

ISSN 1976-5967

제11권

2018년 12월

군사과학기술정책연구

Military Science & Technology Annual Report

연구논문

ICT기술을 활용한 PM 게임 (Pol-Mil Game) 지원방안 연구 조영호

텍스트마이닝을 활용한 Pol-mil 토의내용 토픽화 방법론 연구 문호석

Design Structure Matrix (DSM) 기법의 국방분야 활용방안 서은석

국방대학교 안보문제연구소

연 · 구 · 보 · 고 2 · 0 · 1 · 8

ICT기술을 활용한 PM 게임 (Pol-Mil Game) 지원방안 연구

조 영 호
(국방대학교 교수)

2018. 12.



국방대학교 국가안전보장문제연구소

목 차

요약문	1
1. 연구개요	2
1.1 연구배경, 필요성 및 기대효과	2
1.2 연구 목표와 범위/방법	3
2. 국방대학교 PM 게임 소개 및 수행과정 설명	5
2.1. PM 게임 개요 및 목적	5
2.2. 국방대 PM 게임(국가안보게임) 수행 설명	8
3. 최신 ICT 기술 소개(PM게임 지원기술을 중심으로)	13
3.1 정보 인식 및 처리 관련 기술	14
3.2 정보 자동 수집 및 저장/활용 관련 기술	20
3.3 정보 검색, 추천, 보고 및 시현 관련 기술	22
3.4 정보보호 및 보안 관련 기술	28
4. 최신 ICT 기술을 활용한 국방대 PM 게임 지원방안	31
4.1. PM 게임 수행과정과 정보 관리에 대한 분석	31
4.2. PM 게임 지원체계(PMGSS)와 PM 게임 지원 에이전트 (PMGS Agent)	33
4.3 게임 준비단계 지원	33
4.4 게임 진행단계 지원	38
4.5. 게임 종료단계 지원	44
5. 결 론	46
참고 문헌	47

〈그림 목 차〉

〈그림 2-1〉 국방대학교 안보과정 PM게임 교과과정(국가안보종합연습)	6
〈그림 2-2〉 국방대 PM 게임 관련 발간물	12
〈그림 3-1〉 최신 ICT 기술 목록(PM 게임 지원기술 중심)	13
〈그림 3-2〉 언어 기술(Language Technologies)의 발전 과정	15
〈그림 3-3〉 국내외 AI 스피커 비교	16
〈그림 3-4〉 해외 주요기업의 음성인식 AI 비서 서비스와 스피커 현황 요약	16
〈그림 3-5〉 사람 인식 기술 : 영상속에서 보행자만을 구분하여 인식	17
〈그림 3-6〉 AI 기술 활용 카메라의 영상 분석 및 객체 인식	18
〈그림 3-7〉 사람 식별 기술 : 얼굴의 특징을 추출, 비교/분석하여 식별	19
〈그림 3-9〉 AI 기술이 적용된 웹 정보 추출 봇 :	
Diffbot AI Web Extraction	21
〈그림 3-10〉 Cloud Computing	22
〈그림 3-11〉 2017년과 2022년 Voice Commerce Sales (미국 및 영국)	24
〈그림 3-12〉 AI 기반의 대화형 지식 검색	25
〈그림 3-13〉 A sample of Auto-generated Report by AI techniques	26
〈그림 3-14〉 Report generation workflow	27
〈그림 3-16〉 Encryption and Decryption Process	29
〈그림 3-17〉 Data Loss 과정 및 결과	30
〈그림 3-18〉 Data Loss Protection Solution	30
〈그림 4-1〉 PM 게임 전단계에서의 개선방안 및 관련 ICT기술 식별	32
〈그림 4-2〉 PMGS와 PMGS Agent	33
〈그림 4-3〉 PM 게임 주제 및 시나리오 준비 지원	34
〈그림 4-4〉 PM 게임을 위한 지능적 디지털 회의실(IDCR)	41

〈표 목 차〉

〈표 4-1〉 PM 게임 참여인원에 대한 체계 권한 부여(안)	37
〈표 4-2〉 국방대 국가안보 종합 연습의 게임실시 및 강평 일정(2017년)	38

요 약 문

대한민국 국방대학교(이하 국방대)에서는 PM 게임의 필요성과 중요성을 인식하여 국가 고위지도자의 위기관리 연습·훈련을 위해 안보과정 교과에 편성하여 매년 PM 게임(국가 안보게임)을 실시하고 있다. 국방대 PM 게임에 관한 기존의 연구와 노력들은 주로 PM 게임 연습을 위한 교과 체계 설계, PM 게임의 주제와 시나리오의 개발, 효과적인 수행방법과 지침, 그리고 각종 참고문헌 작성들에 관하여 수행되어 현재의 안정된 국방대 PM 게임 체계를 이루어 내었다.

한편, 최근 4차 산업혁명 시대의 시작을 알리며 4차 산업혁명을 이끌어나갈 기술로 ICBMS (IoT, Cloud, Big Data, Mobile and Security)와 인공지능 AI(Artificial Intelligence) 기술이 주목 받고 있으나, 최신 ICT 기술들을 활용한 PM 게임 수행 과정과 방법을 효율화하고 효과를 증대하기 위한 연구는 수행되지 않으며, ICT 기술을 적용한 PM 게임을 자동화, 효율화함으로써 그 효과를 제고할 기회가 충분히 있다.

본 연구에서는 최신 ICT 기술들을 조사하고 이를 활용하여 PM 게임의 준비 → 진행 → 종료로 진행되는 각 단계에서의 여러 가지 지원 방안을 연구하여 제시한다. 즉, PM 게임 과정에서 생성되는 정보들을 디지털화하고, 내·외부 네트워크에 위치한 디지털 정보들을 자동으로 수집하고, 이러한 정보들의 가공, 분석, 검색, 추천, 보고, 시현 등의 방법들을 적용함으로써 PM 게임의 수행을 지원하고 효과를 제고하는 방안을 설명한다. 본 연구의 제안 방안들에 참고한 기술들 중에서 일부는 즉시 활용이 가능하며, 어떠한 것들은 즉시 활용하기에는 좀 더 성숙이 필요하거나 시장성을 갖추어야 할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고, 본 연구 내용을 통해 향후 PM 게임 지원체계(가칭)의 구축을 계획하거나 사업을 추진할 경우 관련 아이디어를 얻거나 제안요청서 등을 작성할 경우 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 생각되며, 그에 따라 국방 그리고 국가안보 발전에 조금이나마 기여하길 기대한다.

1. 연구개요

1.1 연구배경, 필요성 및 기대효과

정치·군사게임(Pol-Mil Game, 이하 PM 게임)은 국가안보위기 등 군사상황을 상정한 모의연습을 말한다. 군사안보게임은 PM 게임의 한 형태로 1950년대 냉전 상황에서의 정치, 군사적 위기를 관리하기 위해 미국 MIT에서 시작하여 군 기관과 정부기관은 물론 민간 기업에서도 광범위하게 활용되고 있다. 미국 국방대학교에서는 국제안보를 다루는 안보과정 요원들에게 PM 게임을 교육하고 있으며, 2002년부터는 미 상원의원과 고위급 정부 관료를 대상으로 프로그램을 운영하고 있다.

대한민국 국방대학교(이하 국방대)에서도 PM 게임의 필요성과 중요성을 인식하여 1986년도부터 국가 고위지도자의 위기관리 연습·훈련을 위해 안보과정 교과에 편성하여 매년 PM 게임(국가안보 종합연습)을 실시하고 있다. 국방대 PM 게임의 수행은 국가안보에 관련된 모의연습 주제에 대해 담당교수의 주관 하에 참여 학생들이 국가 정책을 책임지는 미래 지도자 입장에서 문제를 이해하고 상황을 평가하여 대책을 도출하는 토의 형태로 진행되며, PM 게임의 결과는 보고서 형태로 정리되며 공개 가능한 자료들에 대해 책자형태로 발간하여 활용하는 형태를 취하고 있다.

한편, 최근 4차 산업혁명 시대의 시작을 알리며 4차 산업혁명을 이끌어 나갈 기술로 ICBMS(IoT, Cloud, Big Data, Mobile and Security)와 인공지능 AI(Artificial Intelligence) 기술이 주목 받고 있다. 그에 맞춰 민·관·군 전 분야에서 관련 기술들의 성숙도, 시장성 그리고 각 기관/분야에서의 적용 방안 등에 관한 연구가 매우 활발히 이루어지고 있다. 국방 분야에서도 ICBMS와 AI 기술을 포함한 최신 ICT¹⁾ 기술의 적용에 대한 연구 노력이 활발하다. 최근의 대표적 사례로 2017년 국방대에서 발간한 「군사과학정책 연구」을 보면, ICBMS와 AI 기술을 이용한 국가안보 발전방향 연구, 인공지능(AI)을 활용한 국가안보 발전방향 연구 및 최적화이론의 국방분야 적용방안에 대한 연구를 수행하여 육·해·공군의 전장관리체계 및 자원관리체계 개선과 발전에 대한 여러 적용방안이 제안되었다.

1) ICT(Information and Communications Technologies) : 정보기술(IT)과 통신기술(CT)의 합성어로, 정보기기의 HW와 이들 기기의 운영에 필요한 SW 기술과 이들 기술을 이용하여 정보의 수집, 생산, 가공, 보존, 전달, 활용의 모든 방법을 의미한다(네이버 백과사전).

반면에, 최신 ICT기술을 활용하여 정보를 디지털하고 네트워크를 통해 공유함에 따른 사이버 침해 공격의 표적이 되거나 실수로 인해 중요한 정보가 노출 또는 유출될 수 있는 위험 또한 증가되기 때문에, 국방 네트워크 개체와 정보의 보호를 위한 CIA(Confidentiality, Integrity, Availability)의 보장에 관한 연구와 기술 적용도 반드시 함께 이루어져야 한다.

국방대 PM 게임에 관한 기존의 연구와 노력들은 주로 PM 게임 연습을 위한 교과 체계 설계, PM 게임의 주제와 시나리오의 개발, 효과적인 수행방법과 지침, 그리고 각종 참고 문헌 작성들에 관하여 수행되어 현재의 안정된 국방대 PM 게임 체계를 이루어 내었다. 반면에, 최신 ICT 기술들을 활용한 PM 게임 수행 과정과 방법을 효율화하고 효과를 증대하기 위한 연구는 수행되지 않았다.

본 연구에서는 최신 ICT 기술들을 조사하고 이를 활용하여 PM 게임의 준비 → 진행 → 종료로 진행되는 각 단계에서의 여러 가지 지원 방안을 연구하여 제시한다. 즉, PM 게임 과정에서 생성되는 정보들을 디지털화하고, 내·외부 네트워크에 위치한 디지털 정보들을 자동으로 수집하고, 이러한 정보들가공, 분석, 검색, 추천, 보고, 시현 등의 방법들을 적용함으로써 PM 게임의 수행을 지원하고 효과를 제고하는 방안을 설명한다. 본 연구의 제안 방안들에 참고한 기술들 중에서 일부는 즉시 활용이 가능하며, 어떠한 것들은 즉시 활용하기에는 좀 더 성숙이 필요하거나 시장성을 갖추어야 할 필요가 있다. 그럼에도, 본 연구 내용은 향후 PM 게임 지원체계(가칭)의 구축을 계획하거나 사업을 추진할 경우 관련 아이디어를 제공하거나 제안요청서 작성을 위한 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 생각되며, 그에 따라 국방 그리고 국가안보 발전에 조금이나마 기여하길 기대한다.

1.2 연구 목표와 범위/방법

1.2.1 연구 목표

본 연구의 목표는 기존의 국방대 PM 게임의 수행현황과 최신 ICT 기술을 조사하여 최신 ICT 기술을 활용한 국방대 PM 게임 지원방안을 연구·제시함으로써 국방대 PM 게임의 수행효과와 활용성을 제고하고 궁극적으로는 국가 안보 발전에 기여하는 것을 목표로 한다.

1.2.2 연구 범위와 방법

본 연구보고서의 연구범위와 방법은 다음과 같다.

첫째, 국방대 PM 게임의 수행과정과 결과 활용에 대해 조사/분석한다. 이를 위해 현재 국방대 안보과정의 PM 게임(국가안보게임) 교과/교육지침 상의 수행기간 및 일정, 교육방법, 편성, 수행지침 등을 조사하고 관련 인원과 면담을 통해 PM 게임 수행과정에서의 제한사항을 확인한다.

둘째, 최신 ICT 기술 동향과 적용 사례를 조사한다. 이러한 기술들에는 최근 4차 산업혁명 시대에 따라 그 중요성이 부각되는 ICBMS(IoT, Cloud, Big Data, Mobile, Security) 과 인공지능(AI : Artificial Intelligent) 기술 등이 포함되며, 각종 역기능을 막는 정보보호 및 보안기술(Security)도 함께 포함한다. 특히, PM 게임의 전 과정에서 생성되거나 필요한 정보들의 자동 수집, 인식, 저장, 가공, 분석, 검색, 전달, 공유 등의 측면에서 활용이 가능한 ICT 기술들을 중점으로 조사한다.

셋째, 최신 ICT 기술을 활용한 국방대 PM 게임 지원방안을 연구하여 제시한다. PM 게임 수행방식을 개선하거나 새로운 방식을 제안하여 기존의 PM 게임 수행을 자동화/효율화하거나 효과를 개선할 수 있는 방안들을 연구하여 제시하며, 현 국방대 PM 게임 수행방식을 참고하여 이해를 쉽도록 하기 위해 가급적 시나리오 방식으로 설명한다.

2. 국방대학교 PM 게임 소개 및 수행과정 설명

2장에서는 먼저 일반적인 PM 게임의 정의, 출현배경 및 목적을 소개한 후, 국방대 안전보장대학원에서 실시하는 PM 게임(국가안보게임)의 수행과정을 설명한다. 본 장은 이후 4장에서 기술할 ICT 기술을 활용한 PM 게임 지원 방안을 이해하기 위한 PM 게임에 대한 배경 지식을 제공하기 위함이다. 이를 위해, 국방대 안전보장대학원에서 작성/발간한 여러 자료들(안보과정 IV교과 국가안보종합연습 세부교육지침서, 국가안보게임 참고자료집, 국가안보게임-모의연습 발간물과 PM 게임[회의록])을 참고하여 본 연구자(공학자)의 이해 수준에서 간략히 요약/정리한 것임을 알리며, 보다 정확하고 자세한 내용을 이해하기 위해서는 위의 관련 문헌을 참고하길 바란다.

2.1. PM 게임 개요 및 목적

2.1.1 PM 게임 정의 및 활용

정치·군사게임, 즉 Pol-Mil Game(이하 PM 게임)은 국가안보위기 등 군사상황을 상정한 모의연습을 말한다. 초창기에는 PM 게임을 활용하여 정책 개발을 할 때에 주로 군사적인 측면이 강조되어 PM 게임이 수행 되었는데, 군사적인 측면만 고려할 경우에는 효과적인 정책 개발에 한계가 있었다. 이후 시간이 지나면서 정치·사회·심리적인 다양한 측면이 함께 강조되었으며 이에 따라 오늘날의 PM 게임은 보다 포괄적인 개념으로 정의되는데, 미 합참에서 PM 게임을 다음과 같이 정의하였다.

〈미 합참, PM 게임의 정의〉

정치적, 군사적, 사회적, 심리적, 경제적, 과학적 및 기타 관련된 요인의 상호작용을 포함한 모의위기상황을 제공해주는 자유로운(free-play) 게임

PM 게임은 다양한 곳에서 활발히 활용되고 있는데, 미국 국방대학교에서는 국제안보를 다루는 안보과정 요원들에게 정치·군사게임을 교육하고 있으며, 대한민국 국방대학교에서

도 그 필요성과 중요성을 인식하여 국가 위기관리 문제에 대한 고급 간부들의 위기관리능력을 제고하기 위해 1986년도부터 안보과정 교과에 편성하여 현재 국가안보게임의 명칭으로 PM 게임을 실시하고 있다(〈그림 2-1〉 참조).

○ 제IX교과 국가안보종합연습			
과목코드	강의제목	시간	강사
CG910	국가안보게임 (20H)		
CG911	국가안보게임(Pol-Mil Game) 소개	2	군사전략학과장 외
CG912	국가안보게임(Pol-Mil Game) 연습	12	군사전략학과장 외
CG913	발표 및 강평	6	군사전략학과장 외

〈그림 2-1〉 국방대학교 안보과정 PM게임 교과과정(국가안보종합연습)

2.1.2 PM 게임의 목적 및 기대효과

오늘 날 사용하는 PM 게임의 방법은 1950년대 냉전 상황에서의 정치 및 군사적인 위기를 관리하기 위한 목적으로 미국 MIT 대학의 Bloomfield 교수에 의해 개발되었다. 그 후 학계를 포함한 정부와 민간 기관에서는 여러 가지 목적으로 PM 게임을 활용하였는데, 예를 들어 미국 합참에서는 국방 정책 개발을 위해 사용하였고, 미국 국방대학원을 포함한 대학에서는 교육 목적으로 사용하였으며, 미국의 RAND 연구소를 포함한 연구기관에서는 정책개발과 연구목적을 위해 사용하였다. 이렇듯 PM 게임의 목적은 수행하는 기관에 따라 다를 수 있으나 일반적으로 다음의 세 가지로 정리해 볼 수 있다.

- 정책 개발

정책 개발의 목적과 효과에 대해서는 다음의 학자들의 견해를 들어 설명한다. 먼저, PM 게임을 개발한 Bloomfield는 PM 게임을 통해 국가정책과 전략들의 수립할 때에 고려하였던 여러 가정사항들의 적절성을 다시 검토하고, 시행 전략들을 사전에 모의로 시험해봄으로써 전략들 사이에 발생 가능한 충돌요소, 우발사태 등을 고민해보고 그에 따라 다시 적절한 대체전략을 발견하고 실행 가능한 결과를 예측하는 데에 그 목적이 있다고 하였다.

또한, Frank Kapper에 의하면 PM 게임의 참여인원들 간에 솔직하고 주저 없는 의견을 교환함으로써 국가정책에 관한 아이디어와 특정분야에 대한 집단 분석을 수행하는 것과 그에 따라 정책결정자들을 경각(alert)시키며, 알려주고(inform), 교육시키는데(educate)에 PM 게임의 목적이 있다고 하였다.

• 관련 조직(부처) 간의 협력 강화

현재의 복잡한 안보환경에서의 국가위기사상 등 여러 문제 해결을 위해서는 과거에 수행했던 것과 같이 단순히 특정 한 분야에서의 문제 인식, 계획과 실행을 수행하던 습관에서 벗어나 여러 분야에서의 통합된 고민과 협력을 통해 합의된 최적의 의사결정을 이끌어내고 그에 따른 통합된 시행을 요구한다. 즉, 중요한 국가안보문제에 대해 관련 조직(부처)들이 함께 모여 사전에 모의로 게임을 수행해 봄으로써, 수행과정에서 발생 가능한 문제점을 식별하고 합의된 실행을 도출하며 상호 협력을 강화할 수 있는 기회를 갖게 된다는 점에서 PM 게임의 중요성이 크다고 볼 수 있다.

• 위기관리능력의 고양

두산백과 사전에 정의된 위기(危機 crisis)의 사전적인 의미는 다음과 같다.

“어떤 상태의 안정에 부정적으로 영향을 주는 정세의 급격한 변화 또는 어떤 사상의 결정적이 고도 중요한 단계”

즉, 위기관란 어떤 상태의 안정이나 어떤 사건의 과정에서 결정적인 ‘시기 혹은 상황’, ‘전환점’, ‘불안한 상황’, ‘갑작스러운 변화’, ‘저항의 긴장상태’를 뜻하며, 과거의 여러 사례를 볼 때 위기의 발생은 예측이 어려운 경우가 많다.

위기의 개념에 대한 미 국무부장관들이 견해를 면접과 설문조사방법으로 종합한 결과는 다음과 같다.

- ① 국가의 이해관계를 포함하며,
- ② 대체로 세계의 불안정한 지역에서 발생하고,
- ③ 대개 불법행위나 정치적인 불안정성의 요소를 포함하며,
- ④ 지속시간이 비교적 짧고,
- ⑤ 대응시간이 단기적이며,
- ⑥ 불확실성의 요소를 포함하고,
- ⑦ 여러 가지 근원에 의해서 야기되는 상황이다.
- ⑧ 또한, 위기상황 하에서는 일상 업무에 변화가 발생하며,
- ⑨ 위기상황은 경약의 요소를 포함한다.

이렇듯 급격한 국내외 환경에서 불확실성과 예측이 어려운 위기에 대응할 때에 우리는 부족한 정보와 짧은 시간 내에 의사결정을 하고 사건을 처리해야할 경우가 많다. 따라서 위기 해결에 있어 “시간”은 무엇보다도 중요한 요소가 된다. 미국 국방대학원 워 게임 센터(War Gaming Center)에서는 세계 분쟁지역을 예측하여 목록화하고 관련 게임 시나리오를 개발하여 여러 교육기관에 지속적으로 제공하고 있다. 이를 통해서, 미래에 발생 가능한 여러 위기 상황에 대해 모의 연습을 미리 실시하여 여러 위험 유형을 가상으로 체험해보고 그와 관련된 정책 결정에 관한 자료를 축적할 수 있으며, 게임 참가자들은 미래에 발생 가능한 유사한 위기사태의 해결방법을 경험적으로 터득하게 된다.

2.2. 국방대 PM 게임(국가안보게임) 수행 설명

국방대에서는 안보과정의 국가안보 종합연습 교과에서 “국가안보게임”의 명칭으로 PM 게임을 자체적으로 수행하고 있다. 본 보고서에서는 이해를 쉽도록 하기 위해 국방대 PM 게임을 설명할 때에 “국가안보게임”과 “PM 게임”을 혼용하여 사용한다.

2.2.1 국방대 PM 게임(국가안보게임) 개요

다음 내용은 2017년도 국방대 국가안보 종합연습 세부교육지침서와 국가안보게임 참고자료집을 참고하여 요약/정리한 것으로, 보다 자세한 내용은 해당 세부교육지침서를 참조하기 바란다.

- 목 적

국가안전보장에 관한 제 교과목의 학습내용을 바탕으로 정치·외교·사회·경제·군사·과학기술 등 제 분야에서 발생 가능한 위기사태를 상정하고 국무회의에 준하는 팀을 편성하여, 정책을 논의하고 정부 부처 간의 업무협조절차를 숙달시켜 국가 위기 관리능력을 배양

- 범 위

- 국가위기상황 상정
- 국가위기관리 정책대안 개발
- 국가안보위기 대처에 관한 범정부 차원의 대응방안 협력

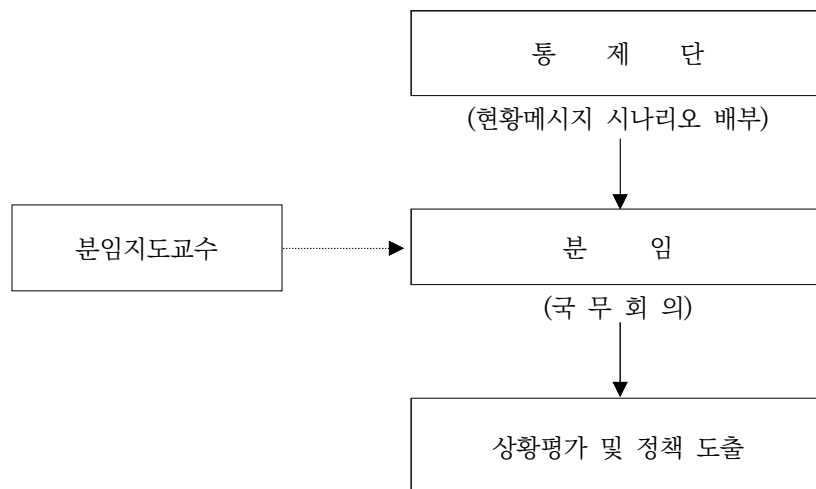
- 기 간 : 2017. 10. 23. ~ 11. 1.

- 게임 참여인원 편성

- 통제단 : 단장, 분야별 지도교수, 간사
- 분 임 : 5개 분임(분임별 10명 내외로 구성)

- 게임 모의연습 주제 : OO의 복합적 위협과 한국의 안보

- 게임 흐름도



• 게임 실시 일정

일 차	시 간	교 육 내 용
PM 게임 1일차	09:00-11:50	○ 국가안보게임 개념과 관련정세(2시간)
	13:30-14:00	○ 지도교수 회의(통제단실)
	14:00-16:50	○ 분임지도, 게임요령 소개 ○ 각부 장관 임명 확인
PM 게임 2 ~ 6일차	09:00-11:50	○ 동영상 시청(총무강당) ○ Move- I / S - 1 토의 및 해결(각 분임실)
	14:00-16:50	○ 분임연구
PM 게임 7일차	14:00-16:50	○ 연습주제별 우수분임(5개조) 발표 ※ 분임별 20~30분 ○ 통제단장 종합 강평

2.2.2 국방대 PM 게임 수행절차 설명

국방대 PM 게임의 수행과정은 다음의 3단계로 구분해 볼 수 있다:

(1) 게임 준비 단계, (2) 게임 진행 단계, (3) 게임 강평 및 종료 단계

• 게임 준비 단계

게임 준비 단계에서 가장 먼저 해야 할 일은 게임의 목적을 구상하는 일이다. 그 이유는 정책개발, 조직 간의 협력, 위기관리능력 고양, 연구, 교육 등 게임 목적에 따라 게임의 주제, 방법론, 참여자의 수준과 규모, 결정 등에 영향을 미치게 되기 때문이다. 목적이 결정된 이후 광범위한 자료조사와 관련 분야 전문가들과의 인터뷰 등을 통해서 게임 주제를 선정하고 주제에 대한 배경과 상황을 설명해주는 게임 시나리오를 준비한다.

• 게임 진행 단계(게임 참여인원 편성 포함)

게임을 진행할 때에는 실제 위기 상황과 같이 급박한 상황, 부족한 정보, 제한된 의사결정 시간이 반영된 게임 환경 속에서 문제를 해결토록 해야 한다. 위기 시의 의사결정의 단위는 일반적으로 소수의 고위 정책결정자들로 구성되므로 그에 따라 게임 참여인원을 편성한다.

국방대 PM 게임 수행을 위한 참여인원의 편성과 기능은 다음과 같다.

① 게임 통제관 : 통제단장

통제단장은 통제단의 활동을 지휘, 통제, 감독하고 전체 게임을 효율적으로 운영하는 중요한 역할을 수행한다. 또한, 여러 팀이 동시에 게임을 할 때에는 게임이 생산적인 방향으로 진행되도록 유도하고 조정한다.

② 통제단 : 단장, 분야별 지도교수, 간사

실시팀은 하나의 국가 또는 국면을 대표하여 PM 게임에 참여한다(아래 ③ 참조). 반면에, 통제단은 기타 국가나 국제기구, 제 3국, 국내·외 여론 등을 대신하여 필요한 정보를 실시팀에 제공하는 역할을 수행한다. 또한, 게임이 진행되는 동안 미처 예측하지 못한 사건을 유발하는 상황들을 대표하고, 실시팀의 행동과 조치의 타당성, 적절성 그리고 그에 따른 결과를 통제한다. 통제단의 구성(인원수)은 게임에 부여된 문제의 성격이나 실시팀의 규모에 따라 다를 수 있다. 예를 들어, PM 게임의 경험이 있고 능숙한 전문가 5인으로 구성된 통제단은 5개의 실시자팀을 효과적으로 통제할 수 있다고 본다.

③ 실시자팀(분임)

실시팀의 참여자는 국가의 최고 정책결정기관을 대표하여 해당 기관의 대표성(결정권)과 관련 분야에 대한 전문성을 갖게 된다. 실시팀은 게임의 상황이 주어지면 사태/상황에 대한 평가를 먼저 실시하고 이후 해결을 위한 대책을 논의한다. 이때, 상대의 의도를 먼저 파악하여 이후 발생할 사건의 추세를 판단하고 여러 해결 대안들 중에서 국가의 이익을 기준으로 하여 최적의 대책을 선택해야 한다. PM 게임을 수행의 목적 중에 하나는 관련 조직(부처)간의 협력을 강화하는 것인 만큼 “토의”로서의 과정에 의미가 있다. 즉, 팀원들 간에 균형 있는 발언 기회를 부여하고 상호 의견을 존중하며 핵심에 집중해야 한다. 실시팀장은 이에 대한 조정역할을 담당한다.

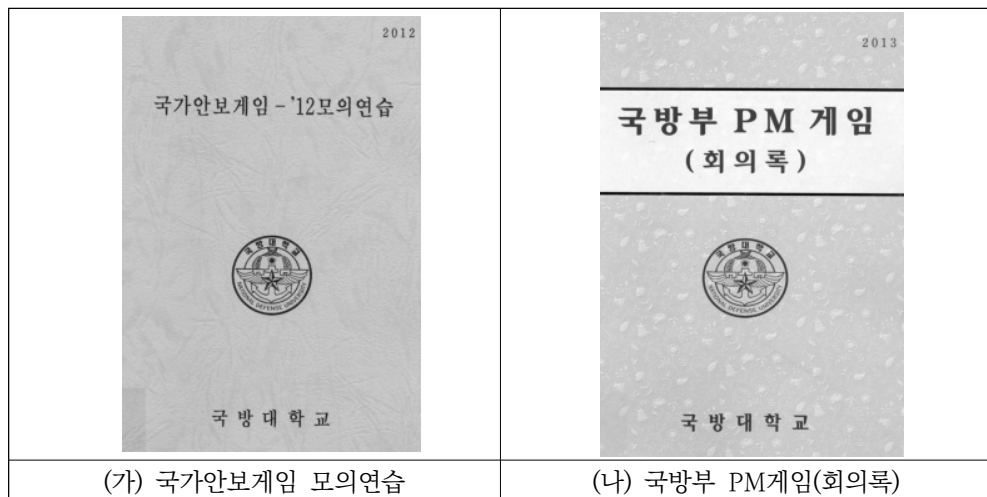
• 게임 종료 단계(강평 및 사후처리 포함)

게임이 진행단계가 완료되면, 통제단장의 주관 하에 실시팀별로 각 팀장은 게임 실시 결과, 즉 특정상황 하에서 해당 팀이 결정한 정책 대안과 이유를 발표한다. 이때, 선택된 정책에 문제점이나 보완사항이 없는지 그리고 더 좋은 대안은 없는지 확인하고, 최종 선택

된 정책 등의 결과가 정부의 정책에 반영될 경우 기존 정부 정책에 변화가 필요한 부분과 정책의 실행방법 등도 함께 논의된다.

2.2.3. 국방대 PM 게임 관련 결과물

국방대에서는 PM 게임 참가자들의 모의연습 수행결과를 종합/정리하여 책자형태의 회의록 등으로 발간하여 위기관리 교육훈련 및 정책결정에 참고 등의 목적으로 활용하고 있다(<그림 2-2> 참조).

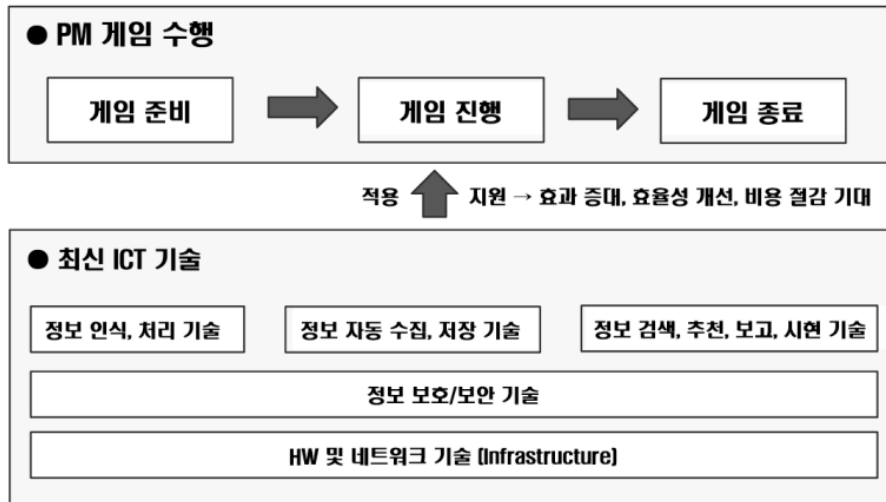


<그림 2-2> 국방대 PM 게임 관련 발간물

기타 게임 준비와 수행과정에서 작성된 각종 자료들은 자료의 비밀성과 대외 유출 시의 민감성 등을 고려하여 향후 활용을 위해 기록물로 보존되거나 불필요한 경우에는 완전히 폐기될 수 있다.

3. 최신 ICT 기술 소개(PM게임 지원기술을 중심으로)

본 장에서는 최신 ICT 기술을 소개한다. 이때, 모든 ICT 기술을 설명하지는 않고 본 연구주제와 관련된 4장에서 설명할 PM게임 지원에 활용될 ICT 기술들을 중심으로 설명한다. PM 게임 지원에 활용되는 기술들은 매우 다양하기 때문에 전체적인 기술 목록을 파악하고 이해를 쉽도록 하기 위해 PM 게임 수행간의 발생하는 정보의 수명주기²⁾ 관점 - 정보 인식/식별, 저장, 분석, 가공, 검색, 배포/유통, 보존/폐기 -을 준용하여 관련 기술들을 4가지로 그룹화(grouping)하여 소개한다(〈그림 3-1〉 하단과 〈그림 3-2〉 참조). 단, 본 보고서에서는 ICT 기술들을 중심으로 소개하고, HW와 네트워크 기반시설(Infrastructure)에 관한 기술들은 별도 설명은 생략한다. 참고로, 본 장에서는 각 기술들의 설명과 활용을 위주로 간략히 소개하고, 각 기술들을 활용한 PM게임 지원방안은 4장에서 구체적으로 설명한다.



〈그림 3-1〉 최신 ICT 기술 목록(PM 게임 지원기술 중심)

다음은 PM 게임 지원에 활용된 ICT 기술 목록 들이다. 참고로, 기술들의 그룹명(분류명) 오른쪽에 ICBMS(IoT, Cloud, Big Data, Mobile and Security)와의 관련성을 표시하였다.

2) 정보 수명 주기(ILM : Information Life-cycle Management)

- **정보 인식, 처리 관련 기술(IoT 포함)**
 - 음성 인식 및 처리 기술
 - 영상 분석 및 식별 기술
- **정보 자동수집, 저장 및 활용 관련 기술(Cloud, Big Data, Mobile 포함)**
 - 크롤링(Crawling) 기술, 데이터 분석/분류 기술
 - Cloud 기반 정보의 분산 저장 및 활용 기술
- **정보 검색, 추천, 보고 및 시현 관련 기술**
 - 검색(Search) 및 추천(Recommendation) 기술
 - 자동 Reporting 및 Visualization 기술
- **정보보호 및 보호 관련 기술(Security)**
 - 데이터 암호화(Data Encryption)
 - 사용자 인증 및 접근제어 기술
 - 정보 완전 폐기 및 자료 유출 방지 기술

3.1 정보 인식 및 처리 관련 기술

정보를 수집하여 활용하기 위해서는 정보의 발생을 인식하는 것로부터 시작한다. 3.1에서는 PM 게임 수행 과정에서 발생하는 여러 정보(사람, 음성, 이미지, 영상, 행위 등)에 대한 인식과 처리에 관련된 기술들을 소개하고, 각종 정보 센싱을 위한 IoT 기술(장치)에 대해서도 함께 소개한다.

3.1.1 음성 인식 및 처리 기술(Speech recognition and processing)

다음의 정의에서 볼 수 있듯이, 음성 인식 기술(Speech recognition)은 사람이 말하는 내용을 인식하여 텍스트로 자동으로 변환하는 기술을 말한다.

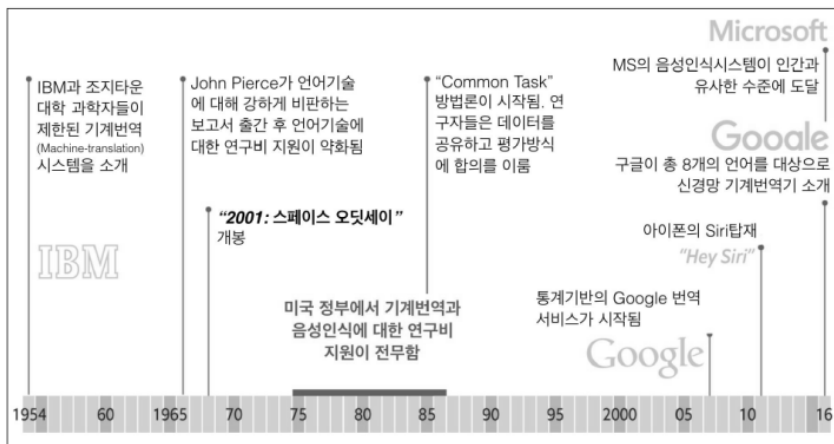
〈네이버 백과사전〉

“컴퓨터가 마이크와 같은 소리 센서를 통해 얻은 음향학적 신호(acoustic speech signal)를 단어나 문장으로 변환시키는 기술”

〈Wikipedia〉

“Speech recognition is the inter-disciplinary sub-field of computational linguistics that develops methodologies and technologies that enables the recognition and translation of spoken language into text by computers. It is also known as automatic speech recognition (ASR), computer speech recognition or speech to text (STT)”

음성 인식 기술의 발전 과정은 <그림 3-2>에서 볼 수 있듯이, 초창기에는 단순한 기계 번역 기술을 활용한 기본적인 음성(자음, 모음, 숫자 등)을 인식하는 것에서 출발하여, 이후 단어 인식의 수가 확대되고 머신러닝(Machine Learning)과 딥러닝(Deep Learning) 등의 AI 기술들의 적용되어 음성 인식의 정확도가 향상되면서 현재는 인간 수준의 음성 인식 수준에 까지 도달한 것으로 알려져 있다.



자료: The Economist(2016. 5. 1), 저자 정리

〈그림 3-2〉 언어 기술(Language Technologies)의 발전 과정

* 출처: 최지혜, 이선희, “음성인식 AI 비서 시장의 현황과 시사점,” 정보통신방송정책, 2017.

최근에는 네이버 클로버, 카카오 미니, 아마존 에코 등 AI 기술이 적용된 “AI 스피커”가 등장하여 가정에 보급되면서 음성 인식 기술의 시장은 그 기술의 발달과 함께 지속적으로 성장하고 있다(<그림 3-3> 참조).

국내외 시스피커 비교					
사진/회사	기가지니	누구	프렌즈	카카오톡	구글홈
출시 회사	KT	SK텔레콤	네이버	카카오	구글
제품명	기가지니·기가지니 버디	누구·누구 캔들 등	프렌즈·웨이브	카카오톡·카카오톡C	구글홈·구글홈미니
AI플랫폼	기가지니	누구	클로바	카카오	구글 어시스턴트
국내 출시일	2017년 1월	2016년 9월	2017년 8월	2017년 11월	2018년 9월
특징	스피커·셋톱박스	음악감상·배달	음악감상·검색	음악감상·검색·메신저	홈IoT·다중언어

〈그림 3-3〉 국내외 AI 스피커 비교

* 출처 : 뉴스토마토(김동현, '18. 9. 11.), <http://www.newstomato.com/ReadNews.aspx?no=846307>

또한, 클라우드(Cloud) 기술이 융합되어 음성으로 지시한 내용이 네트워크를 통해 처리되어 실시간으로 정보를 검색, 추천, 처리해주는 AI 비서 기능까지 출현하였으며, 여러 가지 다양한 언어(Languages)들을 지원한다(〈그림 3-4〉 참조).

	Amazon	Google	Apple	Microsoft	Baidu	vinclu
						
SW (출시연도)	Alexa (2014)	Assistant (2016)	Siri (2011)	Cortana (2014)	Duer (2015)	-
전용기기 (출시연도)	Echo (2014)	Home (2016)	-	Invoke (2017)	Little Fish (2017)	Gatebox (2016)
지원언어 (한국어)	2개 (지원안함)	8개 (지원예정)	20여개 (지원함)	8개 (지원예정)	1개 (지원안함)	1개 (지원안함)
클라우드 사용여부	사용함	사용함	사용안함	사용함	확인불가	확인불가
강점	만개이상의 Skills 보유	구글 이용자의 빅데이터 보유	개인정보 보호 및 보안 우수	Windows 유저를 잠재적 이용자로 보유	해외기업의 진입장벽 높은 중국시장에서 유리	최초의 홀로그램 AI상용화

자료: 각 사 홈페이지 및 언론자료 취합

〈그림 3-4〉 해외 주요기업의 음성인식 AI 비서 서비스와 스피커 현황 요약

* 출처 : 최지혜, 이선희, “음성인식 AI 비서 시장의 현황과 시사점,” 정보통신방송정책, 2017

3.1.2 영상 분석 및 객체 인식 기술(Vision Analysis and Object Recognition)

영상 분석 기술은 영상을 분석하여 영상에 포함된 내용, 특성, 패턴 등을 추출하는 기술이다. 활용 목적에 따라 영상 안에 있는 객체, 즉 사람, 얼굴, 동물, 글자, 숫자, 기타 사물 등을 인식하는 것에서 시작하여, 머신러닝 등의 여러 지능적인 기술들을 사용하여 상황 감시 및 인식, 객체의 행동 인식(motion recognition), 객체 추적(object tracking), 그리고 객체 검색(object search) 등의 다양한 분야에 활용되고 있으며, 증강현실(AR : Augmented Reality)와 가상현실(Virtual Reality) 분야에서도 활발히 연구되고 있다.

영상 안의 정보 중에서 사람을 정확히 구분해 낸 후, 누구인지 확인하고, 움직임을 추적하기 위해서는 다음과 같은 기술들이 필요하다.

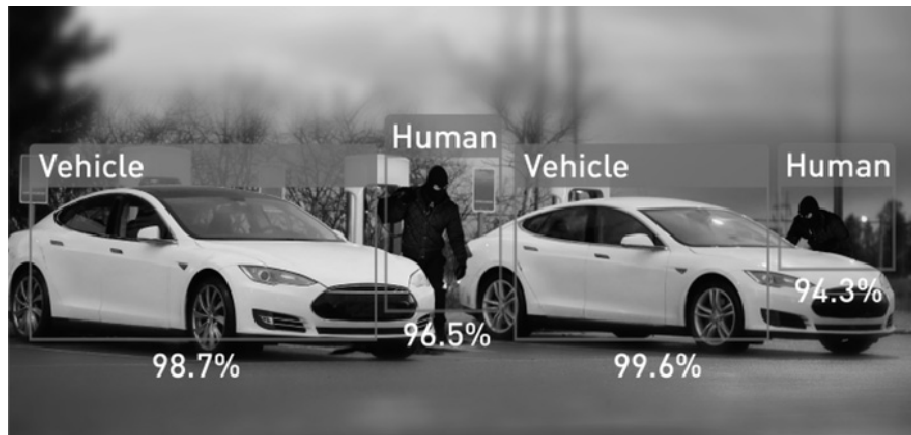
- 인식(recognition) : 이미지나 영상에서 사람임을 구분해 내는 것



〈그림 3-5〉 사람 인식 기술 : 영상속에서 보행자만을 구분하여 인식

* 출처 : 네이버 지식백과, “사람 인식 기술”

〈그림 3-6〉은 AI 기술이 적용된 보안 카메라로, 그림에서와 같이 촬영한 영상에서 사람과 차량을 구분해내는 기능이 있다.



(가) 지능적 카메라의 사람 인식 : 사람과 차량을 구분하여 인식



(나) AI powered Security Camera

<그림 3-6> AI 기술 활용 카메라의 영상 분석 및 객체 인식

* 출처 : AR4X - The Intelligent Camera Robot that Redefines
<https://www.kickstarter.com/projects/555543571/ar4x-the-intelligent-camera-robot-that-redefines-s>

- 식별/신원확인(Identification) : 인식된 사람이 누구인지 알아내는 것



〈그림 3-7〉 사람 식별 기술 : 얼굴의 특징을 추출, 비교/분석하여 식별

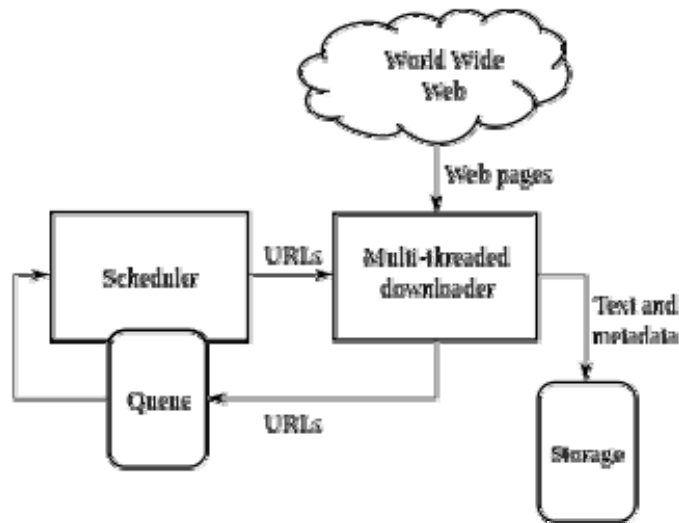
* 출처: 이광재, "얼굴인식 기술의 상용화 동향," CCTV News, '13. 4. 1.
<http://www.cctvnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=3003>

〈그림 3-7〉은 미국 FBI에서 수행한 대테러 및 범죄예방용 얼굴 인식 프로젝트인 NGI (Next Generation Identification)의 개념을 보인 것으로, Lockheed Martin을 주축으로 하여 IBM 등 여러 기술회사들에 의해 개발되었다("Next Generation Identification," Wikipedia).

