

재난통신 표준운영절차(SOP) 개발 모델 연구

A Study on Model for Developing SOP with Public Safety Communications

박성균*

Seong-Gyoon Park*

Abstract

This paper presents methodologies and strategies for developing standard operating procedures (SOPs) that are essential for practical use of disaster communication systems. Therefore, the various factors related to the SOP of the public safety network(SafeNet) are identified and analyzed, and the processes and strategies for the effective development of the SOP are developed and presented based on the analysis.

In addition, the proposed SOP is reflected in LTE, which is public safety network implementation technology, and suggests how priority and QoS that are the basis of radio resource allocation should be operated.

요약

본 논문은 재난통신 시스템을 실제로 활용하기 위해 반드시 필요한 표준운영절차(SOP)를 개발하기 위한 방법론과 전략들을 제시하고자 한다. 따라서 재난안전통신망의 SOP와 연계되는 다양한 요소들을 규명하고 특성을 분석하였고, 이를 기반으로 SOP의 효과적인 개발을 위한 프로세스와 전략을 개발하여 제시하였다.

아울러 개발되는 SOP를 재난안전통신망 구현 기술인 LTE에 반영하여 무선자원 할당의 토대가 되는 우선순위와 QoS가 어떻게 운영되어야 하는지도 제시하였다.

Key words : Public Safety Communication, Standard Operating Procedures, Process, Priority, QoS

1. 서론

한때 교착상태에 빠져 있었던 재난안전통신망은 2014년 세월호 침몰사고 이후 그 중요성이 다시 부각되어 구축사업 조기 추진 방침에 따라 부처 협업 과제로 추진되었다. 700MHz 대역을 활용하는 공공안전통신망 중에서 전국적인 커버리지를 갖는 국가재난안전통신망은 2018년 10월에 사업자가 선정되어 이제 본격적인 망 구축이 추진되고 있다.

재난안전통신망 구축이 완료되면 재난업무에 필요한 통신수단은 확보되지만 다양한 업무에 적용할 통신 수단들의 운영 절차가 없고 충분한 훈련과 연습이 부족할 경우 신속한 업무 수행이 어렵게 된다. 또한 아직 매몰되지 않은 기존 통신 자원들과 연계되어 효과적인 업무 수행이 필요한 경우 통신 자원들을 가장 효과적으로 활용하기 위한 표준 운영 절차는 매우 중요하다.

SOP(표준 운영 절차)는 보편적으로 작업자들이

* Dept. of Radio Science & Engineering, Kong-Ju National University

★ Corresponding author

E-mail : psk@kongju.ac.kr, Tel : +82-41-521-9198

Manuscript received Mar. 11, 2019; revised Mar. 17, 2019; accepted Mar. 17, 2019.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

복잡한 통상 업무를 보다 잘 이해하면서 수행할 수 있도록 도움을 주는 효과적인 수단으로서 해당 기관에서 작성한 단계별 지침들을 모아 놓은 것이다. 이를 통해 의사소통의 오류와 규정 위반을 줄이면서 효율적인 양질의 결과물 생성과 일정한 성능 달성을 이룰 수 있다. 이를 재난 구조 업무의 관점에서 적용한다면 재난 사고 발생 시 사고 대응을 위한 공식 지침 또는 지시 사항으로서 운영 및 기술적인 구성 요소들을 모두 갖는다. 즉 특정 재난 사고 발생 시 해당 SOP에 의거하여 재난 구조 요원들이 여러 분야에 걸쳐 조정된 방식으로 행동할 수 있게 함으로써 효과적인 프로세스를 보장하도록 한다. 특히, 최근의 광역화 및 대형화되어가는 재난들은 여러 기관들이 참여하고, 기관별 임무를 동시에 수행하여야 하므로 현장의 혼란 방지를 위해서 사전에 약속된 절차들이 매우 중요하며, 여러 기관들의 지휘본부 및 요원들간 보유 통신수단들의 상호운용성 확보는 일사불란한 재난구조 작업을 위해 필수적이다. 대형화·다양화·복합화된 재난환경에서 더 이상 단일기관의 힘으로는 체계적인 대응이 어려운 현실 때문에 다양한 재난 관련 기관간 협력이 점차 중요시되고 있다. 다수의 연구들이 재난관리체계의 내부적인 상호작용에 관심을 갖고 거버넌스 측면에서 관련 기관 간 협력과 지원이 필수적이라 주장하고 있다[1][2][3]. 또한 현재와 미래의 재난대응체계에 있어 파편화된 관련 기관을 효율적으로 조정하고 연계하는 능력의 중요성이 매우 커지고 있다.

본 논문은 재난통신 시스템을 실제적으로 활용하기 위해 반드시 필요한 표준운영절차(SOP)를 개발하기 위한 방법론과 전략들을 제시하고자 한다. 효과적인 SOP를 개발하기 위해서는 재난안전통신망 운영기관 및 이용기관들에 대한 운영적 요소들과 코어망, 전달망, 액세스망의 기술적 요소들이 체계적이고 유기적으로 연계되어 반영되어야 한다. 특히 운영기관과 이용기관들 간의 거버넌스 체계가 매우 중요하다. 법과 제도적인 차원에서 거버넌스 체계가 확립되어 지속적인 SOP의 진화와 이행이 확실히 보장될 수 있어야 한다. SOP의 개발하기 위한 방법론과 전략은 미국의 SAFECOM과 NPSTC의 관련 문서들을 참조 및 분석하여 표준운영절차의 수립과 지속적인 업데이트 프로세스들을 제안한다.

