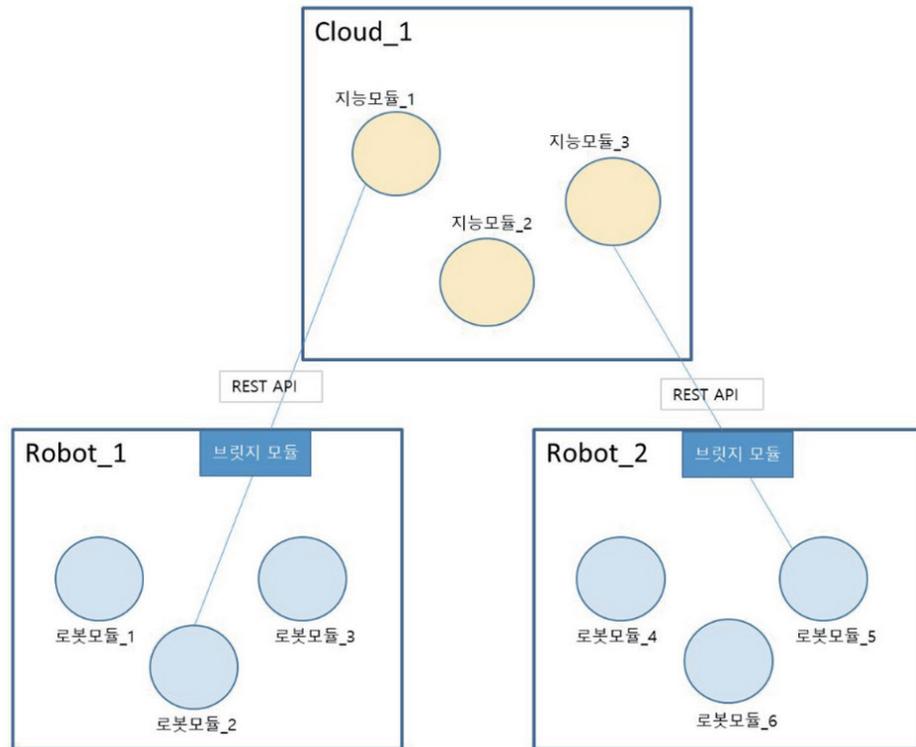




한국로봇산업협회

클라우드 기반 로봇 서비스를 위한 모듈 간 연결 규칙



기관명	한국로봇산업협회		
표준번호	KS B 7323		
표준명	클라우드 기반 로봇 서비스를 위한 모듈 간 연결 규칙		
TC/SC(명)	TC299(로보틱스)		
성격	전달표준	종류	고유표준 제정
개발시작일	2023-05-04	최종고시일	2024-01-05

개발내용

● 표준개발 배경

인공 지능 기술과 클라우드 컴퓨팅 기술이 이미지 인식, 자연어 처리, 지도 작성 및 위치인식, 자율 주행, 조작과 같은 로봇 기술에 다양하게 적용됨에 따라, 클라우드 서비스와 로봇 간 통신 구성을 자동화해주는 소프트웨어 모듈을 구현하고 이를 위한 표준의 연결 규칙을 정의하는 것은 로봇 모듈화와 사용자 편의성 제고에 중요한 기능을 제공한다. 이 표준을 통해 로봇 응용 개발자와 인공지능 개발자는 모듈의 재사용성과 상호운용성을 확보할 수 있다.

미국의 아마존과 같은 거대 기업과 로봇 기업을 중심으로 클라우드 서비스를 활용한 구독 서비스 RaaS(Robotics as a Service) 비즈니스 모델이 로봇 시장의 확대를 촉진시키고 있다.

ISO TC299 로보틱스 WG6에서 수행하는 ISO 22166-1 서비스 로봇 모듈화 요구사항 표준을 시작으로 ISO 22166-201 공통정보모델과 ISO 22166-202 소프트웨어 정보 모델을 한국 주도로 표준 개발하고 있다. 또한 WG10에서는 물류 창고 로봇 서비스를 위한 통신 인터페이스 표준을 개발하고 있다.

