

네트워크 분석을 활용한 국내 지문인식연구의 동향분석

정진효* 이창무**

요약

보안을 위한 기술들은 꾸준히 발전하고 점점 다양화되고 있다. 국내에서 이러한 흐름에 걸 맞는 보안기술들 중 하나로 지문인식을 꼽을 수 있다. 지문인식역시 꾸준히 성장하고 있는 분야로 많은 연구자들의 관심을 받고 있으며 다양한 분야와 장비들에 적용되어 보안기술로서 착실히 성장하고 있다. 관련 논문들 역시 증가하고 있으며 이는 지문인식 기술 분야의 발전을 이룩한 토대가 되어왔다. 하지만 대부분의 논문들은 기술발전과 적용을 위한 연구에 치중되어 있고 지문인식의 전체적인 흐름을 파악하고 현재까지 이룩된 연구 성과들을 객관적으로 제시해주는 연구는 소수에 불과하다.

지문인식 연구동향 관련 논문들은 대체로 시장 현황, 특허 현황, 기술 현황, 적용 현황과에 집중되어 있다. 출간된 논문들을 대상으로 지문인식관련 연구들이 어떤 식으로 이루어져 왔는지를 파악한 연구는 전무하다고 할 수 있다. 앞으로의 지문인식관련 연구의 방향성을 제시하고 효과적인 연구를 이끌어내기 위해서는 그동안의 연구 성과들을 객관적으로 살펴볼 필요가 있다.

이에 본 연구는 그동안 발간된 논문들을 통해 지문인식분야의 연구동향을 분석하고자 한다. 주관적인 관점에서 오는 오류를 최대한 배제하기 위해 계량분석방식인 네트워크 분석방법을 사용했다. 네트워크 분석을 위해 1990년부터 2015년까지 발간된 지문인식관련 논문들 중 '등재학술지'와 '등재후보학술지' 122편을 수집한 후 초록을 추출하여 데이터로 사용했다. 논문의 검색은 '한국연구정보서비스 RISS'를 이용했고 전처리를 통한 주제어 추출을 위해 Kwords와 R을 사용했다. 동시출현단어 행렬을 만들기 위해서는 Ktitle을 사용했고 근접 중심성 분석을 위해 Netminer를 활용했다. 분석한 자료들을 통해 1990년 ~ 2000년, 2001년 ~ 2005년, 2006년 ~ 2010년, 2011년 ~ 2015년 4구간으로 시기를 구분하고 연구영역, 연구목적, 연구대상을 기준으로 연구동향을 분석했다.

A Network Analysis of the Research Trends in Fingerprints in Korea

Jinhyo Jung*, Chang-Moo Lee**

ABSTRACT

Since the 1990s, fingerprint recognition has attracted much attention among scholars. There have been numerous studies on fingerprint recognition. However, most of the academic papers have focused mainly on how to make a technical advance of fingerprint recognition. there has been no significant output in the analysis of the research trends in fingerprint recognition. It's essential part to describe the overall structure of fingerprint recognition to make further studies much more efficient and effective. To this end, the primary purpose of this article is to deliver an overview of the research trends on fingerprint recognition based on network analysis. This study analyzed abstracts of the 122 academic journals ranging from 1990 to 2015. For gathering those data, the author took advantage of an academic searchable data base - RISS. After collecting abstracts, cleaning process was carried out and key words were selected by using Kwords and R; co-occurrence symmetric matrix made up of key words was created by Ktitle; and Netminer was employed to analyze closeness centrality. The result achieved from this work included followings: research trends in fingerprint recognition from 1990 to 2000, 2001 to 2005, 2006 to 2010, and 2011 to 2015.

Key words : Convergence Security, Fingerprint Recognition, Research Trends, Network Analysis

접수일(2017년 3월 4일), 게재확정일(1차: 2017년 3월 26일)

* 중앙대 융합보안학과 (제1저자)

★ 이 논문은 2015년도 중앙대학교 연구장학기금 지원에 의한 것임.

** 중앙대 산업보안학과 (교신저자)

1. 서 론

사용자 인증은 최근 들어 다양한 보안 분야에서 사용되고 있으며 크게 지식기반, 소유기반, 생체기반 방식이 있다. 지식기반 방식은 패스워드와 같이 미리 설정한 비밀정보를 기반으로 개인을 인증하고 소유기반 방식은 열쇠나 인증토큰과 같은 직접적인 소유물을 통해 개인을 인증한다. 생체기반 방식은 사용자가 지니고 있는 고유한 신체정보를 통해 개인을 인증하는 방식이다[1]. 생체기반 방식의 경우 별도의 정보를 기억하거나 특정 물품을 가지고 다닐 필요가 없기 때문에 특별한 일이 없는 한 변경되거나 분실될 위험성이 없다[2]. 생체기반 인증방식은 흔히 생체인식이나 바이오 인식으로 잘 알려져 있으며 사용할 수 있는 생체 정보는 지문, 홍채, 망막, 정맥, 음성, 걸음걸이 등으로 다양하다[3].

생체 정보 중에서도 지문을 활용한 지문인식은 생체인식 중에서 그 역사가 가장 길고 오랜 시간동안 사용되어 왔다[4]. 1684년 영국에서 N. Grew에 의해 지문이 사람들에 따라 다르다는 것이 알려졌고[5] 1788년 Mayer에 의해 지문이 용선의 수에 의해 특징지어진다는 것이 밝혀졌다[6]. 1883년 마크 트웨인의 소설인 “미시시피 강의 생활”에서는 범죄현장의 지문을 활용하여 범죄자를 검거하는 상황이 묘사되었다[7]. 이후에도 지문인식은 꾸준히 연구되었고 1960년대 후반에 개발된 Live-Scan 시스템으로 지문을 데이터베이스화 한 이후 지문을 자동으로 식별하는 기술들이 지속적으로 개발되고 있다[8].

국내에서의 지문인식 역시 다른 생체인식 기술들에 비해 훨씬 이른 시기에 도입되었다. 1920년 4월 21일 당시의 경무국장의 주도로 지문인식이 범죄수사 기술로서 국내에 소개되었다[9]. 이후 해방이 될 때까지 다양한 범죄 해결을 위해 지속적으로 활용되었고 1937년에는 279,927개의 지문이 범무국에 보관된 것으로 기록되어 있다[10]. 범죄해결을 위해 처음 도입된 지문인식은 현대에 들어서며 수많은 실험과 개발을 통해 IoT, 핀테크, 헬스케어 보안까지 그 적용범위를 넓히며 나날이 성장하고 있다[11].

지문인식의 성장은 다양한 지표들을 통해 확인할 수 있다. 한국정보보호산업협회가 2015년에 조사한

국내 지문인식 분야의 시장 매출현황에 따르면 2014년에 대략 1,000억 원에서 2015년 1,120억 원 가량으로 5%정도 성장했고 시장 매출의 성장은 앞으로도 계속될 것으로 예측되었다[12]. 또한 지문인식관련 일반기업의 매출은 1,020억 원으로 벤처기업의 1,000억 원보다 높은 것으로 나타났다. 지문인식과 관련된 특허의 출원 수 역시 급격하게 증가하고 있다. 지문인식과 관련된 특허는 2015년까지 총 172건이 출원되었다. 2011년에는 12건이, 2015년 61건이 출원되며 해마다 꾸준히 증가하고 있다. 특히, 2015년에는 2014년에 비해 두 배 가까이 증가했다[13]. 지문인식과 관련된 논문의 수 역시 1990년부터 계속해서 증가하고 있으며 현재에는 많은 수의 논문들이 축적되었다. 이처럼 지문인식 분야는 많은 성장을 이뤄왔고 앞으로도 웨어러블 디바이스, 핀테크, 헬스케어, IoT 보안 서비스 등 다양한 분야에서 활성화 될 것으로 예상된다[14].

<표 1> 지문인식 제품의 매출과 전망

(단위: 백만원, %)					
2014	2015	2016(E)	2017(E)	2018(E)	2019(E)
106,765	112,564	123,252	131,111	139,645	148,866

출처: 한국정보보호산업협회, 2015

<표 2> 지문인식관련 특허출원 현황

(단위: 개)						
구분	2011	2012	2013	2014	2015	총합
지문인식	12	26	35	38	61	172

출처: 특허청, 2016

이처럼 지문인식 분야가 성장하고 여러 분야에 적용되기 까지 많은 연구자들의 노력이 있어왔다. 앞으로도 지문인식의 적용분야는 다양해지고 그 성능 역시 꾸준히 향상될 것이다. 그동안 많은 연구논문들이 지문인식분야의 개발과 발전을 지원해 왔듯이 앞으로도 다양한 관점에서 새로운 연구들이 지속될 것이다. 모든 연구들이 그렇듯 지문인식분야 역시 과거의 연구에 그 기반을 두고 성장해 나가기 마련이다. 이러한 점에서 볼 때 기존의 논문들이 이룩한 결과들을 정리하고 요약하는 것은 앞으로의 연구를 효과적으로 진행하고 연구의 방향성을 정하는데 큰 도움이 된다[15].

