

클라우드 컴퓨팅 기술의 연구동향 분석 - 계량분석적 접근

김남규* · 박성욱** · 고미현*** · 서신원****

I. 서론

클라우드 컴퓨팅은 현재 컴퓨팅 인프라 및 서비스 관련 기술 중 가장 주목받는 기술 중 하나이다. 클라우드 컴퓨팅 기술은 기존의 사용자가 IT 자원을 구축하여 소유하는 개념과 다르게 빌려서 사용하는 개념으로 IT 인프라 패러다임을 바꿔놓고 있는 기술이다. 특히 전세계적으로 IT자원의 총소유비용 절감의 노력과 함께, 폭발적으로 늘어나는 데이터양에 동적으로 대응할 수 있고, 에너지 절감이라는 그린 IT 트렌드에 부합하여 더욱 각광받고 있다. 저명한 미국 시장조사 기관인 가트너는 2010년부터 2015년 현재까지 상위 10대 전략 기술 트렌드 중 하나로 클라우드 컴퓨팅을 선정하고 있으며, ICT 조사 기관인 IDC는 2015년 전 세계 클라우드 컴퓨팅 시장 규모가 985억 달러에서 1,180억 달러로 작년 대비 약 23%정도 성장할 것으로 예측하는 등 전세계적으로 클라우드 컴퓨팅에 관한 시장과 기술은 계속해서 발전할 것으로 예상된다. 이런 세계적인 발전흐름과 비교해서 우리나라에서는 클라우드 컴퓨팅의 시장규모 및 기술보급속도가 빠르지는 않았으나, 2015년 3월 ‘클라우드컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한법률’이 국회를 통과하여 앞으로 더 큰 성장이 기되는 분야이다. 이러한 첨단기술 분야에서 연구동향의 파악은 현재까지는 주로 전문가들의 의견을 통해서 파악하고 있으나, 최근들어 특허분석이나 논문분석, 웹상의 정보를 분석하여 유망 기술을 예측하고 전망하는 계량분석방법론들이 많이 연구되고 사용되고 있다. 본 연구에서는 이러한 계량분석방법론을 통하여 클라우드 컴퓨팅의 연구동향을 파악하여, 과거부터 현재, 향후 발전방향에 대해서 모색할 수 있는 객관적인 지표를 제공하려고 한다.

II. 본문

1. 관련연구

1) 클라우드 컴퓨팅

2006년 구글의 엔지니어인 크리스토프 비시글리어(Christophe Bisciglia)가 유휴 컴퓨팅 자원에 대한 활용을 제안하며 만든 클라우드 컴퓨팅은 그해 구글의 CEO인 에릭 슈미츠(Eric Schmidt)가 공식발표하면서 세상에 그 개념을 들어내게 되었다. 클라우드(cloud)라는 명칭은 컴퓨팅분야에서 인터넷을 구름으로 표현하던 것에서 유래한 것으로 인터넷을 통해 서버, 스토리지, 소프트웨어 등의 컴퓨팅 자원을 이용하는 개념으로 사용

* 김남규, 한국과학기술정보연구원, 정책연구부 선임연구원, 042-869-0588, ssgyu@kisti.re.kr

** 박성욱, 한국과학기술정보연구원, 정책연구부 실장, 042-869-0925, supark@kisti.re.kr

*** 고미현, 한국과학기술정보연구원, 정책연구부 선임연구원, 042-869-0340, mihyungo@kisti.re.kr

**** 서신원, 한국과학기술정보연구원, 정책연구부 연구원, 042-869-1825, shinwonseo@kisti.re.kr

※ 본 논문은 한국과학기술정보연구원의 미래 대응 과학기술 정책연구(K-15-L02-C05-S03) 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

되었다. 현재는 그 외에도 필요시 인터넷을 통해 인프라외에 플랫폼, 소프트웨어 등을 서비스 형태로 이용하거나, 물리적으로 다른 장소에 있는 컴퓨팅 리소스들을 가상화 기술로 통합해 제공하는 기술 등으로도 사용되고 있다. 기존의 컴퓨팅 인프라 기술과 구분되는 주요한 특징은 위에서 기술하였듯이 사용자가 자신의 고유한 컴퓨팅 자원을 직접 소유·관리하지 않고, 통신망·인터넷을 통해 사용자가 필요한 만큼의 컴퓨팅 자원을 가상화된 형태로 제공받아 사용하고, 사용한 만큼 비용을 내는 방식의 서비스로 자원의 소유와 사용이 분리되어 있다는 점이다.

