

토목공학 전산화 연구의 기반 Foundation for Research in Computing in Civil Engineering



윤 증 열*

본 기사는 토목공학 전산화가 주제인 ASCE (미 토목학회) 논문집 Journal of Computing in Civil Engineering의 역사적 흐름을 분석하여 정리한 Lakmazaheri와 Rasdorf의 논문을 요약하여 정리한 번역기사다. 논문집 흐름의 분석은 논문집 발전에 기본적으로 기여한다고 판단되므로 전산구조공학회 논문집도 발간된 지 10년이 지났으므로 체계적인 분석을 요하는 시점에 있다고 본다.

1. 서 론

토목공학 전산화는 연구분야의 하나로, 현존하거나 개발되는 전산화 도구와 기술을 효율적으로 토목공학 문제에 적용하고 발전시키는데 그 목적이 있다. 이 분야의 연구자들은 연구결과를 Journal of Computing in Civil Engineering(이하 JCCE)을 포함한 여러 논문집에 발표하고 있

다. JCCE의 주제는 토목공학문제에 전산기술의 적용이다.

1987년에 간행된 JCCE는 공학기술 논문, 사실, 토론과 기술기사를 분기별로 출판한다. 이 논문집은 토목공학 교육과 연구, 그리고 실제 적용에 관련된 새로 발표되는 소프트웨어와 하드웨어도 다룬다. JCCE가 다루는 주 전산화 분야는 새로운 컴퓨터 언어, 정보관리 시스템, CAE (Computer Aided Engineering), 인공지능, 데이터 취득, 원격감지, 실행 전략, 관리 등이다. JCCE의 독자는 토목공학분야에 종사하는 연구자, 토목전문가, 그리고 토목공학을 전공하는 학생들을 포괄적으로 포함한다.

1987년부터 1996년까지, 미국 내외의 453명의 연구자들에 의해 광범한 분야의 주제와 공학적 적용에 관한 271편의 논문이 JCCE에 실렸다. 10년 동안 출간된 논문을 대상으로 연구자들과 기술적 연혁에 관한 전망을 분석하고, 독자로서 하여

* 정회원·홍익대학교 토목공학과, 부교수

금 연구영역과 출간된 논문의 지식기반을 형성하기 위한 문헌의 환경과 동향에 대한 깊은 이해를 돕기 위하여 다음과 같은 분석결과를 본 기사는 정리하였다.

- 주요 저자, 단체, 국적
- 10년간 출간된 논문의 주요 전산화 영역과 토목공학 소분야
- 10년간 JCCE에서 인용된 논문집, 학술발표대회 논문집, 기술보고서 및 학위논문

이 기사는 같은 기간 동안 출간된 논문에 관한 일반적 경향의 분석을 정리하였다.

2. 기고자

2.1 저자

JCCE가 출간된 후 10년간 454명이 본 논문집에 기고했다. 이 중 20%가 2회 이상 그리고 대부분은 1회 기고하였다. Table 1은 454명의 기고자들의 기고 횟수와 공동 기고 여부에 상관없는 총 기고 횟수를 보여준다. 논문집의 간행후 10년 동안 총 454명 중 369명이 1회만 기고했고 55명은 2회, 30명은 3회 이상 기고했다.

2.2 단체

JCCE의 주요 기고자는 학자이며 총 595명 중 86%인 512명이 학계에 종사하고, 8%는 산업연

구소의 연구원이고, 6%는 정부관계자이다. Fig. 1은 1987부터 1996년 사이 저자의 산·학·연 소속분포를 보여준다. 10년간 정부관계자의 참여는 꾸준한 경향을 보였으나, 실무 종사자의 참여는 미미한 증가를 보였다. 그러나 이 세 부분 간에 많은 차이는 없다. 많은 수의 기고자들은 학계에 속해 있다. Table 2는 JCCE에 참여한 대학을 나타내고 있다. 이 표에서 스탠포드(Stanford), 매리랜드(Maryland), 카네기멜론(Carnegie Mellone)

Table 2 Main contributors (Universities)

