관 인 생 략

출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자 2026.03.05

특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(KP260007)

출 원 번 호 10-2026-0039716 (접수번호 1-1-2026-0268181-53)
(DAS접근코드9C75)

출원인 명칭 포항공과대학교 산학협력단(2-2004-043336-1)

대리인 성명 남솔잎(9-2022-000168-1)

발명자 성명 홍원기 남석현

발명의 명칭 MDAF 기반 네트워크 기능 고장 예측 및 선제적 장애 대응을 위한 방법 및 장치

지 식 재 산 처 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 지식재산처 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.
※ 심사제도 안내 : https://www.moip.go.kr-지식재산제도

<< 초고속심사 안내 >>

1. 지식재산처는 2025년 10월 15일부터 초고속심사 제도를 운영하고 있습니다.
2. 초고속심사를 신청하면 1달 내 1차 심사 결과를 받아볼 수 있습니다.
3. 초고속심사 대상은 ①수출촉진과 관련되거나, ②첨단기술 우선심사 대상에 해당하면서 조약우선권기초출원에 해당하는 경우, 또는 창업기업 등의 출원이 ③첨단기술 우선심사 중 AI 분야에 해당하거나, ④바이오 분야에 해당하면 신청할 수 있습니다.
4. 자세한 내용은 지식재산처 홈페이지(http://moip.go.kr) - 고시·공시를 참조해 주시기 바랍니다.
5. 신속한 특허권 확보가 필요한 출원인의 많은 이용 바랍니다.

[초고속심사 유형]

구분	초고속심사 대상	규모제한	시행
해외진출	• 수출촉진 관련 출원	연간 2,000건	'25.10.15.
	• 첨단기술(AI, 바이오,반도체 등) + 조약우선권시초출원	연간 2,000건	
창업	• 첨단기술 AI + 창업기업, 벤처기업, 이노비즈기업	연간 2,000건	'26.2.23.
	• 첨단기술 바이오 + 창업기업, 벤처기업, 이노비즈기업	연간 2,000건	

2026-03-05

【서지사항】

【서류명】 특허출원서

【참조번호】 KP260007

【출원구분】 특허출원

【출원인】

【명칭】 포항공과대학교 산학협력단

【특허고객번호】 2-2004-043336-1

【대리인】

【성명】 남솔잎

【대리인번호】 9-2022-000168-1

【대리인】

【성명】 최성규

【대리인번호】 9-2020-000243-4

【발명의 국문명칭】 MDAF 기반 네트워크 기능 고장 예측 및 선제적 장애 대응을 위한 방법 및 장치

【발명의 영문명칭】 Method and Electronic Device for MDAF-based Network Function Failure Predication and Proactive Failure Mitigation

【발명자】

【성명】 홍원기

【성명의 영문표기】 HONG, Won Ki

【국적】 KR

【주민등록번호】 000000-0XXXXXX

【우편번호】 37673

【주소】 경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)

【거주국】 KR

【발명자】

【성명】 남석현

【성명의 영문표기】 NAM, Suk Hyun

【국적】 KR

【주민등록번호】 000000-0XXXXXX

【우편번호】 37673

【주소】 경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)

【거주국】 KR

【출원언어】 국어

【심사청구】 청구

【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】

【과제고유번호】 2710068514

【과제번호】 00392332

【부처명】 과학기술정보통신부

【과제관리(전문)기관명】 정보통신기획평가원

【연구사업명】 차세대네트워크(6G)산업기술개발(R&D)

【연구과제명】 6G 네트워크 통합 지능평면 기술 개발

【과제수행기관명】 포항공과대학교 산학협력단

【연구기간】 2025.01.01 ~ 2025.12.31

2026-03-05

【취지】 위와 같이 지식재산처장에게 제출합니다.

대리인 남솔잎 (서명 또는 인)

대리인 최성규 (서명 또는 인)

【수수료】

【출원료】	0	면	46,000 원
【가산출원료】	49	면	0 원
【우선권주장료】	0	건	0 원
【심사청구료】	15	항	931,000 원
【합계】	977,000원		
【감면사유】	전담조직(50%감면)[1]		
【감면후 수수료】	488,500 원		

【첨부서류】 1.기타첨부서류_1통

1 : 기타첨부서류

PDF 파일 첨부

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

MDAF 기반 네트워크 기능 고장 예측 및 선제적 장애 대응을 위한 방법 및 장치 {Method and Electronic Device for MDAF-based Network Function Failure Predication and Proactive Failure Mitigation}

【기술분야】

【0001】본 발명은 5G/6G 네트워크 운영 및 관리(OAM) 기술에 관한 것으로서, 특히 3GPP에서 정의한 Management Data Analytics Function (MDAF) 구조를 기반으로 RAN-Core-Application 다중 도메인 데이터를 수집·분석하여 네트워크 기능(Network Function; NF)의 고장 또는 장애 발생을 사전에 예측하고, SHAP (Shapley Additive exPlanations) 기반 설명 가능 AI (Explainable AI, XAI) 및 대규모 언어 모델(Large Language Model, LLM)을 이용하여 고장의 원인을 추론하고 설명하는 기술에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0003】최근 5세대(5G) 이동통신 시스템 및 차세대 6세대(6G) 이동통신 시스템에서는 네트워크의 유연성, 확장성 및 서비스 맞춤화를 지원하기 위하여, 다수의 네트워크 기능(Network Function)을 소프트웨어 형태로 정의하고 가상화 또는 컨테이너화하여 운용하는 구조가 채택되고 있다.

【0004】구체적으로, 기존의 전용 하드웨어 기반 네트워크 장비 대신, 네트워크 기능을 가상 네트워크 기능(Virtualized Network Function, VNF) 또는 컨테이너 기반 네트워크 기능(Container-Native Network Function, CNF)으로 구현하고, 이를 클라우드 인프라 상에서 동적으로 배치·운영하는 네트워크 기능 가상화(Network Function Virtualization, NFV) 및 클라우드 네이티브 아키텍처가 널리 사용되고 있다.

【0005】이와 같은 구조에서는 접근 제어, 이동성 관리, 세션 관리, 트래픽 제어, 보안, 품질 관리(QoS/QoE) 등 다양한 네트워크 관리 기능들이 독립적인 네트워크 기능 단위로 분리되어 상호 연동되며 동작한다. 그 결과, 5G/6G 네트워크는 다수의 네트워크 기능이 분산 환경에서 동적으로 생성·종료·연결되는 고도로 복잡한 시스템으로 진화하고 있으며, 네트워크 운용 및 관리의 복잡성은 급격히 증가하고 있다.

【0006】이러한 환경에서는 특정 네트워크 기능의 성능 저하 또는 장애가 전체 서비스 품질에 연쇄적으로 영향을 미칠 수 있으며, 장애 원인을 신속하고 정확하게 파악하는 것이 점점 어려워지고 있다. 기존의 규칙 기반(rule-based) 또는 수동 분석 중심의 네트워크 관리 방식은 다수의 네트워크 기능과 방대한 운용 데이터를 실시간으로 처리하기에 한계가 있다.

【0007】이에 따라, 3GPP에서는 네트워크 운용 자동화 및 지능화를 목적으로 네트워크 데이터 분석 기능(Network Data Analytics Function, NWDAF)을 도입하였다. NWDAF는 5G 코어 네트워크를 구성하는 네트워크 기능으로부터 수집되는 운용

데이터를 분석하여, 트래픽 예측, 성능 분석 등의 분석 결과를 제공하는 기능이다. 하지만 네트워크 기능 가상화 및 클라우드 네이티브 환경에서는 코어 네트워크 뿐만 아니라 RAN (Radio Access Network), 트랜스포트(Transport) 계층 등 다수의 관리 도메인이 동시에 관여하게 된다. 이러한 다중 도메인 환경에서 발생하는 복합적인 문제를 효과적으로 분석·관리하기 위해, 관리 도메인에서의 분석 논리 기능인 MDAF (Management Data Analytics Function, MDAF)가 제안되었다.

【0008】MDAF는 네트워크 관리 영역에서 발생하는 다양한 관리 데이터를 수집·분석하여, 네트워크 기능의 상태, 성능 저하 징후 및 장애 가능성을 예측하는 역할을 수행할 수 있도록 제안되어 있다.

【0009】그러나 NWDAF 및 MDAF 기반 분석 기술은 아직 표준화 제안 및 연구 진행 단계에 있으며, 구체적으로 어떤 데이터를 수집하고 어떤 분석기능을 제공할지에 대한 구체적인 활용 예시는 없는 상황이다. 다수의 네트워크 기능이 상호 연관되어 동작하는 5G/6G 환경에서는, 단순한 예측 결과만으로는 효과적인 장애 대응 및 사전 예방이 어렵다는 문제가 존재하기 때문에 MDAF를 통해 네트워크 기능에 대한 구체적인 고장 예측 기술이 필요한 상황이다.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0011】5G 및 6G 이동통신 네트워크는 서비스 기반 구조(Service-Based

Architecture) 및 네트워크 기능 가상화(Network Function Virtualization, NFV)를 기반으로 구성되며, 다수의 네트워크 기능(Network Function, NF)이 상호 연동되어 동작한다. 이러한 환경에서는 특정 NF의 성능 저하 또는 장애가 다른 NF로 전파되어 서비스 전체의 가용성을 저해하는 문제가 발생할 수 있다.

【0012】 우선, 기존 기술은 RAN, Core, Application 등 다중 도메인에 분산된 데이터를 종합적으로 고려하지 못하여, 특정 네트워크 기능의 고장을 사전에 예측하는 데 문제점이 있다.

【0013】 또한, 고장 예측 결과가 단순한 확률 값 또는 경보(alert) 형태로 제공되어, 왜 해당 네트워크 기능에서 고장이 발생할 것으로 예측되었는지에 대한 충분한 설명이 이뤄지기 어렵다는 문제점이 존재한다.

【0014】 딥러닝 기반 예측 모델의 특성상 내부 판단 근거가 불투명하여, 네트워크 운영자가 예측 결과를 신뢰하고 선제 조치를 수행하는 데 어려움이 있고, 고장 발생 직전의 로그, 성능 지표, 자원 사용량 등 다양한 요소가 복합적으로 작용함에도, 각 요소가 고장에 기여한 정도를 정량적으로 분석하고 설명하는 기술이 필요하다.

