

Generative Topographic Mapping(GTM) 특허 지도 및 머신러닝을 통한 공백 기술의 도출 및 평가: 탐색적 접근

서울과학기술대학교 일반대학원 데이터사이언스학과
이예빈

목차

01 서론

02 선행 연구

03 연구 방법

04 실험 결과

05 결론

01 서론

■ 연구 배경

- 국가와 기업의 발전을 위해 기술 혁신을 계획할 때 가장 중요한 단계는 기술의 동향을 이해하고 유망한 기술이 무엇인지 파악하는 것임 [7]
- 유망 기술은 국가와 기업, 산업, 사회적인 측면 모두에서 큰 관심거리임 [27]
 - 유망 기술에 대한 투자와 자원은 한정적인 데 반해 기술은 급격하게 변하고 있는 추세임 [7]
 - 따라서, 미래에 유망한 기술 영역을 먼저 발굴하고 해당 기술을 선형적으로 개발하는 것이 매우 중요하게 고려되고 있음 [1]
- 유망 기술에 대한 기존 연구는 특허를 기반으로 수행되어 왔음
 - 기술 혁신의 결과물인 특허 정보는 기술 동향을 분석하기 위한 대표적인 지표들 중 하나이며 기술의 확산을 관찰하고 평가하는 데 활용되고 있음 [3]
- 유망 기술 발굴은 예측 가능한 지표들을 기반으로 수행되어왔기 때문에 예측이 가능한 결과가 나올뿐 아니라 주로 주류 기술이 유망 기술로 발굴되는 경향이 있음
 - 그러나, 실제 산업현장에서는 주류 기술 뿐만 아니라 추후 개발 가능한 기술을 사전적으로 검토하고 발굴하는 것이 매우 중요함
 - 이러한 기술들은 공백 기술이라는 이름으로 연구되어 옴
 - ✓ 주로 공백 기술 발굴 연구는 2차원 공간에 각 특허를 맵핑한 특허 지도에서의 빈 공간을 공백으로 간주하고 이를 발굴하는 방식으로 수행되어 왔음 [4-6, 11, 14, 17-19, 21, 26, 28-30, 32, 33]

01 서론

■ 연구 동기

- 특허 지도 기반 공백 기술 발굴 연구는 두 가지로 나눌 수 있음
 - ① 주관적 공백 발굴
 - 클러스터링 또는 주성분 분석(Principal Component Analysis; PCA)을 통해 차원을 축소하고 2차원 지도를 생성하는 방법
 - ✓ 기술 개발 현황을 밀도 있게 볼 수 있지만, 공백 영역을 발굴하는 데 있어 주관적인 판단에 의존해야 함 [28]
 - ② 객관적 공백 발굴
 - GTM(Generative Topographic Mapping; GTM)을 활용하여 지도를 생성하고 역매핑을 통해 공백 기술을 발굴하는 방법
 - ✓ 공백 기술의 판단에 있어 주관적인 판단을 배제할 수 있음 [28]
- 그러나, 기존 연구들은 공백에 대한 해석 및 유망성 예측 등 공백 발굴 이후의 사후적 분석은 미흡함 [1]
- 유망성 평가를 제한적으로 시도한 일부 연구들은 주변 특허를 이용 [26] 하거나 기간별 특허 지도를 비교하였음 [6, 32, 33]

■ 연구 목적

- 특허 기반 GTM 방법론을 활용하여 객관적 특허 지도를 생성하고 공백 기술 영역을 도출하고자 함
- 공백을 도출함에 그치지 않고, 도출된 공백 영역에 대해 키워드 기반, 지표 기반, 머신러닝 기반 유망성 평가를 통해 공백 영역의 유망성에 대해 종합적 비교 분석을 수행하고자 함
 - ✓ 특히, 머신러닝이 공백 기술의 유망성을 파악하는 데 실질적인 효과가 있는지 알아보하고자 함

02 선행 연구

■ 유망 기술 예측 (Forecasting Emerging Technologies)

- 기술 예측은 각 분야에 따라 향후 필요한 기술에 대한 개념을 이끌어내는 작업임 [5]
- 혁신을 위해서는 미래에 다가올 기회를 빠르게 포착하고 도전하는 것이 매우 중요하기 때문에 유망 기술 예측에 대한 연구들이 활발히 진행되어 옴 [35]
- 특허를 기술을 대리할 수 있는 중요한 원천으로 보고 특허 데이터를 활용하여 유망 기술을 예측하고자 하는 연구들이 다수 진행되어 옴
 - 특허 데이터는 구조적 부분(특허 인용수, 특허 분류, 출원인 수 등)과 비구조적 부분(제목, 청구항, 초록, 설명 등)으로 나뉨 [22]
 - ✓ 특허의 구조적 데이터를 활용

| 선행 연구 | 설명 |
|----------------------------|---|
| Cho and Shih, 2011 | 특허 인용 네트워크를 활용하여 빠르게 발전하는 기술에 대한 구조적 지표를 제시 |
| Breitzman and Thomas, 2015 | 특허 인용 정보를 활용하여 새로운 기술을 파악하는 군집 분석 모델 제안 |
| Lee et al., 2018 | 유망 기술의 특징별 특허 지표를 선정한 후 피인용 수를 예측하는 딥러닝 모델 제안 |
| Kwon and Geum, 2020 | 축적된 기술지식의 품질을 고려하여 기계학습을 기반으로 핵심 특허를 예측하는 모델 제안 |

- ✓ 특허의 비구조적 데이터를 활용

| 선행 연구 | 설명 |
|--------------------------|--|
| Yoon and Park, 2005 | 기술 기회를 포착하기 위한 키워드 기반 형태 분석 프레임워크 제안 |
| Yoon and Kim, 2011 | 빠르게 진보하는 기술 트렌드 파악을 위한 SAO(Subject-Action-Object) 기반 분석 프레임워크 제안 |
| Gerken and Moehrle, 2012 | 새로운 특허를 식별하기 위해 특허 사이의 거리를 계산하는데 텍스트 정보를 사용한 프레임워크 제안 |
| Lee et al., 2015 | 텍스트 마이닝 기법으로 특허를 표현하고 LOF(Local Outlier Factor)를 활용하여 특허의 novelty 정도를 수량적으로 표현 |
| Joung and Kim, 2017 | 새롭게 출현하는 기술 파악을 위한 기술 키워드 기반 특허 분석 프레임워크 제안 |
| Chung and Sohn, 2020 | 특허의 텍스트 정보를 활용한 딥러닝 기반 특허 등급 평가 모델 제안 |

02 선행 연구

특허 지도 (Patent Map)

- 특허 지도는 출원된 특허 정보를 가공하여 그 분석 결과를 그래프 등으로 시각화 한 것으로 실용적이고 직관적인 정보를 제공하기 때문에 전략 수립에 효과적임[23]
 - ✓ 그러나 현재 사용되는 분석 도구들은 특허 문서에 포함된 데이터의 요약과 단순한 시각화에 그침 [5]
- 특허 지도는 목적에 따라 technical patent map, management patent map, claim patent map 으로 구분됨 [32]
 - technical patent map (기술적 특허 지도) : 핵심 기술을 이해하고 잠재적 기술을 식별, 전반적인 기술의 흐름 파악
 - management patent map (관리적 특허 지도) : 특정 기술의 추세를 파악, 경쟁자의 기술과 전략 파악, 신제품 아이디어 도출
 - claim patent map (청구항 특허 지도) : 특허 갈등을 모니터링, 특허의 수명주기와 적용가능성을 평가
 - ✓ 기술적 특허 지도는 개발되지 않은 잠재 기술을 지도에서 파악하기 때문에 특허 공백을 발견하는데 유용함

공백 기술 (Vacant Technology)

- 공백 기술은 하나의 기술 영역에서 해당 기술을 세부 기술 분야로 분류했을 때 다른 분야에 비해 상대적으로 연구와 개발이 제대로 이루어지고 있지 못한 세부 기술로 정의됨 [26]
- 공백 기술을 파악하기 위해 특허 지도를 생성하는 연구들은 대부분 특허를 벡터화 하여 2차원 지도상에 나타내는 방식을 활용함
 - SOM, PCA, GTM 등 다양한 방식이 활용되어 옴

