록 실제와 유사하게 피해 발생을 모의했다. 즉, 정부의 감염병 재난 위기 대응 실무매뉴얼은 감염병 확산예측을 고려하지 않고, 위기징후 목록에 의해 위기경보 수준(관심, 주의, 경계, 심각)을 발령 후 조치하는 수준으로 작성되어 있다. 따라서 감염병 확산을 고려한 SIR 모델 구성요소를 고려한 정부연습모델 개발이 필요하다. SIR 모델은 병에 걸릴 수 있는 사람(Susceptible), 감염된 사람(Infected), 회복된 사람(Removed)의 세 가지 구성요소로 감염병의 확산을 예측하는 것이다[7]. 그리고 감염병 확산예측 시뮬레이션 개발 국외 현황을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, STEM(Spatio Temporal Epidemiological Model)은 Java와 Eclipse 기반의 지리적 위치와 인구 집단에서의 상호작용을 통해 질병 확산 위험도를 모델링할 수 있는 프로그램으로 미국에서 주 단위로 제공된다[8]. 둘째, CommunityFlu 2.0은 미국 질병관리센터(CDC)에서 Influenza 확산을 예측하기 위해 2009년에 개발한 소프트웨어이다. 이 프로그램은 백신, 학교 휴업, 마스크 착용, 환자 격리 등의 개입에 따라 감염병 발병 수, 입원, 사망 환자 수 등을 예측할 수 있다[9]. 이상의 사례와 같이 국외에서는 감염병 확산예측 시뮬레이션 개발이 많이 이루어지고 있으나 국내에서는 개발이 미비한 상태이다. 따라서 SIR 모델의 구성요소를 기반으로 시뮬레이션 기반 정부연습모델을 개발하고자 한다. 즉, 감염병 피해는 감염병 종류, 감염 반경, 기상(온도) 영향 계수, 전염률, 행정구역 인구밀도 등을 고려하여 사망자, 병원 입원 대상 환자가 발생하도록 한다. 이러한 감염병 환자의 경우 통제관에 의한 감염병 발생과 전상자 중 사망자 처리 지연에 따른 감염병 자동 발생, 식량·식수 지원조치가 '제대로 이루어지지 않았을 때' 감염병이 자동 발생이 있다.

1. 통제관 명령에 의한 모의 개념

통제관 명령에 의한 감염병을 모의하고자 할 때는 다음 [표 1]의 명령창에 입력요소를 입력하면 된다. 시작 일시의 초기설정은 즉시로 체크되어 있으므로 입력하지 않아도 되며, 별도의 시작일시를 입력하여 상황을 부여하고자 할 때는 즉시 체크를 해제 후 입력하면 된다. 감염병 종류 콤보박스에서 제1급감염병(장티푸스, 세균성 이질, 콜레라) 또는 제3급감염병(말라리아)을 선택한다. 좌표는 상황도에서 감염병을 발생시키고자 하는 위치를 선택하면 되고, 감염병 반경은 1km가 설정되어 있으며, 최대 사상자 수는 감염병 상황조치 훈련을 위해 300명 이내에서 선택하도록 되어 있다. 진전속도는 감염병이 발생 후 훈련 상황을 좀 더 실적으로 묘사하기 위해 타지역으로 감염되는 속도를 0부터 10까지 정수를 입력하여 묘사할 수 있도록 하였다.

표 1. 감염병 발생 명령요소

번호	입력요소	구분	입력 방법 및 의미
1	시작 일시	선택	명령 수행 시작 시간 설정 날짜 시간은 YYYYMMDDhhmm형식
2	감염병 종류	선택	감염병 종류 콤보박스에서 선택
3	좌표	필수	상황도에서 감염병 발생지점 좌표 선택
4	감염반경	필수	감염병 발생지역 반경(km) 입력
5	최대 사상자수	필수	감염병 발생 시 최대 발생시키고자 하는 사상자 수(명) 입력
6	진전속도	필수	감염병의 진전속도 입력

2. 감염원에 의한 감염병 자동 발생

감염원에 의한 감염병 자동 발생: '현지주민'은 전상자 중 사망자 처리 지연에 따른 감염병 발생이 있으며, 식량·식수 지원조치(현지주민 구호 및 구호물자 지원)가 제대로 이루어지지 않았을 때 감염병이 발생한다.

먼저, 전상자 중 사망자 처리 지연에 따른 감염병 발생 모의를 살펴보면 적으로부터 피격 또는 다른 요인에 의해 사망자가 발생하였는데 1일(24시간) 이내에 사망자매장처리반에 의해 사망자 처리가 되지 않으면 감염병이 자동으로 발생한다. 감염병의 종류는 4가지 종류(장티푸스, 세균성 이질, 콜레라, 말라리아) 중 하나가 랜덤하게 발생하게 되며, 감염 인원 또한 행정구역 인구밀도 등을 고려하여 랜덤하게 발생 된다. 둘째, 다양

한 상황으로 인하여 식량과 식수가 부족한 지역의 현주 주민에 대해 구호조치가 제대로 이루어지지 않으면 다음 [표 2]와 같이 감염병이 발생하게 된다. 즉, 오염된 음식으로 인한 현주주민에 대한 구호조치가 제대로 이루어지지 않을 때는 24시간 후에 감염병이 발생하고, 오염된 식수로 인한 구호조치가 이루어지지 않을 때는 12시간 후에, 식수 부족에 의한 주민 구호조치가 이루어지지 않을 때는 24시간 후에 감염병이 발생하게 된다. 감염병의 종류와 인원수는 사망자 지연처리에 의한 감염병 발생 상황과 같이 랜덤하게 발생한다. 오염된 음식(식수), 식량 부족, 단수는 50~100명 범위 내에서 해당 인원수에 해당하는 쌀과 식수 소요량을 랜덤하게 적용한다.