대부분의 지문인식관련 논문들은 기술의 개발과 적용에 집중되어 있다. 지문인식 자체가 이론적인 학문이 아닌 사람들의 생활과 밀접한 관련이 있는 실용적인 분야인 만큼 이는 당연한 현상으로 보인다. 하지만 앞으로 더욱 큰 성과를 내고 학문분야로서 보다 발전시키기 위해서는 여태까지의 연구들을 요약하고 정리하는 과정이 필요하다[15]. 지문인식의 동향을 분석한 소수의 논문들이 존재하나 시장현황, 특허현황, 기술현황, 적용현황을 파악하는데 치중되어 있다는 한계점을 가지고 있고 장기간에 걸친 연구동향의 변화흐름을 보여주는 연구는 아직 진행되지 않았다. 본 연구는 1990년부터 2015년까지 발행된 지문인식관련 논문들을 조사하여 그동안 어떤 연구주제들이 다루어 졌는지 변화의 흐름을 조사하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 지문인식

지문인식은 땀샘이 융기해서 생긴 일정한 흐름을 의미하는 지문을 사용해 특정 대상을 식별하고 인증하는 기술이다[16]. 지문은 다른 두 손가락의 지문 모양이 다르다는 점과 특별한 사교가 없는 한 평생 동안 모양이 바뀌지 않는다는 특징을 가지고 있다[17]. 지문은 그 형태에 따라 다양하게 구분된다. 산맥과 같이 솟아 오른 부분은 융선(ridge)이라 불리고 반대로 융선 사이에 계곡과 같은 파인 부분을 골(valley)이라 부른다. 이 외에도 융선이 흐르다가 끊긴 단말 부분을 단점(ending point)이라 부르고 융선이 흐르다 두 개의 방향으로 갈라지는 점을 분기점(bifurcation point)라 칭한다[18].

지문인식의 장점은 인식 속도가 1초 내로 매우 빠르고 0.5%이내의 낮은 에러 발생률을 가진다는 것이다. 또한 제품의 가격이 상대적으로 저렴하기 때문에 시스템 구축의 비용이 적게 들고 소형 센서를 사용하기 때문에 다양한 분야에 적용이 가능하다. 단점은 지문 스캐너에 물기나 오물이 묻을 경우 에러 발생률이 증가한다는 것과 손가락의 상처나 피부의 뒤뜰림에 의해 오인식이 발생할 수 있고 간접 접촉으로 인해 사용자가 불편함을 느낄 수 있다는 점이다[19], [20].

지문인식 시스템은 지문영상의 추출, 전처리, 특징

점 추출, 데이터베이스 저장, 정합과정으로 이루어진다. 지문영상의 추출은 가시광선을 이용하거나 초음파, 정전용량 등을 이용해 사람들이 가진 지문의 영상정보를 추출하는 과정이다. 전처리 과정에서는 획득한 지문영상에서 땀, 먼지 등을 제거해 지문의 특징점 추출에 용이한 영상을 만드는 과정이다. 전처리 과정을 거친 영상을 통해 특징점을 추출한다. 특징점 추출 과정에서는 특정 인물을 구분할 수 있는 지문의 특징들을 추출한다. 추출된 특징점은 데이터베이스에 저장되고 추후에 입력되는 지문의 특징점과 비교해 신원을 확인한다[18][19][21].

지문인식과 관련된 연구논문들은 대부분 기술적인 부분에 치중해 있고 동향분석과 관련된 연구는 미비한 실정이다. 김광석은 지문인식의 장단점과 함께 국내의 시장의 현황을 정리했다. 특히 남미, 아시아, 중동, 유럽, 북미 등의 시장현황을 연도별로 조사했다[22]. 홍승준은 국내의 지문인식 시장현황과 산업들의 실태를 분석하고 성장하고 있는 기업들과 해당 기업들의 주력 제품에 대해 정리했다[23]. 이 외에도 국내의 지문인식 시장의 성장을 연도별로 조사하고 앞으로의 성장 예상치를 제시한 연구[12]와 지문인식 기술의 종류별 장단점과 현재 사용현황을 분석하고 이를 기반으로 미래의 성장방향을 예측한 연구[14]가 있다. 시장현황을 중심으로 동향분석을 시행한 연구 외에도 지문인식의 기술과 적용현황을 정리한 연구가 존재한다. 최필주는 지문인식 기술의 사용현황을 정리하고 스마트 물품에 적용하기 위한 방법과 적용했을 시의 장점을 제시했다[24]. 윤성민은 해외 여러 국가들이 지문인식을 이용해 출입국 관리시스템을 어떻게 운영하고 있는지를 정리했다[25]. 송초룡은 모바일 분야에서 지문인식이 어떻게 활용되어 왔는지를 분석했다. 특히 각 스마트폰에 지문인식 기술이 도입된 시기와 종류, 장단점을 정리했다[26]. 반성범은 특징추출과 관련된 논문들을 수집해 연구내용, 기술의 장점과 단점으로 분류하여 분석하고 정리하였다. 하지만 분석한 논문이 11개로 적은 편이고 출간 된지 오래되어 현재 동향을 파악 하는데 무리가 있다[27].

2.2 네트워크 분석

네트워크는 사람이나 사물 등 특정한 개체들이 만

들어내는 다양한 유형의 관계들을 표현하는 방식이다. 네트워크에서 연결의 대상은 노드(node)로 불리며 고유한 속성을 가진 개체를 가리키고 노드들 간의 연결 관계는 링크(link)를 통해 표현된다. 노드는 사람, 분자, 유전자, 웹페이지, 연구주제 등 우리 주변의 거의 모든 것을 포함한다고 볼 수 있다. 링크 또한 친구관계, 전염, 인용, 인터넷 링크 등 수많은 종류가 있고 같은 노드라도 다양한 종류의 링크로 표현될 수 있다 [28]. 이처럼 네트워크 분석은 우리 주변에 존재하는 개체들을 네트워크 형태로 구조화하여 분석하는 기법으로 최근 들어 그 잠재력과 가능성이 주목 받으며 생명공학, 공중보건의료, 사회, 경제, 특허인용, 문학 등 인문, 사회, 공학을 가리지 않고 다양한 분야에서 적용되고 있다[29], [30]. 특히 현대에 들어 대규모 데이터를 수집하고 분석해주는 소프트웨어들이 개발되어 이전에는 다루기 힘들었던 방대한 자료들을 대상으로 네트워크 분석을 실행할 수 있게 되었다. 덕분에 이전에는 서로간의 관련성을 찾기 힘들었던 대규모 비정형 데이터들을 활용해 새로운 관점에서 연구를 진행할 수 있게 되었다[31].

네트워크 분석을 위해 주로 사용하는 지표로는 밀도(density), 연결정도(degree), 중심성(centrality)이 있다. 밀도는 노드의 전체 연결개수로 표현되며 밀도가 높다는 것은 노드들의 상호간 연결이 활발하다는 의미이다. 연결정도는 특정 노드에 직접 연결된 노드들의 수로 표현되며 한 노드의 연결정도가 높다는 것은 해당 노드가 전체 네트워크에서 영향력이 크다는 뜻이다. 중심성은 네트워크 분석에서 가장 많이 사용되는 지표로 중심성이 높다는 것은 전체 네트워크에서 핵심적인 역할을 한다는 의미이다[32], [33]. 이 중 중심성은 네트워크 분석에서 가장 중요하게 여겨지는 지표이다.

Freeman은 중심성을 근접 중심성(closeness centrality), 연결 중심성(degree centrality), 매개 중심성(between centrality)으로 분류했다[34]. 근접 중심성은 특정 노드가 얼마나 네트워크의 중앙에 위치하는지를 나타내는 지표로 수치가 높을수록 네트워크 전체적인 수준에서 대표성을 가진다는 의미이다. 연결 중심성은 특정 노드가 얼마나 많은 연결을 가지고 있는지 측정하는 지표로 수치가 높을수록 네트워크 내에서 큰 자율성과 힘을 가지며 지역적인 수준에서 얼

마나 중요한지를 알려준다. 매개 중심성은 한 노드가 다른 노드들 간의 연결에서 중개적인 역할을 얼마나 수행하고 있는지를 나타내는 지표이다[35].

네트워크 분석은 적용 대상과 방법에 따라 다양한 관계들을 나타낼 수 있다. 그 핵심은 비정형 데이터에서 특정 주제어들을 노드로서 추출하여 서로간의 관계를 파악하고 핵심적인 노드가 무엇인지 판별하는 것이다. 이러한 특성을 논문들의 제목, 저자 키워드, 초록 등에 적용하여 중심성 분석을 실행하면 서로간의 관계와 중요성을 파악할 수 있고 이를 통해 연구의 흐름을 분석할 수 있다. 네트워크 분석을 통해 텍스트에서 선정한 자료를 일관되게 분석할 수 있어 저자의 주관에 영향을 받지 않고 객관적인 결과를 낼 수 있고 [36] 대규모 데이터에 적용할 수 있다는 장점으로 인해 네트워크 분석을 활용한 동향연구는 증가하는 추세이다.