02 선행 연구

특허 지도를 활용한 공백 기술 추출

① 클러스터링 또는 주성분 분석(Principal Component Analysis; PCA)을 통해 차원을 축소하고 2차원 지도를 생성하는 방법

| 선행 연구 | 요약 | 분석 기법 | 공백 영역 평가 방식 |
|-------------------|---|------------------------------|------------------------|
| Yoon et al., 2002 | PCA와 SOM을 기반으로 특허 포트폴리오 생성 | PCA + SOM | 기간별 지도 생성 후 비교 |
| Lee et al., 2009 | 특허 키워드를 기반으로 특허 지도를 생성하고 공백 영역에서 신기술 창출 가능성을 평가 | PCA | 공백 주변 특허를 전문가의 판단으로 검증 |
| 전성해 외, 2010 | 특허와 논문 데이터를 활용하여 개발이 취약한 기술을 찾아내는 방법론 제안 | SOM + Matrix analysis | X |
| 전성해, 2011 | 양상불모형(통계적 기법+기계학습)을 활용한 공백 기술 예측 모형 구축 | SVD-PCA + K-Means Clustering | 기간별 지도 생성 후 피인용 수 비교 |
| Kim et al., 2015 | 클러스터링을 통해 비어 있는 기술 군을 식별하고 각 클러스터별 키워드를 추출 | K-Means Clustering + LDA | X |
| 조우진 and 이성주, 2021 | 기간 별 특허 지도를 생성하고 발전한 기술과 그렇지 않은 기술의 차이를 평가 | Clustering | 기간별 지도 생성 후 지표 비교 |

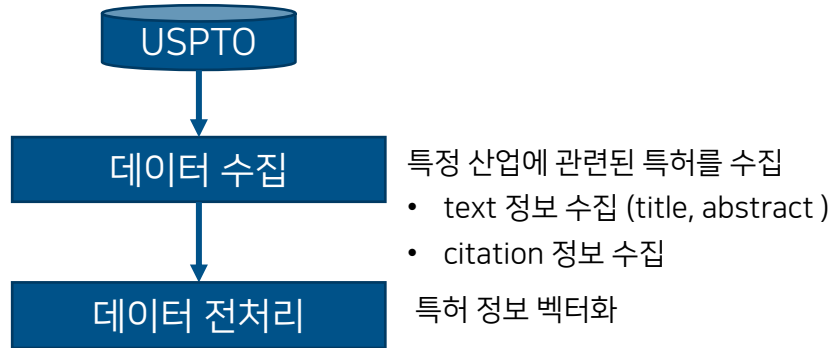
② GTM(Generative Topographic Mapping; GTM)을 활용하여 지도를 생성하고 역매핑을 통해 공백 기술을 발굴하는 방법

| 선행 연구 | 요약 | 분석 기법 | 공백 영역 평가 방식 |
|----------------------|--|----------------------------|----------------------|
| Son et al., 2012 | 특허 공백을 식별하기 위해 GTM을 기반으로 한 특허 지도 개발 | GTM | PCA, SOM 과 비교 |
| Jeong & Yoon., 2011 | 특허 지도를 생성하고 공백인 영역의 역 맵핑 키워드 검색을 통해 필수 특허 식별 | GTM | X |
| Cho et al., 2021 | 특허 지도를 생성한 후 공백 영역의 키워드를 추출함으로 기술 기회 발굴 | GTM | X |
| Jeong & Yoon., 2013 | 표준 지도와 특허 지도를 구축한 뒤 두 가지를 비교함으로써 유망 기술 추출 | GTM | 표준 지도와 특허 지도 비교 |
| Wu et al., 2018 | 표준 지도와 특허 지도를 구축한 뒤 두 지도 사이의 유사도를 통해 유망 특허 식별 | GTM | 표준 지도와 특허 지도 비교 |
| Feng et al., 2021 | LDA를 활용하여 비즈니스 모델 별 주제를 생성하고 GTM을 적용하여 역매핑 결과를 해석 | LDA + GTM | X |
| Teng et al., 2021 | PCA로 차원 축소를 먼저 진행한 후 GTM 기반 특허 지도를 생성 | PCA + GTM | 전문가 판단 |
| Jeong et al., 2015 | 특허 지도를 생성하고 Bass 모델로 새로운 특허의 출현을 예측하여 특허 로드맵 구축 | GTM + Bass diffusion model | 전문가 판단: 기술성, 시장성 지표 |
| Yoon and Magee, 2018 | 특허 지도를 생성 후 공백 노드에 대한 link prediction을 수행하여 기술 기회 발굴 | GTM + Link Prediction | 기간별 지도 생성 후 연결 여부 비교 |

03 연구 방법

연구 프레임워크

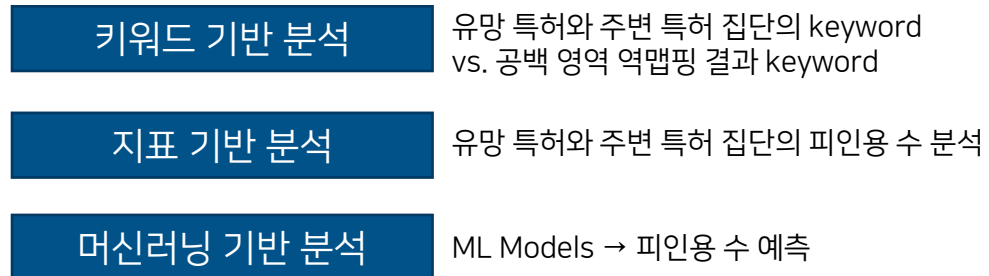
① 데이터 수집 및 전처리



② 공백 영역 도출



③ 공백 영역 유망성 평가



유망 공백 영역 정의

03 연구 방법

① 데이터 수집 및 전처리

- 특허 텍스트 벡터화
 - title + abstract 사용

| | keyword 1 | keyword 2 | keyword 3 | ... | keyword n |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----|-----------|
| patent 1 | | | | | |
| patent 2 | | | | | |
| patent 3 | | | | | |
| ⋮ | | | | | |
| patent m | | | | | |

✓ 전처리 과정

- 소문자화, 영어가 아닌 문자 삭제
- 불용어 제거
- Lemmatize → 명사(NN, NNP)만 추출
- Term Frequency 기준 상위 5% 단어를 keyword로 지정
- 추출된 keyword 에서 추가 불용어 제거
- TF-IDF 행렬을 통해 patent-keyword matrix 구축

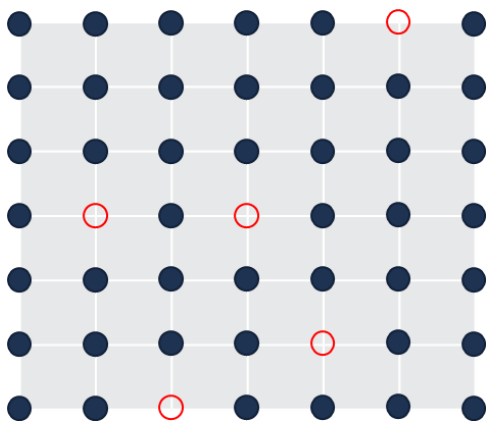
03 연구 방법

② 공백 영역 도출

- 차원 축소



- GTM 공백 영역 벡터 도출 [26]



reverse mapping

| | keyword 1 | keyword 2 | keyword 3 | ... | keyword n |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----|-----------|
| vacant 1 | | | | | |
| vacant 2 | | | | | |
| vacant 3 | | | | | |
| ⋮ | | | | | |
| vacant p | | | | | |

03 연구 방법

③ 공백 영역 유망성 평가

- 비교 집단 정의
 - 유망 특허 집단
 - ✓ 피인용 수(Forward Citation) 기준 상위 50개 특허를 유망 특허 집단으로 정의
 - 주변 특허 집단
 - ✓ 공백 영역 기준 한번에 도달할 수 있는 인접 특허를 주변 특허 집단으로 정의

- 공백 영역 역매핑 결과로 공백에 대한 문장 생성

| | keyword 1 | keyword 2 | keyword 3 | ... | keyword n |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----|-----------|
| vacant 1 | $v_{1,1}$ | $v_{1,2}$ | $v_{1,3}$ | ... | $v_{1,n}$ |
| vacant 2 | $v_{2,1}$ | $v_{2,2}$ | $v_{2,3}$ | ... | $v_{2,n}$ |
| vacant 3 | $v_{3,1}$ | $v_{3,2}$ | $v_{3,3}$ | ... | $v_{3,n}$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| vacant p | $v_{p,1}$ | $v_{p,2}$ | $v_{p,3}$ | ... | $v_{p,n}$ |