표 2. 상황별 감염병 발생시기 및 영향 변경

상황	상황 발생시기	영향 변경(km)	감염병 예방 필요 조치
오염된 음식	24시간 후	4	현지주민 구호 및 구호물자 지급
오염된 식수	12시간 후	4	현지주민 구호 및 구호물자 지급
식수 부족	24시간 후	4	현지주민 구호 및 구호물자 지급

이와 같이 최초 감염병 환자가 발생하게 되면 감염병 환자발생 보고서가 제공되고, 최초 감염병 환자는 다음과 같이 산출된다. 먼저, 감염인원수를 계산하기 전에 전염률이 고려되어야 하며, 전염률 계산식은 다음과 같다.

$$\beta_{wi} = \beta(\text{전염계수}) \times W_i(\text{기상에 따른 전염 영향계수})$$

$$\beta = \text{전염계수}_1 \times \text{Max}((1+nR(0,k)))$$

$$nR(0,k) : \text{정규분포를 따르는 난수}$$

$$k : \text{표준편차(기본값 0.09)}$$

$$W_i : \text{기상(온도)에 따른 전염 영향계수}$$

표 3. 기상(온도)에 따른 전염 영향계수

기상	25℃이하	25~30℃	30~35℃	35℃ 이상
계수(W)	0.9	1	1.1	1.2

1 전염계수는 총인구 대비 감염병 발생인원 수 비율의 통계치로써 본 모의에서는 0.01584를 적용(JISIKS.COM, 2014.4.25.)한다. 2001년 기준 북한인구 2,000여 만명 대비 30만 명이 감염되었으므로 대략 0.015%의 인원이 감염되었던 것으로 알 수 있다. 또한, 장티푸스, 세균성 이질, 콜레라 등도 5만에서 최대 20만여 명까지 발생했던 통계치가 있기에 본 모의에서는 최악의 상황을 상정하여 전염계수를 0.015로 적용한다.

그리고 최초 감염인원에 대한 산출은 다음과 같은 공식에 의해 산출된다. 감염인원수 = Min{ $\beta_{wi} \times (\text{Sall} \times \text{감염지역 면적} / \text{행정구역 면적})$, 최대사상자수}

감염지역 면적은 상황 발생 명령으로 발생한 감염병 일 경우에는 명령 시 입력한 감염반경을 적용하여 산출하고, 그 이외의 경우에는 반경 1km를 적용하여 산출한다. 그리고 행정구역 면적은 시·군·구 단위 행정구역 면적으로 적용하며, 최대 사상자 수는 상황 발생 명령으로 발생한 감염병은 명령 입력한 최대 사상자 수를 적용하되 그 이외의 경우에는 기본값(300)을 적용한다.

이와 같이 사망자 처리 지연과 식량·식수 부족에 의한 감염병이 발생하게 되면 감염병 처리를 위한 기동의료반, 역학조사반, 방역소독반, 사망자 매장처리반 등이 운영되어야 하나 제대로 운영되지 않아 감염환자에 대한 치료가 제대로 이루어지지 않으면 인접 지역으로 확산하게 된다. 최초 감염병 환자 발생 이후부터 인접 지역으로 감염병 확산은 전염률과 회복률 및 진전속도를 적용하여 감염인원수가 발생한다. 그리고 추가적인 확산에 의한 감염인원수는 다음과 같은 산출식에 의해 발생한다.

$$\text{감염인원수}(dS) = \text{Min}((\text{신규 감염인원수} + \text{기존 감염인원수} - (\text{기존 감염인원수} \times \text{회복율}), \text{최대사상자수})$$

$$\text{신규감염 인원수} = \text{Min}(\beta_{wi} \times (\text{Sall} \times \text{감염지역 면적} / \text{행정구역 면적} - \text{기존 감염인원수}) \times \text{진전속도} / 5, \text{최대사상자수})$$

$$\text{전염률}(\beta_{wi}) = \beta(\text{전염계수}) \times W_i(\text{기온 또는 기상에 따른 전염 영향계수})$$

$$\text{Sall} = \text{감염병 발생보고서가 제공된 행정구역의 인원수}$$

$$\text{감염지역} = \text{확산된 감염지역 면적을 적용}$$

$$\text{행정구역 면적} = \text{시·군·구 단위 행정구역 면적을 적용}$$

진전속도 : 0부터 10까지의 정수로 상황발생 명령으로 발생 된 감염병일 경우에는 명령 시 입력한 진전속도를 적용하고, 기타 경우에는 기본값 5를 적용

$$\text{기존 감염인원수} : \text{최초 제공되었던 감염인원수}$$

$$\text{회복률}(V_{wi}) = V(\text{회복계수}) \times W_i$$

$$(\text{기상에 따른 전염 영향계수}) = (1/R_i) \times W_i$$

$$R_i = \text{감염병 환자들이 회복하는데 걸리는 일수}(30\text{일})^2$$

감염병이 확산되는 지역은 감염병이 발생한 지역의 외곽으로부터 풍향을 적용하여 1km씩 확산되는 것으로 한다. 즉, 감염병 확산은 최초 발생지점으로부터 풍향을 고려하여 5~10km 범위 내에서 랜덤하게 발생한다. 감염병 확산 시에는 감염지역의 도시화(도시, 농촌)와 계절 등을 고려한다.

감염병이 발생하게 되면 감염병 환자 및 지역에 대한 적절한 조치가 이루어져야 한다. 즉, 감염병이 발생하게 되면 역학조사반이 투입되어 감염병 종류 및 원인에 대해 파악하고, 현장지휘를 해야 한다. 중·경상자에 대해서는 지역 기동의료반(119구급대)에서 후송처리를 해야 하고, 사망자에 대해서는 사망자매장처리반에 의해 매장처리가 되어야 하며, 오염지역에 대해서는 방역조치가 이루어져야 한다.

감염병 환자가 발생하면 기동의료반(119구조대)을 투입하여 의료지원을 하게 되는데 경상자는 치료 소요시간이 경과 하게 되면 치료 완료 및 귀가하도록 하고 중상자는 응급치료 후 병원으로 후송하는 과정을 수행한다. 기동의료반은 해당 행정구역 병원 또는 소방서(119구조대)의 인력과 물자로 편성되어 있어야 하며, 병원시설은 보건복지부 의견을 수렴하여 병원급 이상 의료기관 중 병상 100개 이상을 보유하고 중환자실·수술실·응급실 중 2개 이상 갖춘 병원으로 설정한다. 병원시설 의료물자는 중·경상자 치료에 필요한약품과 콜레라, 말라리아, 장티푸스, 이질 등 4가지 감염병 치료 및 예방약을 반영하며 일주일 치를 반영한다.

기동의료반(119구조대) 운용 시 의료약품은 [표 3]과 같이 치료제 소모 논리에 따라 감염병 발생지점 반경 1km 안에 있는 감염병 환자 치료에 필요한 의료약품이 소모된다.