【0015】 이에 따라 본 개시에서는 다중 도메인을 대상으로 한 OAM 기능인 MDAF 구조를 기반으로 다중 도메인 네트워크 데이터를 수집·분석하여 네트워크 기능의 고장을 사전에 예측하고, 예측 결과에 대한 원인과 판단 근거를 설명 가능한 형태로 제공하고자 한다.

【과제의 해결 수단】

【0017】본 개시의 일 실시예에서, MDAF (Management Data Analytics Functions) 기반 고장 예측을 수행하는 방법에 있어서, 복수의 네트워크 도메인으로부터 고장 예측을 위한 데이터를 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 고장 예측을 위한 데이터에 기초하여, 기계 학습 모델을 통해 복수의 네트워크 도메인에 고장이 발생했는지 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 결정 결과에 기초하여, 고장 예측을 위한 데이터 중 고장 발생 원인 데이터를 식별하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 고장 발생 원인 데이터에 기초하여, 대규모 언어 모델을 통해 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

【0018】일 실시예에서, 고장 예측을 위한 데이터는, RAN으로부터 획득한 데이터, 코어 네트워크로부터 획득한 데이터, 또는 에러 발생 횟수에 관한 데이터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

【0019】일 실시예에서, 상기 방법은 고장 예측을 위한 데이터에 대해 전처리를 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 전처리를 수행한 고장 예측을 위한 데이터에 대해 도메인 기반 상관관계 분석을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

【0020】일 실시예에서, 기계 학습 모델은 고장 발생에 관한 태깅 (tagging) 데이터로 학습되고, 태깅 데이터는 고장이 발생했는지 여부를 결정하기 위한 데이터를 포함할 수 있다.

【0021】일 실시예에서, 기계 학습 모델은 태깅 데이터를 이용하여 소프트 라벨링 (soft labeling) 기법을 통해 학습될 수 있다.

【0022】일 실시예에서, 고장 발생 원인 데이터는 고장 예측을 위한 데이터에 대해 SHAP (Sharpley Additive Explanations) 알고리즘을 이용하여 식별될 수 있다.

【0023】일 실시예에서, 상기 방법은 고장 발생 원인 데이터 및 고장 예측을 위한 데이터에 대해 도메인 기반 상관 분석 결과를 대규모 언어 모델에 입력하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 대규모 언어 모델로부터 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

【0024】일 실시예에서, 고장 발생 원인 및 해결 방안은 자연어에 기반할 수 있다.

【0025】본 개시의 일 실시예에서, 고장 예측을 수행하는 MDAF는, 하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리 및 적어도 하나의 프로세서를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서는 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써 복수의 네트워크 도메인으로부터 고장 예측을 위한 데이터를 수신할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서는 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써 고장 예측을 위한 데이터에 기초하여, 기계 학습 모델을 통해 복수의 네트워크 도메인에 고장이 발생했는지 여부를 결정할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서는 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써 결정 결과에 기초하여, 고장 예측을 위한 데이터 중 고장 발생 원인 데이터를 식별할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서는 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로

써 고장 발생 원인 데이터에 기초하여, 대규모 언어 모델을 통해 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출할 수 있다.

【0026】 본 개시의 일 실시예에서, 상기 기재한 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체가 제공된다.

【발명의 효과】

【0028】 본 발명은 MDAF 기반 네트워크 기능 고장 예측 및 대응을 수행함으로써 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

【0029】 첫째, MDAF 구조를 기반으로 다중 도메인 데이터를 통합 분석함으로써, 기존 단일 도메인 기반 분석보다 높은 정확도로 네트워크 기능의 고장을 사전에 예측할 수 있다.

【0030】 둘째, 딥러닝 기반 고장 예측 결과에 대해 설명 가능한 분석을 제공함으로써, 네트워크 운영자가 예측 결과의 신뢰성을 직관적으로 판단할 수 있다.

【0031】 셋째, 고장 원인을 자연어로 설명함으로써, 전문 지식이 부족한 운영자도 고장 대응 의사결정을 신속하게 수행할 수 있다.

【0032】 넷째, 고장 발생 이전에 원인 네트워크 기능을 식별할 수 있어, 스케일-아웃, 트래픽 우회, 기능 재배치 등 선제적 장애 완화 조치가 가능하다.

【0033】 다섯째, 본 발명은 기존 NWDAF/MDAF 기반 분석 기술을 확장하여, 예측 + 설명 + 자동 대응을 연계할 수 있는 self-healing 네트워크 관리 기술의 기반

을 제공한다.

【도면의 간단한 설명】

【0035】도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 MDAF 기반 고장 예측을 수행하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 MDAF 기반 고장 예측을 수행하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에서 MDAF 기반 고장 예측을 수행하기 위해 MDAF에 포함된 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에서 MDAF 기반 고장 예측을 수행하기 위한 소프트 라벨링 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에서 대규모 언어 모델을 이용하여 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 MDAF의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0036】이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다.

그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모

든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

【0037】 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 실시될 수 있다. 따라서, 실시예들은 특정한 개시형태로 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

【0038】 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

【0039】 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다. 특정한 경우 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

【0040】 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

【0041】 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게

뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

【0042】본 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 본 명세서에서 사용된 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 또한, 명세서 전체에서 기재된 "a, b, 및 c 중 적어도 하나"의 표현은, 'a 단독', 'b 단독', 'c 단독', 'a 및 b', 'a 및 c', 'b 및 c', 또는 'a,b,c 모두'를 포괄할 수 있다.

【0043】다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

【0044】또한, 본 명세서에 기재된 "...부", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 또한, 본 개

시의 실시 예는 기능적인 블록 구성들 및 다양한 처리 단계들로 나타내어질 수 있다. 이러한 기능 블록들은 특정 기능들을 실행하는 다양한 개수의 하드웨어 또는/및 소프트웨어 구성들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 실시 예는 하나 이상의 마이크로프로세서의 제어 또는 다른 제어 장치들에 의해서 다양한 기능들을 실행할 수 있는, 메모리, 프로세싱, 로직(logic), 룩 업 테이블(look-up table) 등과 같은 직접 회로 구성들을 채용할 수 있다.

【0045】 본 명세서에 첨부된 처리 흐름도 도면들의 각 블록과 흐름도 도면들의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다.

【0046】 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것이 가능하며, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다.

【0047】 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램

가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

【0048】 또한, 각 블록은 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실행 예들에서는 블록들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능할 수 있다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

【0049】 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

【0050】 이하, 본 개시에서 'MDAF (Management Data Analytics Functions)'는 통신 시스템에서 네트워크 운영 및/또는 관리 데이터를 수집, 저장, 분석하여 고장, 성능, 이상 징후 등의 분석 결과 또는 예측 결과를 다른 관리 기능에 제공하는 데이터 분석 기능을 의미할 수 있다.

【0051】 본 개시에서, '네트워크 도메인'은 통신 시스템에서 기능, 역할, 관

리 범위에 따라 구분되는 네트워크 구성 영역을 의미할 수 있다. 네트워크 도메인은 RAN 도메인, 코어 네트워크 도메인, 관리 도메인 전송 도메인 등을 포함할 수 있다.

【0052】 본 개시에서, '고장'은 네트워크 구성 요소에서 발생하는 비정상 상태 또는 서비스 영향 가능 상태를 의미할 수 있다. 고장은 서비스 중단을 포함하는 완전 장애뿐만 아니라 성능 저하, 간헐 오류, 품질 열화도 포함할 수 있다.

【0053】 본 개시에서, '기계 학습 모델'은 입력 데이터로부터 패턴을 학습하여 추론 결과를 출력하는 모델을 의미할 수 있다.

【0054】 본 개시에서, '고장 발생 원인 데이터'는 고장의 원인을 설명하거나 원인 규명에 직/간접적으로 기여하는 데이터를 의미할 수 있다. 예를 들어, 파라미터 변경, 환경 및 외부 요인, 장비 상태, 트래픽 변화 등을 포함할 수 있다.

【0055】 본 개시에서, 'RAN (Radio Access Network)'은 단말이 무선으로 접속하는 무선 접속망을 의미하는 것으로, 일반적으로 기지국 및 그 구성, 셀/빔, 무선 자원 관린 기능등을 포함할 수 있다.

【0056】 본 개시에서, '코어 네트워크'는 통신 시스템에서 서비스 제어, 세션, 이동성, 정책, 인증 등을 담당하는 중앙 네트워크 영역을 의미할 수 있다. 코어 네트워크는 AMF, SMF, UPF, PCF, UDM, AUSF등의 네트워크 기능과 인터페이스를 포함할 수 있다.

【0057】 본 개시에서, '도메인 기반 상관 관계 분석'은 특정 네트워크 도메인 또는 도메인 조합을 기준으로 다양한 데이터 간의 상관 관계를 분석하여 고장

징후, 고장 사건, 원인 후보를 도출하는 분석을 의미할 수 있다.

【0058】 본 개시에서, '태깅 (tagging) 데이터'는 학습, 분석을 위해 데이터에 대해 라벨 또는 태그를 부여한 데이터를 의미하고, 지도 학습이나 평가 구성에 사용될 수 있다.

【0059】 본 개시에서, '소프트 라벨링'은 데이터에 대해 0/1 또는 단일 클래스처럼 확정적인 라벨을 부여하는 대신, 확률 분포 또는 신뢰도 점수 형태의 라벨을 부여하는 방법을 의미할 수 있다.

【0060】 본 개시에서, '대규모 언어 모델'은 대규모 텍스트를 학습하여, 입력 텍스트에 대한 이해, 요약, 추론, 생성을 수행할 수 있는 인공지능 모델을 의미할 수 있다.

【0061】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 MDAF 기반 고장 예측을 수행하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

【0062】 도 1을 참조하면, 본 개시의 일 실시예에서, MDAF (100)는 5G 또는 6G 네트워크 (110)로부터 상태 데이터 (120)를 수집하고, 이를 이용하여 고장 예측을 수행하고 이에 대한 해결 방안을 추출하여 네트워크 관리자 (190)에게 제공할 수 있다.

【0063】 MDAF (100)는 통신 시스템에서 네트워크 운영 및/또는 관리 데이터를 수지, 저장, 분석하여 고장, 성능의 이상 징후 등을 분석하거나 예측하여 네트워크 관리자 (190)에게 제공할 수 있다.

【0064】 5G/6G 네트워크 (110)는 통신 시스템에서 기능, 역할, 관리 범위에

따라 구분되는 복수의 네트워크 도메인을 포함할 수 있다.