임윤진은 국가직무능력표준과 관련된 논문들의 제목에서 키워드를 추출해 네트워크 분석을 실행했다. 키워드들간의 연결 중심성, 매개 중심성을 분석하여 2002년부터 2016년까지의 연구동향을 분석했다[37]. 조재인은 문헌정보학 분야 논문들의 제목에서 키워드를 추출하여 네트워크 분석을 실행했다. 연결 중심성을 적용했고 2005년부터 2011년까지의 기간을 둘로 나누어 동향분석을 실행했다[38]. 장세은은 해양 크루즈산업과 관련된 논문들의 저자 키워드를 사용해 연구동향을 분석했다. 저자 키워드를 추출한 후 연결 중심성과 매개 중심성을 적용하여 중요한 주제어를 선별했다. 네트워크 분석을 통해 1982년 ~ 1999년, 2000년 ~ 2004년, 2005년 ~ 2009년, 2010년 ~ 2014년 기간으로 나눠 연구동향을 분석했다[39]. 권기석은 2004년부터 2010년까지 출간된 한의학 분야 논문들을 대상으로 연구동향을 분석했다. 저자 키워드를 추출해 연결 중심성과 매개 중심성 값으로 중요도를 분석했다[40]. 정승환은 2009년부터 2013년까지 발행된 HRD 연구논문들을 대상으로 연구동향을 분석했다. 수집한 논문들의 저자 키워드를 대상으로 연결 중심성 분석을 실행했다[41]. 이유나는 교육공동체관련 연구논문에서 초록을 추출하여 네트워크 분석을 실행했다. 초록에서 적합한 키워드를 선정하고 연결 중심성과 매개 중심성을 이용해 연구동향을 분석했다[36].

2.3 시사점

지문인식관련 연구동향과 네트워크 분석을 활용한 연구동향에 대한 선행연구들은 몇 가지 특징들을 가지고 있다. 지문인식 연구동향의 경우 대부분의 논문들이 시장현황, 특허현황, 기술현황, 적용현황을 정리하는데 집중하고 있다. 국내외에서 생체인식이 어디까지 성장했는지 확인하고 성장 동향을 파악할 수 있는 정보들을 제공한다. 하지만 관련 연구의 수가 적고 동향연구가 시행 된지 오랜 시간이 흘렀지만 최신 동향이 분석되지 않고 있는 분야들이 다수 존재한다. 그리고 지문인식으로 인한 외적인 효과를 파악하는데 집중되어 있고 지문인식의 기술 자체에 대한 동향연구는 그 수가 적으며 기존의 정보나 연구결과들을 취합하여 정리한 수준에 머물러 있다. 특정 연구방법을 적용해 새로운 관점에서 연구동향을 분석한 논문은 찾아보기 힘든 실정이다. 이제는 지문인식 연구의 핵심으로 볼 수 있는 논문 그 자체를 대상으로 새로운 연구방법을 적용한 연구동향 분석이 필요하다. 여태까지 출간된 논문들을 체계적으로 분석하여 지문인식의 성장 초기부터 현재까지 어떤 연구주제들을 다뤄왔는지 분석하고 발전경과를 거시적인 관점에서 파악할 필요가 있다.

네트워크 분석을 활용해 연구동향을 분석한 논문들은 다양한 방식으로 전개되었다. 선택한 데이터는 논문의 제목, 저자 키워드, 초록으로 다양하며 중심성 분석 또한 저자에 따라 다르게 적용됐다. 특히 선택된 원본 데이터의 경우 저자 키워드나 제목이 초록에 비해 월등히 많다는 것을 확인했다. 어떤 데이터이든 주제어들을 추출하기 위해 전처리 과정을 거쳐야 하는 만큼 그 과정이 훨씬 복잡하고 많은 시간이 걸리는 초록은 지양된 것으로 보인다. 논문의 키워드와 제목이 보다 직관적이고 구체적인 정보를 제공하지만 제한적인 정보만을 제공한다는 한계점으로 인해 더 많은 정보를 품고 있는 초록(김규환, 장보성, 이현정, 2009)을 통해 네트워크 분석을 실행할 필요가 있다. 중심성 분석의 경우도 저자에 따라 다양한 종류들이 적용되었지만 네트워크 분석을 활용한 동향분석의 핵심이 여러 논문들을 네트워크의 배경에 두고 각 주제어들의 중요성과 관련성을 파악하는 것이기 때문에 전체적인 수준에서 중심성을 분석할 수 있는 지표인 근접 중심

성이 적용 되어야 한다. 따라서 좀 더 다양한 정보를 제공하는 초록을 대상으로 전체 네트워크를 대상으로 분석할 수 있는 근접 중심성이 적용되어야 한다.

3. 연구방법

지문인식의 연구동향 분석을 위해 본 논문에서는 네트워크 분석 방법을 활용했다. 동향분석의 주요 과정은 데이터 수집, 전처리, 주제어 선정, 동시출현단어 행렬 생성, 근접 중심성 분석, ‘핵심 주제어’선별, ‘연관 주제어’선정, 결과분석으로 이루어진다. 데이터로 사용되는 논문들을 검색하기 위해 ‘한국연구정보서비스 RISS’를 이용했다. 1990년부터 2015년까지 출간된 ‘등재학술지’와 ‘등재후보학술지’들 중 지문인식관련 연구논문들을 수집했다. 수집한 논문에서 초록을 추출한 후 전처리를 위해 Kwords와 R 프로그램을 사용했다. 전처리가 완료된 후 Kwords의 결과물인 출현 빈도를 통해 주제어들을 선정하고 근접 중심성을 분석하기 위해 Netminer를 사용했다. 근접 중심성을 시각적으로 보여주는 Netminer의 Cocentric Network를 기준으로 ‘핵심 주제어’들을 선별했다. 동향분석의 정확성을 늘리기 위해 ‘핵심 주제어’와 높은 동시출현 빈도를 가진 ‘연관 주제어’를 선정하여 ‘주제어 리스트’로 지칭했다. ‘주제어 리스트’를 통해 연구영역을 파악한 후 이를 기준으로 연구목적과 연구대상을 확인했다.

3.1 데이터 수집

생체인식 분야의 성장이 두드러지기 시작한 1990년대부터[1] 지문인식의 연구가 어떻게 변화해 왔는지 확인하기 위해 1990년부터 2015년까지 출간된 논문들을 수집했다. 수집대상이 되는 논문은 학위논문을 제외한 학술 논문지를 대상으로 하고 그 중에서도 표준화된 심사과정을 거쳐 우수한 질적 수준을 보여주는 ‘한국연구재단’의 ‘등재학술지’와 ‘등재후보학술지’를 최종 수집 대상으로 선정했다[42]. 학위논문은 선정기준이 각 대학별로 상이하고 동일한 주제와 연구방법을 사용해 학술논문에 게재되는 경우가 있기에 제외했다.

지문인식분야는 다양한 영역에 적용가능하며 연구대상 역시 다양하기 때문에 특정 학회들을 선정하여

검색하지 않고 검색 DB사이트인 ‘한국연구정보서비스 RISS’를 활용했다. RISS는 교보문고, 누리미디어(DBpia), 코리아스칼라, 학술교육원, 학지사, 한국학술정보 KISS와 연계되어 있어 각 DB에 보관되어 있는 논문들을 동시에 검색할 수 있고 총 검색 가능한 논문들의 수가 470만개에 이르기 때문에 국내에서 발간된 지문인식관련 논문들을 최대한 수집하기 위한 역량을 갖추고 있다[43].

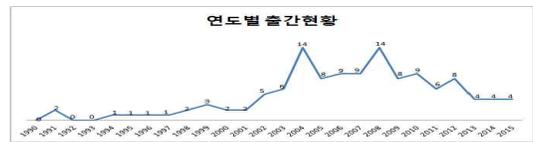
RISS에서 지문인식관련 논문을 검색하기 위해 ‘지문 인식,’ ‘지문 인증,’ ‘지문 식별’을 검색어로 사용했다. 지문인식의 원문인 fingerprint recognition은 역사에 따라 다양하게 번역되기 때문에 최대한 많은 수의 논문들을 수집하기 위해 위의 세 가지 검색어를 사용했다. 해당 검색어들은 RISS의 상세검색을 이용해 ‘제목,’ ‘초록,’ ‘주제어’를 대상으로 <OR>조건을 사용하여 검색해 제목, 주제어, 초록들 중 하나이라도 해당 검색어가 들어가 있으면 검색되도록 조정했다. 논문검색의 기준은 다음의 <표 3>에서 확인할 수 있다.