M_1 : mean value

$$\begin{cases} 1 & v_{p,n} > M_k \\ 0 & v_{p,n} < M_k \end{cases}$$



1인 keyword를 이어 붙여 vacant 에 대한 문장 생성

03 연구 방법

③ 공백 영역 유망성 평가

- 키워드 기반 분석
 - 집단 내 출현 빈도 기준으로 15% 이상 등장한 키워드만 활용
 - 유사도 계산: $Similarity(A, B) = \frac{A \cap B}{A \cup B}$
 - ✓ 유망 특허 집단 키워드 vs. 공백 영역 키워드
 - ✓ 주변 특허 집단 키워드 vs. 공백 영역 키워드
- 지표 기반 분석
 - 유망 특허 집단 피인용 수, 주변 특허 집단 피인용 수 비교 분석
- 머신러닝 기반 분석
 - 공백 영역의 피인용 수(Forward Citation) 값을 예측

| | patent text (title + abstract) | FC |
|----------|--------------------------------|----|
| patent 1 | ... | |
| patent 2 | ... | |
| patent 3 | ... | |
| ⋮ | ⋮ | |
| patent m | ... | |

ML models



| | vacant text | FC |
|----------|-----------------------------------|----|
| vacant 1 | keyword 1 keyword 2 ... keyword n | |
| vacant 2 | ... | |
| vacant 3 | ... | |
| ⋮ | ⋮ | |
| vacant k | ... | |

▶ 유망한 공백 영역 정의

04 실험 결과

① 데이터 수집 및 전처리

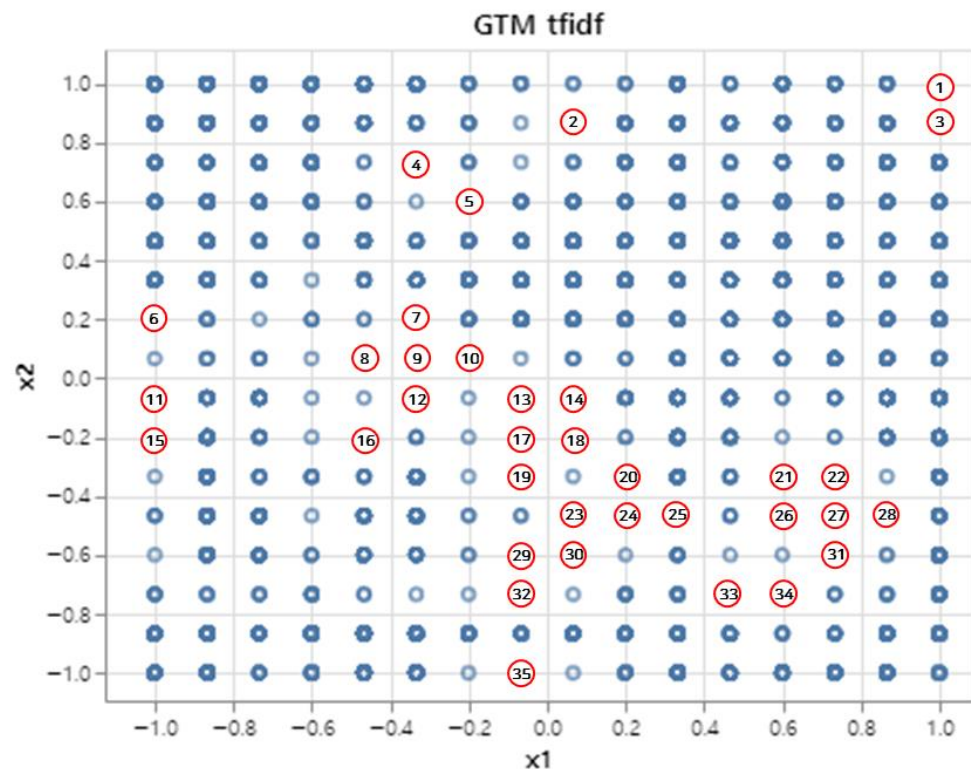
- 데이터 수집
 - 데이터 출처: USPTO (<https://www.uspto.gov/>)
 - ✓ Health care 산업과 관련된 특허를 수집 (검색 키워드: 'healthcare')
 - ✓ G16H - 의료 정보, 즉 의료 또는 건강 관리 데이터의 취급 또는 처리를 위해 특별히 채택 된 정보 및 통신 기술 [ICT]
 - ✓ 검색 조건 - Patent office: US, Language: English, Status: Grant, Type: Patent
 - ✓ 수집 기간: 2010.01.01 ~ 2019.12.31 (10년)
 - ✓ 수집 항목: patent number, patent date, patent type, patent title, patent abstract, forward citation number, forward citation date
 - ▶ 총 6,832개의 특허 수집
- 데이터 전처리
 - 비구조적 정보 벡터화
 - ✓ 전처리 과정을 거쳐 Term frequency 기준 상위 5% keyword 선정 → 312개의 keyword (추가적인 불용어 제거 후: 308개)
 - ▶ 6832 * 308 patent-keyword matrix

04 실험 결과

② 공백 영역 도출

- 특허 벡터 차원 축소
 - Truncated SVD 사용: 70%의 설명력을 가지도록 feature 축소
 - ▶ (6832, 308) → (6832, 138)

공백 영역 좌표 도출



| | x1 | x2 | | x1 | x2 | | x1 | x2 |
|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| vacant 1 | 1.0000 | 1.0000 | vacant 13 | -0.0667 | -0.0667 | vacant 25 | 0.3333 | -0.4667 |
| vacant 2 | 0.0667 | 0.8667 | vacant 14 | 0.0667 | -0.0667 | vacant 26 | 0.6000 | -0.4667 |
| vacant 3 | 1.0000 | 0.8667 | vacant 15 | -1.0000 | -0.2000 | vacant 27 | 0.7333 | -0.4667 |
| vacant 4 | -0.3333 | 0.7333 | vacant 16 | -0.4666 | -0.2000 | vacant 28 | 0.8667 | -0.4667 |
| vacant 5 | -0.2000 | 0.6000 | vacant 17 | -0.0667 | -0.2000 | vacant 29 | -0.0667 | -0.6000 |
| vacant 6 | -1.0000 | 0.2000 | vacant 18 | 0.0667 | -0.2000 | vacant 30 | 0.0667 | -0.6000 |
| vacant 7 | -0.3333 | 0.2000 | vacant 19 | -0.0667 | -0.3333 | vacant 31 | 0.7333 | -0.6000 |
| vacant 8 | -0.4666 | 0.0667 | vacant 20 | 0.2000 | -0.3333 | vacant 32 | -0.0667 | -0.7333 |
| vacant 9 | -0.3333 | 0.0667 | vacant 21 | 0.6000 | -0.3333 | vacant 33 | 0.4667 | -0.7333 |
| vacant 10 | -0.2000 | 0.0667 | vacant 22 | 0.7333 | -0.3333 | vacant 34 | 0.6000 | -0.7333 |
| vacant 11 | -1.0000 | -0.0667 | vacant 23 | 0.0667 | -0.4667 | vacant 35 | -0.0667 | -1.0000 |
| vacant 12 | -0.3333 | -0.0667 | vacant 24 | 0.2000 | -0.4667 | | | |