Rank (1)	Institution (2)	Number of appearances (3)	Number of papers (4)	Adjusted number of papers (5)
1	Stanford University	30	18	11.80
2	University of Maryland	26	13	10.63
3	Carnegie Mellon University	22	13	9.53
4	North Carolina State University	17	12	9.33
5	Purdue University	17	13	8.50
6	University of Colorado at Boulder	14	8	6.50
7	University of Wisconsin at Madison	12	7	6.00
8	Massachusetts Institute of Technology	16	9	5.83
9	India Institute of Technology	14	7	5.50
10	Ohio State University	10	5	5.00
11	Pennsylvania State University	10	6	4.67
12	University of Texas at Austin	11	5	4.50
13	University of California, Berkeley	10	7	3.90
14	University of Louisville	10	4	3.67

Table 1 Number of authors and author appearances

Number of appearances (1)	Authors		Total appearances (4)
	Number (2)	Percentage (3)	
1	369	81.3%	369
2	55	12.1%	110
3	14	3.1%	42
4	9	2.0%	36
5	4	0.9%	20
6	3	0.7%	18
[Total]	454	100%	595

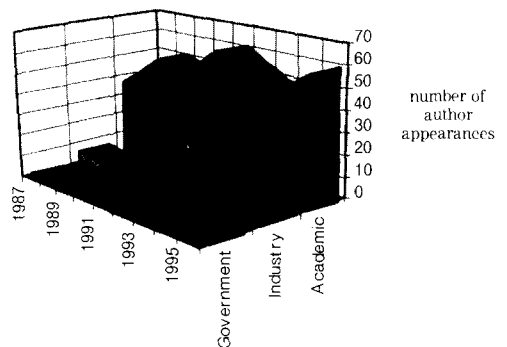


Fig. 1 Appearance comparison of authors from academia, industry, and government

대학은 각각 1, 2, 3위를 차지하였다. 표에서 수정 기고 횟수는 다음 표현을 사용하여 산출하였다.

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i}$$

여기서 n 은 기고된 논문 수이고, m_i 는 i 번째 논문의 총 공동 기고자 수이다. Table 2는 10년 동안 10회 이상 기고한 대학만 포함하였다. Table 3은 Table 2에 열거된 대학의 연도별 기고 횟수를 보여준다.

학계 기고자 중에서 조교수, 부교수, 교수와 학생은 같은 빈도로 기고했다. 이들은 각각 21-23% 정도를 차지하였으며, 나머지 약 13%의 학계 기고자는 연구원, 강사, 경영진으로 구성되었다. 학계 기고자의 분포는 Fig. 2에서 보여주며 이 분포는 10년 동안 거의 일정하였다.

Table 4는 10년간 2회 이상 기고한 업계 종사자와 정부관계자의 논문 기고 횟수를 보여준다.

2.3 저자의 국적

1987년부터 1996년까지 JCCE에 기고한 저자들의 소속 국가는 26개이다. Fig. 3은 10년간의

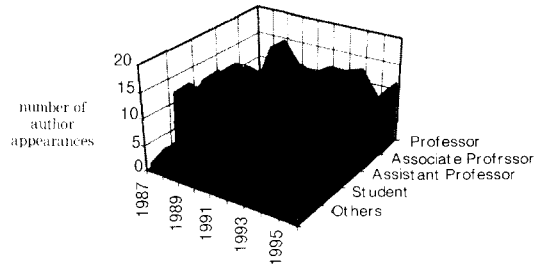


Fig. 2 Appearance comparison of authors from academia

Table 4 Main contributors government and industry

Government/ Industry (1)	Number of appearances (2)	Number of paper (3)	Adjusted number of papers (4)
U.S. Army	15	9	6.73
National Aeronautics and Space Administration	4	4	3.00
Florida Water Management	3	2	2.00
Stone & Webster	3	2	1.50
Bechtel	2	2	1.00
Kachina Technologies	3	3	0.92
New York Department of Transportation	2	1	0.67
Jacobus Tech.	2	1	0.40

Table 3 Yearly contributions of main contributing universities

University (1)	Year									
	1987 (2)	1988 (3)	1989 (4)	1990 (5)	1991 (6)	1992 (7)	1993 (8)	1994 (9)	1995 (10)	1996 (11)
Stanford University	5		8	2	4	3	3	1	3	1
University of Maryland			4	4	1	4	3	6	4	
Carnegie Mellon University	6	1	2	2	3	8				
North Carolina State University		2	1	4		4	2		2	1
Purdue University	2	1	4	1	3	2		1	1	2
University of Colorado at Boulder		6		2	2	1			3	
University of Wisconsin at Madison				1	1		4	1	5	
Massachusetts Institute of Technology	1	2			5	4	1		3	
India Institute of Technology				3			3		4	
Ohio State University	4	6								
Pennsylvania State University				1		7	1			1
University of Texas at Austin	1			3	2		3			2
University of California, Berkeley			2	3		5				
University of Louisville		3	2		2				3	

국제적 기고 횟수의 증가를 나타낸다. 전반기 5년간은 10%만이 미국 외 국가에서 기고하였으나, 후반 5년간에는 40%까지 증가했다.