<표 3> 논문검색 기준

검색 DB	검색어	상세검색	등재 여부	검색 연도
RISS	지문 인식	제목: 지문 인식 <OR> 초록: 지문 인식 <OR> 주제어: 지문 인식	등재 학술지 & 등재 후보 학술지	1990년 ~ 2015년
	지문 인증	제목: 지문 인증 <OR> 초록: 지문 인증 <OR> 주제어: 지문 인증		
	지문 식별	제목: 지문 식별 <OR> 초록: 지문 식별 <OR> 주제어: 지문 식별		

RISS에서 총 264개의 논문을 수집할 수 있었다. 이 중 중복되는 논문 8개와 지문인식과 직접적인 관련이 없는 논문 142개를 제외한 122개의 논문이 동향분석의 대상으로 선정됐다. RISS는 연계되어 있는 여러 DB들을 통합적으로 검색할 수 있기 때문에 두 개 이상의 DB에 개제된 논문의 경우 동일한 논문이 중복적으로 수집된다. 또한 지문인식관련 논문들을 검색하기 위해 다양한 검색어를 사용하였기에 지문인식과

무관한 주제를 다루는 논문들이 같이 수집되어 제외했다. 제외된 논문들에는 언어학, 문화평론, 교육학 분야에서 검색된 ‘주어진 내용의 글’을 의미하는 지문(地文)과 관련된 논문, 지문과 관련이 없는 인식, 인증과 관련된 논문, 범죄학에서 다루는 범죄현장의 지문 수집과 관련된 논문 등이 해당된다. 이러한 제외기준을 거친 122개의 논문들은 33개의 다양한 학회를 통해 출간되었다. 연도별 출간현황은 (그림 1)에서 확인할 수 있다.



(그림 1) 논문의 연도별 출간현황

3.2 연구동향 분석을 위한 기간 설정

지문인식관련 논문들은 1990년도 초반에는 적은 수의 논문들만 출간되다 2002년을 기점으로 많은 논문들이 출간되기 시작했다. 이는 2001년 미국의 911 테러의 영향으로 보인다. 911테러가 있었던 2001년도 이후 미국에서는 테러의 재발을 방지하고 위험요소를 감지하기위한 대책의 일환으로 지문인식을 포함한 생체인식 기술들을 주요 연구과제로 채택했다[16], [44]. 이러한 추세는 국내의 연구 환경에도 영향을 미쳐 2001년 2월에는 지식경제부의 주도로 산학연 바이오인식 전문가 그룹인 한국바이오인식포럼이 구성되었고 2002년에는 과학기술부의 주도로 생체인식연구센터가 연세대 내에 설립되어 생체인식관련 연구에 집중하고 있다[20].

이러한 이유로 인해 동향분석은 생체인식 연구의 성장을 두드러진 해인 2001년 이후에 집중하여 5년 단위로 연구동향을 분석했다. 2000년 이전의 연구동향은 이후의 연구동향과의 비교를 위해 1990년부터 2000년까지의 연구동향을 총괄적으로 분석했다. 즉, 네트워크분석을 적용하는 기간을 1990년 ~ 2000년, 2001년 ~ 2005년, 2006년 ~ 2010년, 2011년 ~ 2015년 4구간으로 나눈 후 지문인식의 연구동향을 분석했다. 해당 기간별로 수집된 논문과 초록의 수는 다음 <표 4>에서 확인할 수 있다. 초록이 없거나 영문 초

록만 있는 논문은 분석 대상에서 제외했다.

<표 4> 수집 논문과 초록의 수

1990년 ~ 2000년		2001년 ~ 2005년		2006년 ~ 2010년		2011년 ~ 2015년	
논 문	초 록	논 문	초 록	논 문	초 록	논 문	초 록
13	11	35	32	49	49	25	23

3.3 데이터 추출과 전처리

논문의 수집을 마친 후에는 각 논문들의 초록에서 사용된 모든 단어들을 추출하고 전처리 과정을 진행해야 한다. 전처리 과정은 수집한 단어들에서 의미 있는 관계를 추출하기 위한 필수적인 단계로 오타 수정, 띄어쓰기, 품사형태 변경, 유의어와 동의어의 일치화, 조사, 관사, 접속사, 일반적 개념의 삭제로 이루어진다[28]

초록에서 단어목록을 추출하기 위해 Krwords를 사용했다. Krwords는 특정 문서에서 사용된 모든 단어를 추출할 수 있는 KrKwic[45]의 업그레이드 버전으로 대규모 텍스트 파일에서 어떤 단어들이 몇 번의 빈도로 사용되었는지 확인할 수 있다. 수집된 초록들에서 4,709개의 단어 목록을 추출했고 전처리과정을 진행하기 위해 R프로그램을 사용했다.

R프로그램은 대규모 비정형 데이터를 대상으로 유의미한 단어들을 추출하고 불필요한 단어들을 제거할 수 있는 기능을 가지고 있다. 특히, R은 KoNLP, gsub, woormalsam, extract Noun과 같은 전처리 과정에 적합한 패키지 및 라이브러리 함수를 제공하기 때문에 전처리를 위한 도구로 선택했다. 4,709개의 단어목록들은 전처리 과정을 거친 후 1819개로 정제되었다.

3.4 주제어 선정과 동시출현단어 행렬 생성

전처리를 거친 다음에는 네트워크분석의 중심이 되는 주제어를 선정해야 한다. Kwords를 통해 나온 단어목록들 중 5번 이상의 빈도수를 가진 단어들을 주제어로 선정했다. 초록에서 사용되는 단어들이 몇 번의 빈도로 나타나는지를 통해 논문에서 중요시하는

주제어들을 추측할 수 있다. 선정된 주제어만으로는 동향분석을 정확하게 할 수 없기 때문에 선정된 주제어들을 재료로 동시출현단어 행렬을 생성해야 한다.

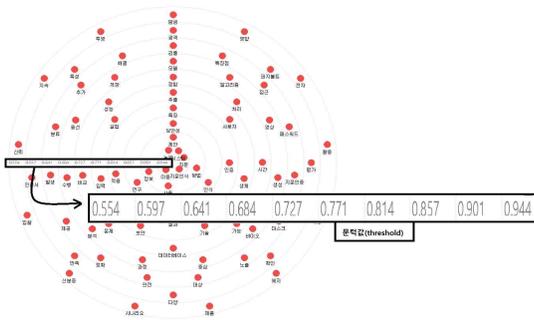
동시출현단어 행렬은 네트워크 분석에 직접적으로 사용되는 중요한 기초 자료이다. 이를 생성하기 위해 Ktitle을 사용했다. Ktitle은 빈도수를 통해 선정된 주제어 목록을 사용하여 코사인 행렬, 동시출현단어 행렬, 2모드 행렬을 생성할 수 있다[45]. 본 논문에서는 근접 중심성 분석에 가장 적합한 동시출현단어 행렬을 사용했다. 동시출현단어 행렬은 각 행과 열이 주제어로 동일하게 채워져 있는 1:1 행렬이다. 위의 과정을 통해 1990년 ~ 2000년, 2001년 ~ 2005년, 2006년 ~ 2010년, 2011년 ~ 2015년 4구간의 동시출현단어 행렬을 준비했다. 해당 행렬을 통해 근접 중심성을 구할 수 있다.

3.5 근접 중심성 분석

다음 과정인 근접 중심성 분석을 위해 Netminer 프로그램을 사용했다. Netminer 프로그램은 각종 중심성 분석과 네트워크 시각화 기능을 동시에 제공하는 분석도구로 동시출현단어 행렬을 이용해서 근접 중심성을 분석할 수 있다. 빈도수를 통해 주제어를 선정했던 것처럼 근접 중심성을 통해 주제어에서 다시 한 번 ‘핵심 주제어’를 선정할 필요가 있다. 선택된 ‘핵심 주제어’는 논문의 경향성을 보다 뚜렷하게 보여주는 지표로 사용된다.

‘핵심 주제어’선정을 위해 근접 중심성과 Netminer가 제공하는 Cocentric Network 시각화를 기준으로 사용했다. Cocentric Network 시각화는 원형형태의 지도 위에 높은 근접 중심성을 가진 주제어들을 중심에 두고 낮은 근접 중심성을 가진 주제어들 쪽으로 방사 형태로 퍼져나간다. 이 때 문턱값(threshold)이 제공하는 근접 중심성을 이용해 유사한 중요도를 가진 주제어들끼리 그룹을 만들어 준다. 각 시기별 연구주제의 변화흐름을 파악할 때 이러한 문턱값에 기반한 범주화를 통해 중요 주제어들을 단계별로 선별할 수 있다. 즉 높은 문턱값의 범위에 있을수록 해당 시기에 크게 집중되었던 연구주제와 보다 밀접한 관련이 있다. 이처럼 연구주제와 가장 밀접한 관련이 있는 주제어들을 ‘핵심 주제어’로 선정했다. 선정 기준은 0.8 이

상의 근접 중심성 수치를 가진 문턱값 범위 안에 있는 주제어들을 대상으로 한다. 이 중 첫 번째 문턱값 내에 있는 주제어들은 너무 높은 근접 중심성으로 인해서 거의 모든 논문들과 밀접한 관련이 있어 오히려 특정 연구주제를 구분하기 힘들기 때문에 제외했다. 다시 말해 근접 중심성 0.8 이상의 문턱값과 첫 번째 문턱값 사이의 주제어들을 ‘핵심 주제어’로 선정했다. 밑의 (그림 2)의 주제어들 중 네 번째 문턱값인 0.814와 첫 번째 문턱값인 0.944 사이의 주제어들이 ‘핵심 주제어’에 해당된다.