II. 재난통신 SOP 핵심요소 분석

통신 SOP를 개발하기 위해서는 이용기관들의 해당 업무 특성들(use case들)을 도출하고, 통신망 운영과 작동에 관련된 다양한 요소들을 분석하여 함께 적절하게 연결하는 것이 중요하다. 따라서 본 장에서는 공공안전통신 SOP와 연계될 수 있는 통신망의 요소들을 살펴보고자 한다.

한편, 공공안전통신의 가장 넓은 커버리지를 갖는 통신망이 재난안전통신망이다. 전국적인 커버리지를 갖는 재난안전통신망에 대한 SOP 개발 방법론이 수립된다면 철도망과 해상망에 대한 SOP 개발도 유사하게 적용할 수 있으므로 여기서는 재난안전통신망 중심으로 SOP 연계 요소들을 서술하고자 한다.

일반적으로 다양한 이용기관들이 재난통신 서비스를 제공할 수 있는 LTE기반의 통신망 구조의 참조모델은 그림1과 같다. 이를 토대로 SOP관련 요소들을 서술한다. 재난안전통신망 SOP를 개발할 때 파악하여야 할 영역들을 크게 구분한다면 통신망 운영 영역과 통신망 구성 및 작동을 위한 기술 영역으로 나눌 수 있다. 또한 통신망 SOP를 적용하게 될 여건들에 대한 분석도 있어야 하는데 특히 재난 사고관련 관할 구역(단일, 다중)과 업무 수행 지역의 통신망 커버리지 상태(On/Off) 등이 중요하다.

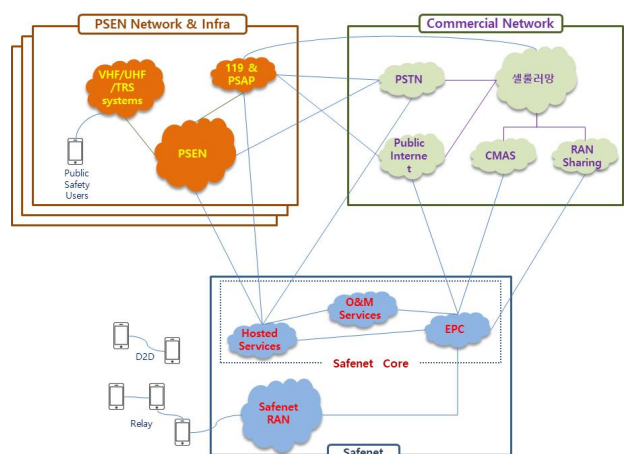


Fig. 1. Reference Model of SafeNet.

그림 1. 재난안전통신망 구조의 참조 모델

1. 운영 영역 요소들

국가 재난안전통신망은 재난관련 8대 분야(경찰, 소방, 군, 해경, 의료, 전기, 가스, 지자체) 333개 기

관들이 사용할 것이다. 이 망을 효과적으로 활용하기 위한 SOP와 연계되는 통신망의 운영 영역은 서비스 상호 연동들을 위한 거버넌스(governance) 및 운영 정책, 그리고 보안 정책 등의 요소들을 포함한다. 이용기관별 또는 이용기관 간 망 인프라 설치 및 관리, 통신비용 관리, 서비스 제공 및 우선순위 정책, 서비스별 적정 보안 레벨 등을 잘 반영하면서 재난 구조 업무가 효율적으로 전개될 수 있는 SOP가 개발되어야 한다. 아울러 이러한 운영 영역의 요소들은 기술 영역의 요소들에 반영되어 통신망이 구현되도록 하여야 할 것이다.

앞서 언급한 바와 같이 SOP가 가장 필요한 주된 요인이 상호 운용성 확보이다. 그런데 이를 위해서는 단순한 통신 시스템의 상호 운용성 뿐만 아니라 이용기관 간 서비스 리소스들이 효과적으로 연계되어 보다 상위 레벨에서의 상호 운용성 확보가 필요하다. 따라서 이용기관 간의 거버넌스 협의 체계를 통해 서비스 및 운영을 위한 거버넌스 체계를 확립하여야 한다. 또한, 이 체계 준수를 확실하게 하기 위한 법과 제도적 뒷받침과 반드시 필요하다.

전국에 8대 분야의 333개 기관이 있는데, 각 기관은 관할 법률 및 정책 또는 각 규정된 관할 책임 구역에 의거하여 임무를 수행한다. 현재 구축될 재난안전통신망을 이용하여 전국적으로 비상 통신 체계를 구축하고 모든 기관과 사용자들을 관리할 수 있는 권한을 갖는 거버넌스 체계는 아직 구체화되지 못하고 있다. 따라서 국가 재난안전통신망 구축을 통해 이 망과 관련된 모든 시스템, 사용자 장비, 사용자 및 네트워크 인프라를 관리하는 공식화된 거버넌스 체계 구축이 시급하다.

한편, 각 이용기관들의 재난 구조 업무 정책과 통신망 운영 정책들이 SOP에 잘 반영되어야 하는데, 이용기관들은 그들 고유의 비상 통신 요구사항들을 충족시키기 위한 정책 및 절차들을 수립하기도 한다. 이 기관들이 재난안전통신망을 이용하게 된다면 다양한 정책들과 절차들을 통합하여 모든 말단 사용자에게 일관성 있게 적용해야 한다. 이 정책 및 절차의 주요 요소들은 다음과 같다[4].