3. 연구분야

3.1 특집호

1987년에서 1996년까지 10년간 271편의 청탁과 비청탁 논문이 실렸다. 거의 모든 청탁 논문은 각각 특정 주제를 다루고 있는 9권의 특집호에 실렸다. Table 5는 각각의 특집호가 다루었던 주제와 그 주제와 관련된 논문과, 특집호가 발간된 연도를 보여준다. JCCE는 매년 1회 정도의 특집호를 발간했다.

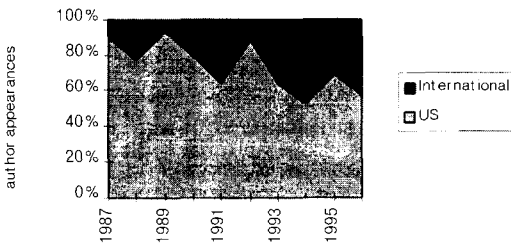


Fig. 3 Appearance comparison for national and international authors

Table 5 Special issues 1987-1996

Topic (1)	Number of papers (2)	Year (3)
Expert systems in civil engineering	8	1987
Computational geometry	3	1990
Expert systems in planning and design	7	1991
Databases	6	1992
Object oriented systems	7	1992
Geographical information analysis	8	1993
Neural networks	8	1994
European computing	9	1994
Data, product, and process modeling	6	1996

3.2 기술분야

본 기사에서는 각각의 논문들을 주요 전산화 분야와 공학 소분야 별로 분류했다. 각 논문은 하나 이상의 분야에 포함되지만 이 분석에서는 각각 하나의 분야 또는 소분야로 분류했다. 10년간 JCCE에서 다루었던 분야들은 다음과 같다.

- 전문가시스템 : 51편 (19%)
- 소프트웨어 공학과 개발 : 39편 (14%)
- 인공지능(전문가시스템, 신경망은 제외) : 35편 (13%)
- 신경망 : 26편 (10%)
- 데이터모델 및 데이터베이스 : 23편 (8%)
- 고전적 수학적 모델 및 수치해석 기법 : 22편 (8%)
- 프로그램 언어, 객체지향 모델링과 프로그래밍 : 18편 (7%)
- CAM(Computer aided Modelling)과 CAD(Computer Aided Design) : 14편 (5%)
- 지형정보 시스템 : 8편 (3%)
- 데이터 취득, 감지계, 바코딩 : 7편 (3%)
- 병렬처리 및 슈퍼컴퓨팅 : 5편 (2%)
- 하이퍼미디어(Hypermedia) : 4편 (1%)
- 일반 전산화 : 6편 (2%)
- 기타 (알고리즘, 프로세스 모델링, 스프레드시트 등) : 13편 (5%)

출간된 논문은 주로 다음 여섯 공학 소분야의 전산응용을 중점적으로 다루었다.

- 시공 : 65편 (24%)
- 구조 : 65편 (24%)
- 수자원과 환경 : 32편 (12%)
- 설계 (설계기준 포함) : 30편 (11%)
- 교통 : 20편 (7%)
- 토질 : 18편 (7%)

몇몇 논문은 측량과 도시계획, 영구 구조물, 교육, 건물, 기하학적 모델링의 전산화를 다루었다. 이 외에 또한 일반적인 공학에서의 적용을

다른 논문도 있는데 이러한 논문은 기타, 또는 일반 전산화로 분류되었다. 기타 항목으로 분류된 논문은 22개였고, 일반 전산화로 분류된 논문은 19편이다. Table 6은 이러한 분류에 따른 271편의 논문 분포를 보여주고 있다.