클라우드-AI-로봇을 연결하는 인터페이스 규칙으로 국내외 시장 변화를 반영한 국내 표준 개발은 국제 표준 선도를 위해 시기 적절하며 매우 중요함

● 정책적 부합성

지능형로봇 기본계획, 4차 산업혁명대응계획, 120대국정과제, 과학기술기본계획

다음의 주요정책의 항목들이 로봇 모듈의 공통정보모델과 관련되어 있는 내용이며, 로봇 모듈을 활용하여 다양한 로봇 개발, 생태계 조성, 기술 혁신, AI 기술의 로봇 활용 확대, 안전 등을 강화할 수 있음

제3차 지능형로봇 기본계획

- 로봇의 중요성, 원가비중, 기술 역량, 기 지원정도 등을 바탕으로 후방산업 경쟁력 강화
- 차세대 로봇 3대 핵심부품 자립화하며, 서비스 경쟁력을 좌우하는 4대 SW 기술자립
- 로봇기술을 적용하는 「기계의 로봇화 project」를 추진하며, AI, 5G 등 IT 신기술과 융합하는 로봇제품의 개발을 지원
- 로봇 기업과 자율주행차, 드론 등의 로봇유관 타업종과 융합 얼라이언스를 구축 운영해 로봇 생태계를 강화

4차 산업혁명 대응계획

- 4차 산업혁명의 잠재력을 조기에 가시화하고 새로운 융합산업과 일자리를 창출할 수 있도록 산업 사회 전 영역의 지능화 혁신
- 물류, 의료, 제조 등 다양한 분야에서의 로봇 기술 및 로봇 개발, 보급을 통해 산업 경쟁력을 제고하고, 복지·환경로봇 개발을 통해 사회 문제 해결
- 중소벤처 중심의 신기술 신서비스 창출 촉진을 위해 로봇기술 관련 규제 완화 및 제도 정비 정부의 120대 국정과제
- (디지털 혁신) 디지털 기술의 접목으로 주력산업의 생산성·부가가치 혁신, 가상 협업공장 구축, 제조현장의 로봇 개발·보급 등을 통해 생산
- (4차 산업혁명) 로봇, 반도체 등 디지털 실현
- (산재예방 인프라 혁신) 스마트 안전장치·설비(웨어러블 로봇 등) 개발·발굴 및 소규모 사업장 보급·확산 지원
- (전략기술 투자확대) 경제성장과 안보 차원에서 주도권 확보가 필수적인 전략기술(AI·로봇 등)을 지정하여, 초격차 선도 및 대체불가 기술 확보를 목표로 집중육성
- (안전한 국토 조성) IoT 등 스마트 기술과 로봇·드론 등을 활용하여 시설물 안전관리를 강화하고, 싱크홀 예방을 위한 장비·인력 확충

제 5차 과학기술기본계획

- 국가 연구데이터 플랫폼 구축 및 디지털 연구환경 조성 분야에 로봇 활용
- 12대 국가전략기술 분야 중 “공공주도 핵심원천기술 고도화, 他전략분야 융합·활용에 민관 역량결집” 분야에 첨단 로봇·제조가 선정됨. 이 내용 중에 센서·구동 모듈 등 핵심 부품·SW 자립도 향상과 생태계 확충, 자율이동과 인간로봇 상호작용, 자율작업과 같은 모듈 내용, 가상제조의 활성화를 위한 모듈 등이 포함됨
- “도전적 과제 추진을 유도하는 국방 R&D” 내용 중 “핵심부품, 수출연계형 부품, 전략부품 등을 중심으로 국산화를 위한 연구개발 추진” 부분이 모듈과 관계됨

● 표준범위 및 내용

클라우드-AI·로봇 인터페이스 분야 KS-국제표준 연계 및 선도

표준의 적용 범위

- 사람 또는 객체 인식 및 추적, 지도 작성 및 위치 인식, 장애물 인식, 경로 계획, 조작을 위한 강화 학습 기능과 같은 클라우드에서 제공하는 서비스를 사용하는 서비스 로봇에 적용
- 레스트(REST)를 통해 클라우드 서비스를 활용하는 로봇을 위한 모듈 간 연결 규칙에 대하여 정의
- 서로 다른 네트워크 환경의 클라우드 또는 에지 서버에서 레스트 응용 프로그램 인터페이스(REST API)를 제공하는 클라우드 서비스 모듈과 발행/구독(pub/sub) 통신방식으로 데이터를 교환하는 로봇 서비스에 적용

표준내용

- 클라우드 주요 그림은 이 문서의 관련 그림 또는 사진에 있음
- 내용
로봇에서 웹 서비스 형태로 제공되는 클라우드 로봇 서비스를 활용하기 위해 로봇 소프트웨어 모듈과 클라우드 서비스 모듈 간 연결 규칙이 필요하다(그림 1 참조). 로봇 지능 개발자 또는 로봇 응용 소프트웨어 개발자는 연결

규칙을 적용하여 서로 다른 네트워크의 프로토콜을 자동화해주는 브릿지 모듈을 구현하거나 로봇 소프트웨어 모듈마다 개별적으로 프로토콜 변환 프로그램을 구현하여야 한다. 이 표준은 브릿지 모듈 구현을 위한 연결 규칙과 이를 위한 연결 구성표를 제공한다.