클라우드 컴퓨팅에 대한 위와 같은 사항을 정리하면 다음과 같은 특징을 가진다고 본다. 첫째로 급격한 처리량의 증가나 이용자수의 증감에 대해 빠르고 유연하게 컴퓨팅 자원을 증감할 수 있는 확장성을 가지고 있다. 둘째, 사용자가 이용하는 컴퓨팅 자원이 구체적인 자원의 스펙, 또한 물리적으로 어느 위치에 존재하는 등을 사용자 관리할 필요가 없으며, 데이터의 보관 장소 역시 신경쓰지 않아도 되는 추상성을 가지고 있다. 셋째로 인터넷 또는 통신망으로 연결할 수 있는 기기가 있으면 언제 어디서든 컴퓨팅 자원을 필요한 만큼 사용할 수 있는 접근성을 가지고 있다.

이러한 클라우드 컴퓨팅의 특징들로 인하여 다음과 같은 이점을 가지게 된다. 가장 큰 이점은 컴퓨팅 자원의 소유·관리에 대한 비용 절감이다. 전통적으로 컴퓨팅 자원 및 소프트웨어를 구매하고 관리하는 것보다, 클라우드 솔루션으로 제공되는 하드웨어·소프트웨어를 필요한 양만큼을 사용하고 그 비용을 지불하는 것이 경제적으로 저렴하다. 또한 필요한 만큼 사용하게 되므로 컴퓨팅 자원의 사용률이 향상되며, 자원 사용량의 예측이 어려운 컴퓨팅 서비스도 제공할 수 있으며, 컴퓨팅 자원의 감가상각 또한 방지할 수 있는 등 다양한 이점이 있다. 따라서 해외에서는 구글, 아마존과 같은 거대한 클라우드 컴퓨팅 서비스 제공자들이 존재하며, 이들의 서비스를 받는 기업들이 나날이 증가되는 추세이다.

<표 1 해외 클라우드 시장 현황 및 전망>¹⁾

구분		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR (11-17)
Public	SaaS	19,033	24,172	29,789	36,164	43,793	52,349	62,080	21.8%
	PaaS	2,788	3,818	5,259	7,020	9,070	11,473	14,012	30.9%
	IaaS	6,418	9,339	12,348	16,303	20,678	25,589	31,125	30.1%
	소계	28,239	37,329	47,396	59,487	73,541	89,411	107,217	24.9%
Private		7,749	8,400	9,050	9,830	10,750	11,850	13,154	9.2%
합계		35,988	45,728	56,446	69,317	84,291	101,260	120,370	22.3%

국내에서도 이러한 해외의 발전에 맞추어서 많은 기업에서 클라우드 컴퓨팅을 위한 데이터센터를 구축하여 다양한 서비스를 실시 중이며, 출연연구소 및 대학에서도 클라우드 컴퓨팅 기술개발을 위해서 많은 투자가 이루어지고 있다. 그러나 국내 클라우드 컴퓨팅 시장은 현재 해외와 비교하여 크게 성장하지 않고 있는데 이는 하드웨어 중심의 데이터센터 위주로 클라우드 컴퓨팅 시장이 성장하고 있기 때문이다²⁾. 한편으로는 컴퓨팅 자원을 소유하고 있지 않으므로, 저장된 데이터유출에 대한 우려가 있기도 하다. 이에 국가에서는 클라우드 컴퓨팅 산업을 육성하고 활성화시키기 위하여, 정부 및 공공기관들이 클라우드 컴퓨팅을 사용할 수 있는

1) Public(IDC 2013.2Q), Private(Infiniti 2013.11)

2) 한국클라우드산업협회 월간보고서 - 클라우드 SaaS(업무용 SaaS), 2014년 9월

법적인 근거를 만들고, 산업육성 및 기술개발과 활용촉진, 이용자 보호 등을 골자로하는 “클라우드 컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한법률”을 만들었으며, 해당 법률이 2015년 3월 3일 국회를 통과하므로써 국내 클라우드 컴퓨팅 산업의 경쟁력을 강화시키기 위하여 노력하고 있다.

