

건설 분야 첨단융합기술 관련 연구 분석을 통한 각 국가별 관심 분야 비교 연구

A Cross Country Comparative Study of Key Research Areas Through Analysis of Technology-Fusion Research in the Construction Industry

손 효 주* · 김 태 우** · 김 창 완*** · 김 형 권**** · 한 승 현***** · 김 상 범***** · 김 문 겸*****
Son, Hyo-Joo · Kim, Tae-Woo · Kim, Changwan · Kim, Hyoungkwan · Han, Seung H. ·
Kim, Sangbum · Kim Munkyum

ABSTRACT

This study reflects on the subjects of the papers published by Journal of Automation in Construction, which has focused on such fusion-technology research areas in civil engineering as robotics and automation and observed a growing number of papers and extensiveness of participation during the 2000-2006 periods. This paper provides a current perspective on technology-fusion research in civil engineering, as reflected in the Journal of Automation in Construction. Journal of Automation in Construction (AIC) is intended to be of interest of industry personnel, government personnel and researcher in Information Technology (IT) and Automation research in civil engineering. This paper is intended to show a cross country comparison of technology-fusion research through analysis of papers. The research results show that there is a need to increase research collaboration between industry and academia, government and academia, and industry and government to advance the construction industry.

Keywords: *Technology-Fusion research, Contribution of Country and Research Area, Automation in Construction*

1. 서 론

21세기 건설 산업분야가 국제적으로 경쟁력을 갖추기 위해서는 건설 기술의 연구 및 개발에 대한 패러다임의 전환이 필요하며, 첨단기술과 건설기술의 융합을 추진하여 건설기술을 고부가가치 기술로 변환하기 위한 노력이

- * 중앙대학교 건축공학과 석사과정 Email: hjson0908@wm.cau.ac.kr
- ** 중앙대학교 건축공학과 석사과정 Email: unitica@wm.cau.ac.kr
- *** 중앙대학교 공과대학 건축공학과 조교수 Email: changwan@cau.ac.kr
- **** 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 조교수 Email: hyoungkwan@yonsei.ac.kr
- ***** 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 부교수 Email: shh6018@yonsei.ac.kr
- ***** 동국대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 조교수 Email: kay95@dongguk.edu
- ***** 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 교수 Email: applymkk@yonsei.ac.kr

이루어져야 한다. 즉, 첨단기술 분야로 지칭되는 6T(BT, ET, IT, NT, ST, CT)관련 신기술이 경제·사회·문화 등 모든 영역에 미치는 영향이 클 것으로 예상됨에 따라 이를 활용한 새로운 형태의 건설기술에 대한 연구 및 개발이 요구되고 있다(Han, et, al. 2006). 과거 건설 산업분야에서는 새로운 기술 개발에 대한 R&D 투자가 저조하였으나, 현재 흐름에 따라 세계 각국에서는 기술융합을 통한 신기술 창조의 시너지 효과를 예상하여 R&D 투자를 확대하여 본격적인 연구를 수행하고 있다(Bouygues, 2002). 미국의 경우 미국과학재단(NSF: National Science Foundation) 산하에 CMS(Civil and Mechanical System)를 두어 건설기술과 관계된 NT, IT, ET 등의 첨단기술 중점적으로 육성하고 있으며, 일본은 1985년부터 건설기술과 IT의 접목을 통한 기존 기술의 혁신 및 신기술 창조를 목표로 JACIC(Japan Construction Information Center)사업을 추진하는 등 건설기술 분야에서도 첨단기술을 도입한 융합기술 연구개발 사업이 활발하게 진행 중이다(Kim, et, al., 2006; Schwartz, 1992).

