

사물인터넷 플랫폼 간 상호운용성을 위한 자가적응형 속성기반 접근제어 프레임워크

박지훈^{1,2}, 강길욱^{1,2}, 김영갑^{3,*}

¹세종대학교 정보보호학과 석·박사통합과정

²세종대학교 지능형드론융합전공

³세종대학교 교수

syro03099@sju.ac.kr, giluk1027@sju.ac.kr, alwaysgabi@sejong.ac.kr

A Self-Adaptive Attribute-Based Access Control Framework for Interoperability between IoT Platforms

Ji-Hoon Park¹, Giluk Kang¹, Young-Gab Kim^{1,*}

¹Dept. of Computer and Information Security, and Convergence Engineering
for Intelligent Drone, Sejong University

요 약

사물인터넷이 발전함에 따라 사용자에게 여러 서비스를 제공하기 위한 사물인터넷 플랫폼이 활발하게 개발되고 있다. 그러나 각각의 플랫폼은 독자적인 환경에서 개발되고 있어 상호운용성에 어려움이 있다. 특히, 이기종 사물인터넷 플랫폼이 리소스 보호를 위해 동일한 속성기반 접근제어를 사용하더라도 속성을 표현하는 표현법이 상이하여 유효한 속성을 소유하고 있음에도 타 플랫폼의 리소스에 접근할 수 없는 문제가 있다. 이에, 본 논문에서는 속성기반 접근제어를 활용하는 이기종 사물인터넷 플랫폼 간의 서로 다른 속성 표현법을 이해하여 상호운용할 수 있는 프레임워크를 제안한다. 본 프레임워크는 자가적응 모듈을 통해 동일한 속성이더라도 표현법의 차이로 발생하는 상호운용의 문제를 해결하여 이기종 플랫폼 간의 리소스 접근이 가능하도록 한다.