<표 2 국내 클라우드 시장 현황 및 전망>3)

구분		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR (11-17)
Public	SaaS	134	188	249	331	402	474	536	26.0%
	(세계 대비 비중)	0.7%	0.8%	0.8%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	-
	PaaS	10	17	25	34	43	54	63	35.9%
		0.4%	0.4%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	-
	IaaS	86	138	213	316	406	493	573	37.3%
		1.3%	1.5%	1.7%	1.9%	2.0%	1.9%	1.8%	-
소계		230	343	487	681	851	1,021	1,172	31.2%
		0.8%	0.9%	1.0%	1.1%	1.2%	1.1%	1.1%	-
Private		125	155	175	207	248	305	381	20.4%
		1.6%	1.8%	1.9%	2.1%	2.3%	2.6%	2.9%	-
합계		354	498	662	887	1,100	1,326	1,554	27.9%
		1.0%	1.1%	1.2%	1.3%	1.3%	1.3%	1.3%	-

2) 계량정보분석 방법론

계량정보분석 방법론은 다양한 저장매체에 축적된 과학기술에 관한 지식과 정보를 바탕으로 특정한 정보를 추출하여 정보의 패턴과 동향을 분석하는 방법론으로, 이를 통해 기술과 지식의 동향과약을 파악하고 미래를 예측할 수 있다. 이러한 계량정보분석 방법론은 도서관의 도서관리를 위한 서지분석(bibliometrics)에 근원을 두고 있다. 또한 과학문헌의 인용과 분포 등 과학기술 지식의 생산과 흐름에 관련하여 정량적인 측정과 분석을 다루는 과학계량분석(scientometricis)도 오래된 연구분야이다. 최근에는 과학기술의 급격한 발달과 함께 ICT 기술의 발전으로 인해 분석방법과 분석 대상이 더욱 확대되어, 웹상의 링크관계를 분석하는 webometrics, 개체간의 관계를 분석하여 그 관계를 시각적으로 표현하는 사회연결망분석 등 다양한 계량분석 방법론들이 등장하고 있다.

3) Scival

Scival⁴⁾은 “Science Evaluation”의 약자로서 Scopus를 운영·관리하는 Elsevier사에서 제공하는 Scopus를 기반으로한 연구성과 분석 솔루션이다. Scopus는 Elsevier가 제공하는 과학의학사회과학 분야를 포함하는 전세계 학술문헌 정보를 가장 광범위하게 포함 및 색인하고 있는 세계 최대 규모의 초록 및 인용 데이터베이스이다. 포괄적인 검색, 최신 학술문헌 정보에 접근, 인용 분석을 제공하며, 연구자와 기관의 연구 활동 평가 등 오늘날의 연구 환경에서 요구되는 다양한 기능을 제공하고 있다. 현재 5,000여 이상의 출판사에서 제공되는 21,912 타이틀(53,300,000건) 및 30,000권의 도서, 105 개 국가, 40개 언어를 제공하는 저널들이 등재되어

3) Public(IDC 2013.2Q), Private(Infiniti 2013.11)