3.3 전산화 추세

분석된 자료에 의하면 전반 5년간과 후반 5년간에 있어 전문가시스템과 고전적 수치해석분야에 관한 논문의 수는 감소한 반면, 신경망과 데이터 모델링, 데이터베이스, 소프트웨어공학과 개발, 프로그래밍 언어와 지형정보 시스템분야의 논문 수는 증가하였다. 전반 5년간 게재된 123편의 논문 중 37편(30%)은 전문가시스템에 관한 논문이고, 19편(15%)은 고전적 수치해석 방법의 적용에 관한 논문이다. 후반 5년간 게재된 148편의 논문 중, 13편(9%)은 전문가시스템에 관한 논문이고, 3편(2%)만이 고전적 수치해석에 관한 논문이다. 두 분야는 각각 21%, 13%의 감소를 보였다.

전반 5년간에는 신경망에 관한 논문의 게재는 없으나 후반 5년간에는 26편이 게재되어 총 논문수 중 18%를 차지하였다. 데이터 모델링과 데

이터베이스에 관한 논문은 5편(2%)에서 19편(13%)으로 증가하였다. 소프트웨어 공학과 개발에 관한 논문은 18편에서 31편으로 총 논문수에 대해 6%의 증가를 보였고, 객체지향언어에 관한 논문은 2편에서 16편으로 7%의 증가를 보였다. 지형정보에 관한 논문은 전반에 게재되지 않았으나 후반 5년간 8편이 게재되어 5%로 증가하였다.

3.4 공학 소분야 추세

총 271편의 논문이 다른 주제를 분석하면 구조와 토질분야에 관한 논문의 수는 감소하였다. 구조분야에 관한 논문은 35편(28%)에서 30편(20%)으로 8%가 감소했다. 토질분야의 논문은 10편에서 8편으로 3% 줄었다. 일반적으로 환경, 수자원, 교통공학에 관한 논문은 증가하였다. 전반기에는 환경분야는 13편, 교통공학분야는 6편이었으나 후반기에는 각각 19편과 14편으로 2%와 5% 증가하였다. 시공관련 논문은 29편에서 36편으로 증가하였으나 전체 논문 수에서 차지하는 비율은 24%로 변화가 없었다. 일반 분야의 논문은 6편에서 13편으로 4% 증가하였다.

Table 6 Breakdown of papers by engineering and computing areas

Computing area (1)	Engineering Area								Total (10)
	Construction (2)	Structures (3)	Environmental (4)	Design (5)	Transportation (6)	Geotechnical (7)	General (8)	Other (9)	
Expert Systems	11	14	9	8	2	2	1	4	51
Software	15	11	5	2	2	1	1	2	39
Artificial intelligence	13	5	0	7	6	0	2	2	35
Neural networks	5	9	2	1	4	2	3	0	26
Databases	5	3	1	5	2	2	1	4	23
Numerical methods	1	8	3	0	1	7	2	0	22
Programming	2	6	3	2	0	1	3	1	18
Computer aided design	3	6	1	2	0	0	2	0	14
Geographic information systems	0	0	5	0	1	1	0	1	8
Data acquisition	4	1	0	0	0	0	0	2	7
Parallel computing	0	0	1	0	1	2	1	0	5
Hypermedia	1	1	0	1	0	0	1	0	4
General	1	0	0	1	1	0	2	1	6
Others	4	1	2	1	0	0	0	5	13
[Total]	65	65	32	30	20	18	19	22	271

4. 인용 문헌

1987년부터 1996년까지 JCCE의 논문에서는 약 4,700편의 참고문헌이 인용되었다. 매년 한 논문당 인용되는 참고문헌의 평균 수는 Fig. 4에 정리 되어있다. 이 그림은 10년간 참고문헌의 수가 꾸준히 증가했음을 나타낸다.

참고문헌은 주로 논문집이나 서적이고, 학술발표대회 논문집 또한 많이 인용되었다. 그리고 논문과 잡지, 기술보고서, 설계 지침서와 시방서 등도 인용되었다. 인용문헌들의 종류는 다음과 같다.

- 논문집 (34%)
- 서적 (25.6%)
- 학술발표대회 논문집 (17%)
- 기술보고서 (12%)
- 학위논문 (3.9%)
- 기타 (7.5%)

Fig. 5는 위에 열거된 항목들이 차지하는 비율을 전반기와 후반기를 비교해서 보여준다.

