

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.4.121>

JCCT 2022-7-16

공간정보 디지털화에 대비한 메가시티 핵심노드 방호 대책

How to Protect Critical Nodes of Megacities in Preparation for the Digitization of Spatial Information

심준학*, 조상근**, 박성준***, 박상혁****

Jun Hak Sim*, Sang Keun Cho**, Sung Jun Park***, Sang-Hyuk Park****

요약 4차 산업혁명의 기술이 발전함에 따라 공간정보의 디지털화가 심화되고 있다. 이제는 스마트폰으로도 메가시티 내의 국가·군사중요시설의 위치를 쉽게 식별할 수 있다. 이로 인해 메가시티의 국가·군사중요시설은 전통적 위협뿐만 아니라 테러, 사이버 해킹, 범죄 활동 등과 같은 비전통적 위협에 노출되었다. 본 연구에서는 이와 같은 위협으로부터 메가시티의 국가·군사중요시설을 방호할 수 있는 방안을 제시하였다. 시간·자원의 제약을 고려할 때, 모든 국가·중요시설을 방호하는 것은 제한되므로 이들의 핵심노드에 집중해야 한다. 구체적으로 핵심노드와 주변 환경과의 조화로운 설계 및 배치, 지하·복토화, 허식(虛飾) 등의 방법을 융·복합하는 방안을 대책으로 제시하였다. 향후, 도심항공모빌리티와 자율주행차량의 등장으로 디지털 공간정보의 투명성은 더욱 증대될 것이다. 따라서, 미래 위협에 대비하기 위해 메가시티 핵심노드의 노출을 최소화하기 위한 방안이 강구되어야 할 것이다.

주요어 : 4차 산업혁명, 디지털 공간정보, 메가시티, 국가·군사중요시설, 핵심노드

Abstract As the technologies of the 4th industrial revolution develops, spatial information is becoming digitized. Now, even with a smartphone, we can easily identify the location of national & military critical facilities located in the mega cities. As a result, mega cities' national & military critical facilities were exposed to not only traditional threats, but also non-traditional threats such as terrorism, cyber hacking, and criminal activities. This study suggests a way to protect national & military critical facilities of mega cities from such threats. Considering limitation of time & resources, protecting perfectly all national & military critical facilities is impossible, so we should focus on their critical nodes. Specifically, We suggest ways to protect the critical nodes by converging some measures such as design & arrangement in harmony with the surrounding environment, underground construction & covering, and visual deception. Transparency of digital spatial information will further increase with the advent of urban air mobility and autonomous vehicles in the future. Therefore, in order to prepare for future threats, we should take measures to minimize the exposure of critical nodes.

Key words : 4th Industrial Revolution, Digital Spatial Information, Megacity, National·Military Critical Facilities, Critical Node

*정회원, 육군대학 지상작전 교관 (제1저자)
**정회원, 육군대학 전략학 교관 (참여저자)
***정회원, 육군대학 전략학 교관 (참여저자)
****정회원, 우석대학교 군사학과 교수 (교신저자)
접수일: 2022년 5월 26일, 수정완료일: 2022년 6월 21일
게재확정일: 2022년 7월 2일

Received: May 26, 2022 / Revised: June 21, 2022
Accepted: July 2, 2022
****Corresponding Author: plbas@hanmail.net
Dept. of Military Science, WooSuk Univ, Korea

I. 서론

공간정보는 '지상, 지하, 수상, 수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보'이다[1]. 즉, 공간정보는 지형과 지리라는 바탕에 인간의 필요에 따라 정치적, 문화적, 경제적 정보를 추가하여 인간생활에 편리함을 줄 목적으로 만들어진 정보인 것이다.

최근 이런 공간정보가 미래 메가시티의 안보를 위협할 수 있는 도전요소(Challenge)로 떠오르고 있다. 가상·증강현실 등 4차 산업혁명의 주요기술의 발달로 공간정보의 디지털화가 심화됨에 따라 메가시티 내 존재하는 국가 및 군사중요시설의 정확한 위치가 온라인 상에 노출되고 있기 때문이다. 자동차의 네비게이션, 스마트폰의 길찾기 서비스 등의 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS)이 대표적인 사례라고 할 수 있다.

메가시티는 1,000만 명 이상의 인구와 국가기반시설이 집중되어 있는 한 국가의 중심(Center of Gravity)이다. 만약, 적대적 의도를 가진 누군가가 메가시티 내의 국가·군사중요시설에 관한 정보들을 획득하게 된다면, 국가체계를 마비시키고, 대혼란을 초래할 수 있는 기회를 갖게 되는 것이다. 본 연구에서는 이와 같은 문제의식을 가지고 공간정보의 미래 전망과 이로부터 발생할 수 있는 보안위험을 예측하고, 이에 대한 대책에 대해 논하였다.