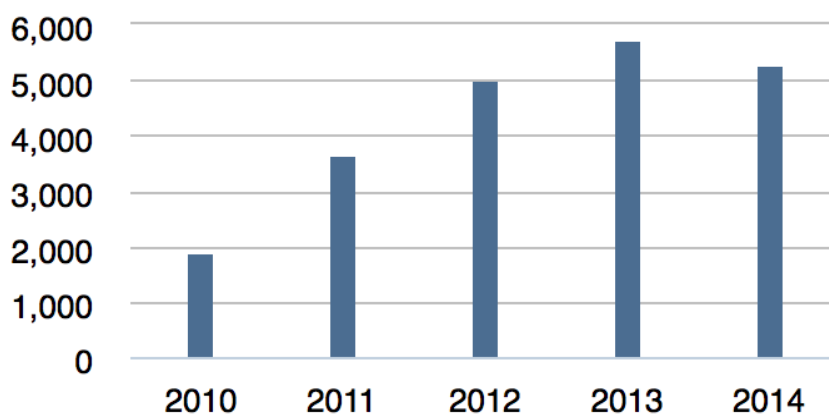
4) <https://www.scival.com>

있다. Scival은 이러한 Scopus의 학술문헌 정보를 손쉽게 분석할 수 있게 해주는 서비스로써, 5,600여개의 연구기관, 220개 국가의 연구성과를 비교·분석할 수 있다. 특히 27개 주제와 330개 소 주제분야별로 성과 분석 및 이에 따른 주요 논문지와 저자 분석이 가능하며, 이를 15개의 지표를 이용하여 보다 다양한 분석이 가능하다. 따라서 전세계적인 규모로 관련 분야의 문헌들을 종합적으로 탐색 및 분석하여 결과를 도출할 수 있는 툴이라고 할 수 있다.

2. 분석

본 연구에서는 Scival에서 2015년 4월 15일에 갱신된 Scopus에 색인된 논문들 중 2010년에서 2014년까지 최근 5년간의 논문지 및 학술대회논문집에 수록된 논문들의 논문명, 초록 및 키워드에서 ‘Cloud computing’이라는 검색명으로 검색한 결과로 도출된 21,644편을 분석에 사용하였다.

기본적으로 ‘Cloud computing’이라는 키워드로 검색된 21,644건의 논문을 출판년도별로 살펴보면 (그림 1)와 같이 2010년부터 2012년까지 1902건, 3671건, 4994건으로 증가하다가 2013년 5709건으로 정점을 찍은 후 2014년은 5368건으로 정체된 모습을 보이고 있다.



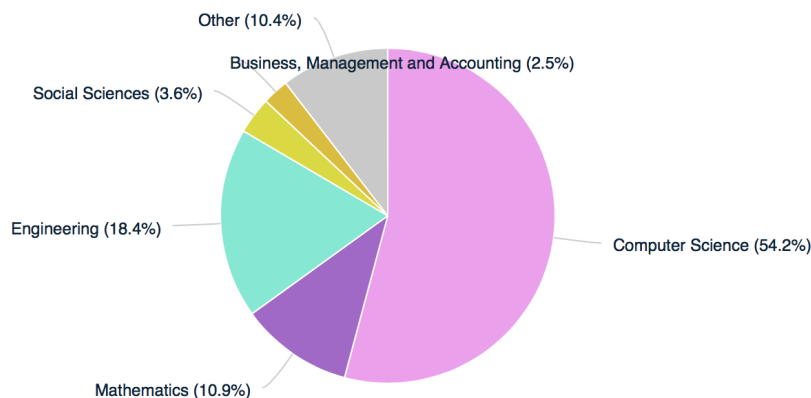
(그림 1 년도별 발표된 논문 편수)

가장 많이 인용된 논문 5편을 추출해본 결과가 <표 3>과 같으며, ‘A view of cloud computing’이 2,004건으로 가장 많이 인용된 논문이며, 이는 클라우드 컴퓨팅의 기술적인 면을 전반적으로 서술한 첫 번째 논문인 것이 때문으로 보인다. 그 뒤에 539건이 인용된 ‘Cloud computing : State-of-the-art and research challenges’도 이와 비슷한 성격으로 보이며, 515건이 인용된 ‘CloudSim: A toolkit for modeling and simulation of cloud computing environments and evaluation of resource provisioning algorithms’은 클라우드 컴퓨팅 환경을 시뮬레이션할 수 있는 대표적인 툴에 관한 논문이다. 393건이 인용된 ‘A survey on security issues in service delivery models of cloud computing’은 클라우드 컴퓨팅 환경에서 사용자들이 가장 크게 우려하는 보안관련 문제를 다룬 조사논문으로 이 분야에서 보안문제의 중요성을 알 수 있다. 마지막으로 ‘Cloud computing - The business perspective’은 클라우드 컴퓨팅이 산업계에서 주창한 용어이므로 사업측면에서 클라우드 컴퓨팅을 분석한 초기 논문이었기에 많이 인용된 것으로 보인다.

