

구조물 안전 IoT(사물인터넷) 플랫폼에서 사물 DID(Decentralized Identity) 적용 사례 연구

김지혁 (시티랩스)

목 차	1. 서 론
	2. 구조물 안전 관리 실태 및 IoT 플랫폼 도입 현안
	3. 사물 DID 적용 현황
	4. 결 론

1. 서 론

2021년 6월, 서울시 중랑구가 블록체인 기반 ‘위험 구조물 안전진단 플랫폼’ 수요기관으로 선정됐다는 기사가 인터넷 신문에 게재됐다. 과학기술정보통신부와 한국인터넷진흥원이 주관하는 2021 블록체인 시범사업 수요기관으로 선정된 데 따른 보도자료 성격의 기사였다.

최근 각 지자체가 앞다퉈 도입하고 있는 구조물 안전진단 플랫폼이 사물인터넷(IoT) 센서를 기반으로 한 실시간 진단 기술이 핵심인 데에 반해 중랑구의 플랫폼은 ‘블록체인 기반’을 캐치프레이즈로 내 건 점이 주목을 끌었다. 이는 블록체인 기술이 상용화 단계에 접어들고 있는 최근의 흐름을 반영한 것으로 볼 수 있다.

특히 여기서 쓰인 블록체인 기술이 사물 DID라는 사실이 밝혀지며 산업계에서 비상한 관심을 끌었다. 대부분의 데이터 기반 플랫폼에서 블록체인 기술의 활용은 생산 데이터의 무결성 검증을 위한

블록체인 네트워크 탑재에 그치고 있었고 DID 기술의 활용도도 플랫폼 접근자 인증을 위한 기술 정도에 머물고 있었기에 신선한 충격을 주었다.

보통 DID기술은 판단력을 가진 주체, 즉 인간 자신이나 인간이 조작하는 프로그램이 자신의 의도대로 자신의 정보를 선택적으로 노출하고 공개하는 기술로 알려져 있다. 최근 금융권에서 화제가 되고 있는 ‘마이데이터’도 결국 DID와 비슷한 철학을 가지고 있다고 볼 수 있다.

이러한 DID기술을 사물에 적용해 특정한 사물에서 생산되는 또는 그 사물을 측정하는 정보가 해당 사물에서 나왔다는 증명을 스스로 해내는 기술이 사물 DID기술이라는 설명은 시장의 관심을 끌기에 충분했다.

이에 본 글에서는 국내에서 상용화 사례 중에서는 최초라고 알려진 사물 DID의 적용사례를 살펴보고 이에 대한 효과, 보완점 등을 살펴보고자 한다.

2. 구조물 안전 관리 실태 및 IoT 플랫폼 도입 현안

현재 서울시 용산구, 동작구, 중랑구 등에서 구조물 안전 관리 IoT 플랫폼이 운영되고 있다. 건축된 지 30년에서 50년 사이의 개인 건축물을 대상으로 하는 이 플랫폼에는 기울기, 크랙(균열), 분진, 진동 센서와 같은 IoT 기술이 적용돼 있다.

법적으로 개인 건축물의 관리 책임은 개인에게 있다는 점은 상식이다. 하지만 최근 들어 개인 건축물의 위험도가 높아가고 있고 실제로 안전하다고 평가받은 건물이 하루아침에 무너지는 경우도 심심치 않게 발생하고 있다.

(사례 1) 광주 클럽 발코니 구조물 붕괴 사고

- 2019 세계수영선수권대회가 열리는 기간 광주의 한 클럽에서 발생한 복층 구조물 붕괴 사고로 2명이 사망하고 16명이 부상을 입음. 이 중 대회 참가 선수도 8명 포함되어 있었음. 해당 구조물은 복층 공간을 허가 받지 않고 불법 증축과 동시에 허술하게 만들어진 구조물로 확인되었음.