【0065】일 실시예에서, 5G/6G 네트워크 (110)는 네트워크 기능에 따라 코어 네트워크인 (AMF, SMF, UPF 등 네트워크 관리 기능)을 포함할 수 있다. 5G/6G 네트워크 (110)는 단말이 무선으로 접속하는 무선 접속망을 의미하는 RAN (Radio Access Network)를 포함할 수 있다.

【0066】일 실시예에서, 5G/6G 네트워크 (110)에 포함된 네트워크 기능은 코어 네트워크 (AMF, SMF, UPF 등 네트워크 관리 기능), RAN (gNB-CU, gNB-DU 등 연결 관리 기능)뿐 아니라 각 도메인(Firewall, Load balancer 등 소프트웨어로 구현된 네트워크 처리 관련 기능)에 모두 존재할 수 있다.

【0067】일 실시예에서, 네트워크 기능은 VNF/CNF의 형태로 동작하며 동작하는 VM/Container로부터 자원 사용량 데이터/로그 등의 실시간 상태 데이터를 수집 가능하다.

【0068】일 실시예에서, MDAF (100)는 네트워크 전체 도메인을 대상으로 상태 데이터 (120)를 수집할 수 있다. MDAF (100)는 5G/6G 네트워크 도메인 전체에서 상태 데이터 (120)를 수집할 수 있다.

【0069】일 실시예에서, MDAF (100)에 포함된 데이터 수집부 (130)는 5G/6G 네트워크 (110)의 각 네트워크 도메인과 통신하며 데이터를 수집하고 전처리 과정을 수행할 수 있다.

【0070】일 실시예에서, MDAF(100)의 데이터 수집부 (130)는 각 도메인 별로 도메인에서 데이터 수집을 담당하는 OAM (Operations, Administration,

Maintenance) 기능과 통신하며 상태 데이터 (120)를 수신할 수 있다.

【0071】 일 실시예에서, 상태 데이터 (120)는 네트워크 도메인의 OAM에서 직접 수집 가능한 상태 데이터, 각 VM/컨테이너 별 모니터링 기능을 통해 수집될 수 있다.

【0072】 일 실시예에서, 데이터 수집부 (130)가 수집하는 데이터의 예시는 하기 표 1의 데이터들을 포함할 수 있으나, 이는 일례에 불과할 뿐 이에 한정되지 않는다.

【0073】 **【표 1】**

Metric	설명	도메인
CPU 사용량	VM/Container CPU 사용량	전체
메모리 사용량	VM/Container 메모리 사용량	전체
네트워크 전송량	VM/Container 네트워크 전송량	전체
디스크 쓰기 사용량	VM/Container 디스크 쓰기 사용량	전체
RRC 상태 변화 카운트	gNB 로그 기반 RRC 상태 변화 횟수 (Connected/Idle)	RAN
UE 실패 횟수	UE 연결 실패 횟수	RAN
SLO 위반 횟수	네트워크 서비스 SLO 위반 횟수 (UE 기준)	RAN
PDU 세션 딜레이	PDU 세션 생성 요청에서 생성 사이의 지연 시간	Core
AMF 등록 비율	AMF 등록 요청 대비 성공 비율	Core
UPF 네트워크 처리율	UPF GTP-U 데이터 송신 대비 수신 처리율	Core
SMF 세션 실패 횟수	SMF 세션 생성 실패 횟수	Core
에러 발생 횟수	시스템에 치명적이진 않으나, 에러 등급인 로그 발생 횟수	RAN, Core

【0074】 데이터 수집부 (130)가 수신할 수 있는 상태 데이터는 RAN, 코어 네트워크, 애플리케이션 서버에서 네트워크 기능의 고장 예측과 관련하여 직접적으로 수집할 수 있는 데이터들의 예시이며, 도메인에서 추가적인 데이터가 수집 가능할 경우 사용할 수 있다.

【0075】일 실시예에서, 데이터 수집부 (130)는 5G/6G 네트워크 (110)로부터 수신한 상태 데이터 (130)에 대해 Pre-Processor 모듈을 통해 전처리 과정을 수행할 수 있다. 예를 들어, RRC 상태 변화 카운트는 RRC 상태를 나타내는 로그를 gNB 소프트웨어의 로그에서 직접 읽어 들여서 전처리를 통해 RRC 상태가 변화하는 횟수를 카운트하는 전처리를 통해 획득될 수 있다.

【0076】예를 들어, SLO 위반 횟수는 네트워크에서 서비스를 제공받는 UE에서 트래픽에 대한 SLO 기준을 세우고, SLO 위반을 모니터링한 후, 위반 정보를 MDAF (100)에 전달함으로써 수집되는 데이터를 의미할 수 있다.

【0077】일 실시예에서, 데이터 수집부 (130)는 복수의 도메인으로부터 획득한 상태 데이터 (120)에 대하여 Cross-domain correlation analysis 모듈을 통해 도메인 기반 상관 관계 분석을 수행할 수 있다.

【0078】일 실시예에서, 데이터 수집부 (130)는 복수의 도메인으로부터 획득한 상태 데이터 (120)에 대하여 시간 정합성을 분석할 수 있다. 예를 들어, 하나의 도메인에서 발생한 이상 징후가 다른 도메인에 어떻게 전달되는지를 정량적으로 파악하여 도메인간 전파 시간을 식별할 수 있다.

【0079】데이터 수집부 (130)는 사전에 이상 상태에 해당하는 이벤트들을 정의하여, 이후 이벤트 발생 시간을 기록하고 특정 이벤트 사이에 유의미한 시간차가 존재하는지 파악할 수 있다. 예를 들어, RAN의 상태 변화가 증가한 경우, 데이터 수집부 (130)는 일정 시간 이후 코어 네트워크의 세션 지연 또는 실패의 증가 관계성을 식별할 수 있다.

【0080】일 실시예에서, 데이터 수집부 (130)는 동일한 네트워크 개체(단말, 세션, 슬라이스)에 대해 서로 다른 도메인에서 관측되는 지표들을 연계할 수 있다. 데이터 수집부 (130)는 동일한 식별자를 공유하는 개체들을 그룹화하여, 동일한 식별자를 갖는 개체에 대해 이상 신호가 동시에 관측되는지 여부를 분석할 수 있다.

【0081】일 실시예에서, 데이터 수집부 (130)는 복수의 도메인으로부터 획득한 상태 데이터 (120)에 대하여 도메인 간 의존성을 분석할 수 있다. 데이터 수집부 (130)는 도메인 별 주요 지표의 변화량을 관측하고, 수집한 주요 지표들에 대해 서로 상관관계르 분석할 수 있다.

【0082】일 실시예에서, 데이터 수집부 (130)는 상태 데이터 (120)에 대해 상관 관계를 분석한 결과를 크로스 도메인 상관 관계 특성으로 정의하며, 도메인 별 데이터와 함께 생성할 수 있다.

【0083】일 실시예에서, MDAF(100)는 크로스 도메인 상관 관계 특성을 고장 예측에 활용하거나, 고장 원인 분석에서 활용할 수 있다. MDAF(100)는 크로스 도메인 상관 관계 특성을 고장 예측 모듈 (150) 또는 고장 원인 분석 모듈 (170)에서 이용할 수 있다.

【0084】일 실시예에서, MDAF (100)의 데이터 수집부 (130)에서 가공한 가공 데이터 (140)를 고장 예측 모듈 (150) 및 고장 원인 분석 모듈 (170)에 전송할 수 있다.

【0085】일 실시예에서, 고장 예측 모듈 (150)은 데이터 수집부 (130)에서

수집한 데이터에 기반하여 네트워크 기능의 고장을 예측하는 기능을 수행할 수 있다. 고장 예측 모듈 (150)은 특정 네트워크 기능의 고장 예측을 수행하는 것이 아니라, 네트워크 기능 중 하나라도 고장이 발생할지 여부를 예측하는 동작을 수행할 수 있다.

【0086】 일 실시예에서, 고장 예측 모듈 (150)은 기계 학습 모델을 이용하여 네트워크 기능에 고장이 발생할지 여부를 예측할 수 있다. 고장 예측 모듈 (150)에 포함된 기계 학습 모델은 추론을 위해 태깅 데이터를 이용할 수 있다.

【0087】 일 실시예에서, 고장 예측 모듈 (150)의 기계 학습 모델은 고장 예측 시스템의 동작 이전에 고장이 발생하는 상황을 연출하고, 네트워크 장애가 발생하는지를 모니터링하여 데이터를 수집할 수 있다. 기계 학습 모델은 고장으로 정의한 상황에 따른 태깅 데이터를 생성하고, 상황을 모니터링하여 태깅을 수행할 수 있다.

【0088】 예를 들어, 특정 네트워크 서비스의 SLA 위반을 기준으로 하여, SLA 위반이 일어나는 경우 네트워크 고장이 발생한 것으로 태깅 가능하다. 예를 들어, 각 VM/Container을 모니터링하며, VM/Container가 꺼지거나 재부팅이 일어나는 상황을 고장 상황으로 정의할 수 있다.

【0089】 이하, 구체적인 방법은 도 4를 참고한다.

【0090】 일 실시예에서, 고장 예측 모듈 (150)은 데이터 수집부 (130)에서 수집한 데이터에 기반하여 네트워크 기능의 고장을 예측하여 고장 예측 결과 (160)를 고장 원인 분석 모듈 (170)에게 전달할 수 있다.

【0091】일 실시예에서, 고장 원인 분석 모듈 (170)은 고장 예측 결과 (160)에 기초하여, 고장이 발생한 것으로 예측된 경우에는 고장이 발생할 네트워크 기능을 찾고 해결 방안을 제공할 수 있다.

【0092】일 실시예에서, 고장 원인 분석 모듈 (170)은 고장 원인 기능 탐지 부 (Failure Contribution Analysis Model)와 고장 원인 설명 부 (Root Cause Explanation Model)를 포함할 수 있다.

【0093】고장 원인 기능 탐지 부는 SHAP (Shapley Additive explanations) 알고리즘을 이용하여 기계 학습의 결과치를 역으로 계산하여 현재 예측된 결과에 기초하여 고장이 발생한 원인을 예측할 수 있다.

【0094】예를 들어, SMF 세션 실패 횟수 피처가 기여도가 높은 경우, SMF를 관리하는 SMF (Session Management Function)에 고장이 발생할 것으로 예측할 수 있다.