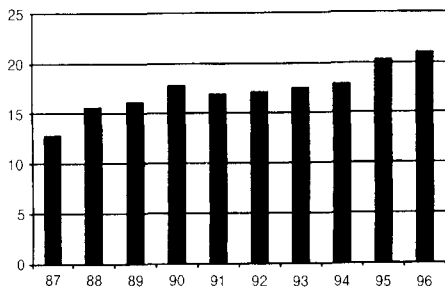


Fig. 4 Average number of references per year

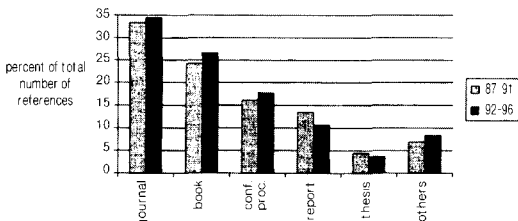


Fig. 5 Sources of citations in JCCE articles

4.1 논문집

약 1,600개의 논문집 참고문헌 항목(전체의 34%)이 JCCE에서 나타났는데, 이 중 약 40%가 전반기에, 60%가 후반기에 나타났다. 약 354개의 논문집이 인용되었고, Table 7은 가장 자주 인용된 논문집의 목록을 보여준다. 이 외에 346개의 논문집이 인용되었다. 부록 I은 자주 인용된 논문집을 열거하고 있다.

Table 7은 JCCE가 지난 10년간 총 참고문헌의 11.1%를 차지하고 있는 것을 나타내며 가장 자주 인용되는 논문집임을 보이고 있다. 전반기와 후반기의 인용 자료를 분석하면 전반기의 총 인용 문헌의 6.4%가 JCCE에 게재된 논문이었고, 후반기에는 14.3%로 증가하였다.

JCCE를 인용한 논문은 전반기에 게재된 전체 논문의 23.7%인데, 1987년과 1991년 사이의 123편의 기술보고서가 29편의 논문에 인용되었다. 후반기에는 48.9%(총 148편중 72편)가 JCCE를 인용하였다. 이러한 사항들은 Fig. 6에 두 개의 막대그래프로 나타나 있다. 오른쪽 막대그래프는 Table 7에 나타난 전반기와 후반기의 인용된 논문집이 총 참고문헌 중에서 차지하는 비율을 나타내고, 왼쪽 막대그래프는 각 논문이 어느 정도 균등하게 JCCE에 인용되었는가를 보여준다

Table 7 Most frequently cited journals in JCCE articles

Journal (1)	Citations (%) (2)
<i>Journal of Computing in Civil Engineering (JCCE)</i>	11.1
<i>Journal of Construction Engineering and Management (JCEM)</i>	5.3
<i>Journal of Structural Engineering (JSE)</i>	4.9
<i>Engineering with Computers (EC)</i>	2.9
<i>Computers and Structures (CS)</i>	2.7
<i>Artificial Intelligence (AI)</i>	2.7
<i>Computer Aided Design (CAD)</i>	2.6
<i>Microcomputers in Civil Engineering (MCCE)</i>	2.1
<i>Communications of the ACM (CACM)</i>	2.0
[Others]	63.7

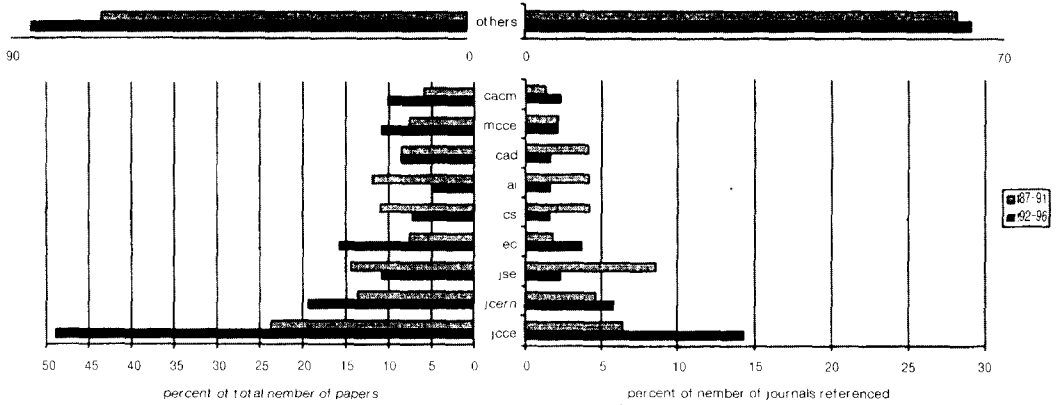


Fig. 6 Most frequently cited journals and their citation distribution in JCCE articles

다. 또한 JCCE가 연구자들을 위한 연구자원이 되고 새로운 연구를 위한 원천이 되고 있음을 보여준다.

