

AI 분석을 활용한 소셜미디어 기반 기후 변화 담론 확산 패턴 연구

김지혜¹, 박수범³, 안형진¹, 이주엽¹, 이유빈², 정승태¹
[성균관대 인공지능융합학과 / 박사과정¹, 석박통합과정²
쏘카(Socar) / Data Scientist³]

1. 서론

기후 변화는 전 지구적 차원에서 직면한 가장 시급하고 중대한 위기 중 하나로, 그 심각성은 해마다 심화되고 있습니다. 세계기상기구(WMO)에 따르면, 2023년 전 지구 평균 기온이 산업화 이전 대비 1.45°C 상승하여 관측 이래 최고치를 기록했으며(World Meteorological Organization (WMO), 2024), 이는 파리협정에서 제시한 1.5°C 목표치에 근접한 수치입니다. 이러한 기후 위기의 가속화는 과학적 예측을 넘어 인류의 생존과 지속 가능성에 실질적 위협으로 작용하며, 효과적인 완화 및 적응 전략의 필요성을 그 어느 때보다 강조하고 있습니다.

기후 변화 대응 정책과 캠페인의 성공적인 이행은 과학적 근거뿐 아니라, 이에 대한 대중의 인식과 태도, 그리고 사회적 합의를 전제로 합니다(Mavrodiya et al., 2019). 최근 몇 년간 사회적 정보 매개체로서 소셜 미디어가 기후 변화에 대한 대중의 인식을 형성하고, 여론을 반영하는 핵심적인 플랫폼으로 부상했습니다. 그러나 소셜 미디어상의 기후 변화 담론은 이슈의 시급성을 인지하고 적극적인 대응을 촉구하는 입장과, 과학적 근거에 의문을 제기하며 회의론적 태도를 보이는 입장으로 첨예하게 양극화되는 현상을 보이고 있습니다.

특히, 기후 위기에 대한 과학적 증거에도 불구하고 회의론과 부인론에 기반한 허위정보는 소셜 미디어를 통해 빠르게 확산하며, 대중의 혼란을 야기하고 기후 과학에 대한 신뢰를 저해하고 있는 상황입니다. 이러한 허위 정보는 나아가 기후 행동을 위한 사회적 동력을 약화시키고 있으며, 필수적인 환경 정책에 대한 정치·사회적 지원을 침식하는 중대한 위협으로 작용되고 있습니다(Bloomfield & Tillery, 2019). 따라서 허위 정보의 확산을 억제하여 신뢰할 수 있는 정보를 효과적으로 전달하기 위해서는 소셜 미디어상에서 기후 변화 담론이 어떻게 형성 및 전파되는지에 대한 체계적인 분석이 선행될 필요가 있습니다.

이러한 필요성을 기반으로 본 연구는 'AI 분석을 활용한 소셜미디어 기반 실시간 기후 변화 담론 확산 패턴 분석'을 수행하였습니다. 선행연구에서는 게시글의 텍스트 내용 분석에 초점을 맞춘 것과 달리(Sun et al., 2019; Mazid & Zarnaz, 2022; Thapa et al., 2024), 본 연구는 텍스트에 내포된 감정(Sentiment)과 특정 대상에 대한 입장(Stance)을 동시에 분석하는 다각적인 접근을 시도했습니다. 더불어 허위정보의 확산이 종종 의도적인 행동 패턴을 동반한다는 사실에 입각하여, 개별 게시글 분석을 넘어 소셜 네트워크 그래프를 구축하고 이용자의 행동 특성을 포착하는 AI 방법론을 적용하였습니다. 이는 기후 변화 관련 담론이 단순한 의견의 집합이 아니라 이용자 간의 상호작용과 관계망 속에서 확산된다는 점에 주목했다는 점에서 보다 차별적인 연구라고 할 수 있습니다.

구체적으로, 기후 변화 게시물에 대한 입장 탐지와 감정 분석을 동시에 수행하는 다중 과업 프레임워크(Multi-task framework)를 개발한 후, 이용자 상호작용을 반영한 그래프 기반 행동 특성(Behavioral features)을 통합하여 분석 모델의 정확성을 높였습니다. 이러한 AI 기반 분석 연구는 기후 변화 담론의 형성 및 확산 메커니즘을 규명하여, 향후 정책 입안자, 환경 단체, 미디어가 허위정보에 효과적으로 대응하고 신뢰할 수 있는 정보를 전달하기 위한 전략적 기반이 될 것입니다.

2. 본론

1) 데이터 수집 및 전처리

(1) 데이터 수집 방식

본 연구는 기후변화 정책에 대한 대중의 수용성과 감성 반응을 실증적으로 분석하기 위해, 소셜미디어 기반의 대규모 비정형 텍스트 데이터를 구축하였습니다. 특히 X(舊 트위터)는 기후변화 관련 담론이 활발히 오가는 플랫폼으로, 사용자의 의견, 감성을 자연스럽게 드러내는 자료를 풍부하게 제공합니다. 이에 따라 본 연구에서는 X에서 수집한 데이터를 분석 기반으로 설정한 후 키워드 기반 필터링 및 해시태그 정보를 활용하였습니다.