II. 공간정보의 미래 전망

지난 2020년 서울특별시와 육군이 공동으로 주최한 'Korea Mad Scientist Conference'와 2021년 국가보안학회에서는 다음과 같은 요인에 의해 공간정보가 발전할 것으로 전망하였다.

첫 번째는 사회구조적인 변화이다. 한국의 인구는 감소하고 있지만 학업, 취업의 문제로 도시쏠림 현상이 증대되고 있다. 이는 필연적으로 메가시티의 탄생과 확대를 귀결될 것이다. 또한, 메가시티 내에서는 시민들의 필요를 충족하기 위해 사회기반 인프라 및 가상공간의 구축, 교통 정보 및 비대면 서비스 제공 등과 같이 다양한 공간정보서비스가 생겨날 것으로 전망된다.[2-3].

두 번째는 과학기술의 발전이다. 가상현실(VR)과 증강현실(AR)은 인간이 직접 경험하지 않고도 손쉽게 공간정보를 취득할 수 있는 여건을 조성한다. 인공지능(AI) 기술의 발전은 공간정보를 활용한 드론과 자동차의 자율주행 시스템을 고도화시킬 것이다. 인공위성, 유·무인기 등으로 다양해졌기에 더 빠르고 정확한 공간정보를 취득할 수 있는 여건이 조성될 것이다[2-3].

세 번째는 초국가·비군사적 위협의 증대이다. COVID-19와 같은 팬데믹, 지구온난화에 따른 이상기후와 각종 자연재해로 인해 많은 피해가 발생하고 있다. 또한 테러, 사이버 해킹, 재밍 등과 같은 위협도 증가하고 있다. 이에 'Virtual Singapore'의 사례와 같이 공간정보를 물리세계의 디지털 트윈(Digital Twin)으로 구축하여 미래 위협을 예측, 예방, 대비, 대응, 복구하는 위기관리 시스템이 구축될 것이다.[2-3].

이처럼 공간정보는 사회구조적인 변화, 과학기술의 발전, 초국가·비군사적 위협의 증대 등으로 인해 디지털화가 가속화될 전망이다, 이로 인해 앞서 언급한 기회요인과 함께 더불어 다음과 같은 도전요인도 발생할 것으로 보인다.

III. 공간정보 디지털화로부터 발생하는 메가시티 안보위험

우리나라는 북한과 대치하고 있고, 미·중이 전략적 경쟁을 펼치고 있는 지정학적 열점에 위치하고 있다. 또한, 과학기술의 발전으로 전 세계가 초연결 시대에 접어들어 따라 테러, 사이버 해킹, 범죄 활동 등이 급증하고 있다. 이런 가운데 수도권은 점차 확대되고 있고, 중부권(세종-대전-충남-충북)과 동남권(부산-울산-대구-경남-경북)에도 메가시티가 형성되고 있다[4]. 이에 따라, 공간정보가 디지털화될 경우 다음과 같은 전통적, 비전통적 안보위험이 증대될 것으로 보인다.

3.1 전통적 안보위험

북한은 대부분의 재래식 전력을 DMZ 이북 지역에 전진배치하고 있다. 이것들의 정밀도는 낮지만 대량으로 운용되기 때문에 그 파괴력과 치명성은 엄청난 것으로 평가되고 있다. 미국의 랜드연구소에서는 이와 관련하여 2020년 시뮬레이션을 진행했다. 그 결과 그림 <Figure 1>와 같이 북한군 전연군단 예하 4개 포병

여단에서 1시간 동안 공격할 경우 최대 1,380,000명의 인명피해가 발생할 수 있다는 결과가 도출되었다[5]. 이와 같은 북한의 재래식 전력의 디지털화된 공간정보를 통해 식별된 국가·군사중요시설을 집중타격한다면 보다 큰 피해가 발생할 것이다.