(그림 2) Cocentric Network의 문턱값 예시

3.6 ‘핵심 주제어’와 ‘연관 주제어’ 선별

‘핵심 주제어’를 선정하였으면 동향분석의 정확도를 높이기 위해 ‘핵심 주제어’와 밀접한 연관이 있는 주제어들을 같이 파악할 필요가 있다. 동일 문헌에서 두 개의 주제어가 동시에 출현했을 경우 서로 관련성이 있다고 여기는 네트워크분석의 기본원칙[46]에 따라 ‘핵심 주제어’와의 높은 동시출현 빈도를 가진 주제어들을 ‘연관 주제어’로 선정했다. Ktitle을 통해 만들어진 동시출현단어 행렬을 통해 ‘핵심 주제어’와 동시에 출현하는 주제어들 중 가장 많은 동시출현 빈도를 보이는 상위 4개의 주제어를 ‘연관 주제어’로 선택해 ‘핵심 주제어’와 함께 지문인식의 동향분석을 진행했다.

‘핵심 주제어’ 하나와 ‘연관 주제어’ 4개를 ‘주제어 리스트’로 지칭했다. 각 주제어 리스트들을 통해 당시에 어떤 연구영역들이 다뤄졌는지를 파악했다.

3.7 연구목적과 연구대상 파악

네트워크 분석과정을 통해 알아낸 연구영역들은 당시에 연구된 연구대상과 연구목적과 밀접한 관련이

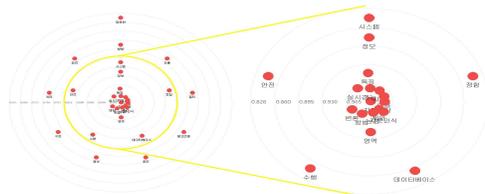
있다. 네트워크분석의 특성으로 인해 연구영역들을 객관적이고 일관성 있는 기준으로 파악할 수 있지만 연구대상과 연구목적까지 구체적으로 확인하기 위해서는 해당 논문들을 참조할 필요가 있다. 따라서 도출된 연구영역을 다룬 논문들을 참조해 연구목적과 연구대상을 파악한 후 분류했다.

본 논문의 핵심은 네트워크분석이기 때문에 기본 문헌분석에서 사용하는 분석틀과 분류기준을 따로 만들지 않고 네트워크 분석의 결과인 연구영역이 해당되는 논문을 기준으로 해당 초록에서 저자가 주장하는 연구목적과 연구대상을 파악했다. 연구영역은 논문들이 다룬 연구목적이나 연구대상에 속하는 경우가 많았고 전체 논문에서 차지하는 비중이 적은 희귀한 연구목적과 연구대상들을 다룬 논문들은 적은 데이터 수로 인해 네트워크 분석에서 연구영역이 도출되지 않는 경우가 있다는 것을 확인했다. 이런 경우 연구영역이 파악된 논문들을 먼저 확인하여 분류한 후 연구영역이 파악되지 않은 논문들을 걸러내었다. 걸러진 논문들은 연구영역 분류를 하지 않고 연구목적과 연구대상만을 파악하여 분류하였다.

4. 분석결과

4.1 1990년 ~ 2000년 지문인식 연구동향

1990년부터 2000년까지 발행된 지문인식관련 논문들의 ‘핵심 주제어’는 (그림 3)에서 확인 할 수 있듯이 첫 번째 문턱값 안쪽을 제외한 문턱값 0.826부터 0.965 사이에 분포해 있는 ‘특징,’ ‘영역,’ ‘정보,’ ‘시스템,’ ‘정합,’ ‘데이터베이스,’ ‘수행,’ ‘안전’으로 구성되어 있다. 연구동향 분석을 위한 ‘핵심 주제어,’ ‘연관주제어,’ 동시출현 빈도수는 아래의 <표 5>에서 확인할 수 있다.



(그림 3) 1990년 ~ 2000년 근접 중심성 문턱값 범위

<표 5> 1990년 ~ 2000년 핵심 주제어와 연관 주제어

핵심 주제어	근접 중심성	연관 주제어별 동시출현 빈도			
		지문	이용	정합	필터
1 특징	0.933333	13	8	7	6
2 영역	0.933333	31	21	20	20
3 정보	0.875	59	37	34	33
4 시스템	0.848485	48	46	45	32
5 정합	0.848485	18	18	18	15
6 데이터베이스	0.848485	16	15	15	15
7 수행	0.848485	16	13	13	10
8 안전	0.848485	21	16	15	15

1990년부터 2010년까지의 지문인식관련 연구는 1번, 5번, 6번 주제어 리스트를 통해 지문의 특징점과 정합, 2번, 3번을 통해 지문의 입력방향, 4번, 8번을 통해 지문영상의 암호화, 6번, 7번을 통해 지문 데이터베이스가 주요 연구영역으로 활용되었다는 것을 알 수 있다. 도출된 연구영역에 해당되는 논문들이 다른 연구목적과 연구대상은 <표 6>에서 확인할 수 있다.

<표 6> 1990년 ~ 2000년 논문들의 연구목적과 연구대상

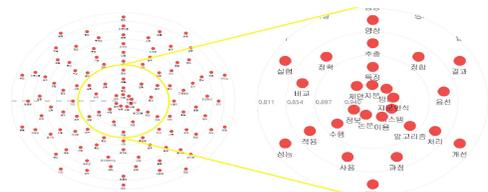
연구영역	연구목적	연구대상	논문수
지문의 특징점 지문의 정합	지문인식 성능 향상 (정확성, 속도)	특징점 추출방법	1
		지문 정합방법	4
지문의 입력방향	회전불변 지문인식 적용	특징점 추출방법	1
		지문 정합방법	1
지문 데이터베이스	지문 데이터베이스 설계	지문 데이터베이스	2

지문영상의 암호화	지문정보 보호	지문정보 암호화	1
			11

지문인식이 발전하기 시작한 초기에는 지문인식의 성능향상을 위해 특징점 추출과 정합방법들이 가장 많이 연구되었다는 것을 확인할 수 있다. 지문의 다양한 입력방향에 대응할 수 있는 회전불변 지문인식을 적용하기 위한 연구와 지문정보를 저장하고 정합에 사용하기 위해 지문 데이터베이스가 연구 역시 같이 연구되었다. 초기에는 지문인식의 기반기술들인 지문의 입력, 특징점 추출, 정합방법, 데이터베이스가 주로 연구되었고 지문정보를 보호하기 위한 연구는 지문정보의 암호화를 통해 시도되었다.

4.2 2001년 ~ 2005년 지문인식 연구동향

2001년부터 2005년까지 발행된 지문인식관련 논문들의 ‘핵심 주제어’는 (그림 4)에서 확인할 수 있듯이 첫 번째 문턱값 안쪽을 제외한 문턱값 0.811부터 0.940 사이에 분포해 있는 ‘특징,’ ‘알고리즘,’ ‘수행,’ ‘추출,’ ‘사용,’ ‘처리,’ ‘적용,’ ‘정합,’ ‘용선,’ ‘과정,’ ‘정확,’ ‘비교,’ ‘성능,’ ‘실험,’ ‘영상,’ ‘결과,’ ‘개선,’ ‘구현’으로 구성되어 있다. 연구동향 분석을 위한 ‘핵심 주제어,’ ‘연관주제어,’ 동시출현 빈도수는 아래의 <표 7>에서 확인할 수 있다.



(그림 4) 2001년 ~ 2005년 근접 중심성 문턱값 범위

<표 7> 2001년 ~ 2005년 핵심 주제어와 연관 주제어

핵심 주제어	근접 중심성	연관 주제어별 동시출현 빈도			
		지문	방법	추출	제안
1 특징	0.936	254	143	140	105
2 알고리즘	0.928571	123	88	69	56
3 수행	0.914062	61	54	42	40

4	추출	0.89313	지문	특징	방법	방향
			155	140	106	88
5	사용	0.89313	지문	방법	시스템	특징
			66	52	39	31
6	처리	0.879699	지문	지문 인식	정합	시스템
			68	34	32	30
7	적용	0.879699	지문	방법	추출	과정
			56	29	26	25
8	정합	0.866667	지문	특징	방법	정보
			165	84	69	55
9	융선	0.860294	지문	특징	방향	이용
			124	68	51	44
10	과정	0.860294	추출	특징	지문	이진화
			70	60	55	55
11	정확	0.860294	지문	방법	추출	방향
			60	45	40	37
12	비교	0.854015	지문	방법	지문 인식	보안
			58	30	25	25
13	성능	0.847826	방법	시스템	특징	지문
			34	30	29	26
14	실험	0.847826	지문	방법	특징	제안
			36	35	31	19
15	영상	0.841727	지문	방법	개선	지문 인식
			129	71	63	62
16	결과	0.8125	지문	방법	특징	추출
			66	44	40	27
17	개선	0.8125	영상	방법	지문	품질
			27	23	21	19
18	구현	0.8125	지문	시스템	인증	이용
			49	31	28	19

2001년부터 2005년까지의 지문인식관련 연구는 1번, 2번, 3번, 4번, 14번, 16번, 주제어 리스트를 통해 지문의 특징점 추출, 3번, 7번, 11번을 통해 지문영역의 추출, 6번, 8번을 통해 지문의 정합, 9번, 11번을 통해 지문의 입력 방향, 10번을 통해 지문의 특징점과 이진화, 12번을 통해 지문인식의 보안, 13번을 통해 지문인식 시스템, 15번, 17번을 통해 지문영상 품질 개선, 18번을 통해 지문을 이용한 사용자의 인증이 주요 연구영역으로 활용된 것을 확인할 수 있다.