수집 키워드는 선행연구 및 실제 사용자 활용 빈도를 고려하여 선정되었으며, ‘#actonclimate’, ‘#climatehoax’, ‘#yellowvest’ 등의 해시태그를 중심으로 크롤링을 수행하였습니다. 단순한 키워드 매칭이 아닌 문맥 기반 수집 정확도를 높이기 위해 포스트 당 최소 5단어 이상의 텍스트를 포함한 게시물만을 분석 대상으로 삼았습니다([그림 1]).

수집된 원본 포스트는 총 70,412건이며, 중복 및 공백 제거, 축약어 및 불용어와 같은 불필요한 언어 필터링 등의 전처리 과정을 거쳐 최종적으로 약 61,000건의 정제된 텍스트가 분석 대상으로 확정되었습니다. 이와 함께 데이터 세트에는 향후 감성 분석과 네트워크 분석에 활용하기 위한 텍스트와 메타 정보(시간, 해시태그 등)를 함께 구성하였습니다.



[그림 1] 수집한 소셜미디어 기후변화 담론 데이터 (예시)

(2) 데이터 분류

데이터에 대해서는 각 범주에 대해 가장 자주 사용되는 시드 해시태그를 사용하여 레이블을 할당했습니다. 기후 변화에 대한 입장에 따라 각 포스트를 두 가지 범주로 분류했습니다. ‘믿음’ 입장은 기후 변화를 사실적이고 진행 중인 현상으로 인정하는 입장이며, 기후 변화에 대한 우려와 의견을 표현하고 기후 관련 문제에 대한 조치를 촉구합니다. 반면, ‘부정’ 입장은 기후 변화에 반대하며, 기후 변화 또는 관련 정부 정책에 대한 회의론이나 반대 입장을 나타냅니다. 신뢰성을 보장하기 위해 데이터 세트에서 모든 포스트를 수동으로 분류하여 중복되거나 비어 있는 데이터는 제거하고 분류하는 과정을 거쳤습니다. 이를 통해 최종적으로 ‘부정’으로 표시된 총 49,006개의 포스트와 ‘믿음’으로 표시된 12,241개의 포스트를 구성했습니다.

이후 게시물에 내포된 감성과 정책 수용 태도를 파악하기 위한 라벨링 작업을 수행하였습니다. 라벨링 할당 모델은 선행연구(Dahal et al., 2019; Rosenberg et al., 2023)를 근거로, VADER(Valence Aware Dictionary and Sentiment Reasoner)를 선정하였습니다. VADER는 소셜 미디어 맥락에서 표현되는 뉘앙스를 반영한 어휘 기반 감성 모델입니다. 인간 주석가에 의해 수행된 어휘집이기 때문에 인간이 직접 감성을 판단하는 것에 필적할 정도의 높은 성능을 보이며, 특정 문맥에 국한되지 않고 다양한 상황에서도 안정적으로 감성의 강도를 평가할 수 있습니다.

(3) 데이터 전처리

먼저 텍스트에 포함된 해시태그, 이모티콘 및 멘션 수를 추출하여 노드 측정 기능으로 활용했습니다. 전처리 단계에서는 포스트에서 URL, 구두점, 공백, 불용어 및 RT, CC와 같은 약어를 제거했습니다. 또한 긴 문자열을 분할하여 해시태그를 추출했습니다. 그 후, 토큰화, 철자 교정 및 대문자를 소문자로 변환했습니다.

2) 분석 방식

(1) 특징 추출(Feature extraction)

텍스트와 행동 데이터를 동시에 활용하여 포스트의 입장과 감성을 정밀하게 파악하기 위한 다중 피쳐 구조를 설계하였습니다. 이를 위해 포스트의 언어적 특징, 행동적 특징, 그리고 그래프 기반 관계 구조를 통합적으로 표현하였습니다. 각 피쳐는 상호보완적 정보로 작용하며, 모델의 학습 입력으로 제공됩니다. 이를 위해 텍스트 표현(Text representation)과 행동 표현(Behavioral representation)을 사용하였습니다.

먼저 텍스트 표현은 포스트의 언어적 의미를 벡터로 표현하기 위해 사전학습된 GloVe(100차원) 임베딩을 사용하였습니다. 각 포스트를 단어 단위로 분할한 뒤, 단어 시퀀스에 대해 각 단어의 임베딩을 연결하여 문장 단위의 표현 벡터 T 를 구성하였습니다. 해당 접근은 단어 간 의미적 유사성과 문맥적 패턴을 유지하여, 포스트 내에서 특정 단어 조합이 가지는 입장적 함의를 반영할 수 있도록 설계되었습니다. 즉, “climate hoax”, “carbon scam”과 같은 부정적 표현이 포스트의 전반적 입장 판단에 강하게 작용하도록 벡터 공간에서 학습됩니다.