PM 게임의 진행 과정을 디지털 영상 촬영 장비를 사용하면 PM 게임 참여자들의 발언 및 행동 정보가 포함된 음성 및 영상 정보를 얻을 수 있다. 이러한 정보들로부터 누가 어떤 말과 행동을 했는지를 분석할 수 있다면, PM 게임 진행 과정에서 참여자와 생산 정보를 지속 tracking하여 관리함으로써 다양한 분석 수행과 검색에 활용할 수 있게 된다. 이러한 일들은 앞에서 설명한 음성, 영상 인식 및 처리 기술과 함께 AI 기술이 적용된 사람 인식 기술을 사용하여 가능하다.

3.2 정보 자동 수집 및 저장/활용 관련 기술

3.2.1 크롤링(Crawling) 기술을 활용한 정보 자동 수집/분석/색인



〈그림 3-8〉 웹 크롤러 구조

* 출처 : “Web Crawler,” Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Web_crawler

조직이나 기관이 자체 보유한 서버, DB 등의 지역 정보 저장소(Local data repository) 또는 외부 인터넷에는 문서 파일, 이미지 파일, 동영상 파일 등 다양한 형태의 수많은 디지털 정보가 분산되어 존재한다. 광대한 사이버 공간의 정보들 중에서 원하는 정보를 짧은 시간 내에 정확하게 찾아내는 것은 굉장히 어려운 일이다.

크롤링(Crawling) 기술은 무수히 많은 컴퓨터에 저장되어 있는 문서를 수집하여 검색 대상의 색인으로 포함시키는 기술을 말한다. 특히, 웹 크롤링(Web crawling 또는 Spidering) 기술은 웹 크롤러(Web Crawler)라는 multi-thread 방식의 agent 프로그램을 활용하여 인터넷 웹 사이트들을 지속 방문하여 찾아낸 웹 문서를 분석하여 URL 주소를 추출하고 웹 문서에 대한 요약정보(meta data)와 함께 스토리지(storage)에 저장하는 기술이다(〈그림 3-8〉 참조). 이러한 크롤링 기술을 활용하여 조직/기관 내 외부에 저장된 다양한 디지털 정보를 쉽게 찾아갈 수 있도록 자체 DB에 목록화하거나 원본 디지털 데이터를 찾아와 저장할 수도 있다.

최근에는 AI 기술 발전에 따라 딥러닝 기법이 적용된 지능적 웹 크롤링 기술이 연구되고 있다. AI 기술이 적용된 웹 크롤러들은 사람처럼 생각하고 학습하면서 인터넷 상의 수많은 비정형 정보(unstructure documents or files)들을 조사하여 원하는 정형 정보(structured data)를 추출(extraction)할 수 있는 능력이 있다. 즉, 사람처럼 생각하는 웹 정보 수집 및 추출 에이전트라 할 수 있다. 아래 <그림 3-9> AI 기술을 적용한 웹 정보 추출 봇을 소개한 회사 홈페이지 자료이다.

Diffbot AI Web Extraction

Automatic extraction delivers every piece of data from any website with ease.



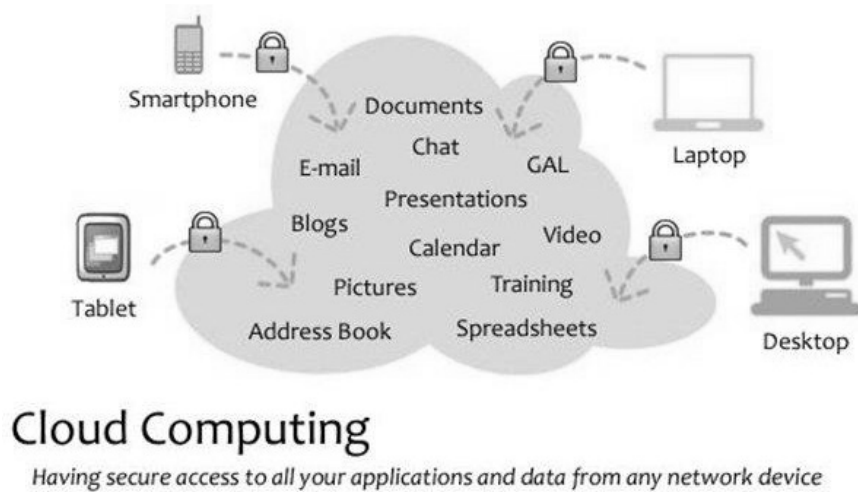
<그림 3-9> AI 기술이 적용된 웹 정보 추출 봇 : Diffbot AI Web Extraction

* 출처 : DIFFBOT, <https://www.diffbot.com/>

3.2.2 Cloud 기술 환경에서의 정보의 분산 저장 및 원격 활용

앞에서 설명한 웹 크롤링 기술 등을 활용하여 자동으로 수집한 정보들은 PC나 자체 서버에 저장하여 보관할 수도 있으나, 최근에는 Cloud 기술을 활용하여 대용량 컴퓨팅 및 네트워크 성능을 갖춘 클라우드 서버에 저장하고 원격에 위치한 많은 사용자들이 다양한

형태의 단말기(PC, 노트북(laptop), 스마트폰, 태블릿 등)를 통해 그러한 쉽게 정보를 활용할 수 있다(〈그림 3-10〉 참조).



〈그림 3-10〉 Cloud Computing

* 출처 : An overview of cloud computing, Western Sydney Univ.
https://www.westernsydney.edu.au/tld/home/how_to/how-to_resources/internet_resources/the_cloud_-_overview

3.3 정보 검색, 추천, 보고 및 시현 관련 기술

3.3.1 정보 검색(Search) 및 추천(Recommendation) 기술

수집 저장된 디지털 정보를 검색할 때, 과거에는 단순히 찾고자 하는 정보와 관련된 키워드를 입력하고 그에 matching 되는 정보를 키워드 기반 검색의 형태가 대부분이었으며, 물론 현재에도 네이버나 구글 등의 검색 포털 사이트에서 많이 사용하고 있는 방법이다. 최근 AI를 비롯한 여러 공학기술이 발전함에 따라, 현재에는 여러 가지의 진화된 지능적 검색이 가능해졌는데 예를 들면, 음성 명령 검색과 대화형 검색 등이 있다.

음성 명령 검색은 최근 가정에도 많이 보급된 AI 스피커를 떠올려보면 이해가 쉬울 것이다. 예를 들어, 원하는 정보의 검색 또는 날씨 조회, 음악 재생, 아이들을 위한 동화 들려주기 등을 음성으로 명령하면 AI 스피커가 음성 명령을 인식하여 가장 적합한 정보를 제공하

거나 관련 응용프로그램을 실행시킬 수 있다. 음성 명령 검색의 또 다른 예로는 스마트 TV에서 제공하는 채널 검색 및 시청, 인터넷 검색 등이 있다.

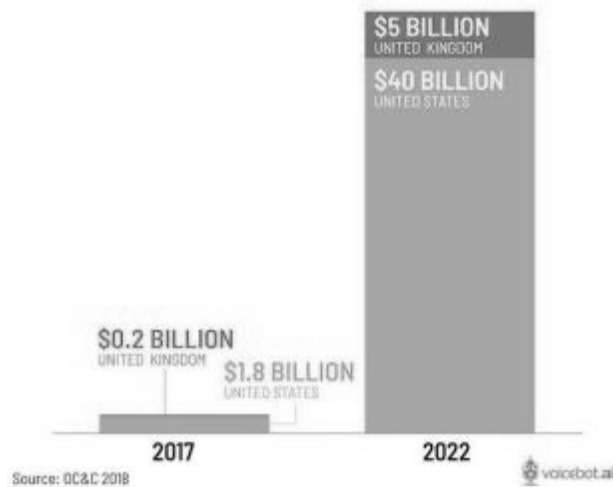
2018년 WordStream에서 제공한 음성 검색 관련 주요 통계를 보면, 2020년까지 모든 검색 방법의 50%는 음성검색이 될 것이며, 약 30%의 검색은 화면(스크린)없이 수행될 것이라고 예측하고 있다. 또한, 2017년 현재 미국 가구의 약 13%가 스마트 스피커를 보유하고 있으며 2022년이 되면 보유율이 55%까지 증가할 것으로 예측하고 있다. 기타 통계 내용은 아래와 같다.

General Voice Search Statistics
(WordStream, Gordon Donnelly, 2018.9.)

1. 50% of all searches will be voice searches by 2020, per comScore.
2. About 30% of all searches will be done without a screen by 2020, per Gartner.
3. 13% of all households in the United States owned a smart speaker in 2017, per OC&C Strategy Consultants. That number is predicted to rise to 55% by 2022.
4. There will be an estimated 21.4 million smart speakers in the US by 2020, per Activate.
5. The voice recognition market will be a \$601 million industry by 2019, per Technavio.
6. One-in-six Americans (16%) own a voice activated smart-speaker, per Edison Research and NPR.
7. As of January 2018, there were an estimated one billion voice searches per month, per Alpine.AI.

다음 <그림 3-11>은 2017년과 2022년의 미국과 영국의 음성 상업 시장의 규모를 각각 집계 및 예측한 것이다.

Voice Commerce Sales 2017, 2022 in U.S. & U.K.



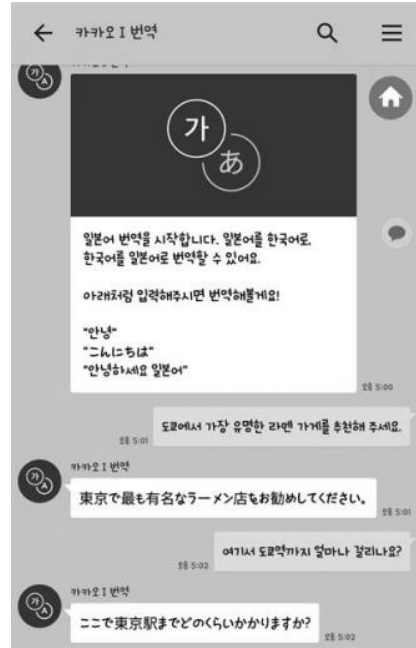
〈그림 3-11〉 2017년과 2022년 Voice Commerce Sales (미국 및 영국)

* 출처 : Gordon Donnelly, “33 Voice Search Statistics to Prepare You for the Voice Search Revolution,” September 7, 2018
<https://www.wordstream.com/blog/ws/2018/04/10/voice-search-statistics-2018>

대화형 검색 역시 AI 기술이 적용된 AI 챗봇 상담 또는 AI 비서 등에 적용된 검색 방법이다. 대화형 검색 기술은 사용자와 SW가 서로 대화를 통해 사용자가 원하는 정보 검색 대상을 이해하고 그에 맞는 정보를 검색하여 사용자에게 제공하고 추천해 주는 기술을 말한다. 이는 키워드 검색의 단순함을 극복하여 AI 기술이 활용된 최신 정보 검색 기술이다. AI 챗봇으로는 구글 나우, 네이버 라온, 카카오 AI 챗봇 등이 있다. 아래 그림은 네이버 라온 대화형 검색 기술에 대한 설명이다. 특히, 그림 오른쪽의 카카오 챗봇은 다양한 언어 번역까지 지원하여 한국어로 대화형 검색을 하면 이를 이해하여 일본어로 답변하는 기능을 제공한다.



(가) 네이버 라온(LAON)



(나) KAKAO AI Chatbot

〈그림 3-12〉 AI 기반의 대화형 지식 검색

* 출처 : 전자신문, “네이버, 인공지능 대화형 검색 라온 상반기 시작,” 2016. 3. 21.
<http://www.etnews.com/20160321000230>,
 한국일보, “카카오, 누구나 AI 챗봇 만들 수 있게 한다,” 2018. 3. 8.
<http://www.hankookilbo.com/News/Read/201803081776934025>

3.3.2 자동 Reporting 및 Visualization 기술

AI 기술의 발전에 따라 자동 보고서 작성(automated report generation or augmented reporting)에 대한 기술과 서비스가 연구 개발되고 있다.

다음 그림은 사람의 개입이 거의 없이 약 5개월 분량의 관련 데이터를 바탕으로 coding 기술과 AI 기술을 활용하여 자동 생성된 슬라이드 보고서를 나타낸 것이다.

Auto-Generated Healthcare Report

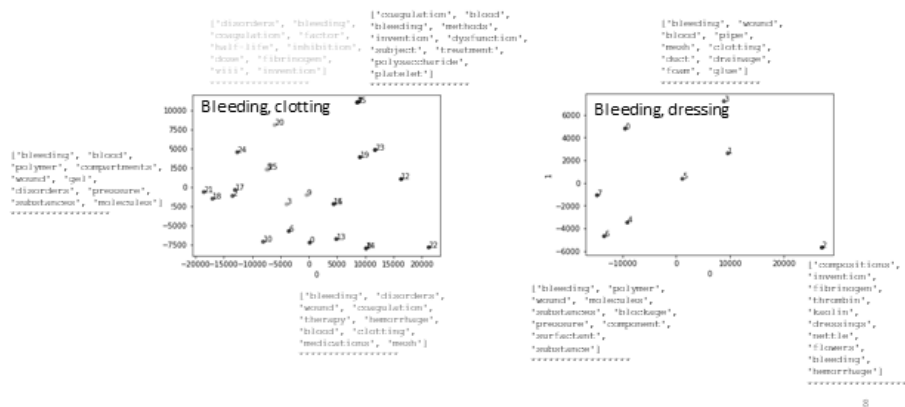
Note:

- Dec 2017 to April 13 2018
- All charts (except takeaways) are auto-generated by code

© Harsha Angeri

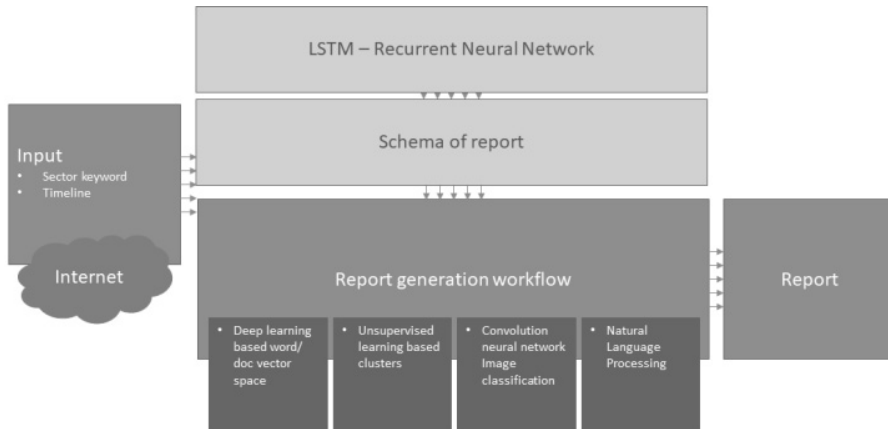
1

Specific start-up deep dive Ex: Axiobio... US patent landscape (last 5 years)



〈그림 3-13〉 A sample of Auto-generated Report by AI techniques

〈그림 3-14〉은 위에서 설명한 보고서의 자동 생성에 대한 workflow를 표현한 것으로, 보고서의 구조(Schema of report)와 인터넷의 데이터를 갖고 신경망 알고리즘, 딥러닝 기술, 자연어 처리 기술 등을 사용하여 사람의 개입을 최소화하여 보고서를 자동으로 생성해 낸다.



〈그림 3-14〉 Report generation workflow

* 출처 : Harsha Angeri, "Auto-generate reports via coding & AI," 2018. 4. 26.
<https://medium.com/datadriveninvestor/auto-generate-reports-via-coding-ai-29468cd48956>

한편, PM 게임 토의, 강의, 발표 시 그 효과와 참여인원의 이해를 높이고 각종 의사결정을 빠르게 지원하기 위해 효과적인 데이터의 시현(Visualization) 기술이 중요하게 사용될 수 있다. 다음 〈그림 3-15〉는 SAP에서 제공하는 Digital Boardroom 솔루션으로 클라우드 기반의 각종 분석기술과 DB를 활용하여 회의와 토의 시 각종 중요한 정보의 시현, 의사결정 지원을 제공하는 touch screen 기반의 시현 솔루션을 제공한다.





〈그림 3-15〉 SAP Digital Boardroom

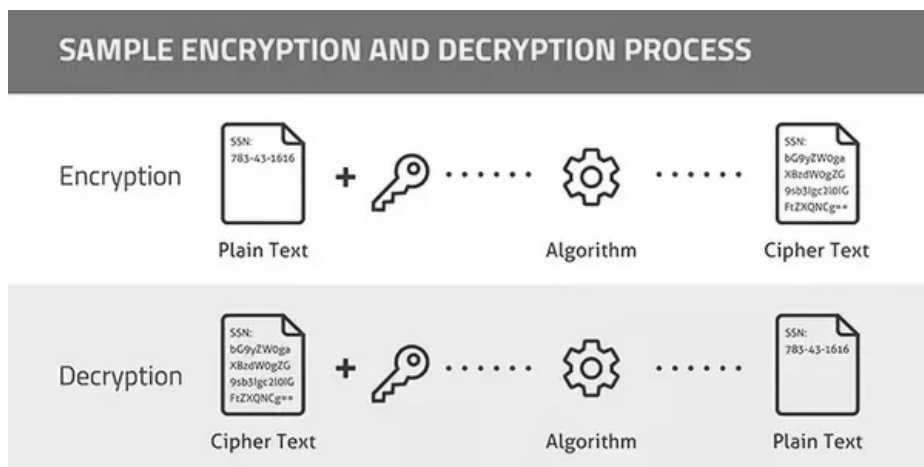
* 출처 : SAP Digital Boardroom, <https://www.sap.com/products/board-room.html>

3.4 정보보호 및 보안 관련 기술

최신 ICT 기술의 활용을 통한 정보의 생산, 저장, 가공, 분배/활용 과정에서 정보의 기밀성(Confidentiality), 무결성(Integrity), 가용성(Availability)을 보장하기 위해서는 다음과 같은 정보보호 및 보안 기술이 반드시 필요하다.

3.4.1 데이터 암호화(Data Encryption)

네트워크에서 유통되거나 PC, 서버에 저장된 파일이나 DB 자료들이 평문(plain text) 형태로 되어 있으면, 접근 권한이 없는 비인가자에게 도청되거나 노출될 위험이 존재한다. 따라서, 암호화(Encryption) 기술을 사용하여 암호문(cipher text) 형태로 유통하거나 저장하여 데이터를 보호하여야 한다(〈그림 3-16〉 참조).



〈그림 3-16〉 Encryption and Decryption Process

출처 : Quora 웹사이트, 저자 확인 불가

3.4.2 사용자 인증(User Authentication) 및 접근제어(Access Control)

사용자 인증(User Authentication) 및 접근제어(Access Control) 기술은 데이터에 허용된 인가자(Authorized User)에게만 접근/활용을 허가하고, 비인가자에게는 접근을 차단하도록 하여 데이터의 기밀성(Confidentiality)를 보장하는 기술이다.

3.4.3 정보 완전 폐기 및 자료 유출 방지 기술

PM 게임이 완료되면 불필요하거나 비밀성이 있는 데이터는 반드시 폐기하여 무단으로 유출되지 않도록 해야 한다. 정보의 완전 폐기 기술은 저장장치에서 완전히 소거하는 기술이다. PC용 완전 소거 프로그램이나 저장장치의 전자기적 특성을 활용하여 완전 소거하는 디가우저 등이 있다. 최근에는 KAIST에서 정전기 특성을 활용하여 빠른 시간 내에 저장장치의 데이터를 완전 소거하는 기술을 개발하기도 하였다³⁾.

또한, 자료 유출 방지 기술(Data Loss Prevention; DLP)은 불필요하거나 민감한 자료를 완전히 삭제하기 전에 내부자 또는 해킹 등에 의해 외부로 유출되더라도 권한이 없는 사람에 의해 무단으로 사용되지 못하도록 기술적인 조치를 취하는 것을 말한다. 〈그림

3) 정전기를 활용한 데이터 완전 삭제 기술(인사이트, <http://www.insight.co.kr/news/176214>)

3-17>은 Data Loss의 대상, 유출 방법 그리고 그에 따른 결과를 설명하는 그림으로, 네트워크를 통해 직접 유출되거나, 이동형 저장장치, 이메일 및 인스턴트 메신저(IM) 등을 통해 유출된다. <그림 3-18>는 DLP 솔루션을 설명하는 그림으로, DLP를 위해 텍스트 분석, 메타태깅, 실시간 모니터링 및 차단 등의 기술이 사용된다.



<그림 3-17> Data Loss 과정 및 결과

* 출처 : CyberSecOn, <https://cybersecon.com/data-loss-prevention-dlp/>



<그림 3-18> Data Loss Protection Solution

* 출처 : SNSKIES, <https://snskies.com/services/enterprises/>

4. 최신 ICT 기술을 활용한 국방대 PM 게임 지원방안

본 장에서는 우선 2장에서 소개한 현재 국방대 PM 게임의 준비와 수행과정에서의 정보 관리에 대한 분석과 고찰을 통해 ICT 기술을 활용한 지원 가능 부분을 식별해 보고, 이후 3장에서 설명한 최신 ICT 기술들을 활용하여 PM 게임의 전 단계에서의 지원 방안에 대해 기술한다.

4.1. PM 게임 수행과정과 정보 관리에 대한 분석

현재 국방대 PM 게임의 수행과정을 보면, 게임을 위한 준비 자료와 게임을 수행한 후에 작성되는 보고서들이 문서 파일로 작성되고 있다. 하지만, 그 외에 PM 게임 진행과정에서 생성되는 음성, 영상, 참여인원들의 행위 정보들을 디지털 정보화하여 관리/활용(저장, 분석, 가공, 검색, 공유 등)하거나, PM 게임의 각 진행 단계를 프로세스로 분석하여 정보시스템으로 개발함으로써 자동화/효율화하고 있지는 않다. 이를 바꿔 말하면, PM 게임 전체 진행과정에서 생성되는 정보들을 디지털화하여 관리하고 그러한 디지털 정보들을 바탕으로 하여 PM 게임 진행과정을 자동화함으로써 시간, 인력, 비용, 수행효과 등 여러 측면에서 효과를 볼 수 있도록 ICT 기술을 활용한 PM 게임 개선이 충분히 가능하다.

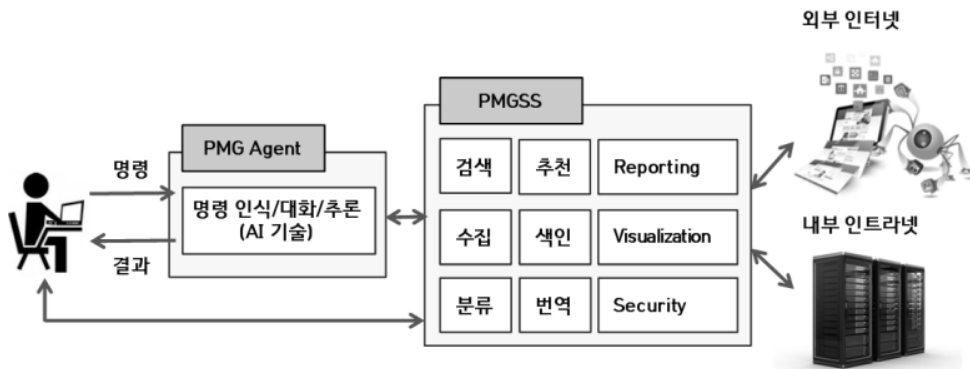
다음의 <그림 4-1>은 PM 게임 각 수행단계별로 1) 디지털 정보화 및 활용이 가능한 부분, 그리고 2) 최신 ICT 기술을 활용하여 게임 진행과정의 자동화/효율화가 가능한 부분을 식별하고, 그에 관련된 ICT 기술 목록을 정리한 것이다. 이를 바탕으로 한 PM 게임 수행 단계별 지원방안에 대해 다음과 같은 순서로 기술한다: 게임 전 단계의 지원방안(4.2), 게임 진행단계의 지원방안(4.3), 게임 종료단계의 지원방안(4.4.). 이때, 기술 방법은 2017년 국가안보종합연습 계획을 참고하여 기술한다.

단계	① 게임 준비	② 게임 수행	③ 결과발표 및 종료
現 Pn-Mil Game (AS-1S)	<ul style="list-style-type: none"> 모의연습 주제선정 시나리오 준비(5개) <ul style="list-style-type: none"> - 상황, 참고자료(논문 등) 포함 게임인원 편성 <ul style="list-style-type: none"> - 통제단, 분임, 분임지도교수 등 	<ul style="list-style-type: none"> 게임 소개(1일차) <ul style="list-style-type: none"> - 게임 실시요령 및 유의사항 - 게임 시나리오 관련 상황 교육(예: 한반도 및 동남아 인보 정세) 게임 분임 내 각부장관 임명(Role-Play)(1일차) 게임 실시(2~6일차) <ul style="list-style-type: none"> - 일차별 반복(5회) : 주제 배부 → 동영상 시청 → 토의/해결 → 결과장리 	<ul style="list-style-type: none"> 우수분임 선정(5개 분임) 분임별 결과발표 강평(통제단장) 종료(필요시, 자료팩기 등)
개선/지원방안 (ICT기술 활용) (To-Be)	<ul style="list-style-type: none"> 게임 정보 생성 및 진행관리 <ul style="list-style-type: none"> - 모의연습 주제 생성 - 시나리오 생성(5개) <ul style="list-style-type: none"> * 시나리오별 참고자료 생성 - 게임인원 생성 <ul style="list-style-type: none"> * 통제단, 분임(인원편성), 지도교수 DB화하여 관리(인덱싱, meta data) 게임 수행지원 <ul style="list-style-type: none"> - 과거 주제 및 시나리오 검색 - 관련 참고자료 자동수집, 검색, 추천 	<ul style="list-style-type: none"> 게임 정보 생성 및 진행관리 <ul style="list-style-type: none"> - 분임별 역할 정보 업데이트 - 일차별/시나리오별 정보생성 <ul style="list-style-type: none"> * 토의정보 * 해결정보 * 결과정보 게임 수행지원 <ul style="list-style-type: none"> - 과거 게임 정보(토의/해결/결과) 검색/조회 - 관련 참고자료 자동수집, 검색, 추천 - 실시간 게임정보 자동저장조회(reply)/수정(이력관리) 등 - 게임정보 자동색인, 분류, 가공 - 원격회의 지원 - 실시간 자동 통/번역 지원 - 보고서 작성 지원(초안 자동생성 등) 	<ul style="list-style-type: none"> 게임 정보 생성 및 진행관리 <ul style="list-style-type: none"> - 평가정보 - 발표정보 - 강평정보 - 사후 게임정보 보관/폐기/공유 게임 수행지원 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 게임정보 자동저장/조회 (reply)/수정(이력관리) 등 - 게임정보 자동색인, 분류, 가공 - 원격회의 지원 - 실시간 자동 통/번역 지원 - 게임정보 보관/폐기/공유활용
관련 ICT 기술	<ul style="list-style-type: none"> SW 개발 기술(OOAD 등) Database 정보수집(crawling), 색인 및 검색 추천(recommendation) 보안기술(인증, 접근제어, 암호화) 	<ul style="list-style-type: none"> SW 개발 기술(OOAD 등) Database 정보수집(crawling), 색인, 검색 추천(recommendation) 영상/음성인식기술 실시간 음성처리 및 통/번역 시각적 보고서 작성 지원 	<ul style="list-style-type: none"> SW 개발 기술(OOAD 등) Database 정보수집(crawling), 색인, 검색 영상/음성인식기술 실시간 음성처리 및 통/번역 보안기술(인증, 접근제어, 암호화, 복구불가)

〈그림 4-1〉 PM 게임 전단계에서의 개선방안 및 관련 ICT기술 식별

4.2. PM 게임 지원체계(PMGSS)와 PM 게임 지원 에이전트(PMGS Agent)

ICT 기술을 활용한 PM 게임 지원 방안들을 설명할 때 이해를 돕기 위해, 우선 PM 게임 지원 서비스의 요청자(service user)와 제공자(service provider)를 가상적으로 정의한다. 아래 <그림 4-2>에서 볼 수 있듯이, 서비스 요청자는 PM 게임의 준비자와 참여자를 말하며, 서비스 제공자는 이후에서 설명할 여러 최신 ICT 기술을 사용하는 가상의 PM 게임 지원체계(PM Game Support System; PMGS)와 PM 게임 지원 에이전트(PM Game Support Agent; PMGS Agent)이다. AI 기능이 탑재된 SW 형태인 대화형 PMGS Agent는 서비스 요청자의 요청사항을 접수하고 이를 이해할 수 있으며, 정보시스템 형태인 PMGS의 여러 기능들과 기계적인 수준에서 상호작용함으로써 궁극적으로는 서비스 제공자가 요청한 서비스를 제공받도록 한다. PMGS는 최신 ICT 기술과 기능들을 탑재한 정보시스템으로 네트워크를 통해 다른 정보시스템(SW, DB 등)들과 연동/협력이 가능하도록 구축된다고 가정한다.



<그림 4-2> PMGS와 PMGS Agent

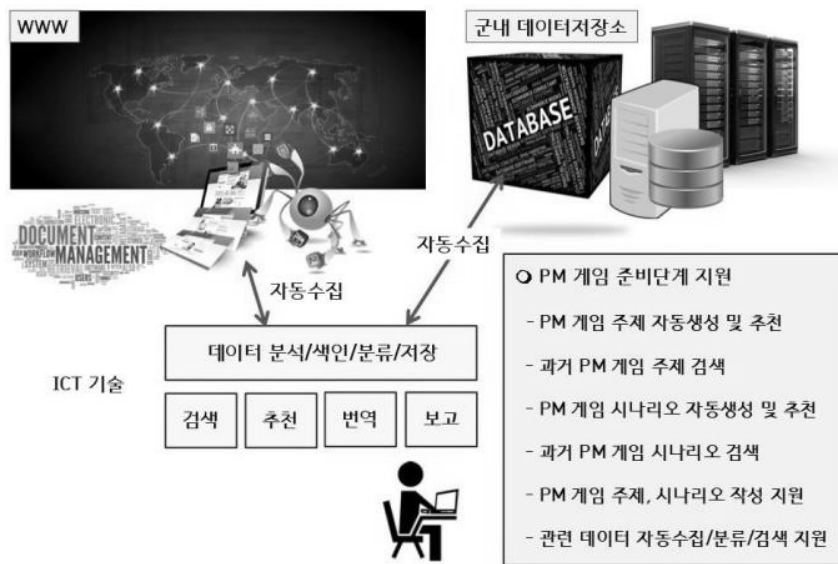
4.3 게임 준비단계 지원

2장에서 설명한 것과 같이 PM 게임의 준비단계에서는 가장 먼저 해야 할 일은 PM 게임의 주제를 설정하는 것이다. 이후, 해당 주제에 대한 광범위한 자료조사와 전문가 면담을 통해 PM 게임 진행 시에 사용할 시나리오들을 준비해야 한다. 또한, PM 게임에 참여할

인원을 편성해야한다; 참여이원의 편성은 게임 진행단계의 초기에 할 수도 있으나 본 연구에서는 게임 준비단계에서 설명하기로 한다.

4.3.1. PM 게임 주제 및 시나리오 준비 지원

PM 게임의 기획자가 게임의 주제 선정과 관련된 사나리오 작성을 준비할 때 별도 정보 시스템의 지원없이 주로 수작업으로 진행되므로 ICT 기술을 활용하여 준비단계 여러 작업을 다음과 같이 자동화/효율화할 수 있다(〈그림 4-3〉 참조).



〈그림 4-3〉 PM 게임 주제 및 시나리오 준비 지원

• 현안 안보이슈에 대한 PM 게임 주제 자동생성, 추천 및 작성 지원

매년 PM 게임을 준비할 때 현안 안보이슈와 관련된 게임 주제를 고려할 수 있다. 이를 위해 인터넷 또는 인트라넷에 공개/공유된 최근 인터넷 기사, 논문, 연구보고서 등의 여러 종류의 디지털 정보들을 자동 수집하고 내용을 분석하여 PM 게임 주제에 적합한 국방 안보 현안 이슈들을 자동으로 목록화하여 추천하여 게임 기획자에게 제공할 수 있다.

이때, 요청자는 게임 주제 자동생성 및 추천 시, 원하는 키워드, 자료 수집/분석 기간, 주제문의 형태, 주제 추천 개수 등 원하는 요청사항을 설정하여 PMGS Agent를 통해 지

시할 수 있다. 이러한 요청은 최근 AI 챗봇에도 활용되는 대화형 검색을 통해 PMGS Agent와 여러 단계에 걸쳐 요구사항이 구체화되어 보다 정확한 추천 결과를 받을 수 있도록 할 수 있다. 또한, 목록화된 주제 대안들에 대해 게임 기획자는 직접 검토 후 수정/보완하여 최종 주제를 확정할 수 있도록 지원할 수도 있다.

• 주제와 관련된 게임 시나리오 자동생성, 추천 및 작성 지원

주제가 선정되고 나면 주제와 관련된 시나리오를 지원한다. 게임 시나리오의 준비 지원은 주제의 준비 지원에 비해 내용의 복잡도와 분량에 비례하여 훨씬 어렵고 복잡할 수 있다. 주제를 자동생성하고 추천할 때와 유사하게, 시나리오의 형태를 설정하여 PMGS Agent를 통해 요청하면 게임 시나리오 초안을 자동으로 작성하여 제공한다. PM 게임 기획자는 시나리오 초안을 참고하여 필요한 경우 추가 연구를 통해 시나리오를 완성할 수 있으며 향후 활용을 위해 DB에 저장한다. 또한, PM 게임의 진해 과정에서 1개 이상의 시나리오가 필요할 수 있기 때문에 필요한 개수만큼 작성을 지원할 수 있도록 지원한다. 각 시나리오별로 관리할 수 있는 정보 항목으로는 제목, 내용, 관련 참고자료(논문, 기사, 서적, 동영상 등) 등이며, 모두 데이터베이스 및 스토리지 장치에 저장하고 또한 검색이 용이하도록 색인/분류하여 구축한다.

• 과거 PM 게임 주제 및 시나리오 검색 제공

과거 수행되었던 PM 게임 주제들과 관련 정보를 DB화하여 쉽게 검색할 수 있도록 지원(DB구축, 검색기능)할 수 있다. 또한, 게임 참여인원이 원격에 있을 수 있다면, 원격 검색이 가능하도록 지원한다. Cloud 환경을 제공하여 여러 종류의 단말기(PC, 스마트폰 등)에서 유무선 네트워크를 통해 접속하여 서비스를 이용할 수 있도록 구축할 수 있다. 이러한 기능이 지원되는 경우, PM 게임 참여범위를 안보과정 분임인원 외에도 필요한 경우 군·내외 외부인원을 참여하도록 할 수 있다.

• 주제/시나리오와 연관된 각종 디지털 참고자료 자동수집 및 검색 제공(외국어 자동번역 기능 포함)

선정된 주제와 시나리오 준비에 사용한 참고자료들 또는 그에 관련하여 PM 게임 진행관에 도움이 될 자료들을 인터넷과 자체 보유/연동 데이터 저장소(data repository)를 통

해 자동수집기술을 활용하여 수집하고, 게임 참가 인원들이 검색을 용이하게 할 수 있도록 색인/분류하여 DB로 구축한다. 또한, 외국 문서 및 음성/동영상 자료는 자동 번역 기술을 활용하여 번역 자료를 함께 제공할 수 있다.

이와 같은 일들은 3장에서 소개한 인터넷에 공개된 데이터를 수집하는 Crawling 기술, 서버와 같은 Storage나 Data repository 등에 저장된 전자문서와 같은 디지털 정보의 내용을 자동으로 수집하고 색인/분류하는 기술, 이후 원하는 내용과 형태에 맞춰 report를 생산해내는 자동 reporting 제공 기술들이 포함된다. 이후에서는 사용된 ICT기술을 별도 기술하지 않으며, 2장에서 소개한 여러 ICT 기술을 활용하여 지원됨을 가정한다. 각 ICT 기술에 대한 자세한 내용은 2장에서 기술하였다.

4.3.2. PM 게임 참여자 관리 및 편성 지원

PM 게임 준비를 위해서는 주제와 시나리오 준비 이외에도, PM 게임 진행에 실제로 참여하는 인원을 편성해야 한다. 2장에서 설명한 것과 같이, PM 게임 참여인원은 통제단, 분야별 지도교수, 분임 등으로 편성되며, 이때 PMGSS는 다음을 지원할 수 있다.

• PM 게임 참여자 관리 및 활용

PM 게임에 참여하고 PM 게임 진행과정에서의 정보에 접근하고 활용하는 모든 참여인원들을 PMGSS에 등록하고 각 인원들의 정보와 권한을 함께 관리한다. 참여인원에 대한 정보를 구체적으로 등록하여 관리하면 PM 게임 진행과정에서 여러 형태로 활용이 가능하다. 예를 들면, PM 게임을 시작하기 전에 분임별로 부처 장관의 역할을 정해야 하는데, 학생 정보(소속, 경력, 학력, 전문분야 등)가 적절히 시스템 DB에 입력되어 있으면 관리자의 명령에 따라 또는 PMGSS이 그러한 정보를 참고하여 분임 인원별로 적합한 역할을 자동으로 추천하거나 임무를 부여할 수 있다. 추가로, PM 게임을 지원하는 행정인원과 PMGSS 시스템 관리인원을 포함하여 관리할 수 있다. 이에 따라, 참여인원의 구분은 교수, 학생, 행정지원, 시스템 관리 등으로 나눌 수 있다. 모든 사용자 정보는 DB로 구축하고 사용자 정보에 대해 조회, 신규 등록, 수정, 삭제 등을 할 수 있는 기능을 제공한다. 필요한 경우, 과거 참여인원 정보를 지속 유지하여 PM 게임의 과거 정보 및 현재 진행 정보를 제공할 수 있다.

• PM 게임 참여인원 편성 지원

PM 게임 참여인원 편성은 PM 게임 기획자에 의해 수기로 이루어지는데, ICT 기술을 활용하면 PM 게임 기획자가 원하는 편성 방법에 따라 또는 PMG Agent와의 대화를 통해 PM 게임 참여인원의 편성을 자동으로 하거나 초도 편성안을 제공받을 수 있다. 예를 들어, 게임 기획자가 원하는 PM 게임 참여인원 편성에 관한 정보, 즉 통제단 구성, 분야별 지도교수 인원 및 전공 특성, 분임 정보(분임 수, 분임별 인원) 등을 제시하면, PMG Agent는 이러한 정보를 바탕으로 PMGSS의 참여자 정보 DB를 검색/분석하여 자동으로 PM 게임 참여인원을 편성하여 결과를 게임 기획자에게 제시할 수 있다. 이후, 게임 기획자는 필요에 따라 편성 인원을 조정/보완하여 PM 게임 참여인원 편성을 쉽게 완성할 수 있다. 또한, PM 게임 편성 인원에 대해 아래 <표 4-1>과 같이 권한을 부여하여 이후 게임의 준비, 진행 및 종료단계에서 각 권한에 맞게 PMGSS를 활용할 수 있다. 표에 기술된 권한의 내용과 부여는 PM 게임 기획자에 의해 추가 또는 변경이 가능하다.

<표 4-1> PM 게임 참여인원에 대한 체계 권한 부여(안)

구 분	권 한
PM 게임 기획자	<ul style="list-style-type: none"> • PM 게임 시작, 진행, 종료에 대한 진행 관리 • PM 게임 편성(통제단, 분임 등)
통제단 (단장, 간사, 분야별 지도교수)	<ul style="list-style-type: none"> • PM 게임 각종 교육자료 관리 • PM 게임 상황자료 및 시나리오 자료 관리 (등록, 삭제, 수정 등) • PM 게임 강평 • 분임 지도에 대한 관리 • 분임 평가
분임(인원)	<ul style="list-style-type: none"> • PM 게임 지원체계의 제공 기능 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 정보 검색, 추천, 토의기록 조회 - 보고서 및 발표자료 작성 등
시스템 관리자/ 행정지원	<ul style="list-style-type: none"> • PM 게임 지원체계 및 DB 관리, 유지보수/개선 • PM 게임 수행 간 각종 행정 지원 등

4.4 게임 진행단계 지원

4.1에서 설명한 것과 같이 PM 게임 주제, 시나리오 등을 포함한 PM 게임 진행을 위한 모든 준비가 완료되면, PM 게임이 진행된다. 최근 3년간(2015 ~ 2017년) 국방대 국가안보 종합연습 세부교육지침서에 따르면, 최근 PM 게임은 아래 <표 4-2>과 같이 진행된다. 이러한 진행과정은 주로 수기로 진행되므로 ICT 기술을 활용하여 진행과정의 여러 부분들을 효율화/자동화할 수 있다. 4.2에서는 <표 4-2>의 PM 게임 1~6일차에서 수행되는 게임 시나리오에 대한 분임 토의/해결/연구에 대해 최신 ICT 기술을 활용한 PM 게임 지원을 시나리오 방식으로 설명한다. 참고로, PM 게임 7일차에 대한 설명은 4.3의 게임 종료단계 지원에서 설명하기로 한다.

<표 4-2> 국방대 국가안보 종합 연습의 게임실시 및 강평 일정(2017년)

일 차	시 간	교 육 내 용
PM 게임 1일차	09:00-11:50	○ 국가안보게임 개념과 관련정세(2시간)
	13:30-14:00	○ 지도교수 회의(통제단실)
	14:00-16:50	○ 분임지도, 게임요령 소개 ○ 각부 장관 임명 확인
PM 게임 2 ~ 6일차	09:00-11:50	○ 동영상 시청(총무강당) ○ Move- I / S- 1 토의 및 해결(각 분임실)
	14:00-16:50	○ 분임연구
PM 게임 7일차	14:00-16:50	○ 연습주제별 우수분임(5개조) 발표 ※ 분임별 20~30분 ○ 통제단장 종합 강평

출처 : 2017년 국방대 국가안보 종합연습 세부교육지침서

4.4.1 PM 게임 사전교육 및 참여인원 역할 선정 지원

PM 게임 진행단계 1일차가 시작되면 우선 가장 먼저 담당교수가 전체 게임 참여인원을 대상으로 PM 게임(국가안보게임)의 개념, 게임 실시 요령과 유의사항 소개, 한반도와 관련 국가/지역의 안보정세를 설명한다. 이후, 분임지도 교수의 주관 하에 분임 인원들에 대해 각 부 장관을 임명하여 PM 게임에서의 역할을 정한다. 이러한 과정에서, PM 게임 지원체계(PMGSS)는 ICT 기술을 활용하여 다음과 같은 지원할 수 있다.

• PM 게임 사전교육(준비) 지원

PM 게임 사전교육은 담당교수(1)가 전체 학생들(N)에게 교육하는 강의식으로 이루어질 것이다. 기존 교육은 주로 Presentation 또는 동영상 시청 등으로 진행될 수 있는데, 이때 담당교수에게 4.1에서 PMGSS가 자동 수집하여 저장한 PM 게임 주제와 시나리오에 관련된 각종 디지털 자료를 검색할 수 있도록 하고 제공하여 필요한 자료를 취사선택하여 교육 자료로 활용할 수 있도록 지원하고, 사전교육 자료의 내용과 형태가 규격화될 수 있다면 그에 따라 교육자료의 초안을 자동으로 작성하거나 작성을 지원할 수 있다. 또한, 외국어 디지털 자료에 대해서는 한국어로 자동 번역 기능을 제공하거나, 담당교수가 제시한 한국어 자료나 담당교수의 한국어 교육을 실시간으로 외국인 학생들에게 영어 또는 해당국어로 번역/통역하여 제공하는 것이 가능할 것이다.

- 각종 교육자료 검색/조회/추천 기능
- 교육 및 Presentation 자료 작성 지원
- 외국어 디지털 자료에 대한 실시간 자동 번역 지원
- 한국어 디지털 자료 및 담당교수의 음성에 대해 외국인 참여인원을 위한 실시간 자동 번역/통역 지원

• PM 게임 참여인원 역할 선정 및 관리(분임별 각부 장관 임명 등)

국가안보 위기사항에 대한 게임을 수행하기 위해서는 10명 내외로 구성되는 분임 인원들을 대상으로 각 부 장관을 임명하여 역할을 수행하도록 해야 하는데, 이때 게임 효과를 높이기 위해서는 해당 역할을 잘 수행할 수 있는 사람을 찾아 역할을 부여해야 할 것이다. 이를 위해, 학생 정보(소속, 경력, 학력, 전문분야, 희망 등)가 적절히 시스템 DB에 입력되

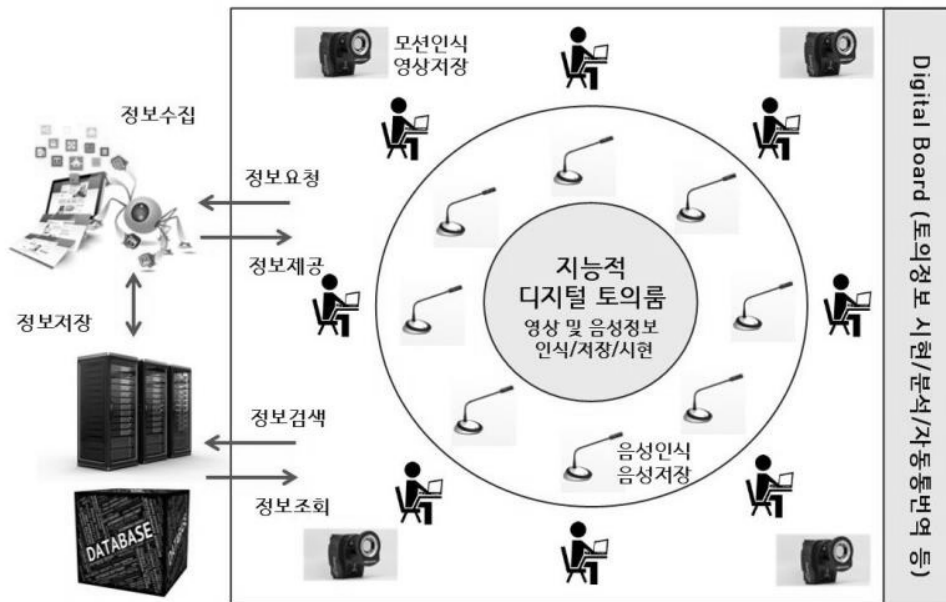
어 있다면 PM 게임 지원체계(PMGSS)는 그러한 정보를 참고하여 분임 인원별로 적합한 역할을 자동으로 추천하거나 임무를 부여할 수 있다. 또는 안보과정 1교과부터 각 분임원들이 수행해오던 역량을 평가해온 DB가 구축되어 있다면 그러한 정보를 추가로 참고할 수도 있다. 각 분임원들에 대해 최적의 역할을 PMGSS가 추천하면, 이후 분임지도교수의 결정 또는 분임원들의 의견 수렴을 통해 역할을 확정하면 된다.