4.2 학술발표대회 논문집

학술발표대회 논문집을 인용한 약 800개의 참고문헌 항목들이 10년간의 JCCE에 나타났는데, 전반기에만 31%, 후반기에는 61% 인용되었고, 인용된 총 424개의 학술발표대회 논문집 중 자주 인용된 논문은 Table 8에, 그 외의 논문들은

부록 II에 열거되어 있다.

Table 8에 나타나 있듯이 인용된 학술발표대회 논문집 중 11.5%는 미 토목학회 전산 토목공학 학술대회(ASCE Conference on Computing in Civil Engineering) 논문집이다. 인용자료를 분석하면 전반기에는 학술발표대회 논문집 인용문의 10.1%는 학술발표대회 논문집에서 인용되었고, 후반기에는 12.4%로 증가했다.

Table 8 Most frequently cited conferences in JCCE articles

Conference (1)	Cited papers (%) (2)
Computing in Civil Engineering (CCE)	11.5
International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAD)	6.0
Annual Transportation Research Board Meeting (TRB)	3.8
International Joint Conference on Neural Network (IJCNN)	1.5
Automation and Robotics in Construction (A&R)	1.2
National Conference in Artificial Intelligence (NCAD)	1.3
Structures Conference/Congress (SC)	1.1
[Others]	73.8

미 토목학회 전산 토목공학 학술발표대회 논문집을 인용한 논문은 전반기에는 출간된 JCCE 논문의 11.9%를 차지하였다. 전반기에 123편의 기술기사 중에서 15편이 미 토목학회 전산 토목공학 학술발표대회 논문집을 인용하였고, 후반기에는 23.7% (148편중 35편)가 인용되었다. 이러한 비율은 Fig. 7에 나타나 있다. 이 그림에서 오른쪽 막대그래프는 Table 8에 열거된 전, 후반기에 인용된 각각의 학술발표대회 논문집의 비율을 나타내고 왼쪽 막대그래프는 각각의 학술발표대회 논문집이 어느 정도 균등하게 JCCE 논문에 인용되었는가를 보여준다.

4.3 기술보고서

기술보고서를 인용한 약 564개의 참고문헌 항목들이 전반기에는 47% 후반기에는 53% 나타났다. Table 9는 자주 인용된 기술보고서의 소속 단체를 나타낸다. 그 외의 단체는 부록 III에 수

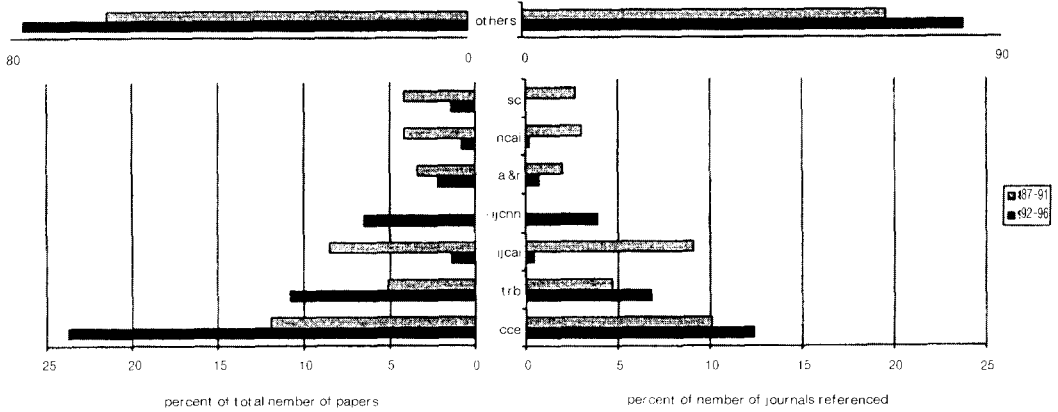


Fig. 7 Most frequently cited conferences and their citation distribution in JCCE articles

록돼 있다. 이 표는 스탠포드대학이 인용된 기술 보고서를 가장 많이 발간하고 있음을 알 수 있는데 그 비율은 전체 기술보고서의 8.7%이다. 전반기에 인용된 기술보고서의 9.3%는 스탠포드대학에서 발간됐는데, 후반기에는 8.3%로 감소하였다. 스탠포드대학에서 발간된 기술보고서를 인용한 JCCE의 논문은 전반기에는 게재된 총 논문의 11.9%였다. 전반기에 게재된 123편의 기술 기사 중 15편이, 후반기에는 148편 중 17편이 스

텐포드대학의 기술보고서를 인용하였다.