이와 같은 추세는 건설 산업분야에서 첨단융합기술을 활용한 연구를 통해 살펴볼 수 있으며, 21세기 들어 선진 국가에서 어떤 분야에 관한 연구가 이루어졌는지 분석함으로써 이러한 기술에 대한 미래를 조망해볼 수 있을 것이다(Osama, et, al., 2004). 따라서 본 연구에서는 건설의 전 생애주기에 걸쳐 다양한 첨단기술을 활용한 연구를 다루는 Automation in Construction에 게재된 저널 분석하여 각 국가별, 연구 수행기관별 첨단융합기술에 대한 연구 및 기술 개발의 동향을 살펴보았다.

2. 국가 및 지역의 첨단융합기술에 대한 관심연구 분야 비교

2.1. Automation in Construction 저널(2000-2006)의 현황

본 연구에서는 2000년부터 2006년까지 7년간 Automation in Construction에 게재된 저널을 분석하였으며, 그림 1은 연도에 따른 저자, 저널, 국가의 수에 대한 변화를 나타낸다. 분석기간 동안 32개의 국가에서 759명의 저자들이 참여하여 총 395편의 저널이 게재되었다. 이를 바탕으로 저널들을 6개의 분야로 분류하였으며, 분류에 따라 각 국가별, 연구 수행기관별 첨단융합기술에 대한 연구 및 개발의 동향을 살펴보았다.

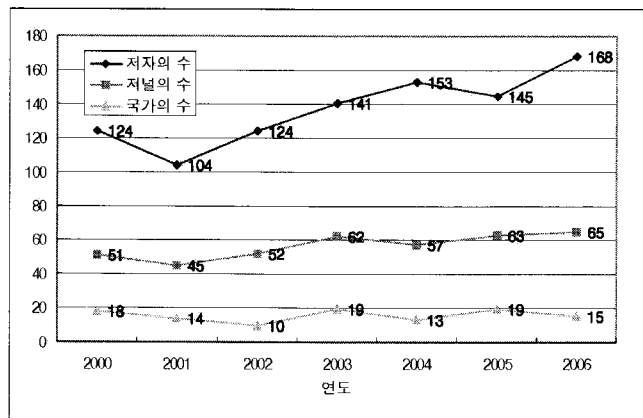


그림 1 Automation in Construction에 게재된 저널의 현황(2000-2006)

2.2. Automation in Construction 저널(2000-2006)에 참여한 국가 및 지역 분석

분석기간 동안 Automation in Construction 저널의 저자들이 속한 국가 및 해당 지역, 연구 수행기관을 분석하

여 관심 기술에 대한 연구 및 개발 동향 파악하였다. 그림 2는 2000-2006년 사이에 Automation in Construction 저널에 참여도가 높은 상위 10개의 국가와 그 이외의 국가에 대하여 전체 395편의 저널에서 차지하는 분포를 나타낸 것이다. 전 세계의 지역별 저널 제출 비율을 보면 아시아에서 전체의 43.4%, 미국에서 21.3%를 차지한다(그림 3). 종합적으로 보면 아시아에서 기술 개발을 위한 많은 연구가 이루어지고 있는 것이 사실이나, 미국의 경우 단일 국가에서 제출한 저널이 전체의 21%를 차지하는 것으로 나타나 기술 연구 및 개발을 위한 미국의 투자가 가장 높은 것으로 나타났다.