최종 결정된 역할에 따라 PM 게임이 진행된다면 PMGSS는 실시간으로 각 역할 수행 정보(발언, 행동, 의사결정 등)를 저장/분석하여 이후 보고서 작성활용하거나 평가에 활용할 수도 있다. PMGSS는 과거 PM 게임 수행정보를 통해 각 역할을 맡은 인원에게 대해 과거 참고정보를 검색하도록 정보를 제공할 수도 있고, 각 역할에 맞는 수행 지침(Guideline)을 제공하여 PM 게임 수행을 원활히 하도록 도울 수도 있다.

4.4.2. PM 게임 실시/진행 지원

PM 게임에 대한 소개와 분임 내 각 부 장관 등의 역할 선정이 완료되면, 분임을 중심으로 한 본격적인 PM 게임이 시작되며, PM 게임 지원체계(PMGSS)는 여러 과정을 자동화/효율화하여 지원할 수 있다. 우선, 지원 내용을 세부적으로 설명하기 전에 ICT 기술 기반의 PM 게임 진행 지원 환경을 간략히 설명한다.

다음 <그림 4-4>는 PM 게임 진행을 지원하는 지능적 디지털 회의 환경의 예시를 나타낸 것이며, 본 연구보고서에서는 이러한 환경이 갖춰진 회의공간을 지능적 디지털 회의실(Intelligent Digital Conference Room : IDCR)이라고 명칭 하도록 한다. 즉, IDCR은 PM 게임의 분임 토의에 최적화된 디지털 회의실로 볼 수 있으며, PM 게임은 IDCR에서 진행되는 것을 가정하여 설명한다.



〈그림 4-4〉 PM 게임을 위한 지능적 디지털 회의실(IDCR)

지능적 디지털 회의실(IDCR)에서는 최신 ICT 기술을 활용하여 다음과 같은 일들이 가능하도록 구축된다. 참고로, IDCR에서 적용된 관련 ICT 기술들의 세부설명은 앞서 3장에서 기술한 내용으로 대체한다.

- ① **(음성/영상 정보의 실시간 인식/저장)** IDCR 내에 각종 음성과 영상정보의 촬영 장비가 설치되어 IDCR에서 발생하는 음성과 영상정보, 특히 PM 게임 참여인원들의 음성, 영상정보를 실시간으로 DB에 저장하며, 이후 목적에 따라 여러 형태로 분석/가공/분류되어 활용된다.
- ② **(음성/영상 정보의 실시간 분석/분류)** 저장된 음성과 영상정보는 분임 인원들이 발언을 하거나 행동을 할 때 두 가지 정보를 함께 인식/활용하여 개별 인원별로 인식하여 실시간으로 구분 저장된다. 이러한 일들은 가능한 이유는 우선 PMGSS가 각 분임원들의 식별정보(생체정보 포함)를 사전에 등록하여 저장하고, 이후 분임 토의 과정에서 발생하는 음성/영상정보를 PMGSS의 식별/분석 기능이 동작하여 처리할 수 있기 때문이다. 이렇듯 분임 토의 전 과정이 실시간으로 분석되고 디지털 정보로 저장되어 만들어진 디지털 회의록은 향후 분석 보고서 작성, 평가, 공유/활용 등을 위해 활용될 수 있다.

- ③ **(실시간 음성/행위 기반 명령 인식/실행)** IDCR에서는 회의 참여자의 음성, 행동 명령을 인식하여 PGM Agent 또는 PGMSS에 명령을 전달하여 수행하도록 한다. 또한, IDCR은 내·외부 네트워크와 연결되어 내·외부에 위치한 여러 정보시스템과의 협업이 가능하다.
- ④ **(실시간 정보 시현 기능)** IDCR에는 모든 회의내용, 정보검색/조회/분석/추천내용 등이 실시간으로 시현이 가능하도록 IDCR의 한면 또는 전체가 Digital Boardroom 형태로 구축된다. 정보 시현은 회의참여자가 원하는 대로 선택하여 시현하도록 화면을 구성할 수 있다.

상기에 설명한 IDCR 환경에서의 PM 게임 진행과정에서의 ICT 기술을 통한 지원 방안은 다음과 같다.

- **PM 게임 수행 간 실시간 디지털 회의록 생성 및 검색 제공**

PM 게임이 시작되면 PM 게임의 주제와 시나리오 따라 참여자들은 각자 역할에 맞게 토의를 하고 문제에 대한 해결방안을 논의한다. 이러한 과정에서 발생하는 모든 음성, 영상 정보는 IDCR에서 실시간으로 저장된다. 또한, 생성된 음성, 영상 정보는 모두 참여인원별로 연관되어 시간 순서대로 자동 정리되어 저장된다. 이러한 정보는 이후 시현, 검색 등의 기능을 통해 활용되며, 필요한 부분만 발췌하여 자동으로 보고서 초안 작성 기능을 지원할 수 있다. 자세한 내용은 뒤에서 추가로 설명한다.

- **각종 참고자료 자동수집, 분류, 검색 및 추천**

PM 게임을 수행하는 동안 상황을 보다 정확히 이해하고 효과적인 해결방안을 논의하기 위해 제시된 주제와 시나리오 이외에도 보다 많은 참고자료가 필요할 수 있다. 이러한 이유로, 참여인원들은 음성, 행위 명령을 통해 PGM Agent에게 필요한 정보를 자동 수집하고 적절히 분류하고 연관성이 높은 자료 순으로 추천하도록 할 수 있다. 물론 기존의 검색 방식대로 키보드, 마우스 등의 입력장치를 통해 검색할 수도 있다. 또한, 공개가 가능한 과거 PM 게임 수행자료들이 DB로 구축되었다고 가정하므로 현재 PM 게임 주제와 상황에 관련성이 있는 자료들을 빠르게 검색/조회하고 추천받을 수도 있다.

- **원격 PM 게임 참여 지원**

PM 게임 지원체계와 DB를 Cloud 형태로 구축함으로써, PM 게임 수행 효과를 높이기 위해 필요한 경우 본래 PM 게임 참여인원 이외에 군내·외의 외부 전문가 인원을 원격에서 초청하여 PM 게임 참여가 가능하도록 지원할 수 있다. 이 경우 Cloud 기술 이외에도 사용자 인증, 접근 제어, 통신 데이터의 암호화 등 적절한 보안 기술이 적용된다.

- **실시간 언어 자동 통역/번역 지원**

PM 게임의 수행은 국제 안보정세 및 주변국 동향에 대한 참고/분석이 필요한 만큼 다양한 언어로 작성된 다양한 형태(문서, PDF, PPT, 동영상 등)로 자료들에 대해 실시간 번역을 지원한다. 또한, 외국인 참여인원이 있는 경우 토의 과정을 효율화하기 위해 한국어↔외국어의 실시간 자동 통역/번역을 지원한다.

- **자동 reporting 지원**

PM 게임 수행 과정에서 논의된 내용들은 사전에 제시된 report 양식에 따라 자동 작성되어 PM 게임 참여인원에게 제공되고, 이를 참여이원들이 검토/수정/보완하도록 함으로써 최종 보고서 작성을 보다 쉽게 완성하도록 지원한다.

- **실시간 PM 게임 진행자료 시현 및 각종 통계/의사결정 지원**

PM 게임 수행 과정에서 발생하는 정보 중에서 필요한 정보들은 선택적으로 IDCR에 벽에 위치한 Digital Board에 실시간으로 시현되도록 함으로써 PM 게임 참여인원들이 활용하도록 한다. 또한, 각종 정보들에 대한 통계 자료 작성, 실시간 설문/자문 수행, 합의가 필요한 내용에 대해서는 digital voting 등 각종 의사결정지원 기능을 제공한다.

4.5. 게임 종료단계 지원

PM 게임 진행이 완료된 이후, 게임의 종료단계에서는 각 분임에서 제출한 PM 게임 결과를 바탕으로 하여 1) PM 게임 우수분임을 선정하고, 2) PM 게임결과에 대해 강평하며, 그리고 3) PM 종료에 자료 정리/폐기 등의 여러 행정처리가 필요하다. PM 게임 종료단계에서 PM 게임 지원체계(PGMSS)는 이러한 과정을 자동화/효율화하여 지원할 수 있다.

4.5.1. PM 게임 우수분임 선정 지원

PM 게임 결과를 평가하고 우수분임 선정하기 위해 다음과 같은 지원이 가능하다.

- **평가자에게 PM 게임 평가요소 및 지침 등 가이드라인 제공**

평가자들이 PM 게임 지원체계 상에 기 정의된 PM 게임 평가요소와 지침 등의 평가 가이드라인을 볼 수 있도록 함으로써 공정한 평가 수행이 되도록 지원한다. 이러한 가이드라인은 평가 수행시 시스템에서 준용여부를 평가자에게 알림으로써 바른 평가를 유도할 수 있다.

- **PM게임 진행 간 중간평가정보 및 디지털 회의록 검색 제공**

PM 게임 수행의 전 과정이 디지털 정보로 저장되며 중간 평가되므로 이러한 정보를 최종 평가시 평가자들에게 제공하여 지원한다.

- **PM 게임 우수분임 추천 및 결정 지원**

PM 게임 진행간 자동 생성된 디지털 회의록, 중간평가정보, 평가 가이드라인 및 평가자가 제시한 추가 고려요소 등을 종합하여 PMGSS가 자동으로 평가하여 우수분임을 추천하여 결정을 도울 수 있다.

4.5.2. PM 게임 분임별(우수분임) 결과발표 및 강평 지원

PM 게임 결과 선정된 우수분임의 결과 발표와 최종 강평 수행에 대해 다음과 같은 지원이 가능하다.

- **우수분임 발표자료 작성 지원**

분임 PM 게임 결과보고서를 바탕으로 발표자료(PPT slide 등)의 규격을 제시하면 발표자료 초안을 자동으로 생성하여 제공하여 발표자료 작성을 지원할 수 있다. 발표자료에 사용되는 각종 참고자료 검색, 추천 역시 가능하다.

- **우수분임 발표 및 강평 내용에 대한 저장 및 향후 검색에 활용**

우수분임의 발표내용과 통제단장의 강평 내용은 음성, 영상장치를 통해 실시간으로 인식되고, 분석 후 다양한 형태의 디지털 정보로 DB로 저장되어 향후 검색이 가능하도록 한다.

- **실시간 원격 시청 및 질의응답 지원(음성, 화상, 문자/화면 등)**

필요한 경우, 우수분임의 발표와 통제단장의 강평을 네트워크를 통해 시청할 수 있도록 지원하며, 원격 시청자들의 질의/응답을 음성, 화상, 문자/화면 등 다양한 형태로 시현하여 소통이 원활하도록 지원할 수 있다.

4.5.3. PM 게임 종결처리 지원

PM 게임 우수분임 발표 및 최종 강평이 완료되면 PM 게임 종료(종결)를 위한 자료 보관/폐기 등을 포함한 모든 행정처리를 다음과 같이 지원한다.

- **PM 게임 참여인원 등록 해제, 권한회수 및 보관(또는 폐기)**

PM 게임에 참여한 전 인원을 등록 해제하고 권한을 회수하여 정보시스템 상의 PM게임 진행을 종료한다. 향후 참고 목적으로 PM 게임에 참여했던 인원의 정보는 유지 또는 폐기할 수 있다.

- **PM 게임 자료의 보관 또는 폐기**

PM 게임 수행 간에 발생한 자료는 기본적으로 시스템에 보관되도록 할 수 있으며, 필요시 암호화하고 접근 권한을 설정하여 비인가자가 접근할 수 없도록 한다. 공개 가능한 게임 자료는 Cloud에 중앙 또는 분산 보관하여 부하 분산(Load Balancing)을 통해 권한이 있는 사람들이 편하게 접근/검색 활용하도록 하고, 필요한 경우 자동 배포할 수도 있다. 반면에, 불필요하거나 민감한 게임 자료의 경우에는 정보보호 기술을 활용하여 복구가 불가능하도록 완전 폐기한다.

5. 결론

ICBM(IoT, Cloud, Big Data and Mobile)과 AI(Artificial)를 대표로 하는 ICT (Information and Communication Technology) 기술의 지속적이고 폭발적인 성장과 실제 적용이 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 최신 ICT 기술은 기존에 다소 아날로그 방식으로 수행되고 있는 국방대 PM 게임의 수행과정에 적용하여 지원한다면 PM 게임의 효과를 크게 제고할 수 있다.

이러한 목적으로, 본 연구에서는 다음의 세 가지를 수행하였다.

우선, 국방대 PM 게임의 수행과정과 결과 활용에 대해 조사/분석하였다. 이를 통해 PM 게임 수행과정에서의 제한사항을 확인함으로써 ICT 기술을 활용한 개선 및 지원 가능 부분들을 식별하였다.

다음으로, 최신 ICT 기술 동향과 적용 사례를 조사하였다. 이러한 기술들에는 ICBM과 AI 기술, 그리고 정보화의 역기능을 막는 정보보호 및 보안기술이 포함되며, 정보들의 자동 수집, 인식, 저장, 가공, 분석, 검색, 전달, 공유 등의 관점에서 이해가 쉽도록 그룹화하여 정리하였다.

마지막으로, 최신 ICT 기술을 활용한 국방대 PM 게임 지원방안을 연구하여 제시하였다. PM 게임 수행방식을 개선하거나 새로운 방식을 제안하여 기존의 PM 게임 수행을 자동화/효율화하거나 효과를 개선할 수 있는 방안들을 연구하여 제시하였으며, 현 국방대 PM 게임 수행방식을 참고하여 이해를 쉽도록 하기 위해 가급적 시나리오 방식으로 설명하였다.

본 연구 내용이 향후 PM 게임 지원체계(가칭)의 구축을 계획하거나 사업을 추진할 경우 관련 아이디어를 제공하거나 제안요청서 작성을 위한 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 생각되며, 그에 따라 국방 그리고 국가안보 발전에 조금이나마 기여하길 기대한다.

참고 문헌

- [1] 국방대학교, “국방부 PM게임(회의록),” 2013.
- [2] 문장렬 등, “국가안보게임 - '12모의연습,” 국방대학교, 2012.
- [3] 국방대학교, “'17 국가안보게임 참고자료집,” 2017.
- [4] 국방대학교 안전보장대학원, “국가안보 종합 연습(세부교육지침서),” 2017.
- [5] 국방대학교 안전보장대학원, “국가안보 종합 연습(세부교육지침서),” 2016.
- [6] 국방대학교 안전보장대학원, “국가안보 종합 연습(세부교육지침서),” 2015.
- [7] 강동수, 김경수, 조남석, “군사과학정책연구,” 국방대학교 국가안전보장문제연구소, 2017.
- [8] Michael Negnevitsky, "Artificial Intelligence," Addison-Wesley, 2017.
- [9] 이광형, 조충호, “인공지능개론,” 홍릉과학출판사, 2000.
- [10] 네이션 마츠, 제임스 워렌, “빅데이터,” 정보문화사, 2016.
- [11] 송태민, 송주영, “빅데이터 연구,” 한나래 아카데미, 2015.
- [12] 이상한, 정영훈, “빅데이터 시스템 구축 가이드,” 프리렉, 2015.
- [13] 바이런 엘리스, “실시간 분석의 모든 것,” 한빛미디어, 2015.
- [14] 조원경, “한 권으로 읽는 디지털 혁명 4.0,” 로크미디어, 2018.
- [15] 정지형 등, “공공수요형 IDX 추진을 위한 산업환경 및 생태계 분석,” ETRI Insight Report, 2017.
- [16] William Stallings, "Network Security Essentials : Applications and Standards," Pearson, 2017.
- [17] Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar, "Introduction to Data Mining," Addison Wesley, 2006.
- [18] 최지혜, 이선희, “음성인식 AI 비서 시장의 현황과 시사점,” 정보통신방송정책, 2017.
- [19] 문현준, 민경복, “딥러닝 기법을 이용한 인공지능 기반의 소비자 선호도 분석 시스템 (기술동향자료),” 연구보고서, 정보통신기술진흥센터, 2017.

연 · 구 · 보 · 고 2 · 0 · 1 · 8

텍스트마이닝을 활용한 Pol-mil 토의내용 토픽화 방법론 연구

문 호 석
(국방대학교 교수)

2018. 12.



국방대학교 국가안전보장문제연구소

목 차

요약문	1
제1장 연구개요	2
1.1 연구 배경	2
1.2 연구목표 및 선행연구	3
1.3 연구 범위	3
1.4 연구 방법 및 절차	4
1.5 선행연구와의 차별성과 기대효과	4
제2장 Pol-mil 소개	6
2.1 Pol-mil 개념	6
2.2 Pol-mil 구성	7
2.3 Pol-mil 진행 방식과 절차	9
제3장 텍스트마이닝 소개	11
3.1 텍스트마이닝 개념	11
3.2 텍스트마이닝 방법과 절차	12
제4장 국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝 활용 방안	26
4.1 국방대 Pol-mil 현재 진행과정 및 개선 소요	26
4.2 국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝 적용 방안	28
4.3 텍스트마이닝 활용 위한 시스템 차원의 사전 조건	29
4.4 국방대 Pol-mil에 진행 개선안	31

제5장 Pol-mil 가상 적용 사례	33
5.1 팀별 토의자료	33
5.2 토의자료 분석 결과	34
제6장 결론	39
참고 문헌	40
[붙임] 텍스트마이닝에 사용된 R 코드	41

〈그림 목 차〉

〈그림 1-1〉 연구 절차	4
〈그림 2-1〉 Pol-mil 주요 구성의 관계와 역할	7
〈그림 3-1〉 텍스트마이닝 절차	11
〈그림 3-2〉 텍스트 문서 예	11
〈그림 3-3〉 단어 빈도수 막대그래프	12
〈그림 3-4〉 워드클라우드 예	13
〈그림 3-5〉 LDA 모형의 판 표기법	18
〈그림 3-6〉 사드 주제관련 TDM 행렬 예	22
〈그림 3-7〉 사드 주제관련 연관성 분석도	23
〈그림 3-8〉 사드 주제관련 사회연결망 분석도	25
〈그림 4-1〉 국방대 Pol-mil 현 진행과정	27
〈그림 4-2〉 참여팀 토의실 구성도	28
〈그림 4-3〉 텍스트마이닝을 적용한 국방대 Pol-mil 진행 개선안	31
〈그림 5-1〉 4개조의 토의결과 텍스트 파일	33
〈그림 5-2〉 1조 토의 내용 분석 결과	35
〈그림 5-3〉 2조 토의 내용 분석 결과	36
〈그림 5-4〉 3조 토의 내용 분석 결과	36
〈그림 5-5〉 4조 토의 내용 분석 결과	37

〈표 목 차〉

〈표 3-1〉 TDM의 예	14
〈표 3-2〉 세 개 문서의 TF 행렬 예	16
〈표 3-3〉 세 개 문서의 단어별 IDF 값	16
〈표 3-4〉 세 개 문서의 TF-IDF 행렬	17
〈표 3-5〉 토픽 분석의 예	20
〈표 3-6〉 핵심단어의 co-occurrence 행렬 예	22
〈표 4-1〉 국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝 적용 위한 시스템적 소요 정리 ...	30
〈표 5-1〉 각 팀별 핵심단어 추출 결과	34

요 약 문

제1장 연구개요

1.1 연구 배경

Pol-mil(Politico-Military) Game(이하 Pol-mil)'은 '정치-군사 연습'이란 뜻으로 위기사태 상황의 군사적 측면뿐만 아니라 '정치·경제·외교·사회·문화' 등 다양한 측면에서 '전쟁 위기'를 관리하는 모의 연습을 의미한다. 군사작전의 실효성을 높이기 위해 사전에 심층 분석해 얻어진 전략 상황을 숙달하고 이의 타당성을 평가하는 과정을 거친다.

국방대학교에서는 매년 안보과정¹⁾의 교과과정에 Pol-mil을 포함하여 시행하고 있다. 대령이상이 군인과 국장급 이상의 공무원 그리고 본부장 이상의 공공기관 인원으로 구성된 안보과정에서 앞으로 있을 수 있는 국가 위기 상황에 대비하여 Pol-mil을 매년 지속하는 것은 국가 안보에 있어서 아주 중요한 것이다. 안보과정의 학생들은 현재 뿐만 아니라 장차 정부기관, 군 그리고 공공기관에서 중요한 의사결정자들이 될 것이기 때문에 Pol-mil을 통해 국제정세와 한반도를 둘러싼 정치-군사적 상황을 이해하는 '전략적 마인드'를 배우게 된다.

우리나라와 같이 북한의 위협과 강대국들의 도전 가운데 있는 상황에서 Pol-mil은 실제적인 국가 위기 시에 중요한 의사결정을 연습할 수 있는 수단이다. 이러한 중요한 의미를 지닌 Pol-mil에 국방대학교 안보과정에서 주기적으로 우수한 인력들이 참여하고 실시하고 있는데, 몇 가지 아쉬운 점들이 있다. 첫째, Pol-mil에서 이야기 되는 중요한 텍스트 내용들에 대한 과학적인 분석이 미흡하다. Pol-mil 진행 간에 토의되고 결정되는 내용들에 대해서 실시간으로 분석하는 것은 두 번째라고 하더라도 Pol-mil 후의 수집된 텍스트 데이터를 이용한 계량적인 분석도 제대로 이루어지고 있지 않은 현실이다. 둘째, Pol-mil 진행 간에 토의되고 이야기되는 내용들에 대한 정량적인 분석이 참가자들에게 제공되고 있지 못하다. 참가자들 간에 토의되는 내용들에 대해서 어떤 주제들에 대해서 어떠한 이야기가 많이 다루어지고 있는 지에 대한 정보제공이 필요하다. 셋째, Pol-mil 토의내용들을 텍스트 형태로 구축할 수 있는 시스템적인 지원이 필요하다. Pol-mil 참여자들이 마이크를 통해서 이야기하는 내용들이 텍스트형태로 컴퓨터에 자동으로 저장되어 텍스트 분석을

1) 민·관·군 고급간부들에게 국가안보 현실에 대한 심층적 이해 증진, 제 분야 국가안보 역량과 비전에 대한 교육·연구 및 분석을 통해 해당 분야의 안보정책 관리 전문가를 육성하는 과정

할 수 있는 여건이 갖추어야 한다. 이를 위해서 음성정보를 텍스트정보로 자동화 시킬 수 있는 시스템과 텍스트정보를 담을 수 있는 DB가 구축되어 있어야 한다.

앞에서 이야기했던 세 가지 가운데 시스템적인 지원 부분을 제외하고 나머지 두 가지는 텍스트마이닝 분석을 통해서 지금보다 한 단계 높은 수준의 Pol-mil 효과를 기대할 수 있을 것이다.

1.2 연구목표 및 선행연구

본 연구의 목표는 Pol-mil 토의내용을 텍스트마이닝을 통해서 과학적으로 분석하여 토의내용에서 다루어지는 중요한 토픽을 찾아내고 정보화하는 방법론을 제시하는 것이다 [3]. 방법론에는 Pol-mil 종료 후에 Pol-mil에서 전반적으로 다루어진 토의내용에 대한 텍스트마이닝을 활용하여 사후 분석을 하는 것과 Pol-mil 실시간 토의내용을 토픽화 하는 두 가지 방안이 포함되어 있다.

텍스트마이닝과 관련된 연구는 다양한 분야에서 활용되고 있다[4,5,6]. 텍스트로 구성된 어떤 내용에 대해서도 텍스트마이닝을 통해서 정량화 하는 방법들이 많이 개발되어 있다. 그러나, Pol-mil에 직접적으로 적용된 경우와 Pol-mil과 같은 토론 내용들에 대해서 텍스트마이닝을 적용하여 토의내용을 토픽화 하는 시도는 제안자가 조사한 범위 내에서는 존재하지 않았다. 특히 토론내용을 실시간적으로 토픽화 하여 참가자들에게 정보를 제공 해 주는 시도도 기존연구에서는 없었다.

1.3 연구 범위

본 연구의 범위는 크게 세 가지이다.

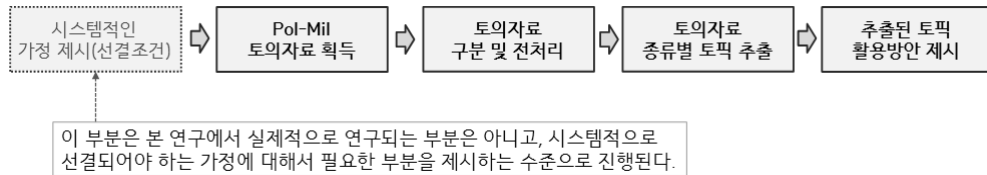
첫째, 텍스트마이닝 방법론 Pol-mil에 적용하기 위한 Pol-mil 지원 시스템 조건을 제시하는 것이다. Pol-mil에서 진행되는 이야기들이 텍스트마이닝을 통해서 정리되고 의미 있는 토픽으로 제공되기 위해서는 실시간에 가까운 데이터 수집 및 처리가 이루어질 수 있는 환경이 되어야 한다.

둘째, Pol-mil 토의자료에 대한 핵심단어 구축 및 토픽을 추출 방법과 적용한 사례를 제시한다.

셋째, 추출된 토픽을 Pol-mil에 적용하는 방안을 제시한다.

1.4 연구 방법 및 절차

연구 목표를 달성하기 위한 방법으로는 먼저 Pol-mil과 텍스트마이닝에 대한 기본적인 개념 소개하고, Pol_Mil에 필요한 텍스트마이닝 소요에 대해서 구체적으로 정리한다. 그리고 Pol-mil에 텍스트마이닝 소요를 충족하기 위한 텍스트마이닝 적용 방법론에 대해서 본 연구에서 다루고, 가상 사례를 만들어 Pol-mil에 텍스트마이닝을 적용하는 사례를 제시한다.



〈그림 1-1〉 연구 절차

이러한 연구 방법은 〈그림 1-1〉과 같은 연구 절차를 통해서 이루어진다. 그림에서 시스템적인 가정 제시 부분은 본 연구를 Pol-mil에 실제로 적용하기 위해서 갖추어야 할 사전 준비에 관한 부분이다. 본 연구에서는 이 부분을 어떻게 해결해야 하는지에 대한 실제적인 부분을 다루지는 않고 갖추어야 할 것들에 대한 선결조건들로 다룬다. 실제적인 부분들은 전산 전문가가 실시할 필요가 있는 다른 연구를 통해서 진행되어야 한다.

1.5 선행연구와의 차별성과 기대효과

1.5.1 선행연구와의 차별성

본 연구가 갖는 선행연구와의 차별성 및 독창성은 크게 두 가지이다. 첫째, 텍스트마이닝을 Pol-mil에 적용하여 Pol-mil을 정량적으로 분석하려는 최초의 시도이다. 다양한 분야에 텍스트마이닝 방법론이 적용되었으나 Pol-mil과 같은 토의와 의사결정에 적용된 점은 연구진의 조사에 의하면 없었다. 둘째, Pol-mil의 주요 내용을 지속적으로 저장하고 계량적으로 분석하여 Pol-mil에 대한 단기적인 분석뿐만 아니라 장기적인 분석이 가능하도록

록 여건을 마련한다는 점이다. 기존 Pol-mil은 일회성적으로 참여하는 인원들이 Pol-mil을 한 번 경험하는 수준에 머물렀다.

1.5.2 기대효과

첫째, Pol-mil을 정량적으로 분석할 수 있는 여건을 마련하는 것이다.

Pol-mil 토의내용을 저장하고 관리하는 방향과 토의내용을 분석할 수 있는 텍스트마이닝 방법들이 본 연구에서 제시되어 이를 통해 Pol-mil 토의 내용에 대한 정량적인 분석을 할 수 있는 방법론 적인 여건이 마련될 것이다.

둘째, 본 연구에서 제안하는 실시간 텍스트마이닝 방법론이 적용된다면, 실시간으로 토의내용의 요약 정보를 제공하여 Pol-mil에 활기를 부여할 수 있을 것이다.

Pol-mil 참여자들의 발언이 실시간으로 화면에 제공되고 참여자 모두가 보게 되고 공유하게 됨으로, 기존에 소리로만 들었던 내용들이 시각화 되어 나타남으로 Pol-mil에 활기가 띄게 되고 적극적으로 토의가 진행되어 Pol-mil이 더욱 활기가 넘치게 진행될 것이다.

셋째, Pol-mil 진행자와 참여자들의 진지한 참여를 독려하는 것이다.

본 연구에서 제안하는 방법론들이 Pol-mil에 적용된다면, Pol-mil 진행자와 참여자들이 자신들의 발언에 대해서 feed-back을 받게 되고 정량적으로 공개되게 된다. 이를 통해서 보다 진지하게 Pol-mil에 참여하게 되고 사전 준비면에서도 질적인 향상이 있을 것이다. 이런 효과들은 전반적으로 Pol-mil의 질적인 수준면에서 큰 향상을 가져올 수 있을 것이다.

넷째, Pol-mil의 수준향상에 기여하는 것이다.

지속적으로 분석된 결과를 통해서 Pol-mil의 목적과 달성하고자 하는 목표를 달성했는지에 대한 정량적인 평가가 가능하게 된다. 이를 통해서 부족한 부분을 보충하고, 추가로 필요한 새로운 시도 등을 Pol-mil에 적용하려는 동기를 제공할 것이다. 이를 통해서 Pol-mil의 질적인 수준이 크게 향상될 것이다.

제2장 Pol-mil 소개

2.1 Pol-mil 개념

Pol-mil은 국가 차원의 위기를 관리하기 위하여 정치 및 군사, 정책 분야의 최고 수준의 역량이 투입되어 실시하는 상황 묘사게임으로 이를 통해서 최종적으로는 국가 정책 혹은 전략을 수립하기 위한 것이다.

Pol-mil은 군사적인 상황을 고려하여 실시하는 각종 군에서의 게임과는 본질적으로 차이가 있다. 군에서의 게임은 대표적으로 연합연습이나 각종 훈련들은 작전적 수준 혹은 전투 수준에서 행해지는 쌍방의 교전행위를 묘사하는 게임이다. 그러나 Pol-mil은 이런 군사적인 연습과 훈련들과는 다른 수준에서 행해지며 군사 문제만을 다루는 것이 아니고, 정치·외교·군사·경제 등 국가의 모든 분야 즉 정부가 행하는 모든 분야를 다루고 있다. 그렇기 때문에 Pol-mil의 참여자들은 이런 정부의 모든 기능을 대표할 수 있는 사람 또는 그러한 역할을 할 수 있는 전문가 또는 대리인들이 참여하게 된다. 다만 교육목적 상 이러한 역할을 참여하는 교육자들에게 부여하는 경우도 있다. 누가 참여하든지 참여자들은 자신들이 국가의 주요 정책을 결정하는 결정자로 인식하여야 한다.

대한민국에서 실시되는 Pol-mil에는 국방부 주관으로 실시하고 있는 한미 Pol-mil, 합참과 연합사가 주관하는 연합연습간 Pol-mil, 국방대학교에서 안보과정 학생들을 대상으로 교육 목적으로 실시하는 안보과정 Pol-mil 등이 있다.

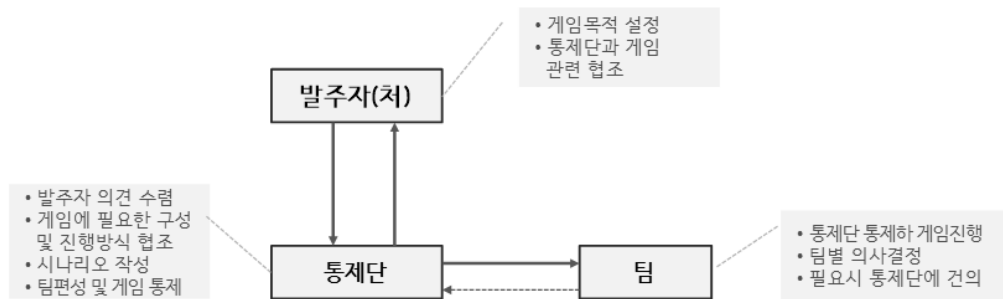
국가 의사결정과 관련된 앞으로의 일들을 결정하는 중요한 Pol-mil에 대해서 국내에서의 관심은 매우 적다. 이런 이유 중의 하나는 대한민국에서 실시되는 Pol-mil은 3가지의 경우 밖에 없으며 그것도 매년 한 번씩 실시되기 때문에 소요 자체가 없기 때문이기도 하다. 그러나 많은 국가에서는 위기관리의 중요한 연습 수단으로 안보 및 국방정책 개발이나 정책의 효용성 검토에 불가결한 요소로 인식되고 있다. 일부 국가 교육 기관과 대학원 과정에서는 정치·군사게임을 교육에 활용하고 있기도 하다.²⁾

2) <http://casl.ndu.edu/References/Lectures-on-Strategic-Gaming>

2.2 Pol-mil 구성

Pol-mil은 아직 나타나지는 않았지만 나타날 수 있고, 나타나게 되면 국가의 의사결정에 따라서 향후 결과가 크게 달라질 가능성이 높은 상황에 대해서 미리 가정하고 그에 대해서 전문가들이 미리 고민하고 생각해 보는 과정 중의 하나이다.³⁾ 이를 통해서 실제로 상황이 발생했을 때에 미리 생각해보고 고민해 본 내용들로 인해서 당황하지 않게 되고, 합리적인 의사결정을 할 가능성이 높게 될 것이다.

Pol-mil의 구성도 위와 같은 목적을 달성하기 위해서 필요한 요소들로 이루어져야 한다. Pol-mil의 일반적인 구성은 게임을 구성하는 팀과 통제단, 시나리오, 그리고 지원시설로 되어 있다.



〈그림 2-1〉 Pol-mil 주요 구성의 관계와 역할

Pol-mil이 실행되기 위해서는 발주자(처)가 Pol-mil을 하겠다고 발주하여야 한다. 발주자는 Pol-mil를 통해서 얻고자 하는 목표를 정하고 이 목표를 위한 게임목적을 설정하여 통제단에게 제시하여야 한다. 통제단은 이러한 발주자의 요청에 따라서 게임을 설계하고 준비하며 게임 진행을 통제하고 게임을 관리하는 역할을 수행한다. 통제단은 발주자와 긴밀하게 연락하고 협조하여 팀의 구성이나 적합한 시나리오를 작성한다. 통제단은 발주자의 요청에 따라 팀의 구성원을 결정하지만, 필요시에는 팀 구성원에 꼭 포함시켜야 할 인원을 요청할 수도 있다. 예를 들어 전직 외교관이나 장성 등을 팀구성에 포함시킴으로써 Pol-mil에 참여하는 참여자들의 게임 진행과 의사결정에 도움을 줄 수도 있다. 특히 이러

3) Lincoln P. Bloomfield, *The Foreign Policy Process A. Modern Primer* (Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1982).

한 현장 전문가들을 Pol-mil에 참여시킴으로 위기 상황에서 필요한 의사결정에 관한 중요한 것들을 배울 수 있기도 하다. 그러나 이러한 결정은 발주자에서 최종적으로 하게 된다. 왜냐하면 참여자가 증대됨에 따른 예산이나 기간 그리고 보안 상에 문제 등이 발생할 수 있기 때문이다.

통제단은 시나리오를 작성해야 한다. Pol-mil 성과는 시나리오를 어떻게 작성하느냐에 따라 달라진다. 이를 위해서 통제단은 발주자(처)와 긴밀한 협조 가운데 발주자(처)의 요구가 최대한 반영되어 Pol-mil의 목적이 달성될 수 있도록 시나리오를 작성해야 한다. 여기서 말하는 시나리오는 Pol-mil을 전체적으로 진행하기 위한 것을 말하는데, 이 시나리오는 몇 개의 Move라고 하는 것으로 구성되어 있다. Move는 소단위 주제라고 할 수 있는데, Move가 바뀔 때마다 게임에서 토의되는 내용이 바뀌는 것이다. 참여자들은 Move 단위로 의사결정을 하게 된다.⁴⁾ Move의 수와 Move의 수준에 따라서 전체 Pol-mil의 진행 시간이나 수준들이 결정된다고 볼 수 있다.

팀원들은 통제단에서 발주자(처)와 최종적으로 협조한 사항을 기초로 구성된다. 여기에는 Pol-mil의 목적에 맞게 외교, 군사, 경제 등 국가운영에 꼭 필요한 사항들을 다룰 수 있는 사람들로 구성된다. 각 분야의 의사결정자들이 참여하면 좋겠으나, 의사결정자들의 일정상 참여가 제한되기 때문에 증견실무자들이 주로 참여하여 진행하고 필요 시에 의사결정자들이 일부분 참여하기도 한다. 의사결정자가 전혀 참여 못하는 경우도 많은데 Pol-mil 간에 논의됐던 중요 사항에 대해서 참여자가 의사결정자에게 꼭 알려줄 필요가 있다.

Pol-mil의 구성요소 중에 시설환경도 중요한 부분이다. 환경이 잘 구비 되었을 때 Pol-mil이 효율적으로 진행될 수 있다. 이러한 환경들은 궁극적으로 Pol-mil 참여자들이 가상의 시나리오로 진행되는 상황을 현실로 받아들여 게임에 몰입할 수 있도록 도움을 주는 것이다.

Pol-mil을 위한 기본적인 시설로는 게임실, 통제실, 강당 등이 필요하다. 게임실에서는 참가자들이 토의를 진행하게 되는데, 이를 위해서 테이블, 토의 기록용 노트, 상황판, 자료 검색용 인터넷, 마이크, 토의 상황 기록용 화이트보드 또는 차트, 그리고 대형 모니터(본 연구에서 제시될 실시간 토의 내용들을 제공하기 위한 목적) 등이 게임실에 기본적으로 준비되어야 한다. 또한, 게임 진행을 보조하거나 토의되는 내용을 기록에 남기기 위한 속기 인원(음성자동 인식 시스템으로 대체 가능)을 배치할 수 있으며, 프린터와 복사기 그리

4) Margaret M. McCown, "Strategic Gaming for the National Security Community," *Joint Force Quarterly*, No. 39, (2005), p. 36.

고 음료 및 간식 등을 비치하는 것도 필요하다. 게임실에 기본적으로 준비되어야 하는 것에 추가하여 통제실에서 각 게임실의 상황을 실시간으로 확인할 수 있도록 CCTV가 마이크 시스템과 함께 설치될 필요도 있다. 통제실에서 게임실에 방문하거나 통제실 요원들을 추가적으로 배치하지 않아도 CCTV를 통해서 확인할 수 있게 된다. CCTV를 활용해서 좋은 점은 통제실에서 게임의 진행을 방해하지 않고 상황을 확인할 수 있다는 것이다.

강당은 모든 참여자들이 동시에 모여서 공통적으로 필요한 사항과 공유해야 할 사항을 전달하거나 또는 토의를 해야 하기 때문에 필요하다. 특히 게임 시작 전에 전체 교육이 필요하고, 또한 게임에 대한 평가를 하게 될 때에 모든 게임자들이 한 자리에 모일 때에 효과가 증대된다.

통제실은 전체 게임을 진행하고 관리하는 기능에 부합하도록 독립적인 방이 필요하고, 게임실과 적절하게 떨어져 있으면서 각 게임실의 상황을 모니터하고 필요한 메시지를 전달할 수 있을 정도의 거리 안에 배치되어야 한다. 통제실에서는 게임을 시나리오를 통해서 진행하게 되는데, 시나리오는 인편을 게임실에 전달되거나 아니면 LAN을 통해서 전달된다. LAN을 통해서 통제실과 게임실이 의사소통을 하려면 LAN망이 사전에 구축되어 있어야 한다. 이를 통해서 통제실에서 게임실로 메시지를 전달하게 되고, 게임실에서는 추가적인 상황이나 게임 진행상 의문점 또는 통제단의 도움이 필요한 사항에 대해서 통제실에게 요구할 수 있어야 한다. 통제실과 게임실 간에는 유선전화, 네트워크, 그리고 CCTV망 등의 선로가 구축되어 있어야 한다.

2.3 Pol-mil 진행 방식과 절차

Pol-mil은 팀 간의 상호작용 여부에 따라 일방게임과 쌍방게임 방식으로 구분할 수 있다. 일방게임은 시나리오에 따라 게임을 진행하며 다른 팀에 영향을 주지 않고 독립적으로 진행된다. 쌍방게임은 게임을 참여하는 팀 간에 영향을 주는 게임방식으로, 한 팀에서 한 의사결정이 다른 팀에게 전달되어 서로 영향을 주게 된다. 일방게임이 정해진 시나리오에 따라서 진행되어 가는 것이라면 쌍방게임은 참여팀들의 의사결정에 따라서 시나리오가 계속 변화 발전되어 가며 유동적으로 게임이 진행된다. 일방게임은 게임이 진행되는 면에서 참여자들에게 쉬운 Pol-mil 진행 방식으로 상대적으로 시간이 적게 들고 교육진행용으로 사용되기가 용이하다. 쌍방게임은 참여하는 의사결정자들의 수에 따라 가장 간단한 적대

관계의 두 집단이 참여하는 게임에서부터 다자가 참여하는 게임으로 구분되며, 게임의 구성과 진행이 복잡하며 상대적으로 많은 시간이 소요된다. 그러나, 팀별로 실시한 의사결정이 다른 팀에 영향을 주고 서로의 의사결정에 대한 반응과 대응반응이 있기 때문에 현실과 유사한 상호작용을 경험할 수 있게 된다.⁵⁾ 쌍방게임의 경우는 각 팀별로 결정한 사항이 통제단에 전해지면 이것이 시나리오에 반영되고 또 다른 팀들에게 공유되어 실제적인 피드백을 통해서 새로운 상황에 접하고 그에 대해서 다시 반응하는 등 현실적으로 경험하게 될 다양한 상황에 대한 의사결정을 사전에 경험하기 좋은 방법이다.

시간 순차적으로 보면 Pol-mil은 시나리오가 작성되고 환경이 준비되면 참가자들이 해당 문제와 지역에 대한 사전 연구로부터 시작된다. 게임이 시작되면 분배된 시나리오에 따라서 첫 MOVE가 시작된다.

5) Lincoln P. Bloomfield, *The Foreign Policy Process A. Modern Primer* (Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1982).

제3장 텍스트마이닝 소개

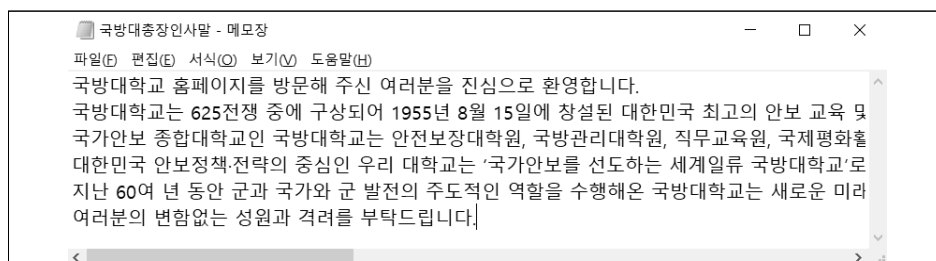
3.1 텍스트마이닝 개념

텍스트마이닝이란 자연어(natural language)로 구성된 비정형 텍스트 데이터에서 패턴 또는 관계를 추출하여 의미 있는 정보를 찾아내는 마이닝 기법을 말한다. 텍스트마이닝은 <그림 3-1>과 같은 일반적인 절차를 거친다.⁶⁾



<그림 3-1> 텍스트마이닝 절차

텍스트마이닝을 하려면 먼저 텍스트가 있어야 한다. 텍스트는 <그림 3-2>와 같이 파일 내에 저장된 텍스트이기도 하고, 웹 브라우저에 있는 글이기도 하다. 음성정보인 경우에는 텍스트 변환기(소프트웨어)를 통해서 변환하거나 또는 속기사가 속기로 기록하여 텍스트 정보로 변환된다. <그림 3-2>는 국방대학교 인터넷 홈페이지에 있는 국방대학교 총장의 인사말을 텍스트 파일로 저장한 것이다.



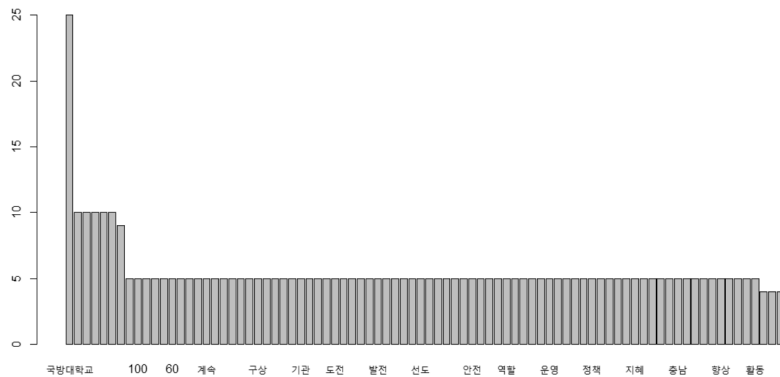
<그림 3-2> 텍스트 문서 예

6) 임동훈. (2016). 「R을 이용한 빅데이터분석」, 자유아카데미: 경기도.