표 4. 의료물자 소모기준

분야	품목	기준량
감염병 예방약	콜레라 백신	두코랄 1인 1회
	장티푸스 백신	지모티프 1인 1회
	이질 백신	파상풍 특소이드 1인 1회
	말라리아 예방약	라리암 1인당 6정*3회

2 WHO 보고에 의하면 북한지역 말라리아 등 감염병 발생시 회복하는데 걸리는 일수는 1~6개월이 소요되었다고 한다. 따라서 본 연구개발에서는 짧은 훈련 기간 등을 고려하여 1개월로 잠정 적용토록 하되, 향후 수정이 가능하다(JISIKS.COM, 2014. 4. 25).

감염병 치료약	5% 포도당	1인 1병, 1인 5일
	시프로 플록시진 (장티푸스)	1인 1일 1정*2회, 1인 7일
	테라사이클린 (콜레라)	1인 1일 1정*4회, 1인 5일
	엠실린캡셀 (이질)	1인 1일 2정, 1인 5일
	말라리아 치료제 (말라리아)	1인 1일 4정, 1인 5일
치료제	중상자 치료셀	환자 1인당 1일 1셀
	경상자 치료셀	환자 1인당 1일 1셀

경상자는 기동의료반에 의해 치료가 되어 복귀하게 되지만 중상자의 경우 인근 지정된 병원으로 입원을 해야 한다. 입원은 모의 엔진에서 해당 병원의 가용한 병상 수를 고려하여 가능 여부를 판단하고 입원을 하게 되면 환자 현황보고서를 제공한다. 그리고 감염병 환자가 입원했던 병원시설에서 체류기간이 도달하면 자동으로 퇴원을 하게 된다.

사망자에 대한 이벤트 처리를 위해서는 사망자 매장처리반 인원·장비·물자와 묘지시설이 DB로 구축되어 있어야 하며 사망자 매장처리 소요시간은 사망자 수, 처리인원수, 운반수단을 고려하여 판단한다. 처리 인원 이동소요시간은 해당 지자체에서 사망자 발생 위치까지 차량 이동소요시간으로 적용하며 사망자 운반 소요시간은 사망자 발생 위치로부터 매장지 위치까지의 이동 거리와 차량 속도를 반영한다. 매장은 1일 8시간(08시~17시) 내에서 처리하는 것으로 하고 매장(화장) 소요시간은 사망자와 처리인원수에 따라 판단한다.

III. 감염병 연습모의를 위한 SW개발

1. 모의 엔진 SW개발

모의 엔진 SW개발은 모의 논리에서 개발된 내용에 대해 모의가 가능하도록 SW를 개발하는 것으로 다음과 같이 개발한다. 모의 엔진에서는 감염병 훈련 상황을 묘사하기 위해 감염병 피해를 계산하여 감염병 발생 보고서를 제공하게 되고, 이에 대한 사용자 입력 상황 조치 여부에 따라 감염병이 확산될 수 있도록 모의 엔진이 개발되었다.

감염병 모의기능 SW는 감염병 발생 및 피해모의, 중·경상자 처리를 위한 기동의료반 운용, 사망자 매장처리

를 위한 사망자매장처리반, 감염병 발생에 따른 역학조사반 모의, 오염지역 소독을 위한 방역소독반 모의로 구성된다. 감염병 발생 및 피해모의 기능은 [그림 1]과 같이 구성되며 최초 모의실행 후 이벤트 엔진의 감염병 발생을 수행한다.

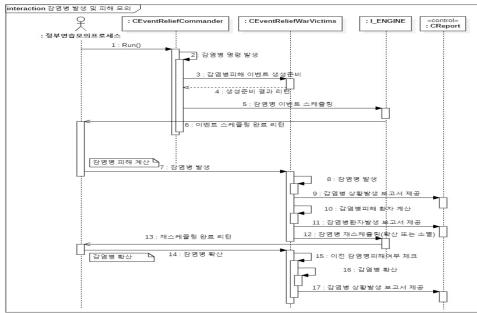


그림 1. 감염병 모의기능 SW 개발

기동의료반 운용 기능은 [그림 2]과 같이 구성되며 감염병에 의한 중경상자가 발생한 경우 사용자에 의한 기동의료반 운용 명령으로 수행된다. 모의 엔진은 기동 의료반 운용 명령 수신 후 감염병에 대한 정보 조사, 정보제공, 기동의료반 객체에 의한 이벤트 스케줄링을 처리한다. 기동의료반 수행 조건에 따라 기동의료반 운용 시작보고서 제공, 기동의료반 이동이벤트, 목적지 도착, 기동의료반 이동 완료, 의뢰지원 시작, 기동의료반 이벤트 처리, 보고서 제공 순서로 처리한다.

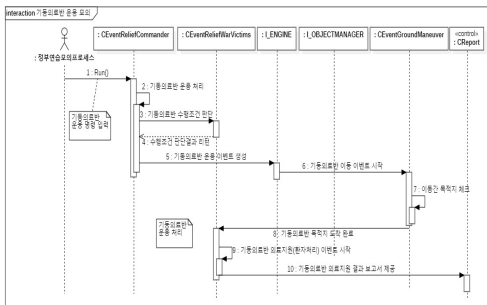


그림 2. 기동의료반 모의기능 SW 개발

사망자 매장처리반 운용 기능은 [그림 3]과 같이 구성되며 감염병에 의한 사망자가 발생한 경우 사용자에 의한 사망자 매장처리반 운용 명령으로 수행된다.

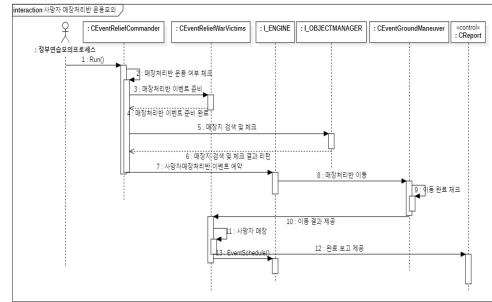


그림 3. 사망자 매장처리반 모의기능 SW 개발

역학조사반 기능은 [그림 4]과 같이 구성되며 감염병 발생후 사용자에 의한 역학조사반 명령으로 수행된다. 모의 엔진은 역학조사반 명령 수신 후 역학조사반 운영 명령 접수 및 체크, 감염병에 대한 정보 조사, 정보제공, 역학조사반 객체에 의한 이벤트 스케줄링을 처리한다.