(사례 2) 안산 신축공사 현장에서 지하 구조물 붕괴

- 총 2차 붕괴가 일어났으며 1차 붕괴는 건설자재 적치 및 중장비(이동식 크레인) 사용에 따른 부분 하중으로 편압력이 작용한 것으로 밝혀졌으며, 2차 붕괴는 1차 붕괴 이후 흙막이 구조물 변형 발생으로 인해 도로 붕괴가 발생함.

(사례 3) 평택 물류창고 공사현장 공사장 바닥 붕괴로 3명 사망

- '20년 12월 평택시 한 물류창고 공사 현장에서 바닥이 붕괴해 6층에서 근무하던 인부 5명이

10m 아래에 있는 5층으로 떨어지는 사고 발생. '21년 3월 완공을 앞두고 있었으며 사고 발생 당시 콘크리트 골격이 무너지며 붕괴된 것으로 확인됨.

(사례 4) 부산 한 아파트 인근 옹벽 붕괴사고

- 부산 한 아파트 인근에 설치된 길이 180m가 넘는 옹벽 중 70m 가량이 '20년 7월 붕괴되는 사고 발생. 2년에 한 번씩 받는 정밀안전점검에서 B등급. 즉, '양호'수준을 받은 비교적 안전한 옹벽이라고 평가 받았지만 두 달도 안되는 시간 동안 무려 세번이나 무너짐.

특히 국내 건축물 가운데 280만여개 동[1]이 건축한지 30년이 지난 노후건축물로 분류되고 있고 위험구조물 즉, 노후 건축물, 건설현장, 옹벽 등과 관련된 연간 분쟁 건수가 3,564건[2]으로 해마다 늘고 있는 현실을 감안하면 지자체의 IoT 플랫폼 도입이 당위성을 가진다는 점은 부인할 수 없을 것이다.

지난해 국회 송옥주 의원이 고용노동부로부터 제출받은 자료에 따르면 산재은폐를 직접 적발한 건수가 최근 3년간 3,389건이며 이중 건설업 산재은폐 적발건수는 654건으로 밝혀졌다.

국토부는 이와 관련해 분쟁전문위원회를 통해 건축물의 건축 등과 관련한 공사과정에서 발생하는 각종 분쟁을 해결하고 있지만, 원천적으로 분쟁을 해결할 수 있는 솔루션이 필요하다는 의견이 대두됐다.

(사례 1) 아파트형 공장 신축공사로 인한 아파트형 공장 균열 및 누수 등 피해에 대한 보상 요구

(당사자 주장: 신청인) 피신청인 터파기 공사 및

*산재사망자가 많은 순으로 나열 (단위: 명)

건설사명	2015년		2016년		2017년		계	
	산재 사망자	재해자	산재 사망자	재해자	산재 사망자	재해자	산재 사망자	재해자
(주)대우건설	6	94	7	103	7	160	20	357
지에스건설(주)	2	170	6	227	7	264	15	661
대림산업(주)	1	31	7	59	6	77	14	167
(주)포스코건설	5	34	3	48	5	51	13	133
에스케이건설(주)	3	85	3	62	5	53	11	200
현대산업개발(주)	2	29	2	18	6	22	10	69
현대건설(주)	4	59	3	114	2	100	9	273
삼성물산 주식회사	2	78	2	54	5	52	9	184
롯데건설(주)	5	52	2	75	1	81	8	208
쌍용건설(주)	4	10	3	8	1	8	8	26
(주)부영주택	3	42	1	24	3	67	7	133
계룡건설산업(주)	2	28	2	37	3	35	7	100
현대엔지니어링(주)	1	15	2	24	4	33	7	72
신세계건설(주)	2	28	3	16	2	20	7	64
(주)한화건설	3	14	0	15	4	35	7	64
(주)서희건설	2	42	2	55	2	24	6	121

(그림 1) 100대 건설사(도급실적액 기준 산업재해 현황, 환경데일리, 최인배

이에 따른 진동으로 건물 내부 신규 균열 발생 및 기존 균열 확산 등 피해가 발생하여 이에 대한 보수비용을 원하고, 환경피해에 대해서는 환경분쟁조정위원회에 신청한 상태임.