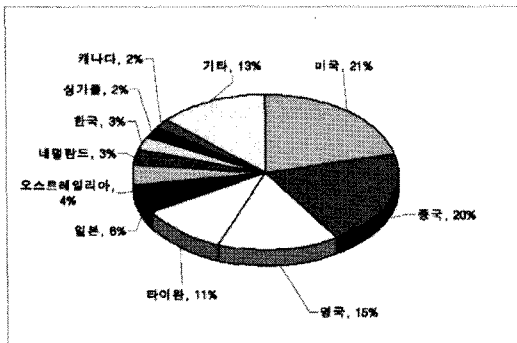


그림 2 Automation in Construction 저널(2000-2006)에 참여한 국가의 분포

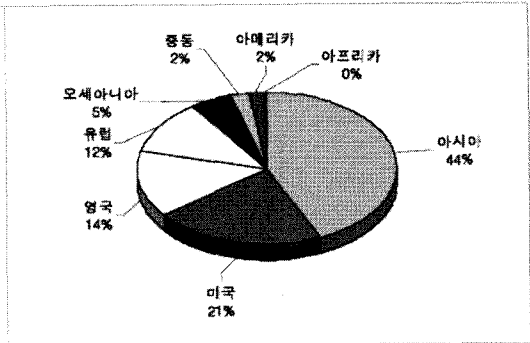


그림 3 Automation in Construction 저널(2000-2006)에 참여한 지역의 분포

Automation in Construction의 저널은 Value Chain을 고려하여 설계최적화, 조달, 건설로봇 및 시공자동화, 지능형 건설현장, 유지관리, 생애주기 및 기타 등 6개의 분야로 분류할 수 있다. 2000년부터 2006년 사이에 게재된 저널을 6개의 분야에 따라 분류하면 지능형 건설 현장에 관한 연구가 전체의 36%를 차지하고, 설계최적화에 관한 연구가 33%를 차지하여 이 두 분야에 관한 연구가 전체의 약 70% 이상을 차지하는 것을 알 수 있다. 이를 바탕으로 6개의 분야를 기준으로 하여 본 연구에서는 각 국가 및 지역별, 연구 수행기관별 관심 기술 및 연구 분야를 살펴보았다.

2000-2006년 사이에 저널에 참여한 저자들이 속한 국가의 6개 분류 기준에 대한 연구 및 기술 개발 현황을 보면 표 1과 같다. 이는 분석기간 동안 저널에 참여한 국가들 중에서 20편 이상의 저널을 제출한 국가들의 리스트를 나열한 것으로 미국, 중국, 영국, 타이완, 일본, 오스트레일리아, 네덜란드, 한국, 싱가포르, 캐나다 순으로 나타났다. 표 1에 의하면 2000-2006년 사이에 Automation in Construction 저널에 가장 높은 참여도를 보이는 국가는 미국으로 총 222명이 저널을 제출하였으며, 이어 중국에서 209명의 저자가 저널을 제출하여 미국과 비슷한 수준을 보인다. 분석 결과에 의하면, 미국에서 건설 산업을 위한 첨단융합기술 개발에 대한 연구 및 투자가 가장 활발하게 이루어지고 있으며, 미국, 중국, 영국, 타이완 및 일본에서 제출한 저널이 전체의 70% 이상을 차지하는 것으로 보아, 분석 기간 동안 위 다섯 개 국가에 의해 대부분의 연구가 이루어졌음을 알 수 있다.

표 1 Automation in Construction 저널(2000-2006)의 6개 분류 기준에 대한 각 국가별 참여 현황

국가	1	2	3	4	5	6	합계
미국	72	-	21	78	22	29	222
중국	60	11	2	90	16	30	209
영국	61	1	3	55	9	26	155
타이완	17	9	12	66	3	5	112
일본	16	-	17	30	-	-	63
오스트레일리아	18	1	5	13	-	6	43
네덜란드	14	-	2	14	-	2	32
한국	3	-	10	9	8	1	31
싱가폴	14	-	-	7	1	-	22
캐나다	1	-	-	12	6	2	21

1 : 설계최적화

2 : 조달

3 : 건설 로봇 및 시공자동화

4 : 지능형 건설현장

5 : 유지관리

6 : 생애주기 및 기타

3. 연구 수행 기관의 첨단융합기술에 대한 관심연구 분야 비교

3.1. Automation in Construction 저널(2000-2006)에 참여한 연구 수행기관 분석

그림 4는 저자들의 소속 기관에 대한 분포를 나타낸 것으로 본 연구에서는 연구 수행기관을 크게 학계, 산업계, 전문연구단체, 정부기관으로 구분하였다. 2000-2006년 사이의 저널을 저자가 속한 기관에 따라 분류하면, 학계에서 제출한 저널이 전체의 80% 이상을 차지하고 있는 것으로 조사되어 기술에 대한 연구 및 개발이 대부분 학계 위주로 이루어짐을 알 수 있다. 학계를 제외한 나머지 산업계, 전문연구단체 및 정부기관에서 제출한 저널은 고루 분포되어 있으나 이 중 전문연구단체에 의한 저널이 비교적 많다. 한편, 정부 기관에 의한 저널은 전체 저널의 4.6%에 그쳐 연구 비율이 높지 않음을 보여준다.