- 사용자 우선순위
- 이용기관 자체 네트워크 정책
- 기존 재난통신 무선망 마이그레이션
- 네트워크 상호운용성 인증

- 프로비저닝(Provisioning)
- 업그레이드 및 후방 호환성
- 수명 주기 관리
- 커버리지 및 캐패시티 관리
- 유지 보수 정책
- 비용 청구 지원 시스템(상용망 등)
- 네트워크 모니터링
- 훈련 및 연습 정책

특히 이 요소 중 이용기관의 자체 네트워크(PSEN, Public Safety Entity Network)를 위한 정책은 매우 중요한데, 응용 프로그램 계층 인증, QoS 관리, 보안 관리, CAD(Computer Aided Dispatcher), 응용 프로그램 서비스, PSAP(Public Safety Answering Point) 및 조직의 기타 운영 요소들과 같은 기관 맞춤형 응용 프로그램과 서비스를 지원하기 위한 정책이 SOP에 잘 반영되어야 한다. 필요 시 각 기관들의 자체 네트워크 및 서비스 인프라들은 다른 이용기관들에게 접근을 허용하여 다양한 SOP를 구성할 수 있는데, 이를 위해 기관 간 사전 협업 체계 구축이 매우 중요하므로 앞서 서술한 거버넌스 체계 확립이 절실하다.

원활한 재난통신 서비스를 제공하기 위해 고려되는 운영 영역의 각 요소들은 기술 영역의 요소들과 결합되어 재난안전통신망 요구 기능에 반영되어 구현될 수도 있다. 그러나 기능과 함께 SOP에도 반영되어 재난 업무에 네트워크 이용 효율을 최적화와 극대화 할 필요도 있다.

2. 기술 영역 요소들

일반적으로 통신 네트워크는 최하위 계층인 물리 계층부터 최상위 응용계층까지 총 7개 계층의 요소가 있다. 재난통신망은 재난구조 업무의 요구 기능과 요구 기능 수준을 제공하도록 설계 및 구현되는 네트워크이므로 7개 계층은 이를 최대한 수용하고 있다. 따라서 재난통신 SOP는 이러한 계층들의 기술적 특성을 감안하여 구현되어야 한다. 특히 상위 계층인 응용계층, 네트워크 계층, 전달계층의 특성들이 SOP 구현 시 주로 고려되어야 한다[5].

재난통신 서비스와 관련하여 상위레벨 네트워크 요소들 간의 연결들은 그림 2와 같다.

그림 2는 콘솔(지령대)를 중심으로 재난사고 대응 요원들에게 제공되는 서비스 전개 과정을 보여

주고 있다. 119 시스템을 통해 접수되는 신고의 유형에 대응하기 위한 재난사고 대응 SOP와 연계되는 재난통신 SOP가 구현되어야 한다.

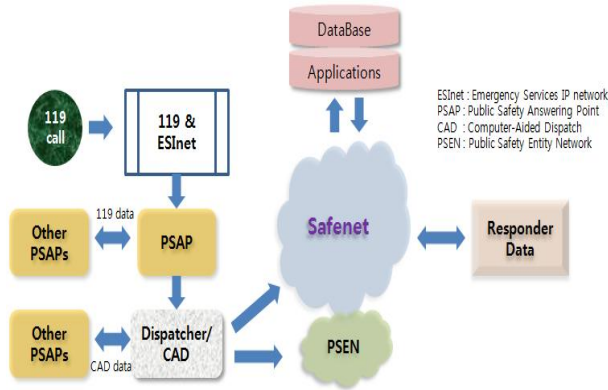


Fig. 2. Connection among technical elements of SafeNet.
그림 2. 재난안전통신망 서비스 기술 요소 간 연결

미국의 경우, 연방재난관리청(FEMA)에서 사고 규모 등을 고려한 5가지 레벨의 사고 지령 체계(ICS, Incident Command System)를 개발하고 이를 기반으로 다양한 재난통신 시스템 자원관리와 SOP 개발이 이루어진다[6][7][8]. 사고의 규모와 심각도에 따라 위치기반 서비스, 우선순위와 QoS 기반 무선 자원 할당, 가입자(ID) 및 디바이스 인증, 네트워크 상태 모니터링 및 제어, 이용기관의 PCC(Policy and Charging Control) 규칙 등 재난안전통신망 네트워크 설정 제어 허가 등의 응용 및 네트워크 계층 서비스들이 연관 SOP 구성 시 고려될 것이다 [9]. 아울러 재난안전통신망의 전파가 미치지 못하는 영역에서 사고 발생 시에는 PS-LTE 네트워크의 D2D 기능을 적용하거나 다른 비상통신 인프라(이동기지국 등)를 고려한 SOP가 적용되어야 할 것이다.

또한, 이용기관들의 PSEn과 응용 프로그램들, 그리고 다양한 상용망 자원들이 재난안전통신망과 연결되어 요구되는 서비스들을 제공할 때 유무선의 연결 매체의 전달(Transport) 계층에서의 적절한 액세스 관리, 우선순위 및 QoS 유지 등 다양한 기술적 특성들이 고려되어 SOP가 개발되어야 할 것이다.

3. 재난구조 작업 여건에 따른 SOP 유형

재난안전통신망은 전국적인 커버리지를 갖도록

구축되지만 실제 이를 활용하는 기관들은 개별적인 지리적 활동 영역과 법률적 관할 영역을 갖고 고유의 업무를 수행한다. 재난구조 업무에 통신망 서비스를 활용할 때 사고 유형에 따라 재난관련 기관들의 이러한 업무 영역들이 고려되어야 한다. 또한, 통상적으로 무선 통신망은 반드시 전파 음영지역이 발생하게 되며, 특히 지하 구간, 실내 공간, 그리고 터널 등과 같은 지역에서는 전파 음영지역이 발생할 확률이 매우 높다. 따라서 재난사고 발생 지역의 무선 연결 상태 양호 여부에 따라 재난통신 SOP는 다르게 된다. 다음 표 1은 지리적 관할 영역(단일, 다중)과 참여 기관의 수(단일, 복수)에 따른 필요한 통신 SOP의 유형을 구분하여 보여주고 있다.