다음으로 행동 표현은 언어적 표현만으로는 사용자의 의도나 정보 확산 구조를 충분히 설명할 수 없기 때문에, 연구팀은 그래프 기반의 행동 피쳐를 새롭게 도입하였습니다. 이를 위해 각 포스트를 노드(Node)로, 해시태그·게시 시점 등의 상호작용 요소를 엣지(Edge)로 구성한 포스트 상호작용 그래프를 구축하였습니다. 두 포스트가 동일한 해시태그를 공유하고, 특정 시간 간격(15분) 내에 게시된 경우 두 노드 간 엣지를 형성하였습니다. 엣지 가중치는 공유된 해시태그의 개수로 설정하여 연결 강도를 수치화하였습니다. 이와 같은 그래프를 통해 두 가지 행동적 표현을 도출할 수 있었습니다.

- 내재적 행동 특징(Implicit Behavioral Features)

- Graph Convolutional Network(GCN)을 활용하여 노드 간 상호연결 구조를 학습합니다.
- 인접 노드의 정보를 집계함으로써 포스트 간 확산 관계, 즉 동일 입장을 공유하는 커뮤니티적 군집 특성을 반영합니다.
- 이를 통해 ‘유사한 해시태그를 반복적으로 사용하는 이용자 그룹’이나 ‘특정 시간대에 집중적으로 활동하는 부정적 확산 집단’의 행동 패턴을 포착할 수 있습니다.

- 명시적 행동 특징(Explicit behavioral features)

- 포스트 단위의 참여도(Engagement) 및 중심성(Centrality) 지표를 계산합니다.
- 참여도는 좋아요 수, 리포스트 수, 해시태그·이모지·멘션 수 등 포스트 내 상호작용 요소를 포함하였습니다.
- 중심성은 Degree, Closeness, Betweenness, PageRank 지표를 활용하여 네트워크 상에서 각 포스트가 정보 확산에 미치는 상대적 영향력을 정량화하였습니다.
- 계산된 모든 값은 [0, 1] 범위로 정규화하여 행동 벡터에 통합하였습니다.

결과적으로 생성된 그래프는 61,247개 노드와 143,664개 엣지로 구성되었으며, 다수의 소규모 연결 구성요소를 포함하여 복수의 행동 군집 구조를 보여주었습니다. 이를 통해 단순 텍스트 분석으로는 파악하기 어려운 정보 확산 경로와 행동적 동조성이 반영되었습니다.

(2) 피쳐 인코딩 및 융합(Feature encoding and attention fusion)

포스트에서 추출한 텍스트적 특징(단어 의미 등), 행동적 특징(리포스트, 해시태그, 중심성 등)을 모델이 이해할 수 있는 숫자 형태의 벡터로 변환하고, 이러한 정보를 하나로 통합해 의미 있는 신호를 만드는 두가지 과정을 수행하였습니다. 해당 피쳐 인코딩 및 융합 구조는 텍스트가 가진 언어적 의미와 행동 데이터가 가진 구조적 관계 정보를 동시에 반영하기 위해 설계되었습니다. 즉, 언어는 ‘무엇을 말했는가’를, 행동은 ‘어떻게 확산되었는가’를 설명하므로, 두 정보를 함께 학습할 때 입장 예측의 신뢰도를 높일 수 있습니다.

먼저, 포스트의 텍스트와 행동 데이터를 단순히 나열된 단어·숫자 집합으로 보는 대신, 시간적 흐름과 문맥의 순서를 함께 고려하기 위해 Bi-LSTM(Bidirectional Long Short-Term Memory) 구조를 사용하였습니다. 과거 단어와 미래 단어의 관계를 동시에 이해하도록 설계된 신경망으로, 문장의 앞뒤 맥락을 모두 반영하는

읽기 방식이라고 볼 수 있습니다. 텍스트 피처와 행동 피처는 각각 독립적인 Bi-LSTM 인코더에 입력되어, 언어의 문맥적 흐름과 행동의 관계적 패턴을 병렬적으로 학습하도록 하였습니다. 이렇게 학습된 두 임베딩은 이후 단계에서 통합되어 상호보완적인 정보로 작용합니다.

다음으로 서로 다른 정보를 단순히 더하는 대신, 각 피처가 모델의 예측에 얼마나 중요한지 가중치로 판단하여 결합하는 주의 기반 피처 융합 방식이 사용되었습니다. 사람이 긴 문장을 읽을 때 중요한 단어에 더 집중하듯이 입력된 여러 정보 중 “입장 판단에 더 영향력 있는 부분”에 집중하도록 설계하였습니다. 이러한 과정에서 세 가지 정보(텍스트 임베딩, 명시적 행동 피처, 그래프 임베딩)는 단순히 병합되지 않고, 행동 임베딩에 학습 가능한 가중치를 부여한 가중 결합(Weighted concatenation) 방식으로 통합되었습니다. 이를 통해 모델은 학습 과정에서 각 정보의 상대적 중요도를 스스로 조정할 수 있습니다.