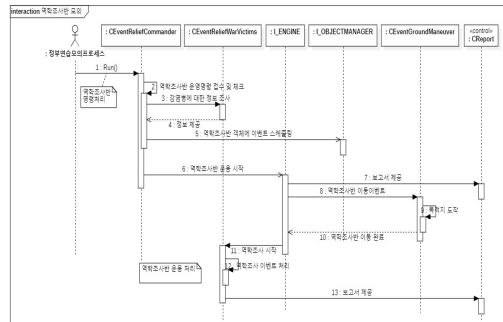


그림 4. 역학조사반 모의기능 SW 개발

방역소독반 기능은 [그림 5]과 같이 구성되며 감염병 발생후 역학조사가 완료되어 감염병 종류를 파악한 후 사용자 입력 명령으로 수행된다.

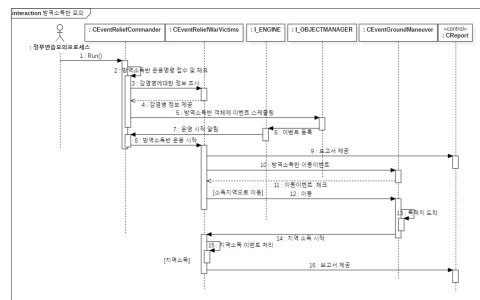


그림 5. 방역소독반 모의기능 SW 개발

2. 상황도 SW개발

상황도 SW개발은 모의 논리와 모의 엔진에서 개발한 내용을 연습참가자들이 볼 수 있도록 상황도를 개발하는 것이다. 먼저 통제관이 감염병 상황 발생을 위한 명령 입력창을 개발하는 것으로 아래 [그림 6]와 같이 감염병 발생 일시, 종류, 감염병명, 최대 중상자 수, 전진속도를 입력할 수 있는 명령창을 개발한다.

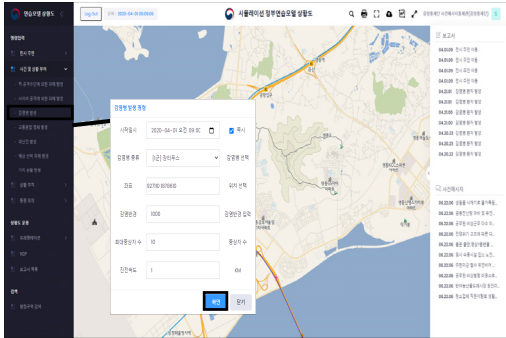


그림 6. 감염병 발생을 위한 명령창

둘째, 감염병 발생에 따라 아래 [그림 7]과 같이 감염병 발생 위치, 감염병명, 행정구역명, 발생 시간, 감염병 종류 등이 제공되는 피해 상황보고서와 지도에 피해지역이 나타날 수 있도록 해야 한다.

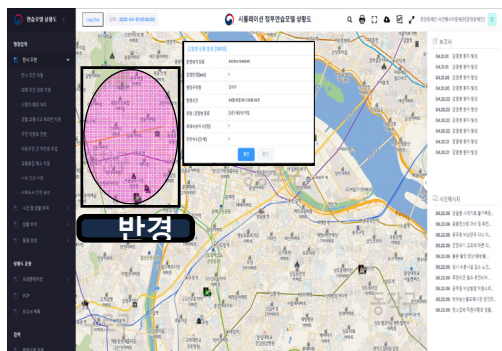


그림 7. 감염병 발생지역 도식 및 피해 상황보고서

셋째, 감염병 발생에 따른 각종 상황조치가 이루어질 수 있도록 기동의료반 운용 명령창과 운용 보고서가 개발되어야 하며, 역학조사반 운용 명령창과 운용 보고서, 방역소독반 운용 명령창과 운용 보고서 등을 개발한다.

3. DB관리도구 SW개발

감염병 상황조치를 위해서는 기동의료반, 역학조사반, 사망자 매장처리반, 방역소독반 등과 관련된 것들이 DB로 구축되어야 한다. 먼저, 감염병 모의를 위한 행정구역 DB가 구축되어야 하며, 행정구역 DB에는 법정동 코드, 구역코드, 인구수, 면적, 인구밀도, 인원, 장비, 물자가 구축되어야 한다. 둘째, 감염병 상황조치에 필요한 기동의료반 DB 구축으로, 그룹 명칭, 소속기관, 법정동 코드, 위치, 장비, 인원 및 물자 등을 구축한다. 셋째, 역학조사반 DB에는 그룹 명칭, 소속기관, 법정동 코드, 위치, 장비 및 물자 등이 포함되고, 사망자 매장처리반 DB 구축은 그룹 명칭, 소속기관, 법정동 코드, 위치, 장비, 인원 및 물자 등을 구축한다. 넷째, 감염병 파라미터 DB 구축은 기상(온도)에 따른 전염 영향계수, 감염병 발생 시 감염환자 비율, 감염병 전염속도 및 영향요소(도시화, 계절) 등을 구축한다.

3.1 행정구역 DB구조

감염병은 행정구역 단위로 모의하면 시·군·구 단위로 구축된 행정구역별로 인구수, 면적 인구밀도를 기준으로 계산한다. 일반적으로 감염병은 반경 1km를 적용하도록 하며, 통상 1개 지역에 반경 1km 크기를 갖는 것을 의미한다. 감염대상은 인원만을 대상으로 사망자, 병원 입원대상 환자가 발생한다.

표 5. 행정구역 DB구조

테이블ID	d_administ zone bass	테이블명	테이블명	행정구역 기본정보
컬럼명	설명	키유형	Not Null	데이터 타입 및 길이
administzone_id	행정구역 id	PK	Y	integer
legaldong_code	법정동 코드	FK	Y	varchar(10)
nm	명칭	UK	Y	varchar(50)
popltn	인구수		Y	integer
ar	면적		Y	integer
popltn_dn	인구밀도		Y	double precision

3.2 기동의료반, 역학조사반, 방역소독반, 사망자매장처리반 DB구조

해당 행정구역 내의 병원시설에 소속된 기동의료반에 의해서 사상자 처리를 수행하며 감염병 환자를 병원으로 이송하는 역할을 한다. 역학조사반은 지역 내 보건소 시설에 소속되어 있으며 감염병이 발생된 지역에

서 감염병 발생원인과 특성 등을 확인하는 역할을 하며 역학조사 결과 어떤 감염원이 있는지 파악하는 과정을 모의한다. 방역소독반은 지역 내 보건소 시설에 소속되어 감염병이 발생한 지역 또는 감염병 발생이 예상되는 지역에 대해 방역활동을 하며, 방역소독 운용시간이 경과 되면 지역소독이 완료된 것으로 한다. 사망자 매장 처리반은 지자체 시청, 구청에 소속되어 감염병 지역 내의 사망자를 모지로 이송·매장 처리를 수행하며, 사망자로 인한 추가적인 감염이 발생하지 않도록 하는 과정을 모의한다.