【0095】일 실시예에서, 고장 원인 설명 부는 대규모 언어 모델을 이용하여 고장 원인 분석과 해결법을 자연어로 생성할 수 있다. 고장 원인 설명 부에 포함된 대규모 언어 모델은 사전에 네트워크 기능 고장 및 관리 기법에 대한 데이터를 학습할 수 있다.

【0096】일 실시예에서, 고장 원인 설명 부는 사전에 정의한 프롬프트에 현재 고장으로 예측되는 기능 이름과 고창 예측 모델 실행 결과, 관련 특성 값 및 최근 해당 네트워크 기능에서 발생한 로그를 입력하여 고장 원인과 해결 방안 (180)을 추출하여 네트워크 관리자 (190)에게 제공할 수 있다.

【0097】예를 들어 SHAP 상위 k개 피처를 구조화된 JSON으로 입력하거나, 해결 방안을 사전 정의된 템플릿 리스트로서 함께 제공해줌으로서 선택할 수 있도록 한다.

【0098】일 실시예에서, 고장 원인 설명 부는 데이터 수집부 (130)로부터 수신한 크로스 도메인 상관 관계 특성을 함께 이용하여 고장이 예측되는 도메인과 다른 도메인 간의 상관 관계 데이터를 활용하여 도메인에 관한 포괄적인 추론을 수행할 수 있다.

【0099】이하, 구체적인 방법은 도 5를 참고한다.

【0100】도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 MDAF 기반 고장 예측을 수행하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

【0101】일 실시예에서, MDAF (100)는 5G/6G 네트워크에 포함된 복수의 도메인으로부터 상태 데이터를 수신하고, 이를 이용한 고장 예측을 통해 고장 발생 원인과 해결 방안을 제공할 수 있다.

【0102】단계 S210에서, MDAF (100)는 복수의 네트워크 도메인으로부터 고장 예측을 위한 데이터를 수신할 수 있다. MDAF (100)는 통신 시스템에서 네트워크 운영 및/또는 관리 데이터를 수지, 저장, 분석하여 고장, 성능의 이상 징후 등을 분석하거나 예측하는 기능을 수행할 수 있다.

【0103】일 실시예에서, 복수의 네트워크 도메인은 통신 시스템에서 기능, 역할, 관리 범위에 따라 구분되는 네트워크 구성 영역을 의미하는 것으로, RAN, 코어 네트워크, 애플리케이션 서버 및/또는 다른 도메인들을 포함할 수 있다.

【0104】일 실시예에서, MDAF (100)는 고장 예측을 위한 데이터를 각 도메인 별로 데이터 수집을 담당하는 OAM 기능과 통신하여 수신할 수 있다. MDAF (100)는 네트워크 도메인의 OAM으로부터 직접 수집 가능한 상태 데이터를 수집하거나, 각 VM/컨테이너 별 모니터링 기능을 통해 수집할 수 있다.

【0105】일 실시예에서, MDAF (100)가 고장 예측을 위해 수신하는 데이터는 RAN, 코어 네트워크, 애플리케이션 서버에서 네트워크 기능의 고장 예측과 관련하여 직접적으로 수집할 수 있는 데이터들을 의미할 수 있다.

【0106】일 실시예에서, MDAF (100)는 고장 예측을 위해 수신한 데이터에 대하여 전처리 과정을 수행할 수 있다. 예를 들어, RRC 상태 변하 카운트는 RRC 상태를 나타내는 로그를 gNB 소프트웨어의 로그에서 직접 읽어 들여서 전처리를 통해 RRC 상태가 변화하는 횟수를 카운트하는 전처리를 통해 획득될 수 있다.

【0107】일 실시예에서, MDAF (100)는 복수의 도메인으로부터 획득한 고장 예측을 위한 데이터에 대하여 크로스 도메인 상관 관계 분석을 수행할 수 있다.

【0108】예를 들어, MDAF (100)는 획득한 고장 예측을 위한 데이터에 대하여 복수의 도메인 간에 시간 정합성을 분석할 수 있다. MDAF (100)는 획득한 고장 예측을 위한 데이터에 대하여 동일한 네트워크 개체에 대해 서로 다른 도메인에서 관측되는 지표들을 연계할 수 있다. MDAF (100)는 획득한 고장 예측을 위한 데이터에 대하여 도메인 간 의존성을 분석할 수 있다.

【0109】일 실시예에서, MDAF (100)는 고장 예측을 위한 데이터에 대하여 크로스 도메인 상관 관계 분석을 수행한 결과를 이후 고장 원인 분석 단계에서 이용

할 수 있다.

【0110】 단계 S220에서, MDAF (100)는 고장 예측을 위한 데이터에 기초하여, 기계 학습 모델을 통해 복수의 네트워크 도메인에 고장이 발생했는지 여부를 결정할 수 있다.

【0111】 일 실시예에서, MDAF (100)는 고장 예측을 위한 데이터를 이용하여 복수의 네트워크 기능 중 하나라도 고장이 발생할지 여부를 예측할 수 있다. MDAF (100)는 기계 학습 모델을 이용하여 네트워크 기능에 고장이 발생할지 여부를 예측할 수 있다.

【0112】 일 실시예에서, MDAF (100)는 고장 예측을 수행하기 위해 이용하는 기계 학습 모델은 사전에 고장으로 정의한 상황에 대응하는 태깅 데이터를 이용하여 고장 예측을 수행할 수 있다. 이하, 구체적인 방법은 도 3 및 도 4를 참고한다.

【0113】 단계 S230에서, MDAF (100)는 결정 결과에 기초하여, 고장 예측을 위한 데이터 중 고장 발생 원인 데이터를 식별할 수 있다.

【0114】 일 실시예에서, MDAF (100)는 단계 S220에서 고장일 발생한 것으로 예측된 경우, 고장이 발생할 네트워크 기능을 찾고 해결 방안을 제공할 수 있다.

【0115】 일 실시예에서, MDAF (100)는 SHAP (Shapley Additive explanations) 알고리즘을 이용하여 기계 학습의 결과치를 역으로 계산하여 현재 예측된 결과에 기초하여 고장이 발생한 원인을 예측할 수 있다. 이하, 구체적인 방법은 도 3을 참고한다.

【0116】 단계 S240에서, MDAF (100)는 고장 발생 원인 데이터에 기초하여,

대규모 언어 모델을 통해 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출할 수 있다.

【0117】 일 실시예에서, MDAF (100)는 대규모 언어 모델을 이용하여 고장 원인 분석과 해결법을 자연어로 생성할 수 있다. 고장 원인 분석 및 해결 방법을 제공하기 위한 대규모 언어 모델은 사전에 네트워크 기능 고장 및 관리 기법에 대한 데이터를 학습할 수 있다.

【0118】 일 실시예에서, 대규모 언어 모델은 사전에 정의한 프롬프트에 현재 고장으로 예측되는 기능 이름과 고창 예측 모델 실행 결과, 관련 특성 값 및 최근 해당 네트워크 기능에서 발생한 로그를 입력 받아 고장 원인과 해결 방안을 제공할 수 있다.

【0119】 일 실시예에서, MDAF (100)는 고장 발생 원인 및 해결 방안 추출을 위해 단계 S210에서 생성한 크로스 도메인 상관 관계 특성을 함께 이용하여 고장이 예측되는 도메인과 다른 도메인 간의 상관 관계 데이터를 활용하여 도메인에 관한 포괄적인 추론을 수행할 수 있다.

【0120】 이하, 구체적인 방법은 도 5를 참고한다.

【0121】 도 3은 본 발명의 일 실시예에서 MDAF 기반 고장 예측을 수행하기 위해 MDAF에 포함된 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

【0122】 도 3을 참고하면, MDAF (100)는 MDAF 기반 고장 예측을 수행하기 위해 복수의 모듈들 (320 내지 350)을 포함할 수 있다.

【0123】 본 개시의 일 실시예에서, MDAF (100)는 네트워크 기능에 대한 고장 예측 및 해결 방안을 제공하기 위해서 도 3에 도시된 복수의 모듈들 (320 내지

350)을 모두 포함할 수 있고, 이 외의 추가적인 모듈을 포함할 수 있으며, 일부 모듈을 생략할 수 있다.

【0124】일 실시예에서, MDAF (100) 내의 복수의 모듈들 (320 내지 350)은 유기적으로 연결되어 복수의 네트워크 기능에 대한 고장 예측 및 해결 방안을 제공할 수 있다. 일 실시예에서, MDAF (100) 내의 복수의 모듈들 (320 내지 350)의 동작은 구분되지 않고 하나의 모듈에서 동작하거나 더 세분화되어 동작할 수 있다.

【0125】일 실시예에서, MDAF (100)는 네트워크 기능에 대한 고장 예측 및 해결 방안을 제공하고자 복수의 네트워크 도메인의 상태 데이터 (310)를 수신할 수 있다.

【0126】복수의 네트워크 도메인의 상태 데이터 (310)는 네트워크 기능의 고장 예측을 수행하기 위한 상태 데이터를 의미할 수 있다.

【0127】MDAF (100)의 데이터 수집 모듈 (320)은 5G/6G 네트워크 전체 도메인을 대상으로 상태 데이터를 수집할 수 있다. 데이터 수집 모듈 (320)은 복수의 네트워크 도메인 별로 도메인에서 데이터 수집을 담당하는 OAM 기능과 통신하며 상태 데이터를 수집할 수 있다.

【0128】복수의 네트워크 도메인의 상태 데이터 (310)는 , 코어 네트워크, 애플리케이션 서버에서 네트워크 기능의 고장 예측과 관련하여 직접적으로 수집할 수 있는 데이터들을 의미할 수 있다.

【0129】예를 들어, 복수의 네트워크 도메인의 상태 데이터 (310)는 표 1에 나열된 CPU 사용량, 메모리 사용량, 네트워크 전송량, 데이터 쓰기 사용량, RRC 상

태 변화 카운트, UE 실패 횟수, SLO 위반 횟수, PDU 세션 딜레이, AMF 등록 비율, UPF 네트워크 처리율, SMF 세션 실패 횟수, 에러 발생 횟수 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

【0130】일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 데이터 수집 모듈 (320)이 수집한 상태 데이터 (310)에 대하여 고장 예측에 이용할 수 있도록 전처리 과정을 수행할 수 있다.