도출된 연구영역에 해당되는 논문들이 다른 연구목적과 연구대상은 <표 8>에서 확인할 수 있다.

<표 8> 2001년 ~ 2005년 논문들의 연구목적과 연구대상

연구영역	연구목적	연구대상	논문수
지문의 특징점 지문의 정합 이진화	지문인식 성능 향상(정확성, 속도)	특징점 추출방법	4
		지문 정합방법	3
		특징점 추출방법	2
		이진화 방법	2
		특징점 추출방법	1
지문 정합방법	2		
지문의 입력방향 지문영역의 추출	회전불변 지문 인식 적용	지문 입력방향	3
지문인식의 보안	지문정보 보호	지문정보 워터마킹	1
		지문전송 서버 암호화	1
사용자의 인증 지문인식 시스템	사용자 인증시스템 개발	스마트카드	1
		미아방지 시스템	1
		웹사이트 로그인	1
		보안토큰	1
지문영상의 품질 개선	지문영상 품질 향상	임베디드 장치	1
		지문인식 센서	2
•	지문인식 전용 하드웨어 설계	지문 인식기	2
•	지문 정합속도 향상	지문 분류방법	1
•	지문인식 동향 분석	지문인식 적용분야	1
			32

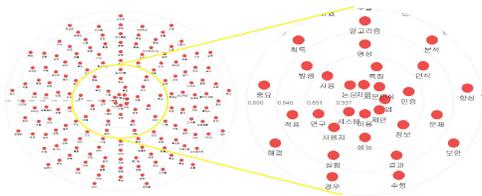
1990년대와 마찬가지로 지문인식의 성능향상을 위한 연구들이 가장 많은 수를 차지하고 있다. 이전과는 다르게 전처리에 해당하는 지문의 이진화방법을 통해 지문인식 성능을 향상시키려는 연구들이 보인다. 회전 불변 지문인식을 적용하기 위한 연구역시 계속해서 진행되고 있으며 지문정보를 보호하기 위해 이전에 연구했던 지문정보의 암호화가 아닌 다른 연구대상들이 등장했다. 2001년부터는 지문인식의 기반기술들을 위한 연구뿐 아니라 지문인식을 다른 장치에 응용하여 사용자를 인증하기 위한 연구들이 등장했고 많은 대상들을 통해 연구가 진행되었다.

또한 지문의 특징점 추출과 정합과 관련이 있는 지문영상의 품질향상을 위한 연구가 진행되기 시작했다.

지문인식전용 하드웨어 설계, 지문 정합속도 향상, 지문인식 동향분석을 위한 논문들은 데이터 부족으로 인해 네트워크분석에서 연구영역이 파악 되지 않아 연구영역 분류는 제외되었다.

4.3 2006년 ~ 2010년 지문인식 연구동향

2006년부터 2010년까지 발행된 지문인식관련 논문들의 ‘핵심 주제어’는 (그림 5)에서 확인 할 수 있듯이 첫 번째 문턱값 안쪽을 제외한 문턱값 0.800부터 0.937 사이에 분포해 있는 ‘정보,’ ‘성능,’ ‘사용자,’ ‘연구,’ ‘사용,’ ‘특징,’ ‘인증,’ ‘실험,’ ‘적용,’ ‘결과,’ ‘발생,’ ‘문제,’ ‘영상,’ ‘인식,’ ‘알고리즘,’ ‘중요,’ ‘향상,’ ‘수행,’ ‘경우,’ ‘분석,’ ‘해결,’ ‘획득’으로 구성되어 있다 이다. 연구동향 분석을 위한 ‘핵심 주제어,’ ‘연관주제어,’ 동시출현 빈도수는 아래의 <표 9>에서 확인할 수 있다.



(그림 5) 2006년 ~ 2010년 근접 중심성 문턱값 범위

<표 9> 2006년 ~ 2010년 핵심 주제어와 연관 주제어

핵심 주제어	근접 중심성	연관 주제어별 동시출현 빈도			
		지문	제안	인증	방법
1 정보	0.9222 22	지문	제안	인증	방법
		239	126	114	112
2 성능	0.9171 27	지문	방법	영상	품질
		209	135	109	82
3 사용자	0.9071 04	지문	인증	정보	방법
		162	106	102	99
4 연구	0.9071 04	지문	방법	제안	정보
		132	101	74	66
5 사용	0.9071 04	지문	분류	방법	시스템
		123	78	73	61
6 특징	0.8924 73	지문	방법	분류	제안
		423	190	147	146
7 인증	0.8924 73	지문	방법	제안	시스템
		161	148	124	122

8 실험	0.8736 84	지문	방법	특징	제안
		148	78	55	51
9 적용	0.8736 84	지문	방법	제안	정합
		130	70	53	51
10 결과	0.8691 1	지문	방법	품질	시스템
		140	72	59	56
11 발생	0.8645 83	지문	방법	제안	데이터베이스
		99	60	39	39
12 문제	0.8601 04	지문	제안	정보	인증
		156	79	69	65
13 영상	0.8512 82	지문	방법	제안	암호화
		345	266	144	144
14 인식	0.8512 82	지문	시스템	방법	품질
		212	202	109	78
15 알고리즘	0.8426 4	지문	시스템	이용	인식
		116	77	65	63
16 중요	0.8426 4	지문	시스템	제안	이용
		43	39	30	28
17 향상	0.8383 84	지문	방법	영상	암호화
		104	62	54	48
18 수행	0.8383 84	지문	방법	특징	제안
		135	53	52	51
19 경우	0.83	지문	지문인식	방법	영상
		79	37	36	35
20 분석	0.8217 82	지문	품질	방법	영상
		99	71	67	52
21 해결	0.8177 34	지문	제안	방법	인증
		81	43	33	33
22 획득	0.8058 25	지문	방법	제안	보안
		84	59	30	29
23 보안	0.8019 32	지문	시스템	이용	방법
		71	56	42	38

2006년부터 2010년까지 발행된 지문인식관련 연구는 1번, 3번, 7번, 21번 주제어 리스트를 통해 지문정보를 활용한 사용자의 인증, 11번을 통해 지문 데이터베이스, 13번, 17번을 통해 지문영상 암호화, 5번, 6번을 통해 지문의 분류방법, 9번을 통해 지문의 정합, 18번을 통해 지문의 특징점, 2번, 10번, 20번을 통해 지문의 품질, 14번, 15번, 16번을 통해 지문인식 시스템, 22번, 23번을 통해 지문인의 보안이 주요 연구영역으

로 활용된 것을 확인할 수 있다.

도출된 연구영역에 해당되는 논문들이 다른 연구목적과 연구대상은 <표 10>에서 확인할 수 있다.

<표 10> 2006년 ~ 2010년 논문들의 연구목적과 연구대상

연구영역	연구목적	연구대상	논문 수
지문의 특징점 지문의 정합	지문인식 성능 향상(정확성, 속도)	특징점 추출방법	2
		지문 정합방법	2
		특징점 추출방법	2
		지문 정합방법	3
지문의 분류방법	특징점 추출 정확성 향상	지문정보 압축	1
		전처리 방법	1
지문의 분류방법	지문 정합 속도 향상	지문 분류방법	5
지문의 품질	지문 정합 정확도 향상	지문영상 품질측정	2
		지문인식 센서	4
		특징점 보정방법	1
지문의 보안 지문영상 압축	지문정보 보호	지문 입력영상	2
		지문정보 암호화	5
사용자의 인증 지문인식 시스템	사용자 인증시스템 개발	지문 전송서버 암호화	1
		스마트카드	4
		미아방지 시스템	1
		보안토큰	1
		임베디드 장치	2
		온라인 사용자인증	2
		자동차	1
		디지털 서명	1
OTP	2		
지문 데이터베이스	지문 데이터베이스 설계	지문 데이터베이스	2
• • •	비접촉식 지문인식 기술 개발 위조지문 검출 지문인식전용 하드웨어 설계	지문인식 센서	1
		입력영상 판별	1
		지문 인식기	2
			49

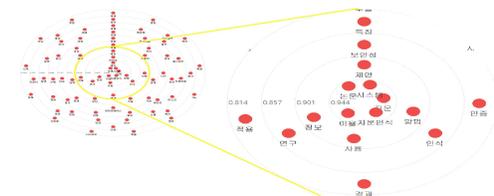
2005년까지와는 다르게 지문인식의 성능 향상을 위한 연구보다 사용자 인증시스템 개발을 위한 지문인식의 응용과 관련된 연구가 가장 활발하게 이루어졌고 다양한 대상들에 지문인식 기능들이 적용되었다.

