

토픽모델링 분석을 통한 ESS 분야 기술동향 연구

변영호
한국과학기술기획평가원

Technology Trend Analysis of Energy Storage System

Young Ho Byun
Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning

1. 서론

지구온난화 에너지 저장 장치(ESS)는 전기의 활용도가 증가할수록 충분한 전기 저장 능력 역시 갈수록 강조되기 때문에 발전은 물론이고 송배전과 소비 등 전력 인프라의 모든 영역에 걸쳐 사용되고 있는 추세이며, 향후 에너지 산업의 지각변동을 가져올 수 있는 잠재력을 보유하고 있는 것으로 평가되고 있다. 미국, 유럽 등 선진국에서도 에너지 저장장치가 분산형 전원, 주파수 조정, 신재생에너지 출력안정 등 다양한 서비스 시장에 참여할 수 있도록 정책적 지원을 전개하고 있으며, 설치를 의무화하거나 투자자에게 인센티브를 지급하는 등 보급 확대를 위한 노력도 펼치고 있다. 국내에서도 전기자동차 및 신재생에너지 연계형 중대형 ESS 개발 수요가 증가하고 있으며, 전기자동차용 리튬이차전지 분야는 핵심부품소재의 국산화 및 성능개선 연구가 활발히 진행되고 있으나, 아직까지 정부 보조금 없이는 사업의 경제성을 확보하기가 어려우며, 시장 규모 또한 크지 않아 정부 주도의 R&D 투자가 매우 중요한 상황이다. 정부는 에너지저장장치를 미래 성장산업으로 지목하여 신재생 연계형 사업과 도서지역 마이크로그리드 구축 사업 등 에너지저장장치가 활용될 수 있는 관련 정책을 추진 중이다. 에너지 산업의 중요 기술이자 정부의 중점투자분야인 ESS 분야의 효율적인 투자전략 수립과 투자방향 설정을 위하여 해당분야의 기술동향 파악은 매우 중요하며 선행되어야 한다. 그간의 기술동향 분석은 주로 정성적인 형태로 수행되어 왔으므로 보다 객관적이고 과학적인 방법을 통한 동향분석과 체계가 마련된다면 기술 분야별 연구 및 투자 방향에 대한 불확실성을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해 본 연구에서는 ESS 분야의 SCI 논문을 대상으로 빅데이터 분석방법인 토픽 모델링 기법을 적용하여 ESS분야에서 의미 있는 주제들을 발굴하고, 최근 관심이 상승세인 연구주제와 관심이 하강세인 연구주제를 파악하여 ESS 분야의 연구동향을 분석하였다.^[1]

2. 연구 방법

2.1 데이터 수집

ESS 분야 연구동향을 파악하기 위해서 문헌정보를 파악해야하는데, 논문, 특허, 연구보고서, 언론기사 등 다양한 문헌의 형태가 존재한다. 그 중 연구논문은 정형화된 DB 구축이 가능하며, 연구동향을 정략적으로 분석하기 적합한 정보를 갖추고 있다. 본 연구에서는 ESS 관련 SCI 논문을 대상으로 정보를 수집하고 분석하였다. Web of Science에서 전문가로부터 검증을 받은 ESS 관련 Keyword를 입력하여 2013년부터 2015년까지의 ESS 분야 SCI 논문의 초록정보 약 44,000건을 DB화하였다. 이렇게 구축된 DB 중 연관성이 없는 저널의 데이터들은 분석대상에서 제외하였다.

2.2 데이터 전처리

데이터 전처리 과정은 언어 현상을 기계적으로 분석하고 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 변경하고 다시 인간이 이해할 수 있는 언어로 표현하는 과정을 의미한다. 논문의 초록은 비정형 텍스트 문서로 텍스트의 전처리 과정이 필요하며, 정보 추출이 가능한 형태의 변환이 요구된다. 전처리 과정은 한글의 경우 영어보다 정확도가 떨어지기 때문에 영어로 도니 초록 정보를 대상으로 선택하였다. R프로그램의 Stringr package를 이용하여 문자열 처리를 진행하였다. Stringr package는 R 표준 base 패키지에 포함된 함수군보다 합리적인 출력형식을 가지므로 보다 정확한 문자열 처리를 도와준다. 이 과정을 통해 공백, 문장부호, 관사, 인칭대명사 등의 불용어 등을 제거한 후 토픽 모델링에 적합한 텍스트 파일을 생성하였다.