【0131】예를 들어, RRC 상태 변화 카운트는 RRC 상태를 나타내는 로그를 gNB 소프트웨어의 로그에서 직접 읽어 들여서 전처리를 통해 RRC 상태가 변화하는 횟수를 카운트하는 전처리를 통해 획득될 수 있다.

【0132】예를 들어, SLO 위반 횟수는 네트워크에서 서비스를 제공받는 UE에서 트래픽에 대한 SLO 기준을 세우고, SLO 위반을 모니터링한 후, 위반 정보를 MDAF (100)에 전달함으로써 수집되는 데이터를 의미할 수 있다.

【0133】일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 VM/컨테이너 별로 수집되는 데이터의 양이 방대함에 따라 전처리 과정을 수행할 수 있다. 각 상태 데이터는 상응하는 네트워크 기능이 존재하기 때문에 추후 예측 고장 원인 설명부에서 역으로 각 메트릭에 기여한 네트워크 기능을 찾을 수 있다.

【0134】일 실시예에서, 입력 데이터의 양이 큼에 따라 고장 예측 모듈 (340)의 연산량을 줄이기 위해 데이터 전처리 모듈 (330)은 VM/컨테이너 별로 수집되는 데이터를 평균을 내거나 도메인 별로 평균을 내는 전처리 과정을 수행할 수 있다.

【0135】일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 도메인 별로 상태 데이터를 수집하는 시간이 상이함에 따라 수집 시간 단위를 맞추는 전처리 과정을 수행할 수 있다.

【0136】일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 수집한 상태 데이터의 전체 스케일을 맞추기 위해 정규화를 진행하는 전처리 과정을 수행할 수 있다.

【0137】일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 복수의 네트워크 도메인으로부터 획득한 상태 데이터 (310)에 대하여 크로스 도메인 상관관계 분석을 수행 할 수 있다.

【0138】일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 복수의 도메인으로부터 획득한 상태 데이터 (310)에 대하여 시간 정합성을 분석할 수 있다. 예를 들어, 하나의 도메인에서 발생한 이상 징후가 다른 도메인에 어떻게 전달되는지를 정량적으로 파악하여 도메인간 전파 시간을 식별할 수 있다.

【0139】일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 사전에 이상 상태에 해당하는 이벤트들을 정의하여, 이후 이벤트 발생 시간을 기록하고 특정 이벤트 사이에 유의미한 시간차가 존재하는지 파악할 수 있다. 예를 들어, RAN의 상태 변화가 증가한 경우, 데이터 전처리 모듈 (330)은 일정 시간 이후 코어 네트워크의 세션 지연 또는 실패의 증가 관계성을 식별할 수 있다.

【0140】일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 동일한 네트워크 개체(단말, 세션, 슬라이스)에 대해 서로 다른 도메인에서 관측되는 지표들을 연계할 수 있다. 데이터 전처리 모듈 (330)은 동일한 식별자를 공유하는 개체들을 그룹화

하여, 동일한 식별자를 갖는 개체에 대해 이상 신호가 동시에 관측되는지 여부를 분석할 수 있다.

【0141】 일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 복수의 도메인으로부터 획득한 상태 데이터 (310)에 대하여 도메인 간 의존성을 분석할 수 있다. 데이터 전처리 모듈 (330)은 도메인 별 주요 지표의 변화량을 관측하고, 수집한 주요 지표들에 대해 서로 상관관계르 분석할 수 있다.

【0142】 일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 상관 관계를 분석한 결과를 크로스 도메인 상관 관계 특성으로 정의하며, 도메인 별 데이터와 함께 저장할 수 있다.

【0143】 일 실시예에서, 데이터 전처리 모듈 (330)은 크로스 도메인 상관 관계 특성을 고장 예측 모듈 (340) 및 원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈 (350)에 제공하여 고장 예측 및 원인 분석, 해결 방안 제공에 이용할 수 있다.

【0144】 일 실시예에서, 고장 예측 모듈 (340)은 수집 및 전처리한 상태 데이터에 기반하여 네트워크 기능의 고장을 예측하는 기능을 수행할 수 있다. 고장 예측 모듈 (340)은 특정 네트워크 기능의 고장 예측을 수행하는 것이 아니라, 네트워크 기능 중 하나라도 고장이 발생할지 여부를 예측하는 동작을 수행할 수 있다.

【0145】 일 실시예에서, 고장 예측 모듈 (340)은 기계 학습 모델을 이용하여 네트워크 기능에 고장이 발생할지 여부를 예측할 수 있다. 고장 예측 모듈 (340)은 포함된 기계 학습 모델은 추론을 위해 태깅 (tagging) 데이터를 이용할 수 있다.

【0146】 일 실시예에서, 고장 예측 모듈 (340)에 포함된 기계 학습 모델의

학습을 위해 고장이 발생하는 상황에 따라 네트워크 장애가 발생하는지를 모니터링하며 데이터를 수집할 수 있다. 기계 학습 모델은 정의된 고장 상황과 이에 대한 태깅 데이터를 생성하여 학습이 수행될 수 있다.

【0147】 예를 들어, 특정 네트워크 서비스의 SLA 위반을 기준으로 하여, SLA 위반이 일어나는 경우 네트워크 고장이 발생한 것으로 태깅 가능할 수 있다.

【0148】 예를 들어, 각 VM/Container을 모니터링하며, VM/Container가 꺼지거나 재부팅이 일어나는 상황을 고장 상황으로 정의하고, 태깅할 수 있다.

【0149】 일 실시예에서, 고장 예측 모듈 (340)에 포함된 기계 학습 모듈은 소프트 라벨링 기법을 이용하여 태깅을 수행할 수 있다. 이하, 구체적인 방법은 도 4에서 설명한다.

【0150】 일 실시예에서, 고장 예측 모듈 (340)은 네트워크 기능의 고장을 예측한 결과를 원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈 (350)에게 제공할 수 있다.

【0151】 일 실시예에서, 원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈 (350)은 고장이 발생한 것으로 예측된 경우에 고장이 발생할 네트워크 기능을 찾고 이에 대한 해결 방안을 제공할 수 있다.

【0152】 일 실시예에서, 원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈 (350)은 SHAP (Shapley Additive explanations) 알고리즘을 이용하여 기계 학습의 결과치를 역으로 계산하여 현재 예측된 결과에 기초하여 고장이 발생한 원인을 예측할 수 있다.

【0153】 예를 들어, SMF 세션 실패 횟수 피처가 기여도가 높은 경우, SMF를 관리하는 SMF (Session Management Function)에 고장이 발생할 것으로 예측할 수

있다.

【0154】 예를 들어, 특정 VM/Container의 자원 사용량이 원인이라면 해당 VM/Container에서 동작하는 네트워크 기능에 고장이 발생할 것으로 예측할 수 있다.

【0155】 일 실시예에서, 원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈 (350)은 대규모 언어 모델을 이용하여 고장 원인 분석과 해결 방안을 자연어로 생성할 수 있다. 원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈 (350)에 포함된 대규모 언어 모델은 사전에 네트워크 기능 고장 및 관리 기법에 대한 데이터를 학습할 수 있다.

【0156】 일 실시예에서, 원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈 (350)은 사전에 정의한 프롬프트에 현재 고장으로 예측되는 기능 이름과 고창 예측 모델 실행 결과, 관련 특성 값 및 최근 해당 네트워크 기능에서 발생한 로그를 입력하여 고장 원인과 해결 방안을 제공할 수 있다.

【0157】 예를 들어, SHAP 알고리즘에서 상위 k개 피처를 구조화된 JSON으로 입력하거나, 해결 방안을 사전 정의된 템플릿 리스트로서 함께 제공해줌으로서 선택할 수 있도록 한다.

【0158】 일 실시예에서, 원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈 (350)은 데이터 전처리 모듈 (330)로부터 수신한 크로스 도메인 상관 관계 특성을 함께 이용하여 고장이 예측되는 도메인과 다른 도메인 간의 상관 관계 데이터를 활용하여 도메인에 관한 포괄적인 추론을 수행할 수 있다.

【0159】 일 실시예에서, 원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈 (350)은 대규모

언어 모델을 이용하여 획득한 고장 발생 원인과 해결 방안을 네트워크 관리자에게 제공할 수 있다.

【0160】 도 4는 본 발명의 일 실시예에서 MDAF 기반 고장 예측을 수행하기 위한 소프트 라벨링 방법을 설명하기 위한 도면이다.

【0161】 일 실시예에서, MDAF (100)는 복수의 네트워크 도메인으로부터 수집한 상태 데이터에 기초하여 고장 예측을 수행하기 위해 소프트 라벨링 기법을 이용할 수 있다.

【0162】 일반적인 지도 학습 알고리즘에서는 고장 예측을 수행하기 위해 비정상 상태를 '1' (또는, '0')로, 정상 상태를 '0'(또는 '1')으로 태깅하여 1 또는 0의 값을 계산하도록 학습된다.

【0163】 네트워크 도메인에서 발생하는 고장 예측의 경우는 고장이 발생하기 전에 고장 직전 상태에서도 고장과 관련된 전조 증상이 존재한다. 따라서, 기존 일반적인 지도 학습 알고리즘 방식이 아닌 고장이 아닌 경우라도 선형적으로 0과 1 사이의 값을 태깅하는 소프트 라벨링 기법을 이용하여 기계 학습 모델을 학습시킬 수 있다.

【0164】 입력 윈도우 크기 (410)는 입력으로 사용될 윈도우의 크기를 의미하는 것으로 '분' 단위 또는 '시' 단위를 포함할 수 있다.

【0165】 예측 지평 (420)은 입력 시점 이후 얼만큼의 시간 이후의 미래를 예측하는지에 관한 것으로 '분' 단위 또는 '시' 단위를 포함할 수 있다.

【0166】 소프트 라벨링 존 (430)은 소프트 라벨링 적용 구간을 의미하는 것

으로 '분' 단위 또는 '시' 단위를 포함할 수 있다.

【0167】 고장 발생 (440)이후 회복 (450) 까지의 기간을 고장 시간으로 표현할 수 있다.

【0168】 기존 일반적인 지도 학습 알고리즘과 달리 고장이 발생하는 시간인 고장 시간에 대해 '1'로 라벨링하고, 이전을 '0'으로 라벨링한다.

【0169】 소프트 라벨링의 경우는 고장 시간에 대해 '1'로 라벨링하고, 소프트 라벨링 존 (430)에 대해서는 0과 1의 사이의 값을 선형적으로 태깅할 수 있다.