<표 3 클라우드 컴퓨팅 관련 피인용수 최상위 논문>

저자	제목	발표년도	게재 논문지	피인용수
Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony D, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei	A view of cloud computing	2010	Communications of the ACM	2,004
Zhang Qi, Cheng Lu, Boutaba Raouf	Cloud computing: State-of-the-art and research challenges	2010	Journal of Internet Services and Applications	539
Calheiros Rodrigo N, Ranjan Rajiv, Beloglazov Anton, De Rose César A F, Buyya Rajkumar	CloudSim: A toolkit for modeling and simulation of cloud computing environments and evaluation of resource provisioning algorithms	2011	Software Practice and Experience	515
Subashini S, Kavitha V	A survey on security issues in service delivery models of cloud computing	2011	Journal of Network and Computer Applications	393
Marston Sean, Li Zhi, Bandyopadhyay Subhajyoti, Ghalsasi Anand	Cloud computing - The business perspective	2011	Decision Support Systems	330

클라우드 컴퓨팅 관련하여 출판된 논문의 분야를 살펴보면 (그림 2)과 같다. 클라우드 컴퓨팅은 기본적으로 컴퓨터분야이므로 54.2%로 가장 많은 논문이 출판된 분야임을 알 수 있었다. 그 뒤를 이어 공학분야에서 출판된 논문이 18.4%로 클라우드 컴퓨팅이 단순히 소프트웨어뿐만 아니라 하드웨어 인프라까지 포함하고 있으므로 컴퓨터 부품과 네트워크 등과 함께 데이터센터의 인프라까지 포함된 결과로 보인다. 다음으로 수학분야에서 10.9%가 차지하고 있는 것은 클라우드 컴퓨팅에서 작업 스케줄러 및 인프라 관리에 필요한 알고리즘 분야를 다루는 것으로 해석된다. 그 외에 사회과학분야와 비즈니스, 경영 및 회계 분야 등등의 기타분야에서 16.5%를 차지하는 등 다양한 분야에서 클라우드 컴퓨팅의 활용, 파급효과 등을 분석하는 논문들이 출판된 것으로 보인다. 이를 비춰보면 클라우드 컴퓨팅은 기술적인 측면뿐만 아니라 사회 전반적으로 큰 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다.



(그림 2 클라우드 컴퓨팅 관련 논문출판의 분야별 점유율)

클라우드 컴퓨팅 분야에서 출판논문수로 최상위 10개 논문을 추출하면 <표 4>와 같다. 가장 많은 논문을 출판한 논문지는 ‘Lecture Notes in Computer Science’로 1,216건이며 그 외에 컴퓨터분야와 전자 및 공학분야의 논문지들이 최상위 10개 논문지에 속해있다. 다만 해당 논문지의 논문 피인용수를 보면 ‘Future Generation Computer Systems’는 출판논문수는 197건으로 7위이나 논문인용수가 2,579건으로 편당 13.09 피인용건을 보여 논문의 질면에서 압도적으로 우위에 있음을 알 수 있었다. 그리고 ‘Journal of Supercomputing’이 출판논문수에서는 108건으로 10위이나 평균 논문당 피인용수에서 4.74건으로 그 뒤를 잇고 있다. ‘Lecture Notes in Computer Science’의 경우는 평균 논문당 인용수로는 3위이며, 그 외 다른 논문지들은 평균 논문당 피인용수가 1이하였다.

<표 4 클라우드 컴퓨팅 관련 출판논문수 최상위 논문지>

논문지	출판논문수	논문 피인용수	평균 논문당 피인용수
Lecture Notes in Computer Science	1,216	1,441	1.19
Applied Mechanics and Materials	565	67	0.12
Communications in Computer and Information Science	413	300	0.73
Advanced Materials Research	329	90	0.27
ACM International Conference Proceeding Series	256	57	0.22
Lecture Notes in Electrical Engineering	227	75	0.33
Future Generation Computer Systems	197	2,579	13.09
Advances in Soft Computing	176	81	0.46
IEEE International Conference on Cloud Computing, CLOUD	139	76	0.55
Journal of Supercomputing	108	512	4.74

클라우드 컴퓨팅 분야에서 생산된 논문수로 최상위 10개 기관을 추출하면 <표 5>와 같다. 가장 많은 논문을 생산한 기관은 중국의 북경우전대학교(Beijing University of Posts and Telecommunications)로 총 308편의 논문을 생산하였다. <표 5>에서 보면 미국 기관 IBM과 Hewlett-Packard 2개와 인도 기관 Anna University 1개를 제외하고 나머지 7개가 중국기관이다. 그러나 평균 논문당 피인용수는 북경 항공 우주 비행 대학(Beihang University)이 5.9건으로 가장 높으며, 그 뒤로 4.7건으로 Hewlett-Packard이 뒤따르고 있으며, 최대 논문 생산기관인 북경우전대학교는 평균 논문당 피인용수는 1.8건으로 논문생산 최상위 10개 기관에서 최하위를 기록했다.