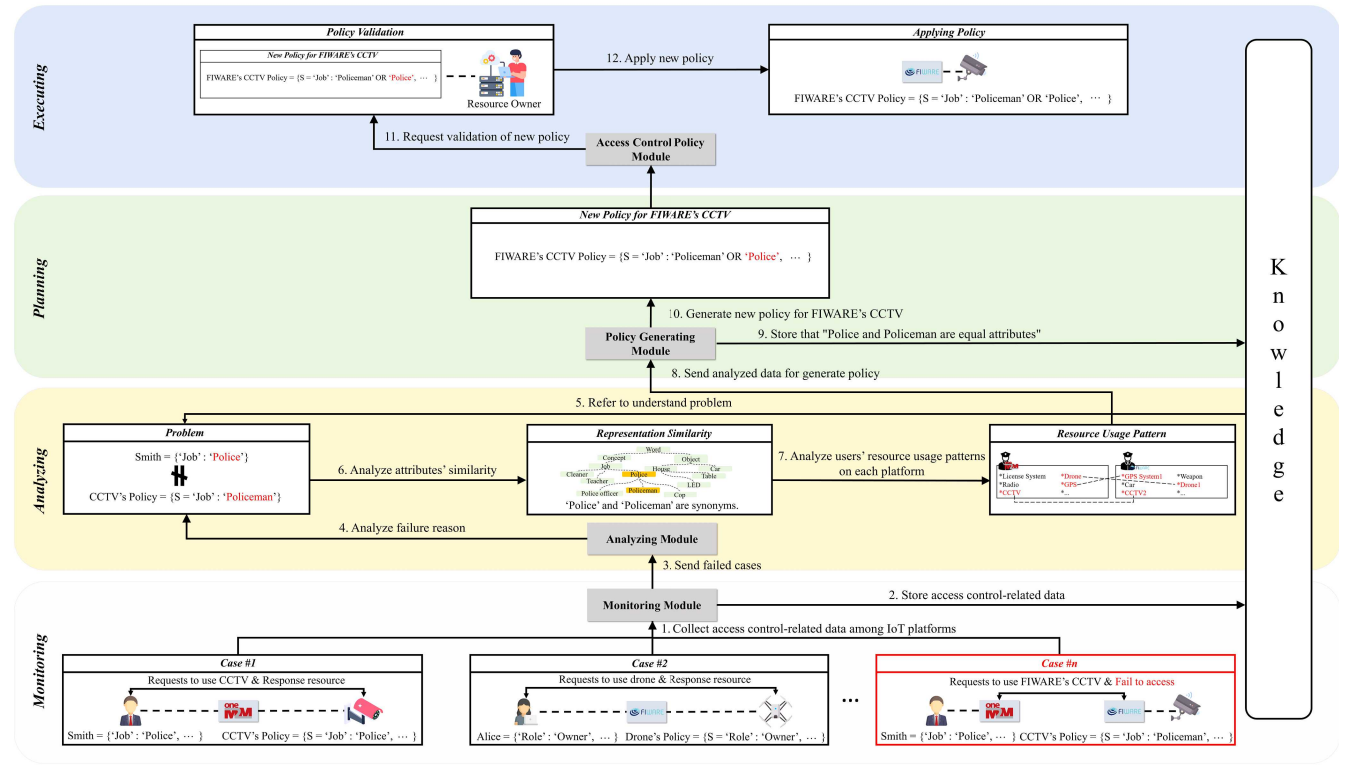
1. 서론

사물인터넷(Internet of Things; IoT)이 발전함에 따라 사물인터넷 기기들을 연결하고 사용자에게 여러 서비스를 제공하기 위한 사물인터넷 플랫폼을 제공하는 여러 기업이 등장했다. 이러한 사물인터넷 플랫폼들은 네트워크, 장치 등과 관계없이 인간의 개입을 최소화하면서 유용하고 원활한 서비스를 사용자에게 제공하기 위해 개발되고 있으며, 사물, 서비스, 인간 간의 초연결성을 달성하고자 하고 있다 [1]. 하지만, 각각의 플랫폼은 독자적인 환경에서 개발되고 있어 플랫폼 간의 상호운용성이 어려운 상황이다. 예를 들어, 동일한 리소스일지라도 각각의 플랫폼마다 리소스를 표현하는 형식이나 표현법의 차이로 인해 플랫폼 간의 리소스 교환이 이뤄지더라도 서로의 리소스를 활용할 수 없다 [2]. 특히, 플랫폼들이 리소스 보호를 위해 사용하는 접근제어 프레임워크도 임의적 접근제어, 속성기반 접근제어 등과 같이 다양하게 사용되고 있어 특정 플랫폼의 사용자

는 유효한 사용자임에도 타 플랫폼의 리소스에 접근조차 할 수 없는 상황이다. 또한, 이기종 플랫폼 간에 동일한 속성기반 접근제어 프레임워크 [3]를 사용하더라도 해당 프레임워크가 단일 도메인 환경에 대해서만 고려하고 있어 도메인별로 속성의 표현법이 상이함에 따라 상호운용할 수 없는 문제가 있다.

이러한 상호운용성 문제들은 사물인터넷 플랫폼이 초연결성을 달성하는 데 어려움을 가져다주고 있다. 따라서, 본 논문에서는 사물인터넷 플랫폼 간 상호운용성을 위한 자가적응형 속성기반 접근제어 프레임워크를 제안한다. 제안 프레임워크는 자가적응 모듈인 MAPE-K(Monitor-Analyze-Plan-Execute over a shared Knowledge) [4]을 통해 속성 표현 불일치 상황을 인식하여 플랫폼 간의 서로 다른 속성을 이해할 수 있도록 도와 특정 플랫폼의 사용자가 이기종 플랫폼의 리소스를 문제없이 사용할 수 있도록 한다. 2장에서 관련 연구들에 대해 분석한다. 3장에서 제안 프레임워크에 대해 제시한다. 마지막으로, 4장에서 결론 및 향후 연구를 서술한다.