연결 규칙은 각 모듈의 정보 모델과 모듈 배치 정보를 담은 구성 파일로부터 생성한 로봇 모듈과 클라우드 서비스 모듈 간의 연결 구성 표를 참조하여 생성하고, 두 모듈 간 통신을 자동으로 처리하기 위해 이를 브릿지 모듈에게 제공한다. 브릿지 모듈은 로봇 응용 프로그램을 개발할 때, 클라우드에서 웹서비스 형태로 제공되는 모듈과 로봇에서 제공되는 로봇 모듈 사이의 연결을 위해 통신 구성을 자동화하는 소프트웨어 모듈로, 데이터를 주고받아야 할 모듈이 서로 다른 네트워크에서 서로 다른 통신 방식에 의해 서비스될 때 사용한다.

연결 규칙을 위한 구성에는 각 모듈의 이름과 인프라 정보, 서로 짝(또는 조합)을 이루어 구성된 각 모듈의 입력과 출력 변수 정보, 클라우드 서비스를 위한 REST 요청과 반환 메시지에 대한 구성 요소 정보를 포함한다(그림 2 참조). 연결 규칙 템플릿에는 클라우드 서비스 모듈에서 제공하는 REST 서비스 접근 경로, 서비스 요청 메시지의 구성 요소별 연결 규칙, 서비스 요청 결과를 로봇에게 전달하기 위한 로봇 이벤트 메시지 구성 요소별 연결 규칙을 포함하여야 한다. 입력 파일은 JSON, YAML, XML의 형식을 이용할 수 있다. 연결 규칙은 ‘name: value’의 표현 형식에 따라 기술하며, value(값)는 string 타입으로 설정한다(그림 3 참조). 기술하며, value(값)는 string 타입으로 설정한다(그림 3 참조).

기대효과

● 성과의 우수성

인공 지능과 클라우드 기술의 발전은 다양한 분야의 산업 지능화에 활용되고 있다. 컴퓨터 비전, 음성 인식, 자연어 처리 등에서 대량의 태스크를 수행하는 기계학습 기술은 제조, 의료, 물류, 농업, 건설 등 다양한 분야의 로봇에 광범위하게 적용되고 있다.

기존의 제조자 중심 로봇 개발은 설계, 개발, 테스트 및 배포가 어렵고 시간이 많이 소요된다. 또한 인식이나 음성 서비스, 자율 주행 등의 기계학습 및 딥러닝 지능을 클라우드를 통해 제공받기 위해서는 복잡한 환경 설정이 요구된다. 로봇을 구성하는 기능의 모듈화는 로봇 응용 프로그램과 서비스 개발, 배포, 갱신을 용이하게 하고 모듈의 재사용성과 상호운용성을 촉진하여 로봇 자동화 서비스 적용 분야 확대와 로봇 제조자, 클라우드 서비스 제공자, AI 개발자, 로봇 서비스 개발자가 상생하는 새로운 로보틱스 생태계를 조성하는 데 기여한다.

이 표준은 전용 프로토콜을 사용하는 로봇 소프트웨어 개발 환경에서 웹 서비스 기반 로봇 서비스를 활용하여 로봇 응용 프로그램을 구성할 때, 장치 정보 메시지와 웹서비스 매개변수 간 연결 규칙의 설정만으로 모듈 간 통신 구성을 자동화해 주는 모듈의 구현이 용이하므로, 로봇 지능 개발자 또는 로봇 응용 소프트웨어 개발자가 개별적 코드 개발 없이 모듈을 재사용하여 효율적으로 로봇 응용 서비스를 개발하는 것이 가능해진다.

● 표준 활용 분야

표준이 활용할 수 있는 분야는 다음과 같이 매우 넓을 수 있다.