표 1에서 볼 수 있듯이 단일 기관이 작업 환경이 좁은 단일 관할 구역에서 활동할 경우 해당 기관만의 통신 인프라를 고려한 SOP를 구성하면 된다. 그러나 단일 관할 구역이지만 복수의 이용기관(예: 소방, 의료 등)이 작업하는 경우이거나 복수의 기관이 광범위한 다중 관할 구역에 걸쳐 작업을 수행해야 하는 규모가 큰 사고의 경우에는 재난안전통신망을 중심으로 상호 통신 운용성을 확보하여 작업을 수행하는 SOP의 구성이 필요하다.

Table 1. Category of SOP by geography/jurisdiction.

표 1. 지리적/법률적 여건에 따른 SOP 구분

No. of PSEn	Jurisdiction	
	Single	Multiple
Single	Individual SOP	N.A.
Multiple	Interoperable SOP	

한편, 무선연결 상태 여부에 따라 통신 SOP 구성이 달라져야 하는데 표 2에 3가지 경우에 대해 제시하고 있다.

Table 2. Category of SOP by network status.

표 2. 무선연결 상태에 따른 SOP 구분

Network Status	Consideration for SOP
On-Network	- General SOP
Off-Network	- D2D function or other radio infras for emergency
Mixed status(On/Off)	- Relay function or other radio infras for emergency

전파전파 상태가 양호한 지역일 경우에는 앞서 언급한 지리적/법률적 여건을 고려한 통상적인 SOP를 적용하면 된다. 그러나 전혀 전파가 도달하지 못하는 지역인 경우(예: 깊은 산악지역)에는 PS-LTE의 D2D 기능이나 비상통신 인프라(이동기지국, 위성 등)를 활용한 SOP를 구성하여 적용하여야 한다.

또한, 작업 구역의 일부는 무선통신 상태가 양호하나 일부는 무선통신이 단절되는 상태인 경우 PS-LTE의 Relay 기능이나 비상통신 인프라를 활용한 SOP를 적용하여야 한다.

결국 SOP는 재난통신 서비스가 요구되는 여건에 따라 어느 정도의 유연한 변화가 필요하며, 세 가지 조건 즉 지리적 관할 구역, 참여기관 수, 무선연결 상태를 고려한 SOP가 개발되어야 한다(그림 3 참조).

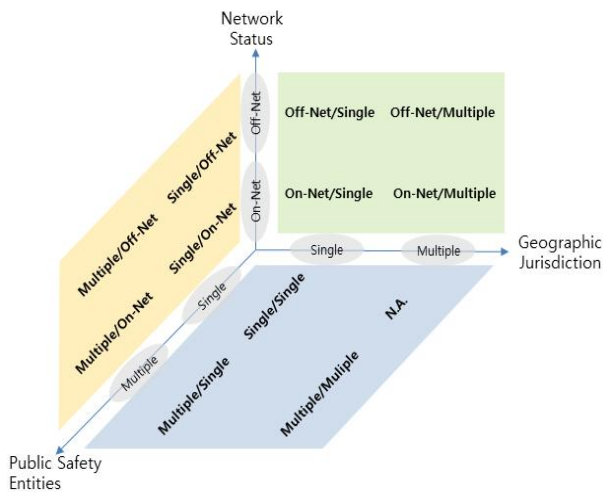


Fig. 3. Category of SOP by public protection & disaster relief operational condition.
 그림 3. 재난구조 작업 여건에 따른 SOP 분류

III. 재난통신 기반 SOP 개발 모델

1. 미국 SAFECOM 작성 템플릿

미국 SAFECOM은 무선 통신 상호 운용성을 “필요할 때, 승인된 대로 음성 및 데이터 신호를 통해 정보를 실시간으로 공유할 수 있는 비상 대응 요원의 능력으로써 여기에는 비상 대응자가 특별한 노력 없이 다른 시스템과 원활하게 작업할 수 있는 기능이 포함된다. 예를 들어, 통신 시스템이 상호 운용 가능한 경우, 일상적인 사고에 대응하는 경찰 및 소방관은 서로 협의하여 노력을 조율 할 수 있

다. 통신 상호 운용성은 재난 사고나 재해에 대응하는 비상 대응 기관이 효과적으로 함께 작업할 수 있게 한다. 그리고 스포츠 경기 또는 취임식이나 재난 구호 및 복구 노력과 같은 주요 예측 가능한 이벤트를 계획 할 때 비상 대응 인력이 리소스를 극대화 할 수 있다.”라고 정의하고 있다. SAFECOM은 이러한 상호운용성 보장을 위해서 개발되어야 하는 SOP의 작성 가이드를 개발하여 각 기관에 보급하였다.

미국 SAFECOM의 SOP 템플릿의 기본 구조는 미네소타의 MESB(Metropolitan Emergency Services Board)가 개발한 절차를 기반으로 했다. MESB 모델은 상호 운용 가능한 통신 중심 SOP 모델의 강력한 예로서 작성된 “Law Enforcement Tech Guide for Communications Interoperability: A Guide for Interagency Communications Projects” 문서에 그 특징이 잘 제시되어 있다.

또한 SAFECOM은 상호운용성 연속성의 다섯 요소로서 1) 거버넌스, 2) 표준운영절차, 3) 기술, 4) 교육 및 연습, 5) 사용법을 제시한다. 이 요소들을 따라 진행을 촉진하고 상호 운용성을 향상시키기 위해 비상 대응 실무자는 다음 원칙을 준수해야 한다.