Fig. 8의 오른쪽 막대그래프는 Table 9에 열거된 전, 후반기의 인용된 단체들의 비율을 보여주고, 왼쪽 막대그래프는 그 단체들이 어느 정도 균등하게 JCCE에 인용되었는 가를 보여준다.

4.4 학위논문

63개 대학의 183편의 논문이 JCCE에 인용되었는데 이 중 46%가 전반기에 54%가 후반기에 인용되었다. Table 10은 자주 인용된 대학들을

Table 9 Most frequently cited institutions producing reports referenced in JCCE articles

Institution (1)	Cited reports (%) (2)
Stanford University	8.7
Carnegie Mellon University	6.5
U.S. Army	6.3
Massachusetts Institute of Technology	5.1
National Institute of Standards	3.6
University of California, Berkeley	3.2
University of Illinois	2.7
National Aeronautics and Space Administration	2.5
Purdue University	2.3
Federal Highway Administration	2.1
{Others}	57.0

Table 10 Most frequently cited institutions producing thesis referenced in JCCE articles

Institution (1)	Cited reports (%) (2)
Carnegie Mellon University	13.1
Stanford University	13.1
Massachusetts Institute of Technology	6.9
University of Illinois	5.7
University of California, Berkeley	4.6
University of Colorado at Boulder	3.4
Purdue University	2.9
Rensselaer Polytechnic Institute	2.9
{Others}	47.4

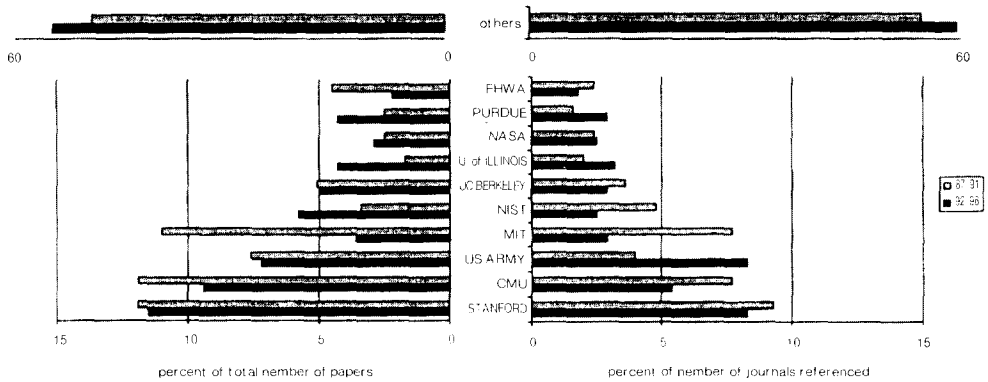


Fig. 8 Sources of most frequently cited technical reports and their citation distribution in JCCE articles

나열하고 있고 그 외의 대학들은 부록 IV에 열거돼 있다. Fig. 9는 전, 후반기 동안의 논문 인용 현황을 보여준다.

4.5 사실

JCCE의 사실은 주로 새로 나타나는 전산화 관련 주제들에 관한 실무자들과 학자들의 견해를 반영한다. 전반기에는 31편의 사실이 게재되었는데 Table 11은 사실의 필진과 집필기간을 나타내고 있다. 후반기에는 실무진의 참여가 증가하였는데, 이것은 주요 사안에 관한 견해를 실무자로부터 찾고자 하는 편집자의 의도 때문이다.

Table 11 Affiliations of authors of editorials

Affiliation (1)	Years		Total (4)
	1987-1991 (2)	1992-1996 (3)	
Academic	6	8	14
Industry	1	14	15
Government	0	2	2
[Total]	7	24	31

31편의 사실 중 10편은 특집호의 주제를 소개했는데 특집호는 주로 학계 인사 또는 사실의 많은 부분을 집필하고 있는 전문가에 의해 조직되고 발전되었다. 그 외의 21개의 사실 중에서 하