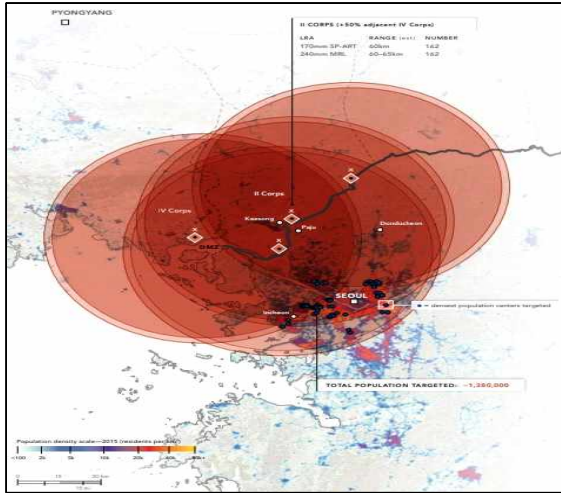


그림 1. 북한군 공격 시뮬레이션
 Figure 1. Simulation of North Korean Attacks

또한, 최근 발생한 사우디 아랍코 정유시설 타격(2019), 이란 혁명수비대 최고 사령관 제거(2020), 아르메니아-아제르바이잔 분쟁(2020) 등의 사례에 비추어봤을 때 군사용 드론을 활용하여 원거리에서 핵심시설이나 핵심인원을 정밀타격하는 경향이 두드러지고 있다. 이와 관련하여 북한은 지난, 2015년 노동당 창당 70주년 기념 열병식에서 공격형으로 추정되는 드론을 공개하였고[6], 2017년 장거리 드론을 이용하여 청와대 부근을 촬영하였다. 이와 함께, 중국은 최대 운용거리가 4,000km이고 200km의 무장탑재가 가능한 'CJ-1'을 실전배치하였고[7], 러시아는 최대 운용거리가 6,000km에 달하고 2t의 무장을 탑재할 수 있는 스텔스형 무인공격기 'S-70'을 곧 전력화할 예정이다[8]. 따라서 국가·군사중요시설에 대한 적대세력의 드론공격 위협에 대비해야 할 필요성이 있다.

3.2 비전통적 안보위협

메가시티는 인구, 기반시설, 그리고 이것들을 연결하는 라이프라인(Life Lines)이 집약되어 있는 한 국가의 중심이다. 이로 인해, 메가시티는 지금까지 정치적 효과를 노리는 물리적 테러의 목표가 되어 왔다. 여러 전문가들은

메가시티의 주요 인사와 시설 등이 향후에도 주요한 테러 목표가 될 것으로 전망하고 있다.[9].

또한, 메가시티는 부족한 공간을 확보하기 위해 지하화되고 있다. 지하 교통로나 통신케이블, 전력선, 상하수도 등의 라이프 라인이 밀집되어 있는 지하 공동구가 대표적인 것이다. 아무리 기술이 발전해도 지하공간을 가시화하는 것은 어렵다. 이와 관련하여 2016년 미 육군과 조지타운 대학이 공동주최한 'Mad Scientist Conference'에서는 지하공간을 중심으로 보이지 않는 지리(Unseen Geography)가 형성되고 지하공간이 테러, 범죄활동에 이용될 수 있다는 의견이 제기되었다[10].

4차 산업혁명 시대로 접어들면서 메가시티를 구성하는 모든 시스템이 초연결되고 있고, 동시에 이와 같은 초연결 네트워크를 중심으로 거대한 사이버·전자기 영역이 형성되고 있다. 이에 따라, 주체를 알 수 없는 사이버나 전자공격이 증가할 것으로 예상된다. 특히, 정치적 목적이나 효과를 달성하기 위해 인공지능 기술을 활용하여 영상을 조작하는 'Deep-Fake'는 메가시티의 사회 구성요소를 한순간에 마비시킬 수 있는 치명성을 보유하고 있는 것으로 평가되고 있다.

이처럼 메가시티는 테러, 사이버 해킹, 전자공격, 범죄 활동 등에 노출되어 있고, 앞으로 그 경향은 더욱 짙어질 것이다. 적대세력이 디지털 공간정보를 통해 메가시티 곳곳을 가시화할 수 있다면 그 파급효과는 상상을 초월할 것이다.

IV. 메가시티 핵심노드 방호 대책

현실적으로 시간·자원의 제약을 고려할 때, 모든 국가·중요시설을 완벽하게 방호하는 것은 제한된다. 따라서 이들의 핵심노드(Critical Node)를 중심으로 방호 노력을 집중해야 한다. 실제로, 서울특별시와 부산광역시는 핵심노드를 중심으로 통합방위와 기반시설 확장을 추진해나가고 있다[11].

핵심노드는 메가시티를 구성하는 정치, 군사, 경제, 사회, 정보, 기반시설 등 PMESII 요소가 상호 연결되는 지점으로, 파괴되었을 때 메가시티의 기능이 정지되는 급소로 조작적으로 정의할 수 있다. 여기서는 아이디어 차원에서 핵심노드를 방호하는 방안을 다음과 같이 제시하고자 한다

4.1 주변 환경과 조화로운 설계 및 배치

주변 환경과 조화롭게 설계 및 배치한다는 것은 핵심 노드를 메가시티의 자연 및 인공 지형지물과 어울리도록 디자인하고 위치시켜 위장효과를 달성한다는 것이다. 이를 통해, 핵심노드가 설치된 건물이 디지털 공간정보에 노출되어 있더라도 실제 물리세계에서 표적 식별을 시도하는 적대세력으로 하여금 혼란을 야기할 수 있다.