- 로봇의 전 분야(서비스 로봇, 제조용 로봇, 의료 로봇, 농업용 로봇 등)
- 스마트 공장의 공정 분야
- 디지털 트윈 분야

클라우드 서비스 활용을 위한 모듈 간 인터페이스 표준 및 파생 표준들을 활용하면 로봇 제조 기업, 로봇 수요기업 등의 로봇 산업의 사업체 수가 4,471개(2021년 추정) 중 50% 이상이 수혜를 받으며, 벤처기업 및 중소기업은 더 많은 수혜를 받을 것으로 예상된다.

실제로 정보모델 기반 클라우드-로봇 모듈 인터페이스를 사용한 결과 로봇의 응용 개발 시간이 90%이상이 줄어들고 로봇 모듈 관련 새로운 시장이 만들어 질 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한 현재 로봇 모듈의 유지보수가 매우 어려웠지만 유지보수가 스마트폰의 앱처럼 가능함을 알 수 있었다.

● 신시장 창출 가능성 및 규모

클라우드 서비스를 활용한 로봇 HW 및 SW 구독 서비스인 RaaS(Robotics as a Service) 비즈니스 모델의 시장 확대와 모듈 기반의 로봇 개발 관련 도구 및 모듈 관련 앱 마켓과 같은 새로운 시장이 창출될 가능성이 매우 높으며, 로봇 및 로봇 모듈의 유지보수 시장도 창출될 것으로 예상된다.

로봇 구동·사물 인식·자율주행 기술이 상용화 수준에 이르면서 글로벌 로봇 산업계의 화두는 협동로봇·AMR·RaaS(Robot as a service) 등으로 모아지는 상황이며, RaaS는 현재까지 물류 분야에서의 로봇 임대 서비스가 주를 이루었으나 공공, 방산, 의료 분야로 시장이 확대되면서 향후 급격한 성장 전망이다.

RaaS 시장이 2023년까지 연간 15% 이상 성장하며, 2023년에는 80억 달러 이상의 시장 형성 전망함, 특히 물류 서비스 시장 규모는 2032년까지 20억 달러를 넘어 빠른 성장세를 이어갈 것으로 예측되며, 북미 지역의 성장률은 18% 이상일 것으로 예상된다(출처: Global Market Indight)

특히 앱 마켓은 소프트웨어 모듈뿐만 아니라 하드웨어 모듈과 기계식 모듈에 대한 내용이므로 로봇 개발 및 자동화 시장에 파급 효과는 매우 클 것으로 예상된다.

또한 모듈 관련 시장을 형성하기 위해서는 현재 표준에서 제안한 모듈 식별자를 관리하는 기구가 필요하므로 이 기구가 발족되면 파급효과는 더욱 커질 것으로 예상된다.

● 글로벌 표준 선점 가능성

KS B ISO 22166-1, 로봇 — 서비스 로봇의 모듈화 — 제1부: 일반 요구사항에 기반한 모듈에서 지향하는 모듈의 상호운용성을 위한 것으로 클라우드와 같이 서로 다른 네트워크를 통해 서비스되는 모듈 간 인터페이스를 제공하는 데 필요한 연결 규칙을 정의한다. 인공 지능 기술과 클라우드 컴퓨팅 기술이 이미지 인식, 자연어 처리, 지도 작성 및 위치인식, 자율 주행, 조작과 같은 로봇 기술에 다양하게 적용됨에 따라, 클라우드 서비스와 로봇 간 통신 구성을 자동화해주는 소프트웨어 모듈을 구현하고 이를 위한 표준의 연결 규칙을 정의하는 것은 로봇 모듈화와 사용자 편의성 제고에 중요한 기능을 제공한다. 이 표준을 통해 로봇 응용 개발자와 인공지능 개발자는 모듈의 재사용성과 상호운용성을 확보할 수 있으며, 한국을 중심으로 개발하고 있는 ISO 22166-201, ISO 22166-202의 후속 및 RaaS 통신 인터페이스 표준으로의 확장이 가능하므로 한국의 지속적인 표준 주도가 가능하다.