2.3 토픽모델링

문서에서 주제가 되는 키워드를 추출하기 위해 최근

연구에서 많이 사용되고 있는 LDA(Latent Dirichlet Allocation) 기반 토픽모델링 기법을 사용하였다. LDA는 주성분분석과 유사하게 데이터의 차원을 축소하는데 유용하다. 일관성을 가진 의미 있는 주제를 클래스 집단으로 생성해 주는 장점으로 비정형 텍스트 분석에 사용되고 있다. 문서 정보에 대한 주제들의 분포 θ 와 각 주제별로 특정 단어 생성될 확률 분포 β 가 주어졌을 때, 특정 문서가 만들어질 확률을 선택하고 선택된 주제에 대해 존재하는 키워드들을 확률적으로 선택하는 과정을 반복함으로써 임의의 문서를 생성한다. 주어진 문서에 대한 파라미터들을 통해 문서의 앞에서부터 단어를 채울 때 마다 하나의 주제를 선택하고 다시 그 주제로부터 단어를 선택하는 확률적 방식으로 주제를 추론하는 모델이다. LDA는 모델링을 수행하기 위한 샘플링의 반복 횟수와 추출할 주제의 수를 지정해야 한다. 본 연구에서는 샘플링은 100회 반복하였고, 이를 통해 총 10개의 토픽과 30개의 키워드를 추출하였다. 또한 추출할 키워드의 단어 수에 따라 유니그램, 바이그램, N그램 등으로 나뉘는데, 본 연구에서는 단어 2개의 키워드를 추출하는 바이그램을 사용하여 연구의 정확도를 높였다. 추출된 토픽별 키워드들을 바탕으로 적절한 주제명을 선정하고 ESS 분야의 연구동향에 대해 분석하였다.

3. 결론

최근 3년(13년~15년) 간 ESS분야 SCI 논문 중 연구가 가장 활발했던 주제는 리튬-이온 전지, 고효율·고출력화, 충·방전 사이클, 표면적 등이었다. 연도별로 살펴보면 2013년에는 대부분의 주제들이 고루 분포되어 있었으나, 충·방전 사이클 연구는 다소 미진했던 것으로 나타났다. 2014년의 주제별 연구 비중은 신재생에너지 융·복합, 전지화학적 성능 및 특성, 위험성(Risk) 분석, 성능 향상, 에너지 변환 등의 연구가 높은 것으로 나타났다. 2015년에는 리튬이온 전지, 신재생에너지 융복합, 고효율/고에너지, Risk 분석 등의 분야가 연구 비중이 높았다.

Table 1. 연도별 주요 토픽 정리

	2013	2014	2015
토픽 1	장치 및 시스템	에너지 변환	에너지 관리
토픽 2	방전 용량, 성능	성능 향상	충방전 사이클
토픽 3	전류 밀도, 전도율	리튬-이온 전지	위험성(Risk) 분석
토픽 4	연료 전지	에너지 효율	성능 향상
토픽 5	고효율, 고출력 저장 장치	위험성(Risk) 분석	고효율, 고에너지
토픽 6	열에너지 융합	전기화학적 성능 및 특성	신재생에너지 융복합
토픽	리튬-이온 전지	충방전 사이클	리튬이온전지

7		성능	
토픽 8	표면적	표면적, 저장 용량	표면적, 저장 용량
토픽 9	충방전 사이클	신재생에너지 융복합	충방전, 슈퍼커패시터
토픽 10	수소 기반 (Hydrogen-ESS)	충방전 사이클	열병합 발전 연계

도출된 각 토픽들에 대한 연구 주제를 연도별 추이를 파악한 결과, 지속적인 관심으로 상승세를 보이는 연구 주제들인 Hot topic과 관심도가 하락하는 주제들인 Cold topic을 확인할 수 있었다. 리튬-이온전지, 고효율/고출력화 관련 연구는 지난 3년 간 꾸준히 연구되고 있는 Hot Topic이었으며, 신재생에너지 융·복합과 위험성(risk) 분석 연구는 최근 2년 간 관심이 상승 중인 분야임을 확인할 수 있었다. 반면, 충·방전 사이클과 표면적/저장 용량과 관련된 연구는 최근 3년 사이 연구 빈도가 하락하는 것으로 보아 관심이 줄어드는 Cold Topic 분야라고 할 수 있을 것이다.

Table 2. ESS 분야 Hot/Cold topic

Hot Topic	Cold Topic
리튬-이온 전지, 고효율/고출력화, 신재생에너지 융·복합, 위험성(risk) 분석	충방전 사이클, 표면적/저장 용량

연구결과를 정리하면, ESS분야의 최근 연구동향은 이차 전지 R&D의 주요 분야와 유사한 분야가 많았으며, 전지의 크기와 용량의 대형화에 따른 연구도 주요한 연구경향이 있음을 확인할 수 있었다. ESS분야의 최근 주요연구 분야인 리튬-이온전지, 고효율/고출력화 관련 연구는 이차전지 분야의 주요 연구 분야의 경향을 따르고 있는 것으로 볼 수 있을 것이다. 반면, 위험성(risk) 분석, 충·방전 사이클, 표면적/저장 용량 등의 연구는 배터리의 대형화에 따라 ESS분야의 주요 연구 분야인 것으로 보인다. 신재생에너지 융·복합 연구가 갈수록 관심이 상승하는 이유는 출력 안정, 피크수요 저감 등에 ESS를 활용함으로써 전력품질 향상 및 전력수급 위기 대응이 가능하기 때문인 것으로 보인다.

본 연구는 한국과학기술기획평가원 연구과제(기후변화 대응 R&D 전략성 강화를 위한 통합적 접근방법 연구 : 3P 분석기법을 중심으로, 2016년) 지원을 받아 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] 신규식, 최희련, 이홍철, "신재생에너지 동향 파악을 위한 토픽 모형 분석", JJournal of the Korea Academia Industrial cooperation Society, Vol. 16, No. 9 pp. 6411-6418,