표 6. 각 기능반의 DB구조

테이블ID	d_group_bass	테이블명	그룹 기본정보
컬럼명	설명	키유형	Not Null 테이터 타입 및 길이
group_id	그룹 id	PK	Y integer
group_lclas_code	그룹대분류코드		Y integer
group_misfc_code	그룹중분류코드	UK	Y integer
nm	그룹 명칭	UK	Y varchar(100)
legaldong_code	법정동코드	FK	Y varchar(10)
x_crdnt	x 좌표		Y integer
_crdnt	y 좌표		Y integer

3.3 기상(온도)에 따른 전염 영향계수 DB구조

감염 인원 발생을 모의하기 위해서는 전염률을 고려해야 하며, 전염률은 감염병 발생 시 해당 지역에서 얼마나 많은 감염 인원이 발생하게 되는지 그 발생비율을 나타내는 것으로 전염률 계산 후 온도에 의한 영향요인을 계수로 하여 0.9~1.2까지의 파라미터값으로 계산한다.

표 7. 기상(온도)에 따른 전염 영향계수 DB구조

테이블ID	p_wether_in fec cffcnt	테이블명	기상(온도)에 따른 전염 영향계수
컬럼명	설명	키유형	Not Null 테이터 타입 및 길이
id	id	PK	Y integer
cffcnt	영향계수		Y double precision
mummm_tmprt	최소온도		Y integer
mxmmm_tmprt	최대온도		Y integer
dc	설명		Y varchar(100)

3.4 감염병 발생 시 감염환자 비율

특정 시군구에 감염병이 발생했을 경우 사망자, 입원 대상 환자 비율을 계산하는 파라미터이며 사망자 0.6, 입원대상 환자 50으로 구분된다.

표 8. 감염병 발생 시 감염환자 비율

테이블ID	p_icd_patnt rate	테이블명	감염병 발생시 감염환자 비율
컬럼명	설명	키유형	Not Null 테이터 타입 및 길이
patnt_code	id	PK	Y integer
rate	감염환자 비율		Y double precision
dc	설명		Y varchar(100)

3.5 감염병 전염속도 및 영향요소

감염병은 도시화, 계절의 영향요소를 고려하여 차등 적용하며 3시간, 6시간으로 구분하여 적용한다.

표 9. 감염병 전염속도 및 영향요소

테이블ID	p_season_inf c_ve	테이블명	감염원 전염속도 및 영향요소(계절)
컬럼명	설명	키유형	Not Null 테이터 타입 및 길이
season_code	계절코드	PK	Y integer
urban_code	도시코드	PK	Y integer
infvc_ve	전염속도		Y integer
dc	설명		Y varchar(100)

IV. 시뮬레이션 기반 감염병 연습모델 개발 결과

본 연구결과에서는 을지태극연습 간 시행되고 있는 훈련 상황을 조성한 후 [그림 8]과 같은 대응조치가 시뮬레이션 기반 상황도에 표출되는지에 대한 검증 결과이다. 먼저, 훈련 상황을 조성하기 위해서는 훈련을 통제하고 있는 중앙통제단에서 감염병 상황을 부여해야 한다. 감염병 발생 상황부여는 통제관 명령으로 상황부여와 사망자 처리 지연, 오염된 식량 및 식수에 대한 조치 미흡으로 자동 발생하는 상황이 개발되어 있다. 본 검증에서는 최초 중앙통제단에서 통제관 명령으로 상황부여 후 검증을 진행하면서 사망자 처리 지연 및 오염된 식량 및 식수 조치 미흡으로 인한 감염병이 발생하는지에 대해 검증을 진행하였다. 이를 위해 통제관 명령으로 2020. 04. 01. 09:00에 김포시 장릉공단에 1군 감염병 세균성 이질이 발생한 것으로 상황을 조성하였다.



그림 8. 감염병 재난 대응 프로세스

1. 감염병 상황조성 명령창 및 발생보고서 개발

감염병 상황조성을 위해 [그림 9]와 같은 명령창에 중앙통제단에서 명령을 입력하게 되면 각 지방자치단체에 하달되어 상황이 부여될 수 있도록 개발되었다. 명령창 입력요소로는 시작일시, 감염병 종류, 위치(좌표), 감염반경(km), 최대 사상자 수, 감염병 진전속도를 입력할 수 있도록 하였다.

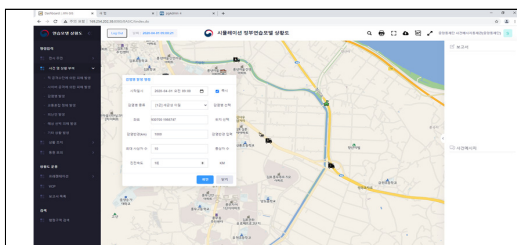


그림 9. 상황보고서 상황조성 명령창

상황도 명령창과 상황 발생보고서 검증을 위해 상황도 명령창에 2020년 4월 1일 09:01에 김포에 위치한 장릉공단에 1군감염병 세균성 이질 상황을 부여한 결과 [그림 10]와 같은 상황 발생보고서가 상황도에 제공되었다. 즉, 상황부여를 위해 명령창에 입력한 결과, 명령창에 입력한 내용이 상황 발생보고서에 그대로 표출되었으며, 감염병 오염지역에 대해서는 적색원으로 표

출되었다.