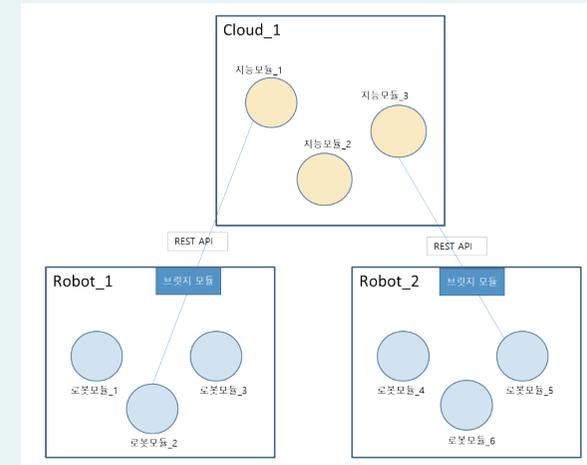


그림 1 클라우드 서비스를 활용한 로봇 응용 프로그램 구성 예시

클라우드 서비스 모듈	로봇 모듈	설명
모듈이름	모듈이름	모듈의 이름
인프라(미들웨어)	인프라(미들웨어)	제공하는 통신 방식
입력변수1	출력변수1	REST 요청 메시지 연결 규칙 생성을 위해 클라우드 서비스 모듈의 입력 변수와 로봇 모듈의 출력 변수는 서로 짝을 이루어 구성하여야 한다. 클라우드 서비스 모듈의 입력변수는 변수 이름과 필드 구성 요소, 필드 이름, 필드 유형으로 구성하여야 한다. HTTP 규약에 의한 필드 구성 요소로 {header, body, path, query}가 있으며, 요청 메시지 유형이 multipart인 경우에는 {header, path, query, disposition}가 있다. 로봇 모듈의 출력변수(또는 토픽)은 토픽 이름과 구조체의 멤버로 구성될 수 있다.
입력변수2	출력변수2	
입력변수N	출력변수N	
출력변수1	입력변수1	클라우드 서비스 모듈의 출력변수는 로봇 모듈의 입력변수와 서로 짝을 이루어야 한다. 클라우드 서비스 모듈의 출력 변수는 이름과 필드 구성 요소, 필드 이름, 필드 유형으로 구성하여야 한다. HTTP 규약에 의한 필드 구성 요소로 {header, body}가 있으며, 반환 메시지 유형이 multipart인 경우에는 {header, disposition}가 있다. 로봇 모듈의 입력변수(또는 토픽)은 토픽 이름과 구조체의 멤버로 구성될 수 있다.
출력변수2	입력변수2	
출력변수N	입력변수N	
동작 가능 위치	동작 가능 위치	모듈이 실행되는 위치(클라우드/에지서버/로봇)
URL/IP 주소	-	REST 서비스 접근 주소
서비스 메소드 (Service method)	-	REST가 제공하는 HTTP 메소드 (POST/GET/PUT/DELETE)
요청 메시지 유형 (content type)	-	REST 서비스를 요청하는 메시지의 타입 (multipart 또는 json)
반환 메시지 유형 (content type)	-	REST 서비스에서 반환하는 메시지의 타입 (multipart 또는 json 또는 파일 형태)

그림 2 클라우드 서비스를 위한 모듈 간 연결 구성표

지능모듈_3		로봇모듈_5	
모듈이름	joint state update service	joint_sensor_module	모듈이름
인프라(미들웨어)	REST	ROS	인프라(미들웨어)
입력변수1	field location: body field type: application/json input name: category/name	topic name: /out_joint1 topic member: name	출력변수1
입력변수2	field location: body field type: application/json input name: category/name2	topic name: /out_joint2 topic member: name	출력변수2
출력변수1	field location: body field type: application/json output name: result	topic name: /targetJoint topic member: data	입력변수1
동작 가능 위치	cloud	robot	동작 가능 위치
URL 또는 IP 주소	'http://localhost:9001/joint/param1	-	
서비스 메소드	POST	-	
요청 메시지 유형	application/json		
반환 메시지 유형	application/json	-	

그림 3 클라우드 지능 모듈과 로봇 모듈 간 연결 구성표 예시

```
rule_type: string          #통신유형_to_통신유형
rules:
  - service_name: string    # name of cloud intelligence module
    service_uri: string     # excution location of REST service
    service_method: string  # HTTP method <POST|GET|PUT|DELETE>

  request_rule :          # rule for REST request
    content_type: string   # REST request message type
    topics:               #pub/sub topic list
    - name: string
      type:string
    links:                # match pub/sub outputs to REST request
      - from_topic: string
        out_member: string
        to_field_location: string # <header|body|path|query|disposition>
        field_name: string
        field_type: string
        in_name: string

  response_rule :         # rule for REST response
    content_type: string   # REST response message type
    topics:               # pub/sub topic list
    - name: string
      type:string
    links:                # match REST response to pub/sub inputs
      - from_field_location: string # <header|body|disposition>
        field_name: string
        field_type: string
        out_name: string
        to_topic: string
        in_member: string
```