지문인식의 성능 향상을 위한 연구는 그 다음으로 집중되었고 지문정보 압축이 연구대상으로 등장했다. 기존의 지문인식 자체의 성능향상뿐 아니라 특징점 추출과 지문 정합과 같이 지문인식의 개별적인 기술들의 향상에 집중한 연구들이 본격적으로 시작되었고 이에 걸맞게 새로운 연구대상들도 같이 다루어졌다.

2001년부터 연구되기 시작한 지문의 품질과 관련된 연구영역들은 새로운 연구목적과 연구대상들을 통해 다양한 관점에서 연구되었다. 지문정보를 보호하기 위한 연구들은 그 수가 증가했고 지문정보의 암호화에 연구가 집중된 것을 확인할 수 있다. 센서에 손가락을 접촉하지 않고도 사용할 수 있는 비접촉식 지문인식기술의 개발과, 센서를 통해 입력된 지문영상이 실리콘 등으로 위조된 것인지 판별하는 연구, 지문인식전용 하드웨어 설계를 위한 연구들은 데이터 부족으로 인해 네트워크분석에서 연구영역이 파악되지 않아 연구영역 분류는 제외되었다.

4.4 2011년 ~ 2015년 지문인식 연구동향 분석

2011년부터 2015년까지 발행된 지문인식관련 논문들의 '핵심 주제어'는 (그림 6)에서 확인할 수 있듯이 첫 번째 문턱값 안쪽을 제외한 문턱값 0.814부터 0.944사이에 분포해 있는 '사용,' '정보,' '제안,' '방법,' '보안성,' '인식,' '연구,' '특징,' '인증,' '결과,' '적용'으로 구성되어 있다 이다. 연구동향 분석을 위한 '핵심 주제어,' '연관주제어,' 동시출현 빈도수는 아래의 <표 11>에서 확인할 수 있다.



(그림 6) 2011년 ~ 2015년 근접 중심성 문턱값 범위

<표 11> 2011년 ~ 2015년 핵심 주제어와 연관 주제어

핵심 주제어	근접 중심성	연관 주제어별 동시출현 빈도			
		시스템	이용자	사용자	인증
1 사용	0.9390 24	111	74	70	70
		지문	시스템	이용	생체
2 정보	0.9390 24	108	77	70	64
		지문	이용	탐색	방법
3 제안	0.9166 67	141	91	75	73
		지문	탐색	이용	추출
4 방법	0.9166 67	132	90	87	81
		영향	사용	생체	지문
5 보안성	0.8850 57	50	49	37	35
		사용	영향	지문	정합
6 인식	0.8850 57	53	50	44	41
		지문	사용	시스템	영향
7 연구	0.875	30	26	26	20
		지문	이용	방법	시스템
8 특징	0.8369 57	154	80	75	70
		지문	이용	정보	시스템
9 인증	0.8279 57	72	61	59	58
		지문	사용	시스템	이용
10 결과	0.8279 57	31	17	15	15
		방법	검출	탐색	영상
11 적용	0.8191 49	20	18	15	14

2011년부터 2015년까지 발행된 지문인식관련 연구는 1번, 9번 주제어 리스트를 통해 사용자 인증, 2번, 7번, 10번 주제어 리스트를 통해 지문인식 시스템, 3번, 4번, 11번을 통해 지문의 탐색, 5번을 통해 지문의 보안, 6번을 통해 지문의 정합, 8번을 통해 지문의 특징점이 주요 연구영역으로 활용된 것을 확인할 수 있다.

도출된 연구영역에 해당되는 논문들이 다른 연구목적과 연구대상은 <표 12>에서 확인할 수 있다.

<표 12> 2011년 ~ 2015년 논문들의 연구목적과 연구대상

연구영역	연구목적	연구대상	논문수
지문의 특징점 지문의 정합	지문인식 성능 향상 (정확성, 속도)	특징점 추출방법	6
		지문 정합방법	3

지문의 탐색	특징점 추출 정확성 향상	탐색 추출방법	2
지문의 정합	지문 정합속도 향상	지문 분류방법	1
지문의 보안	지문정보 보호	지문정보 암호화	2
사용자의 인증 지문인식 시스템	사용자 인증시스템 개발	스마트카드	1
		전자입찰 시스템	1
		스마트 기기	1
		스마트폰	1
		전자신분증	1
		OTP	2
•	지문영상 품질 향상	전처리 방법	1
•	지문인식 동향 분석	지문인식 제품현황 지문인식 시장현황 지문인식 기술현황	1
•	지문인식 사용의도에 영향을 미치는 요인조사	지문인식제품 사용자	1
			23

2011년 ~ 2015년 수집된 지문인식관련 논문의 수는 2006년 ~ 2015년에 비해 크게 절반가까이 감소했다. 지문인식 성능 향상을 위한 연구가 가장 많이 진행되었지만 인증시스템 개발을 위한 연구 수와 크게 차이가 나지 않는다. 지문인식 사용의도에 영향을 미치는 요인을 조사하기 위한 연구를 제외하고는 새롭게 등장한 연구목적은 없고 특징점 추출 정확성을 향상하기 위한 연구대상으로 탐색 추출방법이 새로 등장했다. 지문영상 품질향상, 지문인식 동향분석, 지문인식 사용의도에 영향을 미치는 요인 조사와 같은 연구들은 데이터 부족으로 인해 네트워크분석에서 연구영역이 파악 되지 않아 연구영역 분류는 제외되었다.

5. 결 론

지문인식 기술은 다양한 보안 분야에서 꾸준히 발전하고 있으며 앞으로의 발전과 적용방안은 더욱 확대될 전망이다. 지문인식은 여러 장비들뿐 아니라 서비스 형태로도 적용되어 실생활에 직접적인 영향을 미치고 있기 때문에 그 적용범위는 급속도로 다양해지고 있다. 기존의 연구들 역시 지문인식의 기술적인 부분을 어떻게 성장 시키고 적용시키는데에 집중되어

있다. 이러한 연구들로 인해 여태까지의 기술성장이 가능 했지만 적용범위가 점차 넓어지고 관련 기술들의 개발이 가속화 되고 있는 이때에 앞으로의 연구방향을 효과적으로 설정하기 위해서는 그동안의 성과들을 정리할 필요가 있다. 그 동안 축적된 연구논문들을 대상으로 연구동향을 파악함으로써 집중적으로 다뤄진 연구주제들을 확인하고 미흡했던 부분들을 살필 수 있다.

이를 위해 본 논문에서는 1990년부터 2015년까지 발간된 지문인식관련 논문들 중 ‘등재학술지’와 ‘등재후보학술지’ 122편을 대상으로 연구동향을 분석했다. 122편의 논문들을 수작업으로 분류하고 분석할 경우 나타나는 주관적인 관점을 최대한 배제하고 객관적으로 분석하기 위해 네트워크 분석이라는 계량적인 방법을 사용했다. 네트워크 분석에 사용할 데이터로 논문들의 초록에서 추출한 주제어들을 선택했다. 주제어들을 선정하기 위해 Kwords와 R을 사용하여 전처리를 한 후 초록에서 사용된 단어들의 출현 빈도수를 통해 주제어를 선별했다. 선정된 주제어들은 Netminer를 사용하여 근접 중심성을 분석한 후 Cocentric Network의 문턱값을 기준으로 ‘핵심 주제어’를 선정하고 동시출현행렬을 이용하여 ‘연관 주제어’를 선택했다. 선택된 ‘핵심 주제어’와 ‘연관 주제어’를 사용하여 연구영역들을 도출했고 연구영역에 해당하는 논문들을 확인하여 연구목적과 연구대상을 파악해 지문인식의 연도별 연구동향을 진행했다.

연구동향 분석을 위해 1990년 ~ 2000년, 2001년 ~ 2005년, 2006년 ~ 2010년, 2011년 2015년 4구간으로 나눈 후 각 시기별 다뤄진 연구영역, 연구목적, 연구대상을 파악했다. 분석결과 1990년부터 2000년까지는 적은 수의 논문들이 발간되었고 지문인식 성능 향상을 위한 연구들이 가장 많이 진행되었다. 지문인식의 기반기술들인 지문의 입력, 데이터베이스와 관련된 연구들과 지문정보 보호를 위한 연구들도 진행되었다. 2001년부터 2005년까지 발간된 논문들 역시 지문인식의 성능 향상과 관련된 연구들이 가장 많이 진행되었다. 그 다음으로 지문인식 기술들을 응용해 사용자 인증시스템을 개발하기 위한 연구들이 진행되기 시작했다. 2006년부터 2010년까지는 가장 많은 논문들이 수집되었고 사용자 인증시스템 개발을 위한 연구가 지

문인식 성능 향상을 위한 연구보다 더 집중되었다. 이외에도 지문인식의 개별기술들인 지문 정합과 특징점 추출의 성능 향상을 위한 연구들이 새롭게 시작되었다. 2011년부터 2015년까지 수집된 논문들은 이전 기간에 비해 절반정도의 논문만이 수집되었고 지문인식의 성능향상을 위한 연구와 사용자 인증시스템 개발을 위한 연구들이 주로 진행되었다. 또한 땀샘 추출방법을 통한 특징점 추출의 정확성 향상을 위한 연구가 처음으로 시도되었다.