(당사자 주장: 피신청인) 신청인이 주장하는 피해에 대해 신축공사와의 영향 여부를 알 수 없으나, 신청인의 보수비용 요구에 수용할 의사가 있으며 입주자대표회의(신청인)의 의결 내용 및 합의 조건 등에 따라 합의 여부를 최종 결정할 예정임.

(조정 결정근거) 신청인이 주장하는 피해에 대해, 당사자 모두 관련 자료 등을 제출하지 않아 피신청인 신축공사와의 영향 여부를 판단할 수 없음.

(사례 2) 지식산업센터 신축공사로 인한 상가주택

균열 및 지반침하 등 피해에 대한 조치 및 보상 요구

1) (당사자 주장: 신청인) 터파기 공사 중 어떠한 안전장치도 하지 않아 진동 등으로 인하여 신청인 건축물에 균열 및 기울음이 발생함.

2) (당사자 주장: 피신청인) 철거 과정에서 발생한 피해로 판단되고 이에 대해 철거업체가 민원에 대해 다소 안일하게 대처한 것은 인정함. 신청인과 면담을 실시하였고 철거업체의 안일한 대응에

대신 사과드렸으며, 안전 진단 실시와 그 결과에 따라 신청인에게 건축물을 전면 보수해주겠음.

3) (조정 결정근거) 신청인이 주장하는 피해에 대해, 당사자 모두 관련 자료 등을 제출하지 않아 피신청인 신축공사와의 영향 여부를 판단할 수 없음.

이에 발맞춰 한국인터넷진흥원 주관 2021 블록체인 선도시범사업이 진행됐으며 여기에 시티랩스 컨소시엄이 '블록체인 기반 위험 구조물 안전 진단 플랫폼' 사업자로 선정돼 1년간의 시범사업이 시행되기에 이르렀다.