04 실험 결과

② 공백 영역 도출

■ 역 매핑을 통한 공백 영역 벡터 도출

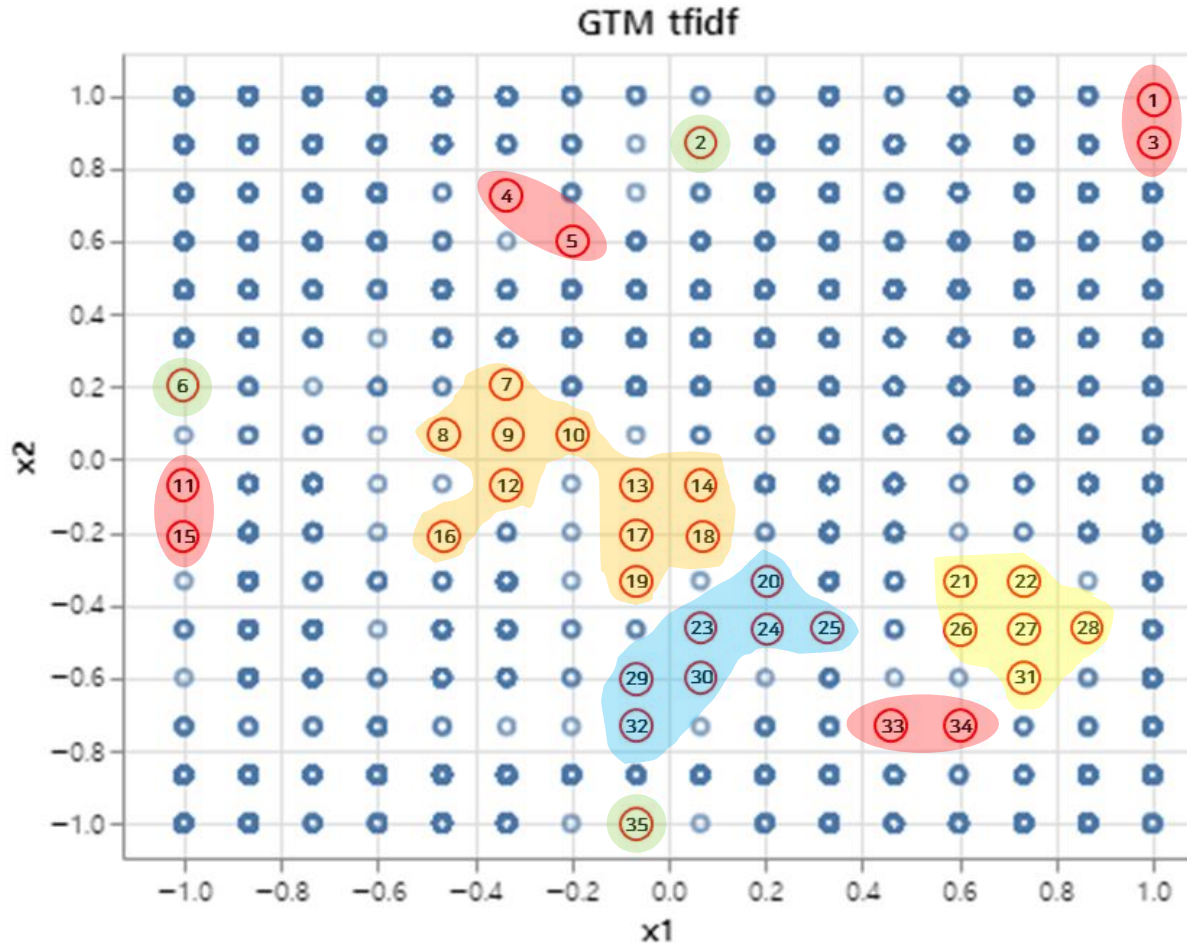
| vacant_number | access | accordance | account | acquisition | action | activity | adherence | administration | agent | alarm | alert | algorithm | amount | analysis | apparatus | application | area |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| vacant1 | -0.001327367 | -0.006431529 | 0.002929315 | 0.012216369 | 0.003905302 | 0.005058575 | 0.00378969 | 0.010199371 | 0.012538981 | 0.009441392 | 0.00792619 | 0.005147631 | 0.009316575 | 0.011258367 | 0.015400809 | 0.019224176 | 0.01278853 |
| vacant2 | 0.004548112 | -0.00044025 | 0.005281582 | 0.000920868 | 0.004130476 | 0.005378369 | -0.002701362 | -0.000122558 | 0.005141391 | 0.010012994 | 0.00385038 | -0.002695709 | 0.004423129 | 0.00379465 | 0.008460965 | 0.040119492 | 0.006972951 |
| vacant3 | -0.002099948 | -0.006429652 | 0.002081828 | 0.012198701 | 0.003260465 | 0.004218625 | 0.004281922 | 0.010333146 | 0.011821653 | 0.007877907 | 0.007372711 | 0.005654013 | 0.008683115 | 0.010751208 | 0.014162163 | 0.012752921 | 0.011768793 |
| vacant4 | 0.006624222 | 0.002128608 | 0.005804831 | -0.003930343 | 0.003858031 | 0.005034839 | -0.005201703 | -0.004469858 | 0.001560453 | 0.009363407 | 0.001786862 | -0.005767527 | 0.00196342 | 0.000305622 | 0.004777933 | 0.045372332 | 0.003897014 |
| vacant5 | 0.004902121 | 0.001275039 | 0.004500333 | -0.002337238 | 0.003088932 | 0.004029247 | -0.003712072 | -0.00284273 | 0.001797245 | 0.007494975 | 0.001736465 | -0.004068582 | 0.001938399 | 0.000792043 | 0.00435357 | 0.034992405 | 0.00356225 |
| vacant6 | 0.008282338 | 0.00641463 | 0.004699979 | -0.012057315 | 0.001899687 | 0.002502868 | -0.008220891 | -0.011403654 | -0.006081419 | 0.004633488 | -0.002943635 | -0.009706215 | -0.003614005 | -0.006692792 | -0.004250212 | 0.039031684 | -0.003608597 |
| vacant7 | 0.003533316 | 0.002136118 | 0.002414245 | -0.004001029 | 0.001278197 | 0.001674408 | -0.003232403 | -0.003934654 | -0.001309394 | 0.003108295 | -0.000427469 | -0.003741616 | -0.000570897 | -0.001723396 | -0.000177578 | 0.019482457 | -0.000182702 |
| vacant8 | 0.003710254 | 0.002993441 | 0.002023767 | -0.005629472 | 0.00075762 | 0.0010001 | -0.003737569 | -0.00529423 | -0.002980841 | 0.001849758 | -0.00148403 | -0.004427795 | -0.001812797 | -0.003224137 | -0.002230506 | 0.016919875 | -0.001887413 |
| vacant9 | 0.002760735 | 0.002137995 | 0.001566757 | -0.004018698 | 0.000633359 | 0.000834458 | -0.002740171 | -0.003800878 | -0.002026722 | 0.001544811 | -0.000980948 | -0.003235233 | -0.001204358 | -0.002230555 | -0.001416224 | 0.013011202 | -0.001202439 |
| vacant10 | 0.001811216 | 0.00128255 | 0.001109748 | -0.002407924 | 0.000509098 | 0.000668816 | -0.001742772 | -0.002307526 | -0.001072603 | 0.001239864 | -0.000477865 | -0.002042671 | -0.000595919 | -0.001236974 | -0.000601942 | 0.00910253 | -0.000517466 |
| vacant11 | 0.006736596 | 0.006418386 | 0.003004369 | -0.012092665 | 0.000609528 | 0.000822337 | -0.007236056 | -0.011136002 | -0.007516612 | 0.001505346 | -0.004051008 | -0.008693069 | -0.004881401 | -0.007707491 | -0.006728432 | 0.026084319 | -0.005648837 |
| vacant12 | 0.001987574 | 0.002139874 | 0.000718634 | -0.004036379 | -1.20E-05 | -6.12E-06 | -0.002247569 | -0.003667002 | -0.002744587 | -1.98E-05 | -0.001534842 | -0.002728471 | -0.001838293 | -0.002738095 | -0.002655799 | 0.006535092 | -0.002222942 |
| vacant13 | 8.85E-05 | 0.000428983 | -0.000195385 | -0.000814832 | -0.000260484 | -0.000337407 | -0.000252772 | -0.000680298 | -0.00083635 | -0.000629741 | -0.000528677 | -0.000343347 | -0.000621416 | -0.000750933 | -0.001027234 | -0.001282253 | -0.000852995 |
| vacant14 | -0.000861696 | -0.000427104 | -0.000652738 | 0.00079715 | -0.000384838 | -0.000503173 | 0.000745374 | 0.000814174 | 0.000118484 | -0.000934917 | -2.52E-05 | 0.00085011 | -1.25E-05 | 0.000243393 | -0.000212341 | -0.005193857 | -0.000167508 |
| vacant15 | 0.005964014 | 0.006420263 | 0.002156881 | -0.012110333 | -3.53E-05 | -1.76E-05 | -0.006743824 | -0.011002226 | -0.00823394 | -5.81E-05 | -0.004604487 | -0.008186687 | -0.005514862 | -0.008214651 | -0.007967077 | 0.019613064 | -0.006668575 |
| vacant16 | 0.002164512 | 0.002997197 | 0.000328156 | -0.005664821 | -0.000532539 | -0.000680431 | -0.002752734 | -0.005026578 | -0.004416034 | -0.001278384 | -0.002591403 | -0.00341465 | -0.003080193 | -0.004238836 | -0.004708726 | 0.00397251 | -0.003927653 |
| vacant17 | -0.000684046 | 0.00043086 | -0.001042873 | -0.0008325 | -0.000905321 | -0.001177357 | 0.00023946 | -0.000546522 | -0.001553677 | -0.002193225 | -0.001082156 | 0.000163036 | -0.001254876 | -0.001258092 | -0.002265879 | -0.007753508 | -0.001872733 |
| vacant18 | -0.001634278 | -0.000425227 | -0.001500225 | 0.000779482 | -0.001029675 | -0.001343124 | 0.001237607 | 0.00094795 | -0.000598843 | -0.002498401 | -0.000578696 | 0.001356492 | -0.000645981 | -0.000263766 | -0.001450986 | -0.011665112 | -0.001187245 |
| vacant19 | -0.001456627 | 0.000432738 | -0.00189036 | -0.000850168 | -0.001550159 | -0.002017308 | 0.000731693 | -0.000412746 | -0.002271005 | -0.00375671 | -0.001635634 | 0.000669418 | -0.001888337 | -0.001765252 | -0.003504525 | -0.014224763 | -0.00289247 |
| vacant20 | -0.003356378 | -0.001278795 | -0.002804723 | 0.002372587 | -0.001798773 | -0.002348716 | 0.002727237 | 0.002575078 | -0.000362052 | -0.004366833 | -0.000629092 | 0.003055437 | -0.000671002 | 0.000222656 | -0.001875349 | -0.02204504 | -0.001522009 |
| vacant21 | -0.006205649 | -0.003845774 | -0.004176095 | 0.007206117 | -0.002171649 | -0.002845767 | 0.00572018 | 0.007056254 | 0.00250102 | -0.005281903 | 0.000880532 | 0.006634017 | 0.001154771 | 0.003204144 | 0.000568108 | -0.03377399 | 0.000533425 |
| vacant22 | -0.007155168 | -0.004701219 | -0.004633105 | 0.008816891 | -0.00229591 | -0.003011409 | 0.006717578 | 0.008549606 | 0.003455139 | -0.00558685 | 0.001383614 | 0.007826579 | 0.00176321 | 0.004197725 | 0.001382391 | -0.037682662 | 0.001218398 |
| vacant23 | -0.00318002 | -0.000421471 | -0.003195836 | 0.000744132 | -0.002319834 | -0.003023654 | 0.002222441 | 0.001215602 | -0.002034036 | -0.005626543 | -0.001686069 | 0.002369638 | -0.001913377 | -0.001278465 | -0.003929206 | -0.024612477 | -0.003227486 |
| vacant24 | -0.004129539 | -0.001276917 | -0.003652846 | 0.002354906 | -0.002444095 | -0.003189297 | 0.003219839 | 0.002708954 | -0.001079917 | -0.00593149 | -0.001182986 | 0.003562199 | -0.001304938 | -0.000284884 | -0.003114924 | -0.02852115 | -0.002542512 |
| vacant25 | -0.005079059 | -0.002132362 | -0.004109856 | 0.00396568 | -0.002568355 | -0.003354939 | 0.004217237 | 0.004202306 | -0.000125799 | -0.006236438 | -0.000679904 | 0.004754761 | -0.000696499 | 0.000708697 | -0.002300642 | -0.032429822 | -0.001857539 |
| vacant26 | -0.00697881 | -0.003843895 | -0.005024218 | 0.007188435 | -0.00281697 | -0.003686347 | 0.006212782 | 0.00719013 | 0.001783155 | -0.006846561 | 0.000326638 | 0.00714078 | 0.000520835 | 0.002696605 | -0.000671466 | -0.040250099 | -0.000487078 |
| vacant27 | -0.007928329 | -0.004699341 | -0.005481228 | 0.008799209 | -0.002941231 | -0.00385199 | 0.00721018 | 0.008683482 | 0.002737273 | -0.007151508 | 0.00082972 | 0.008333341 | 0.001129274 | 0.003690186 | 0.000142816 | -0.044158772 | 0.000197896 |
| vacant28 | -0.008878561 | -0.005555428 | -0.00593858 | 0.010411191 | -0.003065585 | -0.004017756 | 0.008208327 | 0.010177954 | 0.003692108 | -0.007456683 | 0.00133318 | 0.009526798 | 0.00173817 | 0.004684512 | 0.000957709 | -0.048070376 | 0.000883383 |
| vacant29 | -0.00300237 | 0.000436494 | -0.003585971 | -0.000885518 | -0.002840318 | -0.003697838 | 0.001716527 | -0.000145094 | -0.003706198 | -0.006884852 | -0.002743007 | 0.001682564 | -0.003155733 | -0.002779951 | -0.005982745 | -0.027172128 | -0.004932711 |
| vacant30 | -0.003952601 | -0.000419594 | -0.004043324 | 0.000726464 | -0.002964672 | -0.003863605 | 0.002714674 | 0.001349378 | -0.002751363 | -0.007190028 | -0.002239547 | 0.00287602 | -0.002546838 | -0.001785624 | -0.005167852 | -0.031083732 | -0.004247223 |
| vacant31 | -0.008700911 | -0.004697463 | -0.006328715 | 0.008781541 | -0.003586068 | -0.00469194 | 0.007702413 | 0.008817258 | 0.002019946 | -0.008714992 | 0.000276242 | 0.008839724 | 0.000495814 | 0.003183026 | -0.00109583 | -0.050630027 | -0.000821842 |
| vacant32 | -0.003774951 | 0.000438371 | -0.004433459 | -0.000903187 | -0.003485155 | -0.004537789 | 0.00220876 | -1.13E-05 | -0.004423525 | -0.008448337 | 0.003296486 | 0.002188946 | -0.003789193 | -0.00328711 | -0.007221391 | -0.033643383 | -0.005952448 |
| vacant33 | -0.007574453 | -0.002984695 | -0.006262183 | 0.005542325 | -0.003982385 | -0.005200606 | 0.006199849 | 0.00596433 | -0.000605619 | -0.009668583 | -0.001283402 | 0.006960983 | -0.001354525 | 0.000688705 | -0.00396304 | -0.049283937 | -0.003211527 |
| vacant34 | -0.008523973 | -0.00384014 | -0.006719193 | 0.007153099 | -0.004106645 | -0.005366248 | 0.007197247 | 0.007457682 | 0.0003485 | -0.00997353 | -0.00078032 | 0.008153545 | -0.000746086 | 0.001682286 | -0.003148757 | -0.053192609 | -0.002526553 |
| vacant35 | -0.005320693 | 0.000442127 | -0.006129069 | -0.000938537 | -0.004775314 | -0.006218319 | 0.003193594 | 0.000256334 | -0.005858718 | -0.011576479 | -0.004403859 | 0.003202092 | -0.00505659 | -0.004301809 | -0.009699611 | -0.046590747 | -0.007992689 |