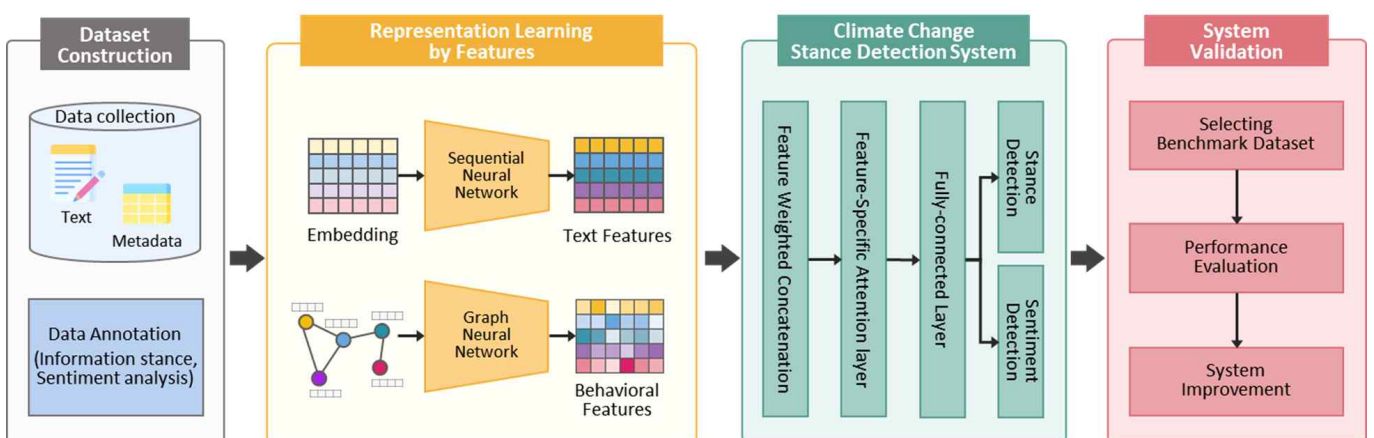
(3) 선택적 공유 모듈(Selected sharing module)

다중 과업 학습에서는 하나의 모델이 두 가지 과업을 동시에 학습하기 때문에 한 과업의 학습 과정이 다른 과업에 영향을 주거나 방해하는 ‘피처 간섭(Interference)’ 현상이 발생할 수 있습니다. 예를 들어 감성 분석을 위해 필요한 단어의 특성과 입장 판별에 중요한 맥락 정보가 혼재되면 오히려 성능이 저하될 가능성이 높습니다. 이를 방지하기 위해 본 연구는 ‘선택적 공유(Selected sharing)’ 구조를 설계했습니다. 이는 모든 정보를 공유하지 않고, 두 과업에 공통적으로 유의미한 정보만 선별적으로 공유하는 것입니다. 즉, 각 과업의 독립성을 유지하면서도 상호 도움이 되는 정보만 교류하는 방식입니다. 선택적 공유 구조는 두 단계로 구성됩니다.

- 게이트 셀(Gate sharing cell) - 중요하지 않은 정보는 차단하고 필요한 정보만 남김
- 어텐션 셀(Attention sharing cell) - 두 과업이 서로에게 유용한 정보를 교환하도록 조정

마지막으로, 게이트 셀과 어텐션 셀을 거쳐 정제된 두 출력을 결합합니다. 두 출력을 결합할 때 절대차를 함께 사용하여, 정보의 차이점과 공통점을 모두 반영했습니다. 이를 통해 최종적으로 두 과업별 출력, 즉 입장 분석 결과와 감성 분석 결과가 생성됩니다. 이러한 이중 공유 구조(Dual sharing structure)는 각 과업이 독립적인 학습 경로를 유지하면서도, 서로의 유용한 정보를 공유하도록 설계된 형태입니다. 결과적으로 모델은 불필요한 간섭 없이 서로의 강점을 보완하며 더 높은 정확도를 달성할 수 있었습니다.

마지막으로 최종 단계에서는 모델이 학습을 통해 실제 예측을 수행하고, 예측이 얼마나 정확한지를 평가하기 위한 손실 함수를 정의합니다. 이를 통해 해당 포스트가 기후변화를 ‘인정’하는지 혹은 ‘부정’하는지 예측하는 ‘입장’과 포스트의 감성이 긍정, 중립, 부정 중 어느 쪽에 가까운지 분류하는 ‘감성’ 분석하는 다중 과업 학습을 수행할 수 있습니다.