본 연구는 그동안 관심을 받지 못했던 지문인식관련 논문들을 대상으로 지문인식의 연구동향을 파악했다. 각 연도별로 출간된 논문들의 현황과 발간 학회들의 종류를 통계적으로 파악했고 수집된 논문들의 초록을 활용하는 계량적 분석방법을 적용했다. 이로 인해 주관에 치우치지 않고 연도별 연구영역들을 도출할 수 있었고 이를 기준으로 각 논문들의 연구목적과 연구대상들을 확인할 수 있었다. 본 논문을 통해 지문인식과 관련된 연구들이 얼마나 이루어졌고 해당 논문들이 어떠한 주제들에 집중되었는지 연도별로 확인할 수 있었다. 향후 지문인식관련 연구의 방향성을 모색하는 연구자들에게 유용한 정보를 제공해 줄 것으로 예상된다.

네트워크 분석을 통해 지문인식의 연구동향을 거시적으로 파악할 수 있었지만 한계점 역시 존재한다. 연도별 주요 연구영역들을 파악할 수 있었지만 데이터의 수가 적은 논문들의 경우 네트워크 분석에서 파악되지 않는 경우가 있었다. 이는 연구목적과 연구대상을 통해 보완하였지만 이후의 연구에서는 기준으로 삼는 근접 중심성을 좀 더 낮추어 연구영역의 범위를 넓힐 필요가 있다.

참고문헌

- [1] 지식산업정보원, “국가안전사회 구축 핵심유망보안기술 양자정보통신/가상화 보안/생체인증,” 서울: 지식산업정보원, 2014.
- [2] Furnell, S., Evangelatos, K., “Public awareness and perceptions of biometrics,” Computer Fraud & Security, 2007(1), 8-13, 2007.

- [3] 문기영, “생체인식 기술현황 및 전망,” TTA journal, 98, 38-47, 2005.
- [4] 김규환, 장보성, 이현정, “우리나라 기록관리학 분야의 연구영역 분석,” 한국문헌정보학회지, 43(3), 417-439, 2009.
- [5] 김동윤, 이재선, 강민구, “생체인식 센서기반의 핀테크 개인인증 활용,” 인터넷정보학회지, 16(2), 57-63, 2015.
- [6] H.Cummins, C.Midlo, “Fingerprints, Palms and Soles,” Dover Publications Inc, 1976.
- [7] Twain, M., “Life on the Mississippi,” New York: Oxford University Press, 2010.
- [8] “The History of Fingerprints,” <http://onin.com/fp/fphistory.html>, 2017.
- [9] “도제삼부장에 대한 경무국장의 지시,” 동아일보, p3, 1920.04.21.
- [10] “지문행형을 통일코저 지문규칙을 발령,” 동아일보. p3, 1939.02.26.
- [11] 소프트웨어정책연구소, “생물학과 ICT의 융합: 생체인식 시장 및 기술,” <https://spri.kr/post/7902>, 2015.06.
- [12] 한국정보보호산업협회, “2015 국내 정보보호산업 실태조사,” 한국정보보호산업협회, 2015.12.
- [13] 특허청, “모바일 생체 인식 기술! 보다 작고 정확하게-보도자료,” 특허청, 2016.10.
- [14] 연구성과실용화진흥원, “생체인식 기술 및 시장동향,” 연구성과실용화진흥원, 2016.02.
- [15] 장로사, 김유승, “한국의 기록관리학 연구동향 분석에 관한 연구,” 한국비블리아학회지, 20(1), 87-100, 2009.
- [16] Jain, A. K., Nandakumar, K., Ross, A., “50 years of biometric research: Accomplishments, challenges, and opportunities,” Pattern Recognition Letters, 2016.
- [17] 반성범, 정용화, 조현숙 (2001, b). IC 카드를 이용한 생체인식 기술 개발 동향. 전자통신동향분석, 16(6), 49-55, 2001, b.
- [18] 김재희, “‘밀줄 짝!’ 생체인식기술의 첫 단추,” 시큐리티월드, p. 59, 2011.02.
- [19] 이만식, “지문인식시스템에관한연구” 국내석사학위논문, 동국대학교국제정보대학원, 2003.
- [20] 임팩트, “생체인식 기술, 시장동향과 참여업체 사업전략,” 서울: 임팩트, 2014.
- [21] 임성진, 채승훈, 반성범, “실시간 지문 퍼지볼트 시스템의 VLSI 구조,” 한국정보기술학회논문지, 8(11), 109-120, 2010.
- [22] 김광석, 김대업, “사물인터넷 시대의 생체인식 스마트 센서 기술과 연구 동향,” 마이크로전자 및 패키징학회지, 23(2), 29-35, 2016.
- [23] 홍승준, “생체인식 성능향상을 위한 표준화 방안 연구,” 국내석사학위논문, 高麗大學校 工學大學院, 서울, 2011.
- [24] 최필주, 박상선, 김동규, “모바일 지급결제 및 바이오인식 융합기술 동향,” 情報保護學會誌, 22(4), 21-28, 2012.
- [25] 윤성민, “생체인식기술을 적용한 출입국 자동화 시스템 연구,” 국내석사학위논문, 한국항공대학교 항공경영대학원, 고양, 2012.
- [26] 송초롱, 박재혁, 이재우, “바이오 인식 기술 적용 현황 및 서비스 문제점 연구,” 정보보호학회지, 25(3), 66-76, 2015.
- [27] 반성범, 문지현, 정용화, 김학일, Pan, S. B., Moon, J. H., Kim, H. I., “지문인식기술동향. 전자통신동향분석,” 16(5), 46-54, 2001, a.
- [28] 이수상, “네트워크 분석 방법론,” 서울: 논형, 2012.
- [29] 광기영, “소셜네트워크분석,” 서울: 청람, 2014.
- [30] Scott, J., 김효동, 김광재, “소셜 네트워크 분석,” 서울: 커뮤니케이션북스, 2012.
- [31] 김승우, 김남규, “오피니언 분류의 감성사전 활용효과에 대한 연구,” 지능정보연구, 20(1), 133-148, 2014.
- [32] 김용학, “사회 연결망 분석 제3판 (Vol. 제3판),” 서울: 박영사, 2011.

[33] Zheng, P., Liang, X., Huang, G., Liu, X., "Mapping the field of communication technology research in Asia: content analysis and text mining of SSCI journal articles 1995 - 2014," *Asian Journal of Communication*, 26(6), 511-531, 2016.

[34] Freeman, L. C., "Centrality in Social Conceptual Classification," *Social Networks*. 1(3), 1979.

[35] 김우주, "네트워크 중심성이론 : Gephi&R을 사용한 네트워크 빅데이터 분석," 서울: 카오스북, 2015.

[36] 이유나, 김춘화, 이상수, "'교육공동체'에 대한 최근 연구동향에 대한 비판적 고찰 - 언어 네트워크 분석방법을 활용하여," *교육융합연구*, 14(2), 153-185, 2016.

[37] 임윤진, 손다미, "언어네트워크 분석을 적용한 국가직무능력표준(NCS) 연구 동향 분석," *大韓工業教育學會誌*, 41(2), 48-68, 2016.

[38] 조재인, "네트워크 텍스트분석을 통한 문헌정보학 최근 연구경향 분석," *情報管理學會誌*, 28(4), 65-83, 2011.

[39] 장세은, "키워드 네트워크 분석을 활용한 세계 크루즈산업 연구동향," *한국향해항만학회지*, 38(6), 607-614, 2014.

[40] 권기석, 이준혁, 이주연, 채성욱, 한동성, "한의학 연구동향에 대한 사회연결망분석," *기술혁신학회지*, 17(2), 334-354, 2014.

[41] 정승환, 호예담, 송영수, "핵심어 네트워크 분석(network analysis)을 통한 국내 HRD 연구동향 탐색," *HRD연구*, 16(3), 1-33, 2014.

[42] 한국연구재단, "학술지 등재제도 관리지침. 한국연구재단," 2016.10.

[43] 한국교육학술정보원, "RISS 국내 DB연계현황," <http://www.riss.kr/myriss/ArticleDBLibraryList.do?providerId=07>, 연도미상.

[44] Ceyhan, A., "Technologization of security: Management of uncertainty and risk in the age of biometrics," *Surveillance & Society*, 5(2), 2002.

[45] 박한우, Loet, L. "한국어의 내용분석을 위한 KrKwic 프로그램의 이해와 적용," *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 6(5), 1377-1387, 2004.

[46] Hu, C.-P., Hu, J.-M., Deng, S.-L., Liu, Y., "A co-word analysis of library and information science in China. *Scientometrics*," 97(2), 369-382, 2013.

[저자소개]



정진호 (Jinhyo Jung)

2015년 중앙대 영어학과 학사
 2017년 중앙대 융합보안학과 석사
 2017년 ~ 현재
 중앙대 융합보안학과 박사과정

email : sossilion@gmail.com



이창무 (Chang-Moo Lee)

2002년 뉴욕시립대 형사사법학 박사
 2003년 ~ 2014년
 한남대학교 경찰행정학과 교수
 2014년 ~ 현재
 중앙대학교 산업보안학과 교수

email : jbalanced@gmail.com