04 실험 결과

② 공백 영역 도출

■ 공백 정의

- 도출된 공백 영역 하나하나를 vacant, 인접 공백 영역을 하나로 묶은 집단을 VA(Vacant Area)로 정의



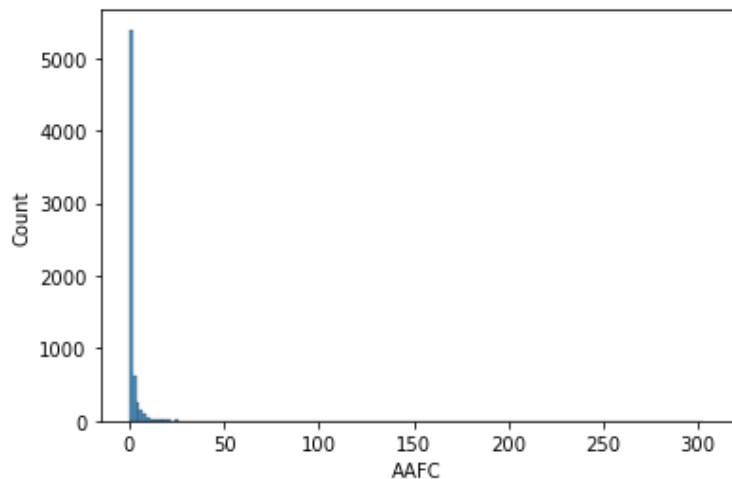
공백 영역 (Vacant Area) 구분

- VA1 - vacant 1, vacant 3
- VA2 - vacant 2
- VA3 - vacant 4, vacant 5
- VA4 - vacant 6
- VA5 - vacant 7, vacant 8, vacant 9, vacant 10, vacant 12, vacant 13, vacant 14, vacant 16, vacant 17, vacant 18, vacant 19
- VA6 - vacant 11, vacant 15
- VA7 - vacant 20, vacant 23, vacant 24, vacant 25, vacant 29, vacant 30, vacant 32
- VA8 - vacant 21, vacant 22, vacant 26, vacant 27, vacant 28, vacant 31
- VA9 - vacant 33, vacant 34
- VA10 - vacant 35