- 모든 분야(경찰, 소방서, EMS 및 공공 안전 비상 연락 요원)의 지도력 확보
- 리더십 지원을 통해 여러 분야(경찰, 화재, EMS 및 공공 안전 비상 연락 인력) 간의 협력 촉진
- 정책 입안자와의 인터페이스로 지도력 개발 및 자원 지원 제공
- 정기적으로 상호 운용성 솔루션 사용
- 시스템, 절차 및 문서에 대한 지속적인 업데이트 계획 및 예산
- 상호 운용이 가능한 다섯 가지 통신 요소(거버넌스, SOP, 기술, 교육 및 운동 및 사용)에 대한 협업 및 조정 보장

표준 운영 절차는 법 집행 기관의 성공에 필수적인 요소이다. 따라서 SAFECOM은 다음 5 가지 공통 상호 운용성 리소스를 포함하는 일련의 상호 운용성 SOP를 개발했다[10][11].

- 공유 채널
- 공유 시스템
- 모바일 게이트웨이
- 콘솔 패치
- 라디오 캐시

SOP 개발 프로세스를 용이하게 하고 이러한 모델의 광범위한 운영상의 사용을 향상시키기 위해 다음 6 가지 기본 섹션을 기반으로 한다.

- Purpose/Objectives : 이 섹션에서는 이 상호 운용성 리소스의 주요 목적을 명시한다.
- Technical Background : 이 섹션에서는 운영 및 기술 통신 용량에 대해 설명하고 시스템 성능을 제한할 수 있는 기술 및 운영 요소인 제약 조건을 명시한다.
- Operational Context : 이 섹션에서는 이 상호 운용성 리소스가 사용되는 시기와 이유를 설명한다.
- Recommended Protocol/Standard : 이 섹션에서는 상호 운용이 가능한 통신 리소스를 관리하는 사용 표준을 설명한다.
- Recommended Protocol/Procedure : 이 섹션에서는 SOP에 설명된 상호 운용성 리소스, 해당 기능의 활성화 및 비활성화 방법, 문제 발굴 및 해결 방법에 대해 설명한다.
- Management : 이 섹션에서는 상호 운용 가능한 리소스를 관리하는 방법과 관리 구조 및 교육 고려 사항을 포함하여 관리가 고려해야 하는 다른 요소를 다루는 방법을 설명한다.

2. SOP 개발 프로세스와 전략

재난안전통신망 기반의 통신 SOP 개발을 위한 전반적인 구성은 앞서 언급한 미국 SAFECOM에서 제시하는 SOP 작성 가이드를 따른다. 1절에서 언급한 것처럼 SAFECOM 작성가이드는 미네소타주가 통신 상호운용성 향상을 위해 개발한 절차를 다른 주와 기관들에게도 적용하고자 이러한 가이드를 만든 것이다. 그러나 이러한 가이드는 음성 중심의 통신시스템을 기반으로 만들어졌기 때문에 데이터 망 중심의 최신 LTE 기술을 적용한 통신시스템 기반으로 업데이트되어야 한다. 현재까지는 LTE와 같은 데이터 망을 중심으로 SOP를 개발한

사례는 없으므로 본 논문에서 SOP 개발 프로세스와 전략을 제시하고자 한다. 따라서 SAFECOM의 작성 지침을 충족하면서 SOP 개발하고 개선하는 프로세스를 도식화하면 그림 4와 같다.

이 프로세스는 공공안전 및 품질관리의 개념에서 자주 사용되는 ‘단순함 유지’의 원칙을 따르고 있다. “기본 조성(Building the Foundation)”을 시작으로 품질 개선에 중점을 둔 4단계 프로세스가 뒤이행된다[12]. 유관 기관들의 최고 의사 결정권자의 지원을 확보하여 서비스 및 기술 요구 사항 평가, 기존 재난업무 SOP 및 use cases들을 분석한 결과를 토대로 Best Practices를 도출한다[13].

도출된 결과들을 평가하여 통신 SOP의 필요성을 판단한 후, 필요성이 인정된다면 도출 결과들을 이용하여 통신 SOP를 개발하게 된다. SOP 개발에 참여한 기관의 대표자는 최소한 운영 요원 및 통신센터 요원이 포함되어야 한다. 이 과정에서 역할, 책임 및 권한을 명확하게 정의하는 것은 SOP 개발의 성공에 필요한 지원의 필수 요건이다. 따라서 이러한 사항들을 반영한 양해 각서(MoU, Memorandum of Understanding) 체결을 통해 거버넌스 확립이 기본 조성에서 중요한 과정이다.

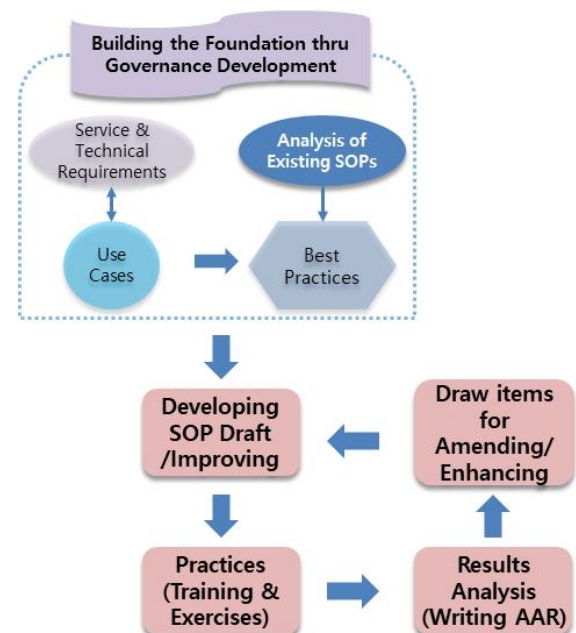


Fig. 4. Process of developing and improving SOP.
그림 4. SOP 개발 및 개선 프로세스

개발된 SOP 초안은 기관의 최종 사용자에게 도상 연습을 시키거나 훈련에 적용하여 검토하게 한

다. 특히 훈련 및 연습이나 실제 재난 현장에 개발된 SOP를 적용한 후 사후 보고서(AAR, After Action Report)를 작성하고 이를 전문가들이 분석하고 수정사항을 도출하여 SOP를 개선하게 된다.