3.2 텍스트마이닝 방법과 절차

3.2.1 단어 추출

먼저는 수집된 데이터에서 단어를 추출한다. 텍스트에서 단어를 추출하기 위해서 한국어의 경우는 KoNLP(Korean Natural Language, 한글 자연언어 처리) 패키지를 이용한다. KoNLP 패키지는 R 프로그램에서 제공하는 패키지이다.⁷⁾ 추출된 단어에서 조사와 의성어, 불필요 내용들을 제거하는 전처리 과정을 거친다. <그림 3-3>은 ‘국방대학교 총장인사말’에서 단어들을 추출한 단어 빈도수를 나타내는 그림이다.



<그림 3-3> 단어 빈도수 막대그래프

<그림 3-3>은 텍스트에서 단어들이 몇 번 출현했는지는 분명히 알 수 있으나 시각적으로 의미 전달은 잘 안 된다. 이를 보완한 것이 워드클라우드이다. 단어구름이라고 불리는데 ‘국방대총장인사말’을 워드클라우드로 그린 그림이 <그림 3-4>이다. 워드클라우드를 통해서 전반적으로 많이 사용되고 있는 단어들이 어떤 것인지를 확인한다. 워드클라우드에서 글자의 크기는 글자의 빈도수에 비례한다. 가장 많은 빈도가 있는 단어가 가장 크게 글자가 표시되는 것이다. 색깔은 임의로 결정되는 일반적이기 때문에 색깔이 갖는 의미는 일반적으로 없다.

7) <http://cran.r-project.org> 사이트에서 패키지를 다운받아 사용한다.



〈그림 3-4〉 워드클라우드 예

3.2.2 핵심단어 추출

〈그림 3-3〉과 같이 전처리된 단어들을 이용해서 이 가운데 핵심단어를 추출한다. 핵심 단어들은 빈도수가 높은 단어이면서 주제를 잘 설명할 수 있는 단어들로 선정된다.⁸⁾ 이에 대해서는 다양한 방법들이 있으나 가장 대표적으로 사용되는 방법은 누적빈도수를 이용하는 방법이다. 전체 단어들을 빈도수가 높은 단어순으로 내림차순 정렬한 후에 빈도수가 높은 단어부터 누적빈도수를 계산한다. 누적빈도수가 50%되는 단어까지를 핵심단어라고 이야기 할 수 있다.

3.2.3 TDM과 TF-IDF 행렬 만들기

이렇게 도출된 핵심단어를 이용해서 단어 문서 행렬(Term-Document Matrix, TDM)을 만든다. 여기서 문서는 말 그대로 독립적인 문서를 말하는데, 연구에 따라서 문서를 다

8) 이창용, 문호석.(2016). “텍스트마이닝을 이용한 북한 보도동향과 북한 도발과의 연관성 분석”, 『국방연구』 59권 4호(2016), pp. 103-124.

양하게 정의할 수 있다. Pol-mil의 경우는 게임 참여자 팀별로 토의된 텍스트내용 전체를 말할 수도 있고, 특정 주제에 대한 토의내용을 말할 수도 있다. 이렇게 정의된 문서에서 핵심단어들이 얼마의 빈도수를 가지고 있는가를 행렬형태(행이 단어, 열이 문서)로 표현한 것이 TDM이다. 이 TDM이 만들어지면 분석을 위해 필요한 정량화된 정보가 만들어진 것이다. <표 3-1>이 TDM의 예를 보여 준다. <표 3-1>에서 열은 월을 나타내는 것으로 월을 하나의 문서로 보고 있는 것으로 표에서 나타내고 있는 월은 특정 주제에 대한 월 기사를 나타낸다. 표에서 행은 단어로 월 기사에서 해당되는 단어가 몇 번 있었는지를 보여주는 것이다. 예로 ‘배치’는 15년 1월에는 4번 사용되었고, 15년 2월에는 330번 사용되었다.

<표 3-1> TDM의 예

문서 단어	15년1월	15년2월	15년3월	15년4월	15년5월	15년6월	...
배치	4	330	3183	869	1049	220	...
북한	18	211	1153	611	696	117	...
문제	6	135	2686	601	497	120	...
미국	18	265	2663	660	1006	230	...
정부	6	101	1834	268	561	132	...
...

그러나 문서의 특징을 구별할 목적으로 문서를 대표하는 단어를 찾을 때에는 단순히 단어빈도수가 높은 단어로 핵심단어를 선정하는 것은 문제가 있다. 왜냐하면 문서에서 공통적으로 많이 나오는 단어는 문서의 특징을 나타내지는 못하기 때문이다. 그렇기 때문에 문서와 단어 간의 관계를 TDM으로만 정하면 안되고, 문서의 단어 중요도를 나타내는 개념인 TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency, 단어빈도수 - 역문서 빈도수)라는 개념이 필요하다. TF-IDF의 개념은 다음과 같다.

TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency)

문서내 단어 가중치로, 각각의 문서에 포함된 단어의 중요도를 산출하는 통계적인 값

$$TF_IDF = TF \times IDF = TF \times \log(N/DF)$$

- IDF는 한 단어가 문서 집합 전체에서 몇 번이나 출현했는지를 산출하는 값으로 전체 문서의 수를 해당 단어를 포함한 문서의 수로 나눈 뒤 로그를 취함
- IDF에서 N은 전체 문서수이고, DF(Document Frequency)는 단어가 나타난 문서수를 나타내는 것으로 IDF가 높으면 단어가 문서 내에서 출현이 많다는 의미

TF-IDF는 단어빈도수에 총 문서에서의 단어의 출현비율의 역수를 취한 값을 이용하여 가중치를 주는 방법이다. 즉 특정단어의 TF-IDF가 높으면 특정문서 내에서 다른 단어보다 중요한 의미를 담는다는 의미이다.⁹⁾ TF와 TF-IDF의 의미를 이용해서 TDM과 TF-IDF 행렬을 만드는 방법을 예를 통해서 설명하면 다음과 같다. 아래와 같이 세 개의 문서가 있다고 해 보자.

문서1 : The fox chases the rabbit
 문서2 : The rabbit ate the cabbage
 문서3 : The fox caught the rabbit

9) 임동훈. (2016). 「R을 이용한 빅데이터분석」, 자유아카데미:경기도.

〈표 3-2〉 세 개 문서의 TF 행렬 예

구분	문서1	문서2	문서3	빈도수 합
the	2	2	2	6
fox	1	0	1	2
rabbit	1	1	1	3
chases	1	0	0	1
caught	0	0	1	1
cabbage	0	1	0	1
ate	0	1	0	1

세 개의 문서에 대한 TF 행렬은 〈표 3-2〉와 같다. 세 개의 문서에서 공통적으로 ‘the’는 두 번씩의 빈도수를 갖고 있다. 문서의 특징을 알고 문서를 구별하기 위해서는 TF 행렬의 빈도수로는 어렵다.

〈표 3-3〉 세 개 문서의 단어별 IDF 값

구분	DF	N/DF	IDF
the	3	3/3	$\log(3/3) = 0$
fox	2	3/2	$\log(3/2) = 0.405$
rabbit	3	3/3	$\log(3/3) = 0$
chases	1	3/1	$\log(3/1) = 1.099$
caught	1	3/1	$\log(3/1) = 1.099$
cabbage	1	3/1	$\log(3/1) = 1.099$
ate	1	3/1	$\log(3/1) = 1.099$

〈표 3-3〉은 세 개 문서의 단어별 IDF 값을 표시한 것이다. 단어별 IDF 값을 보면 모든 문서에 공통적으로 나온 단어들은 0이고 특정 문서에서만 나타난 단어의 IDF는 값이 크다. 〈표 3-2〉와 〈표 3-3〉을 이용해서 TF-IDF 행렬을 만들면 〈표 3-4〉와 같다.

〈표 3-4〉 세 개 문서의 TF-IDF 행렬

구분	문서1	문서2	문서3	합
the	0	0	0	0
fox	0.405	0	0.405	0.810
rabbit	0	0	0	0
chases	1.099	0	0	1.099
caught	0	0	1.099	1.099
cabbage	0	1.099	0	1.099
ate	0	1.099	0	1.099

〈표 3-4〉에서 알 수 있듯이 TF-IDF 행렬의 단어 합의 수가 큰 단어가 문서를 구분해주는 단어가 된다.

Pol-mil에서는 여러 개 참여팀이 있는데, 각 참여팀을 하나의 문서라고 볼 수 있다. 각 참여팀의 특징을 구별하기 위해서는 참여팀별을 구분할 수 있는 단어들이 중요한데, 이럴 때에 TF-IDF 행렬을 사용할 수 있는 것이다.

3.2.4 토픽 분석

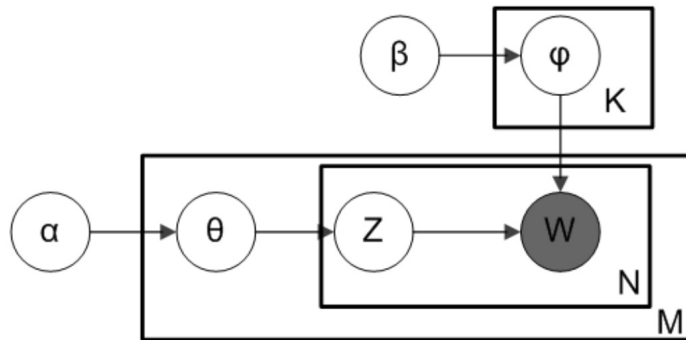
지금까지는 핵심단어를 중심으로 텍스트를 분석하는 것에 대해서 다루었다. 핵심단어가 텍스트 데이터의 단어 빈도수를 통해서 전체적으로 많이 사용되는 단어(keyword)를 확인하는 내용이라면, 토의되는 내용의 주제는 토픽 분석을 통해서 찾게 된다.

토픽 분석이란 토픽모형을 이용하여 문서에 등장하는 단어들의 사용되는 방식을 분석하는 것으로, 토픽모형은 문서에서 나타난 의미론적 구조(semantic structure)를 위계적 베이지안 모형을 통해 파악하는 확률모형이다. 토픽모형에서 토픽이란 문서 안에서 함께 등장할 확률이 매우 높은 단어꾸러미이고, 토픽 분석은 문서의 의미론적 구조를 가장 잘 반영하는 몇 개의 토픽을 찾아내는 것을 목적으로 한다.

LDA(Latent Dirichlet Allocation, 잠재 디리클레 할당방법)는 토픽모델링 기법으로서 단어의 분포를 모형화하는 방법으로 토픽 모델링에서 가장 많이 사용되고 있는 방법이다¹⁰⁾. LDA는 단어가 모이면 토픽이 되고, 토픽이 모이면 문서가 된다는 개념을 가지고 각 단어가 몇 번 토픽에 속하는지 알아내는 방법론이다. 우리가 실제로 보게 되는 것은

문서의 토픽분포나 토픽별 단어분포가 아니라 문서에 들어있는 단어들뿐이다. 문서들에 어떤 토픽들이 포함되어 있는지를 알기 위해서는 관측 가능한 단어들로부터 잠재적(Latent) 문서별 토픽분포, 토픽별 단어분포를 추론하는 작업이 필요하다. 토픽이 k 개 있고 k 개의 토픽 중 하나를 고르는 다항분포와 주제에 포함된 단어가 v 개 있고 v 개의 단어 중 하나를 고르는 다항분포가 있다. 관측된 단어는 다항분포의 결과가 두 번 중첩된 것으로 사전확률은 켈레사전분포인 디리슬레 분포로 둔다. 문서별 토픽분포와 토픽별 단어분포가 디리슬레 분포를 따른다고 가정한다.

〈그림 3-5〉는 LDA 모형의 판 표기법(Plate Notation)으로 회색으로 칠해진 W 가 관측할 수 있는 단어를 뜻하고, 상자 모양으로 둘러싸인 것은 그 과정이 반복됨을 의미한다.



〈그림 3-5〉 LDA 모형의 판 표기법

〈그림 3-5〉에서 각각의 문자의 의미는 다음과 같다.

- M: 문서의 개수, K: 토픽의 개수, N: 문서에 속한 단어의 개수
- θ : 문서의 토픽 분포(토픽분포는 문서마다 다르므로 총 M개의 분포가 있음)
- ϕ : 토픽의 단어 분포(단어분포는 토픽마다 다르므로 총 K개의 분포가 있음)
- Z: 해당 단어가 속한 토픽의 번호

10) D. Blei, A. Ng, and M. Jordan. *Latent Dirichlet allocation*. Journal of Machine Learning Research, 3(2003). pp. 993-1022.

문서의 토픽분포 θ 는 디리슈레 분포를 따르고, 이때 초기 하이퍼 파라미터 값을 α 라고 하면, 이 α 값은 문서의 토픽분포가 얼마나 밀집되어 있는지 아닌지를 조절하는 역할을 하게 된다. 마찬가지로 토픽의 단어분포 ϕ 도 디리슈레 분포를 따르고, 이때 초기 하이퍼 파라미터 β 는 토픽별로 단어들이 얼마나 모여 있는지 아닌지를 결정하게 된다.

LDA를 실시할 때 사전에 결정해 주어야 할 값은 α , β , K값이다. α 는 대개 0.1, β 는 대개 0.001로 잡는데 이 값이 1에 가까워질수록 문서에 많은 주제가 포함되고, 주제에 많은 단어가 포함되게 된다.

우리가 얻고자하는 값인 θ , ϕ 는 주어진 하이퍼 파라미터 α , β 를 따르는 디리슈레 분포라고 가정하고, 실제 문서 내 단어 W 를 관측해나가면서 단어마다 적절한 토픽을 부여하여 Z 값을 정한다. 그리고 이 결과를 따라 θ , ϕ 의 디리슈레 분포를 업데이트하는 과정을 거친다. 가능한 모든 경우 Z 값 중에서 가장 가능도가 높은 Z 값을 찾아내게 되면, 문서 내의 각각의 단어들이 어디에 배정되어야 하는지 추론할 수 있게 된다.

LDA 모형을 적용할 때의 유의할 점 중의 하나는 몇 개의 토픽이 적절한 지에 대한 부분은 정해져 있지 않다. 적절한 토픽의 수가 정해져 있지 않기 때문에 토픽 수를 10, 20, 30개로 변경해가면서 분석하는 과정이 필요하다.

〈표 3-5〉는 LDA 토픽 분석을 실시한 결과를 보여 준다. 이 경우는 특정 주제에 대한 언론보도 내용을 LDA를 통해서 10개의 토픽을 정한 것이다. 토픽별 단어는 20개만 선정하였다. 토픽 분석 결과는 해당 토픽과 관련된 단어들을 묶어서 보여주는 형태이다.

국방대 Pol-mil에 위와 같은 토픽분석모델링을 적용하기 위해서는 각 참여팀별로 토의되는 내용에 대해서 토픽분석을 하고 각 토픽별 선정된 단어를 이용해서 의미 있는 주제를 단어간 연관성 분석이나 사회연결망 분석(social network analysis)을 통해서 찾아가는 것이 필요하겠다.

〈표 3-5〉 토픽 분석의 예

Topic 1	Topic 2	Topic 3	Topic 4	Topic 5	Topic 6	Topic 7	Topic 8	Topic 9	Topic 10
배치	배치	청와대	배치	배치	배치	후보	미국	대통령	배치
의원	미사일	국방부	문제	북한	북한	배치	비용	북한	성주
국회	북한	발사대	미국	정부	미국	정부	대통령	문제	국방부
정부	미국	반입	정부	문제	장관	대신 주자	트럼프	회답	골프장
문제	국방부	대통령	의원	의원	문제	문제	배치	배치	주민
반대	주한 미군	누락	한반도	미국	한미	문재인	정부	미국	환경영 향평가
결정	지역	장관	새누 리당	대통령	회답	국민 의당	문제	북핵	롯데
국민 의당	레이더	조사	결정	안보	한반도	대통령	부담	한반도	부지
원내 대표	방어	배치	방어 체계	미사일	미사일	반대	한미	양국	장비
성주	한미	문재인	청와대	국회	정부	안보	합의	러시아	레이더
새누 리당	한반도	정부	미사일	결정	외교부	철수	재협상	박근혜	포대
더불어 민주당	포대	지시	북한	경제	양국	더불어 민주당	청와대	관계	절차
국민	발사	한민구	차관보	국민	국방부	대선	맥마 스터	시진핑	주한 미군
지역	성주	확인	고고도 미사일	보복	위협	미국	방위비	정부	지역
대통령	방어체 계	환경영 향평가	원내 대표	한반도	방어체 계	의원	국방부	미사일	전자파
주민	위협	문제	외교부	조치	국방부 장관	바른 정당	국회	반대	고고도 미사일
장관	결정	국가안 보실장	국방부	방어 체계	주한 미군	북한	문재인	위협	미군
더민주	고고도 미사일	정의용	협의	고고도 미사일	안보	유승민	양국	안보	방어 체계
방어 체계	탄도 미사일	진상 조사	도입	외교	고고도 미사일	합의	주한 미군	정상 회의	발사대
고고도 미사일	양국	안보 실장	국회	반대	논의	찬성	협상	외교	정부

3.2.5 단어 연관성 분석

단어 추출과 추출된 단어들을 이용해서 문서 단위로 단어의 연관성을 분석하거나, 또는 군집분석¹¹⁾을 통해서 유사한 문서들 또는 유사한 단어들을 분류하는 등의 통계분석하기 위해서는 먼저 분석하고자 하는 문서들을 코퍼스라고 하는 문서들을 모아 놓은 형태가 필요하다. 코퍼스(corpus; 말뭉치)는 언어학에서 구조를 이루고 있는 텍스트 집합으로 통계 분석 및 가설 검증, 언어 규칙의 검사 등에 사용된다. 코퍼스는 보통 전자문서들로 구성된다. 전자문서들에 있는 문장들을 형태소 분석하기 전에 모아 놓은 것들이라고 말할 수 있다. 이 코퍼스를 이용해서 문장들을 형태소 단위로 분해하고 그 가운데 단어들을 추출하고, 기타 필요한 전처리 작업들을 하게 된다.

연관성 분석을 하려면 지지도와 신뢰도라는 용어의 의미를 알아야 한다. 지지도(support)는 전체 글 중에서 임의의 단어 A와 단어 B를 둘 다 가지고 있는 글의 확률을 말한다. 이것은 식 (1)과 같이 표현이 가능하다.

$$P(\text{단어}A \cap \text{단어}B) \quad (1)$$

이 지지도가 크면 클수록 중요성이 높다는 것을 의미한다.

신뢰도(confidence)는 단어A가 포함되어 있는 글 중에서 단어A와 단어B를 둘 다 가지고 있는 글의 비율을 말한다. 신뢰도는 식 (2)와 같이 표현이 가능하다.

$$P(\text{단어}B | \text{단어}A) = \frac{P(\text{단어}A \cap \text{단어}B)}{P(\text{단어}A)} \quad (2)$$

이 신뢰도가 크면 클수록 단어A와 단어B간의 연관성이 높다는 것을 의미한다. 만약에 지지도가 0.25, 신뢰도가 0.75라고 하고 해당되는 단어 쌍을 찾는다면 이는 전체 글 중에서 단어A와 단어B가 들어있는 글이 1/4 정도 된다는 뜻과 단어A가 포함되어져 있는 글들 중에서 단어B까지 포함하고 있을 확률이 3/4이라는 뜻이다. 이러한 단어간의 연관성분석

11) 군집분석(Cluster Analysis)이란 각 객체(대상)의 유사성을 측정하여 유사성이 높은 대상집단을 분류하고, 군집에 속한 객체들의 유사성과 서로 다른 군집에 속한 객체간의 상이성을 규명하는 통계분석방법이다. 대상들을 분류하기 위한 명확한 기준이 존재하지 않거나 기준이 밝혀지지 않은 상태에서 다양한 특성을 지닌 대상자들을 집단으로 분류하는데 사용되는 기법이다.

을 통해서 단어들간의 연관성 정도를 알 수 있게 되고 어떤 단어들이 연관성이 높은 지도 알 수 있게 된다.

단어 연관성 분석을 할 때에 또 중요한 것 중의 하나는 co-occurrence matrix라고 단어 동시 출현 빈도수 행렬이다. 앞에서 TDM 행렬에 대해서는 이야기가 되었다. TDM 행렬에 대한 예가 <그림 3-6>이다. 열은 문서를 나타내고, 행은 단어를 나타내는데, Pol-mil의 경우 10개의 그룹에서 토의된 내용에 대한 TDM이라고 볼 수 있다.

Terms	Docs									
	1.txt	10.txt	2.txt	3.txt	4.txt	5.txt	6.txt	7.txt	8.txt	9.txt
관광객	2	0	0	0	0	2	0	0	0	3
국방부	0	6	0	0	0	1	0	1	0	0
대통령	0	0	2	0	0	0	0	0	4	1
대통령의	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0
미국은	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
미사일	1	0	1	1	0	2	1	5	0	0
주한미군	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0
트럼프	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
한미일	0	0	0	0	0	0	3	0	4	1
한반도	0	0	0	0	4	0	1	2	1	2

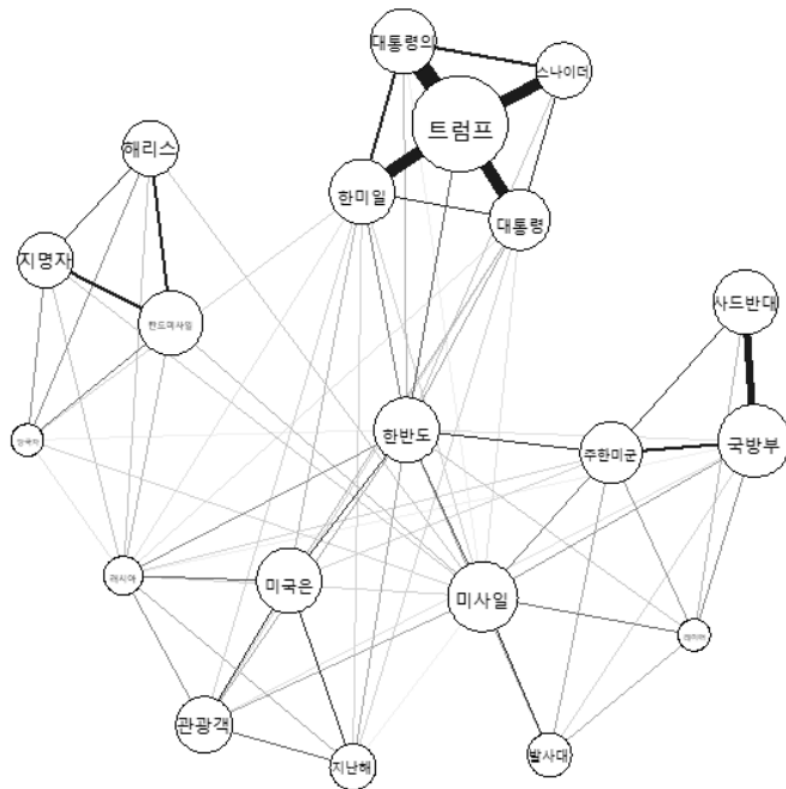
<그림 3-6> 사드 주제관련 TDM 행렬 예

<표 3-6>이 co-occurrence matrix을 보여주고 있다. 단어 간에 동시 발생 빈도를 나타내는 행렬이다. 이 행렬은 문서에서 해당되는 단어가 동시에 몇 번 발생했는지를 정리한 것이다. 발생 빈도가 높을수록 연관성이 높다고 볼 수 있다.

<표 3-6> 핵심단어의 co-occurrence 행렬 예

	미사일	트럼프	한반도	국방부	주한미군	한미일	대통령	관광객
미사일	33	0	11	7	10	3	2	6
트럼프	0	121	11	0	0	44	44	0
한반도	11	11	26	2	16	9	6	6
국방부	7	0	2	38	20	0	0	2
주한미군	10	0	16	20	22	0	0	0
한미일	3	44	9	0	0	26	17	3
대통령	2	44	6	0	0	17	21	3
관광객	6	0	6	2	0	3	3	17

〈그림 3-7〉은 co-occurrence 행렬의 연관성 분석도이다. 그림에서 각 원은 단어의 빈도수를 나타내는 것으로 큰 원일수록 많이 출현한 단어를 나타낸다. 단어를 중심으로 연결된 선은 서로 동시에 출현한 경우가 많을수록 두껍게 나타난다.



〈그림 3-7〉 사드 주제관련 연관성 분석도

3.2.6 사회 연결망 분석(social network analysis)

사회연결망 분석은 개인과 집단들 간의 관계를 노드와 링크로서 모델링해 그것의 위상 구조와 확산 및 진화과정을 계량적으로 분석하는 방법론이다. 사회연결망을 집합론적으로는 객체들의 집합에서 각 개체들 간의 관계를 관계 쌍으로 표현한다. 그래프 이론을 이용한 방법은 객체는 점으로 표현된다. 두 객체 간의 연결망은 두 점을 연결하는 선으로 표현된다. 이때 점을 꼭지점 또는 노드라고 한다. 행렬을 이용한 방법 각 객체를 행렬의 행과 열에 대칭적으로 배치하고, i 번째 객체와 j 번째 객체가 연결망으로 연결돼 있으면 행렬의 (i, j) 번째 칸에 1을 넣고, 연결망이 없으면 0을 넣는다.

사회연결망 분석에서 네트워크 구조를 파악하기 위한 기법으로 몇 가지 사용하는 용어로 아래와 같은 것들이 있다.

① 연결정도 중심성

한 점에 직접적으로 연결된 점들의 합으로 얻어진다. 한 점에 얼마나 많은 다른 점들이 관계를 맺고 있는지를 기준으로, 그 점이 중심에 위치하는 정도를 계량화한 것이다. 연결된 노드의 수가 많을수록 연결정도 중심성이 높아진다.

② 근접 중심성

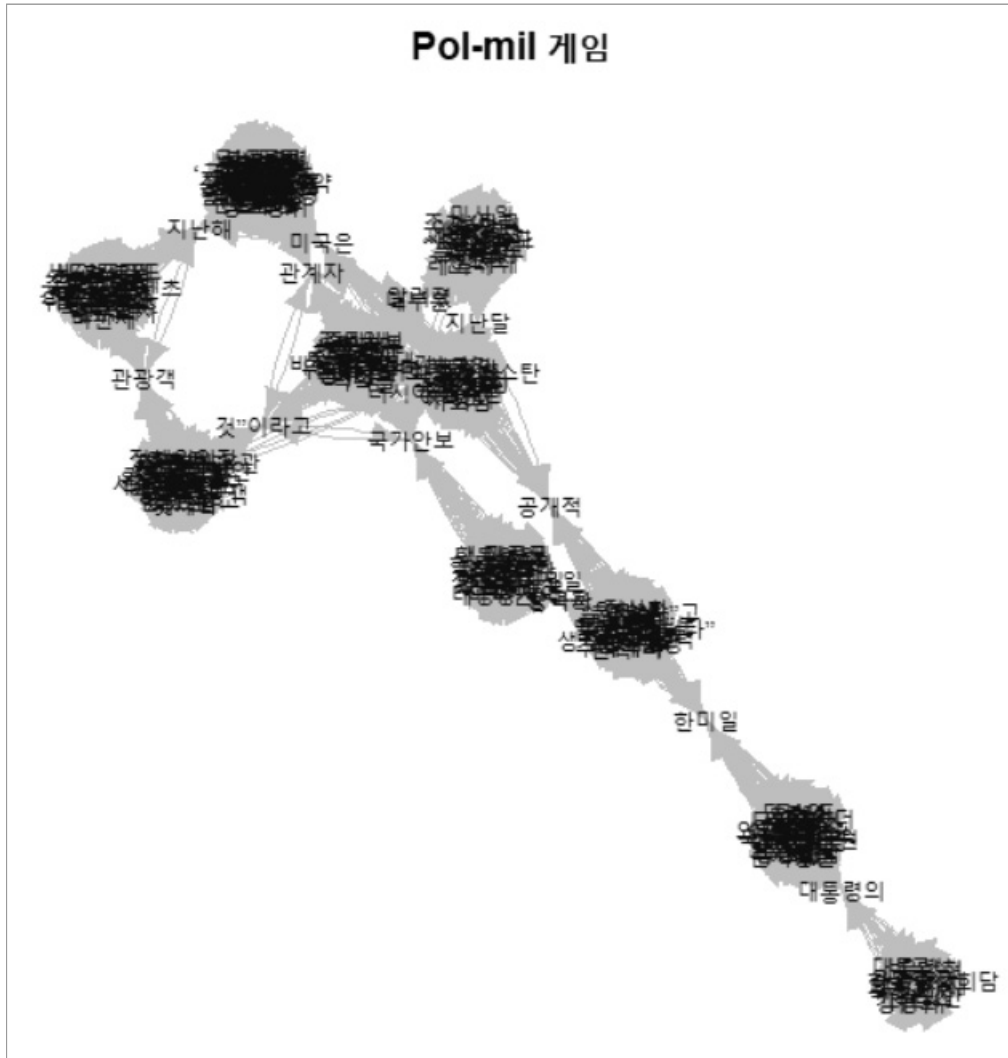
각 노드 간의 거리를 근거로 중심성을 측정하는 방법으로, 연결정도 중심성과는 달리 직접적으로 연결된 노드뿐 아니라 간접적으로 연결된 모든 노드 간의 거리를 합산해 중심성을 측정한다. 근접중심성이 높을수록 네트워크 중앙에 위치하게 된다.

③ 매개 중심성

네트워크 내에서 한 점이 담당하는 매개자 혹은 중재자 역할의 정도로서 중심성을 측정하는 방법이다. 한 노드가 연결망 내의 다른 노드들 사이의 최다 경로 위에 위치하면 할수록 그 노드의 매개 중심성이 높다. 매개 중심성 또한 네트워크 간 비교를 위해 상대적 매개 중심성이 사용된다.

④ 위세 중심성

연결된 노드의 중요성에 가중치를 뒤 노드의 중심성을 측정하는 방법이다. 위세 중심성의 일반적인 형태는 보나시치(Bonacich) 권력지수로 불리며, 자신의 연결정도 중심성으로부터 발생하는 영향력과 자신과 연결된 타인의 영향력을 합해 위세 중심성을 결정한다.



〈그림 3-8〉 사드 주제관련 사회연결망 분석도

제4장 국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝 활용 방안

Pol-mil의 방식 중에 일방게임과 쌍방게임이 있다고 하였다. Pol-mil은 참여자들의 몰입도가 높을수록 성과를 거둘 수 있는데, 쌍방게임은 참여자들이 적게는 두 개의 상대팀으로 많게는 다자로 나누어 진행하게 됨으로 긴박감이 있고 각 팀의 의사결정에 따른 피드백이 다양하게 오므로 몰입도가 일반적으로 높다. 이에 비하여 일방게임은 게임 참여자와 통제단간의 상호작용만이 가능하고, 예측 가능한 진행을 통해서 긴박감이 떨어질 수 있다. 국방대학교에서 안보과정 학생들을 대상으로 실시하고 있는 Pol-mil(이하 국방대 Pol-mil)도 일방게임이다. 국방대 Pol-mil은 교육목적으로 사용하고 있고 시간이 제한되고, 참여자들이 처음 Pol-mil을 접하기 때문에 쌍방게임으로 진행하기는 어렵다. 쌍방게임이 아니기 때문에 국방대 Pol-mil도 일방게임이 갖고 있는 이러한 제한점들을 극복할 수 있는 방법은 없을까? 본 연구에서는 이러한 제한점들을 해결할 수 있는 방법 중의 하나로 텍스트마이닝을 활용하는 방법을 제안하고자 한다. 이번 장에서는 Pol-mil간 텍스트마이닝의 소요가 무엇이며 이를 통해서 Pol-mil에 긴박감과 몰입도를 향상시키고 교육목적에 맞는 Pol-mil의 효과를 달성하기 위한 Pol-mil에 텍스트마이닝을 적용하는 방법들에 대해서 다룬다. 본 연구에서는 국방대학교에서 실시하는 교육목적의 안보과정 Pol-mil을 중심으로 연구가 진행된다. 이를 위해서 먼저 국방대 Pol-mil에 개선이 필요한 분야 또는 소요에 대해서 다루겠다.

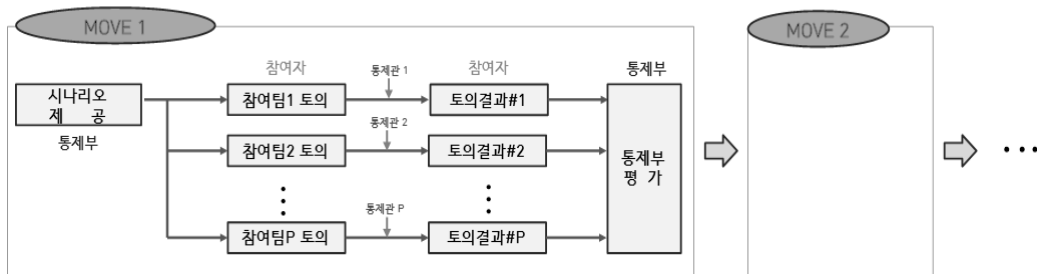
4.1 국방대 Pol-mil 현재 진행과정 및 개선 소요

4.1.1 국방대 Pol-mil 현재 진행과정

안보과정은 대령이상의 육·해·공군·해병대 군인과 정부 예하의 국장급 공무원 그리고 공공기관의 고위직 직원들로 교육생이 구성되어 있고, 국가안보와 관련된 대한민국 최고 위 과정이다. 안보과정 교육생을 대상으로 실시되고 있는 국방대 Pol-mil은 안보과정 전체 진행 순서 중에 가장 마지막 부분에 실시되고 있다. 따라서 안보과정 모든 교육과정에서 배운 것들을 Pol-mil을 통해서 종합해 보는 의미가 있고, 실제 국가안보와 관련된 의사결정이 앞으로 교육생들에게 절대적으로 필요하기 때문에 커리큘럼의 마지막에 Pol-mil

을 위치시킨 이유도 있다.

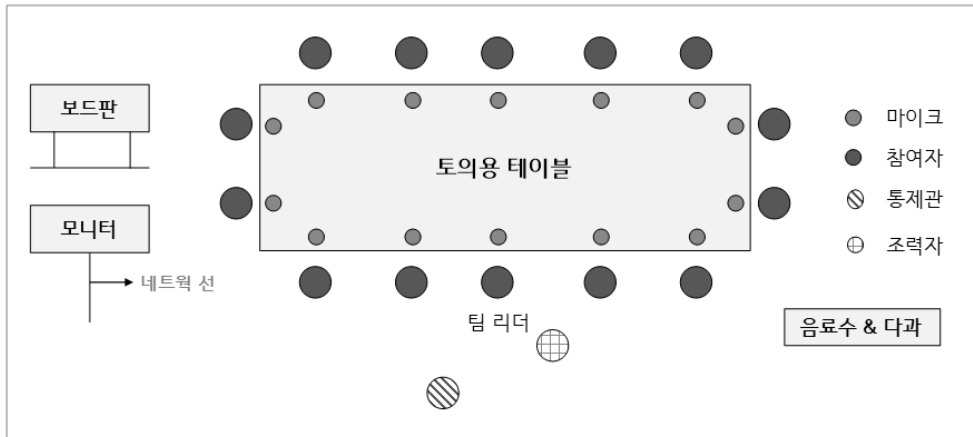
이러한 의미의 국방대 Pol-mil은 국가적으로 실시되는 Pol-mil 가운데 가장 오래된 것이고 횡수를 더해갈수록 그 수준이 향상되어 지고 있다(여기서 말하는 수준은 교육생의 수준이 향상된다는 의미라기보다는 Pol-mil 진행과 교육방법 면에서의 수준을 말한다). 그러나, 국방대 Pol-mil의 교육목적을 달성(범정부차원의 국가안보관련 위기상황에 대한 의사결정과정 훈련)하기 위해서는 개선해야 할 소요가 있다.



<그림 4-1> 국방대 Pol-mil 현 진행과정

국방대 Pol-mil의 전체적인 진행과정은 <그림 4-1>과 같다. 통제부에서는 시나리오를 MOVE 단위로 작성한다. 참여팀은 안보과정 학생들의 구성을 고려해서 팀당 15명 내외로 편성(13~15개팀)된다. 참여팀별로 통제관이 한 명씩 배치되며 통제관이 통제부의 역할을 하며 참여팀과 의사소통을 진행하며 평가를 동시에 하게 된다. 통제부에서 작성된 시나리오가 MOVE 단위로 통제관을 통해서 각 참여팀별로 전달되며 참여팀에서는 참여팀별 팀 리더가 토의를 진행하고 제공된 MOVE에 대하여 의사결정을 하게 된다. 각 참여팀별로 최종적으로 의사결정된 것들은 팀별 토의결과로 통제부에 보고되며, 이러한 결과들을 종합해서 통제부에서는 MOVE 단위로 간략한 평가를 하게 된다. 이러한 평가는 전체 Pol-mil 참여 인원들이 강당에서 모여 진행되거나 시간이 제한될 경우에는 각 참여팀의 통제관에 의해서 참여팀별로 간략히 진행되기도 한다.

참여팀별 일반적인 토의실 구성도는 <그림 4-2>와 같다. 전체 참여자들이 팀리더를 중심으로 타원형으로 배치되며, 필요 시에 팀별 조력자(전직 외교관 또는 군인 예비역 장성 등)가 참여할 수 있다. 토의실에는 전체 진행되는 상황을 정리할 수 있는 보드판이 필요하고, MOVE 상황 제공용 모니터가 구성되어 있다. 각 참여자별로 마이크가 설치되어 있다.



〈그림 4-2〉 참여팀 토의실 구성도

4.1.2 국방대 Pol-mil 개선 소요

위와 같이 국방대 Pol-mil이 진행될 때에 일방게임으로서 갖는 단점들이 존재한다. 즉 〈그림 4-1〉과 같은 진행에서 참여팀별로 독립적으로 Pol-mil이 진행되고, 다른 팀에서의 의사결정 내용들에 대한 상호 비교 평가를 할 수 없기 때문에 긴박감이 떨어지고 자기 팀의 수준을 알 수 없기 때문에 참여 동기가 떨어질 수 있다. 또한, MOVE에 대한 평가가 종합적으로 MOVE단위로 이루어지기 때문에 MOVE 진행 간에 실시간 평가를 통한 피드백 효과를 보기가 어렵다. 현 시스템으로서는 국방대 Pol-mil의 효과가 그냥 경험해 보았다는 수준 정도 일 수밖에 없다.

이러한 국방대 Pol-mil의 제한점을 극복하고 Pol-mil 진행 간에 적절한 자극이 되는 실시간 피드백, 참여팀별 상호 평가와 비교를 통한 긴박감 등 Pol-mil 참여자들의 동기를 향상시키는 방안이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 제한점들을 해결하기 위해서 텍스트 마이닝을 국방대 Pol-mil에 적용하여 개선하는 방안을 제시하고자 한다.

4.2 국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝 적용 방안

국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝을 적용하는 방법에는 Pol-mil 종료 후에 사후 분석 형태로 적용하는 방법(이하 사후분석적용)과 Pol-mil 진행 간에 실시간으로 적용하는 방법(이하 실시간적용)이 있다.

사후분석적용은 Pol-mil 종료 후에 Pol-mil에 대한 평가 목적으로 또는 Pol-mil을 처음 접하게 되는 사람들에게 교육목적으로 또는 Pol-mil 수준 향상을 위해서 통제부 차원에서 개발해야 할 분야 등에 대한 교훈 도출용으로 활용될 수 있다. 즉 Pol-mil에서 제시된 MOVE에 대해서 참여자들이 어떤 내용을 중심으로 토의가 되었고 토의되는 내용이 Pol-mil 목적에 맞게 진행 되었는지를 확인해 볼 수 있다. 특히 안보과정에서는 참여자들(200여명)이 여러 팀(10~15개)으로 편성되어 동일한 MOVE에 대해서 게임이 진행됨으로 각 팀별로 어떻게 토의를 진행하고 결론에 도출하였는지를 텍스트마이닝의 핵심단어 추출, 핵심단어 연관성 분석, 토픽모델링을 통해서 평가해 볼 수 있을 것이다. 사후분석적용 방안은 또한 Pol-mil을 처음 접하게 되는 사람들에게 Pol-mil에서 다루어지는 토의된 내용들에 소개(잘한 팀, 못한 팀)를 통해서 교육목적으로도 잘 활용될 수 있다. 또한 Pol-mil을 계속 주관하는 주체 측에게는 해마다 실시되는 참가자들의 수준도 대략적으로 평가해 볼 수도 있고, 통제하는 면에 있어서 MOVE 중심으로 토의가 잘 진행됐을 때와 그렇지 않을 때를 비교해 볼 수 있으므로 전체적인 Pol-mil 수준 향상에 기여할 수도 있을 것이다.

실시간적용은 Pol-mil 진행간 주요 토의내용들의 핵심단어 또는 토픽을 요약해서 참가자들이나 통제부에게 다양한 방법으로 제공해 줌으로 토의되는 내용을 빠른 시간 내에 요약 제공하는데 사용할 수 있다. 제공되는 정보에는 참여자들 자신의 팀뿐만 아니라 다른 팀에서 토의되는 내용들을 포함시킴으로 다른 팀과의 비교 평가가 가능하도록 할 수도 있다. 또는 일일단위 토의내용에 대한 평가와 향후 진행에 도움을 주는 목적으로도 제공될 수 있겠다. Pol-mil 진행 간에 이러한 내용을 적용하기 위해서는 Pol-mil 지원 시스템에서 선결적으로 갖추어야 할 시스템적인 조건들이 필수적이다.

4.3 텍스트마이닝 활용 위한 시스템 차원의 사전 조건

Pol-mil 토의내용을 텍스트마이닝으로 요약하여 게임 진행 간에 정보를 제공하기 위해서는 시스템적으로 사전에 갖추어야 할 사항들이 있다. 이 부분은 Pol-mil 내용적인 부분보다는 네트워크, 컴퓨터, 모니터, 마이크시스템 등 지원요소에 관한 사항이다. 이러한 사항들에 대해서는 <그림 4-2>의 참여팀별 토의장소 내용을 기초로 설명된다.

Pol-mil 참여자들이 마이크를 통해서 이야기하는 음성정보는 자동적으로 텍스트로 변

환되어 전환될 수 있어야 한다. 이는 속기사를 통해서 또는 소프트웨어를 통해서 가능해야 한다. 속기사를 통해서 기록되기 보다는 소프트웨어를 통해서 자동적으로 파일이나 DB로 저장되는 형태가 필요하다.

이렇게 파일 또는 DB로 음성정보들이 저장될 때에 참여팀별(토론실별) id(참여팀별로 부여)가 함께 저장되어야 한다. 또한 id와 함께 일정 토의 시간단위로 시간도장(timestamp)이 부여될 필요가 있다. 일정 토의 시간단위가 하나의 소주제라고 할 수 있으며 소주제 단위로 시간도장이 붙여짐으로 소주제 단위로 텍스트 정보를 분리할 수 있게 되고 소주제 단위로 토의된 내용을 요약할 수 있게 된다.

이를 통해서 MOVE 단위 텍스트 정보 분석과 MOVE내 소주제 단위 분석이 가능하고 시간 변화에 따라 주제가 어떻게 변화되었는지도 시계열적으로 분석이 가능하게 될 것이다. 또한 참여팀별, 시기별 토의되는 내용의 유사성과 변화 등도 계량적으로 비교해 볼 수 있게 된다.

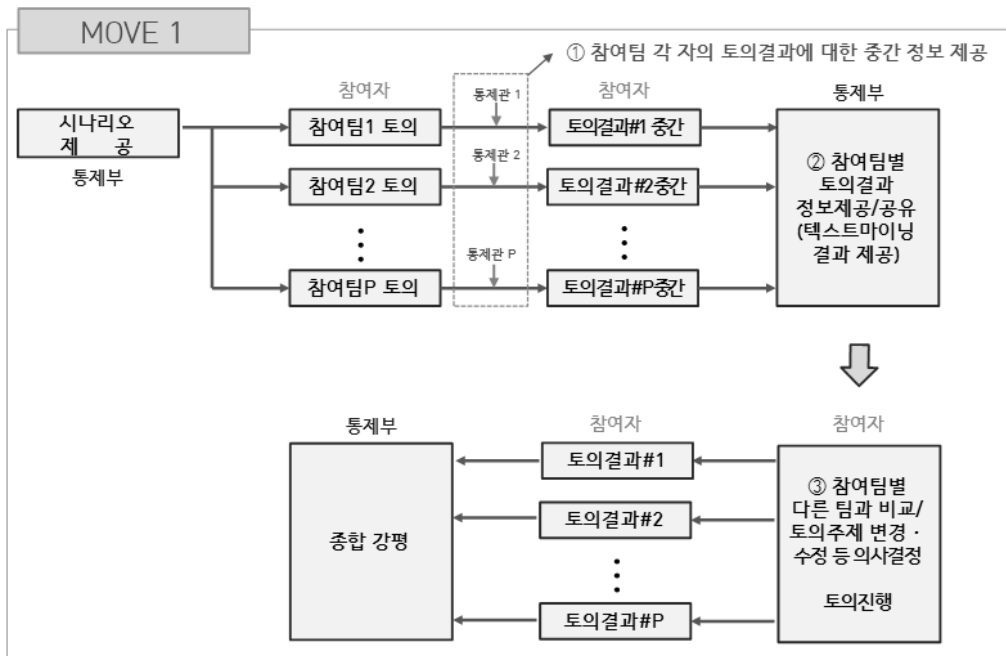
〈표 4-1〉 국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝 적용 위한 시스템적 소요 정리

구 분	소요 내용	국방대 Pol-mil 적용안
지원 장비	<ul style="list-style-type: none"> · 참여팀별 대형 모니터 · 대형 모니터에 연결된 컴퓨터 · 통제반 컴퓨터와 각 참여팀 컴퓨터 네트워크 연결 · 각 참여팀별 마이크 · 마이크와 통제반 컴퓨터 연결 네트워크 	<ul style="list-style-type: none"> · 대형 모니터 구입 또는 재활용 · 참여팀별 컴퓨터 구입 또는 재활용 · 독립망으로 구성 · 음성정보를 파일로 저장 가능한 마이크 구입 · 독립망으로 구성
소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> · 통제반 컴퓨터에서 각 참여팀 컴퓨터 통제 프로그램 · 음성정보를 파일로 전환 소프트웨어 · 텍스트마이닝 분석용 소프트웨어 	<ul style="list-style-type: none"> · 상용 소프트웨어 구입 · 상용 소프트웨어 구입 · 무료 소프트웨어 R 프로그램 활용
인력 소요	<ul style="list-style-type: none"> · 텍스트마이닝 분석 인력 · 네트워크 및 DB 관리 인력 	<ul style="list-style-type: none"> · 군사운영분석전공 교수와 대학원생 · 컴퓨터공학전공 교수와 대학원생

텍스트마이닝을 Pol-mil 진행 간에 적용하기 위해서 또한 중요한 요소는 텍스트마이닝을 할 수 있는 분석 인력과 네트워크를 통해서 참여팀과 통제반에 제공할 수 있는 전산 인력이 필요하다. 이러한 인력소요는 국방대 Pol-mil의 경우에는 군사운영분석전공 교수와 대학원생 그리고 컴퓨터공학전공 교수와 대학원생을 통해서 충족시킬 수 있다.

