

2025 제주· AWS 글로벌 스페이스 챌린지 해커톤

팀명	동동색똥침, DDCAS	팀원 수	5명
팀장 이름	서동주		
팀원 이름	홍정우, 김동건, 김우진, 안재민		
휴대전화(팀장)	010-7487-2970	email(팀장)	djsuh307@gmail.com
솔루션명	AWS HPC 기반 실시간 지구 자기권 디지털 트윈 및 우주 재난 예보 플랫폼		

□ 제안 이유

현재 지구는 수많은 전력망과 통신을 기반으로 돌아가고 있다. 하지만 이러한 인프라는 태양 활동 과정에서 발생한 태양풍에 의해 한순간에 무너질 위험이 있다. 고에너지 입자를 동반한 태양풍은 지구의 자기장을 찌그러트리고, 위성 통신에 장애를 발생시켜 GPS 오차를 증가시키며, 전력망 손상을 일으키는 등 수많은 문제와 직결되어 있다. 하지만 태양풍과 지구 자기장의 상호작용을 확인할 방법인 고해상도 3차원 시뮬레이션 모델은 오직 NASA, NOAA 등의 국제적 연구 기관 보유한 대형 슈퍼컴퓨터 환경에서만 돌아가고 있다.

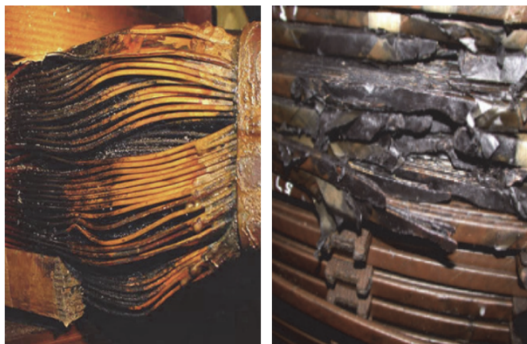


Fig1. 전력망 손상. 지자기 폭풍에 의해 손상된 변압기[1]

이러한 태양풍과 지구 자기장의 상호작용 확인은 물론 국제적 연구 기관에서도 필요하지만, 위성 및 항공 산업 종사자들에게도 필수적이다. 강력한 태양풍에 의해 영향받는 위치로 비행기가 들어가게 되면, 통신 및 GPS가 마비되며, 큰 위기에 처할 수 있다. 또한 더 나아가 전력망과 통신에 연관된 모든 스타트업과 태양풍과 지구 자기장을 연구하고자 하는 일반 연구자들에게도 상호작용의 확인이 필요할 것이다. 물론 이들에게 수치 데이터를 준다고 해서 문제가 끝나는 것은 아니다. 수치적 데이터를 바탕으로

자신들에게 필요한 정보를 얻어내는 것은 전문가가 아닌 이상 어려울 것이다. 그렇기에 태양풍과 지구 자기장 사이 상호작용을 누구나 간단하고 직관적으로 해석할 수 있는 형태로 정보를 제공해줄 필요가 있다.

이러한 문제들을 해결하기 위한 방법으로 태양풍의 데이터와 압력 균형 모델을 이용하여 지구 자기장의 변화를 AWS의 고성능 컴퓨팅 환경인 HPC를 이용해 수치적으로 계산하고, 이를 3차원 형태로 시각화 하는 방법을 제시하려 한다. 이 때 압력 균형 모델은 태양풍의 동압과 지구 자기압의 평형을 계산하는 수식을 바탕으로 계산을 이어나가고자 함을 의미한다. 결론적으로 위 솔루션을 통해 현재 다양한 산업에 큰 영향을 끼치는 태양풍과 지구 자기장의 상호작용을 누구나 직접적으로, 그리고 직관적으로 확인할 수 없다는 문제를 해결하고자 한다.

[1] North American Electric Reliability Corporation, "2012 Special Reliability Assessment Interim Report: Effects of Geomagnetic Disturbances on the Bulk Power System," February 2012

□ 솔루션 소개

1. 실시간 물리 엔진

a. Chapman-Ferraro 모델의 동적 구현

태양풍의 동압과 지구 자기압이 평형을 이루는 경계면을 자기권계면이라 한다. 태양풍의 동압과 지구 자기압을 계산하여 자기권계면의 3차원 좌표를 산출한다.

b. 실시간 위성 데이터 동기화

NASA의 심우주 기상 위성인 DSCOVR과 ACE 위성은 태양풍 속도, 밀도, 행성간 자기장 데이터를 1분 단위로 수신한다. 본 프로젝트에서 NASA의 두 위성 데이터를 반영하여 물리 엔진의 입력 변수로 입력한다.

c. 자기장 변형 시뮬레이션

태양풍을 실시간으로 연산하여 태양풍이 강해질 경우 지구가 받는 압력을 계산하여, 자기권의 전면부가 지구 표면 쪽으로 압축되거나 후면부가 늘어지는 현상을 정밀하게 계산하여 3D로 정밀 묘사한다.