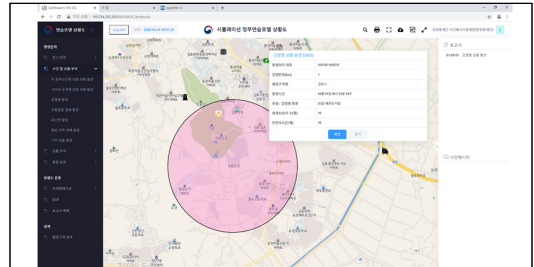


그림 10. 상황 발생보고서

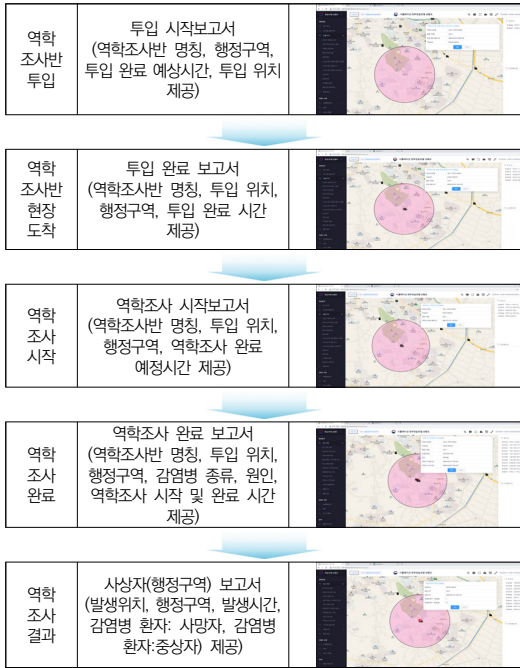
2. 역학조사반 운용 관련 SW개발 결과

감염병 발생에 따라 추정 감염원, 감염경로 및 접촉자에 대한 심층조사와 확진 환자관리 및 접촉자 격리 또는 증상 감시 강화 등을 위해 역학조사반을 운용하여야 한다. 따라서 각 지방자치단체에서 역학조사반을 출동시키고, 역학조사반 운용에 따른 각종 보고서를 다음 [표 9]와 같이 개발하였다. 먼저, 감염병 발생에 따라 지방자치단체에서 역학조사반을 출동할 수 있도록 명령창을 개발하였으며, 명령창에는 해당되는 역학조사반 선택과 명령시간, 운용 위치를 입력할 수 있도록 개발되었다. 실질적으로 검증한 결과 [표 9]와 같이 명령창이 상황도에 표출되었으며 명령을 입력하였을 때 역학조사반 심볼이 생성되었다. 둘째, 역학조사반에게 명령을 부여하였을 때 역학조사반 투입 시작보고서가 제공되었으며, 투입 시작보고서에는 역학조사반 명칭, 행정구역, 투입 완료 예상시간, 투입 위치 등이 제공되었다. 셋째, 역학조사반이 오염지역에 도착하게 되면 투입 완료 보고서가 제공되었으며, 투입 완료 보고서에는 역학조사반 명칭, 투입 위치, 행정구역, 투입 완료 시간 등이 제공되었다.

표 10. 역학조사반 업무흐름도

구분	내용	SW개발 결과
역학조사반 출동 명령	명령창 (명령시간, 역학조사반 명칭, 운용 위치 지정)	



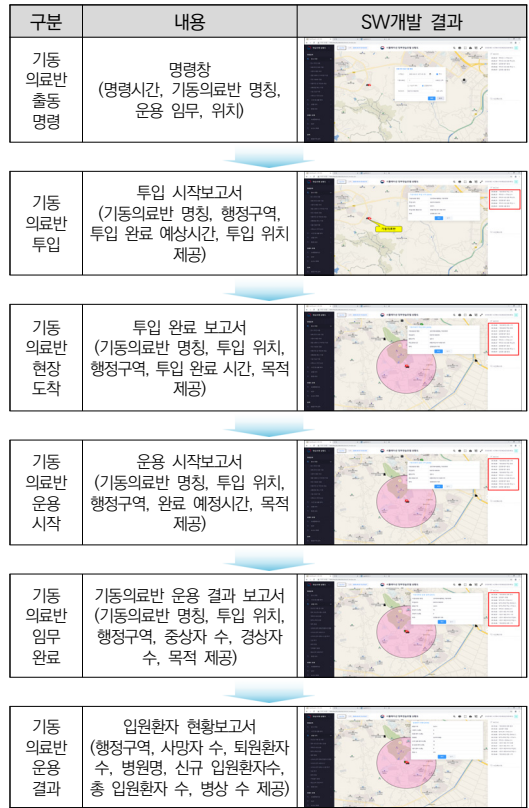


넷째, 역학조사반이 오염지역에 도착 후 역학조사를 실시하게 되면 역학조사 시작보고서를 제공하며, 여기에는 역학조사반 명칭, 투입 위치, 행정구역, 역학조사 완료 예정시간 등이 제공되었다. 다섯째, 역사조사가 완료하게 되면 역학조사 완료 보고서가 제공되는데, 여기에는 역학조사반 명칭, 투입 위치, 행정구역, 감염병 종류, 원인, 역학조사 시작 및 완료 시간 등이 제공된다. 여섯째, 역사조사가 완료되면 최종적으로 사상자(행정 구역) 보고서가 제공되는데, 여기서는 발생 위치, 행정 구역, 발생 시간, 감염병 환자(사망자), 감염병 환자(중상자) 등이 제공된다.

3. 기동의료반 SW개발 결과

역학조사반 역학조사 결과에 따라 행정구역(사상자) 피해보고서가 제공되면서 이에 따른 기동의료반이 출동하여 [표 10]과 같은 절차에 의해 감염병 환자를 처리한다. 먼저, 기동의료반 출동을 위해 명령창을 개발하였으며, 명령창에 기동의료반을 선택하고, 시간과 임무, 위치를 입력하게 되면 기동의료반 심볼이 생긴다.

표 11. 기동의료반 업무흐름도



둘째, 기동의료반 심볼이 생김과 동시에 기동의료반 투입 시작보고서가 제공되는데, 여기에는 기동의료반 명칭과 투입 위치, 행정구역, 투입 완료 예상시간, 임무 등이 포함된다. 셋째, 기동의료반이 현장에 도착하게 되면 투입 완료 보고서가 제공되는데 여기에는 기동의료반 명칭과 투입 위치, 행정구역, 투입 완료 시간, 목적이 제공되었다. 넷째, 기동의료반이 임무를 수행하게 되면 기동의료반 운용 시작보고서가 제공되는데 여기서는 기동의료반 명칭과 투입 위치, 행정구역, 완료 예상시간과 목적이 제공되었다. 다섯째, 기동의료반 임무가 종료 되면 기동의료반 운용 결과 보고서가 제공되는데 여기에는 기동의료반 명칭과 투입 위치, 중상자 수(명), 경상자 수(명), 목적 등이 제공되었다. 여섯째, 기동의료반에 의해 환자를 처리하게 되면 입원환자 현황보고서가 제공되는데, 여기에는 병원의 행정구역과 사망자 수, 퇴원환자 수, 병원명, 신규 입원환자 수, 총 입원 환자 수, 대기 환자 수, 병상 수 등이 포함되어 있다.