실시간분석을 적용하기 위한 시스템적인 지원사항에 대한 지금까지 언급된 내용은 <표 4-1>과 같이 정리할 수 있다.

4.4 국방대 Pol-mil에 진행 개선안



<그림 4-3> 텍스트마이닝을 적용한 국방대 Pol-mil 진행 개선안

국방대 Pol-mil 진행 간에 텍스트마이닝을 적용하여 국방대 Pol-mil이 일방훈련이기 때문에 갖는 제한점들을 극복할 수 있는 진행 개선안이 <그림 4-3>에 있다. <그림 4-3>은 국방대 Pol-mil이 일방훈련이지만 텍스트마이닝을 적용하여 쌍방훈련 또는 다자훈련이 갖는 상호 피드백과 긴박감 등의 효과를 낼 수 있는 것을 보여주는 개선안의 한 가지이다.

현재 국방대 Pol-mil 진행과정은 <그림 4-1>에서 설명을 하였는데, <그림 4-3>이 <그림 4-1>과의 차이나는 부분은 진행과정 간에 괄호 숫자로 표시되어 있는 곳으로 참여팀 각자가 어떤 주제로 토의하고 있는 지에 대한 정보를 제공해 주는 부분(①)과 일방훈련이지만 쌍방훈련 또는 다자훈련의 효과를 내고자 상호 정보를 교류하는 부분(②, ③)이다. <그림 4-3>에서 참여자들은 통제부에서 제공된 시나리오를 이용해서 각 참여팀별로 토의를 하게 된다. 이 토의되는 과정 중간에 각 참여팀들이 토의하고 있는 정보를 참여팀별 토의 내용을 텍스트마이닝 하여 그림의 ①처럼 제공하여 준다. 분석과 정보제공은 통제부에서 전문 분석관들이 맡아서 하게 된다. 이런 분석결과는 통제관에 의해서만 필요한 정보를 제공해 주던 것과는 다른 부분이다. 제공되는 정보는 워드클라우드 정보, 주요 단어간의 연관성 정보, 토의되는 내용에 대한 토픽 정보 등이다. 이러한 정보를 제공받은 각 참여팀은 자신의 팀에서 토의되는 내용에 대해서 객관적으로 바라볼 수 있고, 머릿속으로 또는 판서로 정리되었던 것들과 제공되는 정보를 비교해 보며 자신들의 의사결정에 반영할 수 있을 것이다. 이런 과정을 통해서 각 참여팀들은 제공된 MOVE에 대한 자신들의 중간 토의결과를 마치게 된다.

각 참여팀별로 중간 토의결과에 대해서 통제부의 전문 분석관에 의해서 텍스트마이닝 분석을 하게 되고, <그림 4-3>의 ②와 같이 각 참여팀별로 토의된 내용에 대한 분석 결과를 모든 참여팀에게 제공한다. 각 참여팀에게 다른 참여팀의 정보를 제공해 줄 때에 모든 참여팀들의 정보를 다 제공해 줄 수 있고, 아니면 몇 개 참여팀을 그룹으로 묶어서 묶인 그룹내에서만 정보를 제공해 주게 할 수도 있다.

이렇게 제공된 정보를 각 참여팀들이 보면서 자신의 토의결과와 비교해 보게 된다. 그리고 일정 시간 토의를 거친다. 이를 통해서 각 참여팀들은 자신의 토의결과를 변경하거나 수정하거나 아니면 그대로 유지하거나를 결정하게 된다(그림의 ③). 이런 과정을 통해서 각 참여팀별로 제공된 MOVE에 대한 최종 토의결과를 완성하게 된다.

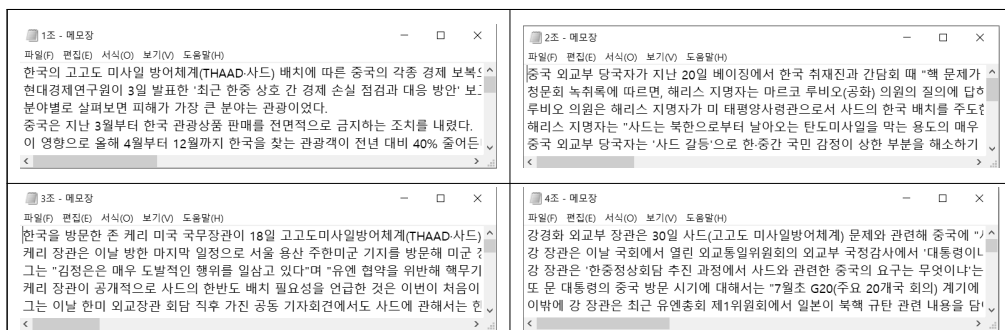
제5장 Pol-mil 가상 적용 사례

이번 장에서는 국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝을 가상으로 적용한 사례에 대해서 소개한다. 가상 적용 사례를 통해서 국방대 Pol-mil에 참여하는 참여팀들의 토의내용을 정량적으로 분석하는 예를 보여주고 또한 각 팀별 중간토의 결과에 대한 비교를 통해서 현재 자신의 팀의 토의되는 내용이 다른 팀들과 유사한 점과 차이나는 점을 파악하고 토의 진행에 참고할 수 있도록 정보를 제공하게 된다.

가상 적용 사례에서는 참여팀의 수는 4개로 하였고, 중간토의 결과에 대한 텍스트마이닝 분석을 통해서 정보를 제공하는 정도까지 진행된다. 가상 자료에 해당되는 주제는 ‘사드배치 의사결정’에 대한 것이다.

5.1 팀별 토의자료

4개 팀의 가상자료는 각각 텍스트파일로 <그림 5-1>과 같이 저장되어 있다. 이 파일들은 각 팀에서 ‘사드배치 의사결정’관련된 주제에 대해서 토의한 내용들이다. 이에 대해서 텍스트마이닝 분석을 하게 된다. 분석된 결과는 각 팀의 모니터에 한 개의 MOVE가 끝났을 때 또는 MOVE 중간에 제공된다.



<그림 5-1> 4개조의 토의결과 텍스트 파일

5.2 토의자료 분석 결과

각 팀의 토의자료에 대해서 텍스트마이닝 분석을 하여 결과를 제공한다. 제공되는 결과에는 핵심단어 추출, 워드클라우드, 연관성 분석, 주요 토픽 분석 등이 제공된다.

각 팀은 제공된 분석 결과를 보고 자신들이 토의하는 내용과 다른 팀에서 토의하는 내용을 비교해 볼 수 있으며, 각 팀별 어떤 주제를 중심으로 토의되는 지를 확인할 수 있게 된다.

5.2.1 핵심단어 추출 결과

각 팀에게 모니터를 통해서 제공되는 토의자료는 각 팀별 토의 내용에 대한 핵심단어 추출 결과로 <표 5-1>과 같다.

<표 5-1> 각 팀별 핵심단어 추출 결과

순위	1조	2조	3조	4조
1	중국	한국	중국	중국
2	한국	단체	한국	한국
3	장비	장비	배치	트럼프
4	배치	북한	정부	대통령
5	경제	국방부	조치	정부
6	보복	반대	경제	합의
7	대비	반입	장관	문제
8	천역	위협	한미	미국
9	미사일	탄도미사일	관광	한미일
10	반입	문제	강조	배치

<표 5-1>에서 순위는 핵심단어 중에서 빈도수가 높은 순서를 말한다. <표 5-1>을 보면 전체 주제인 “사드배치 의사결정”과 관련해서 각 팀별로 어떤 단어들을 많이 사용하고 있는 지를 볼 수 있다. 1·3·4조의 경우는 한국과 중국에 관한 단어들이 많으나 세부적으로 보면 1조는 한국과 중국과의 문제만을 다루고, 3·4조는 한국과 중국 뿐만 아니라 한미간 그리고 한미일간의 문제들도 많이 다루고 있음을 알 수 있다. 2조의 경우는 사드배치와 관련해서 북한의 탄도미사일 위협에 대해서 다루면서 사드배치의 당위성 부분이 언급되고 있다.

〈표 5-2〉 각 팀별 토픽 분석 결과

1조		2조		3조		4조	
토픽1	토픽2	토픽1	토픽2	토픽1	토픽2	토픽1	토픽2
미사일	미사일	해리스	국방부	한반도	한반도	대통령	트럼프
레이더	발사대	사드반대	지명자	중국인	미국	트럼프	대통령
경제연구원	관광객	탄도미사일	탄도미사일	관광객	지난해	한미일	한미일
발사대	한반도	국방부	주한미군	미국	러시아	스나이더	군사동맹
주한미군	주한미군	방어용	사드반대	주한미군	강대국	행정부	결의안
국내총생산	파트너십	지난	국가안보	러시아	가능성	한반도	위원회
세이프가드	경상북도	국가안보	청문회	행위자	상호방위 조약	미사일	채반입
이동식	경제연구원	트레일러	취재진	정치판	주한미군	군사동맹	군사총돌
사드배치	사드	당국자	목소리	군사훈련	기자회견	안보협력	강경화
한반도	위생검역	태평양지역	당국자	군사적	군사적	군사총돌	기자설명회

토픽 분석 결과로 나오는 단어들이 토픽을 구성하는 단어들이는데, 텍스트마이닝 분석에서는 이 단어들을 엮어서 하나의 토픽 문장으로는 제공하지 않는다. 분석자나 토의 참가자들이 이에 대해서 살펴보고 의미를 찾아야 한다.

본장에서 보여준 가상자료를 이용해서 각 팀에게 어떤 정보들이 제공되는 사항들은 텍스트마이닝 분석 결과의 일부이지만 꼭 필요한 내용들이다. 이런 정보들을 각 팀에게 제공함으로써 자신들의 토의 내용을 스스로 정리해 보는 의미가 있고, 다른 팀에서는 지금 어떤 의사결정들이 진행되고 있는 지를 간접적으로 확인하고 자신의 팀과 비교해 볼 수 있게 된다.

제6장 결론

본 연구는 국방대학교 안보과정에서 매년 실시하고 있는 국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝을 적용하는 방법론에 대한 연구이다. 이를 통해서 국방대 Pol-mil에서 토의되는 중요한 내용들을 토픽화 하여 정량적으로 분석하고 이를 통해서 국방대 Pol-mil에 활력을 주기 위한 연구이다. 텍스트마이닝 적용 방법은 Pol-mil 종료 후에 적용하는 사후 분석방법과 Pol-mil 실시간 적용하는 실시간 적용방법 두 가지를 본 연구에서 제안하고 있다. 이러한 연구가 필요한 이유는 지금까지 진행되었던 국방대 Pol-mil의 내용들에 대한 과학적인 분석이 미흡했었고, 국방대 Pol-mil의 특성상 Pol-mil 진행을 일방게임 방식으로 진행함에 따른 긴박감이나 몰입도가 떨어지고 다양한 상황에 노출되지 못하는 단점이 있었고, 국방대 Pol-mil에 중요한 내용들을 보존하지 못하는 단점들을 극복할 필요가 있기 때문이다.

국방대 Pol-mil에 적용할 수 있는 대표적인 텍스트마이닝 방법론은 핵심단어 추출 및 워드클라우드 작성, 주요 핵심단어에 대한 연관성 분석, 군집분석을 통한 참여팀별 유사도 비교, 토픽모델링을 통한 참여팀별 주요 토픽 분석 등이다. 이러한 방법론은 Pol-mil 종료 후나 실시간에 적용되어야 한다. 이러한 텍스트마이닝 방법론을 국방대 Pol-mil에 적용하기 위해서는 전산 부분, 소프트웨어 부분, 인력지원부분에서 체계적인 뒷받침이 있어야 한다.

국방대 Pol-mil에 텍스트마이닝을 적용한 사후분석 방법은 MOVE 단위로 또는 전체 시나리오가 종료 되는 시점에 시작된다. 사후분석을 통해서 Pol-mil 계획하고 진행했던 통제부의 의도가 참여팀들을 통해서 잘 구현됐는지를 평가해 볼 수 있고, 중요하게 토의된 토의 내용들에 대해서 정량적으로 정리할 수 있을 것이다. 실시간 적용을 통해서 MOVE 중간 중간에 화면을 통해서 자신의 팀에서 토의되는 내용에 대한 정보를 확인하고, 또한 다른 참여팀들의 토의 내용을 확인해 봄으로 상호 비교 평가가 가능하고 각 참여팀들에게 좋은 자극이 되어 Pol-mil에 활력을 줄 것으로 기대된다.

본 연구에서 제안하는 방법론은 두 가지 과정으로 실제적인 적용이 되어야 한다. 먼저는 국방대 Pol-mil 종료 후에 실시되어야 하는 사후분석 과정에 적용해야 한다. 실시간 적용 방법은 사전에 구축되어야 하는 시스템적인 선결조건들이 있기에 시간이 걸릴 수 있다. 그러나, 사후분석 과정에 텍스트마이닝을 적용하는 방법은 바로 구현할 수 있다. 이런 적용이 신속하게 이루어짐으로써 국방대 Pol-mil의 발전에 좋은 동력이 될 것이다.

참고 문헌

- [1] 김다솜·W. X. S. Wong·임명수·류신·김남규·박준형·길우영·윤한술(2015). “텍스트 분석을 활용한 과학기술이슈 여론 분석 방법론”, IT서비스학회지, 14권 4호, pp. 33-48.
- [2] 이창용·문호석(2016). “텍스트마이닝을 이용한 북한 보도동향과 북한 도발과의 연관성 분석”, 국방연구, 59권 4호.
- [3] 이창용·문호석(2016). “텍스트마이닝을 이용한 북한 엘리트 권력집단 분석“, 한국국방경영분석학회지, 42권 2호.
- [4] 임동훈(2016). 「R을 이용한 빅데이터분석」, 자유아카데미:경기도.
- [5] 최성이·현윤진·김남규·(2015). “사용자 관심 이슈 분석을 통한 추천시스템 성능 향상 방안”, 한국지능정보시스템학회지, 21권 3호, pp. 101-116.
- [6] 허명희(2014). 「R을 활용한 탐색적자료분석」, 자유아카데미:경기도.
- [7] 허명희(2014). 「응용데이터분석」, 자유아카데미:경기도.
- [8] 허명희(2017). 「R프로그래밍」, 자유아카데미:경기도.
- [9] 현윤진·김남규·조운호(2015). “토픽분석을 활용한 관심 기반 고객 세분화 방법론”, 한국 데이터베이스학회지, 22권 1호, pp. 77-93.
- [10] 현윤진·김남규·조운호(2015). “소비자 선호 이슈 및 R&D 관점에서의 다차원 이슈 클러스터링”, 한국IT서비스학회지, 14권 1호, pp. 237-249.
- [12] D. Blei·M. Jordan(2003). “Latent Dirichlet allocation. Journal of Machine Learning Research”, 3. pp. 993-1022.
- [11] D. Blei·J. Lafferty(2009). “Topic Models. Text Mining : Classification, Clustering, and Applications”.
- [13] Lincoln P. Bloomfield(1982). “The Foreign Policy Process A. Modern Primer”, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- [14] Margaret M. McCown(2005). “Strategic Gaming for the National Security Community,” Joint Force Quarterly, No. 39, p. 36.

[붙임] 텍스트마이닝에 사용된 R 코드

Pol-mil의 효과를 높이기 위해서 사용된 텍스트마이닝은 R프로그램을 이용해서 구현하였다. R프로그램은 설치와 사용법은 R 프로그램의 공식 사이트¹²⁾를 통해서 알아보기 바라며, 여기서는 R프로그램을 이용해서 텍스트마이닝한 코드와 그에 대한 간단한 설명을 할 것이다.

1. 텍스트파일 읽어 오기와 워드클라우드 그리기

- 텍스트파일 읽어 오기

```
> install.packages(c("KoNLP", "wordcloud"))
> library(KoNLP)
> library(wordcloud)
> f <- file("국방대총장인사말.txt",blocking=F)
```

먼저 한글 텍스트에서 텍스트의 형태소를 분리하기 위해서는 ‘KoNLP’라는 패키지가 필요하고, 워드클라우드를 그리기 위해서는 ‘wordcloud’라는 패키지가 필요하다. 이를 위해서 패키지를 프로그램에 설치하기 위해 ‘install.packages’라는 함수를 사용했다. ‘library’함수를 이용해서 패키지를 R 프로그램에서 사용할 수 있도록 준비했다. ‘국방대총장인사말’이라는 텍스트 파일을 file이라는 읽기 함수를 이용해서 프로그램에 읽어 와서 ‘f’에 저장하였다.

- 텍스트 자료를 줄 단위와 단어로 분리

```
> txtLines <- readLines(f)
> nouns <- sapply(txtLines,extractNoun,USE.NAMES=F)
```

텍스트 데이터에서 텍스트를 줄 단위로 분리하기 위해서 ‘readlines’ 함수를 이용해서 분리하였고, 줄 단위로 분리된 자료는 ‘txtLines’이라는 객체에 저장되었다. 단위 추출을 위해서 ‘txtLines’ 객체에서 ‘extractNoun’이라는 함수를 이용해서 단어로 분리하였다.

12) <http://cran.r-project.org>

이 때 줄 단위로 반복적으로 단어를 분리하기 위해서 ‘sapply’ 함수를 사용하였다.

- 단어 빈도수 계산

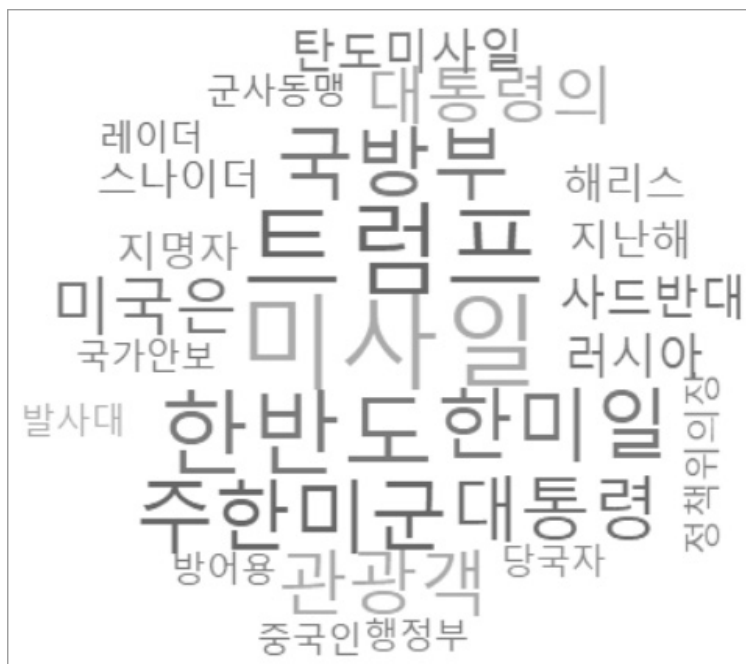
```
> revised = unlist(nouns)
> revised <- revised[nchar(revised)>=2]
> wordcount <- table(revised)
> wordcount = sort(wordcount, decreasing=T)
```

‘extractNoun’으로 분리된 단어 객체는 list 형태이므로 이것을 먼저 ‘unlist’ 함수를 이용하여 문자형으로 바꾼 후에 두 글자 이상의 단어만 정리하였다. 단어의 빈도수를 계산하기 위해서 ‘table’ 함수를 이용하였고, 단어의 빈도수가 높은 것부터 정리하기 위해서 ‘sort’ 함수를 사용하였다.

- 단어 빈도수 막대 그래프와 워드클라우드 그리기

```
> library(RColorBrewer)
> pal <- brewer.pal(9,"Set1")
> barplot(wordcount)
> wordcloud(names(wordcount),freq=wordcount2,scale=c(5,1),
+rot.per=0.25,min.freq=2,random.order=F,random.color=T,colors=p
+al)
```

워드클라우드의 색깔을 다양하게 하기 위해서 ‘RColorBrewer’ 패키지를 사용하였다. 단어 빈도수를 나타내는 그림으로 막대 그래프는 ‘barplot’ 함수를 이용해서 사용하였고, 워드클라우드는 ‘wordcloud’ 함수를 이용하였다.



〈그림 붙임-1〉 워드클라우드 결과

2. 여러 텍스트파일 읽어 오기와 전처리 작업

- 여러 텍스트파일(팀별 토의내용) corpus로 만들기

```

> library(tm)
> dir("data")[1:10]
[1] "1.txt" "10.txt" "2.txt" "3.txt" "4.txt" "5.txt" "6.txt"
    "7.txt" "8.txt" "9.txt"
> discuss <- VCorpus(DirSource("data", pattern="txt"))
> discuss
<<VCorpus>>
Metadata: corpus specific: 0, document level (indexed): 0
Content: documents: 10
> content(discuss[[1]])
[1] "한국의 고고도 미사일 방어체계(THAAD·사드) 배치에..."
[2] "현대경제연구원이 3일 발표한 '최근 한중 상호 간 경제 손실
    
```

‘data’라고 하는 폴더에 있는 텍스트(.txt) 파일들을 ‘dir’이라는 함수를 통해서 보여 준다. 10개 파일이 있다고 나오는데 이 파일 하나 하나가 한 개 Pol-mil 토의조라고 보면 되겠다. ‘VCorpus’라는 함수를 이용해서 10개 텍스트 파일을 하나의 corpus(코퍼스, 말뭉치라고 함)로 만든다. ‘VCorpus’ 함수를 사용하기 위해서는 ‘tm’ 패키지가 필요하다. 각 조별 토의결과는 모두 ‘discuss’이라는 코퍼스에 저장되었다. ‘content’라는 함수를 통해서 discuss 코퍼스에 들어 있는 내용들을 모두 확인할 수가 있다.

- 코퍼스 한 줄로 바꾸기

```
> for(i in seq_along(discuss)){
+ discuss[[i]]$content <- paste(discuss[[i]]$content, collapse=" ")
+ }
> discuss[[1]]$content
[1] "한국의 고고도 미사일 방어체계(THAAD·사드) 배치에..."
```

전처리 작업을 위해서 먼저 여러 줄로 구성된 코퍼스를 한 줄로 바꾸었다.

- 문장부호 제거

```
(discuss, removePunctuation)
> discuss[[1]]$content
[1] "한국의 고고도 미사일 방어체계THAAD·사드 배치에"
```

문장부호를 제거하기 위해서 ‘removePunctuation’ 함수를 사용한다. 문장부호 제거 결과를 보면 파란색 표시처럼 괄호 문장부호가 제거된 것을 볼 수 있다.

- 숫자 및 공백문자 제거

```
>discuss = tm_map(discuss, removeNumbers)
>discuss= tm_map(discuss, stripWhitespace)
```

숫자를 제거하기 위해서 ‘removeNumbers’ 함수를 사용한다. 공백문자를 제거하기 위해서 ‘stripWhitespace’ 함수를 사용한다.

- 글자 대체

```
>for(i in seq_along(discuss)){
+discuss[[i]]$content <- gsub("대통령의", "대통령", discuss[[i]]$content)
}
```

‘gsub’ 함수를 이용해서 글자를 대체한다. 위의 예에서는 ‘대통령의’라는 조사가 붙은 글자를 ‘대통령’이라고 하는 조사가 없는 글자로 대체한 예를 보여준다.

- 불용어 제거

```
> kst <- c("입니다", "있을", "다른", "습니다", "곳에", "정말", "기자")
> rm_words <- paste(kst, collapse = '|')
> for(i in seq_along(discuss)){
+ discuss[[i]]$content <- stringr::str_replace_all(discuss[[i]]$content,
rm_words, " ")
+ }
> discuss[[i]]$content
[1] "고고도미사일방어체계THAAD 중국인 문화체육관광 관
```

단어 분석에 있어서 불필요하게 여겨지는 서술어와 부사 등을 불용어로 정하고, ‘str_replace_all’ 함수를 이용해서 제거할 수 있다.

3. 연관성 분석 과정

- 단어 문서 행렬 만들기

```
> discuss_tdm <- TermDocumentMatrix(discuss, control
=list(tokenize="scan", wordLengths=c(2, 10)))
> inspect(discuss_tdm)
```

Terms	Docs									
	1.txt	10.txt	2.txt	3.txt	4.txt	5.txt	6.txt	7.txt	8.txt	9.txt
관광객	2	0	0	0	0	2	0	0	0	3
국방부	0	6	0	0	0	1	0	1	0	0
대통령	0	0	3	0	0	0	0	0	9	1
러시아	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2
미국은	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
미사일	1	0	1	1	0	2	1	5	0	0
주한미군	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0
트럼프	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
한미일	0	0	0	0	0	0	3	0	4	1
한반도	0	0	0	0	4	0	1	2	1	2

‘TermDocumentMatrix’ 함수를 이용해서 단어 문서 행렬을 만든다. 행이 단어이고 열이 문서가 된다. ‘TermDocumentMatrix’ 함수의 인자로 ‘wordLengths’가 들어가서 단어의 길이를 조정할 수 있다. 여기서는 ‘고고도미사일방어체계’라는 단어가 가장 긴 단어여서 단어의 길이를 최대 10으로 하였다.

• 동시발생 단어 행렬 만들기

```

> discuss_tdm_m = as.matrix(discuss_tdm)
> word.count <- rowSums(discuss_tdm_m)
> word.order <- order(word.count, decreasing=T)
> freq.words <- discuss_tdm_m[word.order[1:8], ]
> co.matrix <- freq.words %>% t(freq.words)
> co.matrix

```

Terms	대통령	미사일	트럼프	한반도	국방부	주한미군	한미일	관광객
대통령	91	3	99	11	0	0	37	3
미사일	3	33	0	11	7	10	3	6
트럼프	99	0	121	11	0	0	44	0
한반도	11	11	11	26	2	16	9	6
국방부	0	7	0	2	38	20	0	2
주한미군	0	10	0	16	20	22	0	0
한미일	37	3	44	9	0	0	26	3
관광객	3	6	0	6	2	0	3	1

동시발생 단어 행렬(co-occurrence matrix)을 만들기 위한 과정이 위의 코드이다. ‘rowSums’ 함수를 이용해서 각 단어별 문장에서 발생횟수 합계를 구한다. 다음으로 단어들의 쓰인 횟수에 따라 ‘order’ 함수를 이용해서 내림차순(decreasing=T)으로 정리한다. 모든 단어에 대해서 동시발생 단어 횟수를 만들 수 있으나 여기서는 상위 8개 단어로만 만든 예를 보였다.

• 동시발생 단어 행렬 이용해 연관성 그래프 만들기

```

> library(qgraph)
> qgraph(co.matrix, labels=rownames(co.matrix), diag=F, layout='spring', edge.color='blue',
vsized=log(diag(co.matrix))*2)

```

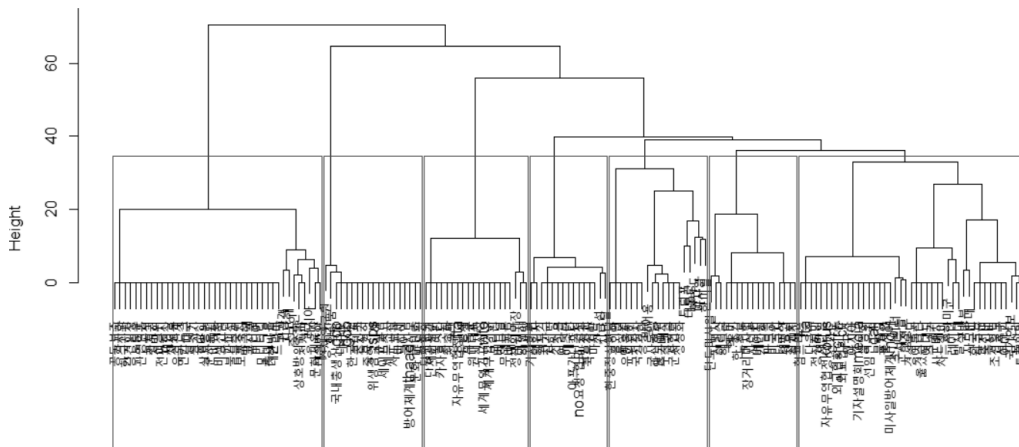
‘agraph’라는 함수로 동시발생 단어 행렬을 연관성 그래프로 변환시킬 수 있다. ‘agraph’함수를 이용하기 위해서는 ‘agraph’ 라이브러리가 필요하다.

이상되는 단어들을 추출해 주는 함수이다. 위의 예에서는 5회 이상 빈도수가 있는 단어만 추출해 주었다. 'findAssocs' 함수는 특정 단어와의 상관계수가 얼마 이상이되는 단어들을 찾아 준다. 위의 예에서는 '한미일'이라는 단어와 상관계수가 0.75 이상인 단어들만 추출해 주었다.

5. 군집분석

```
>distMatrix <- dist(scale(plan_tdm))
>fit <- hclust(distMatrix, method = "ward.D")
>plot(fit, xlab="", sub="", main="clustering students")
>rect.hclust(fit, k = 6)
```

단어들을 문서 단위로 군집을 만들기 위해서 먼저 문서를 변수로 보고 문서 단위로 'scale' 함수를 이용해서 표준화시킨다. 표준화된 자료를 이용해서 'hclust' 함수로 계층적 군집분석을 한다. 계층적 군집분석은 시각적으로 단어들을 보며 적정 군집수를 정할 수 있는 방법이다. 군집분석 결과가 <그림 붙임-3>과 같다. 텍스트 마이닝 분석에 꼭 군집분석을 사용할 필요는 없고, 사용한다면 단어에 대한 군집분석 보다는 문서에 대한 군집분석이 필요하다. 문서를 Pol-mil팀으로 볼 수 있다. 문서 군집분석을 통해서 어느 팀간에 토의 주제에 대한 유사도가 높은 지를 계량적으로 알 수 있게 된다.



<그림 붙임-3> 군집분석 결과 그림

6. 사회 연결망 분석

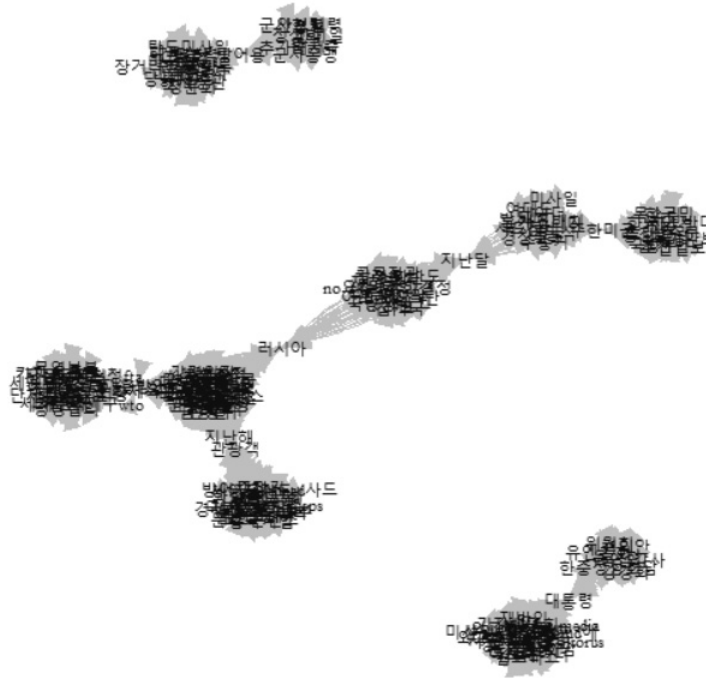
```

>library(sna)
>library(igraph)
>tds1 <- weightTfIdf(plan_tdm)
>M <- t(as.matrix(tds1))
>g <- cor(M)
>diag(g) <- 0
>g[is.na(g)] <- 0
>g[g < 0.4 ] <- 0
>rownames(g) <- colnames(g) <- Terms(tds1)
>g1 <- graph_from_adjacency_matrix(g, weighted=TRUE)
>plot(g1, edge.curved=.1, vertex.label.cex=0.7, edge.color="grey",
+vertex.frame.color="grey", vertex.size=0, vertex.shape="none",
+vertex.color="white", main=paste0("Pol-mil 게임"))

```

단어들간의 어떤 연결 구조가 있는 지를 사회 연결망 분석을 통해서 확인해 본다. 이를 위해서 'sna', 'igraph' 패키지가 필요하다. 사회 연결망 분석은 Pol-mil 종류 후에 전체적인 분석에 필요한 내용이지 Pol-mil 진행 간에 실시간적으로 필요한 내용은 아니다. <그림 붙임-4>에서 단어의 사회 연결정도는 크게 10개 그룹간의 관계로 볼 수 있고, 각 그룹간의 사회연결정도는 전체적으로 3개 연결망으로 구축되어 있음을 볼 수 있다.

Pol-mil 게임



<그림 붙임-4> 사회 연결망 분석 결과

7. 토픽 분석

- 토픽 모델링 방법

```

>library(topicmodels)
>library(ggplot2)
# 5개의 유형으로 분류 (잠정적으로)
>plan_tdm_1 <- plan_tdm[,slam::col_sums(plan_tdm)>0]
>dtm <- as.DocumentTermMatrix(plan_tdm_1)
>lda <- LDA(dtm, k = 5, control=list(seed=123456))
>term <- terms(lda, 5)
>term

```

	Topic 1	Topic 2	Topic 3	Topic 4	Topic 5
[1.]	"미사일"	"정책위의장"	"국방부"	"한반도"	"대통령"
[2.]	"레이더"	"미사일"	"사드반대"	"러시아"	"트럼프"
[3.]	"발사대"	"이현재"	"탄도미사일"	"관광객"	"한미일"
[4.]	"관광객"	"핵개발"	"지명자"	"중국인"	"스나이더"
[5.]	"주한미군"	"러시아"	"해리스"	"지난해"	"행정부"

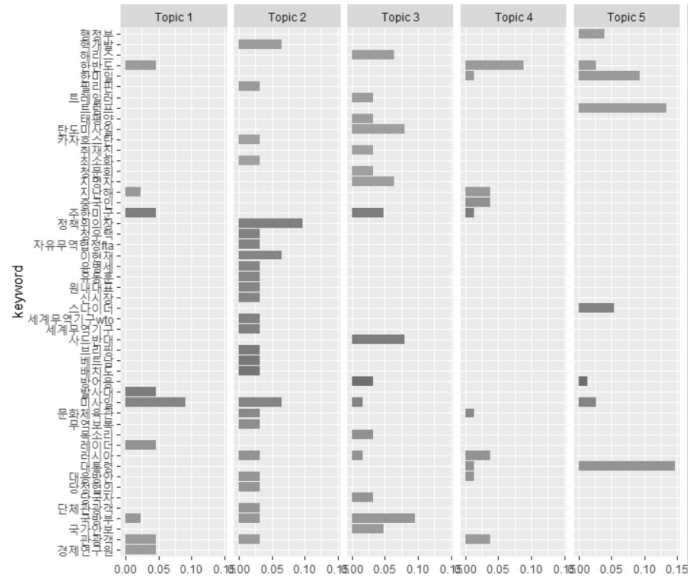
토픽모델링을 위해서는 ‘topicmodels’ 패키지가 필요하다. 그림을 그리기 위해서는 ‘ggplot2’라는 패키지도 필요하다. 토픽모델링에서는 잠정적으로 몇 개의 토픽을 구할 지를 결정해야 하는데, 여기서는 5개로 보았다. ‘LDA’ 함수가 LDA 토픽모델링을 실행해 주는 함수이다. 함수내의 ‘k=5’가 지정되는 토픽 수를 의미한다. ‘LDA’ 결과는 토픽별로 단어들에 표현되는데, 위의 코드에서는 각 토픽별로 10개의 단어를 보여주고 있다.

- 토픽에 따른 단어의 사후확률 계산 방법

```

> x <- posterior(lda)$terms
> y <- data.frame(t(x[, apply(x, 2, max) > 0.03]))
> z <- data.frame(type=paste("Topic", 1),
+ keyword=rownames(y), posterior=y[,1])
> for(i in 2:4){
+ z <- rbind(z, data.frame(type=paste("Topic", i),
+ keyword=rownames(y), posterior=y[,i]))
+ }
> ggplot(z, aes(keyword, posterior, fill=as.factor(keyword)))+
+ geom_bar(position="dodge",stat="identity")+
+ coord_flip() + facet_wrap(~type,nrow=1) +
+ theme(legend.position="none")
    
```

토픽모델링 결과를 이용해서 각 토픽별 향후 단어들의 사후확률을 계산하는 코드이다. <그림 붙임-5>를 보면 토픽별 단어의 사후확률이 보여 진다.



〈그림 붙임-5〉 토픽에 따른 단어의 사후확률

• Pol-mil 조별 토픽 유사도 평가

```

> tt <- apply(posterior(lda)$topics, 1, which.max)
> data.frame(topic=tt)
  topic
1.txt  1
10.txt 3
2.txt  5
3.txt  3
4.txt  4
5.txt  2
6.txt  5
7.txt  1
8.txt  5
9.txt  4
    
```

‘apply’ 함수를 이용해서 문서별 유사한 토픽들을 분류해 준다.

연 · 구 · 보 · 고 2 · 0 · 1 · 8

Design Structure Matrix (DSM) 기법의 국방분야 활용방안

서 은 석

(서울대학교 공학전문대학원)

2018. 12.



국방대학교 국가안전보장문제연구소

목 차

요약문	1
1. 연구보고서 개요	3
1-1. 개요	3
1-2. 연구보고서 구성	3
2. DSM 방법론 소개	4
2-1. 복잡한 시스템과 시스템 모델	4
2-2. DSM의 역사	4
2-3. DSM 방법론 개요	5
2-4. DSM의 적용 분야, 장점 및 모델링 접근 방법	7
2-5. DSM 모델의 종류	9
3. 제품 아키텍처 DSM	11
3-1. 제품 아키텍처 DSM 개요	11
3-2. 제품 아키텍처 DSM 구축 방법	12
3-3. 제품 아키텍처 DSM 분석	14
4. 조직 아키텍처 DSM	16
4-1. 조직 아키텍처 DSM 개요	16
4-2. 조직 아키텍처 DSM 구축 방법	17
4-3. 조직 아키텍처 DSM 분석	20
5. 공정 아키텍처 DSM	22
5-1. 공정 아키텍처 DSM 개요	22
5-2. 공정 아키텍처 DSM 구축 방법	25
5-3. 공정 아키텍처 DSM 분석	28

6. DSM 적용 예시	31
6-1. 예제 1: 틸팅 열차의 대차 아키텍처 모듈화 및 복잡도 배분 개선 (제품 아키텍처 DSM) - Sinha & Suh (2018)	31
6-2. 예제 2: Xerox iGen3 공업용 프린터 (제품 아키텍처 DSM) - Suh et al. (2010)	35
6-3. 예제 3: GM 제품 개발팀의 재군집 (조직 아키텍처 DSM) - Eppinger & Browning (2012)	38
6-4. 예제 4: BP의 공정 재배열 (공정 아키텍처 DSM)	44
6-5. 예제 5: Intel Microprocessor 개발 (공정 아키텍처 DSM) - Eppinger & Browning (2012)	45
7. DSM 활용 방안 제안	47
7-1. 제품 아키텍처 DSM 활용 방안	47
7-2. 조직 아키텍처 DSM 활용 방안	48
7-3. 공정 아키텍처 DSM 활용 방안	49
8. 결론	50
참고 문헌	51

〈그림 목 차〉

〈그림 2-1〉 가상 시스템의 네트워크 모델(좌) 과 DSM 모델(우)	6
〈그림 2-2〉 네트워크 모델과 DSM 모델을 통한 정보 흐름의 표기 예	7
〈그림 3-1〉 제품 아키텍처 DSM 예시 - 자동차 내연 엔진	12
〈그림 4-1〉 보편적인 조직 구조 및 구성원간 소통 관계 표현의 예시	16
〈그림 4-2〉 미국 GM의 엔진 개발 조직 DSM	18
〈그림 5-1〉 크리티컬 패스 분석법 도표로 표현된 공정을 DSM 모델로 표현한 예제	23
〈그림 5-2〉 두 개의 작업을 완료하기 위한 순서들	23
〈그림 5-3〉 British Petroleum (BP) 사의 공정 아키텍처 DSM	25
〈그림 5-4〉 공정 아키텍처 DSM의 비대각 셀의 입력, 출력, 그리고 피드백 표시 방법 예시	26
〈그림 5-5〉 공정 아키텍처 DSM 예시	29
〈그림 5-6〉 그림 5-5 공정 아키텍처의 재배열 예시	29
〈그림 5-7〉 그림 5-6 공정 아키텍처를 이용한 Tearing 기법	30
〈〈그림 6-1〉 한국형 틸팅 열차 “한빛 200”의 대차와 대차를 모델링한 DSM	32
〈그림 6-2〉 대차의 신규 모듈화 구상안 - 11개 모듈로 구성되었고 약 30% 향상된 모듈화 척도를 나타낸다.	33
〈그림 6-3〉 대차의 모듈화 척도와 복잡도 균등 배분의 관계	34
〈그림 6-4〉 Xerox iGen3 공업용 프린터와 자동 밀도 보정 신기술	36
〈그림 6-5〉 iGen3의 DSM 모델	36
〈그림 6-6〉 자동 밀도 보정 기술에 의한 iGen3의 설계 변경을 나타낸 DSM	37

〈그림 6-7〉 GM의 내연 엔진	38
〈그림 6-8〉 내연 엔진 개발팀 상세 구조	38
〈그림 6-9〉 엔진 개발팀에 요청한 설문 조사 예시	39
〈그림 6-10〉 GM 엔진 개발 조직 아키텍처 DSM	40
〈그림 6-11〉 현재 GM 엔진 개발 조직 아키텍처	41
〈그림 6-12〉 현재 GM 엔진 개발 조직 아키텍처를 표기한 DSM	41
〈그림 6-13〉 DSM 군집 분석을 통하여 새로 제시된 조직 아키텍처	42
〈그림 6-14〉 새로 제시된 조직 아키텍처의 또다른 표현 관점	43
〈그림 6-15〉 새로 제시된 BP 공정 아키텍처	44
〈그림 6-16〉 미국 Intel사의 Microprocessor 개발 공정 아키텍처 DSM ...	46

요 약 문

Design Structure Matrix 는 1981년 Don Steward 교수가 제안한 정사각형의 행렬을 이용한 추상적인 시스템 모델링 도구이다. 각 행과 열은 시스템의 개별 요소들을 나타내고 행렬의 비대각 셀들은 해당 행과 열이 나타내는 시스템 요소들 간의 연결 관계들의 존재 여부, 종류, 그리고 강도를 나타낸다. Steward 교수가 제안한 이론적 기법을 1990 년대에 MIT에서 산업분야의 제품 개발 공정, 복잡한 시스템 아키텍처 모델링, 그리고 조직 아키텍처 모델링에 적용하며 DSM의 적용 사례가 증가하기 시작했고 현재는 여러 산업 분야에서 제품, 조직, 그리고 공정 시스템 개선을 하기 위한 기법으로 자리잡고 있다. DSM은 크게 제품 아키텍처 DSM, 조직 아키텍처 DSM, 그리고 공정 아키텍처 DSM으로 구분되어 있다.