* 교신저자



(그림 1) 사물인터넷 플랫폼 간 상호운용성을 위한 자가적응형 속성기반 접근제어 프레임워크

2. 관련 연구

장길욱 외 [2]는 상호운용 달성을 위한 이기종 사물인터넷 플랫폼 간의 접근제어 프레임워크를 제안하였는데, 본 프레임워크는 속성기반 접근제어를 사용하는 환경에서의 MDR(metadata registry)를 기반으로 속성 불일치 문제를 해결하며, 속성기반 접근제어를 사용하지 않는 플랫폼이라도 허가형 블록체인을 통해 접근제어에 대한 상호운용을 달성할 수 있게 하였다. 그러나 MDR을 사용하기 위해서는 지속적인 관리자의 개입이 요구된다. 이강준 외 [5]는 상호운용성을 향상하기 위한 온톨로지 기반의 사물인터넷 플랫폼을 구현하였다. 사물인터넷 디바이스의 정보를 통합 관리하기 위해 디바이스 레지스트리를 사용하여 디바이스 등록 정보, 공통 메타데이터, 고유 메타데이터를 구분하여 관리한다. 해당 플랫폼은 사물인터넷 디바이스의 메타데이터 간 일관성과 의미적 연결을 위해 데이터 구축에 대한 과정이 필요한 어려움이 있다.

3. 제안 프레임워크

자가적응형 속성기반 접근제어 프레임워크는 자가적응 모듈인 MAPE-K를 통해 동일한 속성기반 접근제어를 활용하는 이기종 플랫폼 간 속성의 표현

법 불일치 문제를 해결하며 자세한 동작 방식은 다음과 같다. 본 프레임워크는 플랫폼 사용자가 리소스 사용패턴 분석을 위한 리소스 사용 목록을 기록하고 공유하는 것에 동의함을 전제로 한다.

- 1) 모니터링(Monitoring):** 특정 플랫폼 또는 이기종 플랫폼 간에 수행되는 접근제어 과정에서 사용되는 데이터를 수집하여 Knowledge에 저장한다. 그림 1에서 보듯이, 본 단계는 Case #1부터 Case #n과 같은 다양한 접근제어 과정을 수집하면서 Case #n과 같이 리소스 접근 요청 실패 상황을 분석 단계에 전달한다.
- 2) 분석(Analyzing):** 모니터링 모듈로부터 전달 받은 이기종 사물인터넷 플랫폼 간의 리소스 접근 요청이 실패하는 상황을 모니터링 단계에서 저장된 Knowledge를 기반으로 실패 원인을 분석한다. 특히, 분석 단계는 속성 표현법의 불일치로 인한 접근 요청의 실패인지를 판별하기 위해 속성 간의 표현 유사도를 확인하는 단계와 리소스 사용패턴을 분석하는 단계로 진행된다.

- 속성 간의 표현 유사도 확인 단계:

시소러스 알고리즘(thesaurus algorithm)의 한 종류인 워드넷(WordNet)을 통해 리소스의 접

근제어 정책에 정의된 주체의 속성과 리소스 요청을 수행한 주체 속성의 개념적 유사도를 분석하는 단계이다. 예를 들어, 그림 1의 Case #n과 같이 oneM2M 플랫폼의 사용자(Smith)는 'Police'라는 'Job' 속성을 소유하고 있으면서 IoTivity 플랫폼의 CCTV 리소스의 접근제어 정책에서 주체의 'Job' 속성을 'Policeman'으로 요구하여 접근에 실패했을 때, 워드넷을 활용하여 서로의 'Job' 속성이 유사한지를 판단하게 된다.