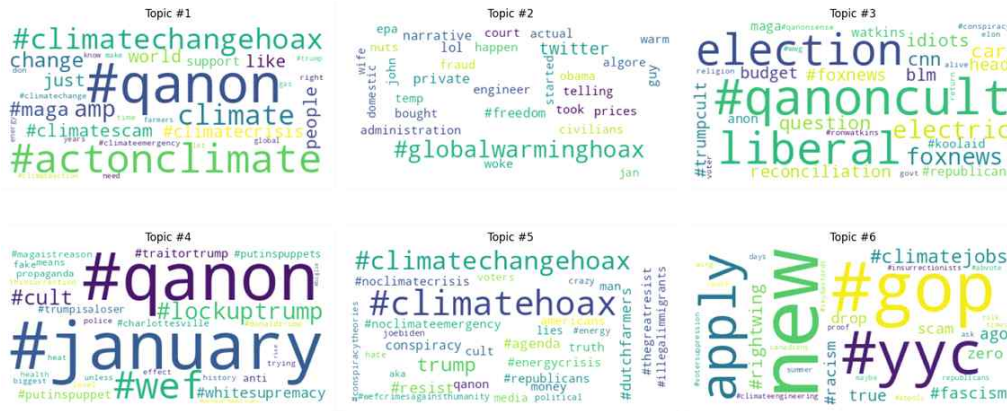
[그림 2] 입장 및 감성분석을 동시에 수행하는 다중과업 인공지능 프레임워크

2) 연구 결과

1) 대중 정서(담론)와 정책 간 연결성 분석

본격적인 모델 학습에 앞서 기후 변화 관련 포스트의 주요 논의 주제에 대한 정치·사회배경적 맥락을 확보하기 위해 어휘적 분포를 탐색하였습니다. 이러한 탐색적 분석은 이후 입장·감성 분석 과정에서 주제적 다양성을 고려한 모델 설계의 기초 자료로 활용되었습니다. 분석에는 소셜미디어에서 수집된 약 61,000건의 포스트 데이터를 사용하였으며, 문서-단어 행렬을 구성한 후 최적의 주제 수를 6개로 설정하여 모델을 학습시켰습니다. 각 문서(포스트)가 복수의 주제 분포로 구성된다는 가정을 바탕으로 단어 집합의 공기출현 양상을 분석한 결과, Coherence 점수는 0.3981로 산출되어, 도출된 주제가 일정 수준의 의미적 일관성과 해석 가능성을 확보했음을 의미합니다.

분석결과, [그림 3]에서 나타난 바와 같이 도출된 6개의 주제는 단순한 환경 관련 키워드뿐만 아니라, 정치적 이념, 음모론, 혐오 표현 등이 혼합된 형태로 나타났습니다. 상기와 같은 분석 결과는 기후변화 정책에 대한 온라인 담론이 환경·기후 자체에만 국한되지 않고, 정치, 음모론, 이념적 프레임, 지역 기반 쟁점 등 다양한 주제와 교차하며 형성된다는 사실을 실증적으로 보여줍니다. 특히 과학적 정보에 대한 인식이 정치적 신념 체계와 연결될 경우, 정책 수용성 및 감성 반응이 왜곡되거나 극화될 수 있다는 점에서, 기후 커뮤니케이션 전략 수립에 있어 보다 정교한 메시지 프레임이 필요함을 시사합니다.



[그림 3] 도출된 6개 주제별 핵심 단어

2) 기후정책에 대한 대중 정서 분석

수집된 포스트에 포함된 감성을 분석하기 위해 VADER 분석기를 기반으로 한 감성 분류 작업을 수행하였습니다. 해당 분석기는 X의 포스트와 같은 소셜미디어 특화 텍스트에 적합하도록 설계되어 있으며, 각 문장에 포함된 감성 단어의 극성 점수를 산출하여 최종적으로 compound score를 제공합니다. 본 연구에서는 해당 점수를 기준으로 긍정, 중립, 부정의 세 가지 범주로 포스트를 분류하였습니다. 감성 분류는 전체 데이터셋에 자동 적용되었으며, 그 결과 각 포스트에 대한 정량적 정서 프로파일이 확보되었습니다(<표 1>).

전체 포스트 중 부정 감성에 해당하는 비율은 약 44.9%로 나타났으며, 긍정 감성은 46.7%, 중립은 8.4%로 나타났습니다. 이를 입장 별로 세분화해 분석한 결과, ‘믿음’ 그룹은 부정 감성을 표현한 비율이 71.9%로 가장 높았으며, 이는 기후변화의 심각성에 대한 불안, 분노, 또는 좌절을 담은 감성이 주를 이룸을 보여줍니다. 반면, ‘부정’ 그룹은 긍정 감성 비율이 48.0%로 가장 높게 나타났으며, 이는 기후변화를 부정하거나 정부 정책을 조롱하는 반어적 긍정 표현의 가능성을 시사합니다. 이처럼 동일한 감성 범주라 하더라도, 그 맥락에 따라 전혀 다른 의미로 작용할 수 있음을 의미합니다.