【0170】 예를 들어, 특정 시간 t분을 예측하는 경우, 입력 윈도우 크기 (w)에 따라 t-w분부터 t분까지의 데이터를 입력 윈도우로서 해당 기간 동안의 입력 데이터를 이용할 수 있다.

【0171】 예측 시점은 예측 시간인 t분에 대해 예측 지평 (h) 이후인 t+h분이 시점이 되고, t+h에 대해 고장 직전의 소프트 라벨링 존 (s) 내라면 선형적으로 0과 1 사이의 값을 적용한다. 이러한 소프트 라벨링을 적용한 고장 예측 모델의 입력과 출력은 다음과 같다.

【0172】 X는 전체 입력 데이터를 의미하고, 각 행마다 해당 시점의 입력 데이터가 존재하며, d는 입력 메트릭의 종류 개수를 의미하고, dist는 t+h 시점으로부터 가장 가까운 미래 시점의 고장과의 시간차를 의미할 수 있다.

【0173】 $X(t) = X_{t-wit} \in \mathbb{R}^{w \times d}$ ... 수학식 (1)

【0174】
$$y(t) = \begin{cases} 1, & if\ within\ failure\ period \\ 1 - \frac{dist}{s}, & if\ 0 \le dist \le s, \\ 0, & if\ dist > s \end{cases}$$ ... 수학식 (2)

【0175】X(t)는 t 시점의 입력 데이터를 의미하고, y(t)는 소프트 라벨링을 적용한 고장 예측 모델의 출력 값을 의미한다.

【0176】y(t)는 소프트 라벨링을 적용함에 따라 선형적으로 증가하며 태깅되는 값을 출력을 갖게 된다.

【0177】고장 예측 모델의 경우 입력 데이터가 시계열 데이터임에 따라 시간순 데이터에 적합한 기계 학습 알고리즘을 이용할 수 있다. 예를 들어, RNN (Recurrent Neural Network) 기반의 알고리즘으로 LSTM (Long Short-Term Memory), GRU (Gated Recurrent Unit)을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

【0178】RNN 기반 알고리즘은 시간 순서가 있는 데이터를 처리하기 위해 이전 시점의 정보를 은닉 상태로 저장하여 다음 시점 계산에 재사용하는 신경망 구조를 의미할 수 있다.

【0179】LSTM의 경우 메모리 셀이라는 별도의 상태를 두고 게이트로 정보를 저장, 삭제, 출력하도록 설계된 RNN의 변형으로, 필요한 정보는 오래 유지하되 불필요한 정보는 삭제하는 알고리즘을 의미할 수 있다.

【0180】GRU의 경우 LSTM을 단순화한 알고리즘으로, 셀 상태를 별도로 두지 않더라도 은닉 상태 하나를 중심으로 정보를 관리하는 알고리즘을 의미할 수 있다.

【0181】일 실시예에서, 고장 예측 모델은 RNN 기반 알고리즘을 이용하여 학

습됨으로써 일정 시간 뒤에 고장이 발생할 확률을 계산하는 기계 학습 모델을 생성할 수 있다.

【0182】 일 실시예에서, 고장 예측 모델은 고장 예측을 위한 데이터에는 정상 상태가 훨씬 많음에 따라 편향된 데이터를 학습하기 위해 편향적인 데이터 학습에 유리한 손실 함수를 이용하여 학습될 수 있다.

【0183】 도 5는 본 발명의 일 실시예에서 대규모 언어 모델을 이용하여 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

【0184】 도 5를 참조하면, MDAF (100)는 복수의 네트워크 기능에 대해 고장이 예측된 경우, 대규모 언어 모델을 이용하여 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하여 네트워크 관리자에게 제공할 수 있다.

【0185】 이하, 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는 단계 S240에 대해 구체적인 단계를 설명한다.

【0186】 단계 S510에서, MDAF (100)는 고장 발생 원인 데이터 및 고장 예측을 위한 데이터에 대한 도메인 기반 상관 분석 결과를 대규모 언어 모델에 입력할 수 있다.

【0187】 일 실시예에서, MDAF (100)는 데이터 전처리를 통해 복수의 네트워크 도메인으로부터 획득한 상태 데이터에 대하여 크로스 도메인 상관 관계 분석을 수행할 수 있다.

【0188】 예를 들어, MDAF (100)는 복수의 도메인으로부터 획득한 상태 데이터에 대하여 시간 정합성을 분석할 수 있다. MDAF (100)는 사전에 이상 상태에 해

당하는 이벤트들을 정의하여, 이후 이벤트 발생 시간을 기록하고 특정 이벤트 사이에 유의미한 시간차가 존재하는지 파악할 수 있다.

【0189】 예를 들어, MDAF (100)는 동일한 네트워크 개체 (단말, 세션, 슬라이스)에 대해 서로 다른 도메인에서 관측되는 지표들을 연계할 수 있다. MDAF (100)는 복수의 도메인으로부터 획득한 상태 데이터에 대하여 도메인 간 의존성을 분석할 수 있다.

【0190】 일 실시예에서, MDAF (100)는 SHAP (Shapley Additive explanations) 알고리즘을 이용하여 기계 학습의 결과치를 역으로 계산하여 현재 예측된 결과에 기초하여 예측한 고장 발생 원인과 크로스 도메인 상관 관계 분석 결과를 대규모 언어 모델에 입력할 수 있다.

【0191】 단계 S520에서, MDAF (100)는 대규모 언어 모델로부터 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출할 수 있다.

【0192】 일 실시예에서, MDAF (100)는 대규모 언어 모델을 이용하여 고장 원인 분석과 해결 방안을 자연어로 생성할 수 있다. 대규모 언어 모델은 사전에 네트워크 기능 고장 및 관리 기법에 대한 데이터를 학습할 수 있다.

【0193】 일 실시예에서, MDAF (100)는 사전에 정의한 프롬프트에 현재 고장으로 예측되는 기능 이름과 고창 예측 모델 실행 결과, 관련 특성 값 및 최근 해당 네트워크 기능에서 발생한 로그를 대규모 언어 모델에 입력하여 고장 원인과 해결 방안을 제공할 수 있다.

【0194】 예를 들어, SHAP 알고리즘에서 상위 k개 피처를 구조화된 JSON으로

입력하거나, 해결 방안을 사전 정의된 템플릿 리스트로서 함께 제공해줌으로서 선택할 수 있도록 한다.

【0195】 일 실시예에서, MDAF (100)는 대규모 언어 모델에 크로스 도메인 상관 관계 특성을 함께 입력하여 고장이 예측되는 도메인과 다른 도메인 간의 상관 관계 데이터를 활용하여 도메인에 관한 포괄적인 추론을 수행할 수 있다.

【0196】 일 실시예에서, MDAF (100)는 추출한 고장 발생 원인 및 해결 방안을 네트워크 관리자에게 제공할 수 있다.

【0197】 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 MDAF의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

【0198】 일 실시예에서, MDAF(100)는 입출력 인터페이스(미도시), 메모리(610), 프로세서(630), 통신부(650) 및 카메라(미도시)를 포함할 수 있다. 다만, 본 개시는 이에 제한되지 않는다. MDAF(100)는 도 6에 도시된 구성 요소들 중 일부 구성 요소가 생략되어 구성되거나, 혹은 도 6에 도시된 구성 요소들 이외에 다른 구성 요소들을 포함하도록 구성될 수 있다.

【0199】 일 실시예에서, 입출력 인터페이스(미도시), 메모리(610), 프로세서(630) 및 통신부 (650) 각각은 서로 물리적/전기적으로 연결될 수 있다.

【0200】 일 실시예에서, MDAF(100)는 입출력 인터페이스(미도시)를 통하여 다양한 종류의 외부 기기와 연결될 수 있다. 일 실시예에서, 입출력 인터페이스(2010)는 유/무선 헤드셋 포트(port), 외부 충전기 포트(port), 유/무선 데이터 포트(port), 메모리 카드(memory card) 포트, 식별 모듈(SIM)이 구비된 장치를 연결

하는 포트(port), 오디오 I/O(Input/Output) 포트(port) 또는 비디오 I/O(Input/Output) 포트(port) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 입출력 인터페이스(2010)는 USB(Universal Serial Bus), HDMI(High Definition Multimedia Interface) 또는 DVI(Digital Visual Interface) 등을 포함할 수 있다.

【0201】일 실시예에서, 메모리(610)는 MDAF(100)에서 이용되는 데이터를 저장할 수 있다. 일 실시예에서, 메모리(610)는 프로세서(630)의 동작을 위한 인스트럭션, 프로그램 또는 모듈을 저장할 수 있다.

【0202】일 실시예에서, 메모리(610)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), SSD 타입(Solid State Disk type), SDD 타입(Silicon Disk Drive type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(random access memory; RAM), SRAM(static random access memory), 롬(read-only memory; ROM), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), PROM(programmable read-only memory), 자기 메모리, 및 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장 매체를 포함할 수 있다.

【0203】일 실시예에서, 프로세서(630)는 CPU(Central Processing Unit), AP(Application Processor), DSP(Digital Signal Processor) 등과 같은 범용 프로세서 또는 NPU(Neural Processing Unit)와 같은 신경망 처리 프로세서를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 프로세서(630)는 하나 이상의 프로세서에 의해 분할되어 동작이 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세서(630)는 MDAF (100)의 동작을 제어

할 수 있다. 프로세서(630)는 메모리(610)에 저장된 인스트럭션에 따라, MDAF (100)의 동작을 제어할 수 있다.

【0204】일 실시예에서, 프로세서(630)는 본 개시의 MDAF (100) 내의 구성 요소들의 동작을 제어하기 위한 알고리즘 또는 알고리즘을 재현한 프로그램에 대한 데이터를 저장하는 메모리, 및 메모리에 저장된 데이터를 이용하여 전술한 동작을 수행하는 프로세서로 구현될 수 있다. 이때, 메모리와 프로세서는 각각 별개의 칩으로 구현될 수 있다. 또는, 메모리와 프로세서는 단일 칩으로 구현될 수도 있다.

【0205】또한, 프로세서(630)는 본 개시에 따른 다양한 실시 예들을 MDAF (100)를 통하여 구현하기 위하여, 위에서 살펴본 구성요소들을 중 어느 하나 또는 복수를 조합하여 제어할 수 있다.