- **제품 아키텍처 DSM:** 제품 아키텍처 DSM은 복잡한 시스템이나 제품을 추상적인 행렬의 형태로 변환 시킨 시스템 모델이다. 시스템이나 제품의 개별 요소는 DSM의 개별 행과 열로 표현이 되며 개별 요소간의 연결 관계는 비대각에 해당 요소들의 행과 열이 교차하는 셀에 표기된다. 제품 아키텍처 DSM은 주로 시스템 또는 제품 아키텍처 구상 초기 단계에 시스템 또는 제품 요소들의 군집을 통해 전체적인 모듈화 및 내제적인 복잡도 배분 분석을 위하여 사용된다.
- **조직 아키텍처 DSM:** 조직 아키텍처 DSM은 프로젝트를 수행하는 조직들을 행렬의 형태로 변환시킨 시스템 모델이다. 조직의 개별 구성원은 개별 행과 열로 표현이 되며 구성원간의 상호소통 관계는 비대각에 해당 구성원들의 행과 열이 교차하는 셀에 표기된다. 조직 아키텍처 DSM은 조직의 원활한 소통을 위해 업무 연관도가 높고 소통이 잦은 구성원들을 하나의 군집 (팀)으로 구성하는 군집 분석을 통해 효율이 개선된 조직으로 바꾸어 주는 역할을 하는 용도로 사용된다.
- **공정 아키텍처 DSM:** 공정 아키텍처 DSM은 프로젝트 등의 수행을 위한 프로젝트 내의 세부 공정들 및 각 공정에서 후공정으로 전달되는 정보의 흐름 및 후공정에서 앞공정으로 전달되는 피드백 등을 행렬의 형태로 변환시킨 시스템 모델이다. 프로젝트 내의 세부 공정은 행과 열로 표현이 되며 비대각 셀에는 해당 공정에서 다른 공정

으로 흐르는 정보 유무가 표기된다. 공정 아키텍처 DSM은 전체 프로젝트 내의 세부 공정 진행 순서를 재배열하여 전체 프로젝트 일정을 지연시킬 수 있는 피드백을 최소화 시키는 공정 아키텍처 최적화에 사용된다.

위에 언급된 세 종류의 DSM에 대한 이해를 돕기 위해 산업분야에서 적용된 다섯 예제들이 서술되었다.

1. **한국형 틸팅 열차 “한빛 200” 대차:** 한국 철도기술연구원에서 개발한 한국형 틸팅 열차 “한빛 200”의 대차를 제품 아키텍처 DSM으로 모델링 하고 이를 대차의 모듈화 및 복잡도 배분 분석을 위하여 사용하였다.
2. **Xerox iGen3 공업용 프린터:** 미국 Xerox사의 iGen3 공업용 프린팅 시스템을 제품 아키텍처 DSM으로 모델링 하고 iGen3에 도입되는 신기술에 대한 설계 변경 효과를 측정하였다.
3. **GM 엔진 개발팀:** 미국 GM사의 엔진 개발 조직을 조직 아키텍처 DSM으로 모델링 하였으며 이를 사용하여 신규 조직 아키텍처를 제시하였다.
4. **영국 British Petroleum사 프로젝트:** 영국 BP사의 프로젝트 공정을 공정 아키텍처 DSM으로 모델링 하였으며 이를 프로젝트 공정 개선에 사용하였다.
5. **미국 Intel사 Microprocessor 개발공정:** MIT에서 90년대 DSM을 산업분야에 적용한 초기 사례이며 미국 Intel사의 Microprocessor 개발 공정을 공정 아키텍처 DSM으로 모델링 하였다.

위 예제에 이어 본 보고서에서는 DSM의 국방 분야에서의 포괄적인 활용방안에 대하여 서술하였다.

1. 연구보고서 개요

1-1. 개요

Design Structure Matrix (이하 DSM)는 복잡한 시스템 및 업무 과정을 수학적 행렬(Matrix)로 나타내는 시스템 모델링 기법이다. 1980년대에 첫 모델링 개념이 소개된 이후 학계 및 산업계에서 시스템 아키텍처 모델링 및 업무 과정 모델링 관련 연구에 널리 사용되고 있는 기법이다. DSM이 적용되는 분야는 시스템 아키텍처 구상안 검토, 시스템 모듈화 및 복잡도 최적화, 그리고 업무 과정 개선 등이 있다. 본 연구 보고서에서는 DSM에 대한 기초적인 이론 및 적용 분야에 따른 모델링 기법 등을 소개하고자 한다. 그리고 학계와 산업계에서 수행한 DSM 모델을 이용한 시스템 아키텍처 개선 및 업무 과정 개선 등 여러 사례들을 살펴보고 이를 통하여 DSM 모델링 기법을 국방 분야에 활용할 수 있는 방안들을 제시하고자 한다.

1-2. 연구보고서 구성

본 연구보고서는 다음과 같은 순서로 구성되어 있다. 제 2장에서는 DSM에 대한 개요와 적용 분야에 따른 모델링 기법, 그리고 모델링 기법을 이해할 수 있는 간단한 사례들을 서술하였다. 제 3 ~ 5장에서는 널리 쓰이고 있는 DSM의 종류에 대하여 서술하였고 실제 적용되는 DSM 예제들을 6장에 서술하였다. 그리고 DSM의 국방분야 적용 제안 및 결론을 7~8장에 서술하였다.

* 본 연구보고서의 내용은 Eppinger & Browning 의 Design Structure Matrix Methods and Application (Eppinger & Browning, 2012) 저서와 이 외에 여러 DSM 관련 논문들을 참고하고 중요 내용 및 예제들을 번역 또는 발췌하였다.

2. DSM 방법론 소개

2-1. 복잡한 시스템과 시스템 모델

현대 사회에서 개발되고 있는 시스템들은 기술의 발전, 전체적인 기대 성능치의 향상 그리고 이해관계자들의 다양화된 요구사항들을 수용하기 위하여 점점 더 복잡해지고 있다. 이로 인하여 시스템 개발 및 운용에 대한 비용이 기하급수적으로 늘어나고 있으며 개발된 시스템의 아키텍처 (System Architecture - 시스템 구조) 가 잘못 선택되었을 경우 시스템의 성능 저하, 운용비용 상승, 조기 퇴역 등의 부정적인 결과를 초래할 수 있다. 앞서 나열한 부정적인 결과를 방지하고 개발된 시스템이 최상의 성능을 발휘하고 최적으로 운영되기 위하여서는 시스템 개발 초기 단계에서 이해관계자들의 요구사항을 충족시킬 수 있는 아키텍처를 선정하는 것이 중요하다.

시스템 개발 초기 단계에서는 개발하고자 하는 새로운 시스템의 아키텍처를 결정해야 한다. 이는 시스템의 전체 생애주기비용 (Life Cycle Cost)의 약 85% 정도를 좌지우지하는 중요한 결정사안 이지만 해당 시스템에 대한 상세한 정보가 부족한 가운데 결정을 내려야 하는 어려움이 존재한다. 이러한 의사결정을 돕기 위하여 학계 및 산업계에서는 시스템 구상 초기 단계에서 적용할 수 있는 여러 시스템 모델링 기법들이 제시되었다. 현재 널리 쓰이고 있는 시스템 모델링 기법들은 미국 국방부의 아키텍처 체계 (Department of Defense Architecture Framework - DoDAF), MIT에서 개발된 Object-Process Methodology (OPM), 시스템 모델링 언어 (Systems Modeling Language - SysML), 그리고 Design Structure Matrix (DSM) 등이 있다. 본 연구 보고서에서는 언급된 시스템 모델링 기법 중 시스템을 행렬 (Matrix) 형태로 모델링 하는 DSM에 대하여 서술하였다.

2-2. DSM의 역사

1970년대에 California State University, Sacramento의 Don Steward 교수가 DSM이란 용어를 사용하기 오래전부터 그래프 이론 분야에서는 정사각형 행렬 (Precedence Matrix)을 이용하여 그래프 교점간의 관계를 묘사하였다. 하지만 Don Steward 교수가

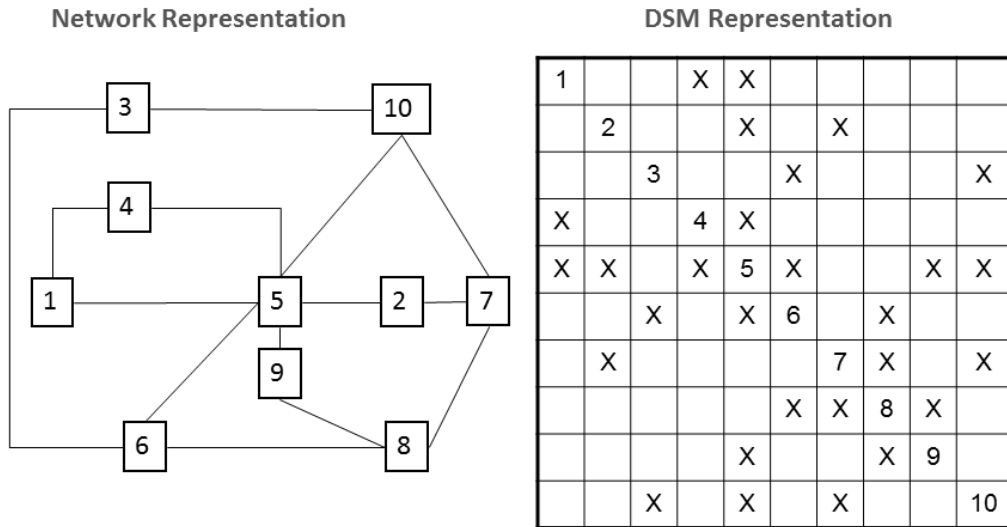
DSM 기법을 창시한 것에 대한 업적을 인정받는 이유는 Steward 교수가 처음으로 설계 변수 (또는 설계 작업) 상호관계를 나타내는 네트워크를 정사각형 행렬 형태로 적용했기 때문이다 (Steward, 1981). 이 기법은 많은 방정식들을 순차적으로 나열하여 최소한의 반복 횟수 안에서 푸는 기법에서 착안하여 탄생되었다. 이 기법을 통해 개발된 DSM 모델링 기법은 “효과적인 공학계획을 개발할 수 있도록 설계 반복과 검토사항들을 효과적으로 나타내고 설계 과정 중 정보의 흐름을 표현할 수 있는” 장점을 가지고 있다.

Steward 교수가 DSM 모델링 기법을 제시한 후 이를 산업분야에 적용하려는 연구가 MIT에서 1990년대에 진행되었고 여러 석사 및 박사과정 연구원들의 연구를 통해 자동차, 전기, 우주항공 분야에서 DSM 관련 프로젝트들이 수행되었다. 초기 산업분야의 적용은 NASA, Boeing, General Motors, 그리고 Intel 등의 회사들에서 시작되었고 이 후 다른 분야로 파급되어 나가기 시작했다. 현재는 공학설계 분야에서 널리 쓰이는 대표적인 시스템 모델링 기법이 되었으며 DSM 공동체(www.dsmweb.org) 및 매년 개최되는 DSM 학술대회 및 출판되는 논문들을 통해 학계와 산업분야에 영향을 미치고 있다. 다음 장에서는 DSM에 대한 기본적인 방법론에 대하여 서술하였다.

2-3. DSM 방법론 개요

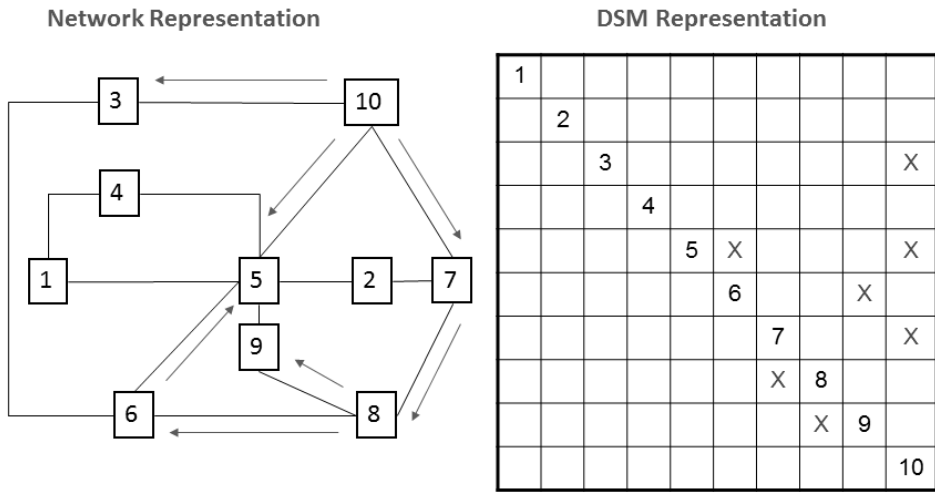
DSM은 복잡한 시스템의 구조적 아키텍처의 구성, 시스템 내부의 물질, 에너지, 정보의 흐름, 또는 복잡한 업무 과정등의 흐름을 행렬 상태의 추상적인 형태로 나타내는 시스템 모델링 기법이다. DSM 모델링 기법은 Steward (1981) 에 의해 소개된 이후 여러 분야에서 복잡한 시스템들을 모델링 하고 분석하는데 널리 쓰이고 있다.

DSM은 정사각형의 $N \times N$ 행렬로 표현이 된다. DSM 모델에서 각 행과 이에 일치하는 열은 시스템의 개별 요소들을 나타내고, 요소들 간의 연결 관계들의 표현은 해당되는 비대각 부분의 행과 열에 숫자 또는 기호들을 사용하여 표시한다. 그림 2-1 에서는 10개의 요소로 구성된 가상의 시스템을 네트워크 모델과 DSM 모델로 표현하고 있다.



〈그림 2-1〉 가상 시스템의 네트워크 모델(좌) 과 DSM 모델(우)

그림에 나타난 시스템은 10개의 요소가 서로 연결되어 있다. 일례로 10번 요소는 3, 5, 그리고 7번 요소와 연결되어 있으며 좌측 네트워크 모델에서는 연결 관계가 요소간의 선으로 표현되어 있다. 우측 DSM은 10X10 행렬로 구성되어 있고 하나의 요소가 한 줄의 행과 열로 표현되어 있다. 각 요소의 연결 관계는 비대각 부분에 X로 표기를 하였다. 일례로 10번 요소의 경우 10번 열과 행으로 표시되어 있으며 10번 행이 3번 열, 5번 열, 그리고 7번 열과 만나는 곳들에 X표기로 상호 연결 관계를 나타내고 있다. 요소간의 연결 관계는 물리적인 접점 등 양방향성인 경우 대각선을 중심으로 대칭으로 표기된다. 물질이나 에너지, 또는 정보의 흐름 등 일방향 적인 관계들을 표시하는 경우 대각선을 중심으로 비대칭으로 표기된다. 그림 2-2에서는 그림 2-1에 표현된 시스템의 정보 흐름을 네트워크와 DSM으로 표기하였다.



〈그림 2-2〉 네트워크 모델과 DSM 모델을 통한 정보 흐름의 표기 예

〈그림 2-2〉의 시스템에서는 10번 요소에서 3, 5, 그리고 7번 요소로 정보가 흐르고 7번에서 8번으로, 8번에서 6번과 9번으로, 그리고 6번에서 5번으로 정보가 흐른다. 네트워크 시스템에서는 화살표로 표기되었고 DSM에서는 해당 열과 행에 X로 표기가 되었다. DSM의 10번 열에서 3행, 5행, 그리고 7행에 정보 흐름을 나타내는 X가 표기되었고 그 외의 다른 정보 흐름들도 해당 행과 열에 X로 표기되었다. 많은 경우, 향후에 DSM을 통한 수학적 시스템 분석을 하기 위하여 그림에 나타난 X를 1로, 그리고 DSM의 빈 칸들을 0으로 바꾸어 표기한다.

2-4. DSM의 적용 분야, 장점 및 모델링 접근 방법

DSM은 여러 종류의 시스템 모델링에 적용이 될 수 있다. DSM으로 어떤 시스템을 모델링 하느냐에 따라 DSM의 개별 요소가 달라진다. 만약 DSM으로 제품의 아키텍처를 모델링 하는 경우 DSM의 개별 요소는 제품을 구성하는 부품들로 이루어지고 비대각 부분은 부품간의 점점 상호관계 (Interface Interaction)로 이루어진다. 이에 추가하여 한 부품에서 다른 부품으로의 흐름 (물질, 에너지, 정보 등) 역시 비대각 부분의 상호관계로 표현할 수 있다. 만약 DSM으로 조직의 아키텍처를 모델링 하는 경우 DSM의 개별 요소는 조직을 구성하는 구성원 (사람, 팀)들로 이루어지고 비대각 부분은 구성원들 사이의 업무 및 정보

의 흐름이 될 수가 있다. 이와 더불어 여러 아키텍처들을 통합한 혼합 (Hybrid) DSM도 구축이 될 수 있다.

시스템을 DSM으로 모델링 하는 경우 여러 가지의 두드러진 장점들이 있다. 장점들로는 모델의 간결함, 시각 효과, 직감적인 이해, 시스템 분석의 용이함, 그리고 모델링 기법의 유연성을 들 수 있다.

- **모델의 간결함:** 시스템 요소들과 요소들 간의 상호관계를 조밀한 행렬 형태로 모델링을 할 수 있다. 그림 2-1과 2-2에 나타난 네트워크 모델과 비교할 때 DSM 모델이 좀 더 간결한 것을 알 수 있으며 이러한 장점은 크고 복잡한 시스템을 모델링 할 때 더 두드러지게 나타난다.
- **시각 효과:** DSM은 시스템 설계자들에게 특정 상호관계에 대한 패턴들을 부각시키는 효과를 도출할 수 있다. 일례로 개발 업무 등을 표현한 과정 아키텍처 기반의 DSM (Process Architecture DSM)의 경우 업무 흐름 중에 발생하는 피드백을 부각시킬 수가 있고 제품 아키텍처 기반의 DSM (Product Architecture DSM)의 경우 상호관계가 많은 부분을 부각시켜 특정 부품의 특정 모듈 배정 여부 등을 결정할 수 있다. 그리고 DSM은 시스템 수준의 관점을 사용자들에게 제공하여 시스템 수준의 최적 의사 결정을 지원할 수 있다.
- **직감적인 이해:** DSM을 접하고 이해를 한 많은 사람들의 경우 DSM 모델을 보며 복잡한 시스템의 기본적인 구조를 빠른 시간 내에 이해할 수 있다. 그리고 DSM을 통하여 해당 시스템의 체계 및 복잡도를 쉽게 이해할 수 있다.
- **시스템 분석의 용이함:** DSM은 해당 시스템을 행렬의 형태로 바꾸어 둔 추상적인 모델이다. 시스템을 행렬로 모델링 하였을 때 시스템을 행렬 대수와 그래프 이론 및 여러 DSM에 특화된 방법론을 사용하여 분석할 수 있다. 이러한 DSM 분석으로 시스템의 설계변경파급효과, 과정 반복, 수렴성, 모듈화 등 여러 특성들을 체계적으로 계산할 수 있다.
- **모델링 기법의 유연성:** DSM은 유연성이 높은 시스템 모델링 기법이다. 약 30년 전에 처음 소개된 이후 많은 연구자들과 개발자들이 기본적인 DSM 모델링 기법을 여러 방향으로 적용하고 연장하였다.

본 연구 보고서의 저자 및 DSM 모델링 기법을 적용하였던 여러 연구자들은 시스템의 DSM 모델을 구축하는 것만으로도 많은 것을 얻을 수 있었다. 시스템의 DSM 모델을 구축하는 당사자의 이해도 향상, DSM 모델을 통한 여러 이해관계자들의 시스템 관점 동일화, 그리고 DSM 모델을 이용한 시스템 복잡도 관리 등 많은 혜택이 있었다.

DSM 모델을 이용하여 시스템을 구축하고 개선한 여러 예제들을 살펴보면 DSM으로 모델링 되는 시스템들은 아래에 서술할 다섯 단계를 거쳐서 구축 및 개선이 된다. 이 다섯 단계는 분할, 식별, 분석, 디스플레이, 그리고 개선이다.

1. **시스템 분할:** 첫 단계에서는 모델링 하고자 하는 시스템을 여러 계층 및 여러 요소들로 나누는 작업을 수행한다.
2. **시스템 요소 및 상호관계 식별:** 두 번째 단계에서는 제 1단계에서 파악된 시스템 요소들간의 상호관계들을 식별하고 DSM에 표기하는 작업을 수행한다.
3. **시스템 분석:** 시스템 요소들을 재배치하고 이에 따른 구조적인 패턴 또는 시스템 행동에 미치는 영향을 분석 한다.
4. **시스템 디스플레이:** 시스템 분석을 수행한 후 분석결과 및 중요한 사항들을 부각하여 DSM에 표기하고 전시한다.
5. **시스템 개선:** DSM을 통하여 많은 경우의 수에 대하여 시물레이션을 수행하고 이러한 과정을 거쳐 현재 시스템 보다 개선된 시스템을 도출한다.

2-5. DSM 모델의 종류

위에 언급했듯이 DSM은 여러 종류의 시스템 모델링에 적용이 될 수 있으며 크게 세 종류의 DSM이 보편적으로 사용되고 있다.

- **제품 (Product) 아키텍처 DSM:** 물리적 또는 추상적인 (예: 소프트웨어) 제품들을 모델링 하고 구축된 DSM을 이용하여 해당 제품의 요소 할당, 모듈화, 그리고 모듈별 복잡도 할당 등의 분석을 수행하여 좀 더 개선된 제품 아키텍처를 도출해 낼 수 있다.

- **조직 (Organization) 아키텍처 DSM:** 회사, 정부 등의 조직들을 DSM으로 모델링한다. DSM의 개별적인 요소는 조직의 구성원 (사람, 팀) 으로 구성되고 DSM의 비대상에는 구성원들 사이의 관계 또는 정보의 흐름 등이 표기된다. DSM 모델은 주로 정보교환이 많거나 다른 상호관계로 밀접하게 연관된 조직들을 서로 합쳐주는 분석을 하는데 사용된다.
- **공정 (Process) 아키텍처 DSM:** 시스템 개발 과정 등을 포함한 프로젝트 관리 (Project Management) 과정 등은 일련의 여러 작은 업무들이 순차적으로 수행되어 프로젝트가 완료되어 가는 “공정 아키텍처”로 구성이 되어 있다. DSM은 과정 내의 업무들을 시스템 요소로, 그리고 각 업무에서 다음 업무로 전달되는 정보를 비대상에서 정보의 흐름으로 표기하며 구축된다. 공정 아키텍처 DSM은 개발과정 중 개발 후기 단계에서 발생할 수 있는 피드백 (Feedback)을 최소화 시켜 의도치 않는 개발기간 연장 및 비용 상승 등의 원인을 최대한 제거하는데 사용된다.

본 장에서는 DSM에 대한 간략한 소개, 역사, 그리고 기본적인 DSM 모델 구축 방법론에 대하여 서술하였다. 이와 더불어 DSM의 적용 가능 분야, DSM 모델의 장점들 및 DSM의 적용 단계들을 나열하였다. 마지막으로 현재 산업계와 학계에서 널리 사용되고 있는 DSM의 종류들을 나열하였다.

3. 제품 아키텍처 DSM

3-1. 제품 아키텍처 DSM 개요

제품 개발 연구 분야에서 DSM 연구가 활성화 된 요인으로서 좀 더 우월한 제품의 아키텍처 구상에 대한 필요성과 더 효과적인 시스템 통합 (Integration)을 통한 개선된 제품 아키텍처의 완성에 대한 필요성이다. 개선이 된 제품 아키텍처와 통합을 통해 얻을 수 있는 혜택들은 다음과 같다.

- 제품과 관련된 개발 과정과 조직 구조를 제품 DSM을 활용하여 효과적으로 분할할 수 있으며 이를 통해 좀 더 개선된 프로젝트 관리와 모듈, 부품 등의 외주가 가능하다.
- 제품 내부 접점의 표준화 유도, 부품과 시스템 차원의 통합 및 시험 개선, 제품 개발 중 잠재적인 품질문제 파악 등이 있다.
- 제품 플랫폼 (Product Platform) 및 제품군 (Product Family) 구상을 용이하게 하고 공용 부품 공유율을 조절할 수 있으며 이로 인해 제품의 설계 변경 및 차기 제품 구상에 따른 비용을 절감할 수 있다.

1990년대 중반 MIT에서의 연구를 시작으로 연구자들과 산업분야의 엔지니어들이 많은 제품 아키텍처 구상에 DSM을 적용하였으며 이로 인해 복잡한 시스템들 (Complex Systems)의 네트워크 및 상호작용을 더 잘 이해하는 계기가 되었으며 더불어 아래 나열한 두 가지의 관점에서 많은 학문적인 발전이 있었다.

- **아키텍처 관점:** 모듈 설계 계획 개선, 모듈간 연결 관계 파악 및 이해, 신기술 주입에 따른 파급효과 분석, 시스템 아키텍처와 시스템을 설계 및 개발하는 조직 아키텍처 간의 조화, 모듈화를 위한 설계, 그리고 순응성을 위한 설계등.
- **통합 (Integration) 관점:** 부품, 모듈 및 시스템 차원에서 필요한 통합 및 시험들에 대한 계획 용이성, 시스템 통합에 어려움을 가져올 수 있는 점점 파악 등.

3-2. 제품 아키텍처 DSM 구축 방법

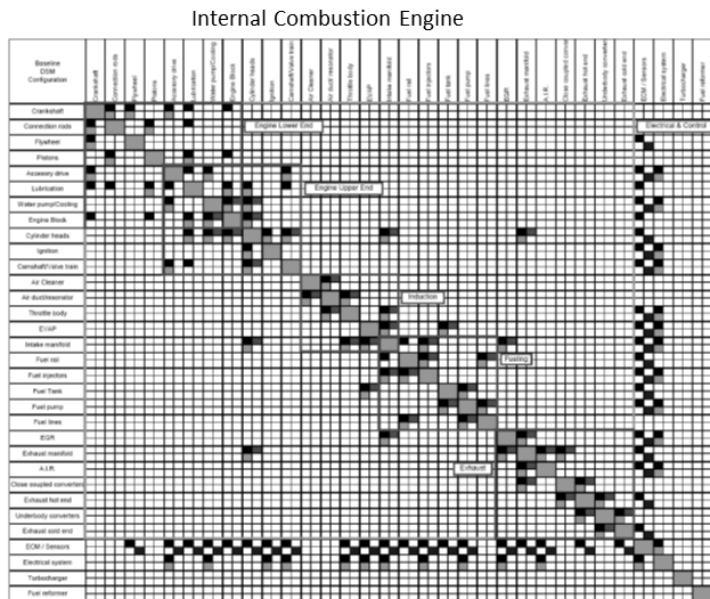
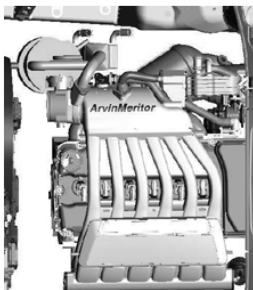
제품 아키텍처 DSM을 구축하는 경우 아래에 서술된 간단한 기본 절차를 따른다.

1. 대상 제품이나 시스템을 모듈이나 부품 단위로 나눈다. 시스템을 모델링하기 위하여 정사각형 DSM을 배치하고 부품의 이름을 각 행과 열에 표기한다. 가급적 부품들을 부시스템 또는 모듈 단위로 모아 배열한다.
2. 부품과 부품사이의 상호작용을 파악하고 관련 부품간의 연결 여부를 나타내는 해당 행렬의 셀에 기호 또는 번호로 상호작용을 표기한다.

Product Architecture DSM

- "chunks" of product on main diagonal
- interconnections:

- physical
- energy
- mass flow
- information



〈그림 3-1〉 제품 아키텍처 DSM 예시 - 자동차 내연 엔진

〈그림 3-1〉은 전형적인 제품 아키텍처 DSM의 예시를 보여주고 있다. 본 DSM은 Smaling & de Weck (2007)에서 복잡한 시스템에 신기술을 주입할 경우 발생하는 파급 효과를 정량적으로 산출해 내기 위한 방법론 시연의 예제로 사용된 자동차 내연 엔진을 모델링한 DSM이다. 위 DSM에는 엔진의 물리적인 구조, 엔진 오일 등의 물질의 흐름, 열 등의 에너지의 흐름, 그리고 센서 시그널 등의 정보의 흐름을 각각 다른 색깔로 표현하여 DSM의 해당 비대각 셀에 표기하였다. 이러한 제품 아키텍처 DSM을 구축하는 경우 아래 나열

된 사항들을 고려할 필요가 있다.

- **제품의 경계 (Product Boundary):** 초기에 제품을 구상하는 단계에서는 제품의 경계가 명확하지 않은 경우가 많으며 이러한 경우 DSM으로 모델링할 제품의 경계를 명확하게 하는 것이 향후 제품의 아키텍처 최적화 분석시 굉장히 중요하다.
- **상호작용의 종류 (Interaction Types):** 제품의 부품과 부품 사이에는 여러 종류의 접점, 상호관계 및 상호작용이 존재한다. 일부 상호작용들, 예를 들어 물리적인 연결 부위 또는 물질의 흐름 등은 명확하게 정의가 되어 있지만 일부 상호작용들은 숨겨져 있거나 상대적으로 정의가 잘 되어 있지 않거나 또는 특정한 경우에만 일어나는 경우들이 있다. 예를 들어 열전달, 진동, 또는 환경적 효과들이 이러한 경우에 속한다. 이러한 상호작용들을 차별화 되게 모델링 할 수 있도록 검토하여야 한다.
- **상호작용의 강도 (Interaction Strength):** 특정한 경우에는 부품간 상호작용의 강도 또는 정도를 DSM에 표시해야 할 필요가 발생한다. 이러한 경우 이진법의 DSM 대신 강도나 정도를 나타내는 여러 숫자들을 표기하는 DSM을 구축할 수 있다.
- **대칭 (Symmetry):** 제품 DSM에 나타나는 대부분의 상호작용들은 대칭적인 경우가 많다. 예를 들어 부품 X가 부품 Y와 상호작용을 하면 부품 Y 역시 부품 X와 상호작용을 한다. 하지만 제품 DSM에 비대칭적인 상호작용도 일어날 수 있다. 일례로 부품 D에서 부품 F로 유체가 흐르지만 반대 방향으로 흐르지 않는 경우가 있다.
- **입도 (Granularity):** DSM으로 제품을 모델링 하는 경우 가장 중요한 고려사항은 어느 정도의 상세한 수준까지 제품을 모델링 하는가 하는 시스템의 입도에 대한 사항이다. 제품을 세세하게 모델링 하는 것과 단순하게 큰 모듈 단위에서 모델링 하는 두 방식 사이에 각 방식의 장단점이 존재한다. 세세하게 모델링을 하는 경우 제품의 상세한 부분까지 검토를 하고 모듈화 등 여러 분석을 할 수 있는 반면 모델의 크기가 증가되어 초기 구축 및 향후 유지가 어려운 단점이 있다. 반대로 모델을 간단하게 큰 모듈 단위에서 모델링 하는 경우 구축 및 유지가 쉬운 반면 제품 아키텍처 분석에 쓰기에는 입도가 낮아 적합하지 않은 경우가 있다. 이에 따른 입도 vs. 사용/유지보수 성의 균형을 맞추기 위해 권장하는 DSM의 크기는 20 ~ 50개의 모듈 또는 부품으로 구성하는 크기를 권장한다.

- **상호관계 파악 (Identifying Interactions):** DSM 구축을 위한 제품 내외의 상호관계 데이터는 제품 도면 및 접점 사양 등에서 도출해 낼 수가 있다. 하지만 대부분의 제품 DSM 모델을 구축하며 느낀 공통적인 사항은 모델 구축을 위해서는 각 부분의 전문가 의견을 청취하고 취합하여 DSM모델에 반영하는 것이 좀 더 현실적이고 사용 가능한 모델 구축에 도움을 준다는 것이었다. DSM이 구축되고 난 후 다시 전문가들의 검증을 통해 모델의 정확도를 높이는 과정도 필수이다.

성공적인 제품 DSM모델은 대체적으로 아래의 조건을 충족시킨다.

- 모델을 구축하는 목적이 분명하다.
- 모델이 구축한 목적을 달성하기 위한 세부사항들을 표현하고 있다.
- 모델을 구축한 전문가가 해당 제품에 대한 전문적인 지식을 가지고 있다.
- 구축된 DSM은 계속 업데이트되며 개선되는 모델로서 새로운 정보가 발견되었을 때 모델에 적용 가능하여야 한다.
- DSM 모델을 사용하는 경우 제품에 대한 잠재적인 정보를 발견하는 매체로 종종 쓰인다.

3-3. 제품 아키텍처 DSM 분석

제품 아키텍처 DSM을 구축하는 주된 이유는 해당 제품을 분석 후 적절한 모듈 단위로 분할하여 설계, 개발, 생산 및 유지보수 성능을 개선하는 것이다. 언급한 목표를 달성하기 위하여 현재까지 DSM을 사용한 많은 모듈 군집 기법 (Module Clustering Algorithms) 들이 학계에서 제시되었다. 모듈 군집 기법의 취지는 제품을 구성하는 N 개의 부품들을 M 개의 모듈에 적절하게 배치하여 각 모듈들이 독립적으로 설계, 생산, 그리고 유지보수 될 수 있도록 제품 아키텍처를 구성하는데 있다. 모듈 군집 기법을 제품 아키텍처 DSM에 적용하는 경우 다음 사항들을 염두에 두고 적용하여야 한다.

- **모듈의 개수 (Number of Modules):** 해당 제품 아키텍처를 몇 개의 모듈로 분할하여야 하는지에 대한 기준이 필요하다. 제품 모듈의 개수는 해당 제품의 필요 기능들의 개수, 모듈들을 설계하는 팀의 개수, 모듈들의 외주 여부, 생산라인에서의 조립공정 및 유지보수 등의 필요를 토대로 산정이 되어야 한다.

- **모듈의 크기 (Size of Module):** 제품을 구성하는 각 모듈의 크기는 모듈의 설계난이도 및 설계 기간을 좌우하는 중요한 요소이다. 제품 내의 모듈들의 크기가 많이 차이가 나는 경우 제품의 설계 및 개발 기간이 큰 모듈들에 의하여 좌우될 수 있으므로 이에 대한 검토 및 산정이 필요하다.
- **모듈간의 겹침 (Module Overlap):** 때로는 어느 하나의 부품이 두 개의 모듈의 기능에 모두 다 필요한 경우가 발생한다. 이때 두 모듈이 하나의 부품을 공유해야 하는 상황이 되는데 해당 모듈 설계 부서간, 또는 모듈 생산 업체간의 책임소재가 불분명해 질 수가 있다. 이러한 경우 해당 부품을 재설계 및 분리하여 각 모듈로 배치하는 방안도 고려해 볼 수 있다.
- **상호작용의 종류 (Interaction Types):** 제품내 부품간에는 여러 종류의 상호작용이 존재한다. 물리적인 연결, 물질의 흐름, 에너지의 흐름, 그리고 정보의 흐름이 그 예이다. 이에 따라 제품 내의 모듈 군집을 검토할 때 모든 상호작용에 대한 검토가 충분히 되었는지를 살펴보아야 한다.
- **통합요소 (Integrating Elements):** 제품을 구성하는 부품중에는 컴퓨터의 마더보드 같이 여러 부품들을 통합하는 부품들이 있다. 이러한 부품들을 특별하게 관리할 필요가 있다.
- **수동 모듈 군집 (Manual Module Clustering):** 현재 학계와 시중에는 DSM을 이용한 모듈 군집 소프트웨어가 많이 제공되고 있다. 하지만 부품의 모듈 배정에 의한 민감도 분석 등을 행해야 하는 경우 수동적으로 모듈을 군집하는 경우도 고려해 보아야 한다.
- **여러 군집 해들 (Multiple Clustering Solutions):** 제품의 모듈화를 시도하는 경우 여러 이해관계자들의 필요를 고려할 필요가 있다. 이에 따라 여러 가지의 모듈 군집 해들을 생성하여 검토하고 최종 방안을 추진하는 것을 추천한다.

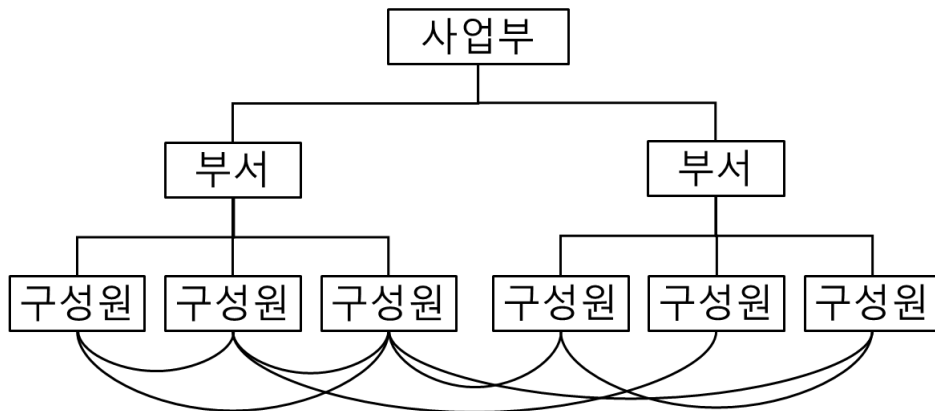
본 장에서는 DSM 모델의 종류 중 제품의 아키텍처를 표현하는 제품 아키텍처 DSM에 대하여 알아보았다. 제품 아키텍처 DSM은 분석을 통한 제품의 모듈화 및 복잡도 배분, 그리고 이에 따른 제품 개발 자원 배분 등의 용도로 활용이 된다. 이에 더하여 제품 아키텍처 DSM 구축 방법, 구축시 고려사항들 및 충족 요건들, 그리고 구축된 DSM을 이용한 제품 아키텍처 분석 방법에 대하여 알아보았다.

4. 조직 아키텍처 DSM

4-1. 조직 아키텍처 DSM 개요

제품이나 시스템의 효과적인 개발을 위해서는 프로젝트 및 프로그램 관리자들이 조직과 조직간, 그리고 사람과 사람 사이에 이루어지는 정보의 흐름을 체계적으로 관리하는 것이 필수적이다. 이를 이루기 위해서 관리자들은 조직을 어떻게 구성해야 하며 조직간의 정보의 흐름을 어떻게 관리해야 하는지를 고민한다. 조직의 아키텍처를 잘 구성하고자 하는 이유는 거대한 조직에서 프로젝트를 성공시키기 위하여 정보의 흐름을 최적화 하는 것이다.

조직 아키텍처 (또는 구조) 는 사람들이 조직이 추구하는 가치를 창출하기 위하여 같이 일하는 것에 초점을 맞춘다. 보편적으로 조직 구조는 그림 4-1에 표현된 것과 같이 계급적으로 부서, 구성원등의 여러 요소들로 분할이 되며 상의하달식의 작업지시 관계 및 정보교환을 위한 수평 관계들로 구성이 되어 있다. 조직 구조 중 상의하달식 작업지시 관계는 조직 분할 구조 (Organization Breakdown Structure, OBS) 도표로 표현할 수 있으며 DSM의 경우는 정보교환을 위한 수평관계를 모델링 하는데 사용된다. DSM 모델을 통해 OBS에서는 얻을 수 없는 식견을 습득할 수 있다.



<그림 4-1> 보편적인 조직 구조 및 구성원간 소통 관계 표현의 예시

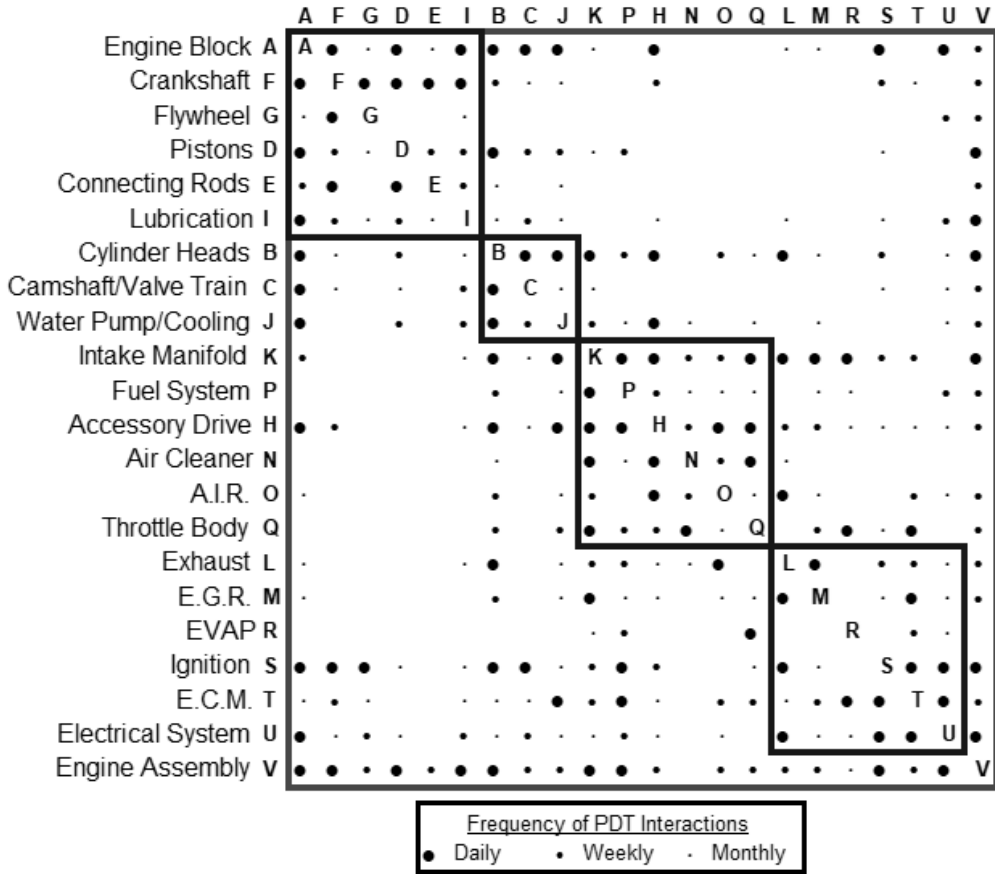
우월하게 구상되고 설계된 조직들이 경쟁우위를 제공할 수 있다는 이해에 의해 여러 분야에서 이에 대한 활발한 연구가 이루어지고 있다. 조직과학 분야에서는 필요한 의사소통의 흐름에 대한 이해를 기반으로 합리적인 조직이 구성될 수 있다고 주장한다. DSM 모델은 이 의사소통의 흐름이 표현되고 이를 기반으로 조직 분석 또는 신규 조직 구조 구성에 사용될 수 있다. 이러한 조직의 구조로 구성된 DSM이 조직 아키텍처 DSM이며 또다른 명칭으로는 조직 DSM, 조직 구조 DSM, 그리고 팀 기반 DSM이 있다. 조직 아키텍처 DSM은 사람들, 팀들, 부서들, 또는 다른 조직들을 나타내며 비대각 셀들은 구성원들간의 상호소통을 나타낸다.

4-2. 조직 아키텍처 DSM 구축 방법

조직 아키텍처 DSM을 구축하는 경우 아래에 서술된 간단한 기본 절차를 따른다.

1. 모델링 하고자 하는 조직을 부서, 팀, 구성원 등 원하는 입도의 요소들로 분할한다. 많은 경우 조직 분할 구조 (OBS)가 제품 분할 구조 (Product Breakdown Structure, PBS)와 비슷한 경향을 보인다. 이 이유는 대부분의 경우 제품의 구조에 따라 조직이 구성되기 때문이다. 각 부서마다 제품의 특정 기능에 대한 설계 및 개발을 책임지기 때문에 일어나는 현상이다. 정사각형의 DSM에 조직 요소들의 명칭을 기입한다.
2. DSM 행과 열에 나열된 조직 요소들과 요소들 간 파악된 의사소통 관계를 DSM의 해당 비대각 셀에 표기한다.

McCord와 Eppinger (1993)에 개재된 미국 GM사의 엔진 개발 조직을 DSM으로 표현한 그림 4-2를 예제로 참고하며 조직 아키텍처 DSM의 구성, 유의점 및 장단점에 대해서 알아보도록 한다.



〈그림 4-2〉 미국 GM의 엔진 개발 조직 DSM

〈그림 4-2〉는 GM의 V8 엔진 개발을 담당하는 팀들로 구성된 조직 아키텍처 DSM을 나타내고 있다. DSM에서 개발 조직은 22개의 부품들의 개발을 책임지는 부품 개발 팀들로 구성되어 있고 각 비대각 셀에는 팀과 팀간의 상호소통 주기가 동그라미의 크기로 표현되어 있다. 상호소통 주기는 매일 (Daily), 매주 (Weekly), 그리고 매달 (Monthly)로 구분이 되어 있고 조직의 개별 팀들은 파란색으로 표기된 Sub-System 팀들로 묶여 엔진 설계 및 개발 업무를 수행하고 있다. 그림에 나타난 조직은 여러 기업에서 흔히 볼 수 있는 조직 구조이며 이러한 조직을 운영할 때 나타나는 영향은 아래와 같다.

1. 만약 각 부품 개발 팀들이 매주 회의를 하는 반면 Sub-System 팀들은 2주에 한번 각 부품 개발팀 리더들이 모여 회의를 한다고 가정하면 이러한 회의들은 정보를 배

포하고 Sub-System 팀들간의 이슈들을 나타낼 수 있는 통합 메카니즘으로 작용한다. 하지만 조직 바깥의 자주 있는 상호소통은 이러한 통합 메카니즘이 잘 작동이 안 될 수 있음을 시사한다.

2. 만약 각 부품 개발팀이 Sub-System 팀 안에 있는 다른 팀과 통신 채널을 임명한다고 하면 도움은 되겠지만 다른 Sub-System 팀에 있는 팀들과의 소통에 대한 문제는 해결이 되지 않는다.
3. 만약 프로젝트 리더들이 모든 이메일이 모든 팀 구성원들에게 보낼질 수 없다는 것을 깨달으면 Sub-System 팀 업무에 따른 이메일 리스트를 작성하고 정보를 배포할 수 있지만 이러한 방법 역시 모든 팀들간의 충분한 협업을 이끌어낼 수 있지 않다.
4. 또 다른 방법은 사무실 공간을 Sub-System 팀의 구성을 기반으로 설정할 수 있다. 이럴 경우 Sub-System 팀 내의 소통은 활발해 지겠지만 Sub-System 팀과 Sub-System 팀들간의 소통은 어렵게 되어 개발 후기 단계에 잠재적인 통합 이슈들이 부상할 수 있다.
5. 만약 개발 팀들이 부품 공급 업체와 같이 업무를 한다고 가정하면 어떤 부품들이 외주로 개발 발주가 될 수 있는지? 위 DSM을 볼 때 각 부품 개발 팀들은 다른 많은 팀들과 많은 업무 협의를 할 필요가 있다. 이로 인해 만약 어느 부품이 외주 개발 된다고 하면 현재 조직에 더 큰 부담을 가져올 수 있다.