그림 4 연결 규칙 템플릿

속성	설명
rule_type	연결하는 통신 유형(통신유형_to_통신유형) 정의. 통신 유형에는 ROS, REST, MQTT, gRPC, SOAP 등이 있으며, 예로 ROS_to_REST로 표기
rules	웹 서비스를 제공하는 REST 통신 방식을 위한 연결 규칙을 정의
- service_name	RESR 서비스로 제공되는 클라우드 서비스 로봇 모듈의 이름
- service_uri	REST 서비스의 실행 위치
- service_method	REST 서비스를 사용할 때 HTTP Request의 방식을 정의하는 것으로 HTTP 매소드는 다음의 값 중 하나이어야 함. {POST, GET, PUT, DELETE}. 통상 REST 서비스 요청을 위해 'POST' 값을 사용
- request_rule	REST 서비스를 호출하기 위한 입력 매개변수와 발행/구독 서비스의 출력 변수(또는 토픽)을 연결하는 규칙을 정의
- response_rule	REST 서비스의 호출 결과인 출력 매개변수와 발행/구독 서비스의 입력 변수(또는 토픽)을 연결하는 규칙을 정의

그림 5 연결 규칙 템플릿 요약

속성	설명
request_rule	REST 서비스를 호출하기 위한 규칙
- content_type	REST 서비스로 전송할 메시지의 타입(요청 메시지 유형)으로, - JSON 유형: application/json - 파일 다운로드 유형: image/jpeg - 혼합 유형: multipart/form-data
- topics	REST 서비스의 요청 메시지를 구성하는 데 필요한 로봇 모듈의 출력 변수(또는 토픽)를 정의 - name - type
- links	로봇 모듈의 출력 변수와 REST의 입력 변수를 서로 연결 - from_topic: '/'로 시작하는 경우 토픽에서 해당 값을 참조함 - out_member: 해당 토픽의 멤버 변수를 지정 - to_field_location: content_type에 따라 HTTP 구성 요소를 다르게 설정함. multipart 인 경우는 {header, path, query, disposition}, 그 외 유형은 {header, body, path, query} - field_name: disposition을 위한 이름 - field_type: 필드의 유형 - in_name: to_field_location에서 지정한 위치의 세부 위치를 지정함. · "to_field_location"이 'body'인 경우 "in_name"은 'body'를 구성하는 JSON 메시지의 세부 멤버를 지정 · "to_field_location"이 'path'인 경우 "in_name"은 "service_uri"에 포함된 변수를 의미 · "to_field_location"이 "header"인 경우 "in_name"은 HTTP header의 특정 변수를 의미 · "to_field_location"이 "disposition"인 경우 "in_name"은 HTTP disposition에서 JSON 메시지의 세부 멤버를 지정하거나 업로드한 파일을 의미

그림 6 연결 규칙 request rule 속성

속성	설명
response_rule	REST 서비스의 호출에 대한 결과를 반환하기 위한 규칙
— content_type	REST 서비스에서 반환하는 메시지의 타입(응답 메시지 유형)으로, — JSON 유형: application/json — 파일 다운로드 유형: image/jpeg — 혼합 유형: multipart/form-data
— topics	REST 서비스의 반환 메시지에 상응하는 로봇 모듈의 입력 변수(또는 토픽)를 정의 — name — type
— links	REST의 출력 변수와 로봇 모듈의 입력 변수를 서로 연결 — from_field_location: REST 서비스의 응답 메시지의 특정 결과로 content_type이 multipart/form-data인 경우 'disposition'으로 지정하고 field_name과 field_type을 지정. JSON 유형은 'body', 파일 유형은 'file'로 지정 — out_name: from_field_location이 'body'인 경우 응답 메시지를 구성하는 JSON 구조체의 멤버를 의미하며 from_field_location가 'file'인 경우 파일 형태로 반환된 변수를 의미 — to_topic: REST 서비스의 응답으로부터 구성할 발행/구독 메시지의 토픽을 정의 — in_member: 해당 토픽의 멤버를 지정하는데, in_member가 지정되지 않으면, out_name 메시지가 to_topic과 1 : 1 대응되어 발행/구독 메시지가 구성

그림 6 연결 규칙 request rule 속성