【0206】일 실시예에서, 통신부(650)는 외부의 서버 또는 외부의 전자 장치와 MDAF (100) 간의 통신을 가능하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 통신부(650)는 유선 통신 모듈 또는 무선 통신 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

【0207】유선 통신 모듈은, 지역 통신(Local Area Network; LAN) 모듈, 광역 통신(Wide Area Network; WAN) 모듈 또는 부가가치 통신(Value Added Network; VAN) 모듈 등 다양한 유선 통신 모듈뿐만 아니라, USB(Universal Serial Bus), HDMI(High Definition Multimedia Interface), DVI(Digital Visual Interface), RS-232(recommended standard232), 전력선 통신, 또는 POTS(plain old telephone service) 등 다양한 케이블 통신 모듈을 포함할 수 있다.

【0208】무선 통신 모듈은 와이브로(Wireless broadband), GSM(global System for Mobile Communication), CDMA(Code Division Multiple Access), WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access), UMTS(universal mobile telecommunications system), TDMA(Time Division Multiple Access), LTE(Long Term Evolution), 4G, 5G, 6G, 블루투스(Bluetooth™) 또는 Wi-Fi(Wireless-Fidelity) 중 적어도 하나를 포함하는 무선 통신 방식을 지원하는 무선 통신 모듈을 포함할 수 있다.

【0209】일 실시예에서, 프로세서(630)는 통신부(650)를 통하여 외부의 전자 장치나 서버로부터 정보를 획득하거나, 정보를 제공할 수 있다.

【0210】본 개시의 일 실시예에서, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 전자 장치에 의해 수행되는 방법을 컴퓨터에서 수행하기 위한 프로그램을 기록할 수 있다.

【0211】기기로 읽을 수 있는 저장매체는, 비일시적(non-transitory) 저장매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, ‘비일시적 저장매체'는 실재(tangible)하는 장치이고, 신호(signal)(예: 전자기파)를 포함하지 않는다는 것을 의미할 뿐이며, 이 용어는 데이터가 저장매체에 반영구적으로 저장되는 경우와 임시적으로 저장되는 경우를 구분하지 않는다. 예로, '비일시적 저장매체'는 데이터가 임시적으로 저장되는 버퍼를 포함할 수 있다.

【0212】일 실시예에 따르면, 본 문서에 개시된 다양한 실시예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수

있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체(예: compact disc read only memory (CD-ROM))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어를 통해 또는 두개의 사용자 장치들(예: 스마트폰들) 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품(예: 다운로더블 앱(downloadable app))의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.

【청구범위】

【청구항 1】

MDAF (Management Data Analytics Functions) 기반 고장 예측을 수행하는 방법에 있어서,

복수의 네트워크 도메인으로부터 고장 예측을 위한 데이터를 수신하는 단계;

상기 고장 예측을 위한 데이터에 기초하여, 기계 학습 모델을 통해 상기 복수의 네트워크 도메인에 고장이 발생했는지 여부를 결정하는 단계;

상기 결정 결과에 기초하여, 상기 고장 예측을 위한 데이터 중 고장 발생 원인 데이터를 식별하는 단계; 및

상기 고장 발생 원인 데이터에 기초하여, 대규모 언어 모델을 통해 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는 단계; 를 포함하는, 방법.

【청구항 2】

제1 항에 있어서,

상기 고장 예측을 위한 데이터는, RAN (Radio Access Network)으로부터 획득한 데이터, 코어 네트워크로부터 획득한 데이터, 또는 에러 발생 횟수에 관한 데이터 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

【청구항 3】

제1 항에 있어서,

상기 고장 예측을 위한 데이터에 대해 전처리를 수행하는 단계; 및

상기 전처리를 수행한 고장 예측을 위한 데이터에 대해 도메인 기반 상관관계 분석을 수행하는 단계; 를 포함하는, 방법.

【청구항 4】

제1 항에 있어서,

상기 기계 학습 모델은 고장 발생에 관한 태깅 (tagging) 데이터로 학습되고,

상기 태깅 데이터는 상기 고장이 발생했는지 여부를 결정하기 위한 데이터를 포함하는, 방법.

【청구항 5】

제4 항에 있어서,

상기 기계 학습 모델은 상기 태깅 데이터를 이용하여 소프트 라벨링 (soft labeling) 기법을 통해 학습되는, 방법.

【청구항 6】

제1 항에 있어서,

상기 고장 발생 원인 데이터는 상기 고장 예측을 위한 데이터에 대해 SHAP (Sharpley Additive Explanations) 알고리즘을 이용하여 식별되는, 방법.

【청구항 7】

제1 항에 있어서,

상기 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는 단계는,

상기 고장 발생 원인 데이터 및 상기 고장 예측을 위한 데이터에 대해 도메인 기반 상관 분석 결과를 상기 대규모 언어 모델에 입력하는 단계; 및

상기 대규모 언어 모델로부터 상기 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는 단계; 를 포함하는, 방법.

【청구항 8】

제1 항에 있어서,

상기 고장 발생 원인 및 해결 방안은 자연어에 기반하는, 방법.

【청구항 9】

고장 예측을 수행하는 MDAF (Management Data Analytics Functions)에 있어서,

하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및

적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

복수의 네트워크 도메인으로부터 고장 예측을 위한 데이터를 수신하고,

상기 고장 예측을 위한 데이터에 기초하여, 기계 학습 모델을 통해 상기 복수의 네트워크 도메인에 고장이 발생했는지 여부를 결정하고,

상기 결정 결과에 기초하여, 상기 고장 예측을 위한 데이터 중 고장 발생 원인 데이터를 식별하며,

상기 고장 발생 원인 데이터에 기초하여, 대규모 언어 모델을 통해 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는, MDAF.

【청구항 10】

제9 항에 있어서,

상기 고장 예측을 위한 데이터는, RAN으로부터 획득한 데이터, 코어 네트워크로부터 획득한 데이터, 또는 에러 발생 횟수에 관한 데이터 중 적어도 하나를 포함하는, MDAF.

【청구항 11】

제9 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 고장 예측을 위한 데이터에 대해 전처리를 수행하며,

상기 전처리를 수행한 고장 예측을 위한 데이터에 대해 도메인 기반 상관 관계 분석을 수행하는, MDAF.

【청구항 12】

제9 항에 있어서,

상기 기계 학습 모델은 고장 발생에 관한 태깅 데이터로 학습되고,

상기 태깅 데이터는 상기 고장이 발생했는지 여부를 결정하기 위한 데이터를 포함하는, MDAF.

【청구항 13】

제12 항에 있어서,

상기 기계 학습 모델은 상기 태깅 데이터를 이용하여 소프트 라벨링 (soft labeling) 기법을 통해 학습되는, MDAF.

【청구항 14】

제9 항에 있어서,

상기 고장 발생 원인 데이터는 상기 고장 예측을 위한 데이터에 대해 SHAP (Sharpley Additive Explanations) 알고리즘을 이용하여 식별되는, MDAF.

【청구항 15】

제9 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 고장 발생 원인 데이터 및 상기 고장 예측을 위한 데이터에 대해 도메인 기반 상관 분석 결과를 상기 대규모 언어 모델에 입력하며,

상기 대규모 언어 모델로부터 상기 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는, MDAF.

【요약서】

【요약】

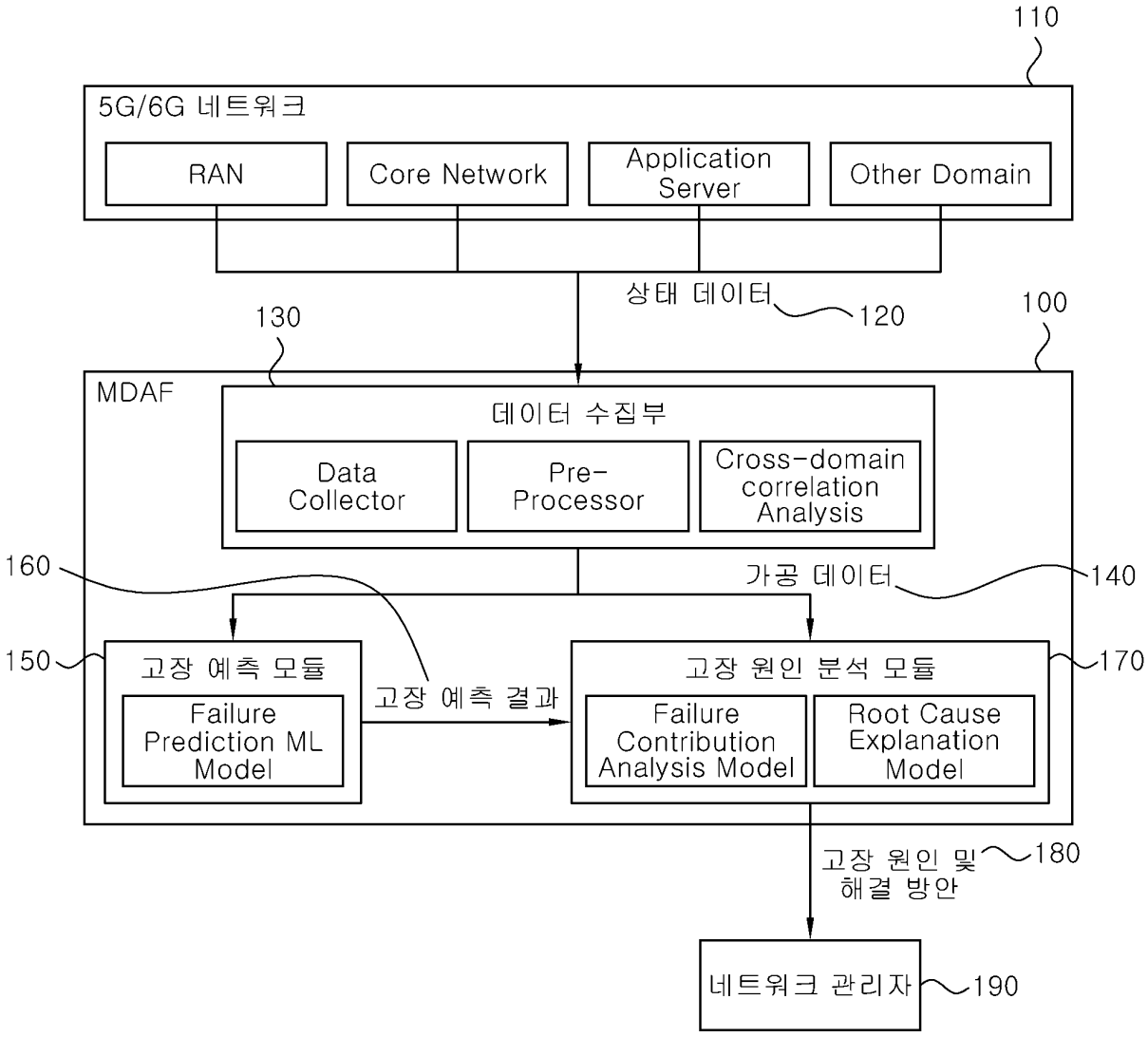
복수의 네트워크 도메인으로부터 고장 예측을 위한 데이터를 수신하는 단계; 고장 예측을 위한 데이터에 기초하여, 기계 학습 모델을 통해 복수의 네트워크 도메인에 고장이 발생했는지 여부를 결정하는 단계; 결정 결과에 기초하여, 고장 예측을 위한 데이터 중 고장 발생 원인 데이터를 식별하는 단계; 및 고장 발생 원인 데이터에 기초하여 대규모 언어 모델을 통해 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출하는 단계; 를 포함하는 방법 및 MDAF가 제공된다.