상기 사유들로 인해 조직의 아키텍처는 프로젝트 수행시 상호소통 및 정보의 흐름의 난이도에 큰 영향을 미치며, 이를 개선하기 위해 DSM 모델을 구축하고 분석하는 과정을 거친다. 조직 아키텍처 DSM을 구축하는 경우 아래의 사항들에 대해 주의깊게 고려해야 한다.

- **입도 (Granularity):** 제품 아키텍처 DSM에서 언급한 것과 같이 DSM 모델의 입도를 어느 수준에서 결정하는냐는 중요한 사안이다. 보편적인 조직 DSM 분석은 팀 또는 개별 팀원 수준에서 이루어지지만 큰 조직이나 프로젝트들의 경우 분석은 부서, 또는 사업부 단위에서 이루어질 수가 있다. 제품 아키텍처 DSM과 같이 DSM의 입도와 사용성 간의 균형이 필요하며 보편적으로 20 ~ 50개 사이의 요소로 구성된 DSM의 입도와 사용성이 가장 좋다고 판단이 된다.
- **데이터 수집 (Data Collection):** DSM을 구축하기 위한 상호소통 관계를 기록하기 위해 데이터 수집을 하는 경우 해당 조직 요소들 간의 소통 주기 및 소통 강도에 초

점을 맞추는 것이 도움이 된다. 조직간 소통 데이터를 수집하는 경우 팀 리더들의 의견을 수렴하는 것이 빠르고 향후 전체 팀원들의 의견을 수집하여 팀 리더의 DSM 입력 사항들을 보완한다.

- **대칭 (Symmetry):** 보편적으로 조직 DSM의 경우 조직 요소들 간의 소통이 상호적 이므로 대칭의 형태를 하고 있다. 하지만 정보 흐름의 비대칭 (일방소통) 으로 인해 비대칭 DSM이 구축되는 경우도 있다.
- **정확도 (Accuracy):** DSM에 나타난 상호소통을 확인하기 위해 발신자와 수신자의 의견을 받는 것이 중요하다. 많은 경우 소통 해당자들의 의견이 엇갈릴 수 있다. 예를 들어 한 팀에서는 다른 팀과 자주 소통을 하고 있다고 생각을 하는데 상대팀에서는 주기를 다르게 생각하고 있는 경우가 많다. 이러한 경우 두 팀간의 협의를 통해 주기를 정하고 모델링 하는 것이 중요하다. 많은 경우 조직 DSM을 만들고 이를 팀 들과 확인하는 과정만으로도 가치 있는 결과를 도출하는 경우가 많다.
- **상호소통 표현 (Representing Interaction):** DSM 상에서 상호소통의 강도는 정량 적인 숫자, 알파벳, 색상, 또는 다른 심볼 (<그림 4-2>와 같이) 로 표현할 수 있다.
- **역학 (Dynamics):** 조직 DSM은 조직의 정보의 흐름을 정적 표현으로 나타낸다. 하지만 프로젝트 기반의 조직들은 능동적으로 움직인다. 이러한 차이로 인해 조직 DSM을 구축하는 경우 DSM이 나타내는 시기를 명확히 하고 표현하는 것이 좋다. 또 하나의 방안은 시기별로 DSM을 구축하여 조직 역학을 동적으로 표현하는 방안 이다.

4-3. 조직 아키텍처 DSM 분석

조직 아키텍처 DSM을 구축하는 주된 이유는 해당 조직을 분석한 후 이를 좀 더 소통이 원활하고 효율적인 조직으로 개선을 하기 위함이다. 제품 아키텍처 DSM과 마찬가지로 조직 아키텍처 DSM 모델은 조직의 구성원들 간의 상호소통 주기 및 강도를 감안하여 최적의 군집들로 나누어 업무 추진 효율화를 개선하는 목적으로 쓰인다. 제품 아키텍처 DSM 에 사용되는 군집 기법들을 사용할 수 있고 이를 통하여 조직간 소통 효율이 개선된 조직

아키텍처들을 구성할 수 있다. 조직 아키텍처 분석 시 아래 나열된 질문 사항들을 염두에 두는 것이 유익하다.

- 현재 조직 구조 (OBS)를 개선해야 하는지? 현재 구성된 팀들 중 어떤 팀들이 따로 분할되고 합쳐져야 하는지?
- 조직 전체에 공유되는 소통정보는 어떻게 처리하는지?
- 조직중 여러 팀들이 이들의 Input/Output을 관리하는 관리팀을 지정해야 하는지? 예를 들어 제품의 설계 도면 및 최신 사양들을 관리하고 배포하는 제품기술 관리팀이 존재할 수 있고 회사의 내부 입장을 모아 외부에 발표하고 외부 언론들과의 창구 역할을 하는 홍보팀등이 존재할 수 있다.

이번 장에서는 조직 아키텍처 DSM의 개요, 구축 이유, 전반적인 구축 방법, 그리고 분석 기법 및 고려사항들에 대하여 알아보았다. 조직 아키텍처 DSM은 프로젝트를 수행하는 구성원들의 업무 효율 증대 및 소통 효율 증대를 위한 조직 구조를 구축하기 위하여 쓰이며 현재 많은 조직들이 이를 활용하여 조직 개편을 시도하였다.

5. 공정 아키텍처 DSM

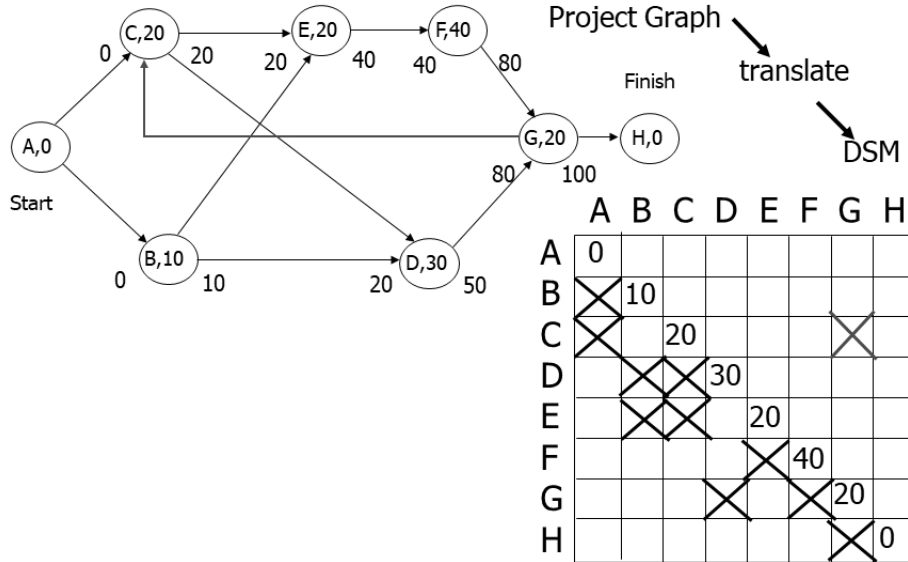
5-1. 공정 아키텍처 DSM 개요

프로젝트 관리 (Project Management)와 운영관리 (Operations Management) 분야는 과정의 흐름을 관리하는 것에 초점을 맞추고 있다. 보편적인 경우 스케줄 관리, 작업의 시작과 끝, 그리고 정보, 물질, 자금의 흐름을 조절하기 위하여 여러 가지의 기법들이 사용되고 있다. 현재 사용되고 있는 기법들 중 가장 많이 쓰이는 기법들은 공정흐름도 (Process Flow Diagram)와 간트 도표 (Gantt Chart)가 있다. 공정흐름도에서는 개별 작업을 박스로 표기하고 작업과 작업 사이의 정보 또는 물질의 이동을 화살표로 표시한다. 간트 도표에서는 하나의 작업을 행으로 표시하고 행 안의 막대기의 길이를 작업의 시작시점과 마침시점으로 표시한다. 이 분야에서 DSM은 지난 30여년 동안 여러 공정 모델링을 통하여 좋은 결과를 도출하였고 공정 아키텍처를 깊이 이해하는데 많은 공헌을 하였다.

공정 아키텍처 DSM은 흔히 공정 DSM, 공정 흐름 DSM, 활동 기반 DSM, 또는 작업 기반 DSM으로도 불리운다. 공정 아키텍처 DSM은 작업과 작업간의 상호관계로 구성된 활동망을 표현하고 있고 특히 복잡하고 반복적인 작업들이 많은 경우 이를 최적화 하는데 많은 도움이 된다. 공정 아키텍처 DSM은 크게 두 종류로 나뉜다. 첫 번째 종류는 변수 기반의 DSM (Parameter Based DSM)이고 두 번째는 소프트웨어 공정 DSM (Software Process DSM)이다. 변수 기반의 DSM은 여러 설계 변수 결정 사안들이 작업들로 표현되고 각 작업에서 결정되는 변수가 다른 결정에 미치는 작업을 모델링한다. 소프트웨어 공정 DSM은 소프트웨어 코드의 실행 순서를 공정으로 모델링 한다.

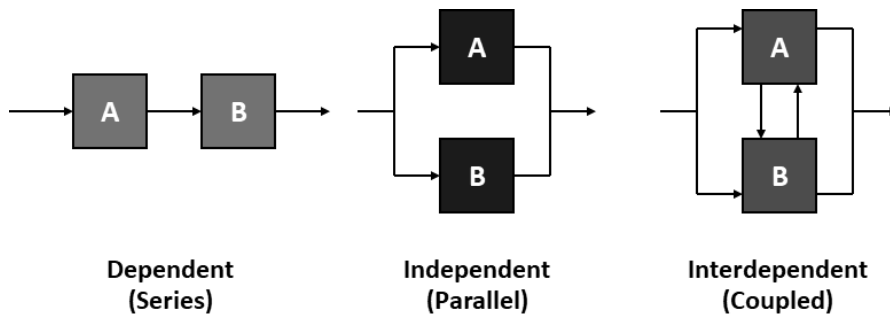
공정 아키텍처 DSM은 DSM의 창시자인 Don Steward에 의해 1960년대에 개발되었다. Steward는 여러 방정식을 행렬 기반의 기법으로 순차적으로 푸는 방법을 써서 해석알고리즘의 반복을 최소화 하려고 하였다. 그러던 중 이를 전반적인 공정의 순서를 최적화하여 반복을 최소화 하는데 적용하였고 이 방법론은 1980년대 초에 개재되었지만 1990년대 중반에 와서야 비로서 산업분야 및 학계에서 널리 쓰이기 시작하였다. 공정 아키텍처 DSM의 경우 산업공학 분야에서 널리 쓰이는 크리티컬 패스 분석법 (Critical Path Method, CPM)에 쓰이는 도표 등을 <그림 5-1>과 같이 간결하게 표현할 수 있고 이를

CPM으로 하기 힘든 공정 재배열 (Process Sequencing) 분석에 사용할 수 있다.



〈그림 5-1〉 크리티컬 패스 분석법 도표로 표현된 공정을 DSM 모델로 표현한 예제

공정 아키텍처 DSM은 작업과 작업사이의 상호관계를 표현하는 기법이다. 두 작업을 수행하기 위하여 필요한 순차적인 상호관계는 그림 5-2에 보이는 것과 같이 세가지로 분류가 된다.



〈그림 5-2〉 두 개의 작업을 완료하기 위한 순서들

- 직렬 (Series): 위 그림의 왼쪽에 나타난 것 같이 작업 A가 완료되어야 해당 정보 또는 물질을 작업 B로 보내어 두 개의 작업들을 완료한다. 자동차의 직렬 조립 라인

이 좋은 예시이다.

- **병렬 (Parellel):** 위 그림의 중간에 나타난 것 같이 두 개의 작업 A와 B가 서로의 진도에 관계 없이 병렬적으로 수행될 수 있다.
- **상호의존적 (Coupled):** 위 그림의 오른쪽에 나타난 것 같이 작업 A와 B가 동시에 수행되어야 하며 수행되는 중에도 서로에 대한 정보 또는 물질을 교환하며 수행되어야 한다.

여러개의 프로젝트에 대한 공정 아키텍처 DSM모델을 구축하며 발견한 가장 두드러진 현상은 공정 중 발생하는 상호작용의 패턴에 의해 발생하는 현상이다. 반복 작업은 같은 작업을 여러 번 해야 하거나 했던 작업을 교정을 위하여 다시 하는 경우이며 이러한 반복 작업은 전체 공정 중의 피드백 루프 (Feedback Loop)로 표현이 된다. 공정 아키텍처에서 의도하지 않은 피드백 루프는 원래의 계획에 없던 의도치 않은 재작업이기 때문에 전체적인 프로젝트 비용 및 일정 초과에 영향을 미치는 주요 요인이 된다. 일례로 자동차의 설계, 시험, 개발이 완료되어 생산 라인을 구축하고 양산 준비를 하는 과정에서 차량 안전에 대한 문제가 발견되어 설계 단계로 다시 돌아가야 한다면 이에 따른 추가 프로젝트 비용과 추가 일정이 소요되고 이는 기업의 수익성 감소로 직결된다. 이러한 피드백은 아래와 같은 원인에 의해 발생하고 있는 것으로 파악된다.

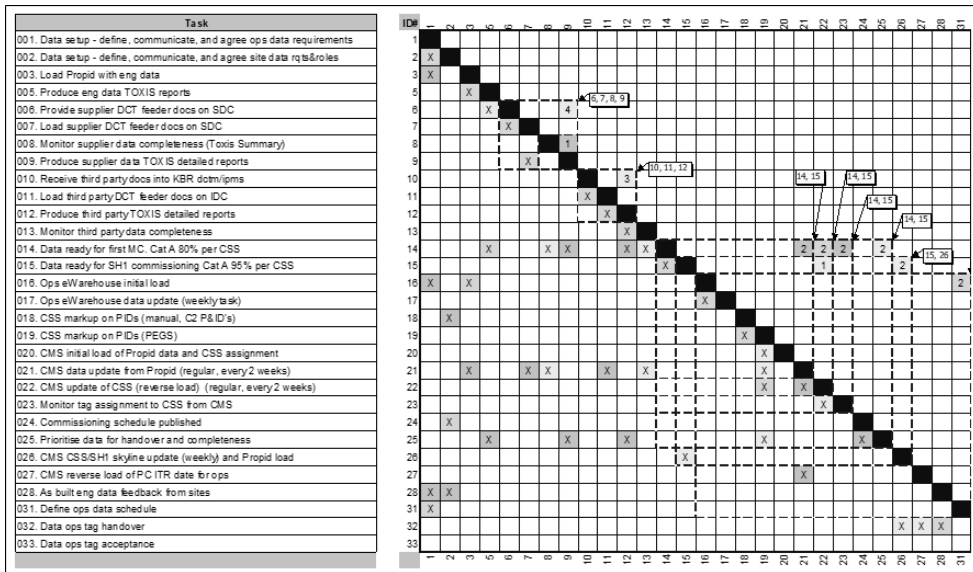
- **내재된 연결관계 (Inherent Coupling):** 보편적으로 많은 공정들이 다른 공정들과의 상호의존적인 관계이고 다른 공정에서 나오는 결과를 가정하고 수행이 되는 경우가 많아서 실측 결과가 나오면 다시 반복을 해야 하는 경우가 많다.
- **잘못된 공정 순서 배열 (Poor Activity Sequencing):** 공정들이 제대로 배열이 되어 있지 않아서 도출이 되어 할 정보가 제시간에 도출이 되지 않아서 해당 공정에 상호의존적인 공정들이 가정을 바탕으로 업무 추진을 해야 하는 경우 피드백이 많이 발생한다.
- **불완전한 공정들 (Incomplete Activities):** 후공정에 필요한 정보가 부분적으로만 제공이 되는 경우 피드백이 발생할 수 있다.
- **입력 변경 (Input Changes):** 후공정에 필요한 입력 변수 등이 바뀌었을 때 피드백이 발생할 수 있다.

- **빈약한 소통 (Poor Communication):** 정보가 명확하게, 제시간에, 적절하게 전달이 되지 않을 경우 피드백이 발생할 수 있다.
- **실수 (Mistakes):** 잘못된 정보가 입력이 되고 이에 따른 후공정 진행, 그리고 후공정 진행 완료 후 잘못된 정보의 입력 여부가 발견되었을 때 피드백이 발생할 수 있다.

5-2. 공정 아키텍처 DSM 구축 방법

공정 아키텍처 DSM의 구축 방법은 전에 소개된 제품 아키텍처 DSM 및 조직 아키텍처 DSM의 구축 방법과 비슷한 절차를 따른다.

1. 모델링 하고자 하는 큰 공정을 세부 공정들로 나누는 작업을 수행한다. 세부 공정수에 준하는 정사각형 DSM을 준비하고 각 행과 열에 세부 공정을 지정한다.
2. 현재 알고 있는 공정간의 상호관계 (Input-Output Relationship)을 DSM의 해당 비대각 셀에 입력한다.

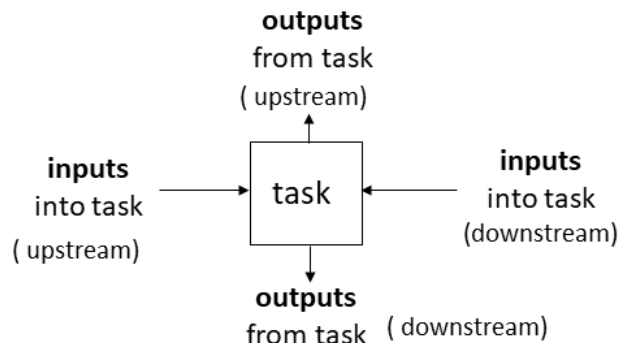


〈그림 5-3〉 British Petroleum (BP) 사의 공정 아키텍처 DSM

〈그림 5-3〉은 영국 BP사에서 구축한 공정 아키텍처를 표현한 DSM 모델이다. 대각 아래 부분의 표시는 앞공정에서 후공정으로 가는 정보의 흐름을 나타내고 대각 위 부분의 표시는 후공정에서 앞공정으로 되돌아가는 피드백 정보의 흐름을 나타내고 있다. 후에 서술할 공정 아키텍처 DSM 분석에서는 공정의 순서를 바꾸어 전체 공정 아키텍처에서 발생하는 피드백을 최소화 하는데 초점을 맞춘다.

공정 아키텍처 DSM을 구축하는 경우 아래의 사항들을 고려하는 것이 공정 아키텍처의 이해 및 DSM 모델을 이용한 향후 아키텍처 개선에 많은 도움이 된다.

- **공정 순서 (Sequencing):** 처음 공정 아키텍처 DSM 구축을 할 때 현재 존재하고 있는 공정 순서를 시작점으로 하는 것이 좋다.
- **공정 분할 (Process Decomposition):** 대부분의 공정들의 경우 초기에 수립된 업무 분업 구조 (Work Breakdown Structure, WBS)가 존재한다. 초기 모델링 시 WBS가 좋은 시작 시점이 될 수 있다.
- **입력, 출력, 피드백에 대한 표기 (Convention for Input, Output, and Feedback):** DSM에서 각 셀의 입력, 출력, 그리고 피드백에 대한 표시 방법을 명시하고 따르는 것이 권장된다. 〈그림 5-4〉에 개별 비대각 셀에 대한 표시 방식의 예시를 참조한다. 각 셀의 왼편에서 상위 공정으로부터의 입력이 들어오고 셀의 아래쪽으로 해당 공정에서 발생하는 결과가 하위 공정으로 전달된다. 그리고 해당 공정에서 상위공정으로 전달되는 피드백이 위편으로 올라가고 하위 공정에서 해당 공정으로 전달되는 피드백이 오른편에서 들어온다.



〈그림 5-4〉 공정 아키텍처 DSM의 비대각 셀의 입력, 출력, 그리고 피드백 표시 방법 예시

- **모델 구축 및 확인 (Building and Verifying the Model):** 공정 아키텍처 DSM을 구축할 때 각 공정별 담당자와의 확인 과정은 좋은 DSM을 구축하는데 필수 요건이다.
- **현재 공정을 그대로 모델링 (Modeling the As-Is Process First):** 현재 공정을 그대로 모델링 하고 이를 공정 담당자들과 확인 하는 것이 공정 아키텍처의 현주소 파악과 개선점 파악에 큰 도움이 되며, 개선안 제안 시 정량적인 개선 효과를 비교 분석할 수 있다.
- **상호소통 강도 (Interaction Strength):** 많은 경우 공정 아키텍처 DSM에 공정에서 공정 사이에 이루어지는 상호소통의 강도를 표기하는 것이 향후 공정 분석 및 개선을 할 때 좋은 참고 자료로 활용이 된다.
- **연결된 공정들의 강조 (Highlighting Coupled Activities):** 상호 연결된 공정들은 전체적인 피드백 흐름에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 모델 상에서 강조를 하고 추후 집중 분석 관리를 해야 한다.
- **시각화 지침 (Visualization Guidelines):** 보는 사람들이 이해하기 쉽도록 DSM을 구성한다. 일예로 다른 색깔, 심볼, 숫자들의 사용을 들 수 있다.
- **모델 입도 (Granularity of the Model):** 다른 종류의 DSM과 마찬가지로 모델의 입도와 사용성은 반비례의 관계를 가지고 있다. 많은 공정 아키텍처 DSM의 경우 30 ~ 70개 공정을 기반으로 모델링 하는 경우가 많다.
- **외부 입력 및 출력들에 대한 고려 (Accounting for External Inputs and Outputs):** 외부 입력 및 출력들을 모델링하기 위하여 DSM에 추가 행과 열을 삽입할 수 있다. 단 DSM 분석시 해당 행과 열들은 시스템 경계 바깥에 위치하고 있으므로 제외시킨다.
- **모델 경계 (Model Boundaries):** DSM 모델은 큰 공정의 일부를 나타낸 경우일 수도 있다. 이러한 경우 DSM모델의 경계를 명확하게 하는 것이 중요하다.
- **공정 및 상호소통에 대한 추가 특성들 (Additional Attributes of Activities and Interactions):** 많은 DSM 분석이 공정의 추가 특성들 (예: 공정 기간, 비용, 학습 곡선, 확률, 입력 변화에 따른 영향 등)과 상호소통에 대한 특성들 (예: 공정 제품

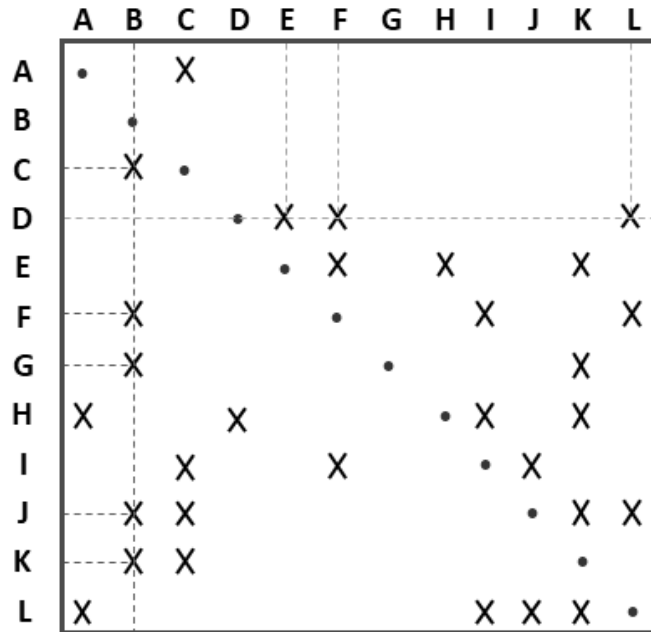
요구사항들, 정보의 속성도, 변경의 확률 등)을 이용하고 있다.

- **모델 검증 (Validating the Model):** DSM 모델이 구축된 후 포함된 공정들을 담당하는 당사자들과의 협의를 거쳐 구축된 DSM 모델에 반영된 공정 아키텍처를 검증하는 것이 해당 모델의 신뢰성 확보, 그리고 향후 개선 모델의 신뢰성 확보에 큰 도움이 된다.

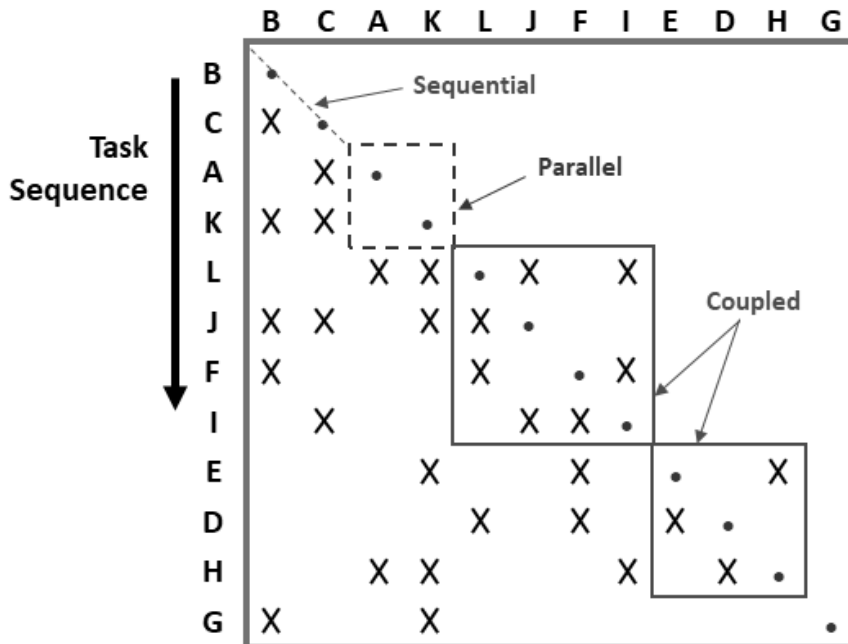
5-3. 공정 아키텍처 DSM 분석

공정 아키텍처 DSM을 구축하는 주된 이유는 해당 공정을 분석한 후 이를 좀 더 개선된 공정으로 재구성하여 공정의 효율을 극대화 시키는 것에 있다. 공정 아키텍처를 분석하는 주요 기법은 배열 기법 (Sequencing)으로 현재 공정의 순서를 재배열 하여 공정 전체에 악영향을 미치는 파괴적인 피드백을 최소화 하는데 있다. 현재 학계에서는 여러 배열 기법을 개발하고 이를 학술 논문에 게재하였다.

다음 그림은 Steward (1981)의 최초 논문에 나온 예제로 공정 아키텍처 DSM이 어떻게 공정 아키텍처 개선이 이용되는지를 보여준다. 그림에 나온 DSM은 12개의 개별 공정으로 구성되어 있으면 공정에서 공정 간의 흐름은 해당 셀에 X로 표기가 되어 있다. 일 예로 공정 D는 공정 E, F, 그리고 L로부터 정보 입력이 필요하고 공정 B는 공정 C, F, G, J, 그리고 K로 정보를 보내준다. 본 DSM에서 나타난 현재의 공정 아키텍처를 살펴보면 후공정에서 앞공정으로의 피드백이 많고 이는 공정 기간의 연장 및 추가 비용 발생 등의 문제들을 일으킬 소지가 많다. 이를 최소화 하기 위하여 DSM 상의 공정 재배열을 통해 그림 5-6에 나타난 개선된 공정 아키텍처를 구상하였다.

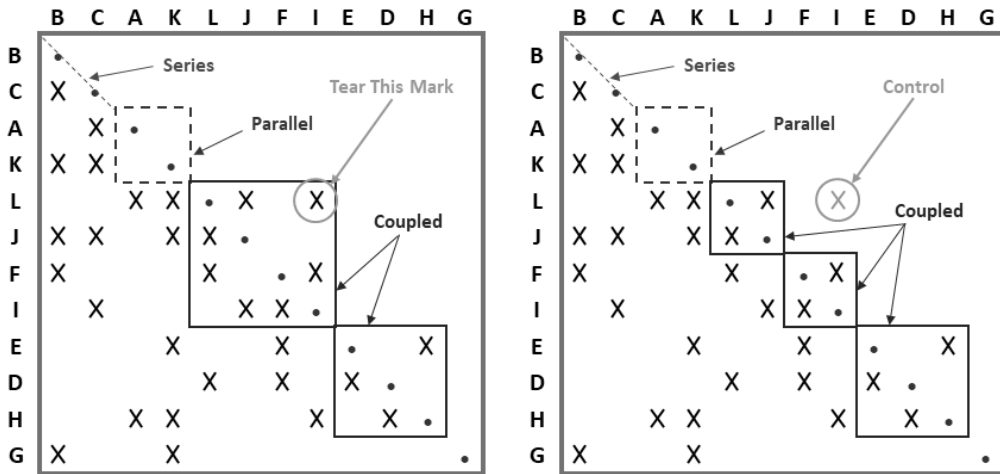


〈그림 5-5〉 공정 아키텍처 DSM 예시



〈그림 5-6〉 그림 5-5 공정 아키텍처의 재배열 예시

〈그림 5-6〉에 나타난 공정 아키텍처는 기존 아키텍처에 비해 피드백 숫자가 감소하였고 추가 감소할 수 없는 피드백들은 군집 형태로 모아 피드백의 주기를 최소화 하였다. 위 그림에 나타난 공정에는 직렬 공정, 병렬 공정, 그리고 상호의존적 공정이 모두 다 존재한다. 위에 정리된 공정을 추가로 개선하기 위하여 Tearing 기법이 사용되며 이는 〈그림 5-7〉에 나타나 있다.



〈그림 5-7〉 그림 5-6 공정 아키텍처를 이용한 Tearing 기법

Tearing 기법은 상호의존적인 공정의 최소 반복을 달성하기 위하여 실행하는 기법이다. 위 그림에서는 공정 I에서 L로 가는 피드백이 존재한다. 이 피드백을 찢어 내고 이 피드백 흐름 내에 있는 네 공정을 상호의존적 관계를 가지고 있는 두 공정들끼리 군집시킨 후 해당 피드백 (공정 I - L)을 실제 공정에서 엄격하게 제어하여 피드백을 최소화 하는 조치를 취할 수 있다.

이번 장에서는 DSM 모델의 세 번째 종류인 공정 아키텍처 DSM에 대하여 알아보았다. 공정 아키텍처 DSM은 복잡한 과정들을 모델링 하는데 유용하며 주로 공정의 재배열을 통한 피드백 최소화 분석에 쓰인다. 추가로 공정 아키텍처 DSM의 구축방법 및 유의점, 그리고 분석 방법 등에 대하여 알아보았다.

6. DSM 적용 예시

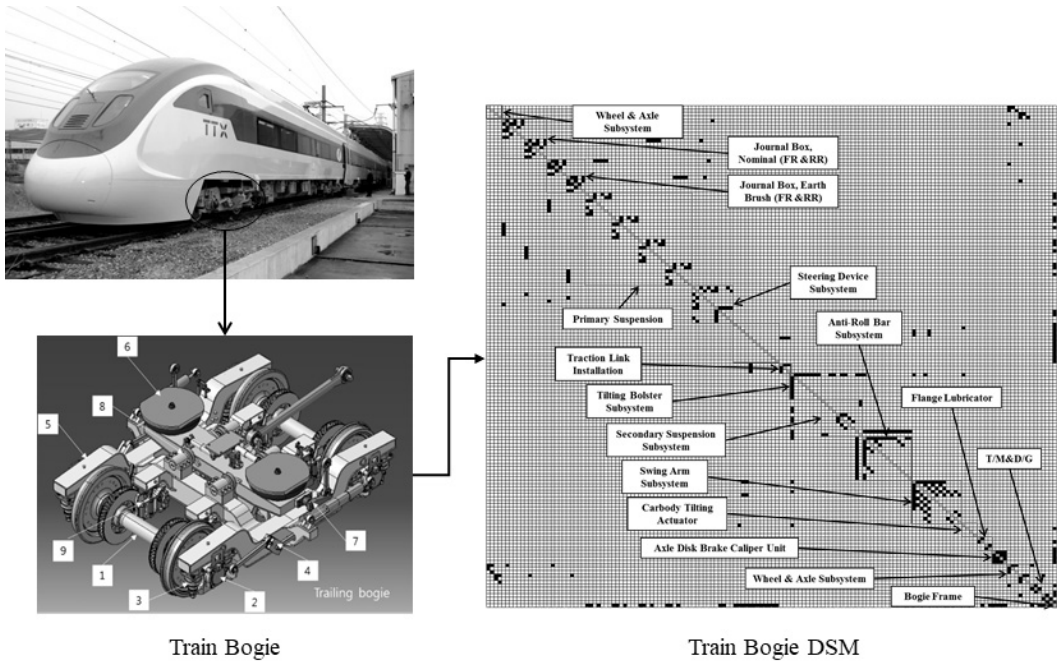
제3장에서 5장까지는 DSM 모델의 종류에 대한 소개, 구축 기법 및 분석 기법들에 대하여 서술하였다. 1990년대 중반 이후로 DSM이 여러 산업 분야에서 적용되기 시작하면서 제품 아키텍처, 조직 아키텍처, 그리고 공정 아키텍처 DSM들의 예제들이 여러 학술지들에 게재되기 시작하였다. 이번 장에서는 여러 산업 분야에서 DSM이 적용된 예제들을 상세하게 다루며 DSM이 어떻게 여러 아키텍처 개선을 위해 사용되었는지에 대하여 알아보았다.

6-1. 예제 1: 틸팅 열차의 대차 아키텍처 모듈화 및 복잡도 배분 개선 (제품 아키텍처 DSM) - Sinha & Suh (2018)

복잡한 제품이나 시스템을 처음 구상하는 단계에서 가장 중요한 부분은 해당 제품을 어떤 방식으로 분할하여 여러 모듈 (또는 군집)들로 나누고 이러한 제품의 모듈화를 통해 설계, 조립, 유지보수 부분의 최적화를 달성하고 동시에 각 모듈들에게 최대한 균등하게 제품의 내재된 복잡도를 배분하는 것이다. 하지만 제품 구상 초기 단계에서는 제품 개발 후기 단계에서 존재하는 상세정보들이 존재하지 아니하며, 이는 여러 정보의 부재하에 중요한 제품 아키텍처에 대한 결정을 내려야 하는 어려운 상황을 발생시킨다.

제품 아키텍처 DSM은 이러한 상황에서 해당 제품의 부품 및 부품들 간의 연결 정보등 최소량의 정보를 기반으로 구축할 수 있고 DSM의 특성상 이를 이용하여 제품의 초기 모듈화 및 복잡도 배분 분석을 효과적으로 수행하여 제품의 생애주기비용을 최소화 하는 효과를 거둘 수 있다.

이 예제에서는 이러한 제품 아키텍처 구상 초기 단계에 아키텍처의 모듈 최적화 및 복잡도 배분 최적화를 달성할 수 있는 파레토 최적해 알고리즘을 적용하여 한국철도기술연구원에서 개발한 틸팅 열차 “한빛 200”의 대차에 적용해 보았다.



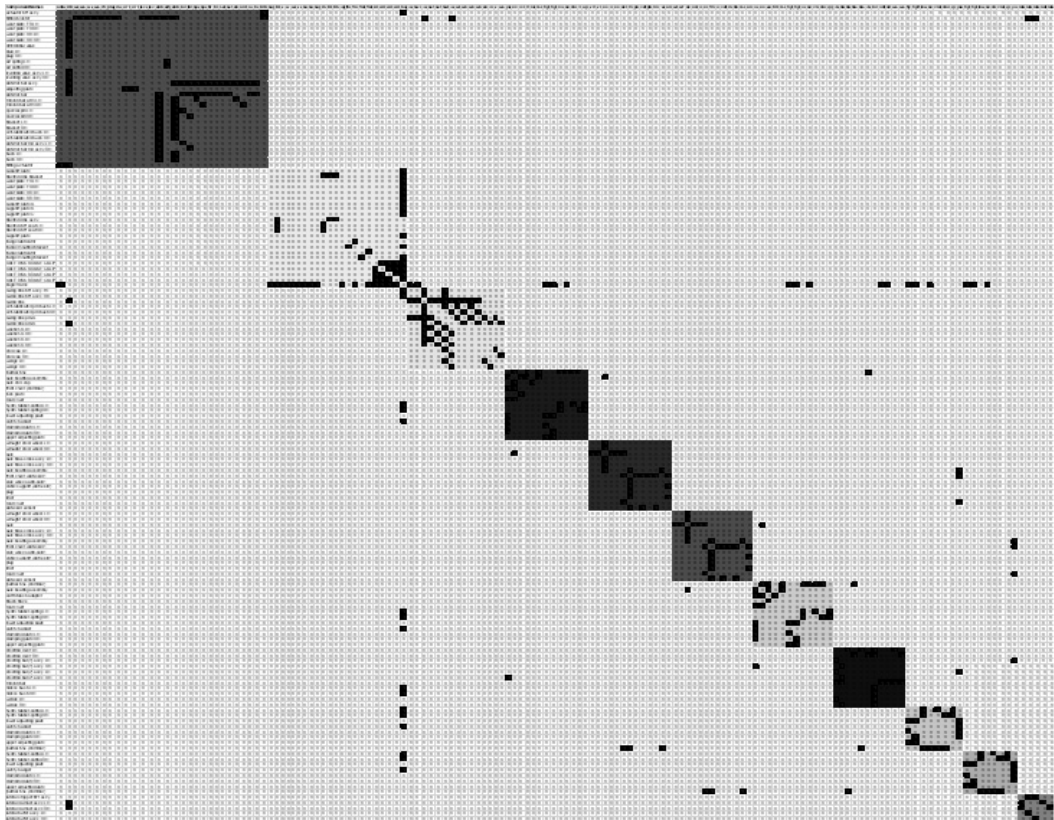
〈그림 6-1〉 한국형 틸팅 열차 “한빛 200”의 대차와 대차를 모델링한 DSM

〈그림 6-1〉에 나타난 한국형 틸팅 열차는 한국 철도기술연구원에서 개발한 열차로서 열차가 곡선구간을 운행 시 바깥 방향으로 행하는 원심력에 의한 열차의 기울기(틸팅)를 보정하는 장치를 적용하여 곡선구간을 좀 더 빠른 속도로 운행할 수 있게 하여 출발지로부터 목적지까지 운행시간을 단축시키려는 의도로 개발되었다.

본 연구에서는 틸팅 열차의 주요 Sub-System 중 하나인 대차 시스템을 DSM으로 모델링 하였고 구축 완료된 DSM은 위 그림 우측에 나타나 있다. 해당 대차 시스템의 DSM을 구축하기 위하여 대차의 조립도면 및 주요 부품 도면들을 참조하였고 더불어 대차 설계담당자의 검증을 거쳐 DSM의 정확성을 확보하였다.

앞서 언급했듯이 제품의 초기 아키텍처 구상 시 가장 중요한 부분은 제품을 어떻게 모듈화 하고 제품 내에 내재된 복잡도를 각 모듈에 균등하게 배분하는 부분이다. 제품 내의 모듈과 모듈 간에는 최소한의 연결 관계가 존재하여야 모듈간의 분리가 쉬워지고 이로 인한 모듈의 설계, 외주 개발, 조립 등의 후속 절차가 쉬워진다. 이와 더불어 모듈과 모듈간의 크기 격차 (모듈별 부품 수량) 역시 최소화 되어야 한다. 그 이유는 모듈의 크기가 커지

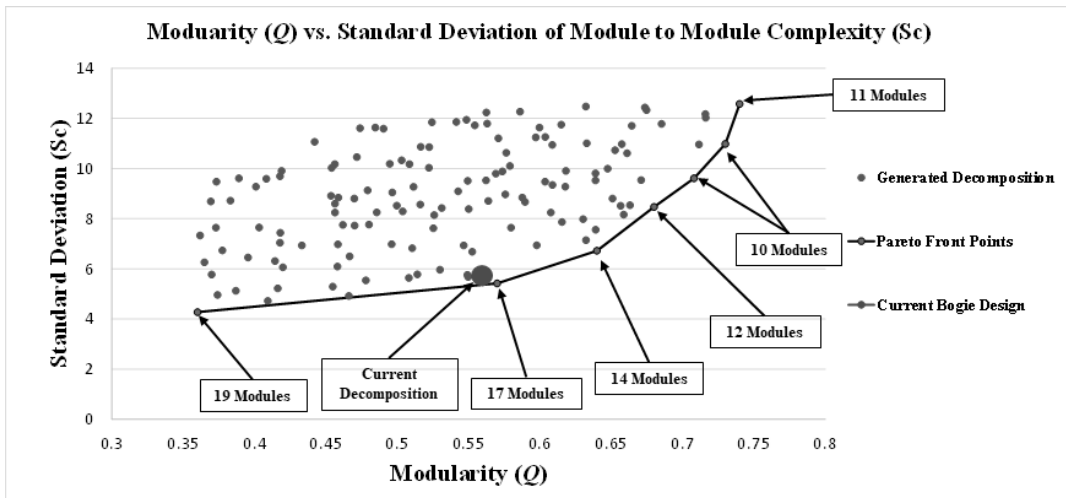
면 커질수록 이를 설계 및 개발해야 하는데 소요되는 시간 및 자원이 늘어나고 이러한 모듈의 설계 난이도 역시 기하급수적으로 상승한다. 이는 해당 모듈에 제품의 내재된 복잡도가 많이 배분되어 일어나는 현상인데 이를 해결하기 위하여 제품 내의 모듈들의 크기를 평준화 하여 이에 따른 모듈별 복잡도 분포를 최소화 하는 것이 해당 제품 개발에 도움이 된다. 위에 언급한 제품의 모듈화 정도 및 복잡도를 정량적으로 측정하기 위하여 학계에서 제시된 모듈화 척도와 복잡도 척도를 사용하였다. 모듈화 척도는 Newman (2004)이 제시한 모듈화 척도 (Q) 를 이용하였고 복잡도 척도는 Sinha & de Weck (2013) 이 개발한 복잡도 척도 (C) 를 이용하였다.



〈그림 6-2〉 대차의 신규 모듈화 구성안 - 11개 모듈로 구성되었고 약 30% 향상된 모듈화 척도를 나타낸다.

〈그림 6-2〉에 나타난 대차의 신규 모듈화 구성안은 기존의 구성안을 바꾸어 대차를 11개의 모듈로 나누었고 신규 구성안의 모듈화 척도는 기존 구성안 대비 약 30%가 향상되었

다. 해당 대차를 대상으로 수행한 모듈화와 모듈별 균등한 복잡도 배분의 최적화 결과를 관측한 결과 모듈화 척도와 모듈별 균등한 복잡도 배분 사이에는 반비례한 파레토 관계가 성립한다는 것을 알게 되었다. 일례로 해당 대차의 모듈화 척도를 높이기 위해서는 모듈과 모듈간의 복잡도 차이가 커지고, 복잡도 배분이 균등해 지면 제품의 모듈화 척도가 내려간다. <그림 6-3>은 이 파레토 관계를 보여주는 도표를 나타낸다.



<그림 6-3> 대차의 모듈화 척도와 복잡도 균등 배분의 관계

위 그림에 나타난 검은 선은 학계에서는 파레토 전선 (Pareto Frontier) 라고 부른다. 이 전선은 해당 제품 아키텍처가 X와 Y에 명시된 두 척도의 최적화를 극대화한 구간으로 이 선상에서는 하나의 척도가 개선되려면 다른 척도가 감소되어야 하는 것을 나타낸다.

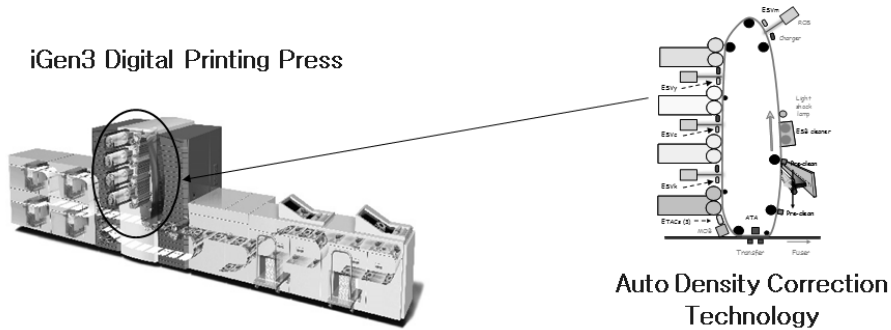
위 그림에 나타난 결과를 토대로 시스템을 구상하는 아키텍트는 해당 제품에 대하여 여러 가지 모듈화 방안에 대한 선택을 할 수가 있다. 왼쪽 하단에 보이는 19개의 모듈로 구성된 대차의 모듈화 방안은 모듈별 복잡도는 제일 균등하게 배분이 되어 있지만 모듈화 척도는 가장 나쁜 상태이다. 이러한 모듈화 전략을 추구하는 회사들은 보통 회사 내에 탁월한 제품 또는 시스템의 통합 (Integration) 기술을 보유하고 있으며 각 모듈들을 외부 개발 업체에 맡기고 짧은 시간 내에 모듈 개발을 완료하고 통합하는 회사들이다. 반대로 우측 상단의 11개의 모듈로 구성된 모듈안의 경우 모듈화는 극대화 되어 있지만 모듈과 모듈간의 복잡도 배분 척도는 상당히 높은 상태이다. 이러한 전략을 추구하는 회사들은

회사 내에서 턴키 방식의 통합 전략을 가지고 있고 가장 복잡한 모듈들을 단시간에 개발할 수 있는 능력 있는 협력업체들과 같이 협업을 하는 회사들이다. 참고로 현재 틸팅 열차의 대차의 모듈화 및 복잡도 배분 정도는 그림의 빨간색 점으로 표기가 되어 있으며 파레토 전선의 굴곡점 부분에 위치하고 있어 모듈화와 복잡도를 균형있게 적용하는 전략을 구사하고 있다.