<표 1> 기후변화 태도에 따른 감성 분포

기후변화 태도	감성		
	긍정	중립	부정
믿음(찬성)	21.73%	6.40%	71.87%
부정(반대)	48.04%	10.42%	41.54%

감성 분포는 특정 시기와 이슈에 따라 변화하는 경향도 함께 관찰되었습니다. 예를 들어, 특정 국가에서 탄소세 도입, 내연기관 차량 규제와 같은 강도 높은 기후정책이 발표된 시점에는 부정 감성 포스트가 일시적으로 증가하는 현상이 포착되었습니다. 반면, 국제 회의(COP27 등)나 환경운동가의 메시지 확산 시기에는 긍정적 정서가 일시적으로 강화되는 패턴이 나타나기도 하였습니다. 이러한 시기별 감성 변화는 정책 효과성, 사회적 수용성, 대중의 반응 민감도 등을 진단하는 데 있어 유용한 정보로 기능할 수 있습니다.

감성 분석 결과는 기후변화 담론이 단순한 찬반 구도가 아닌, 다층적이고 역동적인 정서 구조 위에서 형성되고 있음을 보여줍니다. 특히 부정 감성은 회의론적 태도뿐 아니라 절망과 실망이 혼재된 정서로도 나타날 수 있으며, 이는 정책 수용성 저하의 신호로 작용할 수 있습니다. 반대로 긍정 감성의 경우, 진정한 정책 지지를 반영하는 경우와 냉소적 조롱의 형태로 나타나는 경우를 구별할 필요가 있습니다.

3) 담론 네트워크 구조 분석 결과

감성 분석과 함께 본 연구는 소셜미디어 포스트 간의 상호작용 구조를 네트워크 분석을 통해 해석하고자 하였습니다(<표 2>). 특히 동일한 해시태그를 사용하거나, 시간 간격 내에 유사한 주제를 공유하는 포스트 간의 연결 관계를 기반으로 네트워크를 구성하였습니다. 각 포스트는 그래프의 노드로, 두 포스트가 일정 시간 간격(15분 이내)과 동일 해시태그를 공유하면 엣지로 연결되었습니다. 이와 같은 방식으로 구성된 네트워크는 총 61,247개의 노드와 143,664개의 엣지를 포함하며, 그래프의 밀도는 $7.66e-5$ 로 낮은 편이었습니다.

네트워크 분석에서는 다양한 중심성 지표(degree, betweenness, closeness, PageRank 등)를 활용하여, 담론 내에서 정보 전달의 중심 축 역할을 하는 포스트를 식별하였습니다. 분석 결과, 기후변화 수용 그룹은 전반적으로 모든 중심성 지표에서 높은 평균값을 나타내며, 담론이 다양한 노드를 통해 균형 있게 확산되는 경향을 보였습니다(표 2). 구체적으로 degree 중심성 평균은 0.000092, closeness는 0.000118, betweenness는 $9.14e-08$, PageRank는 0.000018로 나타나, 특정 계정에 의존하지 않고 광범위하게 연결된 구조임을 확인하였습니다.

반면, 기후변화 회의론적 그룹은 모든 중심성 지표에서 상대적으로 낮은 값을 보였습니다. degree 중심성 평균은 0.000013, closeness는 0.000016, betweenness는 $5.71e-10$, PageRank는 0.000010으로, 확산 범위가 제한적이며 네트워크 내에서의 영향력이 상대적으로 미미한 것으로 나타났습니다. 특히 betweenness 중심성이 극히 낮은 점은, 회의론적 담론이 네트워크 내 다른 집단과의 연결 매개 역할을 거의 수행하지 않고, 내부적으로 응집된 형태로 존재함을 시사합니다. 이러한 결과는 기후변화 회의론적 담론이 일부 폐쇄적인 집단 내에서 반복 확산되는 경향이 있으며, 외부로의 담론 확산력은 제한적임을 보여줍니다.

<표 2> 구축한 네트워크 통계

지표	값
노드 수	61,247
엣지 수	143,664
밀집도	$7.66e-5$
연결 요소 개수	21,005
최대 연결 요소	300

종합하면, 기후변화 수용 그룹은 다양한 계정과 포스트를 중심으로 분산적이고 개방적인 확산 구조를 보인 반면, 회의론적 그룹은 집중적이고 폐쇄적인 네트워크 특성을 나타냈습니다. 이러한 구조적 차이는 정책 커뮤니케이션 전략 수립 시, 각 그룹 별로 상이한 접근 방식이 필요함을 시사합니다. 수용 그룹의 경우 광범위한 확산을 활용한 긍정적 메시지 증폭 전략이 유효할 수 있으며, 회의론적 그룹의 경우 핵심 노드(영향력 계정)를 중심으로 한 표적화된 대응 전략이 효과적일 것으로 판단됩니다.

4) 인공지능 모델의 특징 분석 결과

본 연구는 제안한 다중과업 학습 기반의 인공지능 모델이 기후변화 관련 담론에서 개인의 입장과 감성을 얼마나 정교하게 탐지할 수 있는지를 검증하는 데 초점을 두었습니다. 이를 위해, 모델이 활용하는 세 가지 주요 정보원인 텍스트, 행동적 상호작용, 그리고 네트워크 중심성이 결과에 미치는 영향을 비교·분석하기 위한 실험

을 수행하였습니다.