이와 같이 SOP는 재난통신 서비스를 위한 통신망 운영의 문제점들과 피드백을 바탕으로 “살아있는 문서”로서 계속 업데이트된다. SOP가 기관 업무 영역 간, 기관 간 비상 대응, 계획된 행사, 훈련 및 연습에 사용된 후에 사후 보고서와 같은 피드백을 통해 개선될 수 있는 부분이 거의 도출될 것이다. 특히 공공안전 서비스의 최전선에 있는 비상대응 요원들의 의견을 적극적으로 구하여 적용한 SOP의 잘 작동하는 것과 작동하지 않는 것을 구분하고 개선 의견을 반영하여 재난 현장 업무를 효과적으로 지원할 수 있는 통신 SOP를 개발한다.

전술한 SOP 개발 프로세스는 어떠한 통상적인 공공안전관련 업무 경우에도 적용할 수 있는 보편적인 과정이다. 재난안전통신망의 SOP는 앞에서 서술한 운영 및 기술적 요소들을 적용하고, 적용 여건별 시나리오를 구성하여 비상통신 체계를 구축할 수 있도록 하는 절차들을 개발하게 된다.

특히, 재난안전통신망은 효율적 서비스 전략으로 “All-4-One”을 선택하였다. 즉, 현재 구축될 고정기지국과 이동기지국, 상용망, 그리고 기타망(철도망, 해상망, UHF망, TETRA망) 등 4가지 유형의 네트워크를 상호 연동하여 하나의 재난안전 서비스

를 제공하는 전략을 감안한 표준운영절차들이 개발되어야 한다.

재난 사고 발생 시 유연한 통합지휘 무선 체계 확립을 위해서는 기존 이용기관들에 대한 통신 운영체계의 연속성과 합리적인 마이그레이션을 고려하여야 한다.

따라서 그림 5에서 보는 바와 같이 재난대응 업무에서 기존 기관별 통신 시스템 운영 사례, 기존 기관간 상호통신 운영 사례, 그리고 상용망 활용 사례 등을 분석하여 가능한 한 업무의 관점에서 연속성과 등가성을 갖도록 SOP가 마련되어야 한다. 각 기관들이 갖는 UHF망, TETRA 망과 현재 구축이 진행되고 있는 철도망 및 해상망 등의 인프라들을 포함하여 다양한 재난 사고 시나리오들에 대응할 수 있는 비상통신 구축 및 운영 절차들의 개발이 필요하다. 이상의 요인들과 함께 재난통신 운영의 표준절차 개발에 다음과 같은 요인들이 고려되어야 한다.

- 동일한 재난구조 시나리오에 대응하는 기존 협대역 통신(음성) 기반의 SOP와 LTE 기반의 SOP 연속성 유지
- 한국정보통신기술협회 “통합공공망주파수 공유 및 상호연동 요구사항” [14]
- 핵심 재난통신 서비스에 대해 이용기관 관할 구역의 재난안전통신망 커버리지와 기존 해당 기관의 통신 커버리지의 등가성
- 복합적인 대규모 재난 사고에 유연하면서도 신속한 대응을 위한 이용기관 간 상호 망 인프라 및 관련 자원들(기존, 신규) 공유 가능성
- 각 재난 사고 시나리오에서 활용하는 긴급 구조 요원 장비(카메라, 센서 등)의 요구 성능 : 장비별 요구 대역폭, 전체 장비 소요 대역폭
- 이동기지국의 특성
- 실내 및 전파 음영지역

마지막으로 이상의 모든 요인들을 포함하는 SOP 개발이 되더라도 실제로 재난 현장에서 효과적으로 적용되기 위해서는 반드시 법과 제도적인 근거 확보가 수반되어야 한다. 예를 들어 이용기관 간 협업 및 인프라 공유를 촉진하기 위해서는 상위레벨에서의 법과 제도적인 지원이 필요하다. 또한 공공안전을 위한 3개망(재난안전통신망, 철도망, 해

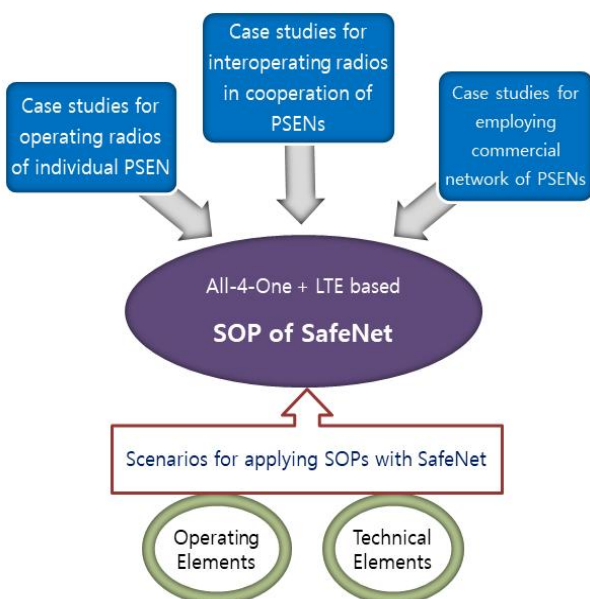


Fig. 5. SOP based on All-4-one concept.
그림 5. All-4-One 개념 기반 SOP

상망) 간의 상호 운영성 증진을 위한 제도적인 뒷받침도 필요하고, 화재 발생 시 피해 최소화를 위한 실내 음영지역에서 무선통신 보조설비관련 규정 개선 등의 지원도 필요하다.