대표적으로 서울특별시는 건물 신축 시 지켜야할 설계지침에 따르면 배치, 규모, 높이, 형태, 재질, 외부공간, 야간경관, 색채, 옥외 광고물을 고려하여 건축심의회에 반영하고 있다. 주변건물에 비해 과도하게 크거나 주변과 조화를 깨뜨리는 특이한 모습이나, 건물 외부의 형태와 재료, 색채의 사용이 주변의 특성과 맥락에 부합되지 않는 경우, 서울의 주요 산이나 자연경관을 가리는 경우에는 제재를 가하고 있는 것이다.

이와 관련된 좋은 예로 미국 뉴욕 맨하튼의 교도소를 들 수 있다. 외관을 보면 마치 호텔과도 같은 이 교도소는 뉴욕의 주변 경관(높고 현대적인 빌딩 들)을 헤치기 않으면서도 본래의 기능을 할 수 있도록 지어져 있다.

4.2 지하·복토화

지하·복토화는 핵심노드를 땅속에 설치하거나, 핵심 노드 위에 흙을 덮는 것을 의미한다. 이를 통해 얻을 수 있는 이점은 공간정보가 아무리 디지털화되어도 핵심노드가 노출되지 않는다는 것이다. 네비게이션이나 스마트폰에 내장된 GIS는 지표면에 노출된 자연 및 인공 지형지물만 디지털화되기 때문이다.



그림 2. 소형모듈원자로
Figure 2. Small-Module Reactor(SMR)

또한, 이를 통해 북한이나 주변국의 재래식 공격이나 테러로부터 핵심노드의 안정성을 높일 수 있다. 특히,

에너지시설이나 비축시설의 경우 시설 외부에 적층된 토양층이 물리적 공격의 충격을 흡수하는 효과가 있기 때문에 위 <Figure 2>처럼 지하·복토화되고 있다[12]. 지하화는 지표면의 지형지물을 그대로 보존하므로, 민간과의 마찰 또한 최소화할 수 있다는 이점이 있다.

4.3 허식(모의, 가장, 연출)

허식(虛飾)은 적의 시각적 관측을 기만하기 위한 모의 및 가장과 연출하는 것을 의미하는 군사용어이다. 우선, 모의(模擬, Dummy)는 실제 존재하지 않는 시설, 장비 또는 체계를 실존하는 것처럼 속이는 것으로 핵심 노드와 유사한 형상을 가진 조형물을 배치하는 것을 의미한다. 대표적인 사례로 ‘Air-Supported Structure’가 전 세계적으로 다양하게 사용되고 있다[13]. 이것은 공간에 제약 받지 않고, 재료비가 적게 들며, 시공기간이 짧고, 고정 건축물과 달리 이동이 가능하다는 면에서 유용하다.

다음으로, 가장(假裝, Disguise)은 어떤 시설, 대상 또는 활동의 정체를 바꾸지 않고 핵심시설을 다른 것으로 오인시키는 것을 의미하며 ‘Airwave Advisors’ 회사의 생체모방(Bio-mimicry) 안테나가 대표적이다[14]. 이것은 기존의 통신탑과 나무를 합쳐놓은 모양으로 직접 확인하지 않고서는 이것이 통신탑인지 식별하는 것이 어려워 적대세력의 관측과 공격을 회피할 수 있는 장점이 있다.

마지막으로 연출(演出, Production)은 특정 상황이나 물체가 실제와 다르게 보이도록 하는 것으로 핵심시설을 다른 시설인 것처럼 보이게 하는 것을 의미한다. 아래 <Figure 3>처럼 대표적으로 도시 경관을 아름답게 하기 위해 사람들의 시야를 속이는 ‘City Camouflage’



그림 3. 시티 카무플라주
Figure 3. City Camouflage

기술이 대표적이다[15]. 이것은 일종의 ‘Stealth Sheet’로 실제로 보이지 않기 때문에 디지털 공간정보에도 형상화되지 않으므로 적대세력의 관측을 차단할 수 있다.

4.4 적용 방안(例)

앞에서 언급한 핵심노드를 방호할 수 있는 방안을 융·복합하여 메가시티의 군사중요시설인 군 부대에 적용하면 다음과 같다.