먼저, 텍스트 정보만을 활용했을 때에도 모델은 비교적 높은 정확도를 달성하였습니다(정확도 99.78%). 이는 기후변화와 관련된 발언의 언어적 표현만으로도 사용자의 입장, 즉 ‘기후변화를 인정하는가 혹은 부정하는가’를 상당히 정확히 구분할 수 있음을 의미합니다. 예를 들어, ‘기후위기는 인류가 당면한 최대의 도전이다’와 같은 발언은 명확히 긍정적 태도를 드러내는 반면, ‘기후위기라는 것은 과학적 근거가 부족하다’와 같은 발언은 부정적 입장을 내포합니다. 이처럼 언어적 맥락만으로도 태도 판별이 가능하지만, 감성 분석에서는 다소 낮은 성능(79.46%)을 보였습니다. 이는 기후변화 부정 발언이 종종 비꼼, 냉소, 풍자 등 복합적 감성을 동반하기 때문으로, 텍스트 단독 분석의 한계를 시사합니다.

한편, 행동 정보만을 활용한 경우(행동적 상호작용 또는 네트워크 중심성 단독)는 성능이 현저히 저하되었습니다. 이는 포스트 간의 연결 구조나 참여도만으로는 언어적 의미를 대체하기 어려웠음을 시사합니다. 예를 들어, 유사한 해시태그를 반복적으로 사용하는 사용자들이 동일한 입장을 공유할 가능성은 존재하지만, 이러한 행동적 단서만으로는 발언의 구체적 내용이나 정서적 함의를 파악하기 어렵습니다. 그럼에도 불구하고, 행동 정보는 텍스트 정보와 결합될 때 명확한 보완적 효과를 보였습니다. 텍스트와 행동적 상호작용 정보를 함께 사용할 경우(정확도 99.81%) 모델은 단일 텍스트 기반보다 안정적인 성능을 보였으며, 텍스트와 네트워크 중심성 지표를 결합했을 때(정확도 99.87%) 감성 인식의 정밀도가 특히 향상되었습니다(F1-score 84.81%). 이는 사용자의 네트워크 내 위치나 영향력과 같은 명시적 행동 지표가 감성 표현의 강도나 확산 양상과 밀접하게 연관됨을 보여줍니다. 모든 특성을 통합한 통합 모델(T + Bi + Be)은 가장 높은 성능(정확도 99.93%)을 보였습니다. 이는 언어적 의미, 행동적 상호작용 구조, 참여도의 세 가지 정보가 상호 보완적으로 작용함으로써, 사용자의 태도와 감성적 표현을 다차원적으로 포착할 수 있음을 보여줍니다.

즉, 언어는 발언의 표면적 의미를 제공하고, 행동적 상호작용은 발언이 속한 관계망을 드러내며, 네트워크 중심성은 발언의 사회적 영향력을 설명합니다. 위의 세 가지 차원이 통합될 때, 인공지능은 개인의 발언을 단순한 문장 단위가 아닌 사회적 맥락 속 행위로서의 발화로 이해할 수 있습니다. 더불어, 본 실험의 결과는 기후변화 담론에서 나타나는 사회적 양극화를 기술적으로 탐지하고 설명하는 데 중요한 의미를 지닙니다. 특히 기후변화를 부정하는 사용자들은 언어적으로는 냉소적이거나 긍정적 감성을 위장한 표현을 자주 사용하고, 행동적으로는 폐쇄적 네트워크 내에서 반복적으로 정보를 확산시키는 경향이 확인되었습니다. 따라서 단순히 “무엇을 말했는가”를 분석하는 접근에서 나아가, “누가, 어떤 관계망 속에서, 어떤 방식으로 발언했는가”를 함께 고려하는 것이 필수적임을 시사합니다. 이는 인공지능이 개인의 언어적 태도뿐 아니라 사회적 행동 패턴을 함께 학습할 때, 허위정보나 편향된 담론의 확산 양상을 보다 정확히 이해하고 예측할 수 있음을 의미합니다.