4. 사망자매장처리반 SW개발 결과

역학조사반 역학조사 결과에 따라 행정구역(사망자) 피해보고서가 제공되면서 이에 따른 사망자매장처리반이 출동하여 [표 11]과 같은 절차에 의해 사망자를 처리한다. 먼저, 사망자 발생에 따라 사망자매장처리반 출동을 위해 명령창을 개발하였으며, 명령창에는 시작 시간과 처리기관, 사망자 위치, 매장지 위치, 매장 처리자 수를 입력할 수 있도록 개발되었다. 둘째, 사망자매장처리반 임무수행 명령을 입력하면 사망자매장처리반 심벌이 생성된 후 투입 시작보고서가 제공되며, 여기에는 사망자 매장처리반 명칭과 위치, 행정구역, 투입 완료 예상시간이 제공된다. 셋째, 사망자매장처리반이 현장에 투입되면 투입 완료 보고서가 제공되는데, 여기에는 사망자매장처리반 명칭과 투입 위치, 행정구역, 투입 완료 시간이 제공된다. 넷째, 사망자매장처리반이 현장에 투입되어 임무를 수행하게 되면 사망자 매장처리 시작 보고서가 제공되고, 여기에는 명칭과 행정구역, 사망자 수(명), 완료 예상시간, 사망자 위치, 처리기관, 매장 처리자 민방위대 수가 제공된다. 다섯째, 사망자매장처리반에 의해 사망자가 처리되면 완료 보고서가 제공되고, 여기에는 명칭과 행정구역, 매장자수, 매장지, 매장 완료 시간, 처리기관, 매장 시작 시간이 제공된다.

표 12. 사망자매장처리반 업무흐름도

구분	내용	SW개발 결과
사망자매장처리반 출동 명령	명령창 (명령시간, 처리기관, 사망자 위치, 매장지 위치, 매장처리자 수)	
사망자매장처리반 투입	투입 시작보고서 (사망자매장처리반 명칭, 투입 위치, 행정구역, 투입 완료 예상시간)	
사망자매장처리반 현장 도착	투입 완료 보고서 (사망자매장처리반 명칭, 투입 위치, 행정구역, 투입 완료 시간 제공)	

사망자매장처리반 운용 시작	사망자매장 처리 시작보고서 (명칭, 행정구역, 사망자 수, 완료 예정시간, 사망자 위치, 처리기관, 매장 처리자 민방위대 수)	
사망자매장처리반 임무 완료	사망자 매장처리 완료 보고서 (명칭, 행정구역, 매장지 수, 매장지: 매장지 명 및 위치, 매장 완료 시간, 처리기관, 매장 시작시간 제공)	

5. 방역소독반 SW개발 결과

감염병 발생지역에 대한 방역과 인접지역으로 확산을 차단하기 위해 다음 [표 12]과 같은 절차에 의해 방역조치를 진행한다. 먼저, 방역소독반 출동명령을 위해 명령창이 개발되었으며, 여기에는 명령 시작 시간과 방역소독반 명칭, 운용 위치 등이 포함된다.

표 13. 방역소독반 업무흐름도

구분	내용	SW개발 결과
방역소독반 출동 명령	명령창 (명령시간, 방역소독반 명칭, 운용 위치)	
방역소독반 투입	투입 시작보고서 (방역소독반 명칭, 행정구역, 투입 완료 예정시간, 투입 위치)	
방역소독반 현장 도착	투입 완료 보고서 (방역소독반 명칭, 투입 위치, 행정구역, 투입 완료 시간 제공)	
방역소독반 운용 시작	방역소독 시작보고서 (방역소독반명, 투입 위치, 소독작업 예상면적, 행정구역명, 방역소독 완료 예상시간, 시작시간, 총 소독 대상 면적)	
방역소독반 임무 완료	방역소독 완료 보고서 (방역소독반명, 투입위치, 소독작업 완료시간, 방역소독 시작시간, 총 소독 대상면적)	

둘째, 방역소독반이 투입하게 되면 투입 시작보고서가 제공되고, 여기에는 방역소독반 명칭과 행정구역, 투

입 완료 예정시간, 투입 위치가 제공된다. 셋째, 방역소독반이 현장에 도착하게 되면 투입 완료 보고서가 제공되고, 여기에는 방역소독반 명칭과 투입 위치, 행정구역, 투입 완료 시간이 제공된다. 넷째, 방역소독반이 현장에 도착 후 임무를 수행하게 되면 방역소독 시작보고서가 제공되고, 여기에는 방역소독 반명과 투입 위치, 소독작업 예상면적, 행정구역명, 방역소독 완료 예상시간, 시작 시간, 총 소독 대상면적이 제공된다. 다섯째, 방역소독반에 의해 임무가 완료되면 방역소독 완료 보고서가 제공되고, 여기에는 방역소독 반명과 투입 위치, 소독작업 완료 시간, 방역소독 시작 시간, 총 소독 면적이 제공된다.

V. 결론

우리나라에서 실시하고 있는 비상대비 정부연습은 1968년 이후부터 메시지에 대한 답안 작성 위주의 연습으로 진행해 왔다. 정부연습이 메시지 위주로 진행되다 보니 비상대비 실질적인 연습이 되지 못하고 일회성, 행사 위주의 연례적인 연습에 그쳤다. 또한, 비상대비 충무계획을 작성하고 있으나 연습을 통해 실질적인 검증이 제한되기 때문에 매년 유사한 내용으로 반복 작성되고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 기존의 연습상태 목록 중 감염병 상황과 관련하여 시뮬레이션 기반 정부연습모델을 개발하는 것이다.