04 실험 결과

③ 공백 영역 유망성 평가

■ 피인용 수 분포



count 6832.000000
mean 2.194672
std 10.407135
min 0.000000
25% 0.000000
50% 0.000000
75% 1.000000
max 303.000000

| 피인용 수 | 특허 수 |
|-------|-------|
| 0 | 4,595 |
| 1 | 800 |
| 2 | 399 |
| 3 | 214 |
| 4 | 138 |
| 5 이상 | 686 |
| 합계 | 6,832 |

- 특허의 출원연도를 기준으로 5년 이내 피인용수만 활용
- 피인용수가 50 이상(상위 50개)인 특허를 유망 특허, 나머지를 유망하지 않은 특허로 정의

| 피인용 수 | 유망하지 않은 특허 (0) | 유망 특허 (1) |
|-------|------------------|--------------|
| | 6,782 개 (99.27%) | 50 개 (0.73%) |

04 실험 결과

③ 공백 영역 유망성 평가

- 키워드 기반 분석
 - system, method, device, patient, information 은 범용적으로 나타나는 단어임

| | 키워드 | 설명 |
|-------------------|---|------------------------------|
| 유망 특허 (상위 50개) | system, device, method, patient, information, time , user, processor, sensor , interface , location, monitor , instruction, memory , display , computer | 대상의 측정, 검사와 관련된 기술 |
| VA 1 주변 특허 (134개) | image , method, system, device, information, processing, patient, plurality, display | 이미지 송출과 관련된 기술 |
| VA 2 주변 특허 (19개) | unit , information, method, system, application , measurement , processing, apparatus, time, device, display, user, health, program, part , request, response, server, computer, collection, parameter, care, classification, period, acquisition, communication, process | 부품, 단위, 측정과 관련된 기술 |
| VA 3 주변 특허 (32개) | sensor , method, application , system, patient, device, apparatus , computer, monitoring , plurality, time, condition, record, user, unit, embodiment, information, parameter, processor, control, function, measurement | 대상의 모니터링과 관련된 소프트웨어, 하드웨어 기술 |
| VA 4 주변 특허 (44개) | information , system, method, user, device, apparatus, computer, embodiment , interface , identification , plurality, processing, processor, program, medium, unit | 정보를 전달하는 기기에 사용되는 기술 |
| VA 5 주변 특허 (84개) | sensor , device, system, method, event, information, monitoring , patient, user, condition, apparatus , example, drug , communication, health, plurality | 대상을 모니터링하고 투약을 결정하는 기술 |
| VA 6 주변 특허 (33개) | medication , information, system, method, device, patient, container , prescription , computer, access, identification, plurality, storage, user, time, process, machine, monitoring, image, apparatus | 약물, 투약, 처방 등에 관한 기술 |
| VA 7 주변 특허 (73개) | event , method, system, patient, information, device, risk , time , treatment , plurality, monitoring, embodiment, detection | 구체적인 질병 case를 포착하는 기술 |
| VA 8 주변 특허 (28개) | method, patient, system, blood , model, event, image, computer, flow, measurement, vessel , device, information, response, treatment, plurality, interest, measure, level | 혈액 검사와 같은 검사 방법 관련 기술 |
| VA 9 주변 특허 (29개) | patient , risk , method, system, model, health, plurality, care, condition, event, level, management, record , machine, disease, monitoring, score, determine , time, prediction , information, computer, assessment | 환자의 위험관리, 처방, 진단과 관련된 기술 |
| VA 10 주변 특허 (10개) | risk , treatment , method, patient, system, assessment, blood, device, level, monitoring, term, condition, invention , assistance , control, platform , recommendation , technique, time, decision , probability, result, embodiment, marker, sample, use, combination, diagnosis | 진단과 치료를 결정하는 데 도움을 주는 기술 |

04 실험 결과

③ 공백 영역 유망성 평가

키워드 기반 분석

| 공백 영역 | 유망 특허 집단과의 유사도 | 주변 특허 집단과의 유사도 |
|-------|----------------|----------------|
| VA 1 | 0.0432 | 0.0217 |
| VA 2 | 0.0632 | 0.0853 |
| VA 3 | 0.0645 | 0.0773 |
| VA 4 | 0.0777 | 0.0673 |
| VA 5 | 0.0519 | 0.0519 |
| VA 6 | 0.0976 | 0.1190 |
| VA 7 | 0.0339 | 0.0465 |
| VA 8 | 0.0345 | 0.0565 |
| VA 9 | 0.0264 | 0.0833 |
| VA 10 | 0.0000 | 0.1475 |

전체적으로 낮은 유사도를 보이지만 이는 공백 영역 키워드 문장이 실제 공백에서 추출된 것이 아니라 가상으로 생성되었기 때문임

- VA 6 ▶ 유망 특허와 비슷하며 주변 특허와도 비슷한 영역
 - ✓ 유망 특허와 유사도가 가장 높음
 - ✓ 주변 특허와 유사도는 두번째로 높음
- VA 10
 - ✓ 주변 특허와 유사도가 가장 높지만 유망 특허와 전혀 유사하지 않음
- VA 2
 - ✓ 유망 특허와 유사도가 네번째로 높음
 - ✓ 주변 특허와의 유사도 또한 세번째로 높음
- VA 3
 - ✓ 유망 특허와 유사도가 세번째로 높음
 - ✓ 주변 특허와의 유사도는 보통 정도임 (5번째로 높음)
- VA 4
 - ✓ 유망 특허와 유사도가 두번째로 높으나 주변 특허와는 유사도가 낮은 편임 (6번째로 높음)

04 실험 결과

③ 공백 영역 유망성 평가

- 지표 기반 분석
 - 피인용 수 분포

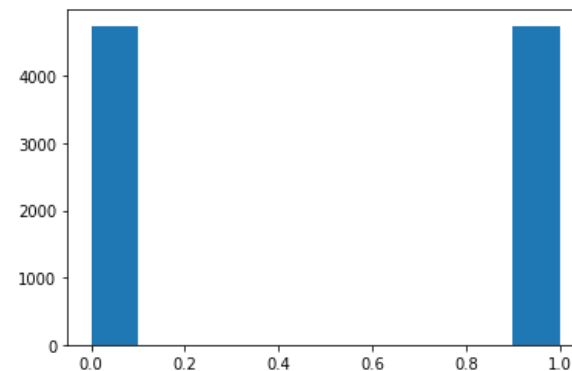
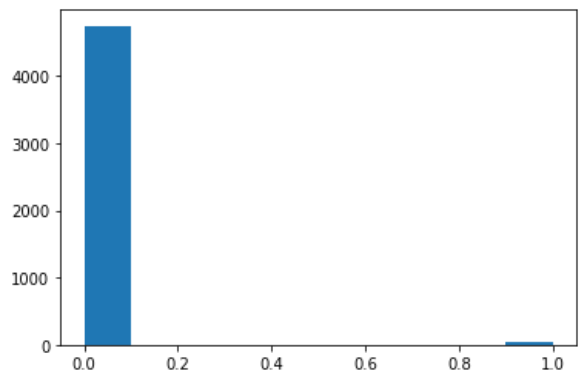
| | Mean | Std | Min | 0.25 | 0.50 | 0.75 | Max |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 유망 특허 (상위 50개) | 94.18 | 61.94 | 50.00 | 54.00 | 67.00 | 114.25 | 303.00 |
| VA 1 주변 특허 (134개) | 0.91 | 2.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 21.00 |
| VA 2 주변 특허 (19개) | 1.11 | 2.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 |
| VA 3 주변 특허 (32개) | 2.69 | 5.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 18.00 |
| VA 4 주변 특허 (44개) | 0.55 | 1.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.00 |
| VA 5 주변 특허 (84개) | 1.81 | 5.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 31.00 |
| VA 6 주변 특허 (33개) | 0.94 | 2.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 12.00 |
| VA 7 주변 특허 (73개) | 1.82 | 6.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 55.00 |
| VA 8 주변 특허 (28개) | 4.86 | 13.22 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.25 | 52.00 |
| VA 9 주변 특허 (29개) | 2.83 | 10.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 55.00 |
| VA 10 주변 특허 (10개) | 0.90 | 1.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.75 | 4.00 |