2. AWS 기반 초고속 연산 시스템

a. HPC 클러스터

본 프로젝트에서는 위성 데이터를 기반으로 3차원 면을 실시간으로 연산해야되기에 많은 연산량을 필요로 한다. 이에 복잡한 3차원 벡터 필드 연산을 수행하기 위해 Amazon EC2 C5n인스턴스를 기반으로 한 병렬 컴퓨팅 환경을 구축할 예정이다. MPI를 통해 격자 연산을 분산 처리하여 실시간으로 연산을 한다.

b. 이벤트 기반 오토스케일링

태양의 활동이 낮을 때는 최소한의 서버 사용량으로 운영하고, 태양 표면에서 흑점, 플레어, 코로나 등과 같은 다양한 이벤트가 일어나면 AWS Lambda를 트리거하여 컴퓨팅 노드를 확장한다. 이벤트 발생에 따라 급증하는 연산량을 지연없이 처리한다.

c. 서버리스 데이터 파이프라인

수신하는 위성 데이터를 Amazon S3에 Data Lake 형태로 저장한다.

3. 웹 3D 비주얼라이즈

a. WebGL 기반 3D 렌더링

웹 브라우저에서 구동되는 [Three.js](#) 를 기반으로 한 3D 뷰어 툴을 사용하여 자기권계면을 3D로 렌더링한다.

b. 동적 위험 구역 시각화

태양자기장이 강하여 방사선 피폭 위험이 높은 구역, 정지궤도 위성의 보호막이 벗겨지는 위치등 상대적으로 약하고 위험한 구역은 붉은색 셀 등을 통해 시각화한다.

c. 맞춤형 API 솔루션

본 프로젝트의 활용 방안으로 위성 혹은 하공사가 궤도, 항로 데이터를 입력하면 지자기 교란 점수 평가 혹은 안전 점수 평가를 하고, 일정 점수 이하 시 최적 항로를 리턴하는 restful api를 제공한다

□ 단계별 적용 계획

1. 서비스 런칭 및 데이터 신뢰성 검증

1단계에서는 웹 기반 최소 기능 제품 출시를 통한 트래픽 처리 안정성 확보 및 물리 엔진의 정확도를 검증하는 것이다.

- 웹 서비스 배포 : AWS 클라우드상 자기권 3D 시각화 서비스를 오픈 베타 버전을 런칭
- 데이터 교차 검증 : 자체 시뮬레이션 결과 값과 지자기 관측소의 실측 데이터를 대조하여 물리 모델의 오차율 보정
- 인프라 구축 : 트래픽 변동에 최소 비용으로 대응할 수 있도록 AWS Lambda 기반의 서버리스 아키텍처를 적용한다

2. B2B 전용 솔루션 및 맞춤형 경보 시스템-

2단계에서는 AWS HPC를 통해 고정밀 시뮬레이션 환경 구축 및 사업성을 위한 유료 비즈니스 모델 실현이 목표이다.

- 기업용 API 개발 : 위성 궤도, 비행기 항로등의 정보를 입력하면 궤도의 지자기 교란 점수 평가, 위험 구역 진입 시점, 예상 피해 수준, 대체 경로 등을 리턴하는 회사별 Private API 개발
- HPC 클러스터 가동 : AWS ParallelCluster를 통해 고해상도 격자 연산을 수행한다. mm 단위의 고성능 분해능을 통해 정밀 자기장 변화 데이터를 제공한다.
- AWS Marketplace에 SaaS 형태로 서비스형 소프트웨어를 상품으로 등록하여 시장에 진입한다.

3. AI 기반 기술 확장

최종 단계에서는 AI를 접목하여 AI 기반 미래 예측 시스템 도입 및 차세대 우주 탐사 프로젝트 기술을 지원하는 것이다.

- AI 예측 시스템 구축 : 실시간 중계를 넘어 AWS SageMaker를 활용하여 태양의 24~48시간 이후의 활동을 예측하여 예보하는 모델을 개발한다
- 행성 탐사 기술 적용 : 지구 자기권 모델링을 화성 등 다양한 행성에 적용하여 유인 탐사선의 방사선 차폐 솔루션 등으로 확장한다.

※ 기획서는 자유롭게 기술하되 아이디어에 대해 충분한 설명이 되도록 자세히 작성

※ GPT등 LLM사용시 감점