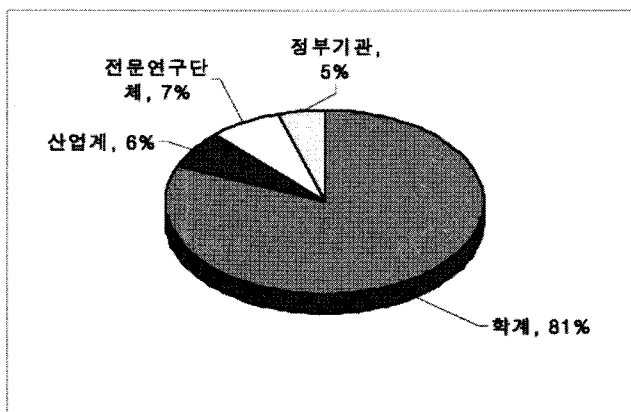


그림 4 Automation in Construction 저널(2000-2006)에 참여한 연구 수행기관의 분포

3.2. 국가 및 연구 수행기관에 따른 Automation in Construction 저널(2000-2006) 분석

앞서 살펴본 바와 같이 분석기간 동안 Automation in Construction 저널에 참여도가 높은 상위 다섯 개 국가는 미국, 중국, 영국, 타이완, 일본 순으로 나타났다. 이 다섯 개 국가별 연구 수행기관에 따른 연구의 분포를 보면, 일본을 제외하고 80% 이상이 학계에서 연구가 이루어진 것으로 나타났다. 각 연구 수행기관에서 제출한 저널의 중심 영역에 따른 분류를 통해 기술개발 및 연구에 대한 관심 영역을 파악할 수 있으며, 그림 5는 연구 수행기관별 6개의 분야에 대한 연구의 분포를 나타낸 것이다. 학계에서 건설 산업의 발전을 위한 첨단융합기술 연구 및 개발의 대부분이 이루어지는 것으로 나타났으며, 지능형 건설현장 분야에 대한 연구가 약 40%, 설계최적화 분야에 대한 연구가 32%로 설계단계보다는 시공 현장에 대한 연구가 더 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

한편 전문연구단체에서 이루어진 연구를 살펴보면, 지능형 건설현장 분야에 대한 연구는 12%, 건설 로봇 및 시공자동화 분야에 대한 연구가 35%, 설계최적화 분야에 대한 연구가 28% 이루어지는 것으로 나타났다. 학계의 기술에 대한 연구 및 개발 동향과 비교해 볼 때, 시공 현장 관리보다는 주로 시공 단계에서의 로봇 개발 및 자동화 시스템에 대한 연구가 보다 중점적으로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 6개의 분야별 연구 수행기관의 연구 동향을 살펴보면, 설계최적화 분야는 학계, 산업계, 전문연구단체 및 정부 기관에서 비교적 균등하게 연구가 이루어지고 있다. 건설로봇 및 시공자동화 분야의 경우, 전문연구단체에서 중점적으로 연구가 이루어지고 있으며, 지능형 건설현장 분야는 산업계에서 연구가 가장 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