<표 5 클라우드 컴퓨팅 관련 출판논문수 최상위 기관>

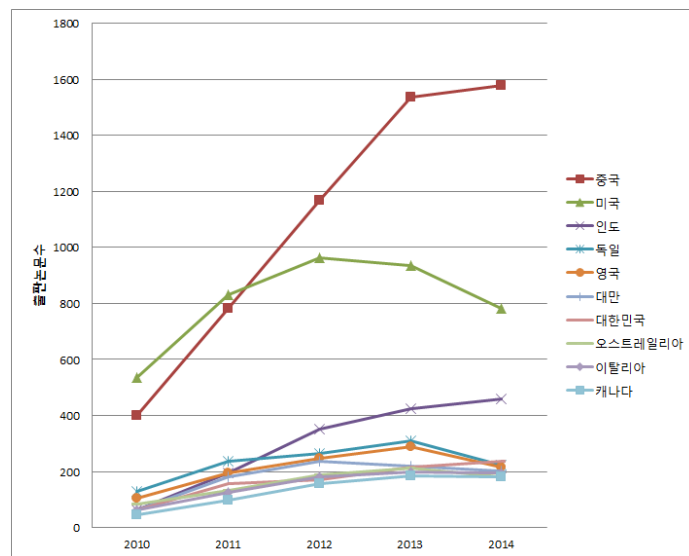
논문지	생산논문수	논문 피인용수	평균 논문당 피인용수
Beijing University of Posts and Telecommunications	308	555	1.8
IBM	293	1,185	4.0
Tsinghua University	281	1,141	4.1
Chinese Academy of Sciences	187	376	2.0
Beihang University	168	994	5.9
National University of Defense Technology	166	418	2.5
Hewlett-Packard	165	775	4.7
Huazhong University of Science and Technology	152	482	3.2
Wuhan University	136	314	2.3
Anna University	128	534	4.2

클라우드 컴퓨팅 분야에서 생산된 논문수로 최상위 10개 국가를 추출하면 <표 6>과 같다. 가장 많은 논문을 생산한 국가는 중국으로 총 5,732건을 생산하였고, 그뒤로 미국이 4,213건, 인도가 1,731건으로 2, 3위를 차지하였으며, 대한민국은 총 902건으로 7위를 차지하였다. 평균 논문당 피인용수로는 오스트레일리아가 6.8건으로 1위를, 미국이 5.2건으로 2위를 차지하였으며, 논문생산으로 1위인 중국인 평균 논문당 피인용수가 1.8건으로 최하위를 차지하였고 대한민국은 1.9건으로 하위권에 위치하였다.

<표 6 클라우드 컴퓨팅 관련 생산논문수 최상위 국가>

국가	생산논문수	논문피인용수	평균 논문당 피인용수
중국	5,732	10,599	1.8
미국	4,213	21,839	5.2
인도	1,731	2,204	1.3
독일	1,219	3,820	3.1
영국	1,121	4,312	3.8
대만	959	1,831	1.9
대한민국	902	1,680	1.9
오스트레일리아	846	5,750	6.8
이탈리아	820	2,729	3.3
캐나다	706	2,669	3.8

위의 <표 6>을 국가별-년도별로 논문생산수와 피인용수를 살펴보면 (그림 3)와 (그림 4)와 같다. (그림 3)에서는 클라우드 컴퓨팅 관련 국가별-년도별 논문생산수를 그래프로 표시하였다. 2010, 2011년에는 미국이 논문생산수로는 1위였으나 2012년 2위를 하고 논문수를 정점을 찍은 후 하락추세이다. 반면 중국은 2010년부터 2013년까지 폭발적으로 논문생산수가 증가하였으며, 2012년부터 2014년까지 계속해서 논문생산수로 1위를 차지하였다. 다만 2014년도부터는 논문증가세가 정체되어있다. 그 외 국가는 이탈리아를 제외하고는 비슷한 경향을 보여주고 있다.