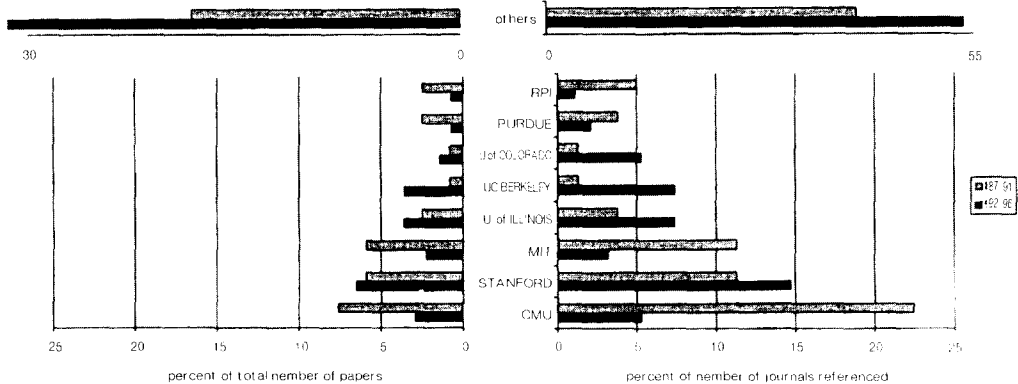


Figure 9 Most frequently cited sources of thesis and their distribution in JCCE articles

나는 미 토목학회 컴퓨터 실무분과위원회(ASCE Technical Council on Computer Practice)의 역할을 다루고, 하나는 저널의 기술적 내용에 관한 고찰을, 그리고 나머지 19편은 다음과 같은 다양한 주제들을 다루었다.

- 데이터교환 포맷 (2편)
- 데이터 모델링 및 통합 (7편)
- 토목공학 전산화 교육 (1편)
- 구조설계 자동화의 발전과 주제 (1편)
- 건설업계에서의 연구와 실무간의 격차 (1편)
- 토목공학 전산 응용의 발전 (6편)
- 고속정보망의 활용 (1편)

19편의 사설 중, 대부분은 후반기에 연구진이 나 실무자에 의해 주로 쓰여졌으며 토목공학 실무에 포함되는 전산화 주제들에 관한 업계의 관심을 다루었다.

부록 I. JCCE(1987-1996)에 인용된 논문집
 Artificial Intelligence for Engineering Design,
 Analysis, and Manufacturing
 Water Resources Research
 Hydraulics Engineering
 AI Expert
 Engineering Mechanics
 Water Resources Planning and Management
 Transportation Engineering
 Computer Journal
 ACM Transactions on Database System
 Civil Engineering System
 ACM Computing Survey
 Concrete International
 Geotechnique
 Machine Learning
 Cognitive Science
 IEEE Journal of Robotics and Automation
 Approximate Reasoning
 IEEE Transactions on Neural Networks
 Computational Intelligence

Cybernetics
 European Journal of Engineering Education
 Geophysics
 Journal of American Medical Association
 Parallel Computing

부록 II. JCCE(1987-1996)에 인용된 학술발표
 대회

Very Large Database
 Simulation
 Earthquake Engineering
 Object Oriented Programing
 Deductive and Object Oriented Database
 Design and Manufacturing System
 Engineering Construction and Operation in
 Space
 Geotechnical Engineering
 Construction Congress
 Computer Science and Statistics
 Workshop on Intelligent CAD
 International Conference on GIS
 International Conference on Genetics
 AI in Engineering
 Workshop on Case Based Reasoning
 Hypercubes, Concurrent Engineering and Ap-
 plications
 IEEE Conference on Robotics

부록 III. JCCE(1987-1996)에 인용된 보고서의
 소속 단체

American Concrete Institute
 U.S. Department of Commerce
 Welding Research Council
 U.S. Geological Survey
 Bell Labs
 National Science Foundation
 Environmental Protection Agency
 National Research Council of Canada
 International Standards Organization
 Kansas Department of Transportation

Microelectronics and Computer Inc.
Jacobus Technology Inc.
Bureau of Reclamation
California Department of Water Resources
U.S. Department of Agriculture
Xerox Palo Alto Research Center
National Technical Information Services

부록 IV. JCCE(1987-1996)에 인용된 학위 논문
소속 대학

Virginia Polytechnic Institute and State University
Kansas State University
Georgia Institute of Technology
North Carolina State University
University of Maryland

Technion
University of Toronto
University of Michigan
Ohio State University
Imperial College
Vanderbilt University
Arizona State University
Harvard University
Cornell University
Lehigh University
University of Belgrade
University of Wisconsin
University of British Columbia
University of Bristol
City University-London 