감염병 상황 관련 시뮬레이션 기반 정부연습모델을 개발하기 위해 모의 논리를 개발하였으며, 모의 논리를 기반으로 모의 엔진과 상황도, DB관리도구 SW를 개발하였다. 먼저, 모의 논리에서 감염병이 발생하는 원인으로 통제관 명령에 의한 감염병 발생과 사망자 처리 지연 및 오염된 식량, 식수에 대한 조치가 제대로 이루어지지 않았을 때 감염병이 발생하도록 하였다. 그리고 감염병 발생에 따라 영향요소를 판단하기 위해 기상과 기온, 계절(봄, 여름, 가을, 겨울), 도시화 정도(시가지, 농촌) 등을 고려하여 데이터를 분석하고 모의 알고리즘을 개발하였다. 둘째, 모의 엔진 SW 개발에서는 통제관 명령 또는 일정한 조건이 충족되었을 때 감염병이 발생할 수 있도록 실시간 이벤트 기반 시뮬레이션 SW를 개

발하였으며, 감염병 발생에 따라 상황조치가 이루어질 수 있도록 역학조사반, 기동의료반, 사망자매장처리반, 방역소독반이 임무 수행할 수 있도록 모의기능 SW를 개발하였다. 셋째, 상황도에서는 감염병 발생에 따른 상황 발생보고서와 오염지역이 표출될 수 있도록 구현하였으며, 감염병 발생에 따라 역학조사반, 기동의료반, 사망자매장처리반, 방역소독반이 임무 수행하는 모습이 가시적으로 표출될 수 있도록 각종 심벌과 함께 다양한 상황보고서가 전시되도록 개발되었다. 넷째, DB관리도구 SW개발에서는 감염병 상황조치 연습이 이루어질 수 있도록 각종 시설과 조직, 행정구역 등의 제원 데이터 구축과 시나리오를 개발하였으며, 다양한 감염병 상황이 발생할 수 있도록 기상(기온)에 따른 전염 영향계수, 감염병 전염속도 및 영향요소 등에 대해 파라미터 값을 구축하였다.

시뮬레이션 기반 감염병 정부연습모델을 개발함으로써 다음과 같은 시사점을 갖는다. 첫째, 시뮬레이션 기법인 모의 모델을 활용하여 연습할 경우 관련 기관의 담당자부터 기관장까지 실시간 상황에 대한 대응조치를 하여야 하므로 기관장을 포함한 의사결정자의 적극적인 참여로 연습 성과를 증대시킬 수 있다. 둘째, 모델에서 제공되는 상황은 실제상황과 유사한 상황이 묘사되므로 의사결정자의 실질적인 상황조치 능력을 향상할 수 있을 것이다. 즉, 기존의 연습체계에서는 지자체에서 조치결과를 상급 기관에 보고하여 종결되는 1회성 연습에 그쳤지만, 모델을 활용한 연습체계에서는 상황조치가 제대로 이루어지지 않을 경우 감염병이 확산하는 등 실질적인 연습을 할 수 있다. 또한, 연습결과가 컴퓨터에 저장되어 훈련 종료 후 사후검토 시 모의된 결과를 피드백시킴으로써 '상황조치 간 무엇이 잘못되었는지'에 대해 명확한 근거를 제시할 수 있다. 셋째, 시뮬레이션 기반 연습모델을 통한 논리적이고 과학적인 결과 제시는 지자체 및 정부 부처별 상황조치에 대한 관심도를 제고 할 것이다. 메시지에 의한 연습은 각각의 상황에 대해 개별적인 조치로 종결되는데 모델에 의한 연습은 상황 자체가 단순 상황이 아닌 복합적인 상황으로 전개될 것이므로 통합적인 상황 조치로서 부서간 또는 부서 내 실무자와 부서장 간 상황에 대한 공감대 형성이 가능할 것이다. 넷째, 메시지에 의한 연습은

피드백이 되지 않으므로 형식적이었던 것이 모델을 통한 연습은 연습 간 이루어졌던 상황과 조치결과에 대해 피드백이 가능함으로 전시 대비 계획인 총무계획 등을 검증하고 실효성 있게 보완할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김문겸, 손홍규, 유수홍, 이지상, “시물레이션 기반 비상대비 정부연습체계 개발연구,” 융합사회와 공공정책, 제13권, 제1호, pp.199-219, 2019.
- [2] 행정안전부, *시물레이션 기법을 적용한 비상대비훈련 연구 개발*, 정책연구 용역보고서, pp.30-33, 2017.
- [3] 이종호, “전환기 효율적 국방경영 수단으로 모델링 및 시물레이션 활용 발전방향,” 정보과학회지, 제25권, 제11호, pp.83-95, 2007.
- [4] 최상영, *국방 모델링 및 시물레이션 총론*, pp.7-15, 2011.
- [5] 보건복지부, *감염병의 예방 및 관리에 관한 법률 제 16725호*, 2019.
- [6] 행정안전부, *감염병 재난 위기대응 실무매뉴얼*, pp.72-75, 2019.
- [7] 김은경, 이석, 변영태, 이혁재, 이택진, “전염병의 경로 추적 및 예측을 위한 통합 정보 시스템 구현,” 한국인터넷정보학회, 제14권, 제5호, pp.69-76, 2013.
- [8] S. B. Edlund, M. A. Davis, and J. H. Kaufman, “The Spatiotemporal Epidemiological Modeler,” Proceeding IHI '10 Proceedings of the 1st ACM International Health Informatics Symposium, 2010.
- [9] CDC, *Community Flu 1.0 User Manual*, 2009

저 자 소 개

김 문 겸(Mun-kyom Kim)

정회원



- 2018년 8월 ~ 현재 : 연세대학교 연구교수
 - 2019년 9월 ~ 현재 : 서강대학교 외래교수
 - 2021년 2월 ~ 현재 : 단국대학교 외래교수
 - 2015년 8월 : 단국대학교 행정학박사
- 〈관심분야〉 : 국가위기관리, 리더십, 국방M&S, 데이터 분석

송 재 민(Jae-Min Song)

정회원



- 2020년 1월 ~ 현재 : 연세대학교 연구원
 - 2018년 1월 ~ 현재 : 주)엔코디 이사
 - 2018년 9월 : 한국기술교육대학교 IT융합SW 석사
 - 2008년 1월 : IT-PMP
- 〈관심분야〉 : 국방M&S, AI, 정보보안, 데이터베이스

유 수 홍(Su-Hong Yoo)

정회원



- 2017년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 측량 및 지형공간정보학 박사과정
 - 2011년 8월 : 연세대학교 측량 및 지형 공간정보학 공학석사
- 〈관심분야〉 : 원격탐측, 딥러닝, 데이터 분석

손 홍 규(Hong-Gyoo Sohn)

정회원



- 2000년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 건설환경공학과 교수
 - 2015년 1월 ~ 현재 : 행정안전부 정책자문위원
 - 2018년 1월 ~ 2019년 12월 : 합참 민간자문위원
- 〈관심분야〉 : 공간정보, 관측값 처리, 멀티센서 융합