- 리소스 사용패턴 분석 단계:

속성 간의 표현 유사도 확인 단계를 통해 서로의 속성이 유사함을 확인하면, 사용자가 속한 플랫폼에서 사용자의 속성과 동일한 속성을 소유한 사용자들이 접근했던 리소스 목록을 추출한다. 또한, 사용자가 리소스 요청을 보냈던 이중 플랫폼에서도 접근제어 정책에서 정의된 주체 속성과 동일한 속성을 소유한 사용자들이 접근했던 리소스 목록을 추출한다. 그 후, 2개의 리소스 목록을 토대로 워드넷을 통해 리소스 별 유사도를 분석하여 서로 같은 리소스가 존재하는지 확인함으로써 두 속성이 유사함을 확인한다.. 그림 1을 보게 되면, oneM2M 플랫폼 사용자의 'Job' 속성인 'Police'와 동일한 속성을 소유하는 플랫폼 내 사용자들의 최근 100개 이내 리소스 사용패턴 목록을 생성하고, 요청 리소스를 가진 IoTivity 플랫폼에서도 'Job' 속성이 'Policeman'인 사용자들의 최근 100개 이내의 리소스 사용패턴 목록을 생성한다. 그 후, 두 개의 리소스 사용패턴 목록을 워드넷을 기반으로 사용하는 리소스들의 개념적 유사도를 측정하여 사용자가 유효한 속성을 가지고 있음을 확인한다.

- 3) **계획(Planning)**: 분석 단계를 통해 리소스를 요청한 사용자가 유효한 속성을 소유하면서도 두 플랫폼 간의 사용했던 속성이 동일하다고 판단하게 되면, 해당 사용자의 속성을 기반으로 리소스에 대한 접근제어 정책을 새롭게 수립하고 Knowledge를 업데이트한다. 그림 1에서 보듯이, 두 플랫폼에서 'Job' 속성인 'Police'와 'Policeman'이 같음에 따라 IoTivity 플랫폼 내 해당 리소스의 접근제어 정책에서 주체의 'Job' 속성이 'Police'일 때도 접근할 수

있도록 정책을 새롭게 생성한다.

- 4) **실행(Executing)**: 생성된 접근제어 정책을 리소스 소유자를 통해 검증받고, 검증이 성공하면 요청받은 리소스에 대한 접근제어 정책을 갱신한다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문은 이기종 사물인터넷 플랫폼이 동일한 속성기반 접근제어 프레임워크를 사용하는 상황에서 사용자가 유효한 속성을 가지고 있음에도 불구하고 표현법의 불일치로 인해 접근제어 상호운용성이 보장되지 않는 문제를 해결하기 위해 MAPE-K를 통한 자가적응 프레임워크를 제안하였다. 향후 연구에서는 단일 접근제어 프레임워크가 아닌 다양한 접근제어 프레임워크를 사용하는 환경에서의 상호운용성을 위한 연구를 수행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1A2C2012635).

참고문헌

- [1] Koo, J., and Kim, Y. -G., "Resource identifier interoperability among heterogeneous IoT platforms," *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, Vol.34, Issue.7, pp.4191-4208, 2022.
- [2] 강길욱, 구자훈, 김영갑, "이기종 사물인터넷 플랫폼 간의 상호운용 가능한 속성기반 접근제어 프레임워크", *ACK 2022 학술발표대회 논문집*, 29권, 2호, pp.219-221, 2022.
- [3] Vincent C.Hu, David Ferraiolo, Rick Kuhn, Adam Schnitzer, Kenneth Sandlin, Robert Miller, Karen Scarfone, "Guide to Attribute Based Access Control(ABAC) Definition and Considerations", *NIST Special Publication 800-162*, NIST, 2014.
- [4] J. O. Kephart and D. M. Chess, "The vision of autonomic computing," *Computer*, vol.36, no.1, pp.41 - 50, 2003.
- [5] 이강준, 장우린, 양병현, 이승연, 정동원, 이석훈, "상호운용성 향상을 위한 온톨로지 기반의 IoT 플랫폼", *한국정보통신학회 종합학술대회 논문집*, 25권, 2호, pp.6-8, 2021.