- VA 8
 - ✓ 주변 특허의 피인용 수가 가장 높음
 - ✓ 그러나, VA 8은 주변 특허와의 키워드 유사도는 낮은 편임 (10개의 공백 영역 중 6번째로 높음)
- VA 7, VA 9
 - ✓ 피인용 수가 극단적으로 높은 이상치 특허가 존재함

04 실험 결과

③ 공백 영역 유망성 평가

- 머신러닝 기반 분석
 - 전체 특허 수: 6,832개
 - ✓ train - 전체 특허 벡터의 70% 를 train set 으로 설정 → 4,782개
 - ✓ validation - 전체 특허 벡터의 30% 를 validation set 으로 설정 → 2,050개
 - train set 에 대해 SMOTE (k=3) 를 사용하여 oversampling 진행



| train set (4,782) | 0 (Non-promising) | 1 (Promising) |
|---------------------------|-------------------|---------------|
| | 4,745 | 37 |
| validation set (2,050) | 0 (Non-promising) | 1 (Promising) |
| | 2,037 | 13 |

| train set (4,782) | 0 (Non-promising) | 1 (Promising) |
|---------------------------|-------------------|---------------|
| | 4,745 | 4,745 |
| validation set (2,050) | 0 (Non-promising) | 1 (Promising) |
| | 2,037 | 13 |

04 실험 결과

③ 공백 영역 유망성 평가

- 머신러닝 기반 분석
 - 모델 학습

| | | Accuracy | Precision | Recall | F1-score | AUROC |
|------------------------|-----|----------|-----------|--------|----------|--------|
| Logistic Regression | 비유망 | 0.7766 | 0.9950 | 0.7791 | 0.8739 | 0.5819 |
| | 유망 | | 0.0110 | 0.3846 | 0.0214 | |
| Naïve Bayes | 비유망 | 0.8902 | 0.9940 | 0.8949 | 0.9419 | 0.5244 |
| | 유망 | | 0.0093 | 0.1538 | 0.0175 | |
| Support Vector Machine | 비유망 | 0.9927 | 0.9937 | 0.9990 | 0.9963 | 0.4995 |
| | 유망 | | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| BERT | 비유망 | 0.9932 | 0.9937 | 0.9995 | 0.9966 | 0.4998 |
| | 유망 | | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |

- 전체적인 정확도는 높은 편이지만 유망한 것을 유망하다고 예측하는 성능이 현저히 떨어짐 (오버샘플링에서 발생한 과적합)
- 정확도 기준으로 보았을 때, 딥러닝 기반 모델인 BERT가 가장 높은 정확도를 띄지만, 검증 데이터가 불균형하기 때문에 좋은 성능이라고 할 수 없음
- AUROC 기준으로 보았을 때, Logistic Regression이 가장 높은 값을 보이지만, 이는 random 하게 예측하는 값인 0.5와 별로 큰 차이가 나지 않음

▶ 일반적으로 유망 기술의 분석에서는 텍스트 문서 뿐만 아니라 출원인, 패밀리 특허 수, 청구항 특징 등을 종합적으로 활용

▶ 근본적으로 공백 영역의 문장은 GTM 역매핑 결과를 이용하여 가상으로 생성된 문장이기 때문에 주요한 키워드만 포함되어 있으나 유망 특허 집단의 문장은 실제 해당 특허로부터 도출되었기 때문에 전체 키워드를 포함하고 있음. 따라서, 이 두 가지를 사용하여 공백의 유망성을 예측하기에 한계가 있음

04 실험 결과

③ 공백 영역 유망성 평가

- 머신러닝 기반 분석

- 유망 예측 공백 영역

- Logistic Regression

- ✓ VA 3 - vacant 4

- ✓ VA 4 - vacant 6

- ✓ VA 5 - vacant 7, vacant 8, vacant 9, vacant 10, vacant 12, vacant 13, vacant 16, vacant 17

- ✓ VA 6 - vacant 11, vacant 15

- Naïve Bayes: 35개의 공백 영역 모두 유망하지 않다 예측

- SVM: 35개의 공백 영역 모두 유망하지 않다 예측

- BERT

- ✓ VA 3 - vacant 5

- ✓ VA 5 - vacant 9, vacant 10, vacant 12

- ✓ VA 7 - vacant 24, vacant 29

- ✓ VA 8 - vacant 22, vacant 31

- ▶ VA 3과 VA 5는 비슷한 키워드 분포를 가지고 있음 (sensor가 상위에 위치함)

- ▶ 유망 특허와 유사도가 높은 VA 6이 유망하다고 예측됨

- ▶ 주변 특허의 피인용 수가 높은 VA 8 또한 유망하다고 예측됨

04 실험 결과

③ 공백 영역 유망성 평가

■ 분석 결과 비교

| | 분석 결과 |
|------------|---|
| 키워드 기반 분석 | 유망 특허와 유사도가 높은 영역 - VA 6, VA 4, VA 3 , VA 2, VA 5 주변 특허와 유사도가 높은 영역 - VA 10, VA 6, VA 2, VA 9, VA 3 |
| 지표 기반 분석 | 주변 특허의 피인용 수가 높은 영역 - VA 8, VA 9, VA 3 , VA 7, VA 5 |
| 머신러닝 기반 분석 | Logistic Regression 유망 예측 영역 - VA 3 , VA 4, VA 5 , VA 6 BERT 유망 예측 영역 - VA 3 , VA 5 , VA 7, VA 8 |

- 전체적으로 등장한 VA 3과 VA 5는 두 영역의 주변 특허의 키워드의 분포가 비슷하며 이 영역에서 등장하는 키워드들은 유망 특허 집단의 키워드에서도 등장함을 알 수 있음
- VA 3 주변 특허 집단 : **sensor**, method, **application**, system, patient, device, **apparatus**, computer, **monitoring**, plurality, time, condition, record, user, unit, embodiment, information, parameter, processor, control, function, measurement
- VA 5 주변 특허 집단: **sensor**, device, system, method, event, information, **monitoring**, patient, user, condition, **apparatus**, example, **drug**, communication, health, plurality

04 실험 결과

③ 공백 영역 유망성 평가

■ 분석 결과 비교

- VA 3 주변 특허 예시

| 특허 번호 | 제목 |
|----------|---|
| 8667290 | Efficient, high volume digital signature system for medical and business applications |
| 9173567 | Triggering user queries based on sensor inputs |
| 9339193 | Physiological adaptability system with multiple sensors |
| 10172593 | Pregnancy state monitoring |
| 10182763 | Intelligent assistive mobility device |

▶ 센서를 통해 환자의 상태를 파악하고 입력 값을 다양화하거나, 사용자들의 질의응답을 자동화 시켜 헬스케어 시스템의 효율성을 높이는 소프트웨어 및 하드웨어 전반에 대한 기술

- VA 5 주변 특허 예시

| 특허 번호 | 제목 |
|----------|--|
| 9412369 | Automated adverse drug event alerts |
| 10582881 | Sensor system and method for determining a breathing type |
| 10950335 | Health tracking device |
| 11076932 | Wireless sensor and monitored patient association system and method |
| 11185281 | System and method for delivering sensory stimulation to a user based on a sleep architecture model |

▶ 체계적으로 환자 투약 및 건강정보를 모니터링 하고 이를 바탕으로 의료기관에 자동 연계하여 위험을 감지하는 서비스 및 기술

05 결론

연구 요약

- GTM 특허 지도를 통해 공백 기술 영역을 발굴하고 해당 공백 기술 영역이 유망한지 그렇지 않은지에 대한 평가를 통해 추후 개발이 필요한 기술 영역을 제시함