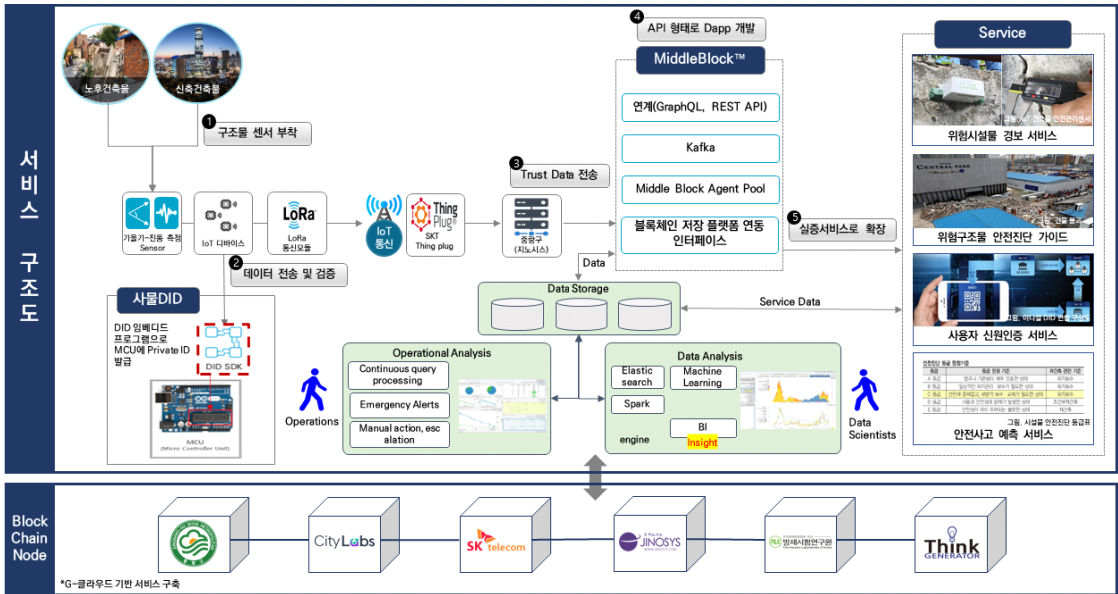
3. 사물 DID 적용 현황

상기 플랫폼이 기존의 IoT 플랫폼과 다른 점은 유통되는 데이터를 블록체인 네트워크에 업로드 하는 것에서 나아가 센서 측정값인 원천데이터에 사물 DID 개념을 도입한다는 내용이다. 이를 위해서 사물 DID가 부여된 IoT 센서를 개발했다.

해당 플랫폼의 기본 취지는 사물 DID가 부여된 IoT(기울기, 균열 센서에만 1차 적용) 센서의 변위 데이터를 블록체인 네트워크에 저장하고 구조물 안전진단 모니터링 및 알람 서비스를 제공하는 것이다. 이로써 법적 분쟁이 발생했을 경우 법정 증거능력(Witness Node)을 제공한다. 이를 위해 수집된 데이터 분석 결과를 바탕으로 구조물 안전진단 기준을 마련하고 가이드라인까지 제공한다.

실증지역으로는 1차적으로 서울시 중랑구에 약 80개의 센서(50여개 건물)를 설치했고 서울시 전 지역(20개 자치구, 60여개 센서 설치)에서 참여 신청을 받아 지난 11월에 센서 설치를 마무리했다.

실증지역인 서울시(지역안전센터)와 중랑구, 참여기업(시티랩스, 지노시스, 썩크제너레이터, 방재시험연구원)이 노드로 참여해 블록체인 네트



(그림 2) 블록체인 네트워크 구성도, 시티랩스 컨소시엄 제공

워크를 구성하고 SK 텔레콤의 IoT 전용 네트워크인 LoRa 망과 네이버 클라우드를 사용했다.

사물 DID는 아래 [그림 3]과 같이 구현됐다. 이슈어(Issuer)는 서울시와 중랑구에서 맡고 원천 데이터의 소유자인 홀더(Holder)는 데이터 출처인 건물에 부착된 센서가 그 역할을 담당한다. 검증자인 베리파이어(Verifier)는 IoT 플랫폼 운영자인 기업(지노시스)이 맡는 구조다.

이 구조의 핵심은 인증 소유자인 Holder의 역할을 누가 하느냐에 있는데 보통의 DID에서는 데이터 소유자인 개인이 이 역할을 담당한다. 하지만 사물 DID 구조에선 그야말로 사물인 센서가 그 역할을 할 수 있도록 구조를 만드는 것이 중요한 이슈였다.

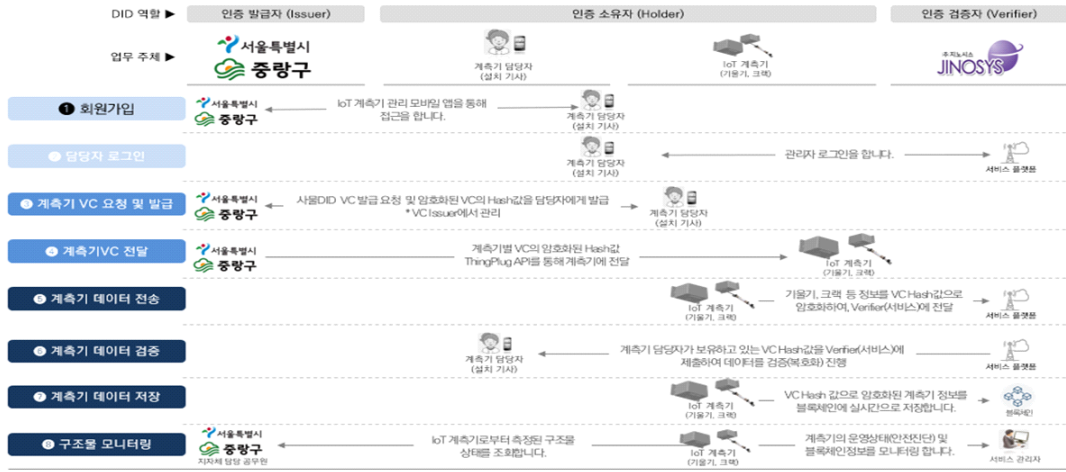
이를 위해 이 플랫폼에서는 그림에서 나타나듯 홀더인 센서를 인증해 주는 센서 담당자(최초 설치자)가 센서의 암호화된 해시값을 첫회차에 한해서 이슈어에 VC(인증서) 발급요청을 하고 이슈어는 VC를 API로 센서에 전달하는 방식을 채택했