3. SOP와 연계된 우선순위 및 QoS 제어 운용

앞서 서술한 방식대로 개발되는 표준운영절차(SOP)는 재난안전통신망 운영에서 가장 중요한 것 중의 하나인 무선자원 할당에 반영되어야 한다. 재난통신용 LTE 망의 무선자원 할당에서 가장 중요하게 고려되는 것이 사용자와 그룹의 우선순위와 이에 기반한 QoS이다. 따라서 사용자와 그룹의 우선순위와 QoS는 해당 업무와 발생 사고의 유형에 따른 SOP와 긴밀한 연관 관계를 가져야 한다.

예를 들어 열차무선통신을 위한 기능 요구사항을 TTA 표준으로 정하였는데[15], 이 요구기능들에 기반하여 SOP가 개발될 뿐만 아니라 각 기능별 QoS 제어를 위한 핵심 파라미터인 GBR/non-GBR, ARP(Allocation and Retention Priority), 그리고 QCI(QoS Class Identifier)가 결정되어 무선자원 할당이 이루어지게 된다. 재난안전통신망도 이를 이용하기 위한 관련 기관들의 기능별 요구사항들이 도출되어야 하며, 이를 기반으로 SOP 개발과 QoS 제어 파라미터 특성들이 도출되어야 한다. 특히 무선자원 할당의 우선순위와 연관되는 사용자와 그룹 속성들은 기능별 QoS 제어 파라미터 특성들과 연계된다. 다음은 무선자원 할당에서 가장 중요한 사용자와 그룹의 우선순위와 관련된 주요 속성들을 제시한다.

먼저 사용자 우선순위 및 QoS 제어 모델은 사용자 우선순위 도출을 위해 사용될 우선순위 결정을 위한 속성들이 제시되어야 한다. 그 속성들은 그림 6과 같으며, 평시 업무 시에 사용되는 SOP와 연계된 정적 우선순위 속성들과 긴급 재난 또는 사고 발생 시 사용되는 SOP와 연계된 동적 우선순위 속성들로 구분된다.

정적 우선순위 속성들은 동적 우선순위 속성들에 의해 사용자별 우선순위가 변동되어 통신자원이 가로채기(preemption)되는 경우가 발생할 수 있다.

▪ Responder Emergency

광역 통신망에서는 긴급 재난 서비스는 PTT 서비스와 같이 경직되게 정의되는 것이 아니라 video,

voice, data 등의 어떤 형태로도 responder emergency 기능을 개시할 수 있도록 해야 한다(User Entity에 의해 사전 설정된 어플리케이션 등). 그리고 Responder와 연계된 모든 디바이스들에 대해 UE가 정의한 모든 emergency application session들의 우선순위는 상승하게 된다(Guaranteed Bit Rate(GBR) or Non-GBR). 이러한 우선순위 및 QoS 솔루션 동작은 수동으로 파라미터 조정에 의해 이루어지는 것이 아니라 자동으로 이루어져야 하므로 policy charging control 규칙 개발이 중요하다. 이 규칙은 당연히 SOP를 고려하여 개발되어야 한다.

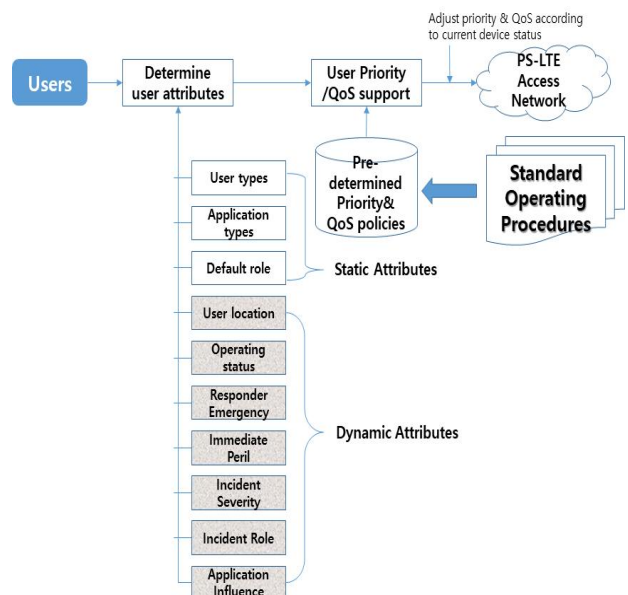


Fig. 6. Priority attributes of user.

그림 6. 사용자 우선순위 주요 속성들

▪ Incident Severity and Incident role

사고 처리 시 사용자의 통신 우선순위에 있어서 사고와 관련한 “Incident Severity”가 중요한 속성이 된다. 미국의 경우 기본적으로는 FEMA 분류 유형에 의거하여 처리되며, 소규모 기관의 경우 Computer Aided Dispatch(CAD) 시스템의 사고 분류에 의거하여 처리하게 된다.

또한, 사고 처리에 투입된 사용자의 통신 우선순위를 결정하는데 있어 사고 처리 작업에서의 역할 (“Incident Role”)이 무엇인지도 중요한 요소이다. 역할이 중요할수록 사고 내에서 추가적인 우선순위를 부여하며, 이러한 우선순위 지정과 연관 정보들은 CAD 시스템 대신 작성된 IAP(Incident Action Plan)으로부터 제공받게 된다.