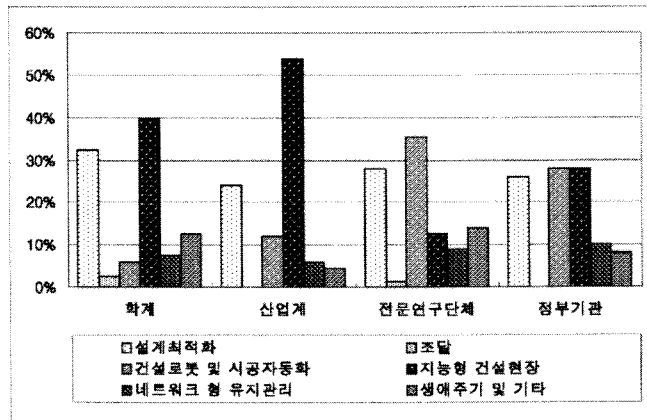


그림 5 6개의 분류 기준에 대한 연구 수행기관별 참여 현황

4. 결론

과거 건설 산업분야는 타 산업분야에 비해 R&D 투자의 규모가 상대적으로 낮았으며, 기술 개발에 대한 인식도 부족했으나 21세기 건설 산업분야가 국제적으로 경쟁력을 갖추기 위해서는 첨단기술과 건설기술의 융합을 추진하여 건설기술의 혁신적인 향상을 이루기 위한 노력이 필요하다. 이러한 필요성에 따라 선진 국가에서는 기술융합을 통한 신기술 개발에 대한 R&D 투자를 확대하고 있으며 본격적으로 연구를 수행하고 있다. 이러한 추세를 살펴보기 위해 지금까지 건설의 전 생애주기에 걸쳐 다양한 첨단기술을 활용한 연구를 다루는 Automation in Construction에 최근 7년간 게재된 저널을 분석하였다. 분석 결과, 아시아와 미국 지역에서 약 65% 가량의 연구가

진행되었으며, 단일 국가로 볼 때, 기술 개발 및 연구를 위한 미국 지역에서의 투자가 상당히 높은 것을 알 수 있었다. 또한 분석기간 동안 미국, 중국, 영국, 타이완, 일본, 이 다섯 개 국가에 의해 70% 이상의 연구가 이루어진 것으로 나타났다.

Value Chain을 고려하여 6개의 분야로 분류한 기준에 따르면, 2000년부터 2006년 사이에 게재된 저널에서 지능형 건설 현장 분야에 관한 연구가 전체의 36%를 차지하고, 설계최적화 분야에 관한 연구가 33%를 차지함으로써 지능형 건설현장 분야와 설계최적화 분야에 관한 연구가 약 70%이상을 차지하고 있음을 알 수 있다. 또한 참여 저자들의 소속 기관에 대한 분석 결과 학계에서 제출한 저널이 전체의 80% 이상을 차지하고 있는 것으로 조사되어 현재 기술 개발 및 연구가 대부분 학계 위주로 이루어진 것으로 나타났으며, 정부 기관에 의한 연구는 전체의 4.6%에 그쳐 정부 기관에 의해 주도되는 연구의 비율이 높지 않은 것으로 나타났다. 또한 각 국가별, 지역별, 연구 수행기관별로 관심 기술 및 연구 분야에 따라 연구가 진행되고 있음을 알 수 있었으며, 이는 앞으로 건설 산업의 경쟁력을 갖추기 위해 선진 국가의 첨단융합기술에 대한 연구 및 개발 동향을 살피는데 유용한 자료가 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 건설교통기술평가원의 지원에 의하여 첨단융합건설연구단 주관으로 수행된 과제 내용의 일부를 정리한 것입니다. 연구비 지원에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- Bouygues, P.D. (2002) *Priorities for Construction Research*, ECCREDI-E-CORE Conference.
- Han, S.H. et, al. (2006) *Research Planning Methodology for Technology Fusion in Construction*, ISARC.
- Kim, H.K. et, al. (2006) *Identifying the demand for Innovative Future Construction Technology*, ISARC.
- Osama, A., Amber, D.Y., and Edward, J. (2004) *Analysis of Trends in Construction Research: 1985-2002*, Journal of Construction Engineering and Management, 130(3), pp. 433-439.
- Schwartz, P. (1992) *The art of the long view*, Doubleday Currency, pp. 4.