(그림 3 클라우드 컴퓨팅 관련 국가별-년도별 생산논문수)

<표 7>은 클라우드 컴퓨팅 핵심어구 관련성 상위 50위 중 일부를 표시하였다. 이 중 10위안에서 ‘Computer systems’와 ‘Grid computing’이 감소추세에 있음을 알 수 있었다. 이는 현재도 클라우드 컴퓨팅 논문들이 시스템 및 기존 인프라 기술과 관련성이 있으나, 점점 시스템 중심적인 관점에서 벗어나 다양한 분야들을 탐구하는 경향성을 보인다고 해석할 수 있다. 또한 ‘Quality of service’와 ‘Resource allocation’의 경우는 다른 핵심어구들보다 증가율이 높은 것으로 보아 클라우드 컴퓨팅 인프라 구축 후 서비스 시의 품질관리와 자원 할당을 통한 효율화에 관심이 증대되고 있다고 해석할 수 있다. 그 외 ‘Distributed database systems’, ‘Cryptography’, ‘Virtual reality’, ‘Mobile devices’은 관련성은 적으나 출판되는 논문의 증가율이 급격한 핵심어구로, 클라우드 컴퓨팅 인프라 관련하여 분산데이터베이스 시스템과 암호화 등이 관심이 높아지고 있으며, 인프라 접속관련하여 모바일 기기에 대한 관심 또한 증대됨을 알 수 있다. 마지막으로 ‘Energy efficiency’는 클라우드 컴퓨팅 인프라를 위한 데이터센터의 전력효율에 관심이 증대됨을 알 수 있다.

<표 7 클라우드 컴퓨팅 관련 핵심어구 관련성 및 출판논문 증가율>

순위	핵심어구	관련성	출판논문 증가율(2010-2013)
1	Cloud computing	1	198.7
2	Clouds	0.44	249.6
3	Computer systems	0.11	-13.7
4	Applications	0.08	167
5	Industry	0.07	145.4
6	Web services	0.07	122.1
7	Quality of service	0.06	279.8
8	Management	0.06	163.8
9	Grid computing	0.05	-59.6
10	Resource allocation	0.05	317.1
....			
17	Distributed database systems	0.04	822.7
18	Cryptography	0.04	494.6
19	Virtual reality	0.04	504.7
20	Mobile devices	0.04	415.7
....			
46	Energy efficiency	0.02	645.5
....			
50	Data storage equipment	0.02	280.2

III. 결론

본 연구에서는 전세계적으로 활용이 증대되고 있는 클라우드 컴퓨팅 분야의 연구동향을 객관적인 데이터를 바탕으로 계량분석방법을 통해 분석해보았다. 연구결과 전세계적으로 클라우드 컴퓨팅 연구는 지속적으로 증대되어 왔으나 2013년 기점으로 정체되고 있음을 알 수 있었다. 그리고 클라우드 컴퓨팅 관련 논문이 가장 많이 출판된 분야는 컴퓨터분야이며 그뒤로 공학과 수학분야가 뒤따랐으며 사회과학을 비롯한 다양한 분야에