<표 3> 기후변화 태도에 따른 감성 분포

Features	Stance Detection		Sentiment Analysis	
	Accuracy	F1-score	Accuracy	F1-score
텍스트 (T)	99.78 ± 0.06	99.67 ± 0.10	84.79 ± 0.74	79.46 ± 0.89
행동적 상호작용 (Bi)	68.00 ± 26.84	38.89 ± 12.42	47.60 ± 0.09	21.50 ± 0.02
노드 중심성 (Be)	69.10 ± 1.18	60.91 ± 0.60	49.66 ± 1.71	26.44 ± 4.72
T + Bi	99.81 ± 0.10	99.70 ± 0.15	84.08 ± 0.78	77.89 ± 1.13
T + Be	99.87 ± 0.09	99.80 ± 0.14	87.88 ± 0.19	84.81 ± 0.18
Bi + Be	69.62 ± 1.67	60.96 ± 0.71	50.17 ± 1.80	26.39 ± 3.18
T + Bi + Be	99.93 ± 0.01	99.90 ± 0.02	87.96 ± 0.19	84.79 ± 0.40

3. 결론

본 연구는 기후변화 담론에서 나타나는 대중의 입장과 감성을 동시에 분석하기 위해 소셜미디어 데이터를 활용하여 여론 형성의 양상을 탐구하였습니다. 최근 기후변화 관련 논의는 단순한 찬반 구도를 넘어, 감성적 공감과 사회적 행동이 결합되어 확산되고 있습니다. 이러한 흐름을 구체적으로 파악하기 위해 약 7만여 건의 기후변화 관련 포스트를 수집하여 각 게시글의 입장(찬성/반대)과 감성(긍정/부정/중립)을 통합 분석하였습니다. 본 연

구에서는 입장과 감성을 동시에 분석하는 다중 과업 기반의 통합 분석 방법을 적용하여, 글의 내용과 정서가 결합되어 개인의 태도와 사회적 행동으로 이어지는 과정을 살펴보았습니다.

연구 결과, 기후변화 부정론자와 신념자는 소셜미디어 상에서 서로 다른 행동 양상을 보였습니다. 부정론자는 반복적인 게시와 특정 커뮤니티 중심의 확산을 보였으며, 신념자는 정보 공유와 긍정적 연대 중심의 활동이 두드러졌습니다. 이러한 차이는 단순한 의견의 대립을 넘어 사회적 행동 패턴의 차이로 나타났습니다. 또한 감성 정보를 함께 고려할 때 입장 인식의 정확도가 높아지는 것으로 확인되어, 감성 표현이 개인의 인식 구조와 사회적 태도를 이해하는 중요한 단서가 됨을 보여주었습니다.

본 연구는 기후변화와 같은 사회적 이슈를 분석할 때, 감성과 행동을 함께 고려한 여론 분석의 필요성을 강조합니다. 정책적 측면에서는 대중의 감성과 인식 구조를 정밀하게 이해함으로써, 효과적인 환경 커뮤니케이션과 참여형 정책 설계에 기여할 수 있습니다. 사회적 측면에서는 온라인 공간에서 확산되는 기후변화 인식의 양상을 파악함으로써 갈등 완화와 공감 기반 담론 형성의 가능성을 제시합니다. 또한 산업적 측면에서는 기업이나 기관이 지속가능성과 관련된 커뮤니케이션 전략을 수립할 때, 소비자 감성과 태도 분석을 기반으로 한 맞춤형 메시지 설계에 활용될 수 있습니다. 마지막으로 학술적 측면에서는, 입장과 감성을 통합적으로 분석한 본 연구의 접근이 사회 데이터 기반 여론 연구의 새로운 방법론적 틀로 확장될 수 있음을 보여줍니다.

참고문헌

- Bloomfield, E. F., & Tillery, D., 2019, The circulation of climate change denial online: Rhetorical and networking strategies on facebook, *Environmental Communication*, 13, 23 - 34
- Dahal, B., Kumar, S. A., & Li, Z., 2019, Topic modeling and sentiment analysis of global climate change tweets, *Social network analysis and mining*, 9, 1 - 20
- "Climate change indicators reached record levels in 2023: Wmo", <https://wmo.int/news/media-centre/climate-change-indicators-reached-record-levels-2023-wmo>, (2025년 10월 31일)
- Rosenberg, E., Tarazona, C., Mallor, F., Eivazi, H., Pastor-Escuredo, D., FusoNerini, F., & Vinuesa, R., 2023, Sentiment analysis on twitter data towards climate action, *Results in Engineering*, 19, 101287.
- Mazid, M. A. A., & Zarnaz, Z., 2022, Climate change myths detection using dynamically weighted ensemble based stance classifier, In *Proceedings of the 2nd International Conference on Computing Advancements*, 277 - 283
- Mavrodieva, A. V., Rachman, O. K., Harahap, V. B., & Shaw, R., 2019, Role of social media as a soft power tool in raising public awareness and engagement in addressing climate change, *Climate*, 7, 122
- Sun, Q., Wang, Z., Li, S., Zhu, Q., & Zhou, G., 2019, Stance detection via sentiment information and neural network model. *Frontiers of Computer Science*, 13, 127 - 138
- Thapa, S., Rauniyar, K., Jafri, F., Shiwakoti, S., Veeramani, H., Jain, R., Kohli, G. S., Hürriyetoglu, A., & Naseem, U., 2024, Stance and hate event detection in tweets related to climate activism-shared task at case 2024, In *Proceedings of the 7th Workshop on Challenges and Applications of Automated Extraction of Socio-political Events from Text (CASE 2024)*, 234 - 247