사용자의 우선순위와 더불어 재난 발생 시에는 작업에 투입된 그룹 내 및 그룹 간의 그룹통신이 매우 중요하다. 그룹의 우선순위를 결정할 수 있어야 하는데 동일한 그룹은 공통된 그룹 우선순위를 부여한다. 그리고 그룹 내 어플리케이션을 위한 모든 UNICAST(UL/DL) 자원들은 동일한 admission/scheduling 우선순위를 갖는다.

또한, 그룹 내 UL unicast와 DL broadcast 자원들은 동일한 admission/scheduling 우선순위를 갖는다.

다음 그림 7은 그룹 우선순위의 주요 요소들을 개괄한 것이다.

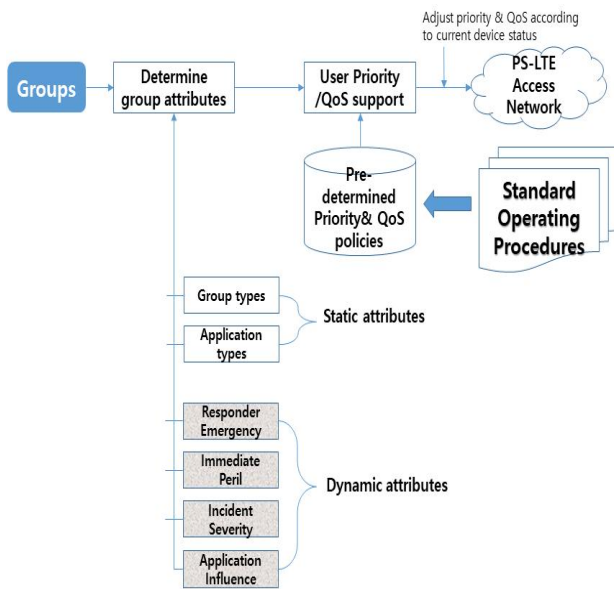


Fig. 7. Priority attributes of group.
그림 7. 그룹 우선순위 주요 속성들

IV. 결론

재난업무의 고도화를 위한 통합지휘무선망의 필요성이 제기된 이래로 수많은 토론과 다양한 관점에서의 검토와 연구를 거쳐 2018년에 재난안전통신망 구축 계획과 예산이 확정되어 사업자 선정까지 완료되어 2019년부터 본격적인 구축이 시작된다.

그러나 공공안전 업무라는 큰 틀에서 본다면 재난안전통신망의 구축은 하드웨어적인 인프라 건설이며, 이를 효과적으로 운영하기 위한 소프트웨어가 필요하다.

따라서 재난안전통신망을 이용하게 될 경찰과 소방을 비롯한 8대 기관 그룹들은 각자의 고유 업무

특성과 기관 간 상호 협업 체계를 고려한 공공안전 업무 SOP를 업그레이드하면서 LTE 기반의 재난안전통신망 특성에 연계한 통신 SOP를 개발 및 구현하여 활용하여야 한다.

본 논문에서는 재난안전통신망의 SOP와 연계되는 다양한 요소들을 규명하고 특성을 분석하였고, 이를 기반으로 SOP의 효과적인 개발을 위한 프로세스와 전략을 개발하여 제시하였다.

아울러 개발되는 SOP를 재난안전통신망 구현 기술인 LTE에 반영하여 무선자원 할당의 토대가 되는 우선순위와 QoS가 어떻게 운영되어야 하는지도 제시하였다.

References

- [1] "Draft Disaster/Emergency Standard Operating Procedures & Contingency Plans," *Ministry of National Security, NEMA*, 2000.
- [2] "Developing SOP of Wireless communication for Public Safety," Univ. of Seoul, 2011.
- [3] "A Study on enhancing SOP for PPDR," *SafeNet construction agency*, 2012.
- [4] "Public Safety Broadband High-Level Launch Requirements," *NPSTC in USA*, 2012.
- [5] "Public Safety Entity Control and Monitoring Requirements for the Nationwide Public Safety Broadband Network," *NPSTC Local Control Working Group*, 2015.
- [6] "Incident Command System (ICS) Communications Unit (COMU), Implementation and Best Practices, A Guide for Program Development," *US Department of Homeland Security, OEC/ICAP*, 2012.
- [7] "National Incident Management System," *Homeland Security*, 2008.
- [8] "Communications Interoperability Performance Measurement Guide," *US Department of Homeland Security*, 2011.
- [9] "Priority and QoS in the Nationwide Public Safety Broadband Network," *Priority and QoS Task Group, NPSTC Broadband Working Group*, 2012.
- [10] "Writing Guide for Standard Operating Procedures," *SAFECOM*.

- [11] “Standard Operating Procedures Manual,” Public Safety Communication Center, Lakeland Police Department, 2014.
- [12] “Developing interoperability standard operating procedures,” by Benjamin R. Krauss, <https://www.hsdl.org/?view&did=707734>, 2012.
- [13] “Best Practices for Public Safety Interoperable Communications,” *NPSTC Report*, updated 2018.
- [14] “Requirements for inter-network and sharing radio resources over a public network using the same 700MHz frequency,” TTA, 2018.
- [15] TTA.KO-06.0369 “Functional Requirements for LTE based Railway Communication System,” TTA, 2014.

BIOGRAPHY

Seong-Gyoon Park (Member)



1985 : BS degree in Electronic Engineering, Yonsei University.
1987 : MS degree in Electronic Engineering, Yonsei University.
1994 : PhD degree in Electronic Engineering, Yonsei University.

1987~1989 : Research Engineer, Samsung Electronics.

1994 : ETRI Post Doc.