본 예제에서는 제품 아키텍처 DSM을 사용한 전체적인 제품의 모듈화 및 복잡도 배분 최적화 솔루션 도출에 대해서 설명하였다. DSM을 이용하여 회사가 구사할 수 있는 여러 모듈안을 도출해 내고 해당 회사의 강점 및 추구 전략에 따라 최적화 된 파레토 전선의 모듈화 안을 선택할 수 있는 방법론을 제시하였다.

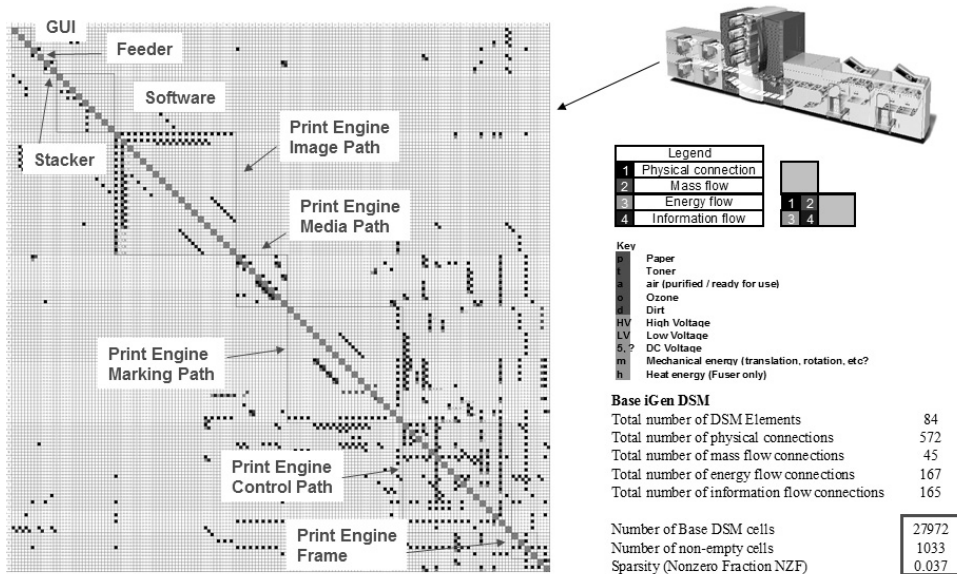
6-2. 예제 2: Xerox iGen3 공업용 프린터 (제품 아키텍처 DSM) – Suh et al. (2010)

미국 Xerox사는 프린팅 시스템 분야의 선두주자로서 사무실용 프린터부터 대형 공업용 프린터 까지 다수의 제품들을 개발하며 관련 분야의 기술 트렌드를 주도하고 있다. 언급된 것과 같이 프린팅 시스템 분야의 선두를 유지하기 위해서는 시스템 성능향상 및 비용절감을 위한 신기술 들을 새로 출시되는 제품 설계에 적용하여야 한다. Xerox 중앙연구소에서는 많은 관련 기술들이 연구되고 있고 연구되고 있는 기술들 중 어느 기술들을 실제 제품들에 적용해야 하는지가 중요한 문제로 떠오르고 있다. 이러한 이슈에 대응하기 위해 시스템에 주입되는 신기술의 가치를 평가하는 프로세스가 개발되었고, 개발된 프로세스에서 전체적인 프린팅 시스템과 주입되는 신기술을 모델링 하기 위하여 DSM이 사용되었다. 제시된 프로세스의 타당성을 검증하기 위하여 Xerox사의 대표적인 공업용 프린터인 iGen3 이 예제로 채택되었고 iGen3의 차세대 모델인 iGen4에 적용이 될 자동 밀도 보정 기술에 대한 신기술 가치를 DSM 모델링, 성능 및 비용 평가를 통해 판단하기로 결정되었다. 자동 밀도 보정 기술이란 현재 인쇄되고 있는 페이지에 적층된 색상별 토너의 양을 감지해 다음 페이지 인쇄시 토너의 양을 보정하여 정확한 색상으로 인쇄하는 기술로 인쇄물 품질을 향상시키며 상이한 색상에 의한 불량을 줄이는 새로운 기술이다. 그림 6-4에 iGen3 공업용 프린터와 새로운 자동 밀도 교정 기술의 주입에 대한 내용이 나타나 있다.



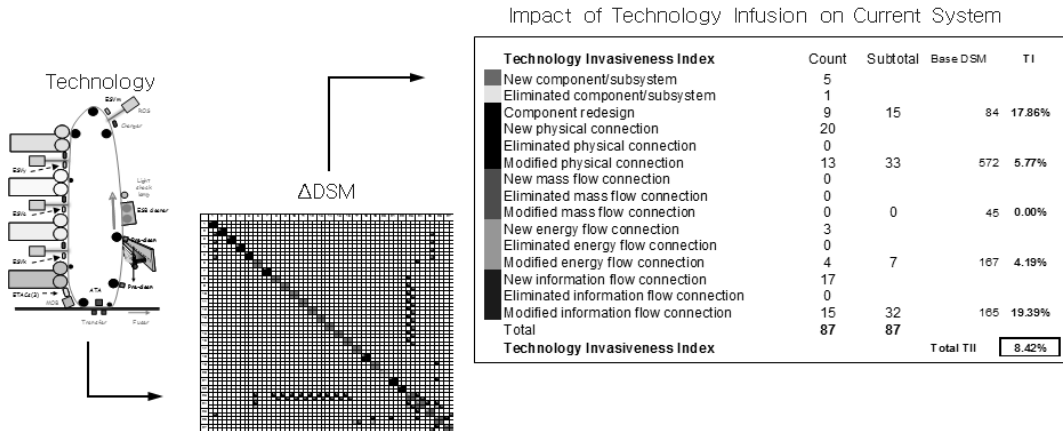
〈그림 6-4〉 Xerox iGen3 공업용 프린터와 자동 밀도 보정 신기술

주입된 신기술의 가치를 평가하기 위하여 iGen3 공업용 프린터를 DSM으로 모델링 하였다. 정확한 모델을 구축하기 위하여 약 4개월의 기간 동안 관련 Sub-System들의 개발을 주관하는 시스템 아키텍트들과의 인터뷰, 실제 iGen3 시스템의 분해, 그리고 정비지침서 및 설계 도면들을 참조하여 주요 Sub-System들 및 부품들, 이들의 물리적인 연결 관계, 그리고 주요 물질, 에너지 및 정보의 흐름을 파악하였다. 그 결과로 〈그림 6-5〉에 나타난 83 X 83 iGen3의 DSM이 구축되었고 DSM에 주요 부품들 및 Sub-System들, 그리고 물리적 연결 관계와 물질, 에너지, 정보들의 흐름 등을 표현할 수 있었다.



〈그림 6-5〉 iGen3의 DSM 모델

iGen3의 DSM을 구축한 후 자동 밀도 보정 기술을 적용하여 설계가 변경된 iGen3의 DSM이 별도로 제작되었고 이는 <그림 6-6>에 나타나 있다.



<그림 6-6> 자동 밀도 보정 기술에 의한 iGen3의 설계 변경을 나타낸 DSM

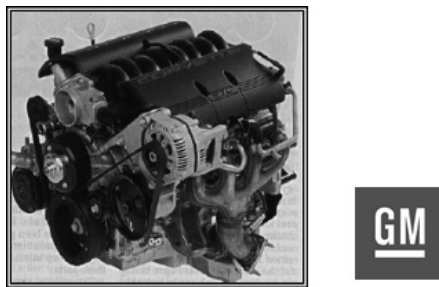
보편적인 경우 신기술을 현재 시스템에 주입할 때 발생하는 설계변경 및 구성 부품들의 추가 및 제거 범위는 상세 설계 단계에서 예측 가능하다. 하지만 DSM을 이용하여 이를 모델링 하는 이유는 신기술에 의한 변경 범위를 상세 설계 단계 훨씬 이전의 단계인 시스템 아키텍처 구상 초기 단계에서 파악하기 위함이다. 아키텍처 구상 단계에서는 신기술에 대한 구체적인 정보 (형상, 조립 방법 등)의 부재로 인하여 DSM과 같은 추상적인 방법을 이용하여 설계 변경 범위 등을 예측하여야 한다. 이 단계에서 신기술에 의한 시스템 변경 범위를 예측하여 성공 가능성이 작은 신기술에 대한 추가 자원 투자를 방지하고 성공 가능성이 높은 신기술 개념을 채택할 수 있다.

이번 Xerox 케이스에서는 DSM을 이용하여 자동 밀도 보정 신기술 주입에 의한 시스템 변경 범위를 도출할 수 있었다. 본 신기술을 iGen3에 적용함으로써 인해 약 8.5%의 시스템 구성 부품들을 추가 및 제거, 또는 설계변경 하여야 하였고 이에 따른 초기 설계 및 개발 비용들이 발생하였다. 하지만 주입된 신기술에 대한 경제성 분석 결과 출시 후 이익을 낼 것으로 판단되었고 다른 여러 신기술들과 함께 iGen3의 후속 모델인 iGen4에 적용이 되어 출시되었다.

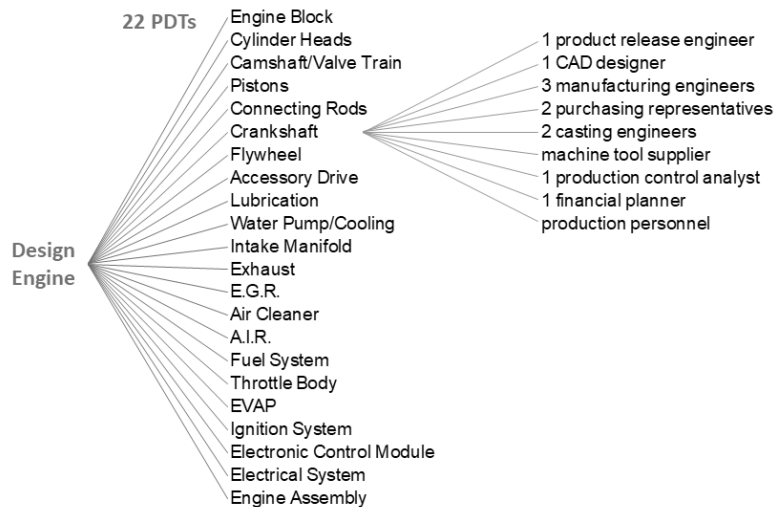
6-3. 예제 3: GM 제품 개발팀의 재군집 (조직 아키텍처 DSM) – Eppinger & Browning (2012)

본 예제에서는 해당 제품의 아키텍처의 개발을 좀 더 효율적으로 수행하기 위하여 제품을 개발하는 조직의 아키텍처를 DSM을 이용하여 재군집하고 조정한 사례를 소개한다.

미국 General Motors (GM)의 파워트레인 사업부는 자동차의 핵심 모듈인 내연 엔진 설계 및 개발을 담당하고 있다. 그림 6-7에 나타난 내연 엔진은 수많은 부품들을 설계 및 조립하여 완성되는 완성된 복합체로 복잡한 시스템 (Complex System)의 전형적인 예시이다. GM에서는 하나의 엔진을 설계 및 개발하는데 22개의 부품 개발 팀들을 투입하고 있다. <그림 6-8>은 본 연구가 수행될 당시 엔진 개발팀의 상세 구조를 나타내고 있다.



<그림 6-7> GM의 내연 엔진



<그림 6-8> 내연 엔진 개발팀 상세 구조

22개의 부품 개발 팀들은 각 팀마다 지정된 엔진의 세부 부품들을 책임지고 설계 및 개발 하고 있으며 각 팀은 1명의 책임 엔지니어 (Product Release Engineer), 1명의 CAD 요원, 3명의 생산기술 엔지니어 (Manufacturing Engineer), 2명의 구매 담당자 (Purchasing Representatives), 생산장비 업체, 생산 관리 분석 담당자, 재무 담당자, 생산 담당자 및 부품마다 필요한 특정 기술을 가진 전문가들로 구성되어 있다. GM에서는 엔진 개발 조직을 좀 더 효율성 있는 구조로 구성하기 위하여 조직 아키텍처 DSM을 사용 하였다.

조직 구조 개편을 위한 첫 번째 단계에서는 각 부품 개발 팀으로 설문 조사를 의뢰하였다. 설문 조사의 내용은 해당 팀을 제외한 다른 부품 개발 팀들과 어느 정도의 주기로 업무에 필요한 기술정보 교환 및 협의를 하는지에 대한 조사 였다. 그림 6-9에 설문 조사에 대한 예시가 나와 있다.

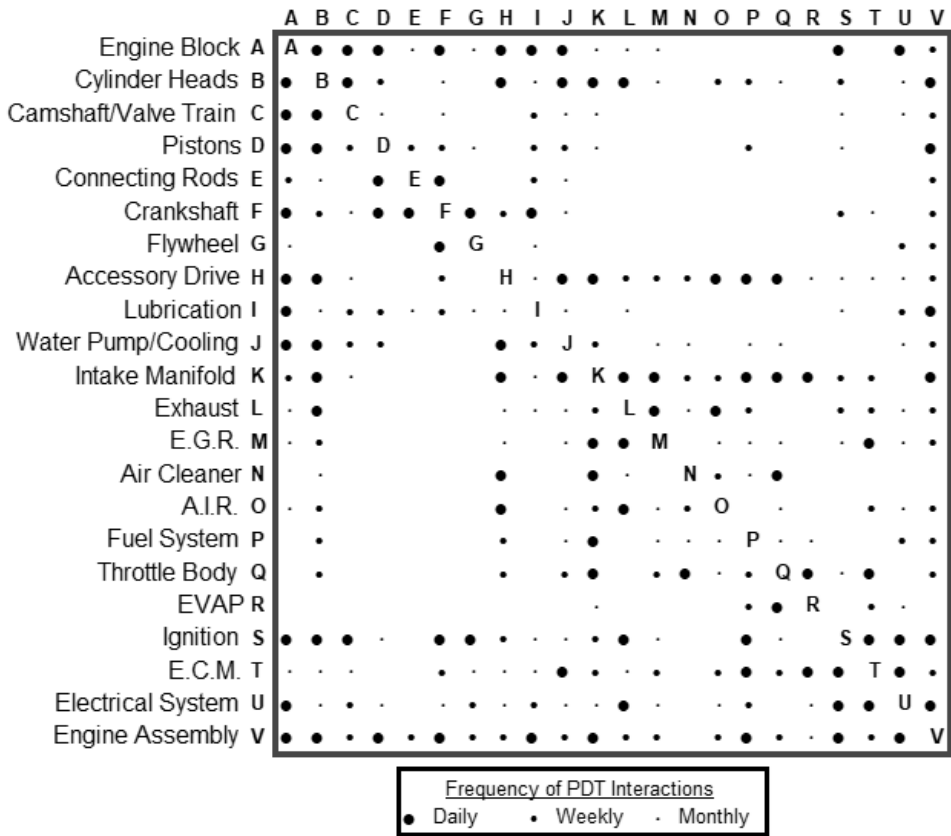
PDT	Daily	Weekly	Monthly	Never
Engine Block	<u>√</u>	—	—	—
Cylinder Heads	—	<u>√</u>	—	—
Camshaft/Valve Train	—	—	<u>√</u>	—
Connecting Rods	—	<u>√</u>	—	—
•				
•				

〈그림 6-9〉 엔진 개발팀에 요청한 설문 조사 예시

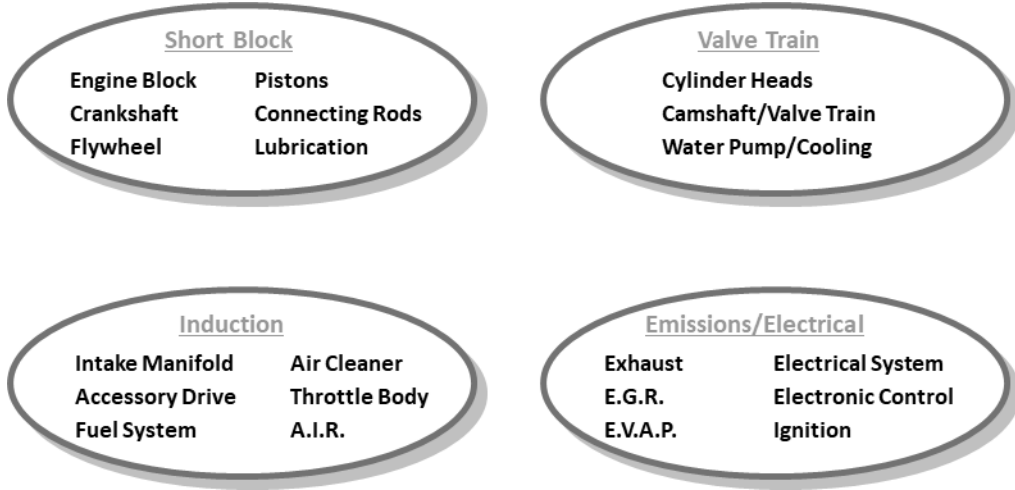
각 개발 팀들은 다른 팀들과 1) 매일, 2) 매주, 3) 매월, 또는 4) 미교류 상태를 표시 하여 제출하였고, 이를 토대로 〈그림 6-10〉에 팀들 간의 상호소통 및 소통 주기를 나타낸 조직 아키텍처 DSM을 구축하였다. 그림에 나타난 DSM에는 각 팀들의 타팀과의 상호소통 주기를 매일, 매주, 그리고 매월로 분류하여 이를 동그라미의 크기로 반영하여 나타내었다.

다음 단계에서는 현재 엔진 개발 조직의 구성을 점검하고 이를 개선해야 하는지에 대한 검토가 필요하였다. 〈그림 6-11〉에는 현재 구성되어 있는 엔진개발 조직의 아키텍처를 나

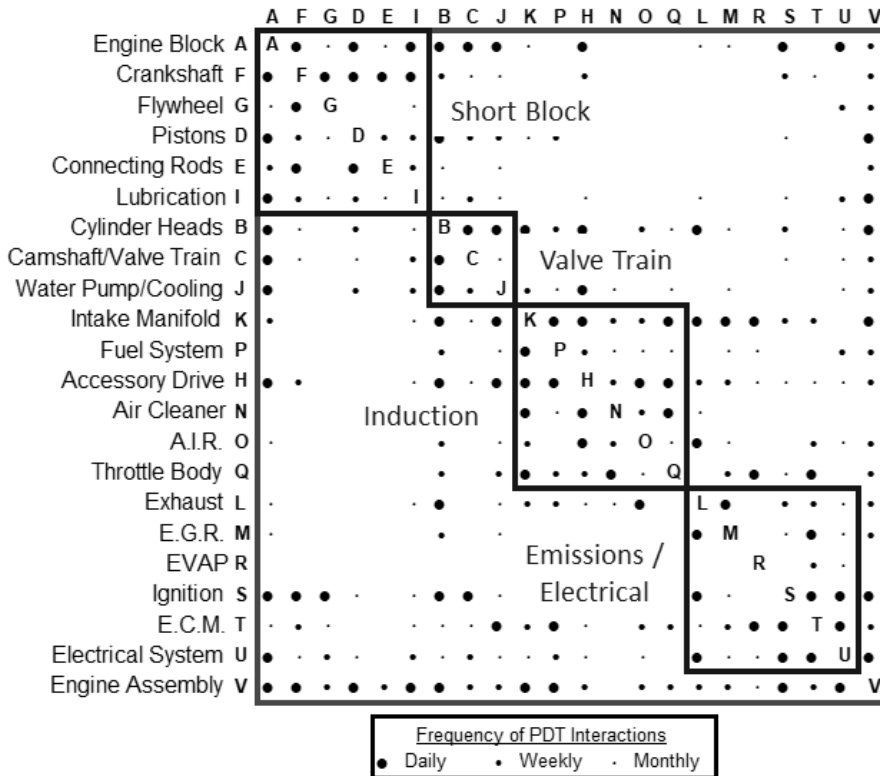
타내었고 <그림 6-12>에는 현재 조직을 표기한 DSM을 보여주고 있다. 그림에서 보듯이 현재의 조직은 4개의 Sub-System 팀들로 나뉘어 있고 각 팀 안에 관련 부품 개발 팀들이 존재하고 있다.



<그림 6-10> GM 엔진 개발 조직 아키텍처 DSM

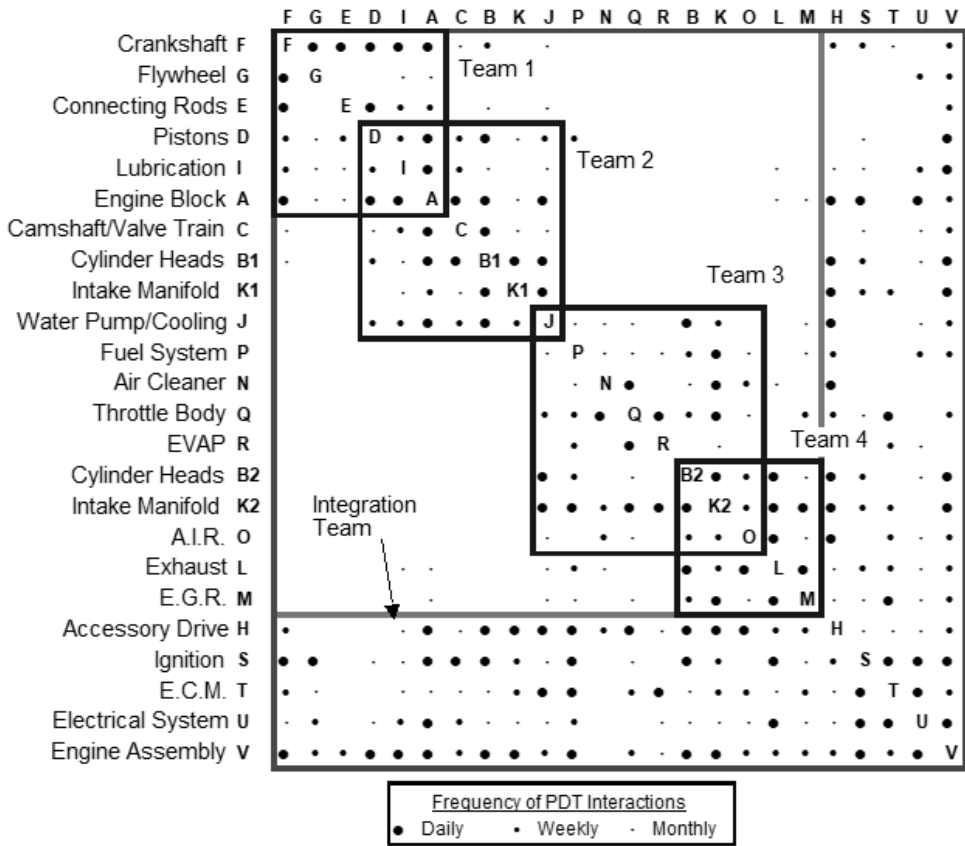


〈그림 6-11〉 현재 GM 엔진 개발 조직 아키텍처

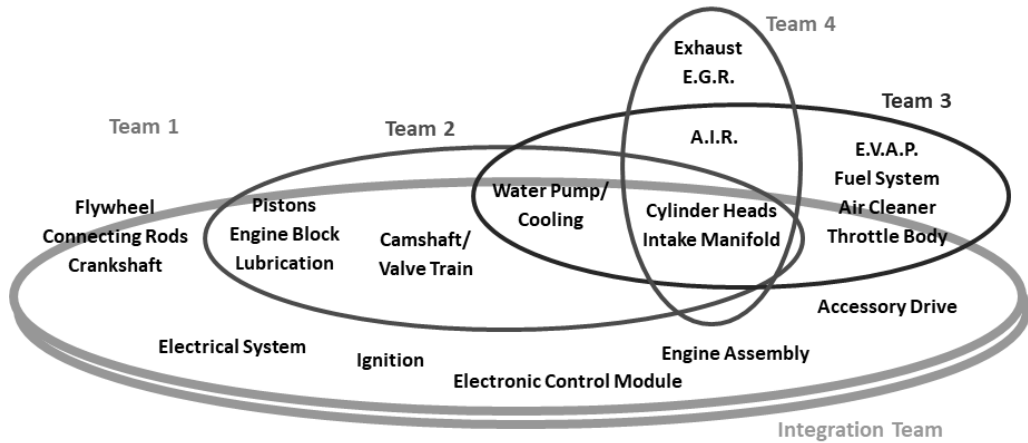


〈그림 6-12〉 현재 GM 엔진 개발 조직 아키텍처를 표기한 DSM

〈그림 6-12〉에서 보듯이 현재의 조직 구성으로는 Sub-System 팀들간의 교류가 많고 이에 따른 Sub-System 팀들 간의 소통 장벽으로 인해 개발 업무가 지연될 소지가 많다. 이러한 조직 아키텍처를 개선하기 위하여 DSM을 이용하여 소통이 많은 부품 개발팀들을 재군집 하고 새로운 조직의 구성을 추구하였다. 〈그림 6-13〉은 새로 구성된 조직 아키텍처를 반영한 새로운 DSM을 보여주고 있고 〈그림 6-14〉는 이를 다른 관점에서 나타낸 도표를 보여주고 있다.



〈그림 6-13〉 DSM 군집 분석을 통하여 새로 제시된 조직 아키텍처



New PDT-to-System-Team Assignments

〈그림 6-14〉 새로 제시된 조직 아키텍처의 또다른 표현 관점

DSM을 통해 제시된 새로운 조직은 서로 소통을 자주 하는 부품 개발팀들을 모은 네 개의 Sub-System 팀들로 구성이 되고 몇 개의 부품 개발팀들은 두 개의 팀에 동시에 속해 있다. 그리고 네 개의 Sub-System 팀들을 총괄하고 동시에 엔진 전반에 퍼져 있는 분할 부품들을 주관하는 통합팀 (Integration Team)의 창설을 제시하고 있다.

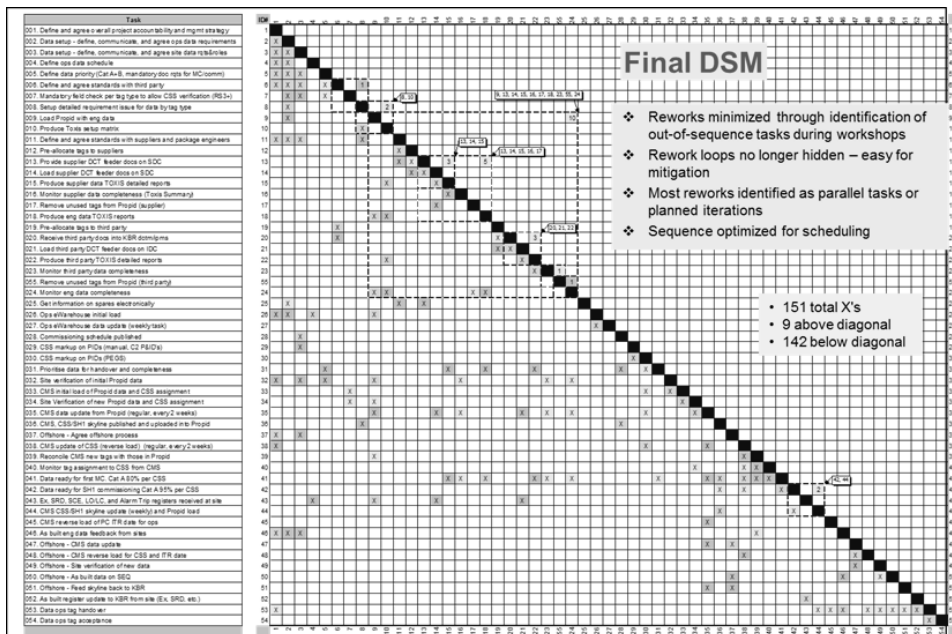
이번 예제에서는 조직 아키텍처 DSM을 이용하여 현존하는 조직의 개선점을 찾아내고 DSM 재군집 기능을 이용하여 좀 더 소통이 원활하고 효율적인 조직 아키텍처를 도출해 내었다. GM의 엔진 개발 조직이 예제로 사용되었고 DSM 모델링 및 분석 결과 현존하는 네 개의 Sub-System 팀 기반의 조직 아키텍처에서 네 개의 새로운 Sub-System 팀들과 엔진 시스템 통합을 주관하는 통합팀으로 구성된 새로운 조직 아키텍처를 도출하였다.

6-4. 예제 4: BP의 공정 재배열 (공정 아키텍처 DSM)

영국의 British Petroleum (BP)에서는 여러 지역에 떨어진 팀들이 프로젝트를 수행하기 위한 일련의 프로젝트 공정을 재정비 하고자 DSM을 적용하였다. DSM을 통한 공정 재배열을 수행하기 위하여 현재 공정에 대한 상세 내용을 파악한 결과 현재 공정은 33개의 세부 작업으로 구성되어 있고 피드백이 많은 비 최적화 된 순서로 진행이 되고 있다는 것을 알아내었다. 현재 공정을 DSM으로 모델링 하고 여러 이해관계자들과 협의를 한 결과 아래와 같은 결과를 도출해 내었다.

- 25개의 새롭거나 누락되었던 작업들을 공식적으로 추가하였다.
- 19개의 기존 작업들을 수정하였다.
- 3개의 기존 작업들을 삭제하였다.
- 작업들의 순서를 재배열 하였다.

〈그림 6-15〉는 새롭게 재정비된 BP의 공정 아키텍처 DSM을 나타내고 있다.



〈그림 6-15〉 새로 제시된 BP 공정 아키텍처

새로 제시된 BP의 공정은 피드백이 최소화 되었고 숨겨져 있던 작업들이 구체화 되었으며 작업의 배열이 최적화 된 아키텍처로 재구성 되었다.

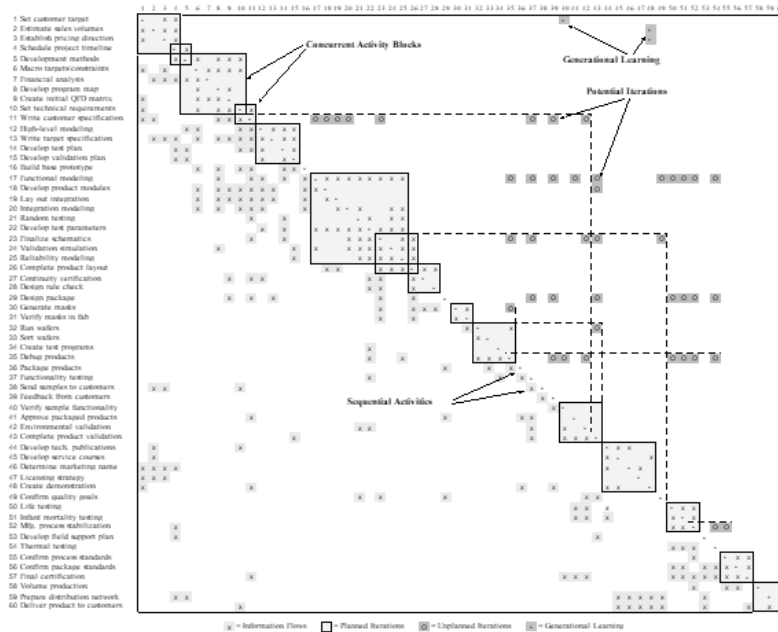
이번 예시에서는 영국 BP사의 DSM을 이용한 공정 아키텍처 개선 사례를 살펴보았다. DSM 구축 및 분석을 통해 숨겨져 있던 작업들을 공식화 시켰고 필요없는 작업 삭제, 공정 내 작업 재배열 등을 통해 전반적인 아키텍처 개선을 이루어 내었다.

6-5. 예제 5: Intel Microprocessor 개발 (공정 아키텍처 DSM) – Eppinger & Browning (2012)

미국 Intel 사는 세계적인 반도체 및 Microprocessor 개발 회사이며 이를 빠른 시간 내에 개발하기 위한 개발 공정을 가지고 있다. 1992년에 Intel사는 MIT에 자사의 개발 공정을 DSM으로 모델링 하여 아래와 같은 결과를 얻는데 도움을 얻고자 하였다.

1. Microprocessor를 개발하기 위한 복잡한 공정에 대한 더 깊은 이해
2. Microprocessor 개발 기간 단축
3. Microprocessor 개발 기간과 관련된 불확실성 감축

이를 달성하기 위하여 MIT의 연구진이 Intel사의 25명의 엔지니어와 만나 Microprocessor의 개발 과정에 대하여 많은 이야기를 나누었고 이 인터뷰 결과를 바탕으로 Intel사의 Microprocess 개발 공정 DSM을 구축하였다. 그림 6-16은 해당 공정을 DSM 형태로 표현한 것이다.



〈그림 6-16〉 미국 Intel사의 Microprocessor 개발 공정 아키텍처 DSM

해당 DSM은 60여개의 세부 업무들 및 이들 업무간 정보의 흐름을 표현하고 있다. 위 DSM을 통해 전체적인 개발 업무에 해가 되는 피드백을 찾아낼 수 있었다.

본 DSM 모델은 DSM이 산업분야의 공정 아키텍처 모델링에 쓰인 초기의 예제이다. Intel 개발 공정 DSM 모델링의 결과 Intel 사에서는 계획되지 않은 반복 작업의 영향을 이해할 수 있었고 이들을 개선하기 위한 프로젝트를 시작하였다.

이번 예제는 미국 Intel 사의 Microprocessor 개발 공정을 모델링 한 DSM을 소개하였다. 해당 DSM 모델링을 통해 Intel 사는 제품 개발 과정에 대한 이해도가 높아졌으며 DSM을 통해 파악된 피드백 및 여러 문제점들을 개선하는 성과를 거두었다.

이번 장에서는 DSM이 실제 산업분야에서 적용이 된 여러 예시들을 통해 어떤 문제들에 어떤 방식으로 적용이 되었는지에 대하여 살펴보았다. 현재까지 DSM은 제품의 모듈화 및 복잡도 배분 (틸팅 열차의 대차), 신기술 주입 영향 분석 (iGen 3), 제품 아키텍처에 따른 조직 개편 (GM 엔진 개발 조직), 프로젝트 공정 개선 (BP), 그리고 이해를 돕기 위한 전체적인 공정 아키텍처 모델링 (Intel) 및 언급되지 않은 많은 사례들에 적용되었다.

7. DSM 활용 방안 제안

국방 분야에서 개발 및 운용되는 많은 무기 및 방어 시스템들은 복잡한 아키텍처로 구성되어 있고 이들을 개발하기 위해서는 적정성 검토, 수많은 이해관계자 분석, 시스템 구성 및 설계, 개발 후 실전 검증 등 수 많은 과정을 긴 기간 동안 통과해야 한다. 그리고 국방 분야의 특성상 한번 개발되면 오랜 기간 동안 실전 운영을 하며 성능 유지를 위한 유지보수, 그리고 주기적인 신기술 업그레이드를 실시하여야 한다. 한국 안보를 책임지는 무기 및 방어 시스템들의 경우 오랜 기간 동안의 검토 및 절차를 거쳐 개발되어 왔으며 앞에 언급한 대로 실전 배치 후 오랜 기간 동안 운용을 하게 된다.

본 연구보고서에 서술된 바와 같이 DSM은 여러 종류의 복잡한 시스템을 모델링 하고 분석할 수 있는 도구로서 1990년대에 처음으로 산업 분야에 적용된 이후 다양한 시스템 개선을 위하여 사용되고 있다. 이번 장에서는 본 연구보고서에서 소개된 제품 아키텍처 DSM, 조직 아키텍처 DSM, 그리고 공정 아키텍처 DSM이 어떻게 한국 국방 분야에 적용될 수 있는지 이에 대한 방안들을 제시하였다.

7-1. 제품 아키텍처 DSM 활용 방안

제품 아키텍처 DSM은 제품 구상 초기 단계에 적용 가능한 아키텍처 구상안 (Concepts) 들을 모델링 하고 각 구상안의 효율적인 분할안들을 군집 알고리즘 등을 이용하여 도출해 내어 최종 구상안 선택에 도움을 줄 수 있는 도구로 사용될 수 있다. 그리고 예제에서 언급하였듯이 선택된 제품 아키텍처의 모듈화 및 복잡도 균등 배분, 그리고 현 제품을 업그레이드 하기 위한 신기술 도입에 따른 설계 변경 파급 효과 분석 등에 DSM을 사용할 수 있다.

위에 언급한 대로 무기 및 방어 시스템들은 긴 생애주기를 가지고 있고 또 이들을 개발하기 위해 천문학적 비용이 소요된다. 이러한 특성을 감안할 때 해당 시스템들의 초기 개념 설계 시 어떠한 아키텍처를 선택하느냐 하는 것은 대단히 중요한 결정 사항이다. 이러한 시스템들의 초기 개념 설계 단계에서 DSM은 현존하는 개념 설계 평가 방법을 보완할 수 있는 좋은 도구라 생각된다. 신무기 및 방어 체계 개발, 운용중인 시스템의 신기술 또는 소프트웨어 업그레이드 등의 검토에 해당 도구가 사용될 수 있다.

해외에서 공개된 국방 분야에서의 시스템 아키텍처 DSM 활용 예시로는 영국 Westland 사의 해군용 헬리콥터의 (Eckert et al., 2004) DSM이 구축이 된 사례가 있다. Eckert et al.이 개제한 논문에서는 헬리콥터의 주요 Subsystem들을 위주로 DSM을 구축하고 이를 이용하여 어느 한 Subsystem의 설계가 변경될 경우 최초 변경된 설계 사안에 따른 다른 Subsystem들의 추가적인 설계 변경이 발생하는 설계변경 파급 효과를 예측하는 방법론을 제시하였고 이에 대한 타당성을 헬리콥터 DSM을 이용하여 검증하였다. 본 예시는 DSM이 국방 시스템의 설계변경 범위 분석에 사용된 경우이다. 또 하나의 예시로는 미 해군 함정의 400 Hz 전기 공급 시스템 (Bradshaw et al., 2012) 모듈화를 하기 위한 시스템 DSM 모델링 사례가 있다. 본 예시에서는 전기 공급 시스템을 DSM으로 모델링 하고 이를 모듈화 시켜 좀 더 효율적인 시스템 분할 아키텍처를 도출하는 방안이 제시되었다. 이러한 기존 국방 분야 활용 예시들을 기반으로 국내에서도 시스템 아키텍처 개선을 위한 DSM 모델링 및 분석 기법이 좀 더 활성화 될 수 있었으면 한다.

7-2. 조직 아키텍처 DSM 활용 방안

조직 아키텍처 DSM은 조직 구성원 간의 의사소통 등의 주기를 측정하여 좀 더 효율적으로 업무 수행을 할 수 있는 조직으로 개편할 수 있는 수단을 제공한다. 예제에 언급된 GM 엔진 개발 팀 재개편 사례에서는 DSM을 활용하여 현존하는 조직을 새로운 통합팀이 추가되고 의사소통 주기가 많은 부품팀들끼리 재군집한 신규 조직으로 개편하였다.

보편적으로 조직의 아키텍처는 조직이 개발하거나 운용하는 시스템의 아키텍처를 닮아간다. 이는 시스템 개념 설계 단계에서 시스템의 아키텍처가 결정이 되면 이를 개발하고 운용하는 조직 역시 이에 맞추어 구성되는 것이 시스템 개발에 효율적인 결과를 가져온다는 의미로 해석된다. 이러한 효율적인 조직의 구성안을 조직 아키텍처 DSM을 이용하여 도출해 낼 수 있다.

해외에서 국방 관련 분야에 조직 아키텍처 개선을 위해 DSM 모델을 사용한 경우는 Son et al. (2017)에서 찾아볼 수 있다. 언급된 연구에서는 미국 방위산업 회사인 Boeing 사의 유통 공급 관리 조직을 DSM으로 모델링 하고 조직 내의 각 부서마다 관련 부서들로부터 받는 정보들 및 다른 부서들로 전하는 정보들의 흐름을 모델링 하여 좀 더 효율적인

조직 아키텍처 구성에 대한 통찰력을 강화하는 결과를 도출하였다. 향후에는 이와 같은 기법을 국내 국방 분야의 효율적인 조직 구성에 적용할 수 있었으면 한다.

7-3. 공정 아키텍처 DSM 활용 방안

공정 아키텍처 DSM은 시스템 개발 또는 운용 등에 반드시 필요한 개발 절차 또는 운용/유지/보수 절차들을 모델링하고 해당 절차에서 악영향으로 작용할 수 있는 피드백에 대한 위험성을 미리 파악하고 전체 공정의 세부 공정들을 재배치하여 이러한 피드백을 최소화 할 수 있는 기회를 제공하는 도구이다. 해외의 국방 분야에서는 미국의 해군 해상 체제 사령부 (Naval Sea Systems Command, NAVSEA)에서 DSM을 공정 아키텍처 개선에 사용한 사례가 있다 (Kerns, 2011). NAVSEA는 미 해군의 전함들의 설계를 담당하는 방대한 조직이며 여러 지역에 설계 부서들이 흩어져 있다. NAVSEA의 자체 진단 결과 전체적인 조직의 전함 개발 과정에 대한 청사진이 부재하여 이를 정립하기 위해 전함 개발 과정에 대한 DSM을 구축하고 이를 사용하여 전체적인 개발 과정에 대한 이해, 소요되는 자원, 그리고 사용되는 설계 도구 (Tool) 들을 파악할 수 있었다. 국내에서도 이러한 방법론을 국방 분야에 활용하여 피드백에 따른 개발 기간 연장 및 비용 추가 등의 불이익을 줄일 수 있다면 많은 도움이 될 것이다.

8. 결론

본 연구보고서에서는 복잡한 시스템, 조직, 또는 공정 등을 추상적으로 모델링 할 수 있는 시스템 모델링 기법 중 하나인 DSM에 대하여 서술하였다. DSM 관련 분야는 그래프 이론 분야의 정사각형 행렬 (Precedence Matrix)를 Don Steward 교수가 현재의 DSM 개념으로 변형하여 소개한 이후 많은 분석 방법론들의 소개, 그리고 이들의 산업 분야 적용을 통하여 장족의 발전을 이루어 왔다. DSM은 복잡한 제품들의 초기 아키텍처 모델링 및 분석, 조직 아키텍처 개선, 그리고 피드백을 최소화 하는 공정 아키텍처 구축 등 다양한 분야에 적용이 되어 복잡한 시스템들의 분석에 대한 새로운 관점을 제시하였다.

본 연구보고서에서는 DSM 모델의 종류, 이들의 모델링 기법 및 모델링 시 고려 사항들, 그리고 이들의 보편적인 활용 용도에 대하여 서술하였다. 그리고 학술지에서 발췌한 다섯 산업분야 예제들을 통해 DSM이 어떻게 실제 산업분야에 적용이 되었는지에 대해 알아보았고 마지막으로 본 DSM 모델을 어떻게 국방 분야에 활용할 수 있는지에 대한 방안들을 제시하였다.

참고 문헌

- Bradshaw, K., Robinson, M., Scazzuso, F., Gallagher, S., Browning, T., 2012, "Incorporating Modularity into Ship System Design for Increased Adaptability," *Martime/Air Systems & Technologies Conference*, Maimo, Sweden, September 11 - 13.
- Eckert, C., Clarkson, P., Zanker, W., "Change and Customisation in Complex Engineering Domains," *Research in Engineering Design*, Vol. 15, pp. 1-15.
- Eppinger, S., Browning, T., 2012, *Design Structure Matrix Methods and Applications*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Kerns, C., 2011, *Naval Ship Design and Synthesis Model Architecture Using a Model-Based Systems Engineering Approach*, Masters Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- McCord, K., Eppinger, S., 1993, "Managing the Integration Problems in Concurrent Engineering," *MIT Working Paper*.
- Newman, M., Girvan, M., 2004, "Finding and Evaluating Community Structure in Networks," *Physical Review E*, Vol. 69, 026113.
- Sinha, K., de Weck, O., 2013, "Structural Complexity Quantification for Engineered Complex Systems and Implications on System Architecture and Design," *ASME International Design Engineering Technical Conferences*, Portland, OR, DETC2013-12013.
- Sinha, K., Suh, E., 2018, "Pareto-Optimization of Complex System Architecture for Structural Complexity and Modularity," *Research in Engineering Design*, Vol. 29, pp. 123-141.
- Smaling, R., de Weck, O., 2007, "Assessing Risks and Opportunities of Technology Infusion in System Design," *Systems Engineering*, Vol. 10(1), pp. 1-25.
- Son, S., Kim, J., Ahn, J., "Design Structure Matrix Modeling of a Supply Chain Management System Using Biperspective Group Decision," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 64(2), pp. 220-233.

- Steward, D., 1981, "The Design Structure System: A Method for Managing the Design of Complex Systems," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 3, pp. 71-74.
- Suh, E., Furst, M., Mihalyov, K., de Weck, O., "Technology Infusion for Complex Systems: A Framework and Case Study," *Systems Engineering*, Vol. 13(2), pp. 186-203.

유의사항

1. 본 연구보고서 내용은 연구진의 개인적인 견해로서 국방대학교 안보문제연구소의 공식입장과 다를 수 있습니다.
2. 본 연구보고서는 정책입안시 참고자료로만 활용하고 타 기관에 불필요한 자료유출을 삼가 주시기 바랍니다.

군사과학정책연구

제11권

2018년 12월 08일 인쇄

2018년 12월 10일 발행

저 자 : 조영호 등 3명

발행처 : 국방대학교 안보문제연구소

TEL. (041) 831-6412

FAX. (02) 748-7588

E-mail. kndu88@kndu.ac.kr

인 쇄 : 화신문화(주) (02) 2277-0624

ISSN 1976 - 5967