연구 의의

- 공백 추출에 초점을 맞춘 이전 연구에서 더 나아가 공백의 유망성을 평가함
 - 공백의 유망성 평가를 제한적으로 시도한 이전 연구들은 전문가의 판단과 같은 정성적인 방법 또는 주변 특허의 지표 활용 및 기간별 지도 비교를 수행함
 - 본 연구에서는 GTM 역매핑 결과를 가지고 키워드 기반 분석, 지표 기반 분석, 머신러닝 기반 분석을 통해 종합적인 평가를 수행함
- 이를 통해, 잠재적 기술 기회를 발굴함에 있어 중요한 시사점을 제공할 수 있음

연구 한계

- 특정 산업을 중심으로 진행되기 때문에 추후 방법론의 적용 범위를 넓히는 것이 필요함
- 특허 벡터는 희소 행렬(Sparse matrix) 이기 때문에 차원 축소 시 정보의 손실이 존재함
 - 본 연구에서는 Truncated SVD 를 활용하여 차원 축소를 진행함
 - 추후 정보의 손실을 최소화 할 수 있는 방법을 고안하는 것이 필요함
- 특허의 피인용수가 높은 기술이 유망하다고 가정하고 분석함
 - 기술의 유망성을 평가하는 데에는 다양한 지표가 활용될 수 있기 때문에 추후 이를 반영한 심층적인 분석을 할 수 있음
- 예측된 유망 공백 영역에 대한 검증이 부족함
 - 머신러닝 모델을 사용하였지만 모델의 성능이 높지 않음
 - 제한된 정보로 인해 임의로 생성된 문장에 대한 예측 결과이기 때문임, 추후 이를 극복할 방안을 고려하는 것이 필요함

참고문헌

- [1] 김혜인, 박인채, 윤병운. (2017). 특허분석을 통한 ICT 분야 공백기술영역 도출 방법론 개발. 대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집, 2703-2733.
- [2] 안세희. (2022). "글로벌 헬스케어 서비스 시장 동향과 주요 핵심 기술/제도이슈", 한국바이오경제연구센터, 제 140호, p.1-2.
- [3] 전상규. (2021). 특허 네트워크 분석을 통한 기술융합 및 융합기술의 확산 연구-디지털 데이터 처리 기술 중심으로. 지식재산연구, 16(4), 161-202.
- [4] 전성해, 박상성, 신영근, 장동식, 정호석. (2010). 자기조직화지도와 매트릭스분석을 이용한 특허분석시스템의 공백기술 예측. 한국콘텐츠학회논문지, 10(2), 462-480.
- [5] 전성해. (2011). 양상불모형을 이용한 공백기술예측. 한국지능시스템학회 논문지, 21(3), 341-346.
- [6] 조우진, 이성주. (2021). 기술의 발전가능성 판단을 위한 클러스터 기반 유망기술 추출 연구. 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 633-638.
- [7] Kwon, U., & Geum, Y. (2020). Identification of promising inventions considering the quality of knowledge accumulation: A machine learning approach. Scientometrics, 125(3), 1877-1897.
- [8] Bishop, C. M., & Svensén, M. C. K. I. Williams. (1998). GTM: the generative topographic mapping. Neural Computing and Application, 10(1), 215-234.
- [9] Breitzman, A., & Thomas, P. (2015). The emerging clusters model: a tool for identifying emerging technologies across multiple patent systems. Research policy, 44(1), 195-205.
- [10] Cho, T. S., & Shih, H. Y. (2011). Patent citation network analysis of core and emerging technologies in Taiwan: 1997-2008. Scientometrics, 89(3), 795-811.
- [11] Cho, Y., Han, Y. J., Hwang, J., Yu, J., Kim, S., Lee, C., Lee, S., & Yi, K. P. (2021). Identifying Technology Opportunities for Electric Motors of Railway Vehicles with Patent Analysis. Sustainability, 13(5):2424.
- [12] Chung, P., & Sohn, S. Y. (2020). Early detection of valuable patents using a deep learning model: Case of semiconductor industry. Technological Forecasting and Social Change, 158, 120146.
- [13] Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., & Harshman, R. (1990). Indexing by latent semantic analysis. Journal of the Association for Information Science and Technology, 41, 391-407.
- [14] Feng, J., Liu, Z., & Feng, L. (2021). Identifying opportunities for sustainable business models in manufacturing: Application of patent analysis and generative topographic mapping. Sustainable production and consumption, 27, 509-522.
- [15] Gerken, J. M., & Moehrle, M. G. (2012). A new instrument for technology monitoring: novelty in patents measured by semantic patent analysis. Scientometrics, 91(3), 645-670.
- [16] Global Industry Analysts (2020) , "Digital Health: Global Market Trajectory&Analytics," accessed on June 9.
- [17] Jeong, S., & Yoon, B. (2011). Exploring an essential patent through a GTM-based standard map. First International Technology Management Conference, 723-730.
- [18] Jeong, S., & Yoon, B. (2013). A Systemic Approach to Exploring an Essential Patent Linking Standard and Patent Maps: Application of Generative Topographic Mapping (GTM). Engineering Management Journal, 25:1, 48-57.
- [19] Jeong, Y., Lee, K., Yoon, B., & Phaal, R. (2015). Development of a patent roadmap through the Generative Topographic Mapping and Bass diffusion model. Journal of Engineering and Technology Management, 38, 53-70.
- [20] Joung, J., & Kim, K. (2017). Monitoring emerging technologies for technology planning using technical keyword based analysis from patent data. Technological Forecasting and Social Change, 114, 281-292.
- [21] Kim, G., Park, S. S., & Jang, D. (2015). Technology Forecasting using Topic-Based Patent Analysis. Journal of Scientific & Industrial Research, 74, 265-270.
- [22] Kim, J., & Lee, C. (2017). Novelty-focused weak signal detection in futuristic data: Assessing the rarity and paradigm unrelatedness of signals. Technological Forecasting and Social Change, 120, 59-76.

Reference

- [23] Kim, Y., Suh, J., & Park, S. (2008). Visualization of patent analysis for emerging technology. *Expert Systems with Applications*, 34(3), 1804-1812.
- [24] Lee, C., Kang, B., & Shin, J. (2015). Novelty-focused patent mapping for technology opportunity analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 355-365.
- [25] Lee, C., Kwon, O., Kim, M., & Kwon, D. (2018). Early identification of emerging technologies: A machine learning approach using multiple patent indicators. *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 291-303.
- [26] Lee, S., Yoon, B., & Park, Y. (2009). An approach to discovering new technology opportunities: Keyword-based patent map approach. *Technovation*, 29(6-7), 481-497.
- [27] Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. (2015). What is an emerging technology?. *Research policy*, 44(10), 1827-1843.
- [28] Son, C., Suh, Y., Jeon, J., & Park, Y. (2012). Development of a GTM-based patent map for identifying patent vacuums. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 2489-2500.
- [29] Teng, F., Sun, Y., Chen, F., Qin, A., & Zhang, Q. (2021). Technology opportunity discovery of proton exchange membrane fuel cells based on generative topographic mapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 169, 120859.
- [30] Wu, F., Mi, L., Li, X., Huang, L., & Tong, Y. (2018). Identifying potential standard essential patents based on text mining and generative topographic mapping. *2018 IEEE International Symposium on Innovation and Entrepreneurship (TEMS-ISIE)*, 1-9.
- [31] Yoon, B., & Park, Y. (2005). A systematic approach for identifying technology opportunities: Keyword-based morphology analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(2), 145-160.
- [32] Yoon, B., Yoon, C., & Park, Y. (2002). On the development and application of a self-organizing feature map-based patent map. *R&D Management*, 32(4), 291-300.
- [33] Yoon, B., & Magee, Christopher L. (2018). Exploring technology opportunities by visualizing patent information based on generative topographic mapping and link prediction. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 105-117.
- [34] Yoon, J., & Kim, K. (2011). Identifying rapidly evolving technological trends for R&D planning using SAO-based semantic patent networks. *Scientometrics*, 88(1), 213-228.
- [35] Zhu, D., & Porter, A.L. (2002). Automated extraction and visualization of information for technological intelligence and forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 69, 495-506.