첫째, 주변 환경과 조화를 이루는 설계와 배치가 이루어져야 한다. 통상적으로 군 부대는 건축물 벽면의 색깔부터 주변과 차이가 있고 경계를 위한 초소, 담벼락과 철조망 등 주변과 확연하게 차이가 나는 특징이 있다. 이것은 실제 공간과 디지털 공간정보상에서 적대세력에게 식별의 용이성을 제공하므로 반드시 개선되어야 할 부분이다.

둘째, 군 부대의 핵심노드를 식별한다. 피격 시 지휘통제와 초동조치 능력이 마비되거나 피해가 확산될 수 있는 시설을 부대의 핵심노드로 관리해야 한다. 이와 같은 관점에서는 지휘통제실, 초동조치 장비·물자 대기 장소, 유류고 및 탄약고가 핵심노드가 될 수 있다. 부대 내에서 적에 의한 공격의 우선순위는 지휘통제실과 무기고·탄약고이다.

셋째, 핵심노드를 방호하기 위해 앞서 제시된 방안을 융·복합한다. 우선, 지휘통제실 옆의 안테나를 생체모방 안테나로 위장하고, 현재의 지휘통제실 뒤편 건물 옆에 ‘Inflate’ 안테나를 설치한다. 다음으로, 탄약고는 지하화하고 유류고는 복토화하여 방호력을 강화하고, 탄약고의 위치를 기만하기 위해 ‘Inflate’ 탄약고를 설치한다. 마지막으로, 초동조치 장비·물자 대기 장소의 지붕에 ‘City-Camouflage’ 시트를 덧붙여 지면으로 묘사한다. 이처럼 다양한 방호 방안이 융·복합되면 디지털 공간정보에 가시화될 것이며 이를 통해 군 부대 핵심노드의 노출을 방지하고 취약성을 최소화할 수 있다.

V. 시사점 및 결론

현재 우리가 사용하고 있는 스마트폰 앱의 약 70% 이상이 디지털 공간정보를 활용하고 있다. 향후 공간정보 서비스 산업의 확대와 사용자의 권리요구는 더 증대할 것으로 예상된다. 향후, 도심지항공모빌리티(UAM)과

자율주행차량(UGM)이 메가시티의 교통혁명을 이끌 것이다. 이에 따라, 국가·군사중요시설의 위치를 노출시키지 않기 위해 현재처럼 이것들을 디지털 공간정보상에 산림지역으로 처리하는 것은 민간과의 반발을 불러일으킬 수 있다. UAM과 UGM을 안정적으로 운용하기 위해서는 투명한 디지털 공간정보가 필요하기 때문이다.

본 연구에서는 디지털 공간정보상에서 국가·군사중요시설의 노출을 최소화하는 다양한 방안을 제시했다. 구체적으로 핵심노드와 주변 환경과의 조화로운 설계 및 배치, 지하·복토화, 허식(虛飾) 등의 방법을 융·복합하는 방안을 제시하였으며, 이를 군 부대에 적용한 방안을 예로 들었다. 본 연구에서 제시한 것은 하나의 안일 뿐이다. 앞으로 여러 연구자의 후속연구를 통해 실질적으로 메가시티의 핵심노드를 방호할 수 있는 다양한 방안이 도출되기를 기대해본다.

References

- [1] Framework Act on National Spatial Information. (2022).
- [2] <https://blog.naver.com/yhwcvd/222399889912>
- [3] South Korea Mad Scientist Conference. (2020).
- [4] <https://www.webuildvalue.com>
- [5] D. Sean Barnett, Yvonne K. Crane, Gian Gentile, Timothy M. Bonds, Dan Madden, Katherine Pfrommer, North Korean Conventional Artillery A Means to Retaliate, Coerce, Deter, or Terrorize Populations, RAND Corporation, 2020, p. 16.
- [6] <https://thediplomat.com>
- [7] Project 2049 Institute, Red Drones Over Disputed Seas: A Field Guide to Chinese UAVs/UCAVs Operating in the Disputed East and South China Seas, 2018, p. 16.
- [8] <https://www.defensenews.com>
- [9] <https://sci.usc.edu/2018/02/14/urban-imperative-war-terrorism-insecurity-megacities>
- [10] US Army, US Army TRADOC G-2 Mad Scientist Megacities and Dense Urban Areas Initiatives: Data Collection and Analysis, 2016.
- [11] <https://opengov.seoul.go.kr>
- [12] <https://www.canadianminingjournal.com>
- [13] <https://www.archdaily.com>
- [14] <https://www.airwaveadvisors.com>
- [15] <http://360photography.in/archives/10938>