서 출판되어 클라우드 컴퓨팅에 대한 연구를 다양한 분야에서 다각적으로 진행되고 있음을 알 수 있었다. 논문출판수로 최상위 10개 논문지로는 컴퓨터공학 및 기타공학분야의 논문지들이었고, 최대 논문출판 논문지는 'Lecture Notes in Computer Science'였으나 평균 논문당 피인용수로는 'Future Generation Computer Systems'가 13.09건으로 최상위를 차지하여 논문지마다 논문의 양과 질에 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한 최대논문생산 기관은 중국의 북경우전대학교였고, 논문생산수로 최상위 기관 10개 기관중 7개 기관이 중국기관이었다. 다만 평균 논문당 피인용수로는 5.9건으로 중국비행대학이 최상위를 차지했다. 또한 국가별 출판논문수로는 중국이 1위였고, 미국이 2위였고, 한국은 7위였으나, 평균 논문당 피인용수는 오스트레일리아가 6.8건으로 1위, 미국이 5.2건으로 2위였으며, 대한민국은 1.9건, 중국이 1.8건으로 하위권에 머물렀다. 이로써 클라우드 컴퓨팅 연구와 관련하여 중국의 큰 영향력을 확인하였으나 논문의 질적인 면에서는 양적인 면에 비해 미흡함을 알 수 있었다. 마지막으로 논문의 제목과 초록에서 클라우드 컴퓨팅과 핵심어구 관련성을 분석한 결과, 'Computer systems'와 'Grid computing'은 감소하는 경향을 나타내었고, 'Quality of service', 'Resource allocation', 'Distributed database systems', 'Cryptography', 'Virtual reality', 'Mobile devices', 'Energy efficiency' 등의 주제에 대한 연구가 급속도로 증가하고 있음을 알 수 있었다. 이를 통해 앞으로 클라우드 컴퓨팅에 대한 연구분야는 기존의 시스템 위주에서 서비스와 품질관리, 모바일, 에너지 절약 등의 주제로 연구방향이 확대될 것으로 예상된다.

하지만 본 연구에서의 한계점은 다음과 같다. 본 연구에서는 Scopus를 운영하는 Elsevier에서 제공하는 계량서지분석 서비스인 scival을 이용하여 논문을 분석하였으나, 기간이 2010년에 2014년으로 한정되어 있어서 클라우드 컴퓨팅이 발생한 2006년부터 2009년까지의 초기 논문들에 대한 분석을 할 수 없었다. 또한 논문서지데이터에 대한 접근이 제한적이어서 나라간, 기간과간, 저자들간의 협력연구현황에 대해서는 분석할 수 없었다. 마지막으로 특허분석을 하지않아 클라우드 컴퓨팅에 대한 산업계의 연구동향에 대해서는 파악할 수 없었다.

이처럼 본 연구에서는 계량서지분석으로만 연구동향을 분석하였기에 각 나라, 기관, 저자들 간의 연결사항이나 협력현황에 대해 알 수가 없었기에 향후에는 지식맵이나 사회연결망분석과 같은 다른 분석기법을 활용하고, 특허분석과 전략 다이어그램을 통한 산업계의 동향을 분석하는 것을 후속연구에서 진행해야할 것이다.

참고문헌

- 강원영 (2013), “최근 클라우드 컴퓨팅 서비스 동향”, 「인터넷&시큐리티 이슈」, 한국인터넷진흥원, 3월호 : 19-24
- 권기석, 이준혁, 이주연, 채성욱, 한동성 (2014), “한의학 연구동향에 대한 사회연결망분석”, 「기술혁신학회지」, 17(2) : 334-354
- 김동성, 김종우 (2014), “클라우드 컴퓨팅 관련 논문의 서지정보 및 인용정보를 활용한 연구 동향 분석”, 「지능정보연구」, 20(1) : 195-211
- 최병관, 김병근 (2013), “계량정보분석 방법을 활용한 클라우드 컴퓨팅 분야의 미래기술 탐색”, 「인터넷전자상거래연구」, 13(1) : 199-221
- 한국클라우드산업협회 (2014), “클라우드 SaaS(업무용 SaaS)”, www.kcloud.or.kr/associlibrary/archives/4198 (2014.09).
- 윤병운 (2008), 「계량정보 분석방법론의 과학기술 적용 사례 조사 분석 연구」, 한국과학기술 정보연구원.

- 이성욱, 신용태 (2008), “연구기획 강화를 위한 정보분석 시스템 구축 및 사례”, 「정보와 통신」, 26(1) : 16-24.
- 이수상 (2013), 「네트워크 분석 방법론」, 논형.
- Ian Foster, Yong Zhao, Ioan Raicu, Shiyong Lu (2008), “Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared”, *Grid Computing Environments Workshop 2008(GCE '08) on 12 and 16 November 2008*, Austin, TX, USA, 1-10.
- J. Moody (2004), “The Structure of a Social Science Collaboration Network: Disciplinary Cohesion from 1963 to 1999”, *American Sociological Review*, 69 : 213-238.