【대표도】

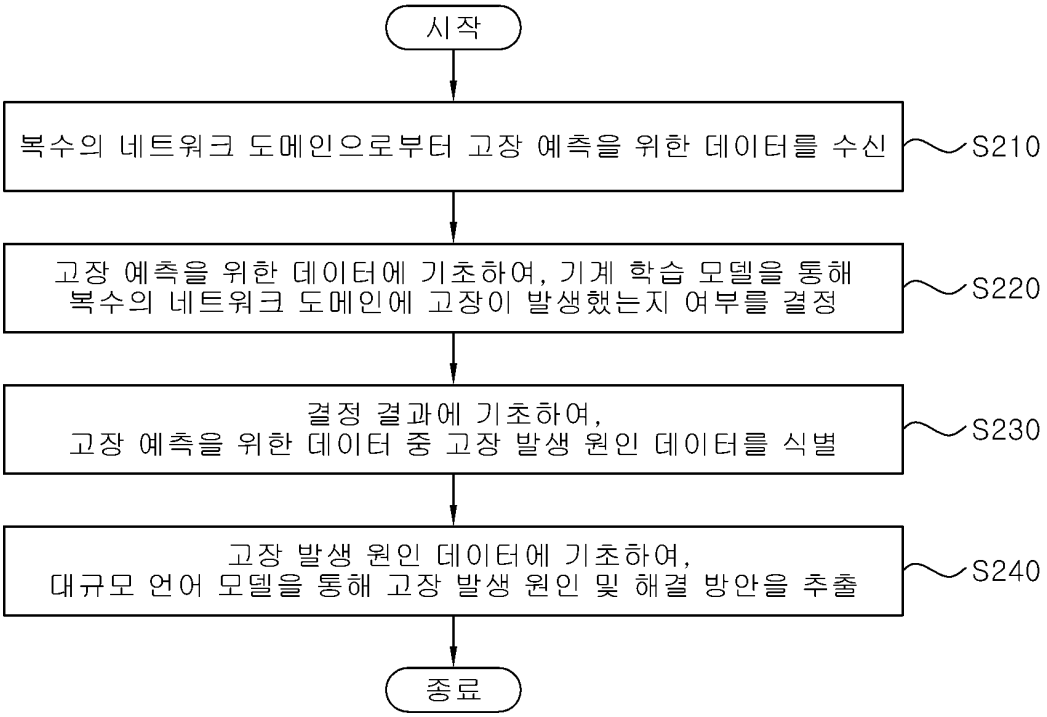
도 1

【도면】

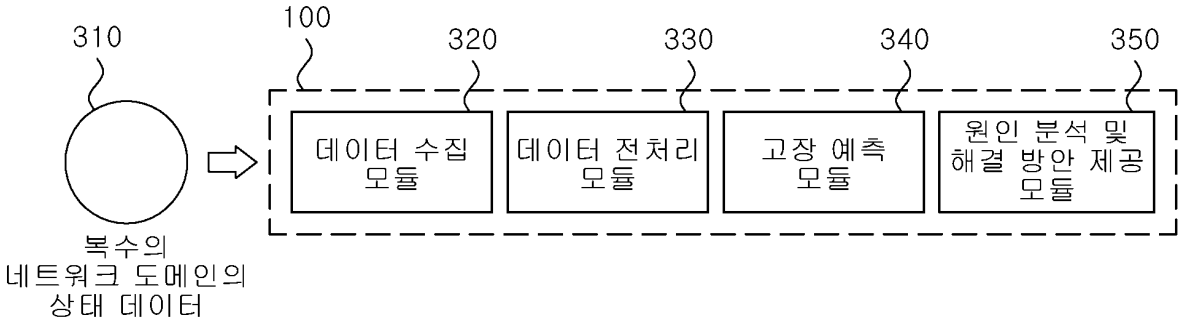
【도 1】


110
5G/6G 네트워크
RAN
Core Network
Application Server
Other Domain
상태 데이터
120
130
100
MDAF
데이터 수집부
Data Collector
Pre-Processor
Cross-domain correlation Analysis
160
가공 데이터
140
150
고장 예측 모듈
Failure Prediction ML Model
고장 예측 결과
고장 원인 분석 모듈
170
Failure Contribution Analysis Model
Root Cause Explanation Model
고장 원인 및 해결 방안
180
네트워크 관리자
190

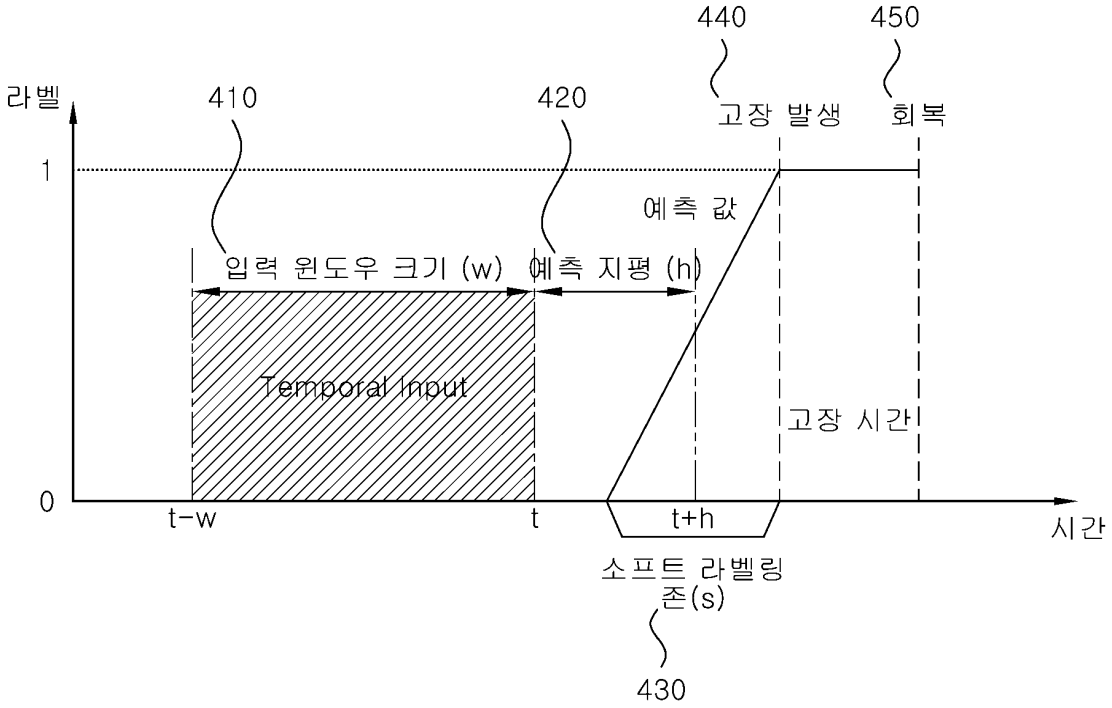
【도 2】


시작
복수의 네트워크 도메인으로부터 고장 예측을 위한 데이터를 수신
S210
고장 예측을 위한 데이터에 기초하여, 기계 학습 모델을 통해 복수의 네트워크 도메인에 고장이 발생했는지 여부를 결정
S220
결정 결과에 기초하여, 고장 예측을 위한 데이터 중 고장 발생 원인 데이터를 식별
S230
고장 발생 원인 데이터에 기초하여, 대규모 언어 모델을 통해 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출
S240
종료

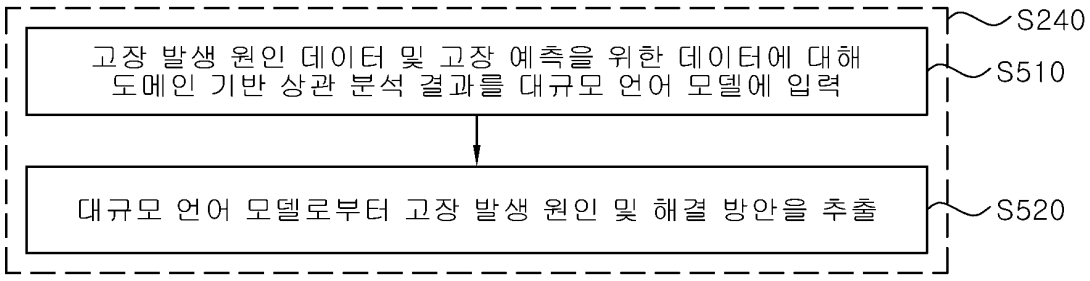
【도 3】


310
100
320
330
340
350
데이터 수집 모듈
데이터 전처리 모듈
고장 예측 모듈
원인 분석 및 해결 방안 제공 모듈
복수의 네트워크 도메인의 상태 데이터

【도 4】


440
450
라벨
410
420
고장 발생
회복
1
예측 값
입력 윈도우 크기 (w)
예측 지평 (h)
Temporal Input
고장 시간
0
t-w
t
t+h
시간
소프트 라벨링
존(s)
430

【도 5】


S240
고장 발생 원인 데이터 및 고장 예측을 위한 데이터에 대해
도메인 기반 상관 분석 결과를 대규모 언어 모델에 입력
S510
대규모 언어 모델로부터 고장 발생 원인 및 해결 방안을 추출
S520

【도 6】