다. 실시간으로 생성되는 데이터 값은 이 VC값을 기준으로 인증을 받는 방식이다.

향후 센서의 데이터 검증을 위한 복호화 과정은 센서 담당자가 가진 VC값을 베리파이어인 플랫폼에 제출하는 방식으로 진행된다.

현재 이 플랫폼은 웹페이지(www.infrasafe.kr: 8080)에서 작동 중이며 이 데이터를 토대로 가이드라인을 위한 데이터 분석이 진행되고 있다. 이를 위해 방재시험 연구원에서는 실내 시험환경을 구축해 센서의 기능시험을 거쳤으며 각 센서 당 오차범위, 측정범위, 외부 환경(온도, 습도, 바람 등) 간섭에 따른 데이터 변화량 등을 시뮬레이션 했으며 이를 바탕으로 1차 사전자료를 제출한 상태다. 향후 2022년 2차 사업이 진행됨에 따라 실제 데이터가 쌓이면 유의미한 가이드라인이 작성될 수 있을 것으로 보고 있다.

2021년 12월 현재, 서울시 지역안전센터와 중랑구청 건축과 직원들이 우선적으로 관리자 계정을 통해 사이트에 접근해 구조물 안전관리를 진행



(그림 3) 사물 DID 적용 시나리오, 시티랩스 컨소시엄 제공

하고 있으며 2022년에는 서울시 전역에 1000여개의 센서를 설치해 실시간 안전 모니터링 시스템 구축을 목표로 하고 있다.

4. 결 론

사물 DID는 아직 기술면에서 완벽한 형태로 구현이 되기에는 이른 시점이다. 특히 컴퓨팅 파워가 약하거나 아예 컴퓨팅 파워 적용 불가능 소형 IoT의 경우에는 기술 구현 자체가 불가능한 경우가 많다. 향후 컴퓨팅 파워를 가진 IoT 계측기를 개발하거나 소형 IoT 규모에 맞는 사물 DID 적용 모뎀 등을 개발할 경우 현실화 가능성이 그만큼 높아질 것이라 기대한다.

비록, 이번 연구에서 불가피하게 사람이 개입해 이슈어의 역할을 조력했지만 사물 DID의 과도기적 형태로 서비스를 구현했다는 측면에서 사물 DID의 상용화 서비스에 한걸음 더 다가간 사례로서는 충분히 가치있다고 평가받을만 하다.

차후 해당 서비스가 더욱 고도화되면 순수한 사물 DID를 구현할 수 있을 것으로 본다.

참 고 문 헌

- [1] 노후구조물 현황과 향후 과제, 국회 입법조사처, 2020.04.28.
- [2] 건물 균열 관련 분쟁 발생 건수, 국토교통부 (2019)

저 자 약 력



김 지 혁

이메일 : kjh@citylabs.co.kr

- 2019년~2021년 서울과대학종합대학원 시크립토MBA 석사
- 2020년~현재 제주 스마트시티 챌린지 사업 총괄PM
- 2020년~현재 시